

Nachhaltiges E-Learning durch sekundäre Dienste

Martin Andreas Gutbrod

Der Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät für Mathematik und Informatik
der Technischen Universität Braunschweig
vorgelegte Dissertation zur Erlangung des
Grades eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)



Vorwort

„Denn wo viel Weisheit ist, da ist viel Grämen, und wer viel lernt, der muss viel leiden.“ Vielleicht hat sich Martin Luther an seine eigene Dissertationszeit erinnert, als er diese Übersetzung von Prediger 1, Vers 18 der Bibel niederschrieb. Es kann wohl nicht mehr festgestellt werden. Wenngleich dieser Vers nicht ausschließt, dass Lernen auch mit viel Freude verbunden ist, kann sicherlich der eine oder die andere Erfahrungen dieser Art bestätigen, wenn auf die eigene Dissertationszeit zurückgeblickt wird. Umso mehr gilt es denjenigen zu danken, die dazu beitragen die Dissertationszeit so angenehm wie möglich zu gestalten.

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Stefan Fischer, Direktor des Instituts für Telematik der Universität zu Lübeck, der mich aus den Wirren von Start-Ups und Internet-Boom Anfang des Jahres 2002 an die Technische Universität nach Braunschweig holte um dort solide Forschung im Rahmen eines Forschungsauftrags der SAP zu betreiben. Das Ziel war neue Erkenntnisse über E-Learning zu erhalten und zu publizieren. Durch die optimale Mischung aus Förderung und Forderung konnte dieses Ziel erreicht werden, wofür ich mich ausdrücklich bedanken möchte. Wissenschaftlicher Austausch und die Möglichkeit Ergebnisse auf internationalen Konferenzen und Kongressen vorzustellen sorgten für einen erweiterten Blick für die eigene Arbeit.

Für die Übernahme des Korreferats bedanke ich mich ganz herzlich bei Prof. Dr. Ulrich Reimers, Leiter des Instituts für Nachrichtentechnik der Technischen Universität Braunschweig.

Die Arbeit entstand am Institut für Betriebssysteme und Rechnerverbund der Technischen Universität Braunschweig, dessen Leiter Prof. Dr. Lars Wolf mir in den Jahren als Mitarbeiter hervorragende Unterstützung bot. Die sehr angenehme und intensive Arbeitsatmosphäre am Institut prägte die wissenschaftliche Arbeitsweise enorm. Stellvertretend für alle Kollegen seien Oliver Wellnitz für die freundschaftliche Unterstützung bei der Bereitstellung notwendiger Serverkapazitäten genannt sowie Dr. Marc Bechler, der neben seinem fachlichen Disput mit seinen humorvollen Beiträgen für ein aufheiterndes Klima sorgte.

Bedanken möchte ich mich auch bei meinen Kollegen der Universität zu Lübeck, de-

ren kollegiale Zusammenarbeit und Anregungen zum Erreichen guter Publikationen und Auszeichnungen von wichtiger Bedeutung waren.

Von ganzen Herzen gilt mein Dank meiner Partnerin Andrea und unseren beiden lieben Kindern Senta Luise und Samuel Vinzenz, die während ungezählter Stunden vor dem Computer auf mich verzichten mussten und mir in der verbleibenden Zeit das Leben versüßten. Ihr Beitrag kann nicht hoch genug bewertet werden.

Dass Arbeiten im Informatikbereich mehrheitlich von männlichen Kollegen gelesen werden, soll nicht als Erklärung dienen, wenn Sie beim Lesen auf ‚man‘, ‚Autor‘ oder ‚jedermann‘ stoßen. Vielmehr wurden die allgemein üblichen Bezeichnungen gewählt, um den Lesefluss zu erhalten aber keinesfalls um eine wie auch immer geartete Besinnung zum Ausdruck zu bringen. Ich darf alle Leserinnen daher um Verständnis bitten und darauf hinweisen, dass natürlich ebenso ‚frau‘, ‚Autorin‘ oder ‚jedefrau‘ angesprochen ist.

„Innovative Technologie in der Bildung“ – kann als zentraler Leitsatz für diese Disertationsarbeit betrachtet werden und das vorliegende Dokument soll als Teil dessen verstanden werden. So bietet auch diese Arbeit Vorteile bei elektronischer Betrachtung, die in einer gedruckten Ausgabe nicht verfügbar sind. Zu nennen sind hier hypermediale Verweise zwischen Stellen innerhalb des Dokuments sowie zu externen Quellen, wodurch ein manuelles Blättern nach Referenzen entfällt und durch absolute elektronische Verweise direkt aufgerufen werden können. Soweit möglich wurden die Grafiken als Vektorgrafiken in das Dokument eingebunden, was ein beliebiges ‚hineinzoomen‘ zum Erkennen von Details ermöglicht, die bei ganzseitiger Ansicht mit geringer Qualität oder nur spärlich sichtbar sind. Zwar kann diese Arbeit auch ausgedruckt werden, sollte jedoch – nicht zuletzt durch die vielfältigen Farbdarstellungen – interaktiv am Bildschirm ‚bearbeitet‘ werden.

Martin Andreas Gutbrod

Im Juli 2006

Abstract

In the last decade, using Information and Communication Technology (ICT) in the field of education and science was expected as one of the most important steps towards the knowledge society. Many efforts and large amounts of subsidies flew into timely restricted projects for deploying e-learning in a large scale. However, the expected improvement of the learning processes was not achieved. Moreover, these preparatory projects were not transferred into commercial and sustainable solutions. Missing sustainability with respect to pedagogics, didactics, technology, and economics shows the need of novel research for economists, computer scientists, and pedagogues.

This thesis addresses secondary e-learning services, which were examined in the context of both technological and economical sustainability. Therefore, this thesis provides a set of metrics for sustainability, which were used to verify the sustainability of these services: Two services are examined from an economical perspective, whereas one project was examined with respect to the cost-controlling of educational activities. The technological examination shows that new principles, technological procedures, and algorithms are necessary, in order to reach sustainability in several e-learning services. Therefore, this thesis introduces a novel Calculation Object Model for cost-controlling of educational activities and services. A service for lecture evaluations, an important service to determine sustainability, shows how to integrate ICT in university structures. Additionally, the Docol@e service provides novel results in the field of automated recognition of text plagiarisms. All services were implemented and evaluated with respect to their sustainability. It proves how far sustainability of e-learning is basically not limited to economic factors of a business case, and how far ICT has to be embedded into the overall process chain of education in an integrative way.

Kurzfassung

Die Einbettung von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) in Bildung und Wissenschaft verspricht seit vielen Jahren grundlegende Fortschritte auf dem Weg in die Wissensgesellschaft. Großzügige Subventionen flossen über Jahrzehnte in zeitlich begrenzte Projekte, um eine IKT-gestützte Lehre auf breiter Ebene zu etablieren. Trotzdem trat ein erhoffter nachhaltiger Effekt in dem erwarteten Maße nicht ein. Konkret wurde eine Weinternutzung der Entwicklungen selten erreicht. Die fehlende Nachhaltigkeit von E-Learning-Diensten aus pädagogisch-didaktischer, technologischer und ökonomischer Sicht eröffnete Pädagogen, Informatikern und Wirtschaftswissenschaftlern neue Forschungsfelder.

Im Rahmen der Forschungstätigkeit zur Untersuchung der technologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit entstanden drei sekundäre E-Learning-Dienste, mit denen sich die vorliegende Arbeit thematisch beschäftigt. Einer Einführung in sekundäre E-Learning-Dienste folgt die ausführliche Beschreibung bekannter und neuer Aspekte deren Nachhaltigkeit. Aus ökonomischer Sicht werden zwei neue Dienste und der kalkulatorische Aspekt des Bildungscontrollings untersucht. In technischer Hinsicht wird gezeigt, welche Bedeutung effektive Algorithmen unter Effizienzgesichtspunkten haben. Es wird untersucht, inwieweit Nachhaltigkeit bei E-Learning beschränkt ist auf die ökonomischen Faktoren eines Geschäftsmodells und welcher Einfluss integrative Prozesse der Einbettung von IKT in Bildungsabläufe darstellen.

Mit dem Calculation Object Model wird ein neuer Ansatz für das Kostencontrolling in Bildungsprozessen vorgestellt und evaluiert. Ein anderer Dienst zeigt die Einbettung nachhaltiger Dienste in Hochschulstrukturen anhand des Themas Lehrevaluation. Darüber hinaus wird mit dem Docol©c-Dienst ein neues innovatives Verfahren zur Plagiaterkennung eingeführt und die Notwendigkeit dieser Innovationen unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten vorgestellt. Alle Dienste wurden zur Evaluation implementiert und auf dessen Grundlage anhand der Nachhaltigkeitsaspekte eingestuft.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	i
Abstract	iii
Kurzfassung	v
1 Einleitung	1
1.1 Nachhaltigkeit im aktuellen Kontext	1
1.2 Abgrenzung des Begriffs E-Learning	2
1.2.1 Sekundäre E-Learning-Dienste	4
Fazit	7
1.2.2 Erfolgsfaktoren	8
1.3 Untersuchungsgegenstand	9
1.3.1 Calculation Object Model (COM) und Modellierungssoftware L-K2	9
1.3.2 Evaluationssoftware Popollog	10
1.3.3 Plagiaterkennungssoftware Docoloc	11
1.4 Organisation der Arbeit	11
2 Nachhaltigkeit	13
2.1 Beteiligte Akteure	15
2.1.1 Gesellschaftliche Lenkungsinstanz	16
2.1.2 Privatwirtschaftliche Unternehmen	17
2.1.3 Öffentliche Bildungsanbieter	17
2.1.4 Fördermittelgeber	18
2.1.5 Initiatoren und Entwickler	19
2.1.6 Nutzer	20
2.2 Ausbreitungsdimensionen	20
2.2.1 Zeitliche Dimension	20

2.2.2	Räumliche Dimension	22
2.3	Technologischer Aspekt	24
2.3.1	IKT-Konsolidierung	24
2.3.2	Portabilität der Programme	27
2.3.3	Spezifikationen und Standards	28
	Spezifizierungsinitiativen	31
	Lehr-, Lern- und Verwaltungsprotokolle/-prozesse	33
	Metadaten	34
2.3.4	Technik aus Nutzersicht	38
2.4	Organisatorische Integration	39
2.4.1	Organisationsstrukturen	39
2.4.2	Methoden der Integration	40
2.5	Einfluss von Wettbewerben	45
2.5.1	Wirkungsebenen	46
2.5.2	Erfolgskriterien	47
2.5.3	Breitenförderung	47
2.5.4	Entscheidungsfindung an Hochschulen	48
2.5.5	Benchmarking	49
2.6	Rechtliche Rahmenbedingungen	49
2.6.1	Urheberrechtsgesetz	49
2.6.2	Lizenzen	50
2.6.3	Creative Commons	51
2.6.4	Rolle der Verlage	53
2.6.5	Open-Access-Initiative	53
2.6.6	Anerkennung von Prüfungsleistungen	54
2.6.7	Rechtsform des Anbieters	54
2.7	Ökonomischer Aspekt	55
2.7.1	Erlösmodelle	56
2.7.2	Gebührenerfassung	58
2.7.3	Kostenaspekt	59
2.7.4	Marketing und Öffentlichkeitsarbeit	59
2.7.5	Marktpotenziale und Zielgruppen	61
2.7.6	Indirekte Finanzierung	63
2.8	Nachhaltigkeitshemmnisse	64
2.8.1	Blockaden	64
2.8.2	Autonomie versus Bürokratie	64

2.8.3	Restriktionen	65
2.8.4	Reputationsdefizit	67
2.9	Kriterienmatrix zur Bewertung von SED	67
2.9.1	Maßstab zur Bewertung	67
2.9.2	Bewertungskriterien	68
3	COM/L-K2	71
3.1	Kosten von Bildungsmaßnahmen	72
3.1.1	Manuskriptkosten	74
3.1.2	Kosten für Transportmedium und didaktische Aufbereitung	74
3.1.3	Fixkosten pro Kursdurchführung	75
3.1.4	Variable Kosten	76
3.1.5	Kostenrechnung	76
	Aufwand bis Kursstart	76
	Kursgebühren	77
3.1.6	Bewertung der Kostenaufschlüsselung	78
3.2	Stand der Wissenschaft und Technik	79
3.2.1	Kosten-Nutzen-Betrachtung	80
3.2.2	Stand der Forschung	83
3.2.3	Prozesskostenrechnung im Bildungsbereich	84
	Vorgehensweise	84
	Bedeutung der Maßgröße	86
	Unterscheidung von Kostenarten	88
	Ressourcenverbrauch von Prozessen	88
	Bildungsspezifischer Nutzen	89
3.2.4	Zusammenfassung	91
3.3	Das Calculation Object Model	92
3.3.1	Prinzipieller Aufbau des Kalkulationsmodells	92
3.3.2	Bestandteile eines Kalkulationsobjekts	94
	Metadaten eines CO	95
	Primärobjekt	96
	Zielobjekt	96
3.3.3	Verrechnungsarten zwischen COs	96
3.3.4	Werteebenen zur Unterscheidung von Szenarien	98
3.3.5	Verwaltungstransparenz und erweiterte Statistiken durch Bündelungen	99

3.4	L-K2	99
3.4.1	Eingabemasken zur Modellierung	99
	Startseite	101
	Verwaltung von Kursen	102
	Bearbeitung einer Werteebene	103
	COM-Modellierung durch Bearbeitung von COs	104
	Eingabemaske für Maßgrößen	105
	Definition von Bündel	106
3.4.2	Abbildung von COM im relationalen Datenmodell	106
3.4.3	Evaluierung anhand eines reellen Szenarios	108
	Beschreibung des Szenarios und weitere Rahmenbedingungen	108
	Darstellung des kalkulierten Modells	110
3.5	Ergebnis	116
3.5.1	Kritische Anmerkungen zu COM/L-K2	119
3.6	Bewertung unter Nachhaltigkeitskriterien	120
4	Popollog	123
4.1	Motivation und Kontext	124
4.2	Aufbau des Evaluationswerkzeugs	125
4.2.1	Ablauf	125
4.2.2	Verwendung von Vorlagen	126
4.2.3	Orientierung an Standardtechnologien	127
4.3	Nachhaltigkeitskorrelationen	130
4.3.1	Effektivität durch Spezialisierung	130
4.3.2	Softwaredesign bestimmt Gesamteffizienz	131
4.3.3	Ökonomische Nachhaltigkeit	133
4.4	Integration in die Universitätsstruktur	135
4.4.1	Wirtschaftliche Teillösungen	137
4.5	Alternative Modelle	138
4.6	Fazit	139
4.7	Bewertung unter Nachhaltigkeitskriterien	140
5	Docoloc	143
5.1	Grundlagen zur Erkennung von Textplagiaten	144
5.2	Verwandte Arbeiten zur Plagiaterkennung	146
5.2.1	Produkte und Dienste zur Plagiatsuche	146
	Turnitin und iThenticate	146

	Urkund	147
	MyDropBox	147
	Ephorus	148
	Scriptum	148
	EVE	148
	Plagiarism-Finder	148
	Damocles	149
	Dienste zum Vergleich lokaler Dokumentsammlungen	149
	Einordnung von Docoloc	150
5.2.2	Bekannte Verfahren bei der Plagiatsuche	152
5.3	Beschreibung von Docoloc	153
5.3.1	Docoloc-Algorithmen	153
	Fragmentsuche	154
	Mischsuche	156
5.3.2	Darstellung gefundener Quellen	156
5.3.3	Eingabemasken und Benutzerinteraktionen	157
5.3.4	Minimales Geschäftsmodell	159
5.3.5	Architektur des Gesamtsystems	162
5.4	Technische Analyse	164
5.4.1	Vier Phasen Prüfprozess	164
5.4.2	Prüfzeiten	166
	Zeitliche Schwankungen	166
	Zeitliche Schwankungen der Suchergebnisse	169
	Abschätzung der Laufzeit	169
	Einfluss der einzelnen Phasen und Zusammenfassung	171
5.4.3	Systembelastung	172
	Datenmanagement	172
	Speicherverlauf eines Prüfauftrags	175
	Netzbelastung durch Suchanfragen	177
	Netzbelastung durch Prüfaufträge	177
5.4.4	Scheduling	178
	Ebenen des Batch-Scheduling	181
	Einebenen-Scheduling	181
	Zweiebenen-Scheduling	182
	Evaluation des Zweiebenen-Scheduling-Algorithmus	185
5.4.5	Zusammenfassung	191

5.5	Effektivität aus Anwendersicht	191
5.5.1	Akzeptanz und wirtschaftliche Einstufung	191
5.5.2	Nutzenvergleich bei gleicher Effizienz	192
5.5.3	Erkenntnisse und Bewertungen	192
5.5.4	Auswertungen von Konferenzbeiträgen	194
	Erweiterte Informationsbasis	195
5.5.5	Plagierungsraten	195
5.6	Bewertung der Nachhaltigkeit	197
6	Zusammenfassung und Ausblick	201
A	Anhang	205

Abbildungsverzeichnis

2.1	Strategische Aspekte für nachhaltiges E-Learning	15
2.2	Akteure	16
2.3	Nutzerzentriertes Modell der Akteure öffentlich geprägter Bildungsland- schaften	17
2.4	3-Phasen Modell	21
2.5	Zeitliche Perspektiven bei der Ausbringung von Innovationen	22
2.6	Nachhaltigkeitsdefinitionen	23
2.7	Rahmenmodell zur Konsolidierung	25
2.8	Organisation von Lerninhalten	31
2.9	Kategorien der IEEE Learning Object Metadata	35
2.10	Dezentralisierte Matrixstruktur	41
2.11	Top-down/Bottom-up-Ansatz zur Organisationsintegration	42
2.12	Creative Commons Lizenzabdeckung	52
2.13	Spannungsfeld auf monetärer Ebene zwischen Autor, Verlag und Bibliothek	53
2.14	Erlössituation durch Wettbewerb	58
2.15	Feingranulare Abrechnungsmöglichkeit digitaler Inhalte	58
2.16	Fragen eines Marketing-Mix für E-Learning-Produkte	60
3.1	Kostenstruktur in Blended-Learning-Szenarien.	73
3.2	Einflussgrößen auf die Kosten pro Student	81
3.3	Kosten von E-Learning-Maßnahmen	83
3.4	Aufbau einer PKR im Hochschulbereich	85
3.5	Auswirkung der Wissenstreiber durch Prozesstransparenz	90
3.6	Die Entstehung vom COM	92
3.7	Vernetzung von Kursen mit mehrfach verwendeten Kalkulationsobjekten . .	93
3.8	Metadaten eines COs	95
3.9	Modellierungsprinzip von Bildungsmaßnahmen nach COM	97
3.10	Startseite mit Login-Feldern	100

3.11	Eingabemaske zur Verwaltung von Kursen	101
3.12	Eingabemaske einer Werteebenen (Viewlayer)	102
3.13	CO mit allozierendem (Input) und allokiertem Anteil (Output)	103
3.14	Eingabemaske einer Maßgröße (Driver)	104
3.15	Eingabemaske eines Bündels (Bundle)	105
3.16	Entity Relationship Model der COM-Umsetzung in L-K2	107
3.17	Tabellarische Aufbereitung einer COM-Instanz mit L-K2	113
3.18	Grafische Aufbereitung einer COM-Instanz mit L-K2 und hervorgehobenen Allokationen eines CO	114
3.19	Individuelle Auswertung und Bündel als Informations- und Gruppierungs- instrument	115
3.20	Konsolidierung der klassischen PKR zu COM	118
4.1	Manueller Handlungsbedarf und Softwareunterstützung einer Online-Eva- luation	126
4.2	Maske zur Definition von Auswertungsfilter basierend auf den Konfigurati- onsdateien	127
4.3	Aufbau einer SMS zur Abgabe einer Bewertung am Beispiel einer Umfrage (ealive)	130
4.4	Rücklauf von Formular A ist Konfiguration von Umfrage X	133
4.5	Nachhaltigkeit in Abhängigkeit von Effizienz und Effektivität	134
4.6	Persönliches Konto mit Standardvorlagen und Übersicht durchgeführter Um- fragen	135
4.7	Aufteilung in einzelne wirtschaftlich bestehende Teillösungen	137
4.8	Ökonomisches Modell webbasierter Evaluationen mittels externer Dienst- leister	139
5.1	Maske der manuellen Einstellungsmöglichkeiten	155
5.2	Herkunftsreport mit potentiellen Plagiatquellen	157
5.3	Anleitung zur Bedienung mit schrittweiser Erklärung	158
5.4	Eingabemaske eines neuen Prüfauftrag und Startseite von www.docoloc.com	159
5.5	Registrierungsmaske zur Eingabe und Änderung des persönlichen Kontos .	160
5.6	Tabellarische Übersicht der Prüfaufträge mit Plagiatanteil in Prozent pro Dokument	161
5.7	Preisverlauf in Abhängigkeit des Lizenzumfangs	162
5.8	Architektur von Docoloc	163
5.9	Vier Phasen eines Prüfprozesses	165

5.10	Suchzeitverteilung bei \mathcal{G} gleicher Anfragen über mehrere Wochen	168
5.11	Tagesverlauf der durchschnittlichen effektiven Suchdauer von \mathcal{G} und RTT .	169
5.12	Abweichungen und Verlauf der Suchzeit im Tagesmittel über den Erfas- sungsintervall	170
5.13	Zeitliche Schwankungen der Suchergebnisse	171
5.14	Speicherallokation von Prüfprozessen	176
5.15	Abarbeitung ohne zentralen Zuteilungsprozess	182
5.16	Zweiebenen-Scheduling mit Einflussparameter	183
5.17	Systemverhalten bei 50 manuellen Eingaben	186
5.18	Systemverhalten bei 50 Batch-Beaufschlagungen per Webservice	187
5.19	Systemverhalten bei 250 batch-beaufschlagten Demo-Prüfungen	190
5.20	Verteilung der Plagiierraten	196

Tabellenverzeichnis

2.1	Anreize für Gegenstromverfahren	43
2.2	Wirkungen von Wettbewerben	47
2.3	Erlösarten verschiedener Geschäftsmodelltypen	57
2.4	Zentralisierungsprobleme	66
2.5	Symbole zur Bewertung der Kriterien	68
2.6	Kriterien zur Bewertung der Nachhaltigkeit	70
3.1	Allgemeine Kosten-/Nutzenbetrachtung	112
3.2	COM/L-K2-Bewertung zur Unterstützung der Nachhaltigkeit	122
4.1	Nachhaltigkeitsbewertung von Popollog	142
5.1	Dienste zur Plagiaterkennung	151
5.2	Nomenklatur	164
5.3	Laufzeitverhalten verschiedener Dokumente	167
5.4	Extremzeiten bei \mathcal{G}	168
5.5	Anzahl Unterverzeichnisse bei n Benutzerkonten	175
5.6	Charakteristik eines Anfragenzyklus	177
5.7	Netzbelastung unterschiedlicher Übertragungsmethoden	178
5.8	Gegenüberstellung mittlerer und maximaler Werte interaktiver und maschi- neller Beaufschlagung	189
5.9	Nachhaltigkeitsbewertung des Plagiatsuchdienstes	199
A.1	Auswertung von Beiträgen der IEEE Konferenz Infocom 2004 ein Jahr nach der Konferenz	209

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Nachhaltigkeit im aktuellen Kontext

Die Deutsche Bundesregierung konstatiert im Jahr 2002, dass „das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung der rote Faden für den Weg in das 21. Jahrhundert ist.“ [Bun02]. Einen kleinen Teil davon behandelt diese Arbeit. Dabei stellt sich der Frage: Was versteht man unter „Nachhaltigkeit“ im Bildungsbereich unter dem sich stark ausbreitendem Einfluss von E-Learning und welche Auswirkungen mit Blick auf neue innovative Medien ergeben sich? Wie kann E-Learning „nachhaltig“ implementiert werden und welche Veränderungen sind zu erwarten? Für eine abschließende Beantwortung dieser Fragestellung ist der Umfang einer Arbeit nicht ausreichend. Deshalb werden Schwerpunkte gesetzt, die sich einer neuen Fragestellungen widmen: nämlich der Implementierung und Untersuchung von E-Learning-Innovationen, die nicht unmittelbar dem Prozess des Lernens dienen.

Mitte des 19. Jahrhunderts im Bereich der Forstwirtschaft geprägt¹, festigte sich der Begriff der Nachhaltigkeit im ökologischen Bereich mit dem MEADOWS-Bericht („The Limits of Growth“ [MMRB72]) als Konsequenz aus der Energiekrise der 70er Jahre. Aus politischer Sicht meinte Nachhaltigkeit „Umweltgesichtspunkte gleichberechtigt mit sozialen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu berücksichtigen“ [Nac05].

Mittlerweile wird der Begriff nicht mehr ausschließlich im Kontext ökologischer Betrachtungsweisen gesehen, sondern hat die Erweiterung der traditionell ökologischen Sichtweise hin zu einer ganzheitlichen kulturell-sozialen Sichtweise erfahren [Deu99, S. 262], [SM03]. Darin spielt Bildung eine wesentliche Rolle und somit auch alle Aktivitäten im Bereich der E-Learning-Innovationen.

[SM03] formuliert, dass „Nachhaltigkeit als ein Gradmesser des Erfolgs der Implemen-

¹Es sollten nicht mehr Holz geschlagen werden, als nachwachsen konnten, vgl. [Car13]

tation von Innovation angesehen werden“ kann. Die bei „E-“Diensten a priori vorhandene starke technologische Komponenten setzt also Erfolg bei der Implementierung der neuer Technologien voraus.

Für [KW04] sind Dauerhaftigkeit, Breitenwirkung sowie eine solide Finanzgrundlage die Kernbedeutungen von Nachhaltigkeit. [KMH02] und auch [MHK03] sehen das ähnlich: „Nachhaltigkeit heißt Ergebnisse und Erkenntnisse während und nach der Programmlaufzeit in den beteiligten Institutionen und darüber hinaus in weiteren Institutionen zu nutzen.“ Dies macht Nachhaltigkeit zum Inbegriff einer „dauerhaften und breitenwirksamen Integration“ [KW04].

Prinzipiell wird davon ausgegangen, dass E-Learning zumindest so nachhaltig sein soll wie ein Standardwerk der Fachliteratur. Wie sich aber gezeigt hat, ist E-Learning nur am Rande damit direkt vergleichbar, da es sich eben technologischer Verfahren jenseits des Print-Bereichs bedient.

Damit ist auch schon die Frage beantwortet, wie Wissenschaft und Nachhaltigkeit zusammen passen. Naturwissenschaftliche Erkenntnisse sind in der Regel a priori nachhaltig, durch die Erforschung und Offenlegung der allgemeingültigen Sache. Wenn sich aus diesen Erkenntnissen eventuell neue verwertbare Produkte ergeben, tritt ein positiver Effekt ein, der ursprünglich nicht angestrebt sein musste. Bei E-Learning kommt dieser Produktkomponenten ein enorm wichtiger Faktor zu, fast vergleichbar mit zielgerichteter Forschung in der Medizin zur Behandlung bestimmter Krankheiten.

Was aber im Detail unter Nachhaltigkeit bei E-Learning verstanden wird und welche Aspekte von Nachhaltigkeit für mittelbare Dienste im Detail relevant sind, wird in Kapitel *Nachhaltigkeit*, S. 13 eingehend erläutert.

1.2 Abgrenzung des Begriffs E-Learning

Es gibt Forscherkollegen, die nach jahrelangem inflationärem Gebrauch des Begriffs „E-Learning“ diesen Begriff aus ihrem wissenschaftlichen Wortschatz entfernen möchten. Nach dem Aufkommen des Internets und der damit einhergehenden Entdeckung des Fernlernens als Forschungsfeld der Informatik wurde der Begriff zum Synonym von Lernformen, die nicht auf Präsenzunterricht oder papierbasierten Verfahren beruhten. Allerdings wurde diese allgemeine Formulierung meist nicht verwendet, man sprach von „synchron und asynchron“, „individuell und kollaborativ“ oder „lokal oder verteilt“ [BH00] und führte so zu Ausschlüssen von Situation, wodurch der Begriff für viele Kollegen nicht mehr präzise erschien. Durch den begrifflichen Ausschluss der traditionellen Präsenzveranstaltung, die aber weiterhin eine wichtige Rolle spielte und spielt, ergab sich mit „Blended

Learning“ ein neuer Modebegriff, der (die besten) Eigenschaften beider Bereiche vereinte.

Schließlich kam mit dem Web-basierten Lernen unter den Stichworten Lern-Management-System (LMS), Human-Ressource-Management (HRM) oder auch Knowledge-Management-Systems (KMS) eine Fülle von administrativen Werkzeugen zur Lernerverwaltung, Inhaltserstellung und Inhaltsarchivierung hinzu, was die Begrifflichkeit von E-Learning als das reine elektronisch unterstütztes Lernen nochmals deutlich erweiterte.

Unter E-Learning wird heute allgemein der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) im Kontext des Lernens und Lehrens bezeichnet [BBSS01], [Eul01, S. 120], [SM02, S. 46], [Wik05]. Nach und nach kommt auch der etwas sperrige Begriff der „technologiebasierten Lehr- und Lehrverfahren“ zum Einsatz wobei die Bezeichnung „technologiebasiert“ noch für einige Zeit einen Modebegriff formuliert, der nach und nach aber der Realität weichen wird. Spätestens wenn die Generation der Kinder, für die Computer, Internet, Mobil- und IP-Telefonie selbstverständliche Dinge des täglichen Gebrauchs sind, zu aktiven Lernern werden, ist abzusehen, dass E-Learning nur noch einen Gewichtungsfaktor einer Bildungsmaßnahme beschreibt und somit der Begriff nach und nach zurückgedrängt werden wird. Aus der Geschichte sind parallelen zu erkennen wie beispielsweise der Buchdruck zu Zeiten Gutenbergs, der damals hohe Technologie darstellte und die Wissensverbreitung revolutionierte [Rum04, S. 2]. Vorerst wird der Begriff nun in seiner Allgemeinheit verwendet und zwar im Sinne einer Gewichtung weg von statischen papierbasierten Verfahren hin zu *noch* modernen technologiebasierten Verfahren im Bildungsbereich.

Die Bildungsmaßnahmen werden somit ganz oder teilweise aus einem Fundus technologiegestützter Verfahren bestehen. Kombiniert man diese mit den Verfahren der traditionellen Lehre und abstrahiert das Kombinat mit der Fachliteratur gängigen Einteilungen, ergibt sich nach Berücksichtigung der angesprochenen Gewichtung eine Gliederung in folgende Kategorien:

Autorensysteme Instrumente zur Erstellung des Lehrgegenstands

Lernsysteme Instrumente, die der Lerner während des Lernens verwendet

(Digitale) Bibliotheken und Verzeichnisdienste Ablage der Lehrinhalte sowie Auffinddienste

Sekundäre Dienste Administrative Hilfsmittel (siehe *Sekundäre E-Learning-Dienste*, S. 4

Kommunikationssysteme Instrumente zur Kommunikation zwischen Menschen und/oder Computersystemen

Zur wissenschaftlich umfassenden Beschreibung der einzelnen Punkte finden sich ein Vielzahl an Publikationen², weshalb an dieser Stelle darauf verzichtet wird. Einen wissenschaftlich fundierten Überblick liefert beispielsweise [Alb03] oder Publikationen in [Sch02], auf die hier verwiesen wird. Lediglich der vierte Punkt, „Sekundäre Dienste“, ist in der Literatur so noch nicht formuliert. Aufgrund der Bedeutung für die nachfolgenden Kapitel wird dieser herausgehoben und im Folgenden erläutert.

1.2.1 Sekundäre E-Learning-Dienste

Betriebswirtschaftliche Betrachtungsweisen unterscheiden zwischen primärem Aufwand und sekundärem Aufwand in der Form, ob „der Aufwand zu unmittelbarem Kundennutzen führt und damit wertschöpfend ist“ oder „notwendig ist [...] aber eben nicht zu direkten Kundennutzen führt“ [LSB02]. In Analogie hierzu bedeuten primäre und sekundäre E-Learning Leistungen technologiegestützten Aufwand, der einerseits unmittelbar zur Wissensaufnahme beim Lernenden führt und andererseits zur allgemeinen Unterstützung der Lehrprozesse und des Informationsmanagement (IM) dient. Diese Unterscheidung wird derzeit in der Literatur nicht in dieser Deutlichkeit vollzogen, was sehr häufig, vor allem bei Wirtschaftlichkeits- und Kosten-/Nutzenanalysen, zu verschwommenen Ausgangssituationen führt und die Ergebnisse der gebildeten Kausalzusammenhänge sich als fragwürdig darstellen.

Sekundäre E-Learning Dienste (SED) sind also mittelbare oder komplementäre Dienste, die mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) auf das Lehr- und Lernumfeld unterstützend wirken. SED sind nicht direkt mit dem Lernprozess verbunden, liefern aber trotzdem einen technologiegestützten Beitrag zur Verbesserung der Lehre. Es geht also nicht um die Prozesse im Rahmen der individuellen Wissensaufnahme durch den Schüler oder Studenten, sondern um elektronische Dienste im peripheren Umfeld des Lehren und Lernens.

Hierunter fallen beispielsweise Systeme zur Benutzerverwaltung und Dokumentenverwaltung, Test- und Klausurwerkzeuge, betriebswirtschaftliche Hilfswerkzeuge und administrative Verwaltungswerkzeuge. Konkret seien außerdem Evaluations- und Kalkulations- oder Plagiaterkennungswerkzeuge exemplarisch genannt.

Bei LMS und im Bereich der „Kommunikationssysteme“ bedarf es einer genaueren Trennung. So stellen LMS natürlich Lehrinhalte bereit und kommunizieren durchaus auch mit dem Lerner während des Lernprozesses, was beispielsweise eine der Hauptaufgaben des E-Learning-Standards SCORM [ADL05] darstellt. Die Hauptaufgabe eines LMS liegt

²Eine Suche nach dem Schlagwort „E-Learning“ in einer Online-Buchhandlung findet alleine 240 Titel im deutschen Sprachraum (9/2005)

jedoch deutlich im administrativen Bereich, da dies ja gerade den Mehrwert gegenüber einer einfachen Website darstellt. Ähnlich können bei SED auch Kommunikationssysteme Anwendung finden, da schließlich nicht ausschließlich Lehrinhalte zwischen Kommunikationspartnern ausgetauscht werden. Eine Buchungsbestätigung per E-Mail wäre beispielsweise solch ein Fall. Aufgrund des allgemeinen Charakters von Kommunikationssystemen werden diese also nicht explizit den SED zugeordnet.

Die Aufgaben eines SED liegen nicht im Erstellen, Ändern oder unmittelbaren Bereitstellen von Content³. Unter SED versteht man also administrative Hilfsdienste, die Prozesse im Bildungsbereich unterstützen und nicht unmittelbar mit der Wissensaufnahme verbunden sind. Sie lassen sich in drei unterschiedliche Klassen einteilen, auf die nachfolgend näher eingegangen wird.

- Lern Management Systeme (Learning Management Systems, LMS)

Learning Management Systeme stellen sich als zentrale eigenständige Plattformen für Lerner dar. Dabei ist die Zurverfügungstellung des eigentlichen Inhalts eingebettet in eine Vielzahl von Personalisierungs- und Verwaltungsfunktionen, die dem Lerner eine persönliche Sichtweise auf seinen über einen längeren Zeitraum dauernden⁴ Lernprozess gestattet, indem Lernstatus, Zwischenergebnisse, Lernresultate und digitale Lesezeichen zwischen den einzelnen Lernperioden gespeichert und wieder zur Verfügung gestellt werden.^{5,6}

Neben den Funktionen zur individuellen Betreuung und Lernfortschrittskontrolle bieten LMS Portalfunktionen zur Auswahl von Trainingsangeboten und zu aktuellen und assoziierenden Informationen. Basierend auf normaler Webtechnologie kommuniziert der Lerner mit einem LMS über Standard-Web-Browser, wodurch Anmeldung, Datenformate und das Sitzungsmanagement auf den von Browsern bereitgestellten Funktionalitäten beruhen. Die Anmeldung erfolgt in der Regel für unterschiedliche Rollen, die jeweils spezielle Funktionen für Tutoren, Administratoren und Lerner bereitstellen.

³In Anlehnung an den Inhalt von Webseiten, ist „Content“ eine im E-Learning-Umfeld häufig verwendete Bezeichnung für die medial aufbereitete Form eines Lehrstoffs.

⁴Für Autoren wie Ehlers [Ehl04, S. 149] beginnt E-Learning erst ab einem Umfang von mindestens 10 Stunden Lernzeit.

⁵Freund [Fre02] spricht in diesem Zusammenhang auch von „Mass Customization“ (kundenindividuelle Massenproduktion) in der Bildung. Mass Customization liefert die theoretische Begründung, weshalb es Sinn macht, hoch personalisierte Produkte zu Standardpreise am Markt anzubieten.

⁶Vor allem, wenn individuelle Lernstrategien verwendet werden (vgl. Meder [EGHJ03b, S. 64]) die Individualbetreuung technologisch simulieren, sind Statusübernahmen zwischen Lernsitzen von essentieller Bedeutung.

Kommt es zu einer Buchung eines Kurses, unterstützen LMS den Workflow des Veranstaltungsmanagements und Buchungsprozesses sowie eine eventuelle Raumplanung bei Präsenzveranstaltungen oder Zeitplanungen. Dem Funktionsumfang sind hier kaum Grenzen gesetzt, so übernehmen Systeme auch Arbeitszeit-/Urlaubsverwaltung der Tutoren und Lehrer, Speicherung von Ressourcen und Raumdaten.

Nach [Wik05] umfassen die Aufgaben eines LMS im Einzelnen:

- Planung: Planen und Zusammenstellen von Kursen/Seminaren, die Erstellung personalisierter Lehrpläne aufgrund von Einstufungstests bzw. bereits absolvierter Lehreinheiten und das Erstellen von Lernprofilen für Arbeitsgruppen oder die ganze Belegschaft.
- Anmeldung: die Online-Anmeldung zu allen angebotenen Kursen.
- Bereitstellung von Kursunterlagen: Content wird in verschiedenen Bereitstellungsformen vorgehalten (bspw. für Online- oder Präsenztraining); oft mit integrierter Schnittstelle zu einem E-Commerce-System, zum Kauf von Unterlagen.
- Zertifizierung: das Erstellen und Anfordern von Zertifikaten, Urkunden und Prüfungsnachweisen.
- Erfolgsmessung: das Messen der Nutzung sowie die Verwaltung der Ergebnisse.

In die Klasse der LMS fallen auch Enterprise Resource Planning (ERP) Systeme. Integriert als „SAP Learning Solution“, vertreibt der weltweit größte Anbieter von betriebswirtschaftlicher Standardsoftware, die SAP AG, Fort- und Weiterbildungslösungen innerhalb des „mySAP ERP Human Capital Management (mySAP ERP HCM)“ Modul. Das System bietet Funktionalitäten [SAP05], die als Teilsysteme innerhalb der Personalentwicklung platziert sind und Verbindungen zu Personalinformationen, Personalcontrolling, Personalbeschaffung sowie weitergehenden Personalisierungsdiensten besitzen [FG02a]. Aus E-Learning Sicht handelt es sich bei diesen hochintegrierten HCM-Modulen um typische SED⁷.

- Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklungssysteme

Nachdem Globalisierung, Wettbewerb und Rankings auch im Bildungsbereich Einzug halten, werden Dienstleistungen zur kontinuierlichen Evaluation und Verbesserungen der Lehre und Verwaltung erforderlich sein. [KBFW04] kommt zum Ergebnis,

⁷„Hochintegriert“ meint in diesem Zusammenhang die enge Einbindung in firmeninterne Prozessstrukturen und Datenstrukturen.

dass „sowohl die Lern- und Lehrprozesse, die entwickelten Inhalte als auch der Integrationsprozess begleitend evaluiert und reflektiert“ werden müssen. Gleiches gelte für die Effektivität und Effizienz der Verwaltungsprozesse aus Anbieter- und Nutzer-sicht. Hier ist vor allem der Markt für Softwaresysteme im Bereich Prozessmanagement und Umfragen angesprochen. Erstere sind nicht typischerweise im Bildungsbe-reich oder gar E-Learning zu finden⁸ und die Notwendigkeit zu Zweiterem zeigt ein einfacher Blick auf § 5 Absatz 2 des neuen Gesetzes zur Hochschulreform in Nie-dersachsen [Nie02]: „den Studierenden ist vor dem Ende jedes Semesters oder Tri-mesters zu ermöglichen, die Qualität der Lehrveranstaltungen zu bewerten“. Diese Evaluationen werden bisher von engagierten Dozenten und Tutoren im Rahmen ih-rer allgemeinen Tätigkeiten durchgeführt, wobei individuelle Verfahren zum Einsatz kommen. Wie in Kapitel *Popollog*, S. 123 gezeigt wird, spielt hier die enge Verbin-dung von Prozessoptimierung und Qualitätssicherung eine wichtige Rolle.

- Bildungscontrolling und Kalkulationssysteme

Mit jeder Ankündigung von Kürzungen im Bildungsbudget wird auch die Frage nach Bildungscontrolling verbunden. Wofür werden finanzielle Mittel aufgewendet und welchen Einfluss hat die Erstellung von E-Learning-Inhalten sind dabei Fragestellun-gen, die durch entsprechende Controllinginstrumente beantworten werden. Sie dienen der Optimierung von Planung, Steuerung und Durchführung von Bildungsprozessen auf Grundlage der (Unternehmens-)Ziele der Institutionen. Dabei geht es um die Er-fassung und Darstellung von Effizienz, Effektivität und Kosten von Bildungsmaßnah-men [ES05, S. 3].

Fazit

Der Fokus soll somit nicht auf das traditionell typische Verständnis von E-Learning be-schränkt sein, also der medialen Aufarbeitung, Bereitstellung und dem rechnergestützten Konsum von Lerninhalten, sondern neue administrative Computer- und Netzwerk-gestützte Aufgaben im direkten Umfeld beleuchten. Hierbei werden zwei Schwerpunkte gesetzt: Zum einen die nachhaltige Implementierung solcher neuen Dienste und zum anderen die exem-plarische Diskussion solcher Dienste.

⁸Erste Anfänge sind jedoch gemacht; vgl. [HLZ01, FG02a]

1.2.2 Erfolgsfaktoren

E-Learning wird seit vielen Jahren von Firmen und Bildungseinrichtungen mit hohem Aufwand betrieben, wobei der Erfolg häufig nicht direkt ausmachbar ist. Nach Expertenmeinung existieren fünf kritische Erfolgsfaktoren für E-Learning [ELP04], die in nachfolgender Auflistung dargestellt sind:

- Qualität des Inhalts,
- Technik,
- ökonomische Aspekte,
- Mehrwert und
- Nachhaltigkeit.

Wenngleich die Qualität der Lehrinhalte einen sehr wichtigen Faktor darstellt, ist die reine Inhaltsbetrachtung in Hinblick auf neue technologische Möglichkeiten zu relativieren. Erfolgreich wird E-Learning dann, wenn das Potential der weiteren Punkte der Auflistung ausgeschöpft wird.

Viele Förderprojekte und Forschungen fassen E-Learning als Grundlagenforschung auf, entwickeln abstrakte Modelle wie beispielsweise das Essener Lernmodell (ELM) [Paw01] oder versuchen das Erfolgskriterium von E-Learning auf die Erstellung eines ganzheitlichen Geschäftsmodells zu reduzieren, bei denen der Beweis durch eine nachhaltige Verifikation zumeist geschuldet bleibt [Hop04, Jun05]. Betrachtet man E-Learning als Wirkstoff, dann wurde der Versuch unternommen, diesen jeweils neu zu erfinden. Mit dem Aufkommen von E-Learning ist dieser Wirkstoff jedoch bereits gefunden [All04, S. 48] und es muss vielmehr darum gehen, diesen Wirkstoff anzuwenden, also wirksame „Medikamente“ daraus zu entwickeln, sie anzuwenden und deren Wirkung dann auch tatsächlich nachzuweisen.

Um im Bild zu bleiben ist es also eine Frage nach der Erstellung von Medikamenten als die Frage nach dem Wirkstoff. Jeder Student, der einen Internetanschluss und einen Computer besitzt, kann wirksam E-Learning betreiben, und jeder, der Zugang zu einem Internetserver hat, kann primäre E-Learning Dienste anbieten. Die Frage nach dem effizienten und effektiven Herstellen dieser E-Learning Medikamente und der Nachweis ihrer Wirkung soll Gegenstand dieser Arbeit sein.

Das Spektrum der Komplexität, mit dem E-Learning angeboten werden kann, ist enorm. Ein Oberstudienrat, der in seiner Freizeit eine pädagogisch und inhaltlich interessante Lerneinheit zu seinem Fach auf seinen Webserver stellt, die er zuvor mit einem wysiwyg-HTML-Editor erstellt hat, den er von seinem Internetprovider bei der Domainmiete als

Dreingabe bekommen hat, kann so zur ernsthaften Konkurrenz von professionellen Lösungen von Lernverlagen werden. Hier ist es für den Lernverlag von essentieller Bedeutung, dass er nicht nur seine Angebote unter radikal ökonomischen Aspekten betrachtet und durch effiziente Erstellung seine Kosten reduziert wodurch er die Chance auf Refinanzierung erhöht, sondern ebenso neue technologische Mehrwertdienste bietet, die ihn abhebt von nicht kommerziellen Anbietern.

Andererseits ist es natürlich auch von Bedeutung, Pädagogen effektive und für ihn effiziente Werkzeuge an die Hand zu geben, die seinem Bedürfnis nach Bereitstellung von Lerninhalten bestmöglich entgegenkommen. Übertragen muss dieses Prinzip also für den gesamten Bereich der E-Learning-Dienste gelten und muss einer Betrachtung unterzogen werden, die allgemeine wissenschaftlich fundierte Aussagen zulässt.

1.3 Untersuchungsgegenstand

In vorherigen Abschnitten wurde gezeigt, wie SED innerhalb des E-Learning-Bereichs einzuordnen ist und eine einfache Klassifizierung von SED vorgeschlagen. Zu jeder Klasse wurde im Rahmen der Arbeit ein spezielles Forschungsprojekt entwickelt. In den folgenden drei Abschnitten werden überblicksartig die bearbeiteten Projekt vorgestellt und in den Kapiteln *COM/L-K2*, S. 71, *Popollog*, S. 123 und *Docoloc*, S. 143 ausführlich behandelt. Es handelt sich dabei um Forschungsprojekte aus dem Bereich der Kostenrechnung und des Bildungscontrollings (Klasse Controlling), dem Bereich Lehrevaluation durch Online-Umfragen (Klasse Qualität), sowie der automatisierten Unterstützung von Tutoren bei der Erkennung von Textplagiaten (Klasse LMS)⁹.

1.3.1 Calculation Object Model (COM) und Modellierungssoftware L-K2

Die Forschungen in diesem Bereich entstanden im Rahmen eines Forschungsauftrags der SAP AG im Rahmen des Bundesleitprojekts L³.¹⁰ Ursprünglich ein Projekt zur Erforschung von Abrechnungssystem und Bezahlssystemen für webbasierte E-Learning Systeme, stellte sich sehr schnell die starke Abhängigkeit von Standard-Internettechnologien in diesen Bereichen heraus, aber gleichzeitig ein starker Mangel an wissenschaftlichen Erkenntnissen im Bereich der Kalkulation, Kostenmodellierung und Controllingmaßnahmen von neuen verteilten E-Learning Lösungen.

⁹Der Schwerpunkt liegt in einer Vereinfachung des Prozesses der Dokumentenüberprüfung, daher die Einordnung bei LMS

¹⁰Weitere Ergebnisse des Leitprojekts siehe [EGHJ03b]

Grunderkenntnis ist, dass durch netzbasierte Dienste und vernetzte Bildungsbetreiber sich ein neuer Ansatz der Kostenrechnung ergibt. Dienten traditionell Kostenstellenrechnungen als Entscheidungsgrundlage der Kalkulation, kurzfristigen Erfolgsrechnung, Planungsrechnung und Verteilung von Gemeinkosten, erscheint es nun nicht mehr sinnvoll, Kostenstellen als Betriebsabteilungen in vernetzten Umgebungen zu definieren. In diesem organisatorischem Vakuum schafft sich eine prozessorientierte Kostenrechnung Platz. Durch den Wegfall der Kostenstellen verschwindet zwar eine ihrer Aufgaben, bietet jedoch durch ihre Ordnungsfunktion und erweiterte Ressourcenerfassung hervorragende Möglichkeiten der Kursverrechnung in computergestützten Umgebungen.

Eine Weiterentwicklung auf Grundlage dieser Erkenntnis ist ein neues Kostenrechnungsmodell, das auf einer Vereinfachung der Kostenrechnung basiert und sich aus den Elementen Ressource, Geschäftsprozess und dem Empfängerobjekt, die im Modell als Primär-Kalkulationsobjekt, Kalkulationsobjekt und Ziel-Kalkulationsobjekt benannt sind, zusammensetzt. Der Begriff Kostenstelle verschwindet und wird lediglich noch als Gruppierungsobjekt von Ressourcen verwendet. Der Vorteil dieses Modells liegt in einer sehr guten Modularisierung und Referenzmodelleignung, sowie einer deutlicheren Berücksichtigung verteilter Systeme, wie sie strukturell bei E-Learning in der Regel auftreten. Kapitel *COM/L-K2*, S. 71 nimmt sich diesem Thema an, zeigt in der hierfür entwickelten Software L-K2 prozessorientierte Methoden zur Web-basierten Modellierung und beleuchtet beides im Kontext der Nachhaltigkeit von E-Learning.

1.3.2 Evaluationssoftware Popollog

„Popollog“ ist eine Kunstname, der sich aus „public opinion poll“ (Meinungsumfrage) und dem im Informatikbereich häufig vorkommenden Begriff „to log“ (aufzeichnen, protokollieren) zusammensetzt. Mit Popollog sollte ein Werkzeug zur Fragebogenerstellung, Fragebogendurchführung und Fragebogenauswertung erschaffen werden, um die Frage der Prozessoptimierung zu untersuchen.

Ein wesentliches Merkmal der entstandenen Lösung liegt in der Beschreibungssemantik der Fragebögen, aus der die Logik zur Auswertung der beantworteten Fragebögen und die Erstellung von fertigen Evaluationsreports im PDF-Format oder anderen Formaten direkt hervorgeht und den Aufwand für den Initiator minimiert.

Neben der Möglichkeit, völlig individuelle Fragebögen zu erstellen, können institutionsspezifisch vorgefertigte Umfragevorlagen herangezogen und neue Umfragen damit durchgeführt werden. Jeder Benutzer erhält eine individuelle Zugangsberechtigung, die auch zur Abrechnung verwendet wird.

Obwohl Popollog ein System zur Lehrevaluation darstellt, soll der Fokus im Kapitel *Popollog*, S. 123 nicht auf Nachhaltigkeit durch Evaluationen liegen, was den Qualitätsbereich des Inhalts aus pädagogisch-didaktischen Sicht betreffen würde, und somit hier ausgeklammert ist.

1.3.3 Plagiaterkennungssoftware Docoloc

Dieses Forschungsthema beschäftigt sich mit einem neuen Werkzeug zur Plagiaterkennung und dessen Geschäftsmodell, mit dem Ziel, dauerhaft dieses Werkzeug der Lehre zur Verfügung stellen zu können. Die Software unterstützt den Lehrenden im Aufdecken von unsachgemäß erstellten Seminar- und Studienarbeiten, Diplom- oder sonstigen Hausarbeiten.

Durch die Möglichkeit digitale Literaturquellen über das Internet zu beziehen ist die Versuchung unter Schüler und Studenten sehr groß, diese Quellen per Computer-Zwischenablage im Originaldokument zu kopieren und in die eigene Arbeit einzufügen.

Bei dem Werkzeug handelt es sich um eine Webserver-Software, die Dokumente in verschiedenen Formaten (beispielsweise Word- oder PDF-Dateien) über einen Browser oder per SOAP-Webservice-Schnittstelle entgegen nimmt. Der Text wird extrahiert und analysiert, prüfungswerte Stellen werden über eine spezielle Schnittstelle - dem Google Application Programming Interface (API) - mit dem mehr als acht Milliarden Dokumente umfassenden Google Datenspeicher verglichen. So gefundene Textstellen werden markiert, die vermeintlichen Vorlagen zusammengefasst und als signierter Herkunftsreport im HTML-Format zur Verfügung gestellt.

Wie bei den anderen Projekten stellte sich auch bei dem in Kapitel *Docoloc*, S. 143 behandelten sehr früh die Frage, wie der Dienst auch nach Abschluss der Forschungsarbeiten weiter bestehen kann. Zu diesem Zweck wurde ein Konzept entwickelt und implementiert, das den Fortbestand sichern hilft. Wesentliche Merkmale dabei sind die technische Effizienz und Generierung von monetärem Umsatz.

Der Begriff „Docoloc“ setzt sich zusammen aus „document“, „co-location“, also dem Auffinden eines Dokuments an einem anderen Ort und „collocation“, also dem zusammenhängenden Gebrauch mehrere Wörter. Der Name findet Verwendung als Wort-Bild Marke in Form von „Docoloc©“ und soll in dieser Arbeit auch so verwendet werden.

1.4 Organisation der Arbeit

Die Arbeit ist wie folgt aufgebaut: Kapitel 2 behandelt ausführlich die Aspekte der Nachhaltigkeit bei E-Learning unter SED-Gesichtspunkten. Das Kapitel spiegelt den aktuellen Stand von Wissenschaft und Forschung wieder und stützt sich auf verfügbare Literatur und

soweit nicht anderes gekennzeichnet zu einem geringen Teil auf eigene Erkenntnisse. Es schließt ab mit der Entwicklung einer Kriterienmatrix zur Bewertung von SED, die aus den Erkenntnissen des Kapitels gewonnen wird. In den Kapiteln 3, 4 und 5 werden die einzelnen zu bewertenden Projekte ausführlich beschrieben und jeweils abschließend mittels der Kriterienmatrix unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten eingestuft und zusammengefasst. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der gesamten Arbeit findet sich daran anschließend in Kapitel 6.

Kapitel 2

Aspekte der Nachhaltigkeit

Viele Publikationen über innovative E-Learning-Forschungsprojekte der letzten Jahre diskutieren ausführlich die Schwierigkeiten, die einen umfassenden Einsatz von Medien im Bildungsbereich scheitern ließen [BP04, Bra04, Dot04, GJFJ05, BTW04, SM03, SE04, KW04, Bre03]. Die eigenen Erfahrungen decken sich dabei mit den folgenden dort identifizierten Defiziten:

- Mangelhafte Zielbestimmung und Abstimmung unter Bundesländern, Hochschul-, Fachbereichs- und Institutsleitungen sowie einzelnen Lehrenden.
- Falsche Schwerpunktsetzungen zahlreicher Forschungsinitiativen im E-Learning-Bereich.
- Eine mittel- und langfristige Finanz- und Personalnot.
- Fehlende Anreize.
- Mangelnde Kompetenz.

Um im Bild aus der Einleitung zu bleiben, wird im Folgenden nun nicht ebenfalls Salz in diese Wunde gestreut werden, sondern vielmehr Heilverfahren fokussiert und betrachtet werden. Es wird also nicht die Frage „Was lief schief“, sondern vielmehr „Was kann getan werden“ in den Mittelpunkt gerückt. Dass diese Frage an vielen Stellen nicht ohne die Betrachtung der Probleme geschehen kann, liegt auf der Hand und ist nicht zu vermeiden. Allerdings wird diese problemorientierte Betrachtung zugunsten einer lösungsorientierten Betrachtung auf ein Minimum reduziert. Aus diesem Grund wird von der häufig verwendeten dimensionenorientierten Betrachtungsweise [SE04, SE05, KW04] Abstand genommen und stattdessen eine aspektoorientierte Darstellung bevorzugt.

In der Astronomie bezeichnet ein Aspekt¹ das Resultat aus einer bestimmten Stellung der Gestirne zueinander, in der Programmierung eine globale Aufgabe oder Eigenschaft, die über ein ganzes Programm generisch hinzugefügt wird. Allgemein ist die Betrachtungsweise einer aspekteorientierten Darstellung die Behandlung eines Themas unter unterschiedlichen Gesichtspunkten.

Ein Vorteil von Aspekten ist eine umfassendere Darstellungsmöglichkeit. Es wird dadurch nicht zwanghaft versucht, etwas zu dimensionieren und dadurch Einschränkungen zu erzeugen. Beispielsweise wird in [KW04] eine Beschreibung anhand einer Matrixstruktur in neun Dimensionen und fünf Akteuren unternommen, was bei 45 willkürlichen Beschreibungsfeldern eine vernünftige Detaillierung der Beschreibung nicht mehr zulässt.

Bei [SE04] finden sich unter der strukturellen Perspektive lediglich noch didaktische, ökonomische, technische, organisatorisch-administrative und sozio-kulturelle Dimensionen, die auf die zwei Projektebenen hochschulweite Innovationen und E-Learning-Projekt transferiert werden. Explizit erfolgt die Betrachtung zeitlicher Perspektiven auf jeder Ebene. Dies erscheint kompliziert und gliederungstechnisch nicht immer nachvollziehbar, weshalb eine aspekteorientierte Betrachtungsweise hier weit besser geeignet wäre.

Eine ganzheitliche Betrachtung eines Aspektes hat die Freiheit, auch dessen Kontext zu berücksichtigen und hierbei wichtige Nuancen, Verbindungen und Wechselwirkungen aufzuzeigen. Außerdem wird eine Fokussierung der Probleme möglich, ohne inhaltliche Überschneidungen – wie bei einer Gliederung mit primär gleichrangigen Themenfragmenten – zu provozieren.

Für [HT04] ist E-Learning als ein strategisch-integrativer Prozess aus Organisation, Mensch und Technik zu verstehen. Mit den in Abbildung 2.1 aufgeführten Aspekten zeigen die Autoren die für sie wichtigen Strategiepunkte, die zu einer erfolgreichen Integration notwendig sind. Mit Fokus auf Personal- und Organisationsentwicklung muss die Betrachtung einer systemischen Perspektive unterliegen, die konzeptionell schlüssig und für alle Beteiligten nachvollziehbar und ergebnisorientiert sein soll.

Dieser Fokus wird in dieser Arbeit aufgegriffen und in einen eigenen, der aktuellen wissenschaftlichen Sachlage angepassten Indikatorenpool eingebracht. So ist es unabdingbar, „Nachhaltigkeit“ im Gegenstand und Handlungskontext medialer Lehr-/Lernhilfen im sekundären und tertiären Bildungssektor aussagekräftig zu definieren [SM03]. Dies gilt im Besonderen vor dem Hintergrund sekundärer E-Learning Dienste, denen bisher nur höchst beiläufige Aufmerksamkeit zugekommen ist. In dieser Arbeit wird von einer speziellen Betrachtung pädagogisch-didaktischer Aspekte der Nachhaltigkeit Abstand genommen, sondern lediglich unter den vorhandenen Aspekten an notwendiger Stelle erwähnt.

¹Lat.: aspectus = Anblick, Ansicht

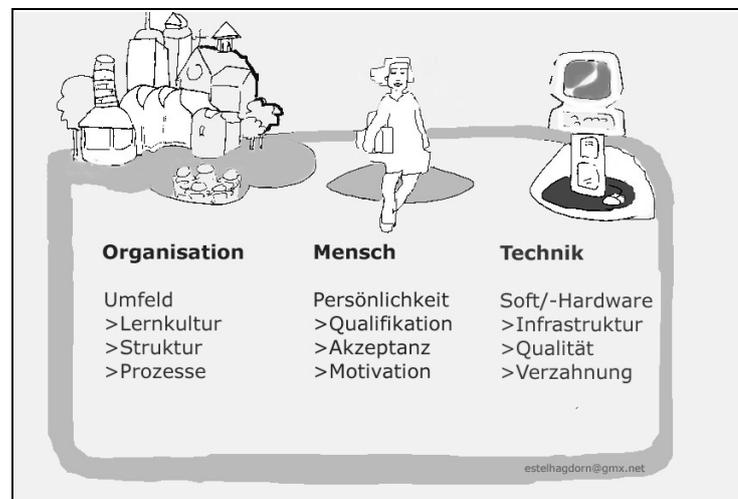


Abbildung 2.1: Strategische Aspekte für nachhaltiges E-Learning [HT04]

Im Folgenden werden nun die einzelnen Aspekte beschrieben, so dass ein umfassendes Bild von Nachhaltigkeit entsteht. Als Hauptgesichtspunkte werden Akteure, Ausbreitungsdimensionen, Technologien, Organisation, Wettbewerbe, rechtliche Belange, Ökonomie sowie Hemmnisse behandelt. Das Kapitel schließt ab mit einer daraus abgeleiteten Matrix zur Nachhaltigkeitsbewertung.

2.1 Beteiligte Akteure

Die Situation zur Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung wird wesentlich durch diejenigen Beteiligten geprägt, deren Handlungen Einfluss auf beliebige Aktivitäten im E-Learning-Umfeld haben. Diese so genannten Akteure bestimmen durch ihre Handlungen maßgeblich die Entwicklung, wodurch sich eine Einteilung der Akteure für weitere Untersuchungen anbietet. In [KW04] wird eine Trennung in fünf Gruppen verfolgt, anhand derer einzelne Akteure beschrieben und Handlungsempfehlungen gegeben werden. Abbildung 2.2 stellt diese Gruppen in ihrer Beziehung untereinander dar. Andere Einteilungen sind ebenfalls denkbar.

So wird im Folgenden eine stärkere Normalisierung der Gruppen angestrebt und ein nutzerzentriertes Modell der Akteure eingeführt, so wie es Abbildung 2.3, S. 17 dargestellt ist. In diesem Modell findet sich jeder Akteur innerhalb einer Gruppe wieder. Jede Gruppe folgt Rahmenbedingungen der sie umgebenden Gruppen. Dabei bildet jede Gruppe für sich eine autonome Einheit mit spezifischen Aufgaben und Handlungsfreiräumen. Im Mittelpunkt steht der Nutzer der Bildungsmaßnahme, also der Lerner. Einen Sonderfall der

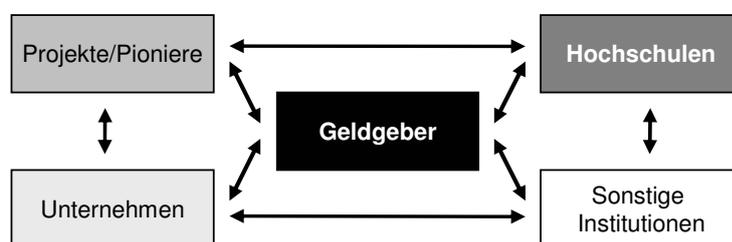


Abbildung 2.2: Akteure nach [KW04]

öffentlich geprägten Bildungslandschaft stellen die Akteure der Privatwirtschaft dar, die sich in allen nicht allgemein gesellschaftlichen Bereichen finden. Im Folgenden werden die Akteurgruppen im Einzelnen beschrieben.

2.1.1 Gesellschaftliche Lenkungsinstanz

Den äußersten Rahmen bildet die Gesellschaft. Um auf dem vielfach beschriebenen Weg in eine Wissensgesellschaft Spur zu halten, muss E-Learning in staatlichen Bildungskonzepten verankert werden [EGHJ03a, S. 511]. Der Aktionsspielraum ist weit gefasst und umfasst gesellschaftspolitische, arbeitspolitische und bildungspolitische Anstrengungen, um selbsttragend und nachhaltig E-Learning gesellschaftlich zu integrieren. Als Leitbild und heeres Ziel der Gesellschaft dient der Abbau des „Digital Divide“, um herkunftsunabhängig jedem einzelnen Nutzer sein Recht auf Bildung gleichberechtigt zu gewähren.

In Vertretung der Gesellschaft ist die Politik als Akteur gefordert. Dabei obliegen ihr zwei grundlegende Aufgaben:

Steuerung Steuerung im Sinne zukunftsgerichteter Umsetzung demokratisch gewünschter Programme sowie Qualitätssicherung durch ständige Überprüfung von in der Vergangenheit getätigter Beschlüsse. Die Akkreditierung von Studiengängen gehört hier ebenso dazu wie die politische Richtungsverifizierung durch Eingriffe bei Defiziten aufgrund von Evaluationsergebnissen, wie sie beispielsweise die Pisa-Studie lieferte. Beispielsweise wird in [GJ03, S. 489] gezeigt, welche Chancen E-Learning durch gleichzeitige Wissenskonservierung und Verbreitung bei knappen Haushalten bietet.

Sicherung Weniger politisch motiviert ist der Bereich von Kultur, Wissenschaft und geistigen Eliten, die durch Selbstkontrollen Standards sichern und festlegen. Hierzu zählen Wettbewerbe, gegenseitige Begutachtungen oder die Betreuung nationaler oder internationaler Benchmarking-Untersuchungen.

2.1.2 Privatwirtschaftliche Unternehmen

Die Gruppe der privatwirtschaftlichen Unternehmen besitzen eine breite öffentliche Ausrichtung, verfolgt jedoch deutlich unterschiedliche Ziele. Durch ihre Ausrichtung auf kommerziellen Erfolg sind sie primär in der Lage, E-Learning-Projekte nach Förderende aus der Fremdfinanzierung in eine Eigenfinanzierung zu überführen.

Daneben treten sie als Anbieter von Produkten und Dienstleistungen im E-Learning-Markt auf. Die Palette reicht von Verlagsarbeiten über Anbieter von Hardware und Software bis hin zu technischen Dienstleistern und Application Service Providing (ASP). Da Unternehmen auch Kurse und Module anbieten, stehen sie in direkter Konkurrenz zu öffentlichen Bildungsanbietern.

Auf Nachfragerseite sind Unternehmen potentielle Kunden von Bildungsprodukten. Inwieweit fertige E-Learning-Kurse oder Module verkauft werden können, ist fraglich. Im Sinne von ‚Training-on-the-Job‘ sind es entweder individuell entwickelte Inhalte wie Produktschulungen, die nachgefragt werden, oder es sind die sekundären Dienste wie LMS oder Autorensoftware, die auf Interesse stoßen. Prominente Beispiele finden sich im Bereich der Rapid-E-Learning-Werkzeug [GWF05b, LEC05, Any05, Inc05].

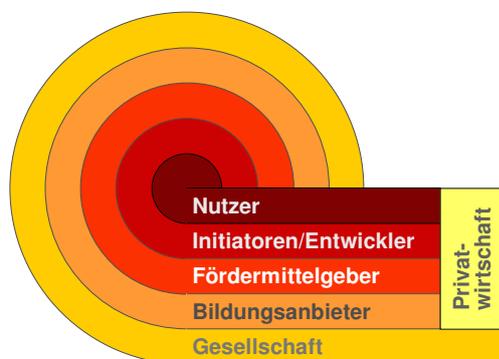


Abbildung 2.3: Nutzerzentriertes Modell der Akteure öffentlich geprägter Bildungslandschaften

2.1.3 Öffentliche Bildungsanbieter

Zur Gruppe der öffentlichen Bildungsanbieter zählen Schulen, Hochschulen, Forschungseinrichtung und über Steuermittel finanzierte Weiterbildungseinrichtungen. Spricht man hier von Akteuren, handelte es sich um deren Führungsorgane der Leitungsebene, im Unterschied zur Gruppe der *Initiatoren und Entwickler* der operativen Schicht (vgl. Abschnitt

Organisatorische Integration, S. 39). Erfolgreiche Projekte der letzten Jahre zeigen, dass ohne eine führende Rolle der Leitungsbereiche, gerade bei Hochschulen, eine strategische Verankerung kaum möglich ist [BTW04, SE03].

Es sind aber noch weitere vielfältige Funktionen zu erfüllen. Neben konstruktiven Initiierungs- und Planungsaufgaben sind organisatorische und rechtliche Verantwortlichkeiten seitens der Präsidien zu tragen. Es lassen sich Einzelaktionen in Fakultäten und Instituten konsolidieren und dem einzelnen Bereichsverantwortlichen Investitions- und Handlungssicherheiten vermitteln.

Die Leitungsebene korreliert stark mit der operativen Ebene durch ein nötiges Wohlwollen zur Unterstützung, was zu einer besseren Entwicklung der positiven Treiber Gruppendynamik, Motivation und Freude am Projekt führt. Nach [BP04] stellen dies sehr wichtige Erfolgsfaktoren dar.

2.1.4 Fördermittelgeber

Initiativen in mediengestützte Lehrarrangements sind meist mit enormen Kosten verbunden [GJ03, GJF03b]. Wenige Bildungsanbieter, egal ob privatwirtschaftlich oder öffentlich, entwickeln Angebote, die aus deren laufenden Mitteln heraus finanziert werden. Die Finanzierung erfolgt über Fördermittel, vergeben von Bund, Länder, Stiftungen oder Unternehmen, wobei letztere neben Geldmitteln häufig auch Know-how oder technologische Dienste einbringen. Bei allen positiven Hervorbringungen sind Fördermittelgeber wesentlich für den heutigen Stand von E-Learning verantwortlich, aber durchaus auch für die Problematik der Nachhaltigkeit. Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass Fördermittel, die nicht klar auf wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn ausgelegt sind oder einem konkreten Businessplan folgend als Anschubfinanzierung dienen, nur eine zufällige Wirkung entfalten und für die nun teilweise anzutreffende Frustration verantwortlich sind [Ker01]. Abhilfe schafft für diese Fälle lediglich eine Förderung von dauerhafter Natur, also eine feste Einplanung der Budgets in den normalen Haushalt. Das ist jedoch häufig unmöglich.

Fördermittelgeber stellen – bei allen Vorteilen – in wirtschaftlicher Hinsicht Negative Akteure für ein nachhaltiges E-Learning dar, da keine marktwirtschaftlichen Handlungsgrundlagen der Fördergünstlinge gegeben sind. Eine besondere Verantwortung kommt daher den geförderten Projektinhalten zu. Dies wurde von den Fördermittelgebern auch bereits erkannt und in Ausschreibungen finden sich heute häufig Nachhaltigkeitsklauseln. Erste Förderprojekte beschäftigen sich sogar ausschließlich mit der Nachhaltigkeitsfrage [ULI05]. Ein Zielkonflikt zwischen operativer E-Learning-Forschung und Nachhaltigkeitsüberlegungen kann dadurch vermieden werden.

2.1.5 Initiatoren und Entwickler

Neben den Nutzern handelt es sich hierbei um elementare Akteure des E-Learnings: Als „unverzichtbare operative Promotoren der Gesamtentwicklung“ [KW04] sind sie die Schlüsselfiguren bei der Erstellung der eigentlichen Inhalte und Anwendungen.

Initiator sind zumeist einzelne Professoren, Lehrer, Mitarbeiter oder Manager, aber auch Personengruppen wie Kommissionen, Ausschüsse, Funktions- oder Interessensgemeinschaften, die einen bestimmten Inhalt medial anbieten oder eine Idee für eine spezielle Anwendung realisieren möchten. Auch können strategische Überlegungen sowie immer häufiger die Nachfrage auf Lernerseite E-Learning-Aktivitäten anstoßen. Initiatoren legen den Grundstein nachhaltiger Projekte

- durch deren inhaltliche Auswahl und
- durch die Planung der Umsetzung.

Es geht darum frühzeitig ein klares Konzept bezüglich der Entwicklungszeit vorlegen zu können, aber vor allem auch eines für die Zeit über die potentielle Förderphase hinaus. Diese Überlegungen sollten sogar der maßgebliche Treiber der Projekte sein, soweit eine Nachhaltigkeit der konkreten Projekte oder Lernmedien angestrebt ist.²

Auf Entwicklerseite sind elementare Dinge zu beachten, da sie maßgeblich für den Ressourcenverbrauch der fertigen Lösungen und somit für die Kosten der Fortführungsphase verantwortlich sind. Der Initialgedanke von E-Learning besteht in der Wiederverwendbarkeit und den sehr geringen Kopier- und Distributionskosten. Daran müssen sich die Entwickler orientieren, um Produkte zu erstellen, die in der Fortführungsphase möglichst keine Kosten mehr verursachen.

Oft eingebettet in einer kleinen organisatorischen Einheit müssen Initiatoren und Entwickler immer eine breite Nutzung über die Grenzen ihrer Einheit hinaus vor Augen haben. Gerade bei innovativen Einzellösungen – wie beispielsweise einer automatische Aufbereitung von Lerninhalten für Podcasts – darf nicht nur eine innerinstitutionelle Anwendung von den Entwicklern angestrebt sein, sondern immer auch überlegt werden, wie der neue Dienst über die eigene Organisationsgrenzen hinaus einfach, beispielsweise hochschulweit, angeboten werden kann.

Daneben kann von Initiatoren und Entwicklern eine Fülle weiterer Faktoren berücksichtigt werden, um die Akzeptanz der Produkte auf breiter Basis zu ermöglichen, wie in

²Hier ist eine klare Trennung zu ausschließlich auf Forschungsprojekte ausgelegte Förderung zu ziehen, wo keine konkreten Projekte, sondern vor allem neue Methoden, Verfahren und Erkenntnisse gewonnen werden sollen.

[KW04, S. 105 ff] und im Folgenden gezeigt wird.

2.1.6 Nutzer

Eine wesentliche Gruppe von Akteuren, der häufig wenig Beachtung geschenkt wird, ist die Gruppe der Schüler, Studenten, Weiterbildungsinteressierten und Lehrwilligen. Symptomatisch für E-Learning erhält häufig das wenig Beachtung, was trivial erscheint (beispielsweise auch bei [KW04]). Die Gruppe hat ein primäres und individuelles Interesse an hochwertig verfügbaren Inhalten und trägt als Evaluator maßgeblich zur Qualitätsverbesserung bei. Das Modell in Abbildung 2.3 stellt sie daher in den Mittelpunkt der Betrachtungen.

2.2 Ausbreitungsdimensionen

Wie der Name umgangssprachlich suggeriert, unterliegt Nachhaltigkeit einer zeitlichen Dimension. Wie verhält es sich aber in Kombination mit E-Learning? Nimmt man den Begriff im engeren Sinne wörtlich³, so kann gemeint sein, wie lange am Computer Gelerntes hält, wie gut man es nach Monaten noch anwenden kann oder welche Wirkung der Lehrmaßnahme nach einem Jahr noch vorhanden ist. Diese weniger projekt- als vielmehr qualitätsorientierte Sichtweise scheint in der Literatur derzeit nicht unter dem Begriff Nachhaltigkeit bei E-Learning verstanden zu werden, wengleich Kirkpatrick's Vierstufenmodell [Kir59] zur Qualitätsbeurteilung von Schulungsmaßnahmen diesen Aspekt bereits thematisierte. Zwar gibt es einige Ansätze, die Qualität betonen, doch verstehen diese darunter eine „ganzheitliche Klammer“ aus technischen, pädagogisch-didaktischen und ökonomischen Systemkomponenten [Ehl02, Ehl04] oder eine Prozessbeurteilung von E-Learning-Projekten [DIN04].

Prinzipiell werden in der Literatur zwei Ausbreitungsdimensionen beschrieben: eine, die den Aspekt verschiedener zeitlicher Abschnitte von Projekten betrachtet und eine, die eine räumliche, mengenmäßige Ausbreitung fokussiert. Beide zeigen wechselseitige Korrelationen, was eine exakte Trennung kaum möglich macht.

2.2.1 Zeitliche Dimension

Für [Sch94] ist ein Projekt a priori ein zeitlich befristetes Vorhaben zur Lösung eines spezifischen und klar umrissenen Problems. Somit sind auch die Förderprogramme zur Projektfinanzierung von Mediaprojekten auf Zeit angelegt und Geldmittel nur befristet gewährt. Die zeitliche Befristung ist jedoch nur dann angemessen, wenn die Produktion eines konkreten Produkts angestrebt wird [Ker01]. Die Erprobung und Nutzung von Medien in der Lehre

³Vgl. Abschnitt *Abgrenzung des Begriffs E-Learning*, S. 2, der die Verwendung präzisiert.

ist eine essentielle Kernaufgabe der Hochschule und lasse sich kaum als zeitlich befristetes Projekt definieren. Nach [Ker01] betragen Wartungs- und Pflegekosten lediglich „einen Bruchteil der Anfangsinvestition“, erhöhten aber „ganz wesentlich die Nutzungsdauer des Produktes und damit den hochschuldidaktischen Wirkungsgrad der Investition“.

Die Beschreibung zeitlicher Faktoren ist in der Regel lehrorientiert oder projektorientiert. [KMH02] geht innerhalb des BLK-Programms (Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung) SEMIK (Systematische Einbeziehung von Medien, Informations- und Kommunikationstechnologien in Lehr- und Lernprozesse) von folgender Definition der Nachhaltigkeit aus: „Nachhaltigkeit heißt, Ergebnisse und Erkenntnisse während und nach der Programmlaufzeit in den beteiligten Institutionen und darüber hinaus in weiteren Institutionen zu nutzen.“ Sie kommen zu dem Ergebnis, dass die Nachhaltigkeit bei Modellversuchen und Modellprogrammen von drei Phasen beeinflusst ist, nämlich der Vorbereitungsphase, der Durchführungsphase und der Fortführungsphase. Abbildung 2.4 zeigt das daraus resultierende 3-Phasenmodell.

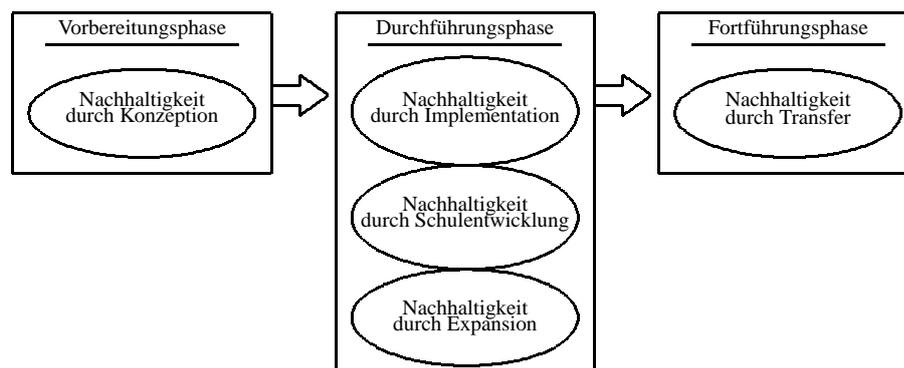


Abbildung 2.4: 3-Phasen Modell [KMH02]

Bereits im Förderantrag in der *Vorbereitungsphase* wird konkretisiert, wie die zugrunde liegenden Projektideen sowie die Ergebnisse fortgeführt werden können. Vor allem muss die spätere Integration in bestehende Strukturen möglich sein. Ein deutlicher Schwerpunkt liegt nach [KMH02] in der *Durchführungsphase*. Hier erfolgt die Implementation, die je nach Qualität und Umfang der konzeptionellen Vorarbeiten Nachhaltigkeitswirkungen besitzt. Die dritte Phase bildet die *Fortführungsphase*, in der die bereits in der vorigen Phase begonnene Expansion auf andere Institutionen aktiv angegangen wird.

Ein Beispiel zur Umsetzung zeigt [POR04]. Alle in die Lehre involvierte wissenschaftliche Angestellte und Mitarbeiter sollen die Lage versetzt werden, multimediale Inhalte nachhaltig in die Lehre mit einzubeziehen. Inhalte werden weiter gepflegt, wofür ein Zugriff auf Dokumentationen zur Erstellung von multimedialen Lerneinheiten und den verwende-

ten Programmen erfolgt. Wenn Mitarbeiter ausscheiden, muss das Wissen an Nachfolger weitergegeben werden. Content kann dabei nicht neu erstellt werden, aber die Pflege sei so gesichert.

[SE04] betrachtet auf Basis der Diffusionsforschung von [Rog03] E-Learning als Innovation, die nach einer Inventionsphase (Anschub- und Ideengenerierungsphase) und Innovationsphase (die Phase der Realisierung und Implementierung) mit einer intensiven Diffusionsphase zur Verbreitung der Innovation abschließt. Dieser holistischen Sichtweise stehen zeitliche Perspektiven auf Projektebene gegenüber. Hier ist der Ansatz pragmatischer. Projekte werden in die Lebenszyklen Planung, Durchführung und Fortführung untergliedert, was einer Wachstumsphase vom Pilotprojekt zum Regelbetrieb entspricht.

Auch in Hinblick auf den Gegenstromansatz (vgl. Abschnitt *Organisatorische Integration*, S. 39) ist zu beachten, dass diese Phasen in den wenigsten Fällen sich zeitlich überschneiden. Erst wenn die Projektlebenszyklen entsprechende fortgeschritten und Ergebnisse vorhanden sind, lässt sich auf institutionellen Ebenen darauf reagieren. Allerdings muss diese Reaktion deutlich vor Ablauf des Projektendes erfolgen, um noch wirken zu können. Angeregt sei hier der Vorschlag, Projekte vor abschließender Fertigstellung (und somit auch dem Aufbrauch der Fördermittel) auszusetzen, um übergeordneten Stellen Aktionsspielraum einzuräumen. Erst nachdem entsprechende Reaktionen der oberen Ebenen vorliegen, kann auf Initiatorebene entschieden werden, ob weitere Ressourcen für das Projekt aufgezehrt werden, oder ob diese eventuell einem neuen Projektzyklus zugeführt werden können (siehe Abbildung 2.5).

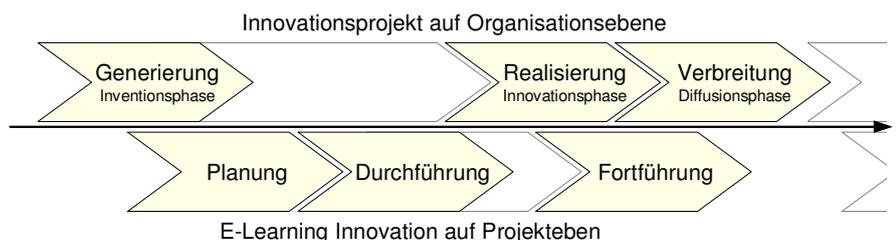


Abbildung 2.5: Zeitliche Perspektiven bei der Ausbringung von Innovationen

2.2.2 Räumliche Dimension

Intensive Forschung auf dem Gebiet der Ausbringung von Innovationen finden sich in [Rog03]. In der aktuellen Auflage findet sich eine Beschreibung der Entwicklung und Ausbreitung von IKT, leider jedoch immer noch ohne speziell auf E-Learning einzugehen. Es

wird davon ausgegangen, dass eine breite Diffusion mit Verankerung in vielen Institutionen und Köpfen Nachhaltigkeit bewirkt.

Bereits in der zweiten und dritten Phase (vgl. Abbildung 2.4) sieht [KMH02] durch ständige Reflexion überprüft, inwieweit die Implementation beispielsweise in den Lehralltag Einzug halten wird, da nur durch die Integration von Innovationen in die Curricula sowie die Einbeziehung aller tangierten Personen vor Projektlaufende Nachhaltigkeit überhaupt erreicht werden könne. Zuerst erfolgt während der Projektphase bereits eine Expansion der gewonnen Innovationen sowohl innerhalb des Projektkonsortiums, als auch bereits auf verbundenen Bildungseinrichtungen. In der zweiten Stufe erfolgt ein Transfer auf andere Institutionen, wobei die Ergebnisse in produkt- und prozessbasierter Darstellung aktiv zur Verfügung gestellt werden. Allerdings gestaltet sich die „aktive“ Herangehensweise als schwierig, da von den Innovationsträgern – also den ehemaligen Projektbeteiligten – hierfür entsprechende „Werbeaktionen“ auf Fortbildungen und Seminaren verlangt wird, wofür die notwendigen personellen Rahmenbedingungen während der Projektlaufzeit initiiert werden sollten.

Eine Einteilung von Nachhaltigkeitskriterien bei E-Learning, die primär eine akteurorientierte Sicht darstellt, beschreibt [SE04]. Die Einteilung erfolgt dabei in die drei Kategorien *projektorientiert*, *systemorientiert* und *potenzialorientiert*, wie Abbildung 2.6 verdeutlicht.

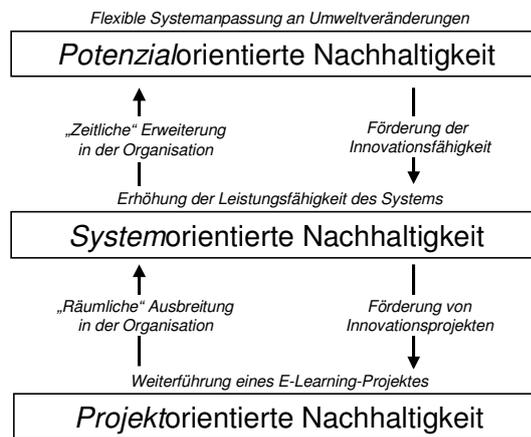


Abbildung 2.6: Nachhaltigkeitsdefinitionen nach [SE04]

Der *projektorientierte* Operationalisierungsansatz befindet sich auf der Ebene der Initiatorinnen und Entwickler. Hierbei geht es um die Weiterführung des Projekts, wobei ein weiterführender Plan nicht auszumachen ist. Der Ansatz ist naheliegend und pragmatisch

motiviert, da der Versuch unternommen wird, die Projekte nach Förderende am Leben zu erhalten.

Im *systemorientierten* Ansatz ist deutlich mehr Struktur zu erkennen. Ähnlich einer Nachhaltigkeit durch Expansion nach [KMH02] erfolgt nicht mehr eine begrenzte Sichtweise auf das einzelne Projekt, sondern durch eine horizontale Ausbreitung der Innovation auf weitere Bereiche (Diffusionsprozess) erfolgt eine weitläufige qualitative Verbesserung der Lehre und somit bleibende Werte für die gesamte Organisation. Als einfaches Beispiel aus dem Verbundprojekt PORTIKO [POR04] können regelmäßige Workshops während der Projektlaufzeit sowie hochinformativ „Infocoffees“ einen kontinuierlichen Informationsfluss unter den Projektpartnern gewähren und so bereits während der Innovationsphasen auf die Breitenwirksamkeit einwirken.

Die umfassendste Kategorie der Nachhaltigkeit ist die *potenzialorientierte* Sichtweise. Hier werden Strukturen geschaffen, die in der Lage sind, zukünftig bei geänderten Systembedingungen nachhaltig zu agieren und nicht nur bestehende Dinge zu reproduzieren. Die höchste Stufe ist also eine lernende Organisation, oder sogar Gesellschaft, die nachhaltige Verhaltens- oder Handlungskompetenzen besitzt, um selbstständig Innovations- und Diffusionsprozesse anzustoßen. Der Verweis auf [Sto96] zeigt, dass es sich um eine sehr holistische Betrachtungsweise handelt. Da Lernen a priori immer für die Zukunft erfolgt, ist diese Kategorie so allgemein gesehen, dass ihre Gliederungsfunktion fraglich ist. Die nach unten gerichteten Pfeile in Abbildung 2.6 implizieren wieder eine Untersuchung, wie Nachhaltigkeit funktionieren kann.

Bei der Breitenwirksamkeit setzen [POR04] und [KMH02] auf die entsprechenden Publikationen der Konferenzen und Workshops sowie auf Verstetigung innerhalb der beteiligten Institutionen. Als besondere Chance wurden die Synergieeffekte zwischen den Projektpartnern gesehen, indem von gegenseitigen Erfahrungen gelernt wurde. Ähnliches findet sich auch in anderen E-Learning Verbundprojekten wie beispielsweise dem eLearning Academic Network Niedersachsen (ELAN) [ELA06].

2.3 Technologischer Aspekt

2.3.1 IKT-Konsolidierung

E-Learning-Angebote verursachen einen zusätzlichen Verwaltungsaufwand, der minimiert werden muss, durch die Integration in bestehende Verwaltungsprozesse bei gleichzeitiger Optimierung durch Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) derselben. Auf diese Formel können die Ergebnisse von [KBFW04] gebracht werden. Die Autoren un-

tersuchen vor dem Hintergrund der Konsolidierung von Verwaltungsaufgaben und anhand eines speziellen Rahmenmodells (siehe Abbildung 2.7) verschiedene Verfahren und Erfahrungen deutscher Hochschulen, um daraus Strategien für eine optimale Hochschulentwicklung aus technisch-administrativer Sicht abzuleiten. Es werden Erkenntnisse gewonnen, die für eine Integration und Konsolidierung heterogener IKT-Lösungen sprechen. Es wird der Leitsatz „E-Learning braucht E-Administration“ formuliert und somit die Bedeutung von SED konstatiert. So sind bei erfolgreichen Hochschulen vor dem Hintergrund der Verwaltungskonsolidierung durch IKT nach einem Rahmenmodell die organisatorischen Maßnahmen „Erweiterung bestehender Einrichtungen“ sowie „Vernetzung/Koordination bestehender Einrichtungen“ über alle Aufgabenbereiche am häufigsten genannt.

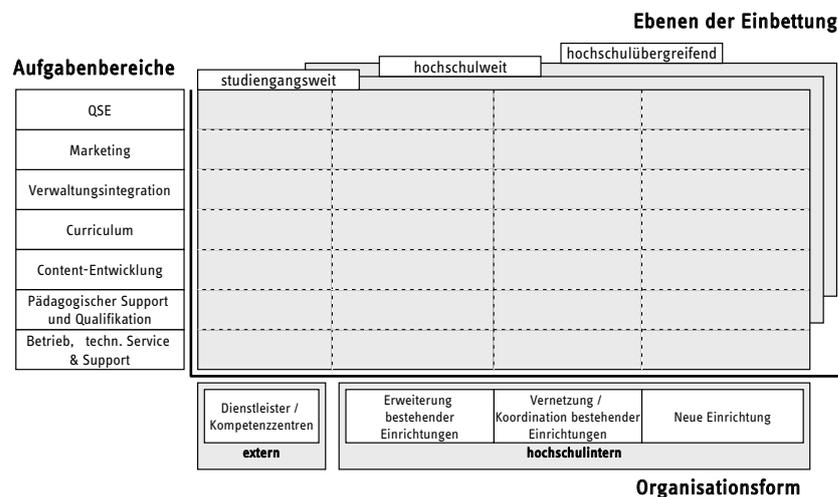


Abbildung 2.7: Rahmenmodell zur Konsolidierung [KBFW04]

Zur Verdeutlichung der Problematik wird ein Rechenexempel angeführt, das eine realistische Zielvorgabe von einem Drittel Lehrabdeckung durch E-Learning an Hochschulen sieht. Bei nur 20.000 Studierenden, die im Laufe eines dreijährigen Bachelor-Studiengangs etwa 30 Veranstaltungen (6 ECTS pro Veranstaltung bei 180 ECTS insgesamt) besuchten, müssten alleine 200.000 administrative Vorgänge ausgeführt werden – mit neunfacher Redundanz. Redundanz verhindert wiederum Mehrwertdienste, die sich aus Verknüpfungen ergeben. Dazu zählen beispielsweise Benachrichtigungsdienste zu bestimmten Informationsfeldern, Übersichten oder kontextuelle Kooperationen unter Studenten, Mitarbeitern oder Administratoren.

Es wird festgestellt, dass die IKT-Integration unterschiedlicher Verwaltungsbereich eine absolut notwendige Voraussetzung für einen nachhaltigen Einsatz von E-Learning an Hoch-

schulen darstellt. Typische Themen wie Inhaltserstellung, Didaktik und Qualität besitzen zwar hohen Stellenwert, für die Nachhaltigkeit sind jedoch andere Faktoren ausschlaggebend.

Es wird somit ein Bild von Hochschulen gezeichnet, deren Probleme im Bereich der IKT-Restrukturierung zu suchen sind und nicht nur die reine Lehre einer deutlich intensiveren IKT-Einbindung bedarf, sondern vielmehr auch die Verwaltungsaufgaben – also eine Forderung nach mehr SED.

Ähnliche Ergebnisse liefert auch [POR04]. Während die Content-Entwicklung als aufwändig und teuer problematisiert wird, könne die webgestützte Abbildung von Verwaltungsaufgaben bei Seminaren und Klausuren sehr viel Zeit sparen.

Welche Auswirkungen daraus hervorgehen und welche Maßnahmen ergriffen werden müssten, fasst die folgende Auflistung zusammen [KBFW04]:

- Ausbau der Qualifizierungs- und Supportstrukturen für Dozenten und Studierende.
- „Kulturelle Revolution“: Umgestaltung der tradierten Organisationskulturen in Form von „lose gekoppelten Netzwerken autonomer Einheiten“ in einen „effizienten, erfolgreich im Wettbewerb stehenden Bildungs- und Forschungskonzern“.
- Zusatzaufwand wo immer möglich vermeiden.
- Hochschulübergreifender Zugriff auf Ressourcen.
- Externe Qualitätsprüfung, Evaluierung und Akkreditierung von Online-Inhalten.
- Evaluierung der Verwaltungsprozesse aus Anbieter- und Nutzersicht (Hochschule als „Lernende Organisation“).
- Skalierbare technische Infrastruktur für wachsende Teilnehmerzahlen.
- Optimierung der Aufbau- und Ablauforganisation von IT-Diensten der Rechenzentren und Bibliotheken für Basisdienste und (neue) E-Learning-Dienste und ganzheitliche Konzeptionen.
- Vermeidung von Medienbrüchen.
- Einheitliche Administration von E-Learning-Systemen und bestehenden Verwaltungssystemen.
- Einheitlicher Zugriff auf E-Learning-Systeme und bestehende Verwaltungssysteme („Single Sign-On“).

- Einbindung von Prüfungsverwaltungs- und Abrechnungssystemen

Es zeigt sich also, dass die Verfolgung der Vision eines papierlosen Studiums, wie es die Fernuniversität Hagen vormacht, auch traditionellen Hochschulen angeraten ist, will man denn tatsächlich Nachhaltigkeit erreichen. Als Stichwort sei hier auch die Prozessoptimierung durch IT genannt, die nicht vor technisch-organisatorischen Fragestellungen im Lehr- und Lernumfeld stoppen sollte. Hierzu sei auf Kapitel *COM/L-K2*, S. 71 verwiesen, das diese Fragestellung aus Kostensicht beleuchtet.

2.3.2 Portabilität der Programme

Der Beziehung zwischen Technik und Nachhaltigkeit kommt eine besondere Rolle zu [BP04, S. 174]. Um Lösungen prinzipiell in jede Hochschule übernehmen zu können, wird dem Technologisierungsgrad ein „Alleinstellungsmerkmal“ unter den Nachhaltigkeitsfaktoren bescheinigt. So darf der technische Aufwand für eine Implementierung an anderen Hochschulen keine Hürde darstellen; der Aufwand sollte gar bedeutungslos sein.

[Dot04] formuliert es präziser, indem er nur noch Projekte gefördert sehen möchte, die auf einer modularen Programmierung basieren, so dass Code von erfolgreichen Projekten leicht auf neue Anwendungen übertragen werden könne. Das stellt eine Forderung nach Model-Driven-Architectures-basierten (MDA) Lösungen mit grafischer Entwicklungsoberfläche dar. Voraussetzung ist jedoch, dass der Quellcode offen verfügbar ist und die entsprechenden Rechte zur Verwendung und Modifikation vorhanden sind. Hier sei auf den Abschnitt *Rechtliche Rahmenbedingungen*, S. 49 verwiesen. Werden die Programme im Quellcode bearbeitet, ist von den Programmierern hohe Disziplin in Planung, Strukturierung und Umsetzung zu erwarten. Letztendlich muss der Code leicht lesbar und nachvollziehbar sein. Übliche Programmierparadigmen helfen hier weiter, und die Forderung nach einer umfassenden Dokumentation der Programme muss als selbstverständlich angesehen werden.

Neben Umprogrammierungen und automatischer Generierung von neuen Programmen stellt die flexible Konfiguration von Standardsoftware derzeit die häufigste Adaption an unterschiedliche Einsatzorte dar. Je flexibler und damit umfangreicher konfiguriert werden kann, desto höher werden die Anforderungen an das Know-how der Portierer, was sich auf die Anzahl Portierungen im Sinne einer Diffusionswirkung negativ auswirkt. Andererseits bietet sich hier die Chance eines Geschäftsmodells, das auf der Erbringung von Beratungsdiensten, Installationsdiensten und Konfigurationsdiensten aufbaut, wie dies sowohl im Lizenzpflichtigen als auch im kostenlosen Softwarebereich anzutreffen ist. Die Kommerzialisierung der Open-Source-Software StudIP [STU05a] ist hier ein prominentes Beispiel im LMS-Bereich.

2.3.3 Spezifikationen und Standards

Das im Mai 2005 gestartete Förderprogramm des BMBF „zur Entwicklung und Erprobung von Maßnahmen der Strukturentwicklung zur Etablierung von eLearning in der Hochschullehre“ konstatiert, dass der nachhaltige Einsatz von E-Learning nur über die Umsetzung einer hochschulweiten Strategie sowie der „Integration der IT- und eLearning-Infrastrukturen mit dem Ziel der Schnittstellenoptimierung“ erfolgen kann [Bun04c].

Bereits in der Vergangenheit ist viel Aufwand in die Standardisierung von Dateiformaten und Prozessen bei E-Learning geflossen um elektronische Daten wie Texte, statische und bewegte Bilder und Audiodaten technisch interoperabel speichern und transportieren zu können. In den Anfängen des computergestützten Lernens (Computer Based Training, CBT) waren Lerninhalte und Lernsoftware verschmolzen, was einen Austausch von Inhalten unter verschiedenen Programmen nicht ermöglichte. Die Einheiten konnten nur auf den für sie vorgesehenen Betriebssystemen abgespielt werden und waren unnötig überladen, da die eigentlichen Befehlsanweisungen immer wieder verwendet werden konnten. Als Folge wurden Programme und Inhalte getrennt und umfangreiche Spezifikationen für den Austausch geschaffen.

Durch die De-Facto-Standards HTTP, URL und HTML bekam E-Learning den größten Nachdruck [Duv04]. Basis von HTML ist die Anfang der 90er Jahre standardisierte Standard Generalized Markup Language (SGML), die ähnlich den Prinzipien der Formatvorlagen in Microsoft-Word-Dokumenten, sich nicht nur grafisch orientierte, sondern maschinenlesbar Texte strukturierte. In HTML wurde diese Strukturierung stark vereinfacht, das Format wurde leicht erlernbar und zum beliebten Standard zur Beschreibung von Informationen im Internet. Auch wenn Inhalte nicht direkt in HTML beschrieben werden, dient HTML als wichtiger Container für verknüpfte Inhalte [ADL05]. Auf der anderen Seite entwickelte sich aus SGML die neutrale Datenauszeichnungssprache XML (Extensible Markup Language), die heute das Dateiformat für fast alle, auch der weiter unter vorgestellten, Metabeschreibungen dient.

Ein einheitliches Datenformat (HTML) und standardisierte Zugriffsprotokolle (HTTP, FTP, SMTP, POP3, IMAP etc.) beschleunigten den Zugriff auf bestimmte Informationen über das Internet und ersparten hohe Kosten für Porto, Personal, Papier oder Datenträger. Obwohl keine anderen Internetstandards so wichtig sind wie diese, reichen sie für die Anforderungen von E-Learning nicht mehr aus.

Andererseits existiert eine Vielzahl an Spezifikationen, was die Wartung und Wiederverwendbarkeit von Lerninhalten merklich erschwert. Aber genau diese Wiederverwendbarkeit ist essenziell, will man E-Learning interoperabel und mit hoher Diffusionswirkung

betreiben [SM01]. Somit ist es notwendig, dass Spezifikationen weit verbreitet zum Einsatz gelangen und eine Standardisierung in den jeweiligen nationalen oder internationalen Gremien durchgesetzt wird. Als wichtigste Standardisierungs- und Normierungsinstitutionen sind zu nennen:

National

DIN *Deutsches Institut für Normung e.V.*

ANSI *American National Standards Institute*

International

ISO *International Organization for Standardization*

ISOC *Internet Society*⁴

CEN *Europäisches Komitee für Normung (Comité Européen de Normalisation)*

Neben dem Aspekt der reinen technischen Wiederverwendbarkeit stellt die Strukturierung von Daten zur intelligenten automatischen Auf- und Weiterverarbeitung einen wesentlichen Standardisierungsgegenstand dar. Solange Computer Texte und Bilder nicht wie Menschen verstehen, müssen diese abstrahiert und maschinenlesbar dargestellt werden. Die Forschung zur semantischen Aufbereitung von Informationen mittels spezieller Ontologien sei hier exemplarisch genannt: Ontologien beschreiben spezielle Informationsfelder anhand standardisierter Begriffe, zu deren formalen Darstellung wiederum Spezifikationen existieren. Diese mehrstufige Spezifizierung in abstraktes Datenformat und speziellen Wortschatz zeigt eine hohe Flexibilität, aber auch eine Komplexität, was letztendlich zu sehr ambivalenten Nachhaltigkeitsaussagen führt. Selbst eine einfache Beschreibung von Dateneinheiten mittels teilweise umfangreicher Metadaten, kann an den Aufwand zur Erstellung des eigentlichen Inhalts heranreichen [Duv05].

Nachgewiesen ist, dass die Entwicklung von nachhaltigen Kursen jedoch im Mittelpunkt der Standardisierungsbemühungen stehen [Mon04]. Die Auswertung verschiedener Studien [MP03, S. 140] ergab, dass der Trend zu höherer Normierung den Wunsch nach qualitativ hochwertigen Produkten erfüllt. Standardisierung wird als Qualitätssicherung verstanden und garantiert zusätzlich Investitionssicherheit beim Kauf bestimmter Lernsysteme und dadurch Nachhaltigkeit strategischer Entscheidungen.

Im Detail sind die konkreten Ziele von Standardisierungen bei E-Learning in Anlehnung an [ADL05] und [SM01] die folgenden:

⁴Stellt mit dem *World Wide Web Consortium (W3C)* und der *Internet Engineering Task Force (IETF)* De-Facto-Standardisierungsgremien der E-Learning-Übertragungsprotokolle und Datenformate.

Auffindbarkeit Inhalte können durch einfaches Suchen gefunden werden.

Erreichbarkeit Inhalte sollen leicht von oder an beliebigen Orten abrufbar sein.

Wiederverwendbarkeit Lerneinheiten oder einzelne Teile sollen leicht mehrfach eingesetzt werden können.

Interoperabilität Vermeidung von Schranken durch verschiedene Plattformen, LMS, Institute oder Unternehmen. Stattdessen übergreifende Systemintegrationsoption.

Anpassbarkeit Didaktisch motivierte Fähigkeit, Anpassungen durch Instruktoren und an Lernerbedürfnisse vorzunehmen.

Erweiterbarkeit Lernmaterialien sollen problemlos und ohne Informationsverluste erweitert werden können.

Dauerhaftigkeit Erstellte Inhalte sollen auch nach langer Zeit noch nutzbar sein.

Verwaltbarkeit Statusinformation über Lerner und Lernzustände sowie Kurse sollen leicht zu verwalten sein.

Wirtschaftlichkeit Klammer über alle einzelnen Ziele, da Aufwand reduziert und ökonomische Lösungen möglich werden sollen.

Zur Organisation von Content hat sich eine mehrstufige Aufteilung in Wissensseinheit (Informationseinheit), Lerneinheit (Learning Object, LO⁵), Kurs und Curriculum (Lehr-/Studiengang) durchgesetzt (siehe Abbildung 2.8). Im Optimalfall wird jede Einheit mit umfangreichen Metadaten beschrieben, die vor allem der Auffindbarkeit und Verwaltbarkeit dienen (beispielsweise die weiter unten beschriebenen LOM oder DC). Daneben existieren Metamodelle zur Abbildung spezieller didaktischer Ontologien (EMLs, s.u.), die Dauerhaftigkeit, Wiederverwendbarkeit, Anpassbarkeit sowie eine dynamische Zusammenstellung von Kursen nach persönlichen Neigungen und Lernfortschritten ermöglichen.

Es existiert eine Vielzahl an nationalen, pan-nationalen (beispielsweise europäischen) und internationalen Bestrebungen, aber auch Publikation von einzelnen Forschern, Instituten, Firmen oder Konsortien, die allgemeingültige Vorgaben vorschlagen. Die Träger sowie wichtige Spezifikationen und Standards mit Nachhaltigkeitswirkung sind nachfolgend aufgeführt.

⁵Häufig auch als Reusable Learning Object, RLO bezeichnet, wobei auch (alle) LOs wiederverwendbar sind.

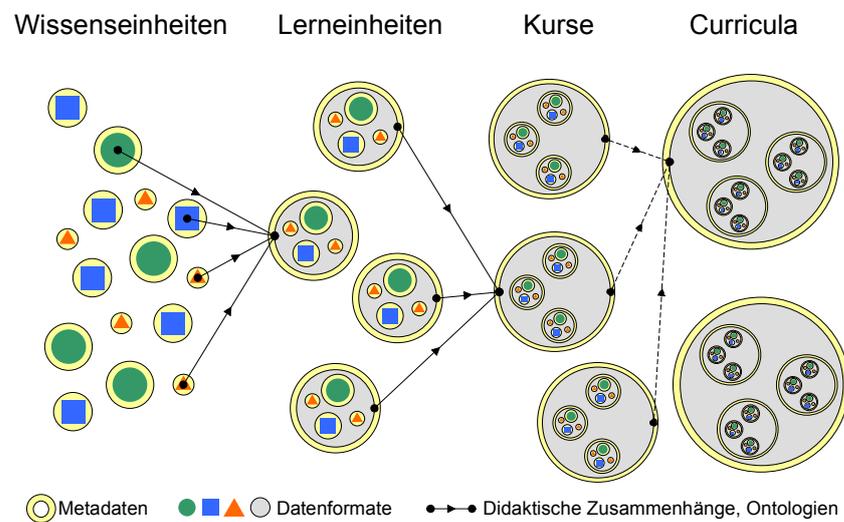


Abbildung 2.8: Organisation von Lerninhalten

Spezifizierungsinitiativen

Bevor Normierungsverfahren erfolgen, werden in diversen Ausschüssen, Verbänden und Institutionen Standards erarbeitet. Deren wichtigsten Vertreter sind:

- **IMS GLC** *IMS Global Learning Consortium*, mit Sitz in den USA arbeitet an Lösungen für Metadaten, Organisationsprozessen für Lerner und Inhalte sowie Datenformaten für Content, Tests und elektronische Prüfungen [IMS05a].
- **IEEE/LTSC** Eine Domäne des *Computer Society Standards Activity Board* des *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) ist das *Learning Technology Standards Committee* (LTSC), das technische Standards, technische Empfehlungen und Anleitungen für E-Learning-IKT entwickelt [IEE05].
- **CEN/ISSS** Eine Domäne des *Europäischen Komitee für Normung* (Comité Européen de Normaliation, CEN) ist das *Information Society Standardization System* (ISSS), dessen Aufgabe es ist, im Rahmen der IKT-Förderung E-Learning-Standards für den akademischen und industriellen Bereich vorzubereiten [CEN05].
- **eLIG** Neben Lobbyarbeit bei der Europäischen Kommission und nationalen Regierungen zur Schaffung eines „sustainable market for eLearning content“ beschäftigt sich die *European eLearning Industry Group* (eLIG) mit offenen Standards für die

Austauschbarkeit von E-Learning-Inhalten aus Sicht industrieller Anwender wie Cisco, Sun, IBM oder Nokia [ELI05].

- **DCMI** Die *Dublin Core Metadata Initiative* hat sich in Dublin, Ohio, im Jahre 1995 formiert. Ihr Ziel ist es, die Beschreibung von Internet-Ressourcen und anderen Dingen mit Metadaten weltweit zu standardisieren. Anfang 2003 hat die DCMI den Standard *Dublin Core (DC) Metadata Element Set, Version 1.1* [DCM05] verabschiedet und zwischenzeitlich die Beschreibungen der Elemente mehrfach präzisiert sowie speziellere Erweiterungen entworfen [DCM04].
- **ISO JTC1/SC36** Eine Unterabteilung des Technischen Komitees der ISO (JTC1) ist das Subkomitee SC36, das innerhalb von sieben Arbeitsgruppen „Information technology for learning, education and training“ spezifiziert [JTC05].
- **ALIC** Das *Advanced Learning Infrastructure Consortium* (ALIC) ist eine japanische Initiative mit Fokus auf Forschung, Entwicklung und Verbreitung sowie technologischer Spezifikationen einer zukunftsfähigen E-Learning-Infrastruktur. ALIC wurde im Jahr 2000 gegründet und hat Mitglieder aus mehr als 650 industriellen und akademischen Einrichtung [ALI05].
- **PROMETEUS** (*Promoting Multimedia Access to Education and Training in European Society*) 1999-2002 von der Europäischen Kommission gefördert. Ein anschließender Kommerzialisierungsversuch war nicht erfolgreich [The05].
- **ARIADNE** Im Unterschied zu anderen Vereinigungen versucht die *Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe* (ARIADNE) durch konkrete Softwareentwicklungen und Auswertungen praktischer zu wirken als reine Standardisierer, um den „Share and Reuse“-Gedanken bei E-Learning direkter zu unterstützen. Mitglieder sind fast ausschließlich Hochschulen und Forschungseinrichtungen [ARI05].
- **AICC** Aufgrund der Bedeutung von E-Learning für die Luftfahrtindustrie vertritt das internationale *Aviation Industry CBT Committee* (AICC) seit 1988 spezielle Interessen bei anderen Initiativen und stellt elf eigene Leitfäden und Empfehlungen bereit [AIC05].
- **ADL** Die *Advanced Distributed Learning* (ADL) *Initiative* entwickelte als Ableger der Verteidigungsbehörde der USA einige wichtige Spezifikationen (siehe SCORM [ADL05]).

- **ISOC** Abgesehen von den Flash- und PDF-Datenformaten spezifiziert das innerhalb der ISOC angesiedelte World-Wide-Web-Consortium (W3C) die wichtigsten Webformate. Die IETF in der ISOC entwickelt die Internet-Übertragungsprotokolle und stellt somit die Basisstandards für E-Learning, allerdings ohne speziell auf E-Learning ausgerichtet zu sein.

Lehr-, Lern- und Verwaltungsprotokolle/-prozesse

E-Learning bedient sich der bekannten Kommunikationsprotokolle im Internet. Spezielle technische Protokolle zur Übertragung von Lerninhalten werden aus Gründen der Erreichbarkeit und Interoperabilität nicht angestrebt.

Anders verhält es sich mit Protokollen auf Prozess- und Anwendungsebene. Hier existieren jüngere Forschungsprojekte, die mittels Service-orientierten Architekturen (SOA) und E-Learning-Grids Lehr-, Lern und Verwaltungsprozesse (vgl. *IKT-Konsolidierung*, S. 24, *Organisatorische Integration*, S. 39) zu unterstützen versuchen.

Zu nennen sei hier das von der EU geförderte Projekt *European Learning Grid Infrastructure (ELeGI)*, das auf der Idee basiert, mittels SOA und GRID ständig hochpersonalisiertes Wissen bereitzustellen, partnerschaftliche Unterstützung anzubieten und von jedem Ort aus lernen zu können. Das Ziel ist ein effektiveres Lernen als bisher, wofür die entwickelten Softwarearchitekturen ständig mit neuen Testumgebungen gegen getestet werden sollen [ELE05].

Einen etwas weniger allgemeinen Protokollansatz verfolgt **OntoEdu**. Auf Grundlage einer „Educational Ontology“ erfolgt der Zugriff auf Lernobjekte über ein „Semantic Educational Service Grid“ [Gua04].

(Noch) weit entfernt von technisch spezifizierten Protokollen sind die folgenden Ansätze. Sie besitzen gegenwärtig eher sammelnden und beschreibenden Charakter, jedoch mit hoher Affinität zu Prozessen und Kommunikation über Nachrichten.

- **PAS 1032** Die Spezifikationen PAS 1032-1 und PAS 1032-2 (*Publicly Available Specification*) [DIN04] des DIN e.V. identifizieren und beschreiben Prozesse der Planung, Entwicklung, Durchführung und Evaluation von Bildungsprozessen und Bildungsangeboten anhand sieben Prozesskategorien und 38 Teilprozessen. Das Ziel ist das Erreichen gleicher Qualitätsstandards von E-Learning-Produkten.
- **ELF** Einen anderen viel versprechenden Ansatz verfolgt die *E-Learning-Framework-Initiative (ELF)* des britischen *Joint Information Services Committee (JISC)* und des australischen *Department of Education, Science and Training (DEST)*, die jedoch

mehr die Vorteile einer technischen Entzerrung monolithischer LMS sehen als einfacheres ubiquitäres Lernen. Vorteile sind höhere Flexibilität in Institutionen sowie eine einfachere Einführung pädagogischer Innovationen, geringere Investitionen und aufteilbare Betriebskosten [ELF05]. Dadurch gefährdet beispielsweise der Wegfall der Finanzierung eines Teildienstes nicht das gesamte System.

Daneben existieren mit SeLeNe [KPC⁺04], Edutella [NWQ⁺02] und den Sparten „Business Models, Processes and Markets“ und „Personalized Adaptive Learning“ im Rahmen von PROLEARN [PRO05], sowie den IMS Spezifikationen „General Web Services“, „Resource List Interoperability“, „Digital Repositories“, „Enterprise Services“ und „Simple Sequencing“ [IMS05a] weiter Spezifikationsansätze, auf die hier nicht weiter eingegangen wird. Allen gemeinsam ist das Bestreben, über Netzwerke individualisierte Lernarrangements bereitzustellen und die Effizienz der Prozesse beim Lernen und in der Verwaltung zu steigern sowie Interoperabilität zu gewährleisten.

Die traditionelle Rolle von LMS besteht darin, den beteiligten Personen über eine einheitliche Plattformen ihre Verwaltungsaufgaben rund um deren Lehr- oder Lernprozesse zu ermöglichen. Um nicht nur SED anzubieten, sondern LOs zu erstellen oder mittels LOs neue oder spezifische Kurse manuell oder automatisch zu generieren, existieren Lern-Content-Management-Systeme (LCMS). Folgt man den neuen SOA-basierten und Grid-basierten Ansätzen, werden LCMS ihre monolithische Funktionsweise verlieren zugunsten leichtgewichtiger, autonomer, aber über Domänengrenzen hinweg häufiger kommunizierender Softwareagenten. Dies lässt somit positiven Einfluss auf Nachhaltigkeitshemmnisse (vgl. Abschnitt *Nachhaltigkeitshemmnisse*, S. 64) erwarten.

Metadaten

Metadaten sind Daten, die andere Daten beschreiben oder diese in ihrem Kontext einordnen. Bei E-Learning dienen Metadaten der Beschreibung von Wissenseinheiten, Lernobjekten, Kursen oder ganzen Lehrgängen, sowie deren Zusammenhängen – also der Beschreibung von Lernpfaden und Content. Komplexe Sprachen zur didaktisch aufwändigen Abbildung von Kursen basieren darauf, aber auch eindimensionale Datenbanken, die darin angebotenen Lehrstoff über Metadaten katalogisieren und verschlagworten:

- **DC** Der *Dublin Core* Metadatensatz besteht aus 15 Basisfeldern: *Titel, Verfasser/Urheber, Thema/Stichwörter, Inhaltliche Zusammenfassung, Verleger/Herausgeber, Beteiligte Personen/Körperschaften, Datum, Ressourcenart, Format, eindeutiger Identifikator, Quelle, Sprache, Beziehung zu anderen Ressourcen, räumliche/zeitliche Maß-*

angaben sowie dem Feld *rechtliche Bedingungen*. Entstanden sind daraus einige offiziell verabschiedete Standards wie der ISO Standard 15836-2003 [ISO03], NISO Standard Z39.85-2001 [Nat01] oder das IETF RFC 2413 [WKLW98]. Die Beschreibung von Lernressourcen nach DC hat den Vorteil, dass dieser Beschreibungsstandard auch in vielen anderen Bereichen und Sprachen sehr verbreitet ist, was die Kompatibilität mit anderen Systemen, zum Beispiel elektronischen Bibliothekssystemen, häufig enorm erleichtert.

- **LOM** Das IEEE LTSC entwickelte einen Satz von Metadatenpezifikationen zur Beschreibung von LOs, der im Jahr 2002 zum IEEE-Standard (IEEE 1484.12.1) erhoben wurde. Der Standard ist aufgebaut aus DC-Elementen und basiert auf Empfehlungen aus dem ARIADNE-Projekt und IMS GLC. Diese *Learning Object Metadata* (LOM) bestehen aus 76 Feldern, die hierarchisch in neun Kategorien eingeordnet sind [IEE02]. Abbildung 2.9 führt diese Kategorien auf und beschreibt, welche Inhalte in den jeweiligen Kategorien Verwendung finden.

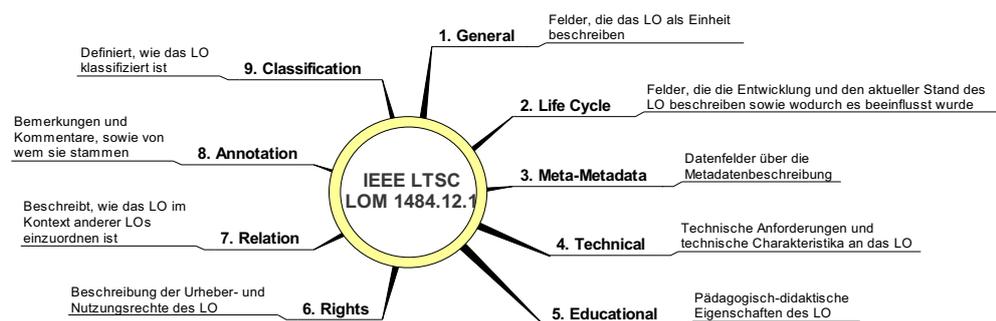


Abbildung 2.9: Kategorien der IEEE Learning Object Metadata

Zur Sicherstellung von Auffindbarkeit, Wiederverwendbarkeit und Interoperabilität ist LOM derzeit der wichtigste E-Learning-Standard weltweit. Ohne LOM zu unterstützen ist ein LCMS kaum marktfähig, geschweige denn nachhaltig verwendbar.

Da der LOM-Standard eine hohe Allgemeingültigkeit beschreibt, existieren diverse Gruppierungen, die auf LOM-Basis spezielle Einsatzszenarien näher definieren. Gleichzeitig ist zu erkennen, dass aus Interoperabilitätsgründen nach und nach die Anwender dazu übergehen, ihre eigenen Metadatenformate dem Standard anzupassen. Zwei Beispiele seien hier genannt:

Die kanadische Initiative *CanCore* publiziert optimale Verfahren und Richtlinien zur Verwendung von LOM für spezielle Interessensgemeinschaften durch weitere Spezi-

fizierung der Felder und Bildung von sinnvollen Untermengen [Nor05].

Nachdem die sich das IMS GLC maßgeblich an der LOM-Spezifikation beteiligte, passt es nun die eigene *Learning Resource Meta-data Specification* an LOM an, stellt aber einen speziellen „Best Practice Guide“ zu LOM bereit [IMS05b].

- **RDF** Das *Resource Description Framework* (RDF) ist ein W3C-Standard, der Zusammenhänge mittels Subjekt-Prädikat-Objekt (Daten-)Sätzen beschreibt, wobei jeweils für thematische Interessensvereinigungen spezielle Vokabulare und Wortzusammenhänge (Ontologien) existieren. Dadurch können Softwareagenten Zusammenhänge, beispielsweise zwischen LOs, herstellen und neue Wissensräume automatisch eröffnen. Das Format sei hier aufgrund seiner zunehmenden Bedeutung bei E-Learning genannt.

Durch weitläufig bekannte Vokabulare zur Beschreibung der Metadatenfelder werden Metadaten erst sinnvoll. Nur so können einheitliche Recherchen durchgeführt werden und sowohl effektive als auch effizientere Metadatisierungen vorgenommen werden. Prinzipiell ist die inhaltliche Metadatisierung jedoch wenig effizient [Duv05] und so lange nur ein Hilfsmittel, bis Software in der Lage sein wird, unmittelbar aus den Inhalten die benötigten Informationen zu gewinnen. Im Vergleich zu LOM beschreibt DC – außer einem Feld für eine inhaltliche Zusammenfassung – nur Informationen, die nicht in inhaltlicher Konkurrenz stehen. Das ist ein Grund für deren Erfolg von DC.

Ein Standard, der die Beschränkungen der statischen Beschreibung von DC und LOM aufhebt, ist das Sharable Content Object Reference Model (**SCORM**) [ADL05]. Die SCORM-Spezifikation der ADL-Initiative ist noch speziell auf den E-Learning-Bereich zugeschnitten und wird immer häufiger in Lernplattformen implementiert. Sie vereint verschiedene Spezifikationen und Standards mit dem Ziel, eine homogene technische Basis für E-Learning-Anwendungen zu schaffen. Neben der Möglichkeit, Lerninhalte mit üblichen Metadaten zu beschreiben, spezifiziert SCORM ein Paketformat, in dem E-Learning-Materialien abgelegt werden. Dieses Kursformat wurde aus einer Spezifikation des IMS GLC übernommen. Weiterhin definiert SCORM eine Programmierschnittstelle, die es einem Inhaltsproduzenten ermöglicht, während einer Kursdurchführung mit der Lernplattform zu kommunizieren. Somit lassen sich Inhalte realisieren, die nicht nur mit dem Lernenden interagieren, sondern auch mit der Lernplattform. Hierdurch lassen sich etwa Testergebnisse oder Lernfortschritte auf der Lernplattform ablegen und bei der Wiedergabe eines Kurses berücksichtigen. Diese Schnittstelle entstammt einer Spezifikation des AICC und ist vom IEEE LTSC zum Standard erhoben worden [IEE04].

Die SCORM-Spezifikation ist sicherlich ein wichtiger Schritt auf dem Weg zu einem

einheitlichen Datenformat für elektronische Lernplattformen. Häufig ist es jedoch notwendig, bestehende Inhalte mit einem eigenen „corporate design“ auszustatten oder für Benutzer mit mobilen Endgeräten anzupassen. Solche Anforderungen werden von SCORM nur unzureichend unterstützt. Außerdem gibt es Fälle, in denen die Javascript-basierte Navigation [ECM99] und die Komplexität des integrierten Systems nicht erwünscht ist [GWF05a].

Es gibt aber auch Ansätze, die SCORM zur Beschreibung eines Kurses als nicht ausreichend empfinden. Einzelne Inhaltsfragmente können in Curricula (ganz im Sinne von Mass Customization [Fre02, Mul05]) von Lerner zu Lerner inhaltlich, pädagogisch-didaktisch oder technisch unterschiedlich zusammengestellt werden – sowohl einmalig als auch während der Kurslaufzeit. Dabei werden Inhaltsstücke in elementare Einheiten aufgebrochen, mit pädagogisch didaktischen Metadaten versehen und je nach Lernerpräferenz (deduktiv, induktiv, exemplarisch, handlungsorientiert, problemorientiert, sokratisch-diskursiv etc.) während der Lernphase wieder rekontextualisiert. Um solche Funktionalitäten interoperabel und gleichzeitig effizient anbieten zu können, existieren so genannte Educational Modelling Languages (EML). Zu nennen sind hierbei:

- **CDF** Entstanden am Swiss Federal Institute of Technology (EPFL) im Rahmen der ARIADNE-Initiative [ARI05], definiert das *Course Description Format* (CDF) ein XML-Format zum Kurs-Import in LMS. Der Schwerpunkt liegt auf einem einfachen aber pädagogisch neutralen Format, so dass unterschiedliche Lernformen Unterstützung finden.
- **OUNL-EML** Das von der *Open Universiteit Nederland* entwickelte XML-Schema beschreibt ein umfassendes Datenmodell mit Rollen, Aktivitäten, Ressourcen und Diensten, wodurch zum Lernen unterschiedliche Instruktionsmodelle (exemplarisch, problembasiert etc.) und unterschiedliche Ausgabeplattformen unterstützt werden [OUN05].
- **IMS LD** Auf Grundlage von OUNL-EML und angepasst an die weiteren Spezifikationen des IMS Global Learning Consortium (IMS Content Packaging etc.) entstand das *IMS Learning Design* (LD). Drei Komplexitätsklassen (Levels) erleichtern hier den Einstieg zu Nutzung [KT05].
- **LMML** Die *Learning Material Markup Language* ist ein XML-Framework der Universität Passau zur semantischen Beschreibung von Lerninhalten durch Fragmentierung des Lehrinhalts in Module beliebiger Granularität [Süß05].
- **L³-EML** Entstanden aus dem Bundesleitprojekt *Lebenslanges Lernen* (L³)

[EGHJ03b]. Ein XML-Metadatenformat mit umfangreichen didaktischen Ontologien [Med99] zur Unterstützung individueller Lernpfade.

- **PALO** Einem kognitiven Ansatz folgend, werden Kurse in Module aufgeschlüsselt, die die Aktivitäten der Tutoren und Lerner abbilden und die Bereitstellung des Contents steuern. Die Ablage erfolgt in XML-Dateien, die mittels eines speziellen Compilers webtauglich umgewandelt werden [RAM04].
- **Targeteam** Das Projekt *Targeted Reuse and Generation of Teaching Materials* der TU München beschreibt mittels eines XML-Dialekts wiederverwendbare Kurse. Es erfolgt eine Abstrahierung der Inhaltstücke und eine Transformation in neue Einsatzszenarien [Tee05].
- **TML** Die *Tutorial Markup Language* beschreibt automatisierte Tests zur Lernfortschrittskontrolle [Net05].

Die genannten EMLs zeigen zum Teil ausgefeilte theoretische Grundlagen zur pädagogisch-didaktischen Aufbereitung von Content, konnten sich jedoch – nicht zuletzt wegen des hohen Aufwands der Abstrahierung des Lehrinhalts (Dekontextualisierung) – bisher nicht in der Breite behaupten. Wie bei den gesamten Standardisierungsbemühungen bilden Forschungen auf diesem Gebiet eine unverzichtbare Komponente nachhaltigen E-Learnings der Zukunft.

Viele Spezifikationen sind sehr umfangreich und überladen mit vielerlei Details, die bei einer möglichen Implementierung nicht eingesetzt werden können, da andere Faktoren dagegen sprechen. Eine Applikation für HTML-Umfragen beispielsweise in der *IMS Question & Test Interoperability Specification* [IMS03] zu implementieren ist durchaus sinnvoll, da die Austauschbarkeit der Fragebögen unterstützt ist. Allerdings bedeutet die Erlernung eines komplizierten Standards sowie die kompliziertere Implementation mehr Aufwand, der bei begrenzten Ressourcen besser zur Sicherheit der Nachhaltigkeit durch Prozessoptimierungen der Fortführungsphase eingesetzt werden sollte. Die Verwendung von Standards unterliegen also immer Kosten-/Nutzenbetrachtungen.

2.3.4 Technik aus Nutzersicht

Die in *Spezifikationen und Standards*, S. 28 genannten Standardisierungsbestrebungen sind aus Nutzersicht unverzichtbar, garantieren sie doch barrierefreie Nutzungen. Bei aller Faszination für neue Techniken, darf nicht übersehen werden, dass sowohl aus Anbietersicht, als auch aus Lernalternativen Technik ausschließlich als Mittel zum Zweck akzeptabel ist und

keinesfalls Selbstzweck sein darf. Falls eine Lücke klafft zwischen technischer Ausstattung und technischen Anforderungen, geht Nutzungspotenzial und somit Diffusionspotenzial verloren [BP04]. Ebenso sind die Vorkenntnisse im Umgang mit Technik sowohl beim Lerner als auch beim Autor zu beachten. Auch ist die Schwelle zur Bereitschaft, Investitionen zur Modernisierung vorzunehmen, sehr niedrig anzusetzen. [SE03] spricht dabei von einer „problemgerechten Funktionalität“ und stellt die Notwendigkeit hoher Stabilität der Technik sowie Bedienerfreundlichkeit und Usability, sowohl bei Lernplattformen, als auch bei der Erstellung von speziellen Lernobjekten heraus.

2.4 Organisatorische Integration

Der Bereich der Organisationsentwicklung kann als zentraler Treiber der Innovation E-Learning an Hochschulen angesehen werden. Nach [SE05] ist Nachhaltigkeit erst dann gegeben, wenn „Organisationsstrukturen und Verantwortlichkeiten zur Implementierung von eLearning [...] in der Hochschule fest etabliert“ sind, es also „organisatorische Veränderungen gibt, die nur mit höherem Aufwand rückgängig gemacht werden“ können. Oder wie es [SM03] ausdrückt:

„Nachhaltigkeit kann als ein Gradmesser des Erfolgs der Implementation von Innovation angesehen werden“.

Die Frage der Nachhaltigkeit wurde beispielsweise in den Rahmenbedingungen der BMBF-Förderprogramme [BMB05] bereits früh thematisiert, droht doch die Gefahr, dass viele Projekte nach dem Auslaufen der Förderung beendet werden müssen. Es existieren vereinzelt Medienentwicklungspläne und auf dem Papier auch Gesamtkonzepte für den Einsatz digitaler Medien, allerdings ist eine Diskrepanz zwischen Konzeption und Umsetzung deutlich erkennbar. Von einer vollständigen nachhaltigen Integration kann nicht gesprochen werden.

Für [KBF04] sind Integrationsbemühungen erforderlich, „wenn mehr als nur eine Handvoll Lehrende und Lernende E-Learning-Elemente (im weitesten Sinne)“ verwenden sollen. Diese Skalierbarkeit sei nur durch „eine effektive und effiziente Integration in die Aufbau- und Ablauforganisation [...] zu erreichen“.

2.4.1 Organisationsstrukturen

Die Betrachtung der Wertschöpfungskette mediengestützter Lehre zeigt eine Vielzahl von Teilnehmern. Eingebunden sind Institute und diverse Zentren für IT, Didaktik, Weiterbil-

dung, Technologietransfer und Bibliotheken. Dabei sieht [Ker01] hochschulspezifisch verschiedene strategische Möglichkeiten für konkrete Integrationsansätze:

Schaffung einer neuen Einrichtung Diese neue zentrale Einheit dient der konkreten produktorientierten Unterstützung von Initiatoren durch Konzeption, Produktion und Betrieb der Inhalte.

Koordination zentraler Einrichtungen Ohne neue Produktionsplätze zu schaffen sollen bestehende Einrichtungen koordiniert werden, um die Zusammenarbeit zu optimieren. Der Antrieb für Veränderungen in den zu koordinierenden Einheiten muss (durch externen Druck oder durch eigene Einsicht) bereits vorhanden sein.

Konsolidierung zu einem zentralen Medienservice Historisch gewachsene Einheiten sollten zusammengelegt werden, da durch IKT Aufgabenbereiche zusammenwachsen.

Outsourcing Da das Kerngeschäft die Lehre ist, stellt sich die Frage, inwieweit IKT-Dienstleistungen überhaupt in zentralen Einrichtungen vorzuhalten sind und ob sie nicht günstiger und qualitativ besser von externen Anbietern nach Bedarf bezogen werden.

Hochschulübergreifende Kompetenzzentren Ähnlich zentralisierter Rechenzentren sollen Medienzentren entstehen, bei denen Bildungseinrichtungen Content-Erstellung und Dienstleistungen outsourcen können.

Koordinierte Dezentralisierung Nach dem Prinzip „teile und herrsche“ können in einer Matrixorganisation einzelne Projekte mit speziellen Kompetenzen, die in Lehrstühlen oder Instituten angesiedelt sind, versorgt werden. Abbildung 2.10 zeigt beispielhaft eine Matrixorganisation.

2.4.2 Methoden der Integration

Aus dem japanischen Kulturkreis stammt der Begriff ‚Kaizen‘, der seit einigen Jahrzehnten weltweit in Unternehmen für positive Veränderung im Sinne einer kontinuierlichen Verbesserung von Prozessen und Produkten und hierarchieübergreifendem Vorschlagswesen steht [LB04]. Ein konkreter Transfer auf öffentliche Bildungseinrichtungen ist noch nicht erfolgt, jedoch sind deutliche Parallelen bei nachfolgend beschriebenen Integrationsuntersuchungen festzustellen.

	Projekt A	Content B	Objekt C	Software D	...
Lehrstuhl X					
Institut Y					
Kompetenzzentrum Z					
Bibliothek					
Didaktikzentrum					
Presseabteilung					
...					

Abbildung 2.10: Dezentralisierte Matrixstruktur

Der organisatorischen Verankerung von E-Learning in Hochschulen und Unternehmen steht nach [Hop05] eine Polarisierung der Strategien unterschiedlicher Organisationsebenen im Wege. Während für eine Verankerung auf Lehrebene die Nähe zu inhaltlichen und somit pädagogisch-didaktischen Fragestellungen, also die Nähe zu allen unmittelbar Betroffenen spricht, sind auf fakultätsübergreifender und hochschulweiter Ebene Skaleneffekte und Konsistenzen zu erreichen, die vor allem aus Profilierungs-, Wirtschaftlichkeits- und Qualitätsgesichtspunkten eine hohe Priorität besitzen. Einer reinen Strategieformulierung durch die Hochschulleitung fehlen jedoch wichtige praktische Gesichtspunkte und es besteht die Gefahr einer größeren Komplexität, Beschneidung von Rechten und mangelnder Motivation auf Umsetzungsebene, während bei einer bloßen Überlassung an die ausführenden Organe Wildwuchs, Redundanz und sehr geringe Skaleneffekte zu erwarten sind.

Diese unterschiedlichen Pole in Einklang zu bringen, ist das erklärte Ziel aus organisatorisch-integrativer Sicht, wofür [Hop05] und [SE04] ein Gegenstromverfahren zur Lösung vorgeschlagen. Die Hochschulleitung erstellt dabei zuerst eine Rahmenvorgabe mit verbindlichen Eckpunkten (Top-down), aus der vorläufige Teilpläne abgeleitet werden. Diese Teilpläne werden auf Ebene der ausführenden Organe auf Realisierbarkeit geprüft, bei Bedarf angepasst und erneut in die Rahmenvorgabe eingebracht (Bottom-up). Abbildung 2.11 zeigt dieses Prinzip.

Dieser sachlogische Vorgang scheint in der Realität zu funktionieren [SE04, SE05], da er aus der Pragmatik der Hochschule heraus entstanden ist, in der einzelne Akteure mit einem Antrieb aus Forschungsmitteln vorpreschten und im Nachhinein in eine geregelte Struktur hochschulweit überführt werden mussten. Das Funktionieren liegt hier also primär daran, dass überhaupt ein organisatorischer Handlungsversuch unternommen wird, und kann nicht als optimales Modell verstanden werden. Deutlich drückt sich dies mit dem Vorschlag für die Einführung von Anreizsystemen zur Überbrückung von Akzeptanz- und

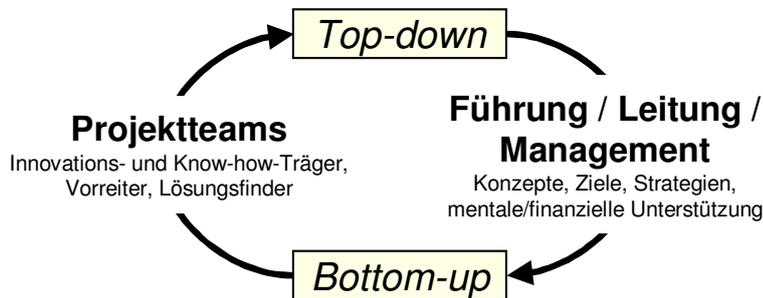


Abbildung 2.11: Top-down/Bottom-up-Ansatz zur Organisationsintegration

Motivationsbarrieren aus (siehe Tabelle 2.1). Erst Bedürfnisse zu schüren (durch entsprechende Anreizsysteme), um dann den Bedarf zu decken ist zwar in der freien Wirtschaft üblich; ob dies jedoch in den Kernkompetenzbereichen der Hochschule ebenso angestrebt werden soll, muss zukünftig geklärt werden.

	Hochschulen	Fakultäten und Studiengänge	Lehrinhalten und Lehrveranstaltungsverantwortliche
Schaffung einer konsistenten Gesamtstrategie	<input checked="" type="checkbox"/>		
Motivation ausführender Organe durch Einbezug ihrer Ideen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Einbezug der Kompetenz ausführender Organe	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Hochschulweite Nutzung der Potenziale von E-Learning	<input checked="" type="checkbox"/>		
Einsparung durch Vermeidung von Mehrfachentwicklungen	<input checked="" type="checkbox"/>		
Stärkung des gesamthochschulischen Rufs durch strategisch bedeutsame Aktivitäten	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ausweitung des Pools an hochschulischen E-Learning-Projekten	<input checked="" type="checkbox"/>		
Verfügung von Koordinationsstellen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Einsparung eigener Mittel		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Einbezug von E-Learning in Evaluationen		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Vereinfachung der Strategieerstellung		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Gesamthochschulische Kooperationsmöglichkeiten		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

→

	Hochschulen	Fakultäten und Studiengänge	Lehreinheiten und Lehrveranstaltungsverantwortliche
Nutzung gesamthochschulischer Ressourcen und Kompetenz		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Einbringung eigener Ziele in die E-Learning-Strategie		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Einbringung eigener E-Learning-Projekte oder Systemkomponenten		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Abstimmungsmöglichkeiten mit Studierenden		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Abstimmungsmöglichkeiten auf Veranstaltungen			<input checked="" type="checkbox"/>
Zentrale Vermarktungsaktivitäten		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mehrwert für Studierende durch hochschulweit integriertes E-Learning-Angebot		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Generelle Gelegenheit, E-Learning anzubieten			<input checked="" type="checkbox"/>
Zugriff auf weitere E-Learning-Angebote an der Hochschule			<input checked="" type="checkbox"/>
Informationsveranstaltungen			<input checked="" type="checkbox"/>
Qualifizierungsmaßnahmen			<input checked="" type="checkbox"/>
Einbeziehung von E-Learning-Aktivitäten in die Berufungsauswahl			<input checked="" type="checkbox"/>
Urheberrechtsregelungen von Inhalten			<input checked="" type="checkbox"/>
Best-Practice-Einbringung			<input checked="" type="checkbox"/>

Tabelle 2.1: Anreize für Gegenstromverfahren in Anlehnung an [Hop05]

E-Learning hat zweifelsohne eine Menge mit Softwareentwicklung zu tun, was die Untersuchung einer integrierten Organisations- und Softwareentwicklung nahe legt. [PR04] analysiert dies und orientiert sich dabei am zyklischen Durchlaufen der Aktivitäten Analyse, Entwurf, Gestaltung sowie Bewertung, wobei er organisatorische Anliegen mit einbezieht. Nach einer kooperativen Bewertung der zyklisch erreichten Entwicklungsergebnissen im organisatorischen Kontext werden neue Anstöße für weitere Entwicklungsschritte erwartet. Konkret können nach [PR04] folgende Erfolgsfaktoren einer Integration bei kooperativen Lernplattformen ausgemacht werden:

Nutzung für eigene Zwecke Ausprobieren neuer Entwicklungen in eigenen Lehrveranstaltungen. Unmittelbare Verschränkung zwischen Herstellung und Nutzung, wie sie

an Hochschulen möglich ist, führt zur zyklischen Weiterentwicklung. Dabei sind die ersten Schritte technologiegetrieben; die nächsten Schritte behandeln erst didaktische Fragestellungen.

Dekontextualisierung Inhaltlich offene Ausrichtung, die nicht auf spezielle Lehrinhalte beschränkt ist. Von Anfang an konkrete Lehrveranstaltungsübergreifende Ausrichtung.

Informelle Kooperationsformen Hohe Anzahl informeller Präsenzsprache in minimal kleinen Gruppen.

Verwendung bestehender Ressourcen Durch Motivation und Interesse der Beteiligten lassen sich insbesondere Personalressourcen optimal einsetzen.

Verbreitung nach dem Schneeballprinzip Entwicklungen berücksichtigen rasch verschiedene Kontexte und aus persönlichen Kontakten wird eine enge Verschränkung von Hersteller und Nutzer.

Diverse Kooperationsformen und Kooperationszwecke Informelle Kontakte und Arbeitstreffen dienen als Mittel zur Verbreitung, Qualifizierung und Qualitätssicherung.

Steigender Aufwand Höhere Verbreitung bedeutet Aufwand für Softwareentwicklung, technische Bereitstellung sowie Beratung.

Massenbetrieb Kein Auskommen ohne privatwirtschaftliche oder institutionelle Unterstützung.

Finanzierung Massenbetrieb Zur Bewerkstelligung eines Massenbetriebs sind zusätzliche finanzielle Mittel notwendig.

Der Vorteil bei einer hochschulischen Entwicklung von E-Learning-Lösungen liegt also in der engen Verknüpfung von Software-Ersteller und Anwender, was bei konsequenter Umsetzung nachweislich erfolgreichen Paradigmen der modernen Software-Entwicklung abbildet [PR04]. So werden mittels Agiler Software-Entwicklung wie Extreme Programming (XP) [Bec03] Verfahren angewendet, die die Nutzer iterativ in den Entwicklungsprozess einbinden, um beispielsweise frühzeitig Fehlentwicklungen im Entwicklungsprozess zu vermeiden. Allerdings ist aus Entwicklersicht die Identifikation des „Kunden“ nicht so eindeutig wie bei externen Projekten. Vielmehr ist hier der Kunde in allen Organisationsstufen zu finden, sodass aus Entwicklersicht regelmäßig mit allen Ebenen ein enger Austausch angestrebt werden muss.

Im Detail zeigt keiner der genannten Autoren den Top-down/Bottom-up-Königsweg. [Bra00] stellt die Frage, wie denn die Projekte auf den unteren Ebenen konkret in die Organisation der Hochschule eingebunden sind, ob und welche Zugänge der Innovatoren nach „oben“ existieren und nutzbar sind. Die Frage der konkreten Verflechtung sei elementar, letztendlich würden Innovationen nicht bei der Hochschulleitung oder Fachbereichen entstehen und Verankerungen allein aufgrund von Unkenntnissen daher nicht vorhanden sein. Diese Informationslücke bedeutet für situative Anwendungsszenarien, dass instinktive Verfahren zum Einsatz kommen werden, die alle Beteiligten bei deren individuellen Erfahrungs- und Kenntnisstand antrifft. Was daraus entsteht, wird unter *Integration in die Universitätsstruktur*, S. 135 erläutert. Dabei wird zur Vereinfachung von einem Modell ausgegangen, das lediglich eine duale Kunden-Anbieter-Situation voraussetzt und die direkte Lösung eines Kundenproblems in Mittelpunkt stellt.

Zusammenfassend ist E-Learning aus organisatorisch-integrativer Sicht nur dann erfolgreich, wenn es nicht verordnet wird, sondern wenn alle Beteiligten auf allen Ebenen von ihren jeweiligen Vorteilen und dem Mehrwert für ihren Zuständigkeitsbereich überzeugt sind bzw. werden. Der Autor folgert daraus, dass die Kunst darin besteht, den jeweiligen Nutzern (er)kennen, technologische Lösungen anzubieten und kommunikativ zu wirken. Hierzu hilft ein hochschulweiter Kristallisationspunkt mit entsprechend motivierender und informierender Funktion. Entsprechenden Deklarationen (z.B. in Lehrverpflichtungsordnungen an Hochschulen) werden geringere Erfolgchancen eingeräumt.

2.5 Einfluss von Wettbewerben

Es sind derzeit kaum Wettbewerbe bekannt, die herausragende E-Learning-Projekte auszeichnen und noch weniger systematische Untersuchungen dazu. Die Grundlagen dieses Abschnitts bilden daher bevorzugt Artikel aus [BTW04], die analytisch die Auswirkungen des MEDIDA-PRIX-Wettbewerbs untersuchen.

Hier nicht von Bedeutung sind die in den Gutachterrichtlinien markant vorhandenen Nachhaltigkeitskriterien. Um keine Vermischung mit den in einem Projekt auch ohne Wettbewerb enthaltenen Nachhaltigkeitspotenzialen zu erhalten, sollten diese bei normalisierter Betrachtung sogar abgezogen werden, um eine klare Analyse von wettbewerbsinduzierten, in Abgrenzung zu wettbewerberrelevanten projektbezogene Nachhaltigkeitsfaktoren zu erhalten.

Mangels Daten kann hier keine Bewertung der Faktoren oder weitere Einteilungen vorgenommen werden, beispielsweise aufgrund regionaler oder inhaltlicher Ausprägungen (vgl. [PDW04]). Die zentralen Fragestellungen lauten vielmehr: Welche Eigenschaften

müssen Wettbewerbe haben, um Nachhaltigkeit zu fördern? Welche Nachhaltigkeitshilfen gehen von Wettbewerben aus? Hierzu werden jene Teile untersucht, von denen ein positiver Einfluss auf die zeitliche und räumliche Weiterführung von E-Learning-Innovationen ausgeht, worüber sich dann ein in diesem Zusammenhang sinnvolles und zielgerichtetes Bild von Wettbewerben ergibt. Welche weiteren Eigenschaften ein Wettbewerb aufweist bleiben ausgeblendet.

2.5.1 Wirkungsebenen

Die Erwartungen an Wettbewerbe sind vielfältig. Auf Grundlage der Informationen von [BTW04] und einer Einteilung in Akteuren nach Abbildung 2.3 ergibt sich eine Darstellung von nachhaltigkeitsrelevante Auswirkungen wie folgt:

- | | |
|--|--|
| Auswirkungen aus Entwicklersicht | <ul style="list-style-type: none"> • Juroren als „erweitertes Projektteam“ durch qualifiziertes Feedback und Know-how-Zufluss • Erhalt einer Außensicht • Niveauvergleich mit anderen Entwicklern • Verifizierung des eingeschlagenen Weges • Neue Motivation, dadurch Leistungs- und Qualitätsschub (Bottom-up) |
| Wirkungen auf Betreiber und Organisationen | <ul style="list-style-type: none"> • Motivationsschub für Entscheidungsträger und Fördermittelgeber (Top-down) • Unterstützung in Expansion und Transferphase • Preisgelder zur Deckung von Betriebs- und Wartungskosten und/oder Neuentwicklungen • Unterstützung bei Sichtung und Auswahl passender Systeme • Lösungswege für technische und organisatorisch-integrative Probleme • Maßstab für gutes E-Learning |

→

Gesellschaftliche Auswirkungen	<ul style="list-style-type: none"> • Publizierung irreversibeler Veränderungen (beim Lehren und Lernen) • Innovationspotenzial für kulturelle Veränderungen [Seu04, S. 161] • Austausch über Fachgrenzen hinweg • Verbesserung der Lehre durch breiten Anreiz
--------------------------------	---

Tabelle 2.2: Wirkungen von Wettbewerben

2.5.2 Erfolgskriterien

Daraus lassen sich Eigenschaften ableiten, die Wettbewerbe erfüllen müssen, sollten sie denn nachhaltige Wirkung für die Wettbewerber besitzen:

- hohe Reputation der Juroren
- hoher Aufwand für Bewertungsverfahren/Juroren
- klare transparente Bewertungskriterien
- hohe Dotierung des Preises
- sehr breite interdisziplinäre Öffentlichkeitsarbeit
- deutlich thematische Fokussierung

2.5.3 Breitenförderung

Gegenwärtig sind Nachhaltigkeitskriterien in den Wettbewerbsrichtlinien ausschlaggebende Beurteilungspunkte [Seu04, S. 160]. Zwar ist man in der Bewertung um einen „sozialen Ausgleich“ in Richtung finanziell schwächer ausgestatteter Projekte bemüht [Dot04, S. 180], unterliegt jedoch der Versuchung, trotzdem (aufgrund der positiv erfüllten Kriterien) die mit hohem Nachhaltigkeitspotenzial ausgestattete Projekte zu küren. Hier geht Wettbewerbspotenzial verloren, was gerade kleine Projekte zur breiten Nutzenentfaltung dringend benötigen würden. Erfolgreiche Projekte bekannt zu machen kann zu Lerneffekten durch Vergleiche führen. Besonders gute oder innovative aber noch nicht nachhaltige

Projekte bekannt zu machen kann hingegen zu konkretem Nutzen in der Breite durch den Einsatz der Innovation führen.

Daher wird auch für Wettbewerbe plädiert, die mehr den Qualitätscharakter berücksichtigen und diesbezüglich aus der Masse herausragende Lösungen prämiieren, um so konkret zu dessen Nachhaltigkeit beizutragen. Sie werden nicht mehr die Exklusivität einzelner herausragender Preisvergaben besitzen, sondern eher an einen Pool von prämierten Lösungen erinnern. [Dot04] sieht sogar die Gefahr, dass nur ein großer Preis auf Dauer viele Personen frustriert, die jedoch für weitere Entwicklungen dringend benötigt würden und schlägt daher Evaluationsergebnisse oder regionale Notwendigkeiten bei der Vergabe von Projektbudgets vor.

Anders formuliert bedeutet es nichts anders, als dass große Wettbewerbe mit hohen Dotierungen, aber nur wenigen Gewinnern, die große Masse der Teilnehmer stärker berücksichtigt sollte. Nach Teilnehmern über ein Webformular in einer Datenbank zu recherchieren, wie dies beim MEDIDA-PRIX möglich ist, ist ein erster Schritt, aber bei Weitem nicht ausreichend. Änderungsvorschläge in Richtung weiterer Spartenpreise, beispielsweise für einzelne Kategorien wie Innovationshöhe, Nachhaltigkeit des Projekts, Benutzungseleganz und Design oder didaktische Lösung erleichtern den Transfer der Teillösungen auf andere, da eine Auswahl leichter und wissenschaftlich fundierter ausfällt. Schließlich kann selten ein ganze Projekt übernommen werden.

2.5.4 Entscheidungsfindung an Hochschulen

Leitungsverantwortliche an Hochschulen sind zumeist wenig experimentierfreudig und vermeiden Versuche am ‚Organismus Hochschule‘. Nach wissenschaftlichen Vorgehensmodellen werden bevorzugt verifizierbare Ergebnisse bei Organisations- und Managemententscheidungen berücksichtigt, um das Risiko einer falschen Entscheidung zu vermeiden. Gleichzeitig besteht ein Veränderungsdruck, um nicht den Anschluss an Restrukturierungsmaßnahmen, von denen man oft nicht weiß, ob sie notwendige sind, zu verlieren (vgl. *IKT-Konsolidierung*, S. 24) und im Wettbewerb unter den Hochschulen zurück zu fallen. Öffentliche Rankings helfen bei speziell technologisch-organisatorischen Fragestellungen wenig, und ihre Aussagekraft wird häufig bezweifelt [BFG⁺05]. Anders ist es bei Wettbewerben mit weit reichendem Renommee, deren Sieger von anerkannten Fachjuroren bestimmt werden und nachvollziehbare Ergebnisse liefern [BTW04]. Erfolgreiche Projekte mit hochschulweiter Auswirkung dienen hier als wichtige Referenzen bei eigenen Argumentationen und sind in der Lage, notwendige Strukturwandlungen sichtbar und gangbar zu machen [Bra04, S. 189].

2.5.5 Benchmarking

Benchmarking-Veranstaltungen sind Wettbewerbe, die konsequent den Nutzenaspekt betrachten und dafür konkrete Kennzahlen untereinander vergleichen. Zwar werden am Ende ebenso Gewinner gekürt, die Ermittlung erfolgt jedoch anhand einer exakten Analyse zu meist mittels eines konkreten Fragebogens zur Selbstauskunft sowie persönlicher Audits der Juroren. Benchmarking-Programme bieten eine kosteneffektive Chance für die jeweils teilnehmenden Hochschulen, ihre Schlüsseltätigkeiten detailliert mit anderen Hochschulen zu vergleichen um so Schwachstellen zu entdecken und konkrete Zielvorgaben zu erhalten [ESM05]. Weltweit existieren einige hochschulübergreifende Benchmarking-Gruppen, wobei nur geringer Fokus auf IT-gestützter Lehre liegt, weshalb [Bac05, S. 35 ff] mit einer speziellen Benchmark-Tabelle eine E-Learning-Adaption vornimmt.

Wettbewerbe wirken also elementar und sehr konkret und sollten daher nicht nur als „Examples of good Practice“ von Produkten verstanden werden, sondern ebenso als Benchmark von organisatorischen Entwicklungsprozessen in Bildungseinrichtungen. Gemäß dem Marketing-Motto „Tue Gutes und rede darüber“ ist so für Publizität über die jeweiligen Fachgruppen hinaus gesorgt [BP04, S. 169].

2.6 Rechtliche Rahmenbedingungen

Einer der ursprünglichsten Treiber von modernem E-Learning ist die einfache, schnelle und sehr kostengünstige Verbreitung von Lerninhalten über das World Wide Web (WWW). Mit dem Ziel einer lebenslangen Lernkultur sollen möglichst viele Personen und, allen voran, Studenten die Möglichkeit erhalten, effizient und zu geringsten Kosten an beliebigen Orten Inhalte abzurufen und damit zu lernen. Den Dozenten soll es ermöglichen, fremde Inhalte für eigene Lehrprojekte weiter zu verwenden. Da E-Learning-Software de jure auf urheberrechtlich geschütztem Material basiert, ist dieser offensichtliche Nutzen durch rechtliche Rahmenbedingungen a priori eingengt. Die folgenden Abschnitte diskutieren die Problematik und zeigen Lösungen zur Steigerung der Nachhaltigkeit auf.

2.6.1 Urheberrechtsgesetz

Nach aktueller deutscher Rechtsprechung stehen der nachhaltigen Nutzung von Lernobjekten schwerwiegende urheberrechtliche Beschränkungen gegenüber, die den dauerhaften Einsatz behindern und teilweise sogar blockieren. Prinzipiell wird unterschieden, in welchem Maße der öffentliche Abruf von Inhalten möglich ist. Ein zugangsbeschränkter

Server mit eingeschränkten Berechtigungsstufen kann dabei mehr Inhalt, bestehend aus Material, das urheberrechtlich geschützt ist, bereitstellen, als frei erreichbare Webseiten. Den aktuellen rechtlichen Rahmen hierzu liefert die Urheberrechtsnovelle aus dem Jahr 2003 als Umsetzung einer EG-Harmonisierungsrichtlinie, die den Einsatz von urheberrechtlich geschützten Material in Lehre und Forschung regelt. Das Urheberrechtsgesetz (UrhG) [URH03] wiegt dabei Bildungs- und Forschungsinteressen der Allgemeinheit mit den kommerziellen Rechten der Urheber ab und gibt ihnen als Ausgleich Ansprüche über eine Verwertungsgesellschaft, wie beispielsweise der Verwertungsgesellschaft WORT mit Sitz in München.

Die partielle Lockerung des Urheberrechts regelt §§ 51-53 UrhG [Hor05]. Neu und von besonderem Interesse ist nach dem aktuellen § 52a UrhG (Öffentliche Zugänglichmachung für Unterricht und Forschung), dass in Lernplattformen mit zugangsgeschützten Kursräumen zu einer bestimmten Lehrveranstaltung Teile von veröffentlichten Werken, Werke geringeren Umfangs, Monografien oder einzelne Artikel zum Abruf bereitgestellt werden können. Aber schon bei Bereitstellungen auf Fakultätsebene oder gar hochschulübergreifenden Lehrgruppen wird die Gesetzeslage unsicher. Computerprogramme und Bildungssoftware sind ausdrücklich von der Erlaubnis ausgenommen, was sich als große Hemmschwelle für E-Learning-Angebote darstellt. Außerdem darf die Bereitstellung zu Lehr- und Forschungszwecken keinem kommerziellen Zweck dienen, was zu einem deutlich geringeren potenziellen Inhaltsangebot bei kommerziellen Geschäftsmodellen und Einschränkungen durch kostendeckend eingesetzte Studiengebühren führt [Hor05].

Auf rechtliche Rahmenbedingungen zur Erleichterung oder gar Treiber für eine weite Verbreitung und einfachen Vielnutzung von Lehrinhalten zu setzen, erscheint nicht sinnvoll. Im Gegenteil; aktuelle Memoranden zur Diskussion einer weiteren Reformierung des Urheberrechts sehen einen starken Einfluss wirtschaftlicher Verwertungsinteressen von Verlagen und Betreibergesellschaften, die zwar auf der einen Seite Autoren vertreten, auf der anderen Seite aber finanzielle Eigeninteressen vertreten, die dem Interesse des Autors als Lehrendem und Wissenschaftlern häufig entgegenstehen [HK05]. Zum gleichen Schluss kommt auch [Hor05], indem Hochschulen, die ihre Ressourcen für Forschung und Lehre über mehrere Hochschulen hinweg mobilisieren wollen, unter Umständen eingebundenes Fremdmaterial mit erheblichen Kosten lizenzieren müssen.

2.6.2 Lizenzen

Als Lösung der Unsicherheit und Problematik kann nur deren Vermeidung angesehen werden, also die Priorisierung von Material und Programmen, das den gesetzlichen Beschrän-

kungen des Urheberrechtsgesetzes nicht unterworfen, sondern durch Lizenzen entsprechend legalisiert ist. Eine Lizenz beispielsweise, bei der der Urheber dem Nutzer das Recht an der uneingeschränkten Nutzung für austauschbare Lehrinhalte gibt bei gleichzeitiger Entpflichtung auf Namensnennung, kann die Nachhaltigkeit entwickelter E-Learning-Materialien bestmöglich steigern. Ein Dozent hätte beim Einbau entsprechend freigegebener Materialien in eigene Angebote keine Rechtsfolgen zu erwarten und durch die Dekontextualisierung bezüglich einer akademischen Namensnennung schwindet das Einbauhemmnis persönlicher Reputation. Eine derartige Lizenz kann als Vorschlag verstanden werden, um Nachhaltigkeit für E-Learning-Inhalte, beispielsweise durch den Einsatz von Tauschbörsen für Lernobjekte wie sie [Sim03] beschreibt, zu unterstützen.

Doch der komplette Rechteverzicht ist selten erwünscht, wofür weniger restriktive Lizenzen entstanden. Mittlerweile gibt es eine Vielzahl an Lizenzen, die hier nicht alle beschrieben werden können. Alleine im Softwarebereich beschreibt die Open Source Initiative (OSI) [OSI05] beispielsweise über 60 verschiedene Lizenzen. Häufig eingesetzt ist die von Richard Stallman entwickelte General Public License (GPL) und viele ähnliche andere Lizenzen⁶, ohne deren Copyleft-Regelungen Linux und viele weitere Open-Source-Projekte heute nicht den hohen funktionalen, qualitativen und emotionalen Stellenwert hätten. Diese Lizenzen tragen also wesentlich zur Nachhaltigkeit von Softwarelösungen und der darauf basierenden SED bei.

2.6.3 Creative Commons

Die relativ junge Softwarebranche entwickelte mit diesen Lizenzen ihre eigenen Regeln. Auch im publizistische Sektor gibt es vielfältige Gründe, warum die vorhandenen Urheberrechte des Autors – und somit Beschränkungen für Andere – in den gesetzlichen Bestimmung nicht sinnvoll und vom Autor oft auch nicht gewünscht sind. Im Bereich E-Learning wird dies an einigen herausragenden Projekten wie Connexions [CNX05], MIT OpenCourseWare [MIT05a] oder ADUni.org [ADU05] deutlich. E-Learning-Inhalte werden dort im Web als kleine Wissenseinheiten oder ganze Kurse kostenlos und zur ausdrücklichen Weiterverbreitung angeboten, teilweise sogar mit Modifizierungsrechten.

Als Katalysator dieser Lösungen werden spezielle Lizenzen benötigt. Eine Lizenz, die sich im publizistischen Bereich – Audio, Bilder, Video, Text, Lernmodule, etc. – wachsender Beliebtheit erfreut, ist die Creative Commons (CC) Open License [CC005]. Die CC-

⁶Hervorzuheben ist beispielsweise die „Bremer Lizenz für freie Softwarebibliotheken“ [Kre04], eine Open-Source-Lizenz, die speziell an deutsches Recht angepasst ist und so bestehende Inkompatibilitäten von Lizenzen ausländischer Herkunft ausgleicht.

Lizenz erlaubt unter der Voraussetzung, dass der Rechtsinhaber⁷ genannt wird, fremdes urheberrechtlich geschütztes Material zu vervielfältigen und zu verbreiten. Als Optionen kann zusätzlich eine kommerzielle Verwertung erlaubt werden sowie ob oder in welchem Umfang Inhalte⁸ verändert werden dürfen. Abbildung 2.12 zeigt die möglichen Kombinationen nach deutschem Recht.

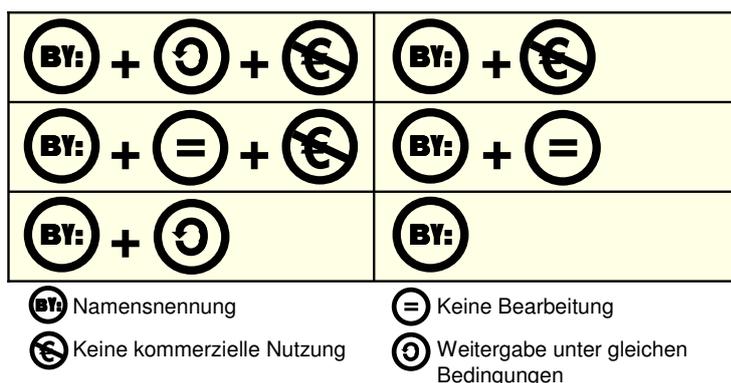


Abbildung 2.12: Creative Commons Lizenzabdeckung

Erste Suchmaschinen unterstützen die ausschließliche Suche in CC-Inhalten. Mittels Yahoo! Creative Commons Search BETA [YCC05] kann speziell nach Inhalten gesucht werden, die eine kommerzielle Nutzung erlauben oder weiterverarbeitet werden dürfen. Möchte ein Dozent von E-Learning profitieren, sucht er dort nach entsprechenden Inhalten und baut sich seinen eigenen Kurs damit zusammen. Gerade bei E-Learning, bei dem die Erstellung einzelner Module häufig hohen Aufwand verursacht, kann der Dozent einerseits seinen Aufwand verringern und auf fertige Module seiner Kollegen zurück greifen. Andererseits kann er die gewonnen Ressourcen für eigene Module verwenden, die er anschließend nachhaltig zur Verfügung stellen kann. Wird die bei CC diskutierte „License Option that would encourage educational Uses of a Work“ [CC05] jenseits der kommerziellen Bedingungen realisiert, ist sogar von einer weiteren Verbesserung auszugehen. Eine solche Lizenz soll klarstellen, dass alle angebotenen Lernmodule einen akzeptablen Rahmen erhalten und die Inhalte von anderen Institutionen genutzt werden können und sollten [KW05, S. 226f].

⁷Rechtsinhaber ist bei neuen Inhalten der Autor oder jemand, der die Nutzungsrechte kostenlos oder kostenpflichtig erhalten hat.

⁸Nach § 2 II verwendet das deutsche Urheberrechtsgesetz hierfür den Begriff „Werk“, falls der Autor noch Rechtsinhaber ist.

2.6.4 Rolle der Verlage

Neben urheberrechtlichen Fragestellungen für neue Paradigmen beim Umgang mit Content spielen das allgemeine Gerechtigkeitsempfinden, wirtschaftliche Interessen sowie Interessensabwägungen zwischen Autor, Verlag und Bibliothek ein Rolle (vgl. Abbildung 2.13). Der Autor ist in der Regel gleichzeitig Rezipient und Produzent. Als Beschäftigter des öffentlichen Dienstes wird er über Steuergelder finanziert. Seine Publikationen stellt er Kollegen zur Begutachtung zur Verfügung, die ebenso finanziert sind. Die Publikation erfolgt durch einen Verlag, dem er kostenlos seine Rechte abtritt, teilweise sogar so genannte Publication Charges zahlt oder die Publikation indirekt finanziert über Konferenzbeiträge. Der Verlag produziert ein gedrucktes Werk und verkauft es über Bibliotheken wieder dem Autor.

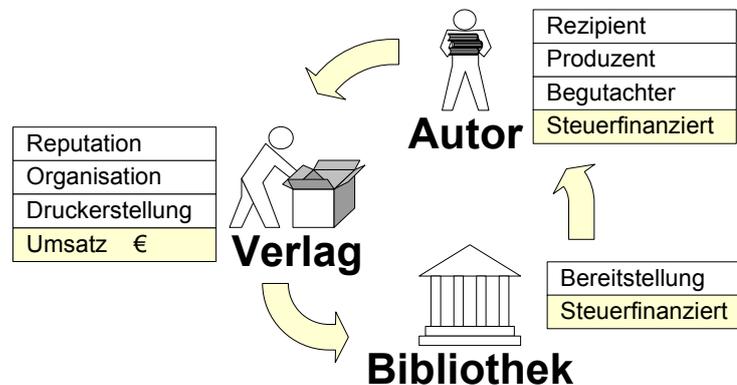


Abbildung 2.13: Spannungsfeld auf monetärer Ebene zwischen Autor, Verlag und Bibliothek

Zu erkennen ist dabei, dass nicht zuletzt durch die durchgängig digitale Publizitätskette, wie sie bei E-Learning a priori auftritt und im klassischen Print-Bereich zukünftig von der Fachwelt erwartet wird, die Rolle der Verlage neu überdacht werden muss. Erste Ansätze wünschen zeitlich begrenzte Rechteübertragungen auf die Verlage, beispielsweise auf ein Jahr oder sechs Monate [Mit05b, S. 45]. Eine genaue Untersuchung würde den Rahmen dieser Arbeit bei weitem sprengen. Nachhaltigkeitspotenzial ist hier jedenfalls zu erwarten, wie auch die Initiatoren der nachfolgend beschriebenen Open-Access-Initiative deutlich machen.

2.6.5 Open-Access-Initiative

Eine bislang in der Öffentlichkeit wenig beachtete Initiative ist die Berliner Erklärung zu Open Access (OA) [OA005], die im Oktober 2003 initiiert und mittlerweile von über 130

internationalen, renommierten wissenschaftlichen Organisationen ratifiziert wurde. Darin fordern die Wissenschaftler auf, „Forscher und Stipendiaten dazu anzuhalten, ihre Arbeiten nach dem Prinzip des offenen Zugangs zu veröffentlichen“. Sie sieht die Vision eines künftigen Webs der „umfassenden und zugänglichen Wissensrepräsentation“, wofür das Web „nachhaltig, interaktiv und transparent“, sowie „Inhalte und Software [...] frei verfügbar und kompatibel“ sein müssen. Zum Erreichen dieses Ziels schlagen sie vor, dass Autoren ihre Inhalte auf öffentlich zugänglichen Servern hinterlegen und jedermann gestatten sollen, sie zu nutzen, zu vervielfältigen und zu verbreiten. Open Access meint also den uneingeschränkten, kostenlosen Zugriff auf sämtliche wissenschaftliche Informationen. Die Eliten sind sich dabei im Klaren, dass „diese Entwicklungen das Wesen des wissenschaftlichen Publizierens und des existierenden Systems der Qualitätssicherung grundlegend verändern können“ [OA005].

2.6.6 Anerkennung von Prüfungsleistungen

Die Abwicklung von Prüfungen und die Anerkennung von Prüfungsleistungen ist möglich, wenn Verfahren etabliert werden, die hochschulübergreifende Lehrveranstaltungen ankündigen und dem Studierenden absolut zuverlässige Regelungen bieten. Nach [ULI05] sollten Prüfungen grundsätzlich in der Verantwortung des Kursanbieters liegen, also zumeist beim Autor des Kurses. Ein persönlicher Ansprechpartner vor Ort mit entsprechender rechtlicher Autorität bezüglich Prüfungsregelungen dient dem Studierenden als lokale Kontaktperson und kümmert sich um sichere Anerkennungsregelungen sowie die entsprechende Aufnahme der E-Learning-Veranstaltungen in das Lehrangebot für den Studenten. Prüfungen werden geografisch an der importierenden Hochschule durchgeführt, deren Organisation ebenso lokal durchgeführt wird.

Die Fachwelt ist sich einig [ULI05], dass es zukünftig ist nicht zu vertreten ist, wenn für Angebote dieser Art jeweils individuelle Anerkennungsregelungen gefunden und getroffen werden müssen. Vielmehr müssen verbindliche Prozeduren festgelegt werden, die von teilnehmenden Hochschulen adaptiert und in deren Prüfungsordnungen repräsentiert und anschließend umgesetzt werden können.

2.6.7 Rechtsform des Anbieters

Besteht der Wunsch, Nachhaltigkeit durch die Generierung von monetärem Umsatz zu unterstützen (vgl. *Erlösmodelle*, S. 56), stellt sich die Frage der Rechtspersönlichkeit des Anbieters, der mit dem Abnehmer der Lehrleistung eine Geschäftsbeziehung eingeht und sich für Angebot, Lieferung, Abrechnung sowie Gewährleistung verantwortlich zeichnet. Wird

die Rechtsform unter wirtschaftlichen Nachhaltigkeitsgesichtspunkten betrachtet, ist eine Rechtsform zu wählen, die unter

- Reputations-,
- Marketing- und
- steuerlichen Gesichtspunkten

den geringsten Negativeffekt aufweist. Die Rechtsform sollte für Kunden Vertrauen schaffen und geringe Verwaltungskostenanteile aufweisen. Will der Anbieter keine Gewinne erwirtschaften, sondern gemeinnützigen Zwecken dienen, was bei hochschulnahen Bildungsanbietern unterstellt werden kann [Hag01], sind Rechtsformen möglich, die keiner Besteuerung unterliegen wie gemeinnützige Gesellschaften mit beschränkter Haftung (gGmbH), eingetragene Vereine (e.V.) oder beispielsweise Stiftungen, wodurch mehr Umsatz für Forschung, Entwicklung und Vertrieb zur Verfügung bleibt. Welche Rechtsform im Einzelfall in Frage kommt, hängt von vielerlei Faktoren ab und wird in [DM03] ausführlich diskutiert.

2.7 Ökonomischer Aspekt

Um Projekte nach der Förderphase finanziell am Leben zu erhalten, kann eine Umschichtung von Mitteln in den Haushalten der Hochschulen ein Weg sein [Ker01], der je nach Förderprojekt oder den organisatorischen Möglichkeiten häufig jedoch nicht möglich ist (vgl. *Organisatorische Integration*, S. 39). Andererseits können losgelöst von allen technischen, didaktischen und organisatorischen Fragestellungen E-Learning-Lösungen als kommerzielle Produkte betrachtet werden, mit denen monetärer Umsatz generiert werden kann.

Es ergibt sich somit der Wunsch nach der Querfinanzierung von E-Learning-Inhalten an öffentlich finanzierten Hochschulen durch einen externen Vertrieb. Auch wenn es in Fachkreisen allgemein akzeptiert ist [Bau03], muss gefragt werden, ob eine Vermischung von öffentlich geförderten Projekten mit wirtschaftlichen Kriterien überhaupt sinnvoll ist, um Nachhaltigkeit zu bewerten. Setzt man integeres marktwirtschaftliches Agieren voraus, ist eine Vermischung kritisch wie beispielsweise bei öffentlichen Subventionen mit reinem wirtschaftlichem Interesse von Betrieben. Da es sich aber um Bildungsfragen handelt, die einem öffentlichen Auftrag folgen, ist diese Kritik weniger problematisch.

Ein Ansatz, der die allgemeine und ganzheitliche Betrachtung von E-Learning-Geschäftsmodellen vorsieht, zeigte sich aus ökonomischer Perspektive wenig präzise, da Geschäftsmodelle nicht ausschließlich wirtschaftlichem Gewinn zum Erhalt der Nachhaltigkeit

unterliegen und häufig nicht mehr und nicht weniger als Einsatzkonzepte beziehungsweise Betriebsmodelle darstellen [KW05, S. 225] [Hag01].

Zu beachten ist, dass in der Realität vermehrt Einsatzkonzepte auftauchen, die zwar ökonomischen Nutzen bringen (durch Einsparung von Arbeitszeit), ohne jedoch wirtschaftlichen Gewinn zu machen, wie der Abschnitt *Creative Commons*, S. 52 vor dem Hintergrund urheberrechtlicher Öffnung von Content zeigt.

Es kann derzeit kein wirtschaftlichen Kriterien unterliegendes Geschäftsmodell für Hochschulen ausgemacht werden, das primäre E-Learning-Leistungen (PEL) auf eigene Rechnung produziert und mit finanziellem Gewinn vermarktet. Es gibt zwar einige Ansätze wie die Teleakademie Furtwangen, die ETH Zürich oder die Fernuniversität Hagen [DM03, S. 75], die mit ihren Angeboten Umsatz generieren; einen Nachweis auf Basis einer Vollkostenrechnung existiert jedoch nicht. Selbst wissenschaftlich sichere Erkenntnisse über Methoden zur Sicherung der Nachhaltigkeit durch Einnahmen nach der Entwicklung von Content in Förderphasen sind nicht vorhanden. Allerdings existieren einige Ansätze, die im Folgenden betrachtet werden.

2.7.1 Erlösmodelle

Nach einer Studie des Forschungsinstitut für Bildungs- und Sozialökonomie (FiBS) in Kooperation mit dem Institut für Medien- und Kompetenzforschung (MMB) werden grundsätzlich drei Erlösmodelle diskutiert [DM03, S. 186ff]:

Werbung Neben Einnahmen durch Werbung fallen hierunter Erlöse durch Sponsoren sowie Spendengelder.

Abonnement Der Nutzer bezahlt einmalig ein auf ihn zugeschnittenes Paket, das er pauschal im Abonnementzeitraum nutzen kann.

Pay-Per-Use Je nach Zeitdauer oder Anzahl abgerufener Einheiten erfolgt eine nutzungsabhängige Abrechnung.

[WK05] weist unterschiedlichen Geschäftsmodelltypen Erlösmodelle zu und führt deren spezifische Leistungen und Erlöserwartungen auf. Das Erlösmodell von [DM03] findet sich dabei im Geschäftsmodelltyp *Knowledge Ressource Providing*, wobei noch vier weitere Typen existieren, deren Erlösmodelle sich teilweise überschneiden, wie Tabelle 2.3 zeigt.

Die Geschäftsmodelltypen *Academic Studies and Degree Providing* sowie *Knowledge Ressource Providing* sind bei der Fortführung geförderter Bildungsprojekte in der ökonomischen Bildungslandschaft am häufigsten anzutreffen [WK05, S. 189], wobei an diesen

Erlösart	Modelltyp	<i>Academic Studies and Degree Providing</i>	<i>Knowledge Resource Providing</i>	<i>E-Learning Brokerage</i>	<i>Software Sales and Service</i>	<i>Consultancy and Training</i>
Prüfungen		☒				
Abschluss		☒				
Studiengang		☒	☒			
Lerndauer			☒			
Lehrinhalt			☒			
Provision				☒		
Softwarelizenz					☒	
Programmierung					☒	☒
Support			☒		☒	☒
Beratung		☒	☒	☒	☒	☒
Schulung				☒	☒	☒

Tabelle 2.3: Erlösarten verschiedener Geschäftsmodelltypen

zwei Bereichen auch sehr deutlich wird, dass die Typen häufig integriert betrachtet werden müssen, beispielsweise beim Angebot eines postgraduellen Online-Studiengangs, der Content und Abschluss beinhaltet. Weitere Überschneidungen sind in Tabelle 2.3 deutlich zu erkennen.

Bezüglich der Gebührenhöhe werden erhebliche Differenzen festgestellt und die derzeit bestehenden Angebote scheinen primär aus vielen Förderprojekten entstanden zu sein, was eventuell die überwiegend angebots- und nicht nachfrageorientierte Situation begründet.

Unter wirtschaftswissenschaftlichen Gesichtspunkten wird ökonomische Nachhaltigkeit bei [BHW05] als Resultat aus Zahlungsbereitschaft und Mindestkosten definiert. Welche Erlösarten im Einzelnen existieren, ist nicht von Interesse. Die angebotenen Leistungen werden einem abstrakten Qualitätsindikator unterworfen und davon die Zahlungsbereitschaft potentieller Kunden abgeleitet. Gleichzeitig ergeben sich Mindestkosten zum Erreichen des Qualitätsniveaus, aus dessen Differenz sich eine ökonomische Nachhaltigkeit ableiten lässt. Treten mehrere Anbieter mit gleichem Qualitätsindikator auf, wird der tatsächlich durchsetzbare Preis die eigentliche Zahlungsbereitschaft unterschreiten. Es verbleibt der dunkle Streifen in Abbildung 2.14.

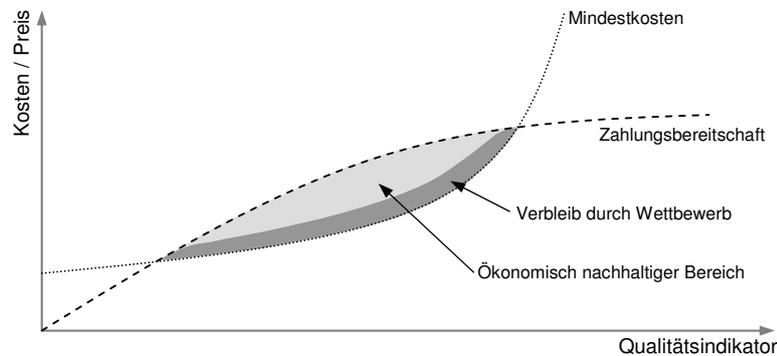


Abbildung 2.14: Erlössituation durch Wettbewerb

2.7.2 Gebührenerfassung

Die meisten Theorien [Bau03, Bre03, DM03, Ehl04, KW04, Hop05, KW05] haben einen so allgemeinen holistischen Ansatz, dass selten eine konkrete Umsetzungsvorgabe in IKT existiert, geschweige denn zur konkreten Gebührenerfassung. Einen interessanten Ansatz hierzu zeigt [Sch05]. Nach strukturierten Überlegungen zu den Vorteilen der Technologie bei E-Learning (Optimierung von Prozessen) wird ein Konzept vorgestellt, das die Spezifikation, Umsetzung und Integration von Geschäftsmodellvorgaben erlauben soll. Die Grundüberlegung stellt der Handel von digitalen Produkten zwischen Lieferant und Konsument über eine Handelsplattform dar. Hierfür wird ein relationales Datenmodell entworfen, das die Spezifizierung der ökonomischen Vorgaben erlaubt. Nach dem Aushandeln so genannter Lizenzen kann darauf basierend ein oder mehrere digitale Produkte oder Dienstleistungen abgerufen werden. Wie Abbildung 2.15 zeigt, ist jeder Aufruf eines Contents gekapselt in einen Prolog und einen Epilog, die Autorisierung und Lizenzaushandlung (Prolog), sowie Abrechnung (Epilog) übernehmen.

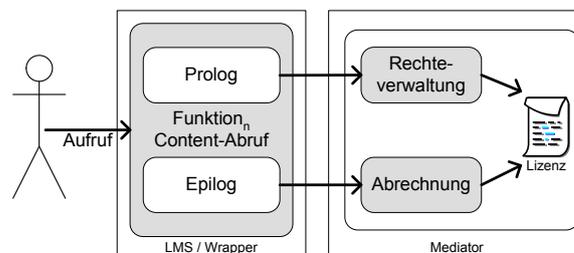


Abbildung 2.15: Feingranulare Abrechnungsmöglichkeit digitaler Inhalte

In [Zec05] wird ein neues technisches Konzept vorgestellt, das einfach den feingranularen Vertrieb (Angebot → Annahme → Lieferung → Abrechnung) von Content erlaubt, allerdings nicht wie [Sch05] für jede abgerufene Funktion, sondern URL-basiert, wodurch auch Content ohne spezielles LMS abgerechnet und somit eine breitere Zielgruppe erreicht werden kann.

Solange solche Abrechnungssysteme in der breiten Masse nicht verfügbar sind, ist es praktisch nicht möglich, entsprechend repräsentative Untersuchungen durchzuführen. Die Integration standardisierter, einfacher und feingranularer Abrechnungssysteme (häufig auch als Micropayment bezeichnet, wobei Micropayment auch den Bezahlvorgang einschließt) erlaubt es sehr viel mehr Anbietern, ihren Content kostenpflichtig bereitzustellen, wodurch eine deutlich höhere Akzeptanz und damit Marktdurchdringung zu erwarten ist. Erst dann können wissenschaftliche oder pragmatische Heuristiken für wirtschaftlich erfolgreiches Vermarkten beliebiger E-Learning-Inhalte entwickelt und optimale Verfahren wissenschaftlich nachgewiesen werden.

2.7.3 Kostenaspekt

Nachhaltigkeitsuntersuchungen von [AKTZ04] zeigen eine Differenzierung der Produkte zu Ungunsten der Kostenführerschaft. Bildung muss sich daher immer mehr auf die Frage einstellen, was genau eine einzelne Bildungsmaßnahme an Kosten verursacht hat und das nicht nur wegen dem Einsatz von kostspieliger IKT. Wie schwierig sich die Antwort darauf darstellt, zeigen Probleme bei der Bestimmung von RoI (Return on Investment), TCO (Total Cost of Ownership) oder TVO (Total Value of Ownership/Opportunity) in der reinen IKT-Kostenrechnung [Int97, FG02b, Bor03].

Innerhalb dieser ganzheitlichen Ansätze ist die mathematische Erfassung der finanziellen Strukturen ein wichtiger Bereich [Rum01, GJF03b, CKLG04], der eindeutig entscheidungsrelevante Kennzahlen liefert. Diese lassen sich sehr gut in Relation zu realen Ergebnissen setzen und zur Analyse oder Entscheidungsgrundlage nutzen [LSP03]. Sowohl Bildungskostenrechnung also auch IKT-Kostenrechnung sind bei einer exakten Kostenberechnung zu berücksichtigen. Beides stellen Bereiche dar, die durch neue dezentrale Strukturen und hohe Prozessanteile die Kalkulationen erschweren. Kapitel *COM/L-K2*, S. 71 widmet sich ausschließlich diesem Themenbereich.

2.7.4 Marketing und Öffentlichkeitsarbeit

Marketing und Öffentlichkeitsarbeit unterliegen prinzipiell den üblichen Regeln des Vertriebs von Produkten. Es bedeutet eine konsequente Markt- und Kundenorientierung, in dem

sowohl die Angebote an den Markt angepasst werden (interne Fokussierung) als auch der Markt versucht, die Nachfrage an das Angebot (extere Fokussierung) anzupassen [KB01]. Die verwendeten Verfahren werden im „Marketing-Mix“ festgelegt (siehe Abbildung 2.16) und sind in der einschlägigen Literatur ausführlich beschrieben.



Abbildung 2.16: Fragen eines Marketing-Mix für E-Learning-Produkte

Die Distribution basiert bei E-Learning prinzipiell auf zwei Säulen: dem traditionellen Vertrieb von physikalischen Gütern wie Compact Discs (CDs) und Flash-Speichermedien über Verlage, Direktversand, Groß- und Einzelhandel, sowie online über das Internet. Soweit technisch beide Verfahren möglich sind, beispielsweise bei statischen Webseiten, entscheiden im Einzelfalle weitere Kriterien des Marketing-Mixes. Andererseits sind manche Dienste ausschließlich online möglich wie beispielsweise Online-Umfragen. Die Preispolitik leitet sich direkt aus dem Produkt und der Konkurrenzsituation ab, was bei *Marktpotenziale und Zielgruppen*, S. 61 näher betrachtet wird.

Sowohl bei kommerziell erfolgreichen Projekten als auch bei Projekten, die dauerhaft aus öffentlichen Mitteln erhalten werden, spielt die Kommunikationspolitik eine entscheidende Rolle [KW05, S. 226]. Wie beispielsweise in Abschnitt *Creative Commons*, S. 52 gezeigt, unterliegt Nachhaltigkeit nicht ausschließlich dem Kriterium der Umsatzgenerierung. Gerade mit dem Internet als Transportmittel und dem nahezu zum Nulltarif möglichen Download von Software auf ein Speichermedium direkt beim Kunden kann eine hohe Marktpenetration und vielfältiger Nutzen entstehen, ohne ein kostenpflichtiges Produkt anzubieten. Der Firefox-Browser oder anderer Open-Source-Software sind Beispiele dafür, dass Nachhaltigkeit eines geförderten Projekts keine Frage der Kommerzialisierung sein muss.

[POR04] führt die Notwendigkeit zur Außendarstellung durch die Initiierung und den Besuch von Veranstaltungen auf, sollen die gewonnenen E-Learning-Innovationen nicht in Vergessenheit geraten. Ebenso sieht es auch [KMH02] und unterscheidet zwischen internen und externen Veranstaltungen: Projektbeteiligte sind häufig nicht nur an einem Projekt

beteiligt und kommen im Rahmen weiterer Tätigkeiten mit vielen potenziellen Nutzern im Hochschulumfeld zusammen, was der direkten Kommunikation des Angebots nutzen kann. Eine persönliche Empfehlung, die dabei ausgesprochen wird, kann als besonders wirksam betrachtet werden. Zur externen Kommunikation eignen sich für die Branche besonders Präsentationen auf Konferenzen und Messen.

Das entscheidende Kriterium ist die Positionierung der Angebote im Markt und die Frage nach einem guten Markennamen (engl. „brand“) [DM03, S. 209]. Neben verständlichen Produktbeschreibungen und leicht zu bedienenden Webseiten muss Wert auf die Bekanntmachung eines Markennamens (Markenbildung, engl. „branding“) sowie eine kontinuierliche Presse- und Öffentlichkeitsarbeit gelegt werden.

Um erfolgreich im Markt zu agieren, ist ein gutes Branding und ein hoher Bekanntheitsgrad also unerlässlich. Für [HT04] ist dies sogar eine „(über)lebensnotwendige Frage“. Häufig kann dieses Ziel in alleiniger Anstrengung nicht erreicht werden, was zu Netzwirkbildung unter Anbietern führen sollte. So seien „strategische Partnerschaften mit Organisationen, deren Kernkompetenzen jeweils in zu ergänzenden Marktsegmenten liegen“ sinnvolle Lösungen und dem Kunden können, dem „Full-Service-Gedanken entsprechend, Dienstleistungen und Produkte entweder aus einer Hand oder aber intelligent vernetzt angeboten werden“. Diese kundenspezifische Integration entscheide letztendlich über Erfolg und Misserfolg von E-Learning-Ansätzen.

2.7.5 Marktpotenziale und Zielgruppen

Es existieren keine zuverlässigen Zahlen zum Marktvolumen von E-Learning allgemein und selbst zuverlässige Marktdaten zur Abschätzung des Marktpotenzials von reinem Content sind nicht verfügbar [DM03, S. 207]. Weder das Statistische Bundesamt Deutschland [DES05], noch das Statistische Amt der Europäischen Gemeinschaften (Eurostat) [EUR05] geben Auskunft über Investitionsvorhaben in technologiegestützte Dienste im Bildungsbereich. Verschiedenen Studien, wie die Belecon-Studie (2001), die Unicmind-Studie (2001), die MMB-Studie (2002) und Cap Gemini Ernst & Young (2001) kommen – nicht nur durch variierende Annahmen über E-Learning – zu völlig unterschiedlichen Bedarfsabschätzungen, sondern Prognosen von damals konnten bei neueren Untersuchungen auch nicht mehr bestätigt werden [MP03]. Was alle verbindet ist lediglich der Markttrend eines stetigen Wachstums.

Betrachtet man behelfsweise den gesamten Weiterbildungsmarkt als Marktpotenzial, ergibt sich nach den aktuellsten Marktdaten aus dem Jahr 2003 (A,B,C) [Mic04] und 2004 (D) [Bun04a, S. 28 f] ein Umsatzvolumen in Deutschland von etwa 18 Mrd. Euro. Davon

fallen auf

- A: gewerblichen Wirtschaft etwa 7,6 Mrd. Euro
- B: freie Berufe und öffentliche Arbeitgeber geschätzte 1,7 Mrd. Euro
- C: Privatausgaben für Weiterbildungsmaßnahmen 6,4 Mrd. Euro
- D: Bundesagentur für Arbeit 2,5 Mrd. Euro

Die Werte beziehen sich auf absolute Ausgaben für unmittelbare Weiterbildungsmaßnahmen und unterscheiden sich deutlich von den tatsächliche Kosten, die bei Unternehmen anfallen. Beispielsweise sind Opportunitätskosten durch Verzicht auf Prozessbeschleunigungen durch IKT oder Lohnausfallzeiten durch Schulungszeiten nicht mit eingeschlossen. Außerdem ist auch zu beachten, dass als Grund für E-Learning auch immer eine direkte Kostenreduzierung angeführt wird [Sei05, S. 45], wodurch sich das Marktpotenzial weiter verringert wird. Vorausgesetzt, die Kosteneinsparung tritt tatsächlich ein.

Ein weitere Reduzierung erfolgt durch die so genannte digitale Kluft, die einen Teil des Nutzerpotenzials aufgrund eines nicht vorhandenen IKT-Zugangs vom E-Learning-Markt ausschließt. Nach einer Eurostat-Studie [Dem05] nutzen Unternehmen ab zehn Arbeitnehmern zu 94% (89%)⁹ einen Internetzugang, bei Einzelpersonen sind es immer noch 61% (47%). Die Computernutzung von Einzelpersonen zwischen 16 und 74 Jahren liegt bei 70% (55%).

Es ergibt sich für E-Learning ein neues Umsatzvolumen von A: 7,1 Mrd. Euro, B: 1,6 Mrd. Euro, C: 3,9 Mrd. Euro und D: 1,5 Mrd. Euro. Für spezielle Geschäftsmodelle sind diese Zahlen weiter im Detail zu untersuchen. Insgesamt kann aber von einem Marktpotenzial von etwa 140 Mio. Euro für jeden Prozentpunkt ausgegangen werden, den E-Learning dem traditionellen Weiterbildungsmarkt abringt.

Erwartete, aber nicht erreichte Umsatzzahlen führten zu einer Ernüchterung und einer starken Marktkonsolidierung in den letzten Jahren, sodass sich nun vor allem für kleine Anbieter mit hoher Spezialisierung die Chance bietet, Marktnischen zu erschließen und zu sichern [MP03, S. 112].

Das Produktspektrum bei E-Learning reicht von Büchern mit CD-Einlage über individuell angepasste, EML-basierte Online-Curricula bis hin zu verteilt kommunizierenden LMS-Systemen sowie Service- und Beratungsleistungen. Zur Identifikation der Zielgruppen unterscheidet die Literatur daher drei Kategorien von E-Learning-Leistungen, die im Marketing-Mix der Produktpolitik Beachtung finden [DS03, MP03, DM03]:

⁹In Klammern die Werte für den Durchschnitt der 25 Staaten der Europäischen Union.

- Content
- Technologie
- Beratung

Als Zielgruppen sind diejenigen Wirtschaftsbereiche auszumachen, die bereits traditionelle Bildungsprodukte nachfragen, also Unternehmen für die betriebliche Weiterbildung, Lehrer, Selbstständige oder andere Anbieter im Rahmen eines mehrstufigen Vertriebs [KW05, S. 225] [DS03, S. 159 ff]. [Hag01] untersucht Geschäftsmodelle für universitäre Bildungsk Kooperationen und erweitert den Kreis der Nachfrager von Content auch auf Hochschulen – allerdings eingeschränkt und mit wenig Potenzial zur Umsatzgenerierung.

Nach Betrachtung der Nachhaltigkeitsaspekte ist es also unvermeidlich, die Zielgruppe zu erweitern und die gesamte Bildungslandschaft als potentielle Kunden für Content, Technologie und Beratung zu identifizieren: Durch E-Learning werden Lehr-, Lern- und Verwaltungsprozesse optimiert und mittels Softwaresystemen vereinfacht, beschleunigt und standardisiert, wodurch für Kunden solcher Systeme die gesamte Bildungsbranche inklusive Hochschulen in Frage kommt. Hier sind Alleinstellungsmerkmale und somit besondere Marktchancen von SED auszumachen, da diese ausschließlich über technologiebasierte Lösungen möglich sind – im Vergleich zu reinem Content, der prinzipiell auch traditionell vermittelt werden könnte.

2.7.6 Indirekte Finanzierung

Direkte Umsatzgenerierung mit E-Learning-Inhalten, Software und Diensten ist ein profaner Ansatz zum Erhalt der Nachhaltigkeit, schöpft jedoch nur einen kleinen Teil der Möglichkeiten aus. Durch die Wiederverwendung von Lehrveranstaltungen, innerhalb einer Institution oder über Institutionsgrenzen hinweg, Prozessoptimierungen oder Arbeitsverlagerungen zu den Lernern können wissenschaftliche und hochqualifizierte Personalressourcen freigesetzt werden, die dann erweiterte Aufgabenbereiche wahrnehmen und so beispielsweise über Beratungsdienste neue Mittel in den Lehr- und Forschungsbetrieb zuführen können. Die eingesparten Ressourcen durch eine Verlagerung von Lehre und Training über das Web (per LMS) zu eigenverantwortlichen Lernenden kann so indirekt zu finanziellem Mehrwert führen. Allerdings existieren kaum gesetzliche und mentale Rahmenbedingungen dafür, beispielsweise um Consulting-Umsätze durch Professoren und wissenschaftlichen Mitarbeitern zur regulären Querfinanzierung des Lehr- und Forschungsbetriebs verwenden zu können, was den Einsatz kurzfristig nur in Ausnahmen ermöglicht. Die Wirtschaftswissenschaft prägte in diesem Zusammenhang den Begriff der Opportunitätskosten [HM90,

S. 119 ff].

2.8 Nachhaltigkeitshemmnisse

Neben den lösungsorientierten Ansätzen der vorangegangenen Abschnitte stellt sich nun etwas genauer die Frage vom Anfang des Kapitels (S. 13), was vermieden werden sollte, will man denn eine gewisse Erfolgsschwelle überschreiten und Projekte auch nach Förderende weiter betreiben. Was nicht zur Nachhaltigkeit beiträgt ist allerdings nicht automatisch ein Hemmnis. Wenn beispielsweise [SE03, S. 10] davon spricht, dass der wichtigste Hindernisfaktor die Bereitstellung entsprechender Ressourcen darstellt, kann das nicht als Hemmnis gewertet werden, da es sich nicht um die eigentlichen Ursachen handelt und ein Hemmnis an höherer Stelle zu suchen ist. Im Folgenden werden daher nur in der Literatur explizit genannte Hemmnisse dargestellt.

2.8.1 Blockaden

Im Kontext betrieblicher Weiterbildung führt [HT04] als Probleme der Umsetzung individuelle Blockaden und organisatorische Fehler auf. Nach Meinung der Autoren entsteht durch Wahrnehmungsblockaden und festgefahrene Denkmuster (kognitive Blockaden) eine falsche Einschätzung der neuen Lösungen, was zu Ablehnungen führen kann. Weiter wird häufig die soziale Kompetenz nicht entsprechend berücksichtigt (Blockade der Ausdrucksfähigkeit) oder die Organisationskultur hemmt die Entwicklung. Im Unterschied zu Hochschulen sind Unternehmen außerdem häufig mit der Einstellung bei Mitarbeitern konfrontiert, dass Weitergabe von Wissen keinen „Wert“ hat, beziehungsweise unter dem Motto „Wissen ist Macht“ die Weitergabe behindert wird (Umwelt- und kulturbedingte Blockaden). Daneben gibt es Tendenzen von Angst, Ärger und Schadenfreude (Emotionale Blockaden) unter Projektbeteiligten und Lernenden zu berücksichtigen. Kombiniert mit handwerklichen Fehlern des Managements durch eine mangelnde Einbindung betroffener Mitarbeiter oder zu radikale Entwicklung von Denkprozessen kann keine nachhaltige Entwicklung entstehen.

2.8.2 Autonomie versus Bürokratie

Im Schul- und Hochschulbereich ist der Umgang mit Wissensweitergabe natürlich wenig problematisch; schließlich gehört es zu den Kernaufgaben der Institutionen Wissen zu vermitteln. Hier treten andere Probleme auf, die vor allem auf die geringe Weisungsgebundenheit einzelner Personen und Bereiche zurück zu führen sind. So kann eine Hochschule als

ein loses verbundenes System teilautonomer Einheiten verstanden werden [KBFW04], in der jedes Subsystemen einzeln überzeugt werden muss, da Instruktionen der Einzelelemente – wenn überhaupt – nur durch Rahmenordnungen oder Verwaltungsvorschriften möglich sind, die aber für E-Learning-Innovation wenig hilfreich sind.

Auf Verwaltungsebene ist häufig gerade das Gegenteil anzutreffen. Hier finden sich unflexible Bürokratie mit strenger hierarchischer Ordnung. Zwar lassen sich dabei relativ leicht Top-Down-Entscheidungen (vgl. *Organisatorische Integration*, S. 39) durchsetzen, aufgrund der Tragweite der Entscheidungen und der Allgemeingültigkeit für sämtliche Lehrstühle, Institute oder Fakultäten wird jedoch nur sehr behutsam davon Gebrauch gemacht, was Reorganisationen und die Einführung von innovativen Verwaltungssystemen wiederum erschwert [HK83].

Das führt dazu, dass Hochschulen der Ruf voraussetzt, nicht zuerst Ziele zu definieren und dann zu handeln, sondern vielmehr Ziele als Folge der Handlungen zu rekonstruieren [CMO72]. Werden dennoch Entscheidungen getroffen, werden diese „eher zu einem sozialen Ritual oder zu einem Abstimmungsprozess, der nicht immer mit den tatsächlichen oder intendierten Wirkungen zu tun hat, da es nur eine lose Kopplung zwischen den Elementen gibt und die Lösungsverfahren und Tatbestände ein hohes Maß an Ambiguität aufweisen“ [KBFW04, S. 6]. Verkürzt ausgedrückt geht es innerhalb dieses komplexen Sachverhalts darum, im Spannungsfeld zwischen festen bürokratischen Strukturen und organisierter Anarchie [CMO72] optimal zu agieren, um die Interessen der Projekte und der Organisation realisieren zu können.

2.8.3 Restriktionen

[Bra00] geht in seiner Basisüberlegung zur Restriktionsanalyse von Stressfaktoren durch Restriktionen aus, die eine notwendige Umschichtung von Ressourcen behindern. Neben den bekannten finanziellen Restriktionen werden sich wechselseitig beeinflussende Faktoren genannt [Bra04, S. 191], die allgemein dem Qualitätsaspekt zuzuordnen sind:

- geringer Entwicklungsstand der Evaluationsforschung in der Lehre
- mangelnde Markttransparenz
- mangelnde Kooperationen bei Produktion und Nutzung
- mangelnde Medienkompetenz auf beiden Seiten
- mangelnde technische Ausstattung der Hochschulen

- fragile Entscheidungswege und mangelnde strategische Konzepte bei deren Realisierung
- unklare rechtliche und politische Rahmenbedingungen für den Einsatz von digitalem Material

Hemmend sind nicht einzelne Punkte, die geradlinig abgearbeitet werden könnten, sondern vielmehr ein Geflecht an Restriktionen, die nur peripher finanzieller Natur sind. Als Problem wird gesehen, dass es am „Klima für Innovationen“, sowie an der „Willensbildung“ der Organisationsbeteiligten fehle, um die Verflechtung der Restriktionen zu durchbrechen.

Welche Problemstellungen im Einzelnen bei Maßnahmen zu hochschulinterner oder hochschulweiter Ressourcenallokation auftreten können, zeigt Tabelle 2.4.

Maßnahme	Probleme
Neue Einrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> • Besitzstandswahrung • Kosten
Reorganisation zentraler Einrichtungen	<ul style="list-style-type: none"> • Qualifikation / Trägheit • Besitzstandswahrung
Public-Private Partnerschaften	<ul style="list-style-type: none"> • Stetigkeit des gegenseitigen Nutzens
Campus-Companies/ Kompetenz Cluster	<ul style="list-style-type: none"> • Ausverkauf der Ressourcen • Investitionen der Hochschule
Hochschulübergreifende Kompetenzzentren	<ul style="list-style-type: none"> • Kostenverteilung • Akzeptanz, Eigenwille, Autonomie
Strategische Hochschulallianzen	<ul style="list-style-type: none"> • Durchgängige Profilbildung • Vertikale Durchdringung
Kompetenz-Netzwerke	<ul style="list-style-type: none"> • Verfügbarkeit der Ressourcen • Steuerungsaufwand • Horizontale Verflechtung/Metaebenen

Tabelle 2.4: Zentralisierungsprobleme [Bra04, S. 198]

2.8.4 Reputationsdefizit

Förderprojekte für wissenschaftliche Forschung unterliegen einer klaren Ergebniskontrolle durch begutachtete Publikationen in Bücher, Zeitschriften und Präsentationen auf wissenschaftlichen Kongressen. Wissenschaftler gewinnen hierdurch an Reputation und können so deren eigene persönliche Zukunft und weitere Drittmittelwerbungen positiv beeinflussen. Bei Medienprojekten hingegen ist es nach [Ker01] kaum möglich, „sich – wie bekanntlich für die Lehre überhaupt – in der Scientific Community eine Reputation im Bereich mediengestützter Lehre zu erwerben,“ weshalb auch nicht verwunderlich ist, dass „die Sicherung der Qualität im Verlauf vernachlässigt [...] und die Qualität der Ergebnisse nicht genügend sichtbar“ wird. Hier muss ein Umdenken stattfinden, sodass die Motivation der fachlichen Wissensträger gestärkt wird, anspruchsvollen E-Learning-Content zu erstellen und anzubieten. Die notwendige Medienkompetenz ist in diesem Prozess lediglich Mittel zum Zweck und muss entsprechend bezogen werden. Noch besser wäre, wenn hochwertige E-Learning-Autorentools so einfach zu bedienen sind wie heutige Text- und Grafikbearbeitungsprogramme zur Erstellung der Veröffentlichungen. So könnte der Inhalt wie bisher selbst erstellt werden. Unter dem Begriff Rapid-E-Learning finden sich hierzu auch erste Werkzeuge am Markt [GWF05b].

2.9 Kriterienmatrix zur Bewertung von SED

In diesem Kapitel erfolgte die wissenschaftliche Untersuchung der Aspekte zur Nachhaltigkeit von E-Learning Aktivitäten. Jedes Projekt hat seine eigenen, individuellen Faktoren, die über deren Nachhaltigkeit entscheiden. Daher werden nun konkrete Kriterien zur Nachhaltigkeitsbewertung von SED abgeleitet und in den nachfolgenden Kapiteln auf die jeweiligen Untersuchungsprojekte angewendet. Die Projekte erfuhren eine ganzheitliche Berücksichtigung dieser Kriterien, was zwei Zielen diente: Der Verifizierung der Kriterien, sowie der Projekte.

2.9.1 Maßstab zur Bewertung

Ein aus den Aspekten abgeleiteter Katalog an Kriterien dient der Verifizierung der einzelnen Projekte in Relevanz, Erfüllung und Nichterfüllung. Der Bewertungsmaßstab ist in Tabelle 2.5 dargestellt. Es werden ausschließlich qualitative Aussagen gemacht, die sich aus Relevanz für das Projekt und Erfüllungsgrad durch das Projekt zusammensetzen.

Symbol	Relevanz	Erfüllungsgrad
↑	hoch	
↔	gering	
↓	keine	
□	nicht bestimmt	
↑		voll erfüllt
↔		erfüllt
↓		nicht erfüllt
□		nicht bekannt

Tabelle 2.5: Symbole zur Bewertung der Kriterien

2.9.2 Bewertungskriterien

Die folgenden Kriterien, abgeleitet aus den einzelnen Aspekten, sind in Frageform formuliert, so dass eine Bewertung nach Tabelle 2.5 möglich ist. Jeder Block enthält einen Verweis auf den entsprechenden Bereich des Kapitels, in der das Thema der jeweiligen Frage ausführlich beschrieben ist.

	Beschreibung in Abschnitt	Relevanz	Erfüllungsgrad
Akteur	2.1		
Erfolgt eine Einbindung der relevanten Akteure?	2.1	–	–
Wird Politik/Gesellschaft in deren Handlungsweise unterstützt?	2.1.1	–	–
Erfolgt eine positive Wirkung hinsichtlich privatwirtschaftlichem Engagement?	2.1.2	–	–
Hilft es den Leitungsebenen der Bildungsanbieter bei Entscheidungen?	2.1.3	–	–
Ist die Einbindung von Fördermittelgeber gegeben?	2.1.4	–	–
Sind Initiatoren und Entwickler involviert?	2.1.5	–	–
Haben Nutzer den speziellen Bedarf und einen Vorteil?	2.1.6	–	–
Ausbreitungsdimension	2.2		
Hat die Lösung Potential sich räumlich auszubreiten?	2.2	–	–

→

	Beschreibung in Abschnitt	Relevanz	Erfüllungsgrad
Existiert ein Konzept für die Zeit nach der Entwicklungsphase?	2.2.1	-	-
Ist die Ausbreitung auf weitere Anwender und Nutzer geplant?	2.2.2	-	-
Technologie		2.3	
Ist Technologie deutlich ausschließlich als Mittel zum Zweck identifizierbar?	2.3	-	-
Existiert Mehrwert durch Vereinheitlichung und Verknüpfung und damit Reduzierung von Redundanz?	2.3.1	-	-
Ist die Portabilität durch entsprechende Softwaregestaltung gewährleistet?	2.3.2	-	-
Kommen verfügbare Standards und Normen zur Lösung spezieller technischer Anforderungen zum Einsatz?	2.3.3	-	-
Werden die technischen Möglichkeiten der Nutzer optimal berücksichtigt?	2.3.4	-	-
Organisation		2.4	
Gibt es Optionen für organisatorische Veränderungen?	2.4	-	-
Existieren Entwicklungspläne für sinnvolle Organisationsstrukturen?	2.4.1	-	-
Erfolgt eine methodisch abgesicherte Integration?	2.4.2	-	-
Wettbewerbe		2.5	
Erfolgt die Teilnahme an Wettbewerben?	2.5	-	-
Kann eine Wirkung durch Wettbewerbe ausgemacht werden?	2.5.1	-	-
Sind die Erfolgskriterien von Wettbewerben erfüllt?	2.5.2	-	-
Werden Preise für Teilbereiche vergeben?	2.5.3	-	-
Können Maßnahmen durch Wettbewerbe verifiziert werden?	2.5.4	-	-
Erfolgt die Teilnahme an Benchmarking-Projekten?	2.5.5	-	-
Rechtlicher Rahmen		2.6	
Folgen die rechtlichen Regelungen Nachhaltigkeitsanforderungen?	2.6	-	-
Ist das E-Learning-Produkt auf Urheberrechtsregelungen abgestimmt?	2.6.1	-	-
Erlaubt die Lizenzierung einen nachhaltigen Betrieb?	2.6.2	-	-
Erfolgt eine Publizierung unter erweiterten Nutzungsrechten?	2.6.3	-	-

→

	Beschreibung in Abschnitt	Relevanz	Erfüllungsgrad
Folgt die Publizierung von Diensten dem allgemeinen Gerechtigkeitsempfinden?	2.6.4	–	–
Wird Wissen uneingeschränkter und kostenlos im Web verfügbar gemacht?	2.6.5	–	–
Kommen einheitliche Verfahren zur Anerkennung von Prüfungsleistungen zum Einsatz?	2.6.6	–	–
Entspricht die Rechtsform den Anforderungen der Nachhaltigkeit?	2.6.7	–	–
Ökonomischer Aspekt	2.7		
Unterliegt das Projekt wirtschaftlichen Kriterien?	2.7	–	–
Gibt es ein konkretes Erlösmodell?	2.7.1	–	–
Können Gebühren feingranular erfasst werden?	2.7.2	–	–
Existiert Kostentransparenz in Produkten und Prozessen?	2.7.3	–	–
Erfolgt eine konsequente Markt- und Kundenorientierung anhand eines Marketing-Mix?	2.7.4	–	–
Ist das Marktvolumen bekannt?	2.7.5	–	–
Gibt es Vergleichsbetrachtungen zu Bestimmung der Opportunitätskosten?	2.7.6	–	–
Vermeidung von Hemmnissen	2.8		
Werden Maßnahmen zur Vermeidung von Hemmnissen ergriffen?	2.8	–	–
Sind alle Blockaden bekannt oder sind Maßnahmen der Identifizierung vorhanden?	2.8.1	–	–
Ist die Durchsetzung von Maßnahmen rechtlich und organisatorisch möglich?	2.8.2	–	–
Sind bei Einführung neuer Maßnahmen alle Restriktionen transparent?	2.8.3	–	–
Wird die persönliche Reputation durch die Produktion von SED gestärkt?	2.8.4	–	–

Tabelle 2.6: Kriterien zur Bewertung der Nachhaltigkeit

In den folgenden drei Kapiteln werden zuerst die einzelnen Forschungsprojekte beschrieben und jeweils anschließend die Projekte anhand dieser Kriterienmatrix bewertet.

Kapitel 3

COM/L-K2 – Kostenreferenzmodelle durch Kalkulationsobjekte

Kostenbetrachtungen unterliegen im Allgemeinen einer hohen Komplexität; der Aufwand einer umfangreichen Analyse wird daher meist vermieden. Auch im Bildungsbereich, in den jährlich in Deutschland über 110 Milliarden Euro fließen¹ und zusätzlich in jüngster Vergangenheit Millionen Euro an Fördermittel für E-Learning geflossen sind², ist die Transparenz bei der Mittelverwendung marginal. Wohin Gelder fließen und wofür sie im Detail auf unterster Ebene letztendlich Verwendung finden, ist – nicht zuletzt durch die traditionell kameralistische Ausgabenrechnung im Hochschulbereich – häufig nicht bekannt. Auch ist der Aufwand einer genauen Analyse sehr hoch [AH97], weshalb in den meisten Fällen lediglich eine Betrachtung der Ergebnisse erfolgt. Können die Ergebnisse dem nationalen oder internationalen Vergleich nicht standhalten oder sind die Kassen leer, erfolgt eine Verlagerung oder Streichung der Mittel einerseits oder der Ausgleich von Defiziten durch neue Mittelzuweisungen andererseits. Bei weitem nicht geklärt ist jedoch welche der Mittel ohne Wirkung versiegen [Sei05, Hum01].

Ähnlich verhält es sich bei der Kalkulation von Bildungsmaßnahmen. Es gibt keine Aussagen darüber, was eine Lehrveranstaltung wirklich an Kosten verursacht. Selbst kommerzielle Bildungsanbieter haben Schwierigkeiten, Kosten für Kurse besonders durch den starken Einfluss von E-Learning exakt vorher zu bestimmen [AB00, CKLG04, HLZ01, OM02,

¹Nach OECD-Angaben [OEC05] flossen im Jahr 2001 5,259 % des Bruttoinlandsprodukts (BIP) in öffentliche (4,281 %) und private (0,978 %) Ausgaben für Bildung. Im Jahr 2004 betrug das BIB 2 178 Milliarden Euro [DES05].

²Allein das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) förderte im Rahmen des Programms „Neue Medien in der Bildung“ zwischen 2000 und 2004 540 Einzelprojekte in 100 Projektverbänden mit insgesamt 220 Millionen Euro [Bun04b].

Rum01, Rum04, Web99]. Zu umfangreich sind die Einflussparameter und zu hoch der Aufwand. Letztendlich geht es aber seit der Erfindung des Buchdrucks beim Einsatz neuer Medien darum, den Aufwand pro Lerneinheit zu verringern [Rum04] und kosteneffiziente und effektive Lehr- und Lerntechnologien einzuführen [Rum04, EHM⁺82, COL03]. Getrieben von komplexeren Situationen – die sich durch höhere Anforderungen von E-Learning ergeben – geht es darum, selbst effiziente Verfahren zur Bestimmung der Kosten bestimmter Maßnahmen zu entwickeln.

In diesem Kapitel wird ein Modell zur Bildungskostenrechnung mittels Kalkulationsobjekten und Referenzmodellgenerierung zur Unterstützung des Controllings von Bildungsmaßnahmen vorgestellt. Dieses Modell entstand im Rahmen eines Forschungsauftrags für die SAP AG und dem staatlich geförderten Bundesleitprojekts L³ [EGHJ03b]. Nach einer einführenden Kostenanalyse von Bildungsmaßnahmen in Abschnitt 3.1, die sowohl traditionelle als auch neue technologiebasierte Maßnahmen berücksichtigt, erfolgt in Abschnitt 3.2 ein Exkurs zum aktuellen Stand der Bildungskostenrechnung und daran anschließend in Abschnitt 3.3 die Vorstellung des neuen Calculation Object Model (COM). Abschnitt 3.4 vertieft dessen Implementierung, die zur Evaluation herangezogen wird. Mit der Zusammenfassung der Ergebnisse schließt das Kapitel in Abschnitt 3.5 ab.

3.1 Kosten von Bildungsmaßnahmen

Als Basis der Betrachtung dient der Lebenszyklus eines inhaltlich festgelegten Kurses. Der Begriff ‚Kurs‘ unterscheidet sich von einer ‚Kursdurchführung‘ (Veranstaltung), die einmalig oder vielfach mit demselben Kurs erfolgen kann. Das geschieht entweder in Gruppen oder einzeln bei individuellen Lernformen, was bei E-Learning in der Regel über technologische Transportmedien geschieht. Da jede Lernanstrengung das Ziel hat individuelle Personen mit Wissen zu versorgen und Kosten in der Regel personenbezogen abgerechnet werden, dient als Bezugseinheit ein Teilnehmer. Die Anzahl an Teilnehmern, die am Ende einen Kurs besucht haben, wird mit T_k bezeichnet. Neben den variablen Kosten V_T , die direkt mit der Teilnahme einer Person verbunden sind, entsteht bei einer Kursdurchführung in Gruppen (zum Beispiel Präsenzlehrveranstaltungen) jeweils ein Fixkostenanteil F_P (P steht für Präsenz oder Periode). Die Manuskriptkosten K_M beschreiben die Leistungen, die mit dem Erstellen des logischen Kursinhalts verbunden sind. K_A entspricht dem Aufwand, der sich ergibt, um den Inhalt an den Lerner zu vermitteln.

Abbildung 3.1 zeigt die Kostenentwicklung und den Übergangsbereich, in dem technologiegestützte Lernszenarien die Gesamtkosten traditioneller Präsenzszenarien unterbieten. Die signifikanten Sprünge der fixen Kosten in Präsenzszenarien entstehen durch zusätzliche

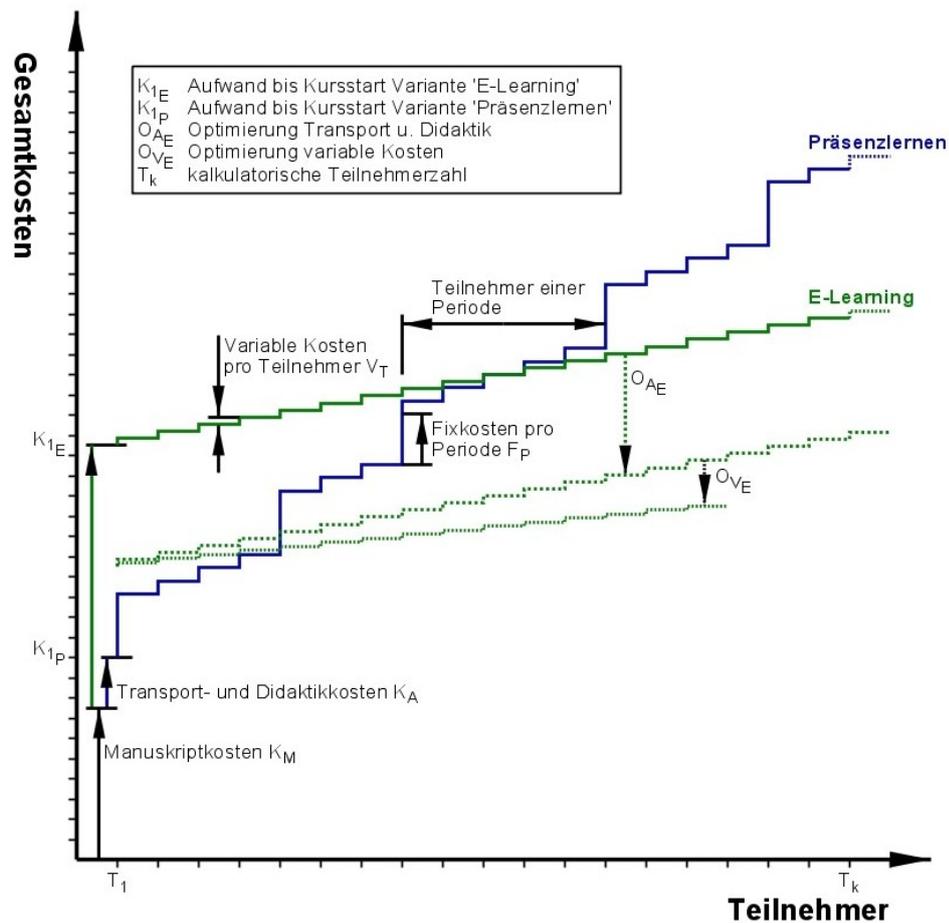


Abbildung 3.1: Kostenstruktur in Blended-Learning-Szenarien.

Lehrkräfte, Räume und Infrastruktur, sowie einem erheblichen organisatorischen Mehraufwand (vgl. *Fixkosten pro Kursdurchführung*, S. 75). Zusätzliche Reise- und Unterbringungskosten belasten häufig die variablen Kosten V_T bei Präsenzveranstaltungen (vgl. *Variable Kosten*, S. 76).

Die Frage der wirtschaftlichen Effizienzsteigerung wird an vier Stellen deutlich. So ergibt sich eine Steigerung der Gesamteffizienz unter Kostenkriterien einer Bildungsmaßnahme durch die folgenden Faktoren:

- Verringerung von Kosten, die in Vorbereitung für Transport und Didaktik („Logistikkosten“) entstehen (O_{AE}),
- Reduzierung der variablen Kosten für einen Lernteilnehmer (O_{VE}),

- Vermeidung von Fixkosten pro Kursdurchführung (F_P) sowie
- Einsparungen bei den Manuskriptkosten (K_M).

Um was es sich bei Manuskript- und Logistikkosten, fixen und variablen Kosten im Einzelnen handelt, sei im Folgenden näher erläutert.

3.1.1 Manuskriptkosten

Kosten, die entstehen, bevor die erste traditionelle Präsenzlehrveranstaltung durchgeführt werden kann (Kurserstellungskosten K_{1P}), werden von einem oder mehreren Autoren des Kurses verursacht und sind sehr eng an den eigentlichen Lehrinhalt gebunden. Diese Kosten lassen sich weiter aufteilen in präsentationsgebundene Kosten K_{1Pg} , die beispielsweise bei der Vorbereitung von Folien oder Anschauungsobjekten entstehen, und präsentationsungebundene Kosten K_{1Pu} , die sich ausschließlich auf den zu vermittelnden Lehrinhalt beziehen. Hauptbestandteile sind dabei Lizenz- und Recherchekosten sowie die Arbeitszeit zur Wissensbereitstellung und strukturellen Aufarbeitung durch die Autoren, meist in Form schriftlicher Ausarbeitung anhand eines Pflichtenhefts. Wird E-Learning und traditionelles Lernen differenziert betrachtet, dann erfolgt die eindeutige Trennung nach Entstehung von K_{1Pu} , da alle weiteren Anstrengungen Fragen des Transports und der Vermittlung der Lehrinhalte lösen. Somit werden mit K_{1Pu} alle Kosten der inhaltlichen Vorarbeit bezeichnet, was im Folgenden als Manuskriptkosten K_M abgekürzt wird. Die anschließend anfallenden Kosten gehören dann beispielsweise ausschließlich in die Kategorie E-Learning oder Lehrbucherstellung oder Live-Schulung.

3.1.2 Kosten für Transportmedium und didaktische Aufbereitung

E-Learning-Kosten fallen unter den Aufwand für präsentationsgebundene Kosten, also für Transportmedium und didaktische Aufbereitung. Das ist vergleichbar mit den Satz- und Gestaltungskosten eines Buches oder dem Erstellen von Lehrveranstaltungsbegleitenden Folien oder Anschauungsobjekten. Dieser Mehraufwand ist sachlich und zeitlich gleich einzuordnen wie K_{1Pg} bei Präsenzveranstaltungen und wird daher zukünftig für beide Bereiche als K_A bezeichnet. Es handelt sich hierbei beispielsweise um das Erstellen von HTML-Seiten oder Videomaterial ähnlich den Präsentationskosten für die Vorbereitung von Lehrmaterial bei traditionellen Lehrveranstaltungen.

Seit längerem ist unter dem Begriff ‚Blended Learning‘ eine Verschmelzung der Lehrmedien zu beobachten: Tutoren nutzen Notebook und Beamer, Büchern liegen CDs oder

Online-Zugangskennungen bei und Kurse werden teilweise online und vor Ort durchgeführt. Daher erscheint eine vermischte Kostenbetrachtung sinnvoll. Im Folgenden werden deshalb K_{1Pg} für traditionelle und K_{1Eg} für technologieorientierte Lehrmedien nicht mehr getrennt, sondern als

$$K_A = \sum_{u=1}^n k(u) \quad (3.1)$$

betrachtet, wobei $k(u)$ die Kosten eines Teilprozesses u darstellt, der für den Transport oder die didaktische Aufbereitung des Lerninhalts zuständig ist. K_A sind prinzipiell Fixkosten, die unabhängig von der Anzahl durchgeführter Kurse anfallen. Beispielsweise sind K_A Kosten für HTML-Design, Aufarbeitung oder Erfassung in Lernsystemen, Didaktikkosten zur verbesserten Wissensvermittlung, Kosten für Projektmanagement, Anlauf-Beratung oder weitere administrative Arbeit, soweit sie vor Kursbeginn entstehen.

3.1.3 Fixkosten pro Kursdurchführung

Treffen sich bei einer Lehrveranstaltung mehrere Personen zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort, entsteht dabei der Fixkostenblock

$$F_p = \sum_{i=1}^3 k_{fi} \quad (3.2)$$

Er lässt sich gliedern in die Bestandteile Dozentenvergütung k_{f1} , Raum- und Infrastrukturkosten k_{f2} sowie Kosten der Organisation k_{f3} . Es handelt sich um Kosten, die nicht proportional einem Teilnehmer zugeordnet werden können.

Unter Dozentenvergütung (k_{f1}) werden alle Kosten verstanden, die vom Tutor verursacht werden. Dazu zählen Reise-, Unterkunfts- und Durchführungskosten, jedoch keine Kosten, die bereits unter Manuskriptkosten (K_M) oder Transportvorbereitungskosten (K_A) fallen.

Wird E-Learning in betreuten Gruppen durchgeführt, zählen die dadurch entstehenden Kosten zu den fixen Infrastrukturkosten (k_{f2}) innerhalb einer Präsenzlehrveranstaltung. Dazu zählen beispielsweise die Kosten für die Netzwerkinfrastruktur des Kursraumes.

Marketingaktivitäten zur Bekanntmachung der Kursdaten sowie Termin-, Raum-, Mitarbeiter-, Tutor- und Teilnehmerkoordination fallen unter die organisatorischen Kosten (k_{f3}). Bei technologieorientierten Lernformen erscheint k_{f3} als Fixkostenblock dann, wenn beispielsweise aperiodisch kostenverursachende Marketingaktivitäten zur Teilnehmergewinnung durchgeführt werden.

Im Präsenzlerngraphen in Abbildung 3.1 stellen die hohen Flanken diese Fixkosten pro Veranstaltung dar. Ihr Betrag ist konstant, unabhängig von der Teilnehmerzahl pro Veran-

staltung. Allerdings können sich diese Kosten für den gleichen Kurs pro Kursdurchführung unterscheiden, je nachdem, wo (k_{f2}), von wem (k_{f1}) und wie (k_{f3}) der Kurs durchgeführt wird.

3.1.4 Variable Kosten

In allen Lernformen existieren variable Kosten V_T pro Teilnehmer. Dabei können sechs Gliederungsbereiche ausgemacht werden [GJ03], die sich zusammensetzen aus ausgefallener Arbeitszeit (k_{v1}), Reisekosten, Unterkunft und Verpflegung (k_{v2}), Prüfungskosten und teilnehmergebundenem Organisationsaufwand (k_{v3}), Betriebskosten der Lernstation (inklusive variabler Netzzugangskosten) (k_{v4}), Dozentenkosten bei variabler Zuordnung (k_{v5}) sowie den Lizenzgebühren für den Lernzugang (k_{v6}). In der Summe ergibt sich

$$V_T = \sum_{i=1}^6 k_{vi} \quad (3.3)$$

als variable Kosten pro Lerner. In Parallelen zur Prozesskostenrechnung stellt ein Kursbesuch den Hauptprozess und k_v teilweise Unterprozesse dar. Dabei bilden k_{v1} , k_{v2} , k_{v4} und k_{v6} leistungsmengeninduzierte Kosten (lmi-Kosten). Bei k_{v3} , k_{v5} handelt es sich um leistungsmengenneutrale Prozesse (lmm-Prozesse), deren Umlagesatz pro Lerner durch Division der jeweiligen Prozesskosten durch die dazugehörige Teilnehmerzahl (Bezugsgröße) ermittelt wird [GJ03].

3.1.5 Kostenrechnung

Basierend auf den oben gefundenen Prozess- und Kostenarten bei der Kurserstellung und Kursdurchführung erfolgt die Berechnung der Kosten nach dem Verursacherprinzip. Dabei wird eine Unterscheidung in die zwei Hauptprozesse ‚Kurserstellung‘ und ‚Kursdurchführung‘ getroffen und die wichtigsten Einflussgrößen und Abhängigkeiten erläutert. Eine ausführliche Selbstkostenrechnung stellt die Basis für weiterführende Berechnungen dar, wie beispielsweise die Berechnungsgrundlage von Vergleichsrechnungen unterschiedlicher Lernformen beziehungsweise Ausprägungen der Lehrmethoden.

Aufwand bis Kursstart

In der Summe aus K_M und K_A entsteht K_1 , was den gesamten Anlaufkostenblock für einen Kurs darstellt. Es handelt sich also um die Kosten, die entstehen, bevor der erste Lerner technisch den Kurs im gewünschten Durchführungsformat absolvieren kann. Somit gilt also

$$K_1 = K_M + K_A \quad (3.4)$$

Kursgebühren

Die Kursgebühren für einen Teilnehmer errechnen sich im Optimalfall über einen Zuschlag zu den Selbstkosten, die für einen Teilnehmer anfallen. Lässt sich dieser Zuschlag insgesamt nicht durchsetzen, ist kein wirtschaftlicher Lehrbetrieb möglich.

Die *Selbstkosten* (S_T) auf Kostenträgerbasis eines Kursbesuchs berechnen sich in der Summe der variablen Kosten pro Kursbesuch und der kalkulatorischen Abschreibungskosten. Eine Besonderheit bilden die *Fixkostenanteile* ($n_P * F_P$) eines Kurses. Mittels einer Plankostenrechnung oder nach der ersten Kursdurchführung können diese Kosten genau ermittelt werden. Kommen unterschiedlich kostenintensive Marketingaktivitäten, Dozenten oder Lokalitäten zum Einsatz, werden jeweils individuelle Umlagen auf die Selbstkosten notwendig. In vielen Geschäftsmodellen wie bei Lernzentren, Schulungsinstituten und Trainingsabteilungen in Firmen ist diese Differenzierung nicht notwendig, da F_P zum Kursstart feststeht und die Fixkosten der Kursdurchführungen unwesentlich voneinander abweichen. Über die gesamte Laufzeit eines Kurses bei angenommener Teilnehmerzahl (T_k) berechnen sich die Selbstkosten pro Kursbesuch somit mittels

$$S'_T = V_T + \frac{K_1 + n_P F_P}{T_k} \quad (3.5)$$

n_P bezeichnet dabei die Anzahl der Kursdurchführungen, bei denen ein Fixkostenblock F_P entsteht. Die zeitliche Verteilung der Erstellungskosten (Formel 3.4) gehen dabei als kalkulatorische Abschreibungskosten in die Kostenrechnung ein.

Ist eine arithmetische Umlage der Fixkosten auf alle Teilnehmer nicht sinnvoll (beispielsweise wegen mangelnder Erfüllung des Kostenverursacherprinzips) berechnen sich die speziellen Stückkosten mittels folgender Formel:

$$S'_T = V_T + \frac{K_1}{T_k} + \frac{F'_P}{T'_k} \quad (3.6)$$

Dabei sind F'_P die Fixkosten der speziellen Kursdurchführung. T'_k ist die Anzahl der Teilnehmer, für die S'_T ermittelt wird. Etwas abstrakter betrachtet müssen Fixkosten nicht an eine spezielle Veranstaltung gebunden sein, sondern können prozessorientiert für einen speziellen Kostenblock anfallen und bestimmten Teilnehmern zugewiesen werden.

Weitere relevante Kosten sind die *kalkulatorischen Zinsen* und der kalkulatorische Wagniszuschlag. Gerade im technologieorientierten Lernumfeld mit hohen Entwicklungskosten bei relativ geringen sonstigen teilnehmerinduzierten Prozesskosten kommt den kalkulatorischen Kostenarten eine wesentliche Bedeutung zu.

Könnten bisher alle Kosten auf die Einheit eines Kursbesuchs bezogen werden, kommt die Berechnung der kalkulatorischen Zinsen nicht ohne eine zeitliche Komponente aus. Bei

den kalkulatorischen Zinsen handelt es sich um die Zinsbelastung für das bei der Entwicklung des Kurses gebundene Kapital. Geht man davon aus, dass die Kurse mit der Zeit an Aktualität verlieren, liefert die Restwertverzinsung genaue Ergebnisse. Dabei werden die Zinsen für die um die kalkulatorische Abschreibung verminderten Entwicklungskosten (K_1) als Kosten in die Kalkulation eingerechnet. Der Vorteil dieser Methode ist, dass die variablen Kosten bei gleichen sonstigen Bedingungen von Periode zu Periode fallen und junge aktuelle Kurse höher belastet werden als bei Annahme einer durchschnittlichen Zinsbelastung über die gesamte Abschreibungszeit. Während bei dieser Zinsbelastung (Durchschnittswert) die Zinsen als Gemeinkosten über die gesamte Kurslaufzeit einmalig eingerechnet werden können, ergibt sich bei der Restwertverzinsung eine zeitliche Degression. Die Gesamtlaufzeit des Kurses, also die Zeitspanne, innerhalb der T_k Teilnehmer den Kurs besuchen, wird als t_k bezeichnet. Bei Annahme einer gleichmäßigen Verteilung der Kursbesuche über diese Zeitspanne ergibt sich somit für den kalkulatorischen Zinswert bei Restwertverzinsung für den i -ten Kursbesuch

$$Z_i = K_1 \frac{T_k - i + 0,5}{T_k} p \frac{t_k}{T_k} \quad (3.7)$$

bei einem Zinssatz p und der angenommenen Laufzeit für die Abschreibung t_k . p und t_k sind einheitenbehaftet, weshalb eventuell noch eine Umrechnungen erforderlich ist.

Somit ergeben sich für den i -ten Teilnehmer die folgenden neuen Selbstkosten auf Vollkostenbasis (3.6, 3.7):

$$S_{T(i)} = V_T + \frac{K_1}{T_k} + \frac{F'_P}{T'_k} + K_1 \frac{T_k - i + 0,5}{T_k} p \frac{t_k}{T_k} \quad (3.8)$$

Unter der Annahme einer Durchschnittsverzinsung über die gesamte Laufzeit würde sich die Formel vereinfachen zu

$$S_T = V_T + \frac{K_1}{T_k} + \frac{F'_P}{T'_k} + \frac{K_1 p t_k}{2 T_k} \quad (3.9)$$

Der *kalkulatorische Wagniszuschlag* ist nicht zu verwechseln mit den Folgekosten aus falschen Managemententscheidungen, die das unternehmerische Risiko betreffen [Wöh93, S. 1302] wie beispielsweise Absatzprobleme durch eine falsche Kurspolitik oder nicht erreichte Umsatzziele. Vielmehr spielen bei E-Learning Probleme wie der Abbruch einer Online-Verbindung durch Erdarbeiten oder Providerkonkurs und Vandalismus bei Softwareeinbrüchen auf den Betreiberservern eine Rolle. Der dadurch entstehende Aufschlag auf die Selbstkosten ergibt sich wie bei normaler Abschreibung durch Division mit T_k .

3.1.6 Bewertung der Kostenaufschlüsselung

Mit diesen Formeln ist sowohl für technologieorientiertes als auch für veranstaltungsgebundenes Lernen eine einheitliche Berechnung möglich. Dies ist eine grundlegende Vor-

aussetzung, die sich aus der Verschmelzung der Medien (Blended Learning) ergibt. Die Verteilung von Fixkostenblöcke über unterschiedliche Kursbereiche erlaubt einem Kalkulationsprogramm die flexible Zuweisung unregelmäßig anfallender Aufwände auf bestimmte Kursdurchführungen. Außerdem können durch diese Stückkostenberechnung die variablen Kosten pro Kursbesuch (V_T) einzeln eingebracht werden. Dies ist beispielsweise eine wichtige Forderung für accounting-basierte Abrechnungsverfahren von WBTs.

Weder Fixkosten noch variable Kosten wurden bis in ihre elementaren Bestandteile aufgesplittet. Hier können Referenzmodelle ihre besonderer Stärke ausspielen und Vorbelegungen für bestimmte Szenarien anbieten. Dabei wird es darum gehen, die gewonnen Faktoren wie $k(u)$, k_{fi} oder k_{vi} für unterschiedliche Szenarien weiter zu detaillieren und als Vorlagen für verteilte Softwareanwendungen lesbar zu machen.

Die deutliche Trennung von variablen Kostenanteilen pro Teilnehmer und Verteilung von Fixkostenblöcken auf bestimmte Kursdurchführungen erlaubt ein einheitliches Kalkulationsmodell für E-Learning und traditionelles Klassenraumtraining. Gleichzeitig wird durch die Unterteilung von Manuskriptkosten und Kosten, die für die lernergerechte Aufarbeitung des Stoffes anfallen, technologieorientiertes E-Learning und klassisches Präsenzlernen ohne Unschärfe vergleichbar, was zu einer besseren Wirtschaftlichkeitsanalyse beiträgt. Das neu gewonnene Verständnis für die Kostentreiber (K_A) schafft Raum für neue Erkenntnisse zum Einsparungspotential.

Nachdem sich dieser Abschnitt nun mit den Grundlagen der Kalkulation von Bildungsmaßnahmen unter Berücksichtigung von Blended-Learning-Szenarien auseinandersetzt wird im Folgenden der aktuelle Stand zur Methodik der Prozesskostenrechnung in der Bildung vorgestellt.

3.2 Stand der Wissenschaft und Technik

Die Kostendiskussion bei Bildungsszenarien ist getrieben von drei grundlegenden Problemen: Zum einen ist die Fähigkeit relativ gering, aus Ausgaben im Bildungsbereich sinnvolle Steuerungsmaßnahmen abzuleiten – vor allem in Deutschland. Andere Länder mit einem stärkeren Anteil privater Finanzierungen im tertiären Bildungsbereich [DC03] mussten sich, ähnlich wie Industrieunternehmen, schon viel früher einer Steuerung der Leistungen über die Kosten stellen [Aus00]. Somit wird mehr und mehr die Kostentransparenz, also das Wissen um die tatsächlichen Kosten einer Bildungsmaßnahme, eines Kurses, einer Mediaentwicklung oder einer Verwaltungsmaßnahme zu einem handlungspolitischen Instrument im Bildungswesen. Eine Untersuchung der ‚Technology Costing Methodology Project Initiative‘, die sich mit der Finanzierung und Kosteneindämmung von technologieorientiertem

Lernen beschäftigt, resümiert, dass eine Kostenbetrachtung aller am Lernprozess beteiligten Bereiche dringend notwendig ist [OM02].

Das zweite Problem betrifft die durch E-Learning verursachte Verschmelzung von zwei komplexen Bereichen der Kostenanalyse: dem Bereich der IT-Kosten und dem Bereich der Bildungskosten. Welche Lösungen hier aktuell diskutiert werden, zeigt der Abschnitt *Stand der Forschung*, S. 83. Dabei steht die Transparenz von Kosten im modernen Bildungsbereich mittels der Prozesskostenrechnung im Mittelpunkt der Betrachtungen.

Beim dritten Problem stellt sich die Frage des finanziellen Nutzens von innovativen Maßnahmen beziehungsweise des finanziellen Schadens, wenn man die Einführung von Investitionen in neue Technologien unterlässt. Da der vermeintliche finanzielle Nutzen die Motivation vieler E-Learning-Innovationen stellt, wird zunächst dieses Thema behandelt.

3.2.1 Kosten-Nutzen-Betrachtung

Nach Expertenmeinung unterliegen Investitionen im Bildungsbereich vermehrt der Fragestellung, was ‚unter dem Strich‘ als Nutzen übrig bleibt. Wie schwierig sich die Antwort darstellt, zeigen Probleme beim Bestimmen von ROI (Return on Investment), IRR (Internal Rate of Return), TCO (Total Cost of Ownership) oder TVO (Total Value of Ownership/Opportunity) und dem damit verbunden exakten tatsächlichen Kostenaufwand [Int97, FG02b, Bor03]. Innerhalb dieser ganzheitlichen Ansätze ist die mathematische Erfassung der finanziellen Strukturen ein wichtiger Bereich, der eindeutig entscheidungsrelevante Kennzahlen liefern kann. Diese lassen sich gut in Relation zu realen (beispielsweise monetären oder leistungsbasierten) Ergebnissen setzen und zur Analyse oder Entscheidungsgrundlage nutzen [LSP03, Boe04].

Es gibt Softwarewerkzeuge im Weiterbildungsbereich, die versuchen, durch Analyse der vorhandenen Ressourcen eines Unternehmens jene Maßnahmen zu identifizieren, die für die gewünschte Lernlösung das beste Leistungsverhältnis bieten [Bah03]. Ansätze mit der Balanced Scorecard [Fei02] oder Instrumente des Bildungscontrolling [Hum01, ES05] verfolgen einen ähnlichen Ansatz, indem sie Bildungsprozesse inklusive nichtmonetärer Faktoren und Kennzahlen analysieren.

Quantifizierbare Faktoren in einer Balanced Scorecard sind schwierig zu bestimmen [Fei02], weshalb im E-Learning-Bereich klare Kennzahlen des ROI genutzt werden. Durch die direkte Nutzenbetrachtung kombiniert mit einer Gegenrechnung der dafür anfallenden Kosten verspricht der Ansatz konkreteren Nutzen. In Tabelle 3.1 sind die dabei wesentlichen Argumente aufgeführt.

Es ist sicherlich falsch, ausschließlich Kosten zu betrachten und pädagogisch/didak-

tische Einflüsse moderner Technologien auf die Qualität des Lernenden zu unterschlagen, was häufig gerade als Vorteil technologiebasierter Lernverfahren angeführt wird [EGHJ03b, S. 411 ff], [Ehl02], aber in dieser Arbeit nicht betrachtet wird. Letztendlich sind es immer konkrete finanzwirtschaftliche Zahlen, die über Erfolg und Misserfolg unternehmerischer Maßnahmen bestimmen. Somit kann auf ein exaktes Controlling auch zukünftig in Hochschulen nicht verzichtet werden. Außerdem bilden sie häufig wichtige Kenngrößen zur Entscheidungsfindung über die oben angesprochenen weichen Faktoren.

Die Kostenproblematik ist nicht neu. Lehranbieter, die nicht ausschließlich Präsenzlehre anbieten, unterliegen seit vielen Jahren den gleichen Bedingungen. Bereits 1987, als das Internet wenig populär und der Begriff E-Learning gänzlich unbekannt war, stellte Perraton [Per87] Nutzenbetrachtungen zur Fernlehre an, die auch heute noch im E-Learning-Umfeld Gültigkeit haben. Perraton kam zur Schlussfolgerung, dass drei Faktoren wesentlich für die Kosten eines Lerners verantwortlich sind:

- Anzahl Studenten,
- Komplexität der Lehrmedien sowie
- der Umfang an Präsenzveranstaltungen.

Dies lässt sich durch einen Würfel visualisieren, der in Abbildung 3.2 dargestellt ist. Je weiter man sich im Perraton-Würfel dem vorderen unteren Eck nähert, desto kosteneffizienter wird der Kursbesuch. Eine genaue Kostenanalyse führt Perraton nicht durch.

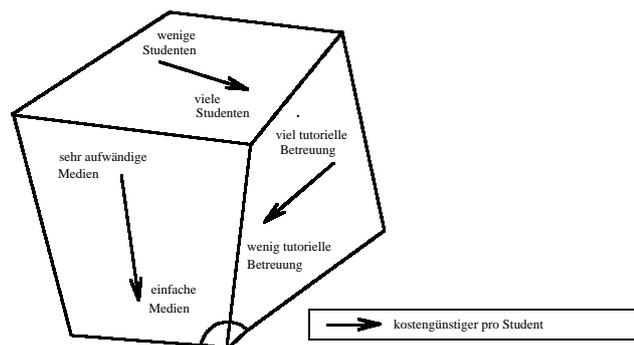


Abbildung 3.2: Einflussgrößen auf die Kosten pro Student nach [Per87]

Erst in jüngster Vergangenheit wurden mit der Verwaltungsreform im Finanzmanagement kommunale Verwaltungen veranlasst, von der kameralen auf die doppische (kaufmännische) Buchführung umzustellen [DOP06, AH97]. Daher ist es wenig verwunderlich, weshalb sich spezielle Kostentheorien von Bildungsmaßnahmen in der Vergangenheit kaum

finden lassen und auch E-Learning nicht auf spezielle Analysevorlagen für Nutzenrechnungen zurückgreifen kann.

Mit dem Aufkommen von technologiebasierten Lehrverfahren und den dadurch entstandenen Mehrkosten polarisieren die meisten Artikel über Bildungskostenrechnung stark zwischen E-Learning und traditionellen Lernformen [LSP03, Web99, Rum01]. Das Ziel ist es die Effizienz der modernen Lehrverfahren zu belegen oder zu hinterfragen, um Investitionsentscheidungen in IKT rechtfertigen zu können. Eine genaue Differenzierung der IKT-Kosten in Mehraufwand für technologiebasierte Lehrangebote und IKT-Kosten, die auch mit traditionellen Verfahren anfallen, kann nicht festgestellt werden [Web99]. Damit ist eine Fehlinterpretation der Ergebnisse möglich.

Das Erreichen von Vergleichbarkeit stellt weit reichende Ansprüche an Kostengliederung und Verrechnungsmodelle. Nur durch entsprechende Aufteilungen lassen sich unterschiedliche Lernszenarien später in ihrem Kostenverbrauch vergleichen beziehungsweise einzelne Kostenblöcke den Lehrverfahren gegenüberstellen [GJF03b].

Eine Kostengliederung, um eine medienunabhängige Inhaltsdistribution bei Fernstudiengängen vergleichen zu können, sollte nach [Web99] folgende Bestandteile umfassen:

Establishment Costs: Equipment, Accommodation, Staff training, Learning material development

Annual Investment Costs: Revisions, enhancements, updates, replacements

Recurrent Costs: Learner support, subject management, server support and maintenance, web site support and maintenance, teacher technical support.

Eine Wirtschaftlichkeitsanalyse erfolgt durch den ausschließlichen Vergleich der laufenden Kosten (ohne *Establishment Costs*), was die Gliederung in Anlaufkosten und jährliche Kosten und damit ein redundantes Auftreten von Kurserstellungskosten begründet.

Ähnlich sieht es die Arbeitsgruppe ‚European Distance Education Network‘ (EDEN), die sich mit der Kostenanalyse von netzbasiertem Lernen beschäftigt. Sie evaluierte ein Drei-Phasen-Modell zu Kostengliederung, das sich aus Planung-Entwicklung, Produktion-Transport sowie Evaluierung-Aktualisierung zusammensetzt [AB00].

Eine Untergliederung der Kosten, wie sie [Rum01] vornimmt, zeigt Abbildung 3.3. Die Einteilung in *e-materials*, *e-delivery* und *e-administration* führt zu Überschneidungen der Kostenarten wodurch zum Beispiel *Material* und *Staffing time* oder *Server* und *Distribution* gleiche Kostenverursacher beinhalten.

Bei [COS03] wird eine Java-Applikation zur Kalkulation von E-Learning-Produkten vorgestellt, deren Stärke die im Programm hinterlegte große Anzahl hierarchisch geglieder-

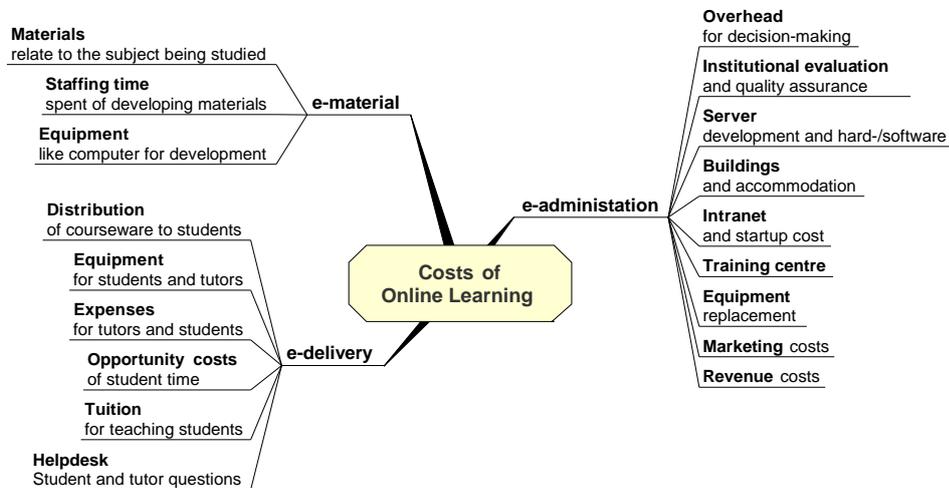


Abbildung 3.3: Kosten von E-Learning-Maßnahmen

ter Kostenarten ist. Zu den jeweiligen Kostenarten eines Projekts werden die Ressourcenverbräuche in Tabellen eingegeben und auf Basis vorgegebener Stundensätze die Herstellungskosten des Multimediaprodukts berechnet. Einfache Internetrecherchen finden weitere Lösungen, die auf Tabellenkalkulationsprogrammen aufsetzen und meist wenig generische sondern firmenspezifische Einzellösungen darstellen [Wil02, Med00].

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass selbst eine reine kostenseitige Nutzenbetrachtung unter Einbeziehung aller relevanten Kosten in der Breite nicht vorhanden ist, was daran liegt, dass die Kosten in entsprechender Granularität nicht verfügbar sind. Methoden, wie diese Defizite behoben werden können, liefert die Prozesskostenrechnung im folgenden Abschnitt.

3.2.2 Stand der Forschung

Die Verwendung der Prozesskostenrechnung (PKR) zur Planung und Kontrolle von Bildungsmaßnahmen ist ein relativ junger Forschungszweig. In [HLZ01] werden erste Erfahrungen mit einer *integrierten Zielplanrechnung* einer Lehrakademie in Deutschland beschrieben, in der alle Prozesse und Kosten in einem exakten, aber sehr aufwändigen Prozesskostenmodell abgebildet werden. *Integriert* deshalb, weil sowohl traditionelle Elemente der Kostenstellen-, Kostenarten- und Kostenträgerrechnung mit der Prozesskostenrechnung verbunden werden. Das Ziel ist die Berechnung des Stückkostensatzes aller einzelnen Kostenträger. Im betriebswirtschaftlichen Rechnungswesen ist ein Kostenträger ein Objekt, dem

Kosten zugerechnet werden. Man versteht darunter üblicherweise eine Ware oder Dienstleistung, einen Prozess, ein Projekt oder auch einen Kunden.

Die Integration in die bestehende Kostenrechnung zieht sich durch alle pragmatischen PKR-Ansätze im Bildungsbereich. [AH97] und [Amb03] beschreiben, wie an der Fachhochschule Bochum mit der Einführung einer Prozesskostenrechnung begonnen wurde. [DET01] zeigen eine Studie zum Potential von Activity Based Costing (ABC)³ im Australischen Bildungswesen.

Einen wissenschaftlichen Ansatz verfolgen [CKLG04] und [Rum01, Rum04]. Zweite-rer analysiert seit vielen Jahren Kosten von Bildungsmaßnahmen und sieht in der Identifikation von *cost objects* und den Methoden von ABC die Lösung einer exakten Kostenrechnung durch die Umwandlung von vermeintlich fixen Kosten in variable Anteile und eine verursachergerechte Zuordnung der Ressourcenkosten. Die Quelle sieht ein beträchtliches Problem von ABC beim gerechten Verteilen von Mehraufwendungen [Rum04, S. 65 ff], die durch E-Learning in Blended-Learning-Szenarien auftreten (vgl. Abbildung 3.1: $K_{1E} - K_{1P}$).

Das in [CKLG04] vorgestellte integrierte Kostenmodell entstand aus der Problematik, dass übliche Software-Kalkulationsmodelle, wie das Constructive Cost Model (COCOMO) [Boe87], für Blended-Learning-Szenarien nicht geeignet sind. Basierend auf dem Flusskonzept von ABC ergänzt das beschriebene *Cost Model for Blended Learning (cMeL)* die exakte Verrechnung von ABC um die Möglichkeit der Kostenabschätzung mittels eines heuristischen Faktors, der beispielsweise Komplexität, benötigte Kenntnisse oder Gesamtqualität des generierten Modells berücksichtigt. Außerdem können speziell physikalische Ressourcen in die Kalkulation aufgenommen werden.

3.2.3 Prozesskostenrechnung im Bildungsbereich

Vorgehensweise

Die PKR im Bildungsbereich gestalten sich wie in Abbildung 3.4 dargestellt [Amb03]. Kosten werden in Abhängigkeit der Leistungen von einzelnen Aktivitäten, die in Instituten, Lehrstühlen oder Verwaltungsstellen durchgeführt werden, bestimmten Teilprozessen zugewiesen. Diese lassen sich grob in die drei Prozessgruppen Forschung, Lehre und Verwaltung unterteilen. In der Lehre werden beispielsweise ‚Vorlesungen gehalten‘ oder ‚Übungen durchgeführt‘, ‚Arbeiten betreut‘ oder ‚Prüfungen abgenommen‘; die Forschung erfordert ‚Doktoranden betreuen‘, ‚Anträge schreiben‘ oder ‚Projekte managen‘ und in der Verwaltung werden ‚Studenten-Accounts angelegt‘, ‚Arbeiten angemeldet‘, ‚Personal verwaltet‘ und so weiter. Jede Aktivität erhält eine Maßgröße (vgl. *Bedeutung der Maßgröße*, S. 86)

³Bei ABC [Böh02, Sta70] handelt es sich um die angelsächsische Variante der PKR.

zur Unterteilung, anhand derer die Entflechtung der einzelnen Inanspruchnahmen auf die Hauptprozesse Studiengang X oder Forschungsprojekt Y erfolgt.

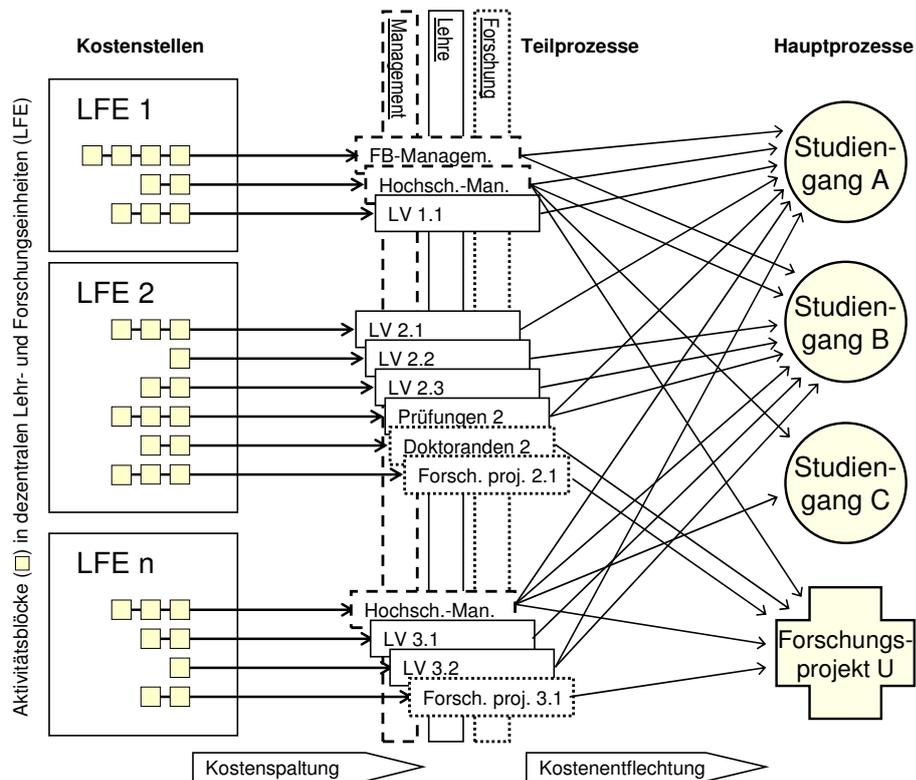


Abbildung 3.4: Aufbau einer PKR im Hochschulbereich

Die Elemente der allgemeinen Kostenrechnung, Kostenarten-, Kostenstellen- sowie die Kostenträgerrechnung werden um weitere virtuelle Kostenträger, die im Bildungsbereich die Bildungsprozesse darstellen, ergänzt und in einem integrierten Ansatz vollständig in Softwareprogrammen abgebildet.⁴ Das Kostenfundament der PKR bilden die Kosten der Ressourcen in den Kostenstellen sowie in erster Stufe die Verrechnung auf die in den Kostenstellen ablaufenden Aktivitäten. Die letzte Stufe bilden die Produkte, die im Dienstleistungsbereich nichts anderes sind als Prozesse, eben die geleisteten Dienste [Cey98]. Da diese in der Regel am ehesten bekannt sind, wird damit die Modellierung begonnen:

⁴Bekanntete Softwaresysteme sind beispielsweise Prozessmanager [Hor02a], SAP R/3 ABC [SAP99] oder INZPLA [Ale02]. Da die PKR wesentlich auf einer korrekten Modellierung der Aktivitäten und Prozesse basiert und hierfür spezielle Prozessmodellierungssysteme existieren, integrieren diese teilweise ebenso Ansätze der PKR [BD05, S. 116 ff].

Schritt 1 Im ersten Schritt werden die Bildungsprodukte definiert. Zumeist sind diese mit den Geschäftsprozessen einer Bildungsinstitution identisch. Diese Geschäftsprozesse werden in weitere Hauptprozesse aufgegliedert. Dabei ist zu beachten, dass die Prozesse den Bedürfnissen der internen und externen Kunden entsprechen und den Vergleich mit externen Benchmarks ermöglichen.

Schritt 2 Bildungshauptprozesse werden in Bildungsteilprozesse aufgeteilt, die jeweils komplett in einer Kostenstelle anfallen. ABC spricht hierbei auch von Aktivitäten. Außerdem werden Leitungstätigkeiten und administrative Aktivitäten (beispielsweise „Projekte managen“) festgelegt und den Teilprozessen der Hauptkostenstellen zugefügt.

Schritt 3 Nun stellt sich die Frage, welche Kosten von welchen (Hilfs-)Kostenstellen und Prozessen auf welche anderen Kostenstellen oder Prozesse verrechnet werden. Hierfür ist eine exakte Festlegung der Stückkostensatz-Mengen-Beziehungen notwendig, die empirisch, durch Messungen oder Annahmen ermittelt werden.

Schritt 4 Im letzten Schritt werden Mengen-, Mitarbeiter- und Kostengerüste für jedes Bildungsprodukt, für jeden Bildungsprozess sowie für jede indirekte Bezugsgröße erfasst.

Die Prozesskostenrechnung basiert auf einer vergleichbaren Systemarchitektur wie die Grenzplankostenrechnung. Diese arbeitet mit denselben technischen Instrumentarien [KS98], jedoch unter Verwendung wesentlich exakterer Kosteneinflussgrößen und Verarbeitungszusammenhängen. Die Kostenallokation auf Prozessbasis führt somit zu einer Vielzahl von Determinanten, deren Erfassung und Integration sehr aufwändig ist [HLZ01]. Dabei gilt als Erfolgsfaktor die Anzahl der relevanten Prozesse überschaubar zu halten [Kag91].

Der Wortschatz zur Beschreibung der Prozesskostenrechnung verwendet die Begriffe Maßgröße, Kostentreiber, Primärkosten, Sekundärkosten, Prozesse und lmi/lmn-Teilprozess, die zum besseren Verständnis nachfolgend erklärt sind.

Bedeutung der Maßgröße

Die Maßgröße ist ein Leistungsmaßstab sich wiederholender Tätigkeiten eines Teilprozesses. Sie quantifiziert die Menge und ist somit eine messbare Größe. Ist die Bewertung eines Teiles bekannt, können mittels der Maßgröße die Kosten des Prozesses bestimmt werden. Hängen diese linear zusammen, geht man von einer leistungsmengeninduzierten (lmi) Maßgröße aus.

Bei leistungsmengenneutralen (lmn) Tätigkeiten gibt es nur die Einermenge zur Maßgröße, da keine Proportionalität zwischen Tätigkeiten und Kosten existieren. Typischerwei-

se handelt es sich hier um Leitungsfunktionen oder beispielsweise die Administration von zentralen Servern.

Die Definition der Maßgrößen ist eine nicht-triviale Angelegenheit, da es Einheiten zu finden gilt, mit denen alle beteiligten Leistungen unterteilt und quantifizierbar gemacht werden können. Beispiel hierfür sind die Anzahl Mengenberichtigungen, Emails oder beantworteter Fragen. Nach [DMPS99] können folgende Regeln zur Feststellung von Maßgrößen herangezogen werden:

- Die zugrunde liegende Leistung bestimmt zu mehr als 75 % die Kosten eines Prozesses.
- Prozesskosten und Maßgröße stehen in Wechselwirkung zueinander.
- Maßgrößen müssen leicht nachvollziehbar sein.
- Die Erfassung einer Maßgröße ist eindeutig, ohne Überschneidungen und automatisierbar.
- Die Maßgröße hat Einfluss auf die Kostenmodellierung.
- Die Maßgröße kann zur Prozessoptimierung verwendet werden.

Meist sind die Maßgrößen der Hauptprozesse Kostentreiber (Cost Driver). Man versteht darunter diejenigen Maßgrößen, die als Hauptimplikationsachse zwischen verbrauchter Ressource und fertigem Produkt oder Leistung ausgemacht werden können und somit am Bedeutendsten sind. Die Maßgröße eines Prozess ist dann Kostentreiber, wenn der Prozess wesentlich kostenverursachend ist. Es muss bei einer mehrstufigen Prozesskostenrechnung auf jedes Endprodukt mindestens ein Kostentreiber verrechnet werden, da ansonsten wichtige Informationen verloren gingen. Dies stellt an die Durchführung hohe Ansprüche und sollte bei einer Vereinfachung vermieden werden.

Kostentreiberinformationen zusammen mit der Maßgröße abzuspeichern bedeutet immer auch die feste Zuordnung zur Benennung der Maßgröße, obwohl die eigentliche Information, ob es sich um Kostertreiber handelt, erst in Verbindung mit dem Kostenobjekt anfällt. Eine Maßgröße als Kostentreiber zu bezeichnen meint immer die Maßgröße des jeweiligen kostentreiberverursachenden Prozesses [FS98]. Wird die gleiche Maßgröße woanders verwendet, muss dies nicht geben sein. Hier zeigt sich eine typische Komplexität der PKR, die es zu vermeiden gilt.

Unterscheidung von Kostenarten

Kostenarten klassifizieren die eingesetzten Produktionsfaktoren nach dem Zweck der Verwendung innerhalb eines Unternehmens. Über Kostenarten wird eine feine Granulierung der in Kostenstellen entstandenen Aufwände erzielt. Andererseits können über die Summe der Kosten für die einzelnen Kostenarten die Gesamtkosten der Kostenstelle bestimmt werden. Die in der Prozesskostenrechnung notwendige Verrechnung der in den Kostenstellen angefallenen Kosten auf Aktivitäten oder Prozessressourcen erfolgt detailliert über Kostenarten. Dabei wird in variable und fixe Bestandteile unterschieden, je nachdem, ob es eine Mengengröße gibt, die in ihrer Höhe mit den Kosten korreliert oder ob die Kosten unabhängig von der Mengengröße sind. Eine wichtige Mengengröße ist beispielsweise die Beschäftigung. Die Kostenart Gehälter ändert sich mit dem Beschäftigungsgrad und wird somit als variable Kostenart bezeichnet. Erfordert das Berechnungsmodell keine variable Kostenverteilung über Mengen oder ist dies nicht möglich, werden fixe Kosten verwendet. Man spricht häufig auch von Bereitschaftskosten- oder Strukturkostenarten. Kostenarten lassen sich in zwei Kategorien einteilen:

Primäre Kostenarten: Für Güter und Dienstleistungen, die unternehmensextern bezogen werden, entstehen primäre Kosten. Diese Kosten werden nach der Art ihres Ver- oder Gebrauchs in verschiedene Kategorien eingeteilt und mittels Kostenartenrechnung an die Kostenstellen nach dem Verursachungsprinzip verrechnet. Typische Beispiele sind Personal-, Schulungsraum- oder Reisekosten. Primäre Kosten werden auch als originäre Kostenarten bezeichnet.

Sekundäre Kostenarten: Neben den externen und eindeutig per Rechnung quantifizierbaren primären Kosten handelt es sich bei sekundären Kosten um Verrechnungskosten für selbsterstellte innerbetriebliche Leistungen. Die Verrechnung kann auf leistungsempfangenden Kostenstellen erfolgen oder direkt auf Teilprozesse bei prozessorientierter Kostenrechnung. Sekundäre Kosten werden auch als abgeleitete (derivative) Kostenarten bezeichnet.

Ressourcenverbrauch von Prozessen

Prinzipiell können zwei Verfahren der Ressourcenzuordnung zu Prozessen unterschieden werden. Zum einen geht man von Kosten aus, die auf bestimmten Kostenstellen entstanden sind und nun über möglichst exakte und automatisierte Verfahren auf die Prozesse verrech-

net werden [FS98]⁵. Im anderen Verfahren erfolgt keine Verteilung der in der Kostenstelle summarisch entstandenen Kosten, sondern eine detaillierte Mengenaufnahme der in Anspruch genommenen Leistungen⁶.

Um die Stückkosten eines Kurses berechnen zu können, müssen viele Einflussgrößen berücksichtigt werden. Für jede Einflussgröße muss ein numerischer Wert vorgegeben werden. Beispiel für Einflussgrößen sind Absatzmengen, Kursdauer, Ticketkosten, Wechselkurse oder Einkaufspreise. Einflussgrößen, die direkt eingegeben werden können, werden als Eingabegrößen bezeichnet.

Bei der direkten Leistungsverrechnung werden die Ressourcentreiber mengenmäßig direkt erfasst, mit dem Tarif multipliziert und die entstehenden Kosten dem Prozess zugeordnet. Soweit Ressourcen unmittelbar Kosten verursachen, wie beispielsweise bei Prozessinanspruchnahme von Fremdleistungen, werden diese dem Prozess zugerechnet. Dieses Verfahren ist das genaueste, aber auch das aufwändigste, da umfangreiche Mess- und Protokollierfunktionen notwendig sind. Bei der Kalkulation von neuen Projekten sowie zur Transparenzgewinnung bestehender Strukturen ist die direkte Leistungsverrechnung eine sinnvolle Art der prozessorientierten Kostenrechnung, da a priori exakte Mengen erfasst und verrechnet werden.

Bildungsspezifischer Nutzen

Durch die implizite Vollkostenbetrachtung ermöglicht die PKR einen hohen Grad an Transparenz. Transparenz bedeutet hierbei, dass innerinstitutionelle Verrechnungspreise für eine Erbringung gegenseitiger Leistungen (vgl. *Organisationsstrukturen*, S. 39) gewonnen werden, aber auch dass direkte Outsourcing-Entscheidungen (Make-or-Buy), Benchmarking und andere Effizienzvergleiche für kostengünstigere Bildungsmaßnahmen möglich werden [HLZ01, S. 886]. Nur so lassen sich begründete Aussagen machen über die Kosten bestimmter Bildungsleistungen und darauf aufbauend, ob diese angemessen sind oder nicht [Dey96]. Außerdem erhalten Leitungsstellen zuverlässige Daten zur Durchführung strategischer Planungen [DET01, S. 3] und Kenntnisse über den langfristigen Mitteleinsatz [AH97].

Aus der Argumentationsbasis einer traditionellen Deckungsbeitragsrechnung heraus wird die PKR als strategisches Kontroll- und Entscheidungsinstrument im Rahmen einer verursachergerechten Gemeinkostenverteilung gesehen [DMPS99, S. 197].

Ein großes Ziel der PKR ist das Wissen um die Ursache der verbrauchten Kosten auf

⁵Hierin liegt eine Stärke der PROZESSMANAGER-Software [Hor02a], die die Trennung von entstandenen Kosten (über Kostenstellenrechnung/Kostenarten feststellbar) und von Prozessen beanspruchte Leistungen für ein vergleichendes Berichtswesen verwendet, um beispielsweise ungenutzte Ressourcen zu entdecken.

⁶Im SAP R/3 Jargon wird hierbei der Begriff der „direkten Leistungsverrechnung“ verwendet [SAP99].

dem Empfängerobjekt, das sich als Bildungsprodukt ‚Kursteilnahme‘ darstellt. Nicht immer ist eine Zuordnung der Kosten so einfach möglich wie beispielsweise die Verrechnung des Zugtickets für die Fahrt zur Schulung auf die Kosten der Teilnahme. Kosten, die in Prozessen über viele Teilnahmen hinweg entstehen, müssen auf die einzelnen Besuche verrechnet werden und sind häufig nicht direkt zuordenbar. Oft ergeben sich hier mehrstufige Prozessketten, vor allem dann, wenn sehr detaillierte Teilprozessverbräuche in sachlich weit entfernten Prozessen ablaufen. Ein Beispiel hierfür ist die anteilige Organisation des Rechenzentrums, in dem eine innerinstitutionelle E-Learning-Maßnahme gehostet wird.

Durch die Definition von Prozessen, Aktivitäten und Zusammenhängen ist ein positiver Nebeneffekt zu erkennen. [HLZ01] spricht von einem „gesteigerten Bewusstsein“ aller Beteiligten „bezüglich Kosten- und Kostenstrukturfragen“, was teilweise zu spontanen Verbesserungen führt. Dieser Nebeneffekt kann nicht hoch genug geschätzt werden, da „Kostenorientierung bei Bildungsverantwortlichen nicht traditionell im Vordergrund“ steht. Hier zeigt sich also, dass die Notwendigkeit für das bloße Nachdenken über Abläufe zu einer Vereinfachung und somit höheren Effektivität und Effizienz beitragen kann.

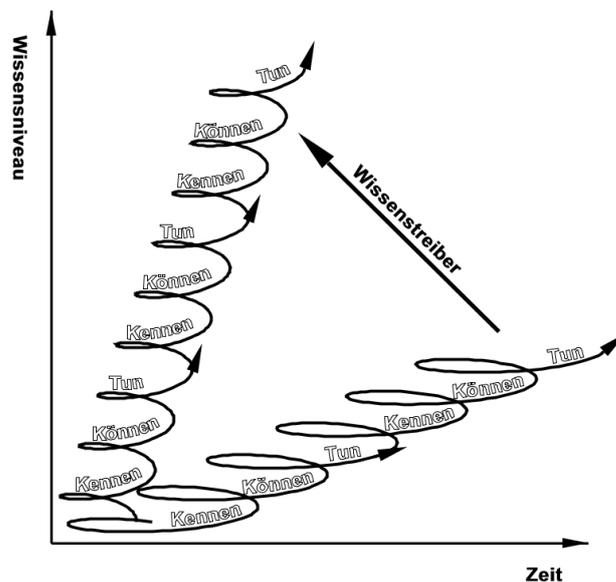


Abbildung 3.5: Auswirkung der Wissenstreiber durch Prozesstransparenz

Durch die klare Abgrenzung und eindeutige Definition von Prozessen können Verantwortlichkeiten festgelegt werden, die den normalen Einflussbereich von einzelnen Mitarbeitern und Abteilungen überschreiten. Im Bereich E-Learning verspricht man sich Effi-

zientzgewinne durch Ineinandergreifen unterschiedlicher Bereiche wie Personalwirtschaft, IT-Services, Wissensmanagement, Marketing und Facility Management. Hierbei ist die Verdichtung von Teilprozessen zu Hauptprozessen und die Verantwortungsübertragung ein wichtiger Schritt, da nur so die Gestaltung und Effizienz der Prozesse beeinflusst werden kann [Str88, S. 164].

Durch den staatlichen Bildungsauftrag in Deutschland unterliegt Lernen traditionell nicht ausschließlich wirtschaftlichen Kriterien und spätestens seit PISA [BKN⁺01] auch verstärkt qualitativen Forderungen. Dabei kann ein umfassendes Prozessmanagement, das sich aus der Prozesskostenrechnung und dem Prozesskostenmanagement ergibt, positiv in den Vorgang der Lehrprozessverbesserung eingreifen. Ähnlich wie in der Prozesskostenrechnung Kostentreiber in Form einflussreicher Kosten identifiziert werden, kann das Prinzip im Umfeld der Wissensvermittlung zum Erkennen von Wissenstreiber verwendet werden. Wissenstreiber sorgen dafür, dass in einer kürzeren Zeit ein höheres Wissensniveau erreicht wird. Eine steiler ansteigende Spirale in Abbildung 3.5 führt zu solch einer Situation. [FG02a] machen dabei zwei wesentlicher Treiber aus: zum einen der Lerner an sich, dessen Niveau mit der aktiven Beschleunigung des Lernprozesses korreliert, und zum anderen integrierte SED wie LMS/LCMS-Systeme, die zur Unterstützung der Lernprozesse beitragen.

Neben dieser handlungsorientierten Sichtweise werden unter Wissenstreibern auch inhaltliche Wissenseinheiten verstanden, die wesentlicher als andere zum Handlungswissen beispielsweise einer ganzen Organisation beitragen. Es liegt also nahe, dass ein gelebtes Prozessmanagement aus Kostentoptimierungsgründen quasi nebenbei durch die Beschäftigung mit Lernprozessen die Spreu vom Weizen zu trennen vermag und somit zu einem schnelleren Erreichen eines höheren Wissensniveaus führen kann. Erste Ergebnisse zur Bestätigung dieser These finden sich bei [DN02].

3.2.4 Zusammenfassung

Nachdem traditionell Kostenstellenrechnungen als Entscheidungsgrundlage für Kalkulation, kurzfristigen Erfolgsrechnung, Planungsrechnung und Verteilung von Gemeinkosten dienen, erscheint es heute nicht mehr sinnvoll, Kostenstellen als Betriebsabteilungen in vernetzten Umgebungen zu definieren. In diesem organisatorischen Vakuum schaffte sich eine an Ressourcen und Prozessverbräuchen orientierte Vollkostenrechnung Platz. Hierfür entstand vor einigen Jahren im betriebswirtschaftlichen Controlling die Prozesskostenrechnung, die nun in ersten Ansätzen im Bildungsbereich Einzug hält. Allerdings baut diese auf den alten Kostenstellenprinzipien auf, ist kompliziert und regelt die Frage der Kosten-

verrechnung von physikalischen Ressourcen unzureichend. Sie ist als Modellierungsinstrument für Kalkulations-Referenzmodelle daher ungeeignet. Im Folgenden wird ein neues, vereinfachtes Modell vorgestellt.

3.3 Das Calculation Object Model (COM)

Aus der Abbildung der PKR beziehungsweise ABC auf die Situation im Bildungsbereich entstand der COM-Ansatz wie in Abbildung 3.6 dargestellt. Der Ursprung von ABC liegt in einer verbrauchsabhängigen Fixkostenumlage der direkten Leistungserstellung (Produktion), während die PKR entstand, um Defiziten des Rechnungswesens im Dienstleistungsbereich zu begegnen [Hor02b, S. 554]. Die Methoden und Ziele von ABC und PKR sind die gleichen und decken lediglich unterschiedliche Lücken im Rechnungswesen verschiedener Länder ab. COM unterscheidet diese lokalen Gegebenheiten nicht und stellt eine Vereinheitlichung der beiden Systeme dar.

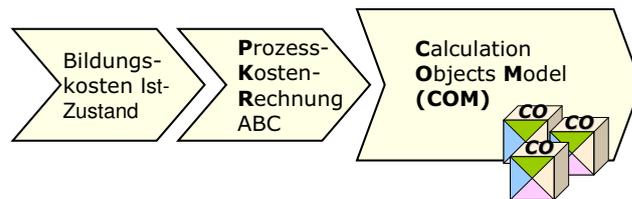


Abbildung 3.6: Die Entstehung vom COM

In *Stand der Forschung*, S. 83 wurde gezeigt, dass bei einer integrierte Kostenrechnung traditionelle Elemente der Kostenstellen-, Kostenarten- und Kostenträgerrechnung mit der Prozesskostenrechnung verbunden werden. Die Vorteile des COM-Ansatzes basieren im Wesentlichen auf einer Vermeidung dieser Integration.

Es erfolgt nun die Beschreibung des neuen COM-Ansatzes. Hierfür werden in Abschnitt 3.3.1 der prinzipielle Aufbau, in Abschnitt 3.3.2 die Kalkulationsobjekte, in Abschnitt 3.3.3 die Verrechnungsarten sowie in Abschnitten 3.3.4 und 3.3.5 die Modellierungsinstrumente Wertebene und Bündel spezifiziert.

3.3.1 Prinzipieller Aufbau des Kalkulationsmodells

Der COM-Ansatz basiert auf der Grundüberlegung, dass Dinge, Tätigkeiten, Prozesse, Leistungen oder Produkte, die sowohl materiell als auch immateriell sein können, im wirtschaftlichen Betrieb Kosten binden und dass die Kosten dieser Objekte über mehrere Stufen inner-

halb eines Systems verrechnet werden. COM basiert also auf einer Berechnung von Kostenträgern (vgl. *Stand der Forschung*, S. 83) sowie deren flexiblen Weiterverrechnung. Diese Kostenträger werden im Modell daher als **Kalkulationsobjekt (CO)** bezeichnet.

Um beispielsweise die Kosten einzelner Objekte eines speziellen Bildungsszenarios berechnen zu können, muss eine Modellierung stattfinden, die einzelne Objekte entsprechend ihrer tatsächlichen Kostenzusammenhänge abbildet. Hierfür wird der Begriff **Kalkulationsmodell** verwendet.

Es ist möglich, dass sich einzelne Szenarien überschneiden, wodurch dieselben Kalkulationsobjekte in unterschiedlichen Szenarios verrechnet werden. Prinzipiell erfolgt die Abbildung eines Szenarios in einem Modell, allerdings können durchaus in einem Modell auch unterschiedliche Szenarios abgebildet werden. Typischerweise ist ein Kurs ein solches Bildungsszenario.

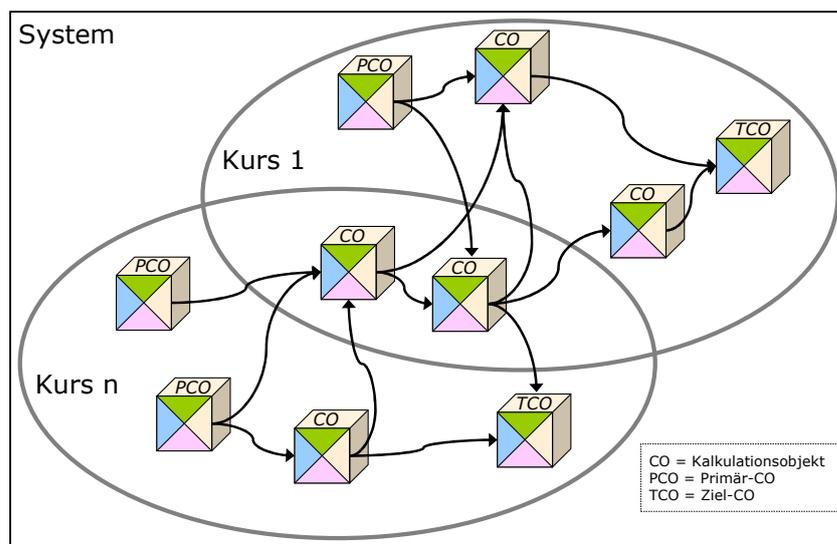


Abbildung 3.7: Vernetzung von Kursen mit mehrfach verwendeten Kalkulationsobjekten

Durch Verrechnungsmethoden werden Kalkulationsobjekte netzförmig verbunden. Ein Objekt ist dabei nicht auf ein Modell beschränkt, wie auch Abbildung 3.7 zeigt. Hier sind zwei Kurse in Form zweier Bildungsszenarios dargestellt, wobei die Kurse gleiche Objekte referenzieren. Bestimmte COs, wie beispielsweise ein Projektionsgerät, ein Tutor oder ein Server, können nur einmalig vorhanden sein, aber von unterschiedlichen Kursen in Anspruch genommen werden. Diese COs werden von den verschiedenen Kursen referenziert, um Kosten oder Leistung kursübergreifend zu allokiieren. Ein Objekt kann also mehr als einem Modell angehören. Alle Objekte befinden sich innerhalb eines Systems, das die reale

Grundlage für die so zusammenhängenden Kalkulationsmodelle darstellt.

Damit werden Ressourcen nicht mehrfach verwaltet, was deutliche Vorteile mit sich bringt. So können Kapazitätsüberdeckungen und durch Objektredundanz entstehende Kapazitätsfreiräume vermieden werden. Dieselbe Ressource oder derselbe Prozess muss nicht mehrfach angelegt werden, was zu einer besseren Überdeckung zwischen realen Objekten im System und den COs führt (vgl. Objektmodellierung bei [FS91]).

Aufgrund unterschiedlicher Situationen und Szenarien im Bildungsbereich lassen Systemgrenzen und Erfassungsgranularität solcher Modelle weiten Spielraum. Beispielsweise hängt die Granularität von Formel 3.8 und Formel 3.9 aus *Kostenrechnung*, S. 76 von der Fertigungstiefe und den benötigten Controllingkennzahlen eines Bildungsbetreibers ab. Es werden besonders teure Anteile bei der Kurserstellung erkannt und es können selbst einzelne Lernobjekte oder Kursteile auf ihre Kosten/Nutzenrelation untersucht werden.

An den Modellgrenzen ergeben sich eindeutige Schnittstellen in Form von Verrechnungsobjekten, die für weiterführende Modelle die Datenbasis darstellen können oder aus anderen Modellen Einstiegsdaten liefern. Durch die Schnittstellen zur Aufnahme oder Abgabe kalkulierter Daten anderer Modelle lassen sich Modellgrenzen beliebig verschieben. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn Kursmaterial komplett zugekauft wird und sich das Kalkulationsmodell um die Objekte des Erstellungsprozesses reduziert. Die Ausgangsobjekte des Lieferanten-Modells sind dabei die Eingangsobjekte des Bildungsanbieters.

Das vernetzte Kostengeflecht aus einfachen Objekten wird je nach Situation und Zielsetzung feinmaschiger oder gröber gewoben. Je mehr Objekte modelliert werden, desto komplexer wird das System. Dies wird dadurch kompensiert, dass nur wenige Grundprinzipien zur Modellierung existieren und die tatsächlichen Kostenströme mit wenigen Hilfsmitteln abgebildet werden können. Die Komplexität liegt nicht in einem komplizierten Modell, sondern vielmehr in der Vernetzungsdichte.

Ein wesentlicher Vorteil von Modellen ist ihre Verwendung als Vorlagen für bestimmte Szenarien, die immer wieder auftauchen und sich nur geringfügig unterscheiden. Solche speziellen Modelle, beispielsweise für Vorlesungen, Seminare oder firmentypische Weiterbildungsmaßnahmen, werden als Referenzmodelle bezeichnet.

3.3.2 Bestandteile eines Kalkulationsobjekts

Für ein einfaches Beispiel des Modells sei nochmals auf Abbildung 3.7 verwiesen. Zentrale Bestandteile sind die Kalkulationsobjekte (CO, Calculation Object), die ineinander verrechnet werden. An Stelle der in der Prozesskostenrechnung vorhandenen Kostenstelle, Ressource, Kostenträger, Aktivität, Teilprozess, Hauptprozess oder Empfängerobjekt tritt

das zentral verwendete Kalkulationsobjekt, das allgemein für eine Leistung steht und Kosten bindet. Die starre Einteilung von zum Teil unscharf getrennten Inhalten löst sich auf. Beispiele für COs sind ‚Webserver A‘, ‚Raum B‘, ‚Lerner C‘, ‚Software D‘, ‚Rechte E‘, ‚Vorlesung F‘, ‚Übung G‘, ‚Prüfung H‘, ‚Projekt I‘ etc. Eine Wirkung geht von einem CO nur dann aus, wenn es mit anderen COs in Wechselwirkung tritt. Ordnen lassen sich COs in einer flachen Hierarchie durch Zusammenfassung einzelner COs in Bündel (vgl. *Verwaltungstransparenz und erweiterte Statistiken durch Bündelungen*, S. 99).

Metadaten eines CO

COs werden durch acht Metadatenfelder beschrieben, die in Abbildung 3.8 aufgeführt und nachfolgend beschrieben werden. Die Felder Kosten, Menge, Maßgröße sind in weiteren Abbildungen mit €, # und M abgekürzt.

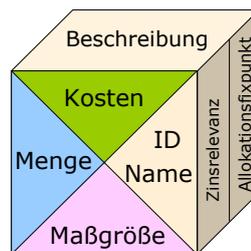


Abbildung 3.8: Metadaten eines COs

Die Identifikationsnummer (‚ID‘) identifiziert ein CO eindeutig. Bei der Vergabe ist darauf zu achten, dass IDs auch bei modellübergreifenden Verweisen COs eindeutig identifizieren. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass der ID eine spezielle Identifikationsnummer des Systems vorangestellt wird oder sonstige globale Nummernräume Verwendung finden.

Der ‚Name‘ bezeichnet das CO kurz und prägnant. Das Feld wird verwendet zur Bezeichnung des CO in Tabellen und Grafiken, wo in der Regel wenig Platz zur Darstellung verfügbar ist.

Wie in *Prinzipieller Aufbau des Kalkulationsmodells*, S. 92 dargestellt, können COs in verschiedenen Modellen Anwendung finden und müssen daher von unterschiedlichen Personen bei der Modellierung aufgefunden werden können. Hier ist ein Name oft nicht ausreichend, weshalb das Feld ‚Beschreibung‘ als Platzhalter für beliebig weitere Informationen zur Spezifizierung des CO dient. Weitere Klassifizierungssysteme wie Inventarnummer oder Vorgangsnummer können hier ebenso Verwendung finden wie Angaben zum Kontext des

CO, beispielsweise die Abteilung, in der der Prozess anfällt, oder der Lieferant eines Produktes. Die Beschreibung detailliert also das CO im Kontext des Systems, so dass es von Personen mit Hilfe einer Software aufgefunden werden kann.

Prinzipiell unterscheidet sich die ‚Maßgröße‘ nicht von der Definition in *Bedeutung der Maßgröße*, S. 86, weshalb bei COs ebenfalls der Begriff Verwendung findet. Es erfolgt jedoch eine erweiterte Anwendung, da nicht nur die mengenmäßige Unterteilung der Prozesse erfolgt, sondern auch die lineare Unterteilung aller Objekte. Die Mengenangabe sowie die Kostenangabe eines CO beziehen sich auf eine Einheit der Maßgröße. Der Wert für die Kosten eines CO errechnet sich somit aus ‚Kosten‘ \cdot ‚Menge‘.

Wie in *Kursgebühren*, S. 77 dargestellt, unterliegen Investitionen in Bildungsmaßnahmen kalkulatorischen Zinsen. Um diese Kosten in einem Modell abzubilden, können COs mit entsprechender Kennung versehen werden. COs erhalten hierfür die Kennung ‚Zinsrelevanz‘. Damit wird der Gegenwert eines CO bei Verrechnungen als Investition behandelt und anfallende Zinsen im Modell verrechnet.

Primärobjekt

Primärobjekte (PCO, Primary Calculation Object) sind spezielle COs, die aus allgemeinen COs abgeleitet werden. Angelehnt an den Begriff der ‚primären Kostenarten‘ in *Unterscheidung von Kostenarten*, S. 88, erfassen PCOs Güter und Dienstleistungen, die keine Leistungen oder Kosten aus vorhergehenden Verrechnungen erhalten, sondern an den Systemgrenzen des Modells fremdbezogen werden. Um COs explizit als PCO zu markieren, existiert für jedes CO das weitere Metadatenfeld ‚Allokationsfixpunkt‘.

Zielobjekt

Zielobjekte (TCO, Target Calculation Object) sind COs, die nicht weiter verrechnet werden. Sie binden Kosten und Leistungen und sind Kostenträger im traditionellen Sinne. Ein TCO im Bildungsbereich erfasst beispielsweise genau die Kosten, die für einen speziellen Lerner für einen speziellen Kurs anfallen. Je nach Granularität erfolgt eventuell keine Aufschlüsselung auf einzelne Teilnehmer, so dass ein TCO die gesamten Kosten abbildet, die genau für diesen Kurs anfallen.

3.3.3 Verrechnungsarten zwischen COs

Grundlage der Verknüpfungen bilden einfache Allokationsmechanismen, die zur Kostenverrechnung von COs verwendet werden. Kostenflüsse sind immer gerichtet vom allokierten

zum allozierenden Objekt, wobei immer ein Anteil des allozierten CO verteilt wird. Ein PCO ist somit ein CO ohne allozierendem Anteil, ein TCO ein CO ohne alloziertem Anteil.

Die Verrechnungsart gibt an, wie der Anteil bezogen auf das allozierte CO verrechnet wird. Sie ist definiert durch eine von drei möglichen Verteilungsarten: direkte Kostenverteilung, mengenmäßige Verteilung nach Maßgrößeneinheiten oder Verteilung über einen relativen Anteil. Werden Kosten alloziert, bezeichnet der Anteil eine absolute Kostengröße. Bei der Berechnung der Kostenallokation aufgrund des Mengenanteils werden Leistungen alloziert, verrechnet werden jedoch Kosten. Die allozierenden Leistungen sind vor allem bei weiterführenden Verbrauchsanalysen von Kostenträgern von Interesse. Eine prozentuale Allokation gibt entweder den prozentualen Anteilswert weiter oder das CO wird an alle allozierenden COs ohne Anteilsangabe gleichmäßig verteilt.

Eine Allokation verrechnet Kosten also vom allozierten zum allozierenden CO. Eine Allokation ist immer quantifiziert durch eine Leistungsmenge oder einem Kostenbetrag oder einem prozentualen Anteil. Nicht quantifizierte prozentuale Allokationen verteilen sich gleichmäßig auf den für diese Allokationen verbleibenden Anteil.

Hängt die Allokation von der Menge des allozierenden CO ab, wird der allozierte Anteil mit dieser Menge multipliziert. In diesem Fall besitzt eine Allokation die Kennzeichnung der Vorverteilung. Eine Vorverteilung bedeutet, dass die Menge des allozierenden CO den allozierten Anteil um diesen Betrag vervielfältigt.

Allgemein kann ein CO eines oder mehrere COs allozieren sowie ein- oder mehrfach von anderen COs alloziert werden. Prinzipiell existiert keine Begrenzung an Allokationen.

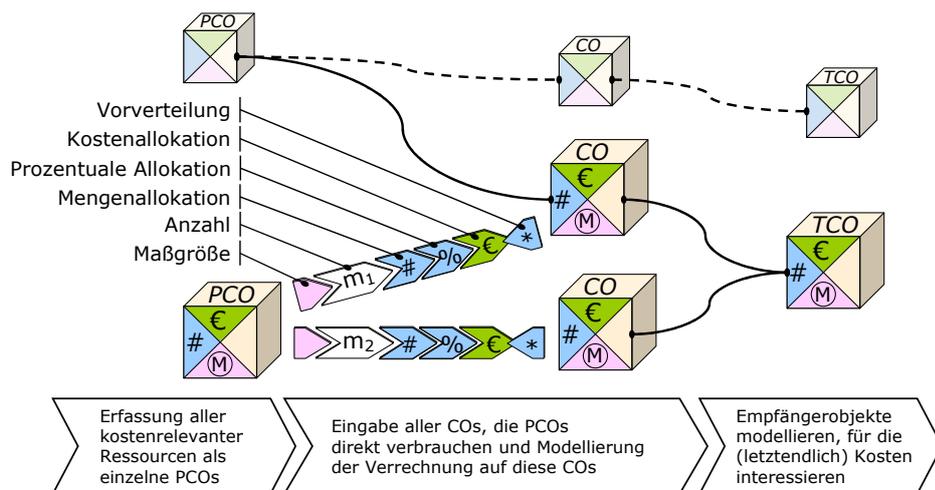


Abbildung 3.9: Modellierungsprinzip von Bildungsmaßnahmen nach COM

Abbildung 3.9 zeigt mögliche Allokationen sowie das Prinzip der Modellierung nach COM. Die Allokationen sind mathematische Verfahren mit geringer Komplexität in einem Modell, das berechenbar, flexibel und leicht modellierbar ist. Die Modellierung selbst geschieht in drei Stufen:

1. Alle im System relevanten Ressourcen werden mit deren verfügbaren Kapazitäten pro Zeitintervall (vgl. *Werteebenen zur Unterscheidung von Szenarien*, S. 98) einzeln als PCOs erfasst. Dies sind Leistungen oder Dinge, die für das System benötigt werden und deren Kosten bekannt sind, also typischerweise Räume, Geräte und Arbeitszeit wie in den Abschnitten 3.1.1-3.1.4 aufgeführt.
2. Definition aller COs, die Ressourcen direkt verbrauchen und Modellierung der Verrechnung der PCOs auf diese COs sowie Anlegen weitere COs, für die Kosten und Nutzen interessieren. Typischerweise handelt es sich hierbei um Aktivitäten und Teilprozesse wie in *Prozesskostenrechnung im Bildungsbereich*, S. 84 beschrieben. Außerdem finden sich weitere umfangreiche Vorlagen in der Spezifikation von Bildungsprozessen bei [DIN04].
3. In der dritte Stufe werden TCOs identifiziert und modelliert, soweit sie sich nicht bereits aus COs ergeben. Sie liefern die verursachten Vollkosten der Bildungsprodukte, also typischerweise von Veranstaltungen, Forschungsprojekten, Studiengängen, Teilnehmergruppen oder einzelnen Teilnehmern.

3.3.4 Werteebenen zur Unterscheidung von Szenarien

Zur Verrechnung unterschiedlicher Szenarien eines Modells erfolgen Kalkulationen auf unterschiedlichen so genannte Werteebenen⁷. Werteebenen dienen zur Unterscheidung von verschiedenen Werteeingaben für unterschiedliche Berechnungsziele mit demselben Modell. Ein erzeugtes Modell kann beliebig viele Werteebenen für ein System besitzen. Jeder eingegebene oder verrechnete Wert wird der gerade aktiven Werteebene zugeordnet, während die Struktur des Modells für alle Werteebenen dieselbe ist. So lassen sich mit einem einmalig erstellten Kalkulationsmodell unterschiedliche Szenarien durchrechnen, wie beispielsweise Plan-, Alternativ- oder Istwerte in unterschiedlichen Zeiträumen.

Die Metadaten Maßgröße, Menge, Kosten, Zinsrelevanz und Allokationsfixpunkt der COs werden auf eine Werteebene bezogen definiert. Die Daten jeder Werteebene sind einem bestimmten Zeitraum zugeordnet, dessen Dauer zur Berechnung der kalkulatorischen

⁷In der Prozesskostenrechnung mit Modelltyp [Hor02a] oder Kostenmodell [Ale02] zu vergleichen.

Zinsen (vgl. Formel 3.7, S. 78) herangezogen wird. Neben den Metadaten eines COs sind auch alle Werteingaben einer Allokation an eine spezielle Werteebene gebunden.

3.3.5 Verwaltungstransparenz und erweiterte Statistiken durch Bündelungen

Ein Bündel bezeichnet die Zusammenfassung beliebiger COs für Kontroll-, Ordnungs- und Gruppierungszwecke. Über die COs eines Bündels lassen sich Kosten summieren und weitere Statistiken über Maßgrößen etc. erstellen. Eine Allokation erfolgt dabei nicht. Sinnvoll sind zum Beispiel Bündel über fremdbezogene Leistungen, kritische COs oder COs, die in einer traditionellen Kostenstelle anfallen. Bündel sind wiederum bündelbar, was die einfache Abbildung von Organisationsstrukturen zulässt, die sich in heutigen aktivitätsorientierten Bildungsstrukturen unterscheiden von der zu verrechnenden Kostenstruktur.

3.4 L-K2 – Softwarelösung auf Basis eines relationalen Datenbanksystems

Die Verifizierung von COM erfolgt mit einer webbasierten COM-Bearbeitungssoftware, die eine Modellierung mit allen oben beschriebenen Anforderungen, verschiedene Auswertungen und ein rollenbasiertes Verfahren zur Verwaltung sich überschneidender Modelle ermöglicht.

L-K2 ist der Name für die Implementierung des COM-Konzepts und abgeleitet aus den drei Begriffen Lehre, Kurs und Kalkulation. Die Architektur von L-K2 basiert auf einer klassischen 3-Tier-Softwarelösung zur Implementierung von Client/Server-Anwendungen [LK205]. Die drei Schichten bestehen aus einem PostgreSQL-Datenbankserver [POS05], mehreren PHP-Klassen und serverseitigen PHP-Skripten [PHP05] innerhalb eines Apache-Webservers [APA05]. Die Eingabe- und Darstellungsmasken werden über Standard-Webbrowser aufgerufen. Dabei kommt HTML in Version 4.01 sowie zur grafischen Darstellung des Modells das Scalable Vector Graphics Format (SVG) [SVG03] zum Einsatz. Aufgrund der weiten Verbreitung dieser Architektur wird darauf speziell nicht weiter eingegangen.

Nachfolgend werden die Benutzerschnittstellen sowie das aus der COM-Spezifikation generierte Datenbankschema vorgestellt. Die Evaluation erfolgt anhand eines realen Szenarios.

3.4.1 Eingabemasken zur Modellierung

Eine Kostenrechnung für die Lehre mit Internet-Bordmitteln auf Basis von HTML und Javascript, Client, Server, Datenbank und Standard-Browser bietet sich nicht nur deshalb an,

da immer mehr Lernlösungen auf der gleichen Technik basieren [ADL05, ALI05, AIC05, IEE05] und somit Medienbrüche vermieden werden. Im Vergleich zu Programmen, die auf den jeweiligen Betriebssystemen der Anwender installiert werden müssen, bieten sie einfache Prozesse bei Installation, Bedienung und Wartung. Je weniger Ressourcen von den Eingabeagenten verbraucht werden, desto kostengünstiger, flexibler und verbreiteter ist in der Regel deren Einsatz.

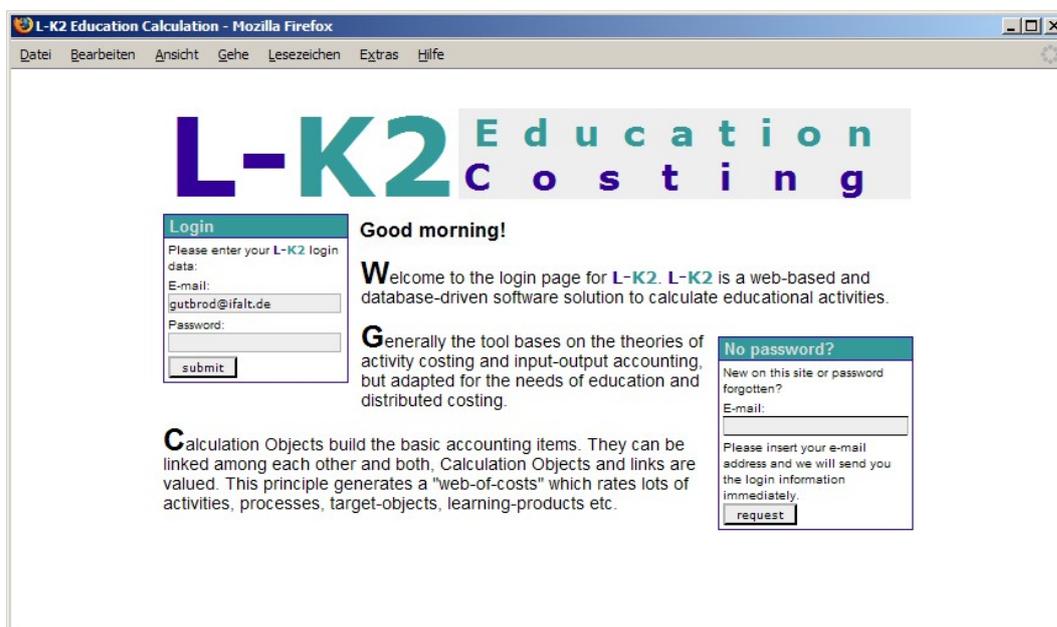


Abbildung 3.10: Startseite mit Login-Feldern

Neben den Vorteilen der Ressourceneinsparung erlaubt der Verwendung von Internet-technologien die Istdatenerfassung der einzelnen COs durch unterschiedliche Benutzergruppen an verteilten Orten. Lernplattformen bieten Zugriffsrollen für Autoren, Tutoren, Lerner und Administratoren. Jeder dieser Teilnehmer arbeitet sehr häufig an unterschiedlichen Orten, was eine zentrale, prozessübergreifende Erfassung der kostenrechnungsrelevanten Information nur über Internetschnittstellen sinnvoll macht. So erfasste Daten können zum Beispiel vom Autor benötigte Literatur und Software, Raum-, Reise- oder Übernachtungskosten sein, die im Rahmen einer Kursvorbereitung und Durchführung anfallen.

Zum heutigen Zeitpunkt sind noch keine Lernplattformen bekannt, die eine unmittelbare Datenerfassung zur Prozesskostenbestimmung vornehmen. Da das Dienstespektrum von Lernplattformen vermehrt von Autoren- über Verwaltungs- bis hin zu Lernprozessen reicht, liegt es nahe, die Prozessverbrauchsmengen integriert innerhalb dieser Umgebungen

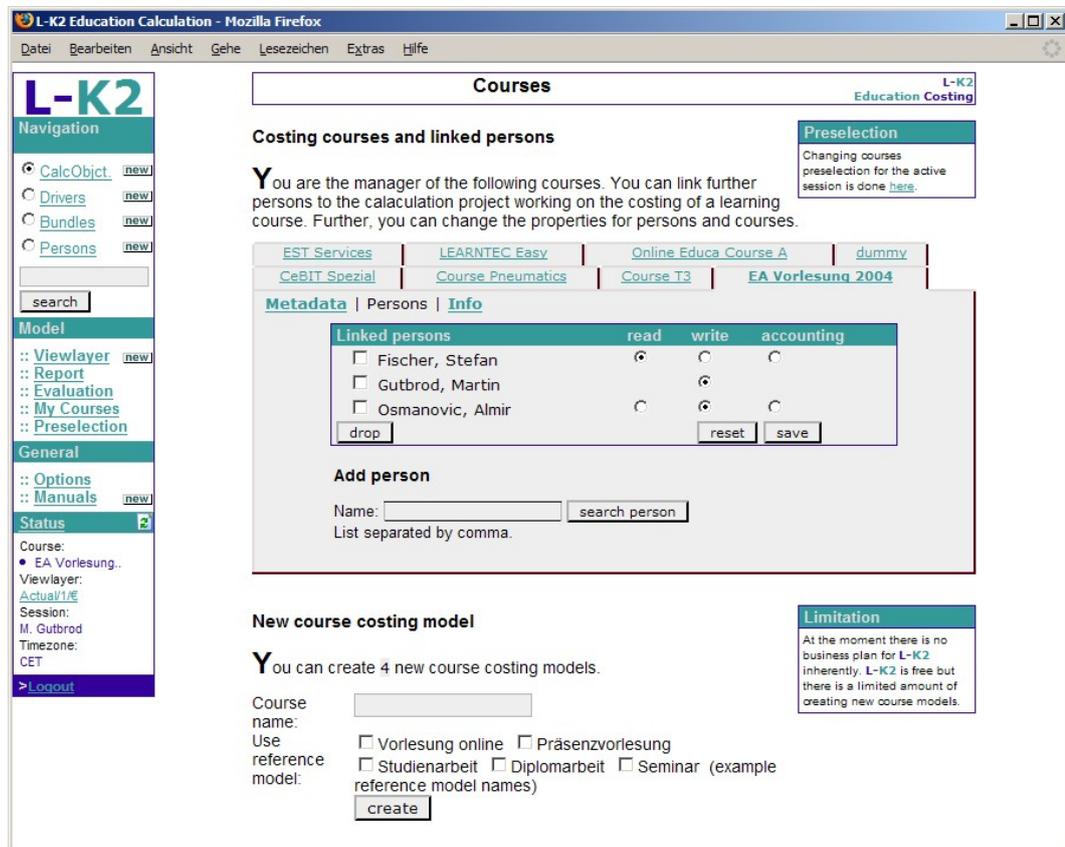


Abbildung 3.11: Eingabemaske zur Verwaltung von Kursen

zu erfassen, mit den Kostensätze zur Vor- oder Nachkalkulation zu verrechnen, um darüber direkt Autorenvergütungen und Kursdurchführungskosten zu bestimmen. Automatisch zu erfassen sind dabei Zeiten der Teilnehmernutzung sowie der individuelle Verbrauch von Systemressourcen, vor allem bei der Übertragung großer Datenmengen.

Im Folgenden werden die wesentlichen Eingabemasken von L-K2 dargestellt und beschrieben. Die Auswahl geschieht nach Relevanz und gibt einen detaillierten Einblick in ein mögliches Modellierungsinstrument von COM. Zur Darstellung der berechneten Modelle sei auf *Evaluierung anhand eines reellen Szenarios*, S. 108 verwiesen.

Startseite

Abbildung 3.10 zeigt die Startseite von L-K2 [LK205]. Nach Eingabe persönlicher Login-Daten erfolgt der individuelle Zugang zum System. Aufgrund der internationalen Ausrichtung [GJF03a, GF04] sind die Eingabemasken in englischer Sprache gehalten. Die Zuord-

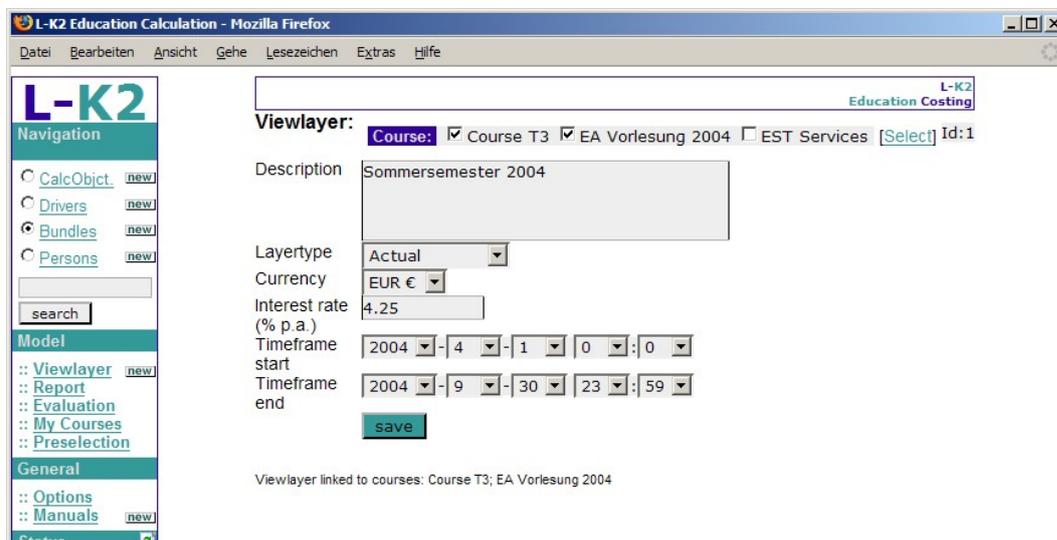


Abbildung 3.12: Eingabemaske einer Werteebenen (Viewlayer)

nung der englischen Begriffe erfolgt in Klammern hinter den deutschen Termini an den entsprechenden Stellen.

Verwaltung von Kursen

Jedes Modell wird in L-K2 als Kurs (Course) modelliert. Zuerst erfolgt daher das Anlegen eines neuen Kurses. Das entsprechende Browserfenster zeigt Abbildung 3.11. Auf der linken Seite befindet sich, wie bei allen Fenstern von L-K2, der Menübalken mit Suchfunktion für COs, Maßgrößen, Bündel und Personen sowie Links zum Aufruf weiterer Seiten und einige statistische Informationen.

Der Hauptbereich zeigt alle selbst angelegten Kurse als Reiter symbolisierter Karteikarten. Zu jede Karteikarte lassen sich Metadaten zum Kurs (Metadata), Statistiken (Info) sowie Personen (Persons) zuordnen. Das Anlegen von Personendatensätzen ist selbsterklärend und wird nicht extra behandelt, allerdings müssen Personen in L-K2 angelegt sein, um sie mit einem Kurs verlinken zu können.

Neue Kurse werden angelegt, indem ein Kursname eingegeben und ein Referenzmodell ausgewählt wird. Im unteren Bereich von Abbildung 3.11 sind Beispiele für Referenzmodellnamen aufgeführt, die – mit der Verfügbarkeit der speziellen Referenzmodelle – als Vorlage zur Kalkulation Verwendung finden.

Calculation Object: Course: Course T3 EA Vorlesung 2004 EST ServicesId:97
 Name: Absprachen Professor/Assistent
 Description: alle 2-3 Wochen
 Imputed costs relevancy:
 Driver: Stück
 Quantity: 5
 Cost (€):
 Allocation Base? (€ 0,00)
 save

CO's Output

Id	Allocated to:	TQF	Share	is %	in €	Quantity
270	Fixkosten über alle Veranstaltungen			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

CO's Input

Id	Allocated by:	TQF	Share	is %	in €	Quantity
196	Zeitkonto Professor	5x	0.25	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Arbeitsstunde
191	Zeitkonto Assistenten	5x	0.25	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Arbeitsstunde

Calculation Object linked to course: EA Vorlesung 2004

Abbildung 3.13: CO mit allozierendem (Input) und allokiertem Anteil (Output)

Bearbeitung einer Werteebene

Eine Modellierung ohne Werteebene ist in L-K2 nicht möglich. Daher wird nun zunächst mit Abbildung 3.12 die Eingabe- und Änderungsmaske für Werteebenen betrachtet. Neben der Eingabe allgemeiner Beschreibungsdaten im Feld ‚Description‘ erfolgt in der Maske die Auswahl eines standardisierten Typs („Layertype“). In der L-K2-Implementierung von COM werden Währung und Zinssatz zur Berechnung der kalkulatorischen Kosten für jedes Szenario definiert (vgl. Feld Zinsrelevanz in *Metadaten eines CO*, S. 95) und daher ebenfalls in dieser Maske eingetragen. Die notwendige Zuordnung zum Kurs erfolgt über Checkboxes im oberen Fensterbereich. Welche Kurse im Einzelnen dort dargestellt und somit anklickbar sind, ist selektierbar („Select“). Zur Verfügung stehen alle Kurse, an denen der aktuelle Benutzer Schreibrechte besitzt (siehe Personenzuordnung in Abbildung 3.11). Diese Leiste findet sich in allen Eingabemasken, die eine Kurszuordnung ermöglichen. Generell kann mehr als ein Kurs ausgewählt werden.

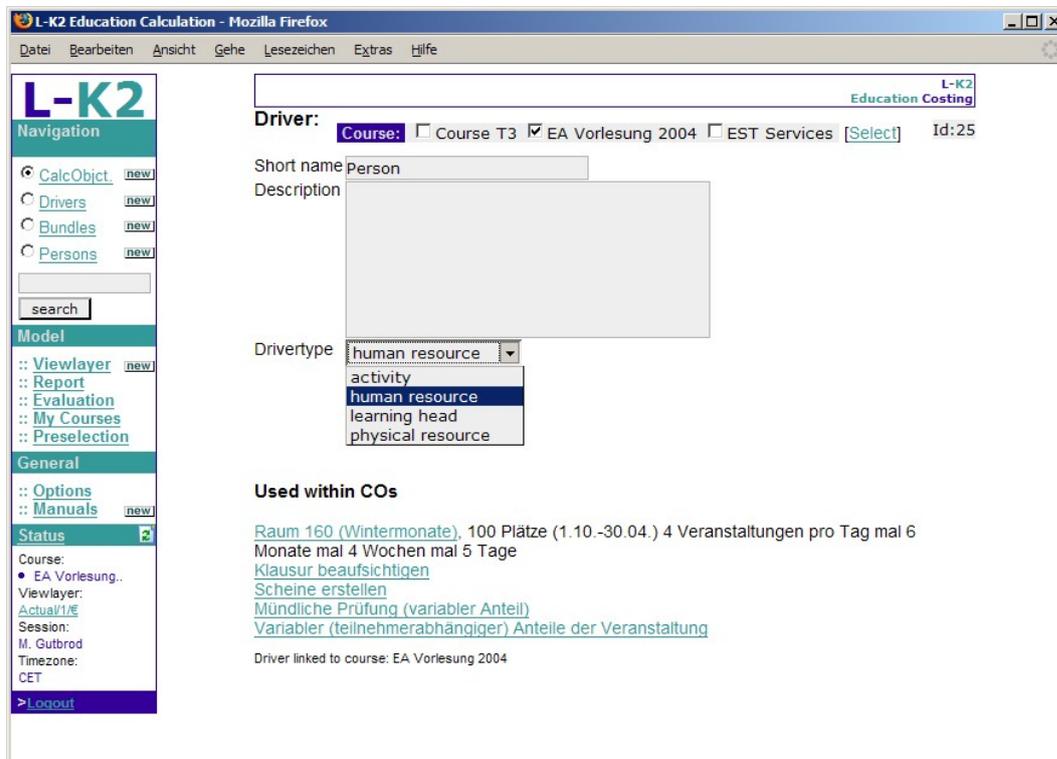


Abbildung 3.14: Eingabemaske einer Maßgröße (Driver)

COM-Modellierung durch Bearbeitung von COs

Die Modellierung in L-K2 orientiert sich am Kostenfluss und dem Modellierungsprinzip nach Abbildung 3.9, S.97. In der rechten Auswahlbox mit dem Titel ‚COs for Output‘ in Abbildung 3.13 befindet sich eine Auswahl der zuletzt bearbeiteten COs. Sie können angeklickt werden; nach dem nächsten Speichervorgang erscheint das CO im unteren Bereich als ‚Output‘-CO. Hier lässt sich nun definieren, welcher Anteil vom ausgewählten CO allokiert wird. Im Beispiel erfolgt eine prozentuale Allokation ohne Angabe des Anteils („Share“), was de facto eine komplette Allokation des CO auf das CO ‚Fixkosten über alle Veranstaltungen‘ bedeutet.

Das dargestellte CO wirkt allokiierend auf zwei COs. Den Anteil, den die COs jeweils erhalten, beträgt 0,25 Einheiten der Maßgröße der allokierten COs. Die Maßgrößen beziehen sich bei beiden Allokationen auf Zeitkonten und stellen Arbeitsstunden dar. Durch die gesetzte Markierung als Vorverteilung (TQF, Target Quantity Faktor) allokiert das CO jeweils einen um die eigene Menge multiplizierten Betrag.

Die weitere Beschreibung der CO- und Allokations-Metadaten, die in der Maske noch

L-K2 Education Calculation - Mozilla Firefox

Education Costing

Bundle: Course T3 EA Vorlesung 2004 EST Services [\[Select\]](#) Id:15

Name: Prüfung [Link to:](#)

Description:

COs: [new](#) [jump](#)

E-Learning variable Kosten,
Netzwerkkosten,
Online Bereitstellung Übungsun
E-Mail Kommunikation, Fragen
Raum 160 (Wintermonate), 10(
Raum 160 (Sommermonate), 1
Variabler (teilnehmerabhängig)
Lerngruppe 100/100,
Lerngruppe 10/100,
Kosten EA Lehrveranstaltung S
Schriftliche Klausur,
Absprachen im Fachbereich,

Parent Bundles: [new](#) [jump](#)

Gesamtkosten,
Personalkosten,

Ctrl+click=multiselect

[save](#)

COs

- *[Fixe Prüfungskosten](#), Kostenobjekt, allokiert allen Aufwand bzgl. Prüfungen
- *[Prüfungen: Absprache Professor/Assistenten](#)
- *[Prüfungsfragen vorbereiten](#)
- *[Prüfung organisieren](#)
- *[Mündliche Prüfung \(variabler Anteil\)](#)

COs	Total
113 101 102 94 124	€ 644.00

Bundle linked with course: EA Vorlesung 2004

Abbildung 3.15: Eingabemaske eines Bündels (Bundle)

eingetragen werden, sind bereits in *Metadaten eines CO*, S. 95 und *Verrechnungsarten zwischen COs*, S. 96 beschrieben.

Eingabemaske für Maßgrößen

Die Eingabemaske für die Maßgrößen (Driver) hält lediglich drei Metadatenfelder bereit, wie Abbildung 3.14 zeigt. Alle drei Felder Name (Short Name), Beschreibung (Description) und Typ (Drivertype) haben für COM ausschließlich beschreibenden Charakter und unterstützen in erster Linie umfangreiche Auswertungen. Stellt der Typ der Maßgröße einen Lerner dar (Drivertype: learning head), verrechnet L-K2 die kalkulatorischen Kosten auf alle COs mit dieser Maßgröße nach dem Verhältnis der Mengen dieser COs, um direkt die Vollkosten eines Lernalters zu erhalten. Im unteren Bereich zeigt das Fenster jene COs, die die Maßgröße verwenden.

Definition von Bündel

Neben den Feldern zur Beschreibung eines Bündels (Bundle) gibt es in Abbildung 3.15 ein Auswahlfeld mit den zuletzt aufgerufenen COs sowie ein Auswahlfeld weiterer Bündel. Dem Prinzip der Verlinkung von COs folgenden lassen sich so sehr einfach COs oder andere Bündel dem aktuell in der Hauptmaske dargestellten Bündel zuordnen. Im unteren Fensterbereich sind die verbundenen Objekte aufgeführt und verlinkt.

3.4.2 Abbildung von COM im relationalen Datenmodell

Abbildung 3.16 zeigt das COM-konforme Entity Relationship Model (ERM) von L-K2, das den Eingabemasken zugrunde liegt. Jede Entität stellt eine Tabelle dar, die über Schlüssel-felder miteinander verbunden sind.

Die wichtigste Entität ist die Tabelle `courses`, die für jedes Modell (also in L-K2 ein Kurs) genau einen Eintrag enthält, der sich aus Name, Beschreibung und dem Schlüsselfeld `course_id` zusammensetzt. Alle weiteren Daten einer COM-Instanz hängen unmittelbar oder mittelbar mit dieser Modell-ID zusammen.

Eine Person wird mit genau einem Datensatz in der Tabelle `persons` angelegt. Welche Person mit welchem Modell verbunden ist und welche Rechte sie am Modell besitzt, regelt die Tabelle `course_person`. Durch die n:m-Auslegung dieser Verbindungstabelle lassen sich beliebig viele Personen einem Modell zuordnen und dabei entsprechende Zugriffsrechte definieren. Personen, die selbst neue Modelle anlegen und verwalten, werden in Tabelle `coursemanager` geführt. Diese Tabelle enthält auch eine Information, wie viele neue Modelle durch diese Person noch angelegt werden können. Die Bearbeitung eines COM erfordert einen aktiven Zugang zu L-K2, der durch einen Eintrag der benötigten Login-Daten in der Tabelle `loginpersons` ermöglicht wird. Weitere sitzungsrelevante Einstellungen werden serialisiert im Feld `datafield` abgelegt.

Zur Ablage eines CO werden die zwei Tabellen `objects_basis` und `objects_values` benötigt, da durch die Verwendung von Wertebenen (viewlayers) einige Datenfelder eines CO einer mehrfachen separaten Speicherung bedürfen: Für jede existierende CO-Wertebene-Kombination finden sich die Daten in `objects_values`. `objects_basis` hingegen enthält für jedes CO genau einen Datensatz, wobei das Feld `object_id` einen eindeutigen Schlüssel über alle COs enthält. Durch die Verknüpfungstabelle `course_object` kann ein CO beliebigen Modellen angehören.

Die gleiche Trennung von Wertebene und Basisdaten verwendet das ERM bei der Modellierung der Allokationen. Die Basisdaten einer Allokation in `object_object_basis` referenzieren lediglich das allokierte und allokierende CO, die verwendete Verrechnungsart

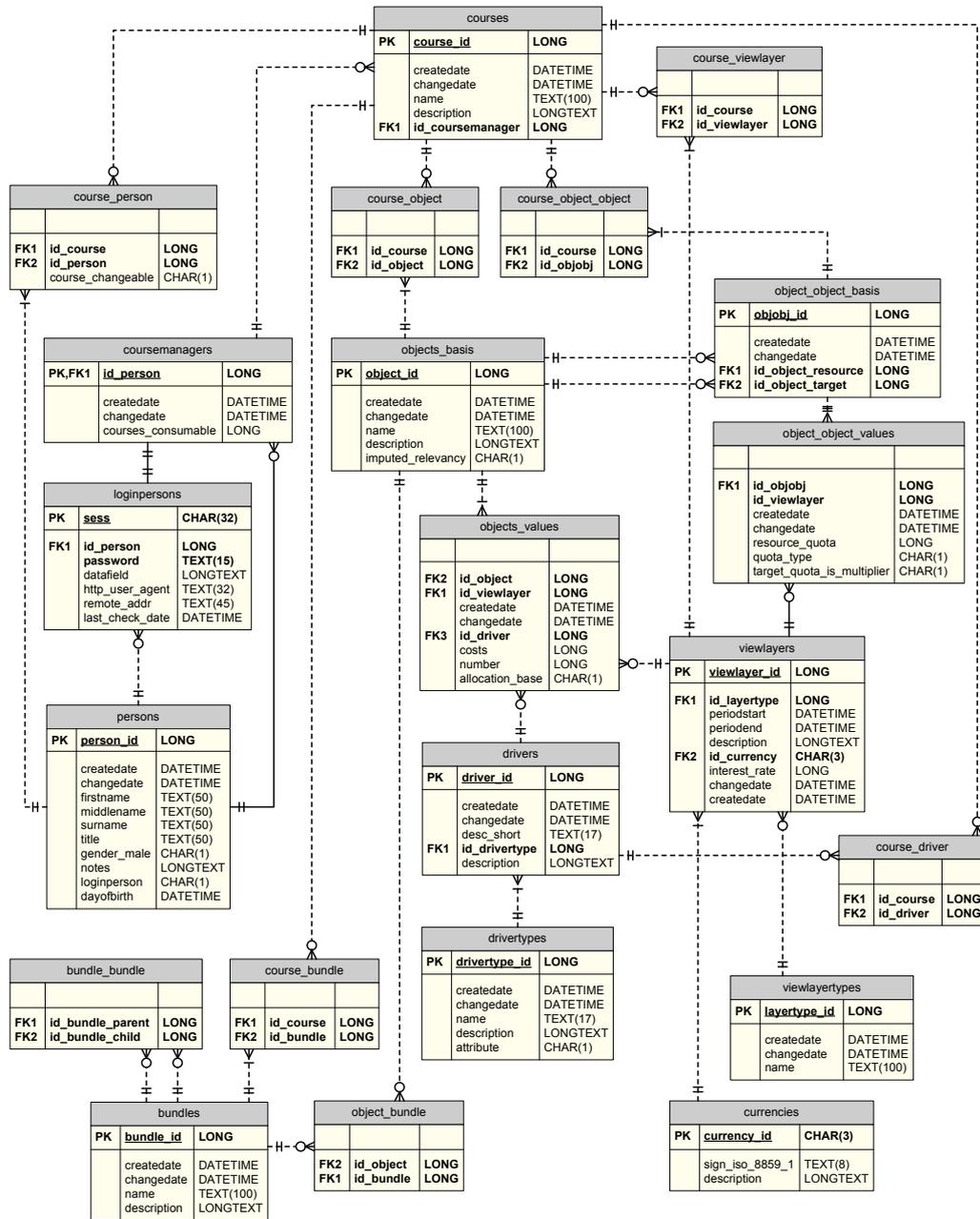


Abbildung 3.16: Entity Relationship Model der COM-Umsetzung in L-K2

sowie die eigentlichen Werte liegen für jede Werteebene in Tabelle `object_object_values`.

Alle weiteren Tabellen des ERM dienen der Ablage von Bündel und Maßgrößen sowie deren Relationen zu COs und Modellen. Die Funktion und der Aufbau des ERM folgt der Beschreibung bei *Definition von Bündel*, S. 106 sowie *Eingabemaske für Maßgrößen*,

S. 105.

3.4.3 Evaluierung anhand eines realen Szenarios

Die Evaluierung von COM erfolgt durch Modellierung eines konkreten Szenarios auf Basis der theoretischen Grundlagen von COM und mittels der Modellierungssoftware L-K2. Bei der Auswahl des Szenarios wurde das Ziel verfolgt, ein neues System zu analysieren, dessen Kostenstruktur wenig Transparenz aufweist und sowohl Elemente des E-Learning als auch traditioneller Lernformen einschließt. Außerdem sollte es sich um ein System handeln, das aufgrund des Aufwands bisher weder durch die PKR noch über sonstige Kosten-Leistungs-Rechnungen betrachtet werden konnte.

Beim gewählten Szenario handelt es sich um die Lehrveranstaltung Enterprise Applications (EA), die im Sommersemester 2004 am Institut für Betriebssysteme und Rechnerverbund (IBR) der Technischen Universität Braunschweig gelesen wurde. Um Ziele und Rahmenbedingungen der Lehrveranstaltung EA und somit daraus entstehende Kosten erfassen zu können, müssen vorher eine Fülle von Fragen und Vorüberlegungen geklärt werden. Es muss nicht nur der Aufbau des angebotenen Kurses und seine Arbeitsweise nachvollzogen werden, sondern auch der Aufwand für Aufbau und Vorbereitung. Die detaillierte Vorstellung des Szenarios erfolgt anhand einer Gliederung, die als Grundlage der Modellierung dient. Es wurden dazu alle relevanten Zeiten, materielle Aufwände, Aktivitäten und Prozesse der Veranstaltungen identifiziert, strukturiert und ausgewertet. Letztendlich erfolgt die Berechnung und Auswertung des erzeugten Modells mittels Instrumenten von L-K2.

Beschreibung des Szenarios und weitere Rahmenbedingungen

Die Untersuchungen und somit alle Werte beziehen sich auf Vorlesung und Übung. Weitere Maßnahmen und damit in Verbindung stehenden Objekte, wie beispielsweise ein Praktikum zur Vorlesung im anschließenden Wintersemester, werden nicht in die Berechnungen einkalkuliert. Der Kurs selbst verbindet Phasen der Präsenzlehre mit den unterschiedlichen Potentialen eines E-Learning-gestützten Selbststudiums. Dabei wird die Vorlesung mit einem Rapid-E-Learning-Werkzeug [GWF05a] sowohl als Ton als auch als Bild aufgenommen, so dass sich Studenten später alle Vorlesungsinhalte als Videos zum Selbststudium anschauen können. Diese Videos dienen sowohl zur Vorlesungsnachbearbeitung, als auch zur Prüfungsvorbereitung.

Bei der Vorlesung handelt es sich um eine multimediale Präsentation mittels Notebook und Beamer, in der unter anderem Enterprise-Application-Software zur Anschauung direkt vorgeführt wurde. Es handelt sich um eine vielfältige Vermittlung der Inhalte an die Ler-

nenden, und auch wenn sich E-Learning- und Präsenzinhalte gegenseitig überschneiden, ist die Veranstaltung durch den multimedialen Einsatz als eine medientechnisch kompetente und flexible Blended-Learning-Veranstaltung zu werten.

Die Vorlesung kann als Informatik-Ergänzungsfach bzw. Wahlpflichtfach oder auch als ein Teil eines Diplom-/Masterprüfung belegt werden, sodass die meisten Teilnehmer Wirtschaftsinformatik und Informatik im sechsten beziehungsweise achten Fachsemester studierten. Formal hat die Lehrveranstaltung einen Umfang von vier Semesterwochenstunden (SWS), wobei drei SWS der Vorlesung und eine SWS den Übungen zuzurechnen sind. Die Vorlesung wird jede Woche dreistündig gehalten, während die Übung zweistündig jede zweite Vorlesungswoche stattfindet. Wie üblich dient die Vorlesung der Vermittlung theoretischer Grundlagen, wohingegen die Übung die praktische Umsetzung vertieft und sowohl mittels Computer als auch an der Tafel stattfindet.

Inhaltlich enthält die Vorlesung zwölf Kapitel, die in 14 Vorlesungswochen vorgetragen werden. Zwischendurch wird die Vorlesung durch Vorträge beispielsweise über Software von SAP oder Accenture unterlegt. Alle Maßnahmen, die sowohl strukturell als auch organisatorisch für die Erstellung und Ausführung der Lehrveranstaltung nötig sind, werden im Modell als Aufwände und Kosten in einzelnen COs repräsentiert.

Zur Gewinnung der Modellierungsdaten wurden diverse Maßnahmen durchgeführt:

Interviews mit Beteiligten: Anhand von Fragebögen erfolgte die Ermittlung der Aktivitäten und Prozesse sowie die benötigten Zeitaufwendungen. Die Befragten erhielten vorab den Fragebogen zugeschickt; die eigentliche Erhebung wurde einige Tage später als geführtes Interview durchgeführt. Durch diese Form kann sich die befragte Person vorab auf das Interview vorbereiten, was zur Folge hatte, dass die Antworten genauer und umfangreicher ausfallen. Befragt werden alle Personen, die in irgendeiner Verbindung zu der Erstellung und Vermittlung der Lehrveranstaltung stehen. Direkte Ansprechpartner sind hier neben dem Professor und seinen zwei Assistenten (Lehrenden) andere technische sowie organisatorische Mitarbeiter wie das Sekretariat.

Ermittlung sonstiger Daten und Verrechnungssätze: Weiteres Zahlenmaterial wurde über die Universitätsverwaltung ermittelt. Neben den möglichen Raumgrößen werden Preislisten erfasst, die für die Überlassung der Räumlichkeiten und Geräte existieren. Außerdem wurden Daten über Vergütungen für Lehraufträge und Durchschnittssätze von Professoren und Universitätsmitarbeitern recherchiert.

Nach der Datengewinnung ergeben sich weitere Rahmenbedingungen:

- Die Veranstaltung wird von 40 Studenten gehört.
- Video- und Audiomitschnitte der Präsenzveranstaltungen zur Vorlesungsnachbereitung werden von den Studenten je nach Interesse unterschiedlich genutzt.
- Alle 40 Nutzer nehmen an allen Präsenzveranstaltungen teil.
- 20 Studenten nutzen zusätzlich zu 100% das Online-Angebot.
- 10 Studenten nutzen das Online-Angebot zu 60%.
- 5 Studenten nutzen das Online-Angebot zu 40%.
- 5 Studenten nutzen das Online-Angebot zu 10%.
- Die Gesamtkosten der Bildungsmaßnahme werden wegen unterschiedlicher Inanspruchnahme von Leistungen durch die Studenten verursachergerecht zugeordnet.

Darstellung des kalkulierten Modells

Mit dem Zusammentragen der relevanten Informationen ist die Basis geschaffen für eine COM-Modellierung mittels L-K2 in Schritten, wie sie in *Verrechnungsarten zwischen COs*, S. 96 beschrieben sind. Das Ergebnis ist in Abbildung 3.17 tabellarisch dargestellt. Sortiert nach PCO, CO und TCO ist die Reihenfolge der Gruppierung dem Modellierungsvorschlag identisch. Nach Auflistung der zehn PCOs folgt die zeilenweise Darstellung der COs und zuletzt alle TCOs. Die Spalte ‚In‘ der PCO ist definitionsgemäß leer, da diese keinen allozierenden Anteil aufweisen. Allerdings werden die COs allokiert von einem oder mehreren COs, die in Spalte ‚Out‘ aufgelistet und verlinkt sind. Der durch das Modell errechnete Betrag für jedes CO wird in Spalte ‚CO Amount‘ dargestellt, während Spalte ‚Output‘ den spezifisch für diese Veranstaltung genutzten Anteil angibt.

Im Szenario ist PCO mit der Nummer 83 beispielsweise der gesamte Kostenfaktor, die eine Professorenstelle in Jahr darstellt⁸. Er wendet für diese Veranstaltung ein Zeitvolumen mit einem Kostenwert von € 6.741,- auf. Ähnlich verhält es sich mit dem PCO 84, das die Ressourcen der Assistenten zusammenfasst, oder PCO 85, das die Kosten des Sekretariats beinhaltet. Es finden sich weitere Ressourcen in Form von kostenbehafteten Sachleistungen.

⁸Die Vergütungssätze für eine Professur (in diesem Fall) liegt nach den Durchschnittssätzen zur Berechnung der Dienstbezüge bei € 66.528,- im Jahr. Bei der Berechnung der Durchschnittssätze ist neben den Dienstalter- und Familienzuschlagsstufen auch die so genannte „Allgemeine Stellenzulage“ berücksichtigt. Es sind noch die Amtszulagen zuzurechnen, wobei diese hier nicht miteinbezogen werden. Der Betrag selbst ist quasi die Summe und somit ein Kostenblock, den die Universität für diese Personalstelle tragen muss.

Die Modellierung der COs folgt dem strukturellen Aufbau des Szenarios und der per Fragebogen gewonnenen Daten. Durch die Abbildung von tatsächlichen Aktivitäten, Gegebenheiten und Prozessen ist die Modellierung nachvollziehbar und abbildungsgetreu an das reale System angepasst.

Die TCOs liefern die Ergebnisse gruppiert nach Studenten, die den Video-Service unterschiedlich in Anspruch nehmen. Optional würde in diesem Szenario bei Einzelabrechnung jedem Lerner ein eigenes CO zugewiesen werden, auf das die anteiligen variablen Kosten oder weitere individuelle Leistungen verrechnet würden. Im Szenario beinhaltet das TCO 145 zehn Mitglieder, wodurch pro Student € 409,81 Kosten verursacht werden.

Eine reine textbasierte Auswertung in tabellarischer Darstellung hat viele Vorteile. Für COM, als ein Modell verbundener Objekte, bietet eine grafische Aufbereitung zusätzlich ein weites Potential. Auf einen Blick lassen sich Abhängigkeiten erkennen, Kostenzusammenhänge werden deutlich und das ansonsten recht abstrakte Modell einzelner COs eröffnet dem Betrachter auf einen Blick einen visuellen Eindruck des Kostengebildes seiner Veranstaltung.

Abbildung 3.18 zeigt die grafische Ausgabe des Szenarios. Um den Nutzen zu steigern, ist die Grafik im Browser-Fenster interaktiv gehalten. Dadurch erhält der Benutzer kontext-sensitive Informationen beim Bewegen des Mauszeigers auf Objekte. Ermöglicht wird dies durch den Einsatz des XML-notierten Vektorgrafikformats SVG (Scalable Vector Graphics) und die Unterstützung der integrierten Animationsmethoden. Wird der Mauszeiger über einem CO positioniert, erfolgt eine Hervorhebung des Objekts sowie der Polygonlinien allozierter und allozierender COs, die durch unterschiedliche Farbgebungen unterschieden werden.

Die Anordnung der einzelnen Objekte und Verbindungspolygone erfolgt durch einen im Rahmen des Projekts entwickelten Algorithmus [Wan04], der als Serverprogramm ausgeführt wird und die Grafik unmittelbar im XML-Dialekt SVG erstellt. Dabei werden die COs in sieben Sorten eingeteilt und so platziert, dass ein Kostenfluss von links nach rechts entsteht und zusätzlich der Flächenverbrauch minimiert wird.

Kosten

- Miete oder Gebühren für LMS
- Hosting-Kosten oder Eigenbetrieb
- Erweiterte Kosten bezüglich LMS wie spezielle Kosten für Kurserstellung, Speicherplatz, Einrichtung
- Einführungskosten in Software
- Anpassungskosten für Layout, Design etc.
- Content-Kosten: Kurs, Betreuer, spezielle Software, eigene Entwicklungszeiten etc.
- Administratorenkosten
- Implementierungskosten
- Technischer Support
- IT-Kosten wie Hardware, Raum, Energie, Klima

Nutzen

- Kostenvermeidung in Administrativen Prozessen (Zeiteinsparung bei den einzelnen Tätigkeiten)
- Kostenvermeidung in Betreuungs-, Planungs- und Prüfungszeiten
- Kosteneinsparung in der Ausstattung des Unterrichtsraums
- Reduzierung der Zeitdauer für den Lerner (schneller Zugriff, persönliche To-Do-Liste, individuell zugeschnittene Inhalte, adaptives Training)
- Kostenvermeidung von Überstunden durch Aufarbeitung
- Kosteneinsparung der Rahmenprogramme bei Präsenzveranstaltungen

Tabelle 3.1: Allgemeine Kosten-/Nutzenbetrachtung

Evaluation								L-K2 Education Costing	
Calculation Report									
The list gives a detail overview to Calculation Objects. Click here for visualisation.									
id	Name	CO Amount	In	Output €	Out	IR	Type	Status	
84	Zeitkonto Assistenten	€ 77.616.00		€ 4.063.51	124 116 115 114 113 112 111 110 109 108 107 106 105 104 101 96 97 98 99		PCO	free	
83	Zeitkonto Professor	€ 66.528.00		€ 6.741.00	102 101 97 100 93 92 91 87 88 86		PCO	free	
85	Zeitkonto Sekretariat	€ 27.720.00		€ 182.50	124 121 120 119		PCO	free	
77	Raum 160 (Wintermonate)	€ 7.669.00		€ 306.76	130 128		PCO	free	
79	Beamer	€ 2.100.00		€ 2.100.00	132 131		PCO		
80	Overheadprojektor	€ 161.07		€ 161.07	132 131		PCO		
127	Raum 160 (Sommermonate)	€ 30.676.80		€ 1.086.47	130 128		PCO	free	
126	Computernutzung zum Lernen	€ 6.000.00		€ 1.200.00	141		PCO	free	
142	Media-Server	€ 2.000.00		€ 400.00	141		PCO	free	
103	Seiten drucken	€ 3.00		€ 3.00	96		PCO		
143	Netzwerkkosten	€ 400.00		€ 400.00	141		PCO		
113	Prüfung organisieren	€ 21.00	84	€ 21.00	94				
112	Online-Anmeldeformular	€ 21.00	84	€ 21.00	136				
111	Erstellen der schriftlichen Klausur	€ 336.00	84	€ 336.00	123				
110	Absprache mit zweitem Assistent	€ 294.00	84	€ 294.00	135				
121	Allgemeine Organisation	€ 15.00	85	€ 15.00	135				
109	Nacharbeitung der Übungsaufgaben	€ 24.50	84	€ 24.50	108				
119	Absprachen im Fachbereich	€ 7.50	85	€ 7.50	135				
116	Überprüfung technische Ausstattung	€ 49.00	84	€ 49.00	89				
115	Klausur korrigieren	€ 420.00	84	€ 420.00	123				
114	Klausur beaufsichtigen	€ 63.00	84	€ 63.00	123				
120	Scheine erstellen	€ 60.00	85	€ 60.00	140				
88	Beispiele vorbereiten	€ 540.00	83	€ 540.00	89				
92	Kommunikation Email	€ 24.00	83	€ 24.00	91				
86	Manuskript zur Vorlesung	€ 3.600.00	83	€ 3.600.00	139				
87	Semesterspezifische Anpassung	€ 720.00	83	€ 720.00	137				
107	Studentenbesuche	€ 78.75	84	€ 78.75	140				
99	Vorbereitung Anschauungsobjekt	€ 147.00	84	€ 147.00	137				
98	Online Bereitstellung Übungsunterlagen	€ 3.50	84	€ 3.50	136				
100	Vor- und Nachbereitung organisatorisch	€ 252.00	83	€ 252.00	93				
104	Webseite einrichten	€ 10.50	84	€ 10.50	136				
105	Webseite pflegen	€ 3.50	84	€ 3.50	136				
102	Prüfungsfragen vorbereiten	€ 108.00	83	€ 108.00	94				
106	E-Mail Kommunikation	€ 210.00	84	€ 210.00	136				
89	E-Learning Investitionen	€ 589.00	116 88	€ 589.00	138				
108	Übungen durchführen	€ 318.50	109 84	€ 318.50	137				
133	Raum und Ausstattung	€ 3.654.30	131 132	€ 3.654.30	137				
96	Übungsblatt mit Musterlösung erstellen	€ 1.840.50	103 84	€ 1.840.50	139				
93	Vorlesung durchführen	€ 1.512.00	100 83	€ 1.512.00	137				
91	Vor- und Nachbereitung Medien	€ 192.00	92 83	€ 192.00	136				
128	Raumnutzung Übung	€ 460.15	127 77	€ 460.15	131				
97	Absprachen Professor/Assistent	€ 71.25	83 84	€ 71.25	135				
101	Prüfungen: Absprache Professor/Assistenten	€ 38.00	84 83	€ 38.00	94				
139	Präsenzveranstaltung Investitionen	€ 5.440.50	96 86	€ 5.440.50	138				
124	Mündliche Prüfung (variabler Anteil)	€ 310.00	85 84	€ 310.00	140				
130	Raumnutzung Vorlesung	€ 933.08	77 127	€ 933.08	132				
131	Raum und Ausstattung Übung	€ 1.213.84	80 79 128	€ 1.213.84	133				
141	E-Learning variable Kosten	€ 2.000.00	143 142 126	€ 2.000.00	147 146 145 144				
94	Fixe Prüfungskosten	€ 167.00	113 102 101	€ 167.00	135				
123	Schriftliche Klausur	€ 819.00	115 114 111	€ 819.00	140				
132	Raum und Ausstattung Vorlesung	€ 2.440.46	130 80 79	€ 2.440.46	133				
140	Variabler (teilnehmerabhängiger) Anteil der Veranstaltung	€ 1.267.75	123 107 124 120	€ 1.267.75	81				
137	Fixkosten Präsenzlehren f.a. Veranstaltungen	€ 6.351.80	99 87 93 108 133	€ 6.351.80	135				
136	Fixkosten E-Learning f.a. Veranstaltungen	€ 440.50	91 98 112 106 105 104	€ 440.50	135				
135	Fixkosten über alle Veranstaltungen	€ 7.347.05	94 121 137 136 119 110 97	€ 7.347.05	81				
138	Investitionskosten (I)	€ 6.029.50	89 139	€ 6.029.50	81 IC		X		
IC	Imputed Interest Costs	€ 64.06	138	€ 64.06	81				
81	Kosten EA Lehrveranstaltung SS04	€ 14.708.37	140 138 135 IC	€ 14.708.37	147 146 145 144				
147	Lerngruppe 5/10	€ 1.873.63	141 81	€ 0.00				TCO	
146	Lerngruppe 5/40	€ 1.978.90	141 81	€ 0.00				TCO	
145	Lerngruppe 10/60	€ 4.098.15	141 81	€ 0.00				TCO	
144	Lerngruppe 20/100	€ 8.757.69	141 81	€ 0.00				TCO	

IR=Imputed Interest Relevancy, IC=Imputed Interest Costs, TCO=Target CO, PCO=Primary CO

Abbildung 3.17: Tabellarische Aufbereitung einer COM-Instanz mit L-K2

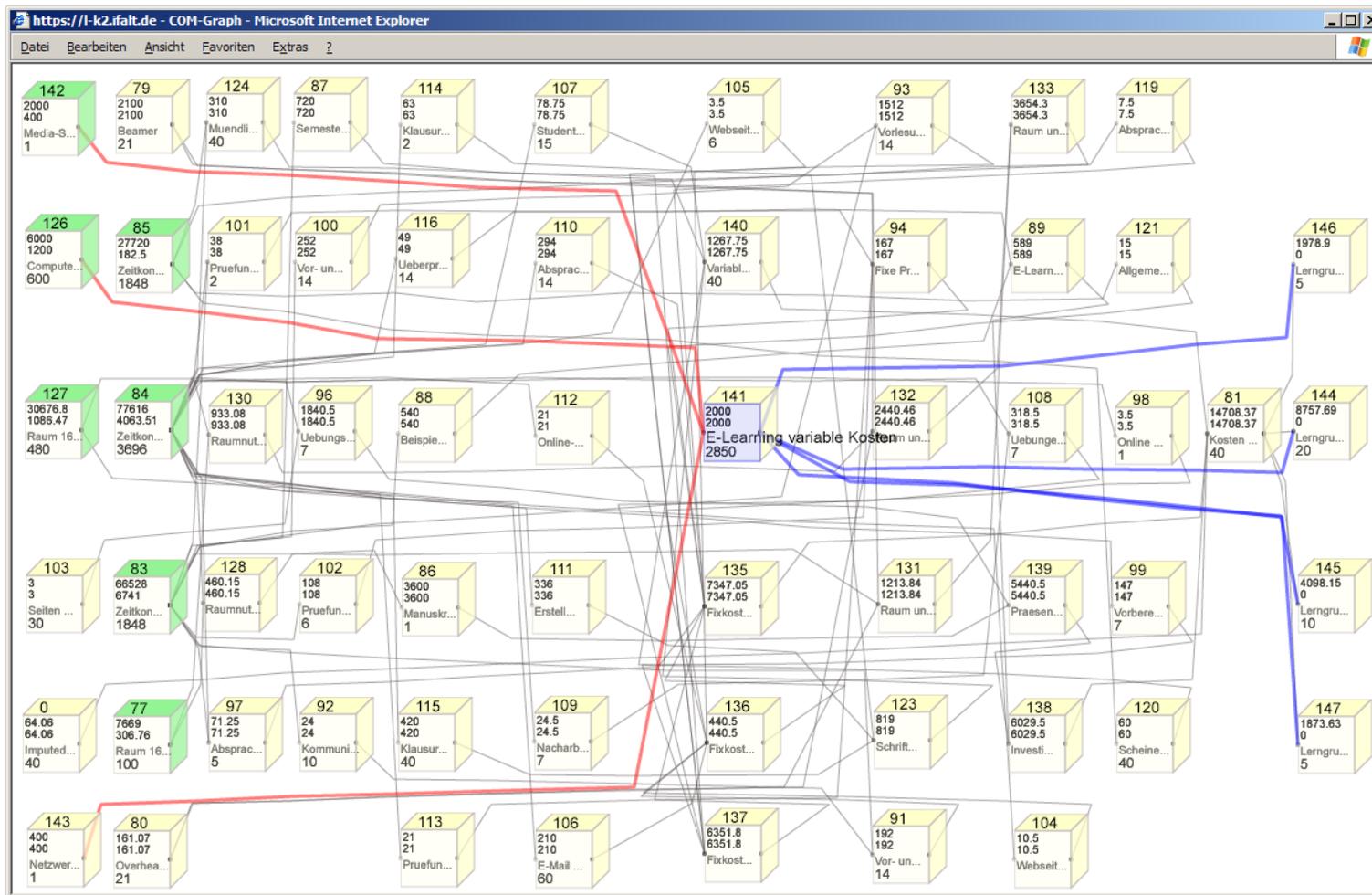


Abbildung 3.18: Grafische Aufbereitung einer COM-Instanz mit L-K2 und hervorgehobenen Allokationen eines CO

Neben der tabellarischen und grafischen Auswertung sind weitere Evaluationen, Simulationen und Reportgenerierungen möglich. Exemplarisch sei die Auswertung eines einzelnen Lerner in Abbildung 3.19 dargestellt. Mit Einbeziehung individueller variabler Kostenbestandteile durch die Nutzung von E-Learning-Arbeitsplätzen im Beispiel der EA-Lehrveranstaltungen bindet dieser einen Kostenbetrag von € 409,81. Im Beispiel der Nacharbeitung mittels Vorlesungsaufzeichnung in universitätseigenen Computerräumen ist dies zur Vollkostenrechnung sinnvoll. Vor allem in kommerziellen Online-Angeboten ist durch einen transparenten Bezug von einzelnen Lernobjekten eine Lösung mittels integrierter Abrechnung Bestandteil von Geschäftsmodellen.

The screenshot shows the 'L-K2 Education Calculation' application in Mozilla Firefox. The main window is titled 'Evaluation' and contains the following data:

Costs per Learner

Person	Course	TCO	Costs
Osmanovic, Almir	EA Vorlesung 2004	Student Osmanovic (Id: 228)	€ 409.81

Costs Bundle

Bundles are build with a number of Calculation Objects. Their costs are not allocated between the objects but will accumulated to have a look on the sum of several COs.

Bundle	COs	Total In	Total Out
Personalanteil	83 84 85	€ 171,864.00	€ 10,987.01
Prüfungskosten	113 101 102 94 124	€ 644.00	€ 644.00
Vollkosten der EA-Veranstaltung, inklusiver der variablen Anteile, welche direkt auf die Lerngruppen gebunden werden.	81 141	€ 16,708.37	€ 16,708.37

The interface also includes a navigation sidebar on the left with options like 'CalcObject', 'Drivers', 'Bundles', and 'Persons'. A 'Select' dialog box is open on the right, showing a list of learners and bundles, with 'Osmanovic, Almir' selected under the 'Learner' section and 'Vollkosten der EA-Veranstaltung' selected under the 'Bundles' section.

Abbildung 3.19: Individuelle Auswertung und Bündel als Informations- und Gruppierungsinstrument

Welche tatsächlichen Kosten für die Veranstaltung entstanden sind, zeigt die untere Tabelle in Abbildung 3.19. Unter dem Bündelnamen „Vollkosten der EA-Veranstaltung“ wird das CO der variablen Anteile für E-Learning (ID 141), die auf die einzelnen Teilnehmergruppen unterschiedlich verrechnet werden, sowie das CO der Veranstaltung (ID 81) zusammengefasst. In diesem Modell ergeben sich insgesamt entstandene Kosten in Höhe von € 16.708,37. Das Bündel der Personalaufwendungen zeigt verrechnete Personalkosten von

€ 10.987,01. Die Prüfungskosten als Summe aus fünf COs liegt bei € 644,- .

3.5 Ergebnis

Bildungsszenarien erstrecken sich über viele Stufen. Der Gemeinkostenanteil ist hoch, und die Produkte (Lehrmittel und Lehre) bestehen nahezu ausschließlich aus Prozessen. Der variable Materialanteil ist gering. Somit unterliegen geeignete Modellierungsverfahren prinzipiell den gleichen Kriterien wie sie auch die Prozesskostenrechnung kennt. Die Analyse verschiedener Werkzeuge aus der Prozesskostenrechnung ergab, dass diese nur mit einem hohen Wissens- und Zeitaufwand in die betriebliche Lernpraxis übertragbar sind und Kostenstellen-, Kostenarten- und Kostenträgerrechnungen voraussetzen. Durch die Komplexität der Prozesskostenrechnung, die sich vor allem durch die Integration ergibt, ist eine Referenzmodellierung aufbauend auf den gegebenen Methoden für den praktischen Einsatz kaum durchführbar. Außerdem ist durch die geringe Abstraktionsstufe und die enge Bindung an spezielle betriebliche Gegebenheiten ein allgemeingültigeres Kostenmodell schlecht möglich. Es liegt nahe, hierin auch den Grund zu suchen, weshalb noch keine Referenz-Kalkulationsmodelle für Bildungsmaßnahmen existieren, die als standardisierte Vorlagen für Bildungseinrichtungen zur Modellierung der eigenen Kostenrechnungen dienen können. Anforderungen an ein neues Kalkulationsverfahren mit einer deutlich verringerten Komplexität, aber trotzdem flexiblen Möglichkeiten der feingranularen Kalkulation und Simulation von Leistungs- und Kostenverrechnungen wurden daraus abgeleitet.

Mehrdimensionale Verknüpfungen zwischen Kursen, Teilnehmern, Aktivitäten, Ressourcen und einzelnen Lernobjekten erfordern eine spezielle Kostenmodellierung. Mit COM lassen sich einzelne COs in unterschiedlichen Bildungsmaßnahmen frei zuordnen, wobei eine Allokation aus vielen COs (ganz oder anteilig) besteht. Dadurch werden Bildungsmaßnahmen in einem Geflecht von COs wesentlich transparenter abgebildet und erreichen durch den Modellierungsprozess ein erhöhtes Effizienzbewusstsein.

COM vereinigt Methoden der bekannten Prozesskostenrechnung und des Activity Based Costing mit den besonderen Anforderungen der Kostenbetrachtung bei Bildungsszenarien. Beispielhafte Szenarien sind:

- Dienste mit geringen Materialkosten
- Transparenz der Gemeinkosten
- Weltweite Verteilung der Akteure
- Gemeinsame Kostenobjekte

- Referenzmodelleignung
- Aktivitäten über verteilte Ressourcen

Dabei verlässt COM die Denkweise hierarchischer Kostenstrukturen und führt eine vernetzten Struktur mit einzelnen Objekten ein. Diese mit dem Internet vergleichbare Struktur könnte man daher in Anlehnung an das World Wide Web (WWW) auch als eine Art ‚Web of Costs‘ (WOC) bezeichnen. Daraus ergeben sich folgende wichtigen Vorteile von COM:

1. Transparente Abbildung realer Zusammenhänge
2. Verwendung vernetzter Objekte anstelle hierarchischer Kostenstrukturen
3. Einfachen Erlernbarkeit und Benutzbarkeit
4. Höchst flexible und variable Art der Kostenzuweisungen
5. Flexible Verwendung von Objektgruppierungen anstatt starrer Kostenstellen

COM vereinfacht das Kostenrechnungsmodell auf die Elemente PCO, CO und TCO, die in der Prozesskostenrechnung am ehesten mit Ressource, Geschäftsprozess und Kostenträger assoziiert werden können. Der Begriff „Kostenstelle“ verschwindet und wird quasi nur noch zur Gruppierung von PCOs verwendet. Abbildung 3.20 zeigt den Konsolidierungseffekt.

Der Verzicht auf Kostenstellen hat weit reichende Vorteile. So ergibt sich eine wesentlich vereinfachte Terminologie mit wenigen Fachbegriffen, was zu einer schnelleren Anlernphase und mehr Bedienungssicherheit führt. Gerade im Bildungsbereich besteht primär wenig Anwendungswissen im Umgang mit der Prozesskostenrechnung, die eine hohe Komplexität aufweist. Eine Vereinfachung ist deshalb notwendig, um auch weniger betriebswirtschaftlich versierten Bildungsträgern ein effektives Werkzeug zur Kalkulation, Controlling und Kurspreisfindung anzubieten. Außerdem ist im Bildungsbereich im Vergleich zum produzierenden Gewerbe die Kostenrechnung traditionell nicht mit hoher Priorität behaftet, so dass eine einfache und effiziente Kostenrechnung benötigt wird, um die Einstiegsbarrieren gering zu halten. COM liefert zur Abhilfe einen sinnvollen Vorschlag zur Modellierung von Referenzmodellen.

Aufgrund der im Bildungsbereich häufig langen Zeitspanne zwischen Entstehung der Kosten und Nutzenentfaltung ist die Verwendung der systematisch ermittelten Werte in einer vertikalen kurzfristigen Kosten-Nutzen Analyse unsinnig. Vielmehr müssen Bildungsverantwortliche ihr Augenmerk auf einen horizontalen Effizienzvergleich richten, mit kurzfristig vergleichbaren Werten wie beispielsweise durch Benchmarking mit anderen Bil-

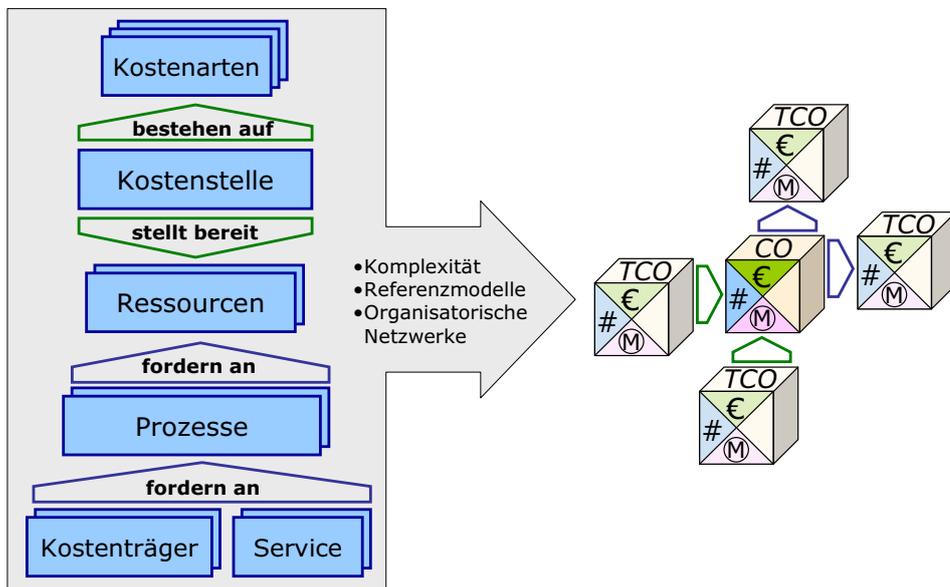


Abbildung 3.20: Konsolidierung der klassischen PKR zu COM

dungsbetreibern oder durch Vergleiche zwischen eigenen Kursen. [Rie94] spricht beispielsweise von „einem Denken in Alternativen und Änderungen“. Was es bringt und was es kostet, muss einer strikten Trennung unterliegen und die Beurteilung den jeweiligen Spezialisten oder Führungskräften überlassen werden. Auf der Kostenseite liefert COM hierfür die benötigten eindeutigen Grundlagen.

Die Software L-K2 stellt auf der Theorie von COM die prototypische Implementierung einer Vereinfachung der Prozesskostenrechnung für die Bedürfnisse der komplexen Zusammenhänge der Bildungskostenrechnung dar. Spezielle Vorteile in Bezug auf COM ergeben sich für diese Client-Server-Lösung durch die redundanzfreie Ablage der COs und der Möglichkeit, dass mehrere räumlich verteilte Prozesse gleichzeitig Transaktionen an dieser zentralen COM-Datenbasis durchführen können. Das Entity Relationship Model zeigt die Einfachheit und Transparenz des verwendeten Datenmodells, ist leicht erlernbar und somit ohne größeren Aufwand für eigene Projekte verwendbar.

Ein Konferenz-Workshop zu L-K2/COM im Rahmen der internationalen Fachtagung Online Educa Berlin [GJF03a] mit internationalen Bildungsbetreibern zeigte eine positive Resonanz bezüglich Verständlichkeit und Akzeptanz des Verfahrens. Die Bildungsbetreiber hatten geringe Verständnisschwierigkeiten und waren nach kurzer Einführung in der Lage, eigene Kurse mit COM zu modellieren.

3.5.1 Kritische Anmerkungen zu COM/L-K2

Inwieweit COM auch für andere Kostenrechnungsszenarien in Frage kommt, soll an dieser Stelle nicht weiter ausgeführt werden. Vorstellbar ist beispielsweise eine Übertragung auf Modelle zur Kalkulation von Fallpauschalen im Gesundheitswesen [KHP⁺01]. Ebenso ungeklärt ist, ob eine verursachergerechte und exakt ermittelte Kostenbelastung im Bildungsbereich Akzeptanz unter den Beteiligten findet.

Es zeigte sich, dass die Verrechnung kalkulatorischer Zinsen über die Zeitdauer der Werteebene dann ungenaue Werte liefert, wenn hohe Fixkostenblöcke während der Kurslaufzeit auftauchen (beispielsweise durch umfangreiche Nachbesserungen). Diese werden dadurch nicht mehr als anfängliche Investitionskosten erfasst und somit nicht als kalkulatorische Zinsen verrechnet. Hierzu sind Untersuchungen notwendig, ob eine zeitliche Komponente dem CO und nicht nur der Werteebene zugewiesen werden muss.

Im vorgestellten Szenario wurden die Kosten der Präsenzveranstaltung auf alle Teilnehmer gebunden. Diese Annahme ist üblich, da an einer Präsenzhochschule alle Studenten als tatsächliche Teilnehmer angenommen werden. Leider verwischt dadurch aber der Nutzen von E-Learning, da Studenten, die die Präsenztermine nicht wahrnehmen, auch diese Kosten nicht zu tragen haben. Wird diesem Zustand vermehrt Beachtung geschenkt, zeigt sich das Potential von E-Learning. Das Ziel, Aufwand für Liegenschaften durch E-Learning zu reduzieren, kann vor allem für Präsenzhochschulen einen Teil eines Geschäftsmodells darstellen.

Für zukünftige Anwendungsszenarien in verteilten Umgebungen ist eine Fernsteuerung der CO-Modellierung notwendig. Über Webservices und mit erweiterten Webformular-Schnittstellen kann das Modell innerhalb anderer Systeme bearbeitet werden, um eine flexible Anbindung an beispielsweise Zeiterfassungsdienste, Ressourcenerfassungssysteme oder vorhandene Buchhaltungsprogramme zu gewährleisten. Über diese Schnittstellen lassen sich letztlich auch spezielle, bisher nicht verfügbare Allokationsalgorithmen implementieren.

Nur Instanzen zu speichern und die Definition des Modells den Eingabemasken und Datenbankschematas zu überlassen hat einige Vorteile bei der Implementierung und bei Funktionstests. Jedoch zeigt sich der Nachteil, dass Referenzmodelle nicht einfach austauschbar sind. Zur leichten Verbreitung und einfachen standardisierten Wiederverwendung von Referenzmodellen bietet sich eine Notation in XML an, was aus COM sehr leicht abzuleiten ist.

3.6 Bewertung unter Nachhaltigkeitskriterien

Es folgt nun eine Bewertung der Modellierung und Transparenzbestimmung von Kosten nach den Verfahren von COM/L-K2 unter den Aspekten der Nachhaltigkeit. Dabei wird der Maßstab aus *Maßstab zur Bewertung*, S. 67 verwendet. Es erfolgt keine Bewertung des Programms L-K2 als Software zur Kostenberechnung von Bildungsanbietern, da es sich hierbei um die prototypische Implementierung des Kalkulationskonzeptes handelt und nicht um eine marktfähige Softwarelösung. Allerdings fließen die Techniken der Modellierung aus L-K2 in die Bewertung ein. Die Bewertung erfolgt prinzipiell vor der umfassenden Fragestellung, inwieweit die speziellen Methoden von COM/L-K2 zur exakten Kostenbestimmung und feingranularen Transparenzgewinnung die Aspekte der Nachhaltigkeit beeinflussen.

	Beschreibung in Abschnitt	Relevanz	Erfüllungsgrad
Akteur	2.1		
Erfolgt eine Einbindung der relevanten Akteure?	2.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wird Politik/Gesellschaft in deren Handlungsweise unterstützt?	2.1.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erfolgt eine positive Wirkung hinsichtlich privatwirtschaftlichem Engagement?	2.1.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hilft es den Leitungsebenen der Bildungsanbieter bei Entscheidungen?	2.1.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist die Einbindung von Fördermittelgeber gegeben?	2.1.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind Initiatoren und Entwickler involviert?	2.1.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haben Nutzer den speziellen Bedarf und einen Vorteil?	2.1.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ausbreitungsdimension	2.2		
Hat die Lösung Potential sich räumlich auszubreiten?	2.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existiert ein Konzept für die Zeit nach der Entwicklungsphase?	2.2.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist die Ausbreitung auf weitere Anwender und Nutzer geplant?	2.2.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technologie	2.3		
Ist Technologie deutlich ausschließlich als Mittel zum Zweck identifizierbar?	2.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existiert Mehrwert durch Vereinheitlichung und Verknüpfung und damit Reduzierung von Redundanz?	2.3.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

→

	Beschreibung in Abschnitt	Relevanz	Erfüllungsgrad
Ist die Portabilität durch entsprechende Softwaregestaltung gewährleistet?	2.3.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Kommen verfügbare Standards und Normen zur Lösung spezieller technischer Anforderungen zum Einsatz?	2.3.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Werden die technischen Möglichkeiten der Nutzer optimal berücksichtigt?	2.3.4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Organisation	2.4		
Gibt es Optionen für organisatorische Veränderungen?	2.4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Existieren Entwicklungspläne für sinnvolle Organisationsstrukturen?	2.4.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Erfolgt eine methodisch abgesicherte Integration?	2.4.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Wettbewerbe	2.5		
Erfolgt die Teilnahme an Wettbewerben?	2.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kann eine Wirkung durch Wettbewerbe ausgemacht werden?	2.5.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind die Erfolgskriterien von Wettbewerben erfüllt?	2.5.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Werden Preise für Teilbereiche vergeben?	2.5.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Können Maßnahmen durch Wettbewerbe verifiziert werden?	2.5.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erfolgt die Teilnahme an Benchmarking-Projekten?	2.5.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rechtlicher Rahmen	2.6		
Folgen die rechtlichen Regelungen Nachhaltigkeitsanforderungen?	2.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist das E-Learning-Produkt auf Urheberrechtsregelungen abgestimmt?	2.6.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erlaubt die Lizenzierung einen nachhaltigen Betrieb?	2.6.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erfolgt eine Publizierung unter erweiterten Nutzungsrechten?	2.6.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Folgt die Publizierung von Diensten dem allgemeinen Gerechtigkeitsempfinden?	2.6.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wird Wissen uneingeschränkter und kostenlos im Web verfügbar gemacht?	2.6.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommen einheitliche Verfahren zur Anerkennung von Prüfungsleistungen zum Einsatz?	2.6.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entspricht die Rechtsform den Anforderungen der Nachhaltigkeit?	2.6.7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

→

	Beschreibung in Abschnitt	Relevanz	Erfüllungsgrad
Ökonomischer Aspekt	2.7		
Unterliegt das Projekt wirtschaftlichen Kriterien?	2.7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gibt es ein konkretes Erlösmodell?	2.7.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Können Gebühren feingranular erfasst werden?	2.7.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existiert Kostentransparenz in Produkten und Prozessen?	2.7.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erfolgt eine konsequente Markt- und Kundenorientierung anhand eines Marketing-Mix?	2.7.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist das Marktvolumen bekannt?	2.7.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gibt es Vergleichsbetrachtungen zu Bestimmung der Opportunitätskosten?	2.7.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vermeidung von Hemmnissen	2.8		
Werden Maßnahmen zur Vermeidung von Hemmnissen ergriffen?	2.8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind alle Blockaden bekannt oder sind Maßnahmen der Identifizierung vorhanden?	2.8.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist die Durchsetzung von Maßnahmen rechtlich und organisatorisch möglich?	2.8.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind bei Einführung neuer Maßnahmen alle Restriktionen transparent?	2.8.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wird die persönliche Reputation durch die Produktion von SED gestärkt?	2.8.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabelle 3.2: COM/L-K2-Bewertung zur Unterstützung der Nachhaltigkeit

Kapitel 4

Popollog – Ein SED zur nachhaltigen Lehrevaluation

Spätestens nach den ersten öffentlichen Hochschulrankings Ende der 1980er Jahre [SPI89, STE93] mussten Hochschulen in Deutschland einen deutlichen Vertrauensschwund in der Gesellschaft hinnehmen. Besaßen sie bis dato quasi a priori einen Unfehlbarkeitsbonus und waren über alle Kritik erhaben [Mül96], begannen Hochschulen in Folge Rechenschaftsberichte abzulegen und transparente qualitätssichernde Maßnahmen einzuführen, um das Vertrauen in ihre Leistungsfähigkeit gegenüber sich selbst, aber auch gegenüber Politik und Gesellschaft zu stärken. Zusätzlich sahen sich Hochschulen durch geänderte ökonomische Rahmenbedingungen in den Staatshaushalten urplötzlich der Frage nach Effektivität und Effizienz ausgesetzt [KFMT96].

Während traditionell die Qualität eines Lehrstuhls nahezu ausschließlich ex-ante durch das Berufungsverfahren für viele Jahre bestimmt wurde, kommen heute mit Evaluationen kurzfristigere Steuerungsverfahren zum Einsatz, die ex-post erbrachte Leistungen bewerten. Hierfür existiert nach [Mül96] eine Vielzahl an Evaluationsarten, wie beispielsweise Lehr- und Selbstberichte, externe Gutachten, bibliometrische Messung und Hörerbefragungen (HB). Zu den Zielen zählen die allgemeinen empirischen Forschungen über erfolgreiches Lehren und Lernen, die Rechenschaft über die sinnvolle Mittelverwendung sowie direkt abzuleitende Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung von Lehre und Studium [Kro00].

Durch die Unmittelbarkeit zur Verbesserung der eigenen Lehre erfreut sich in dem Evaluations-Mix die HB besonderer Beliebtheit. Allerdings sind HB nur mit erheblichem Aufwand zu realisieren, sollten sie denn ein Mindestmaß an qualitativen Kriterien erfüllen [Kro00]. Letztendlich muss sich eine Evaluation nahtlos in den laufenden Betrieb einfügen und keinen zusätzlichen Aufwand verursachen – bekanntlich sind finanzielle Mittel

und Personalressourcen außerordentlich knapp und die Kernaufgabe des Dozenten ist die Sicherstellung der originären Lehre und nicht deren Evaluation.

Das Kapitel beschreibt Einflussfaktoren für eine effiziente HB und zeigt Methoden auf, wie mit einem SED trotz weitgehend leerer Kassen an einer Hochschule Evaluationen nachhaltig implementiert und privatwirtschaftlich betreut werden können. Der Aufbau des Kapitels ist folgender: Nach Darstellung der Motivation in Abschnitt 4.1 gibt Abschnitt 4.2 Einsicht in Funktionsumfang und technische Integration. Abschnitt 4.3 zeigt Einflüsse von Effektivität und Effizienz und leitet zum vorgestellten Geschäftsmodell in Abschnitt 4.4 über. Alternativen und Fazit in 4.5 und 4.6 schließen die Ausführungen zum Projekt ab. Die Einordnung des Projekts unter den Aspekten der Nachhaltigkeit erfolgt in Abschnitt 4.7.

4.1 Motivation und Kontext

Paragraf 5 Absatz 2 des Gesetzes zur Hochschulreform in Niedersachsen [Nie02] schreibt verbindlich vor, „den Studierenden [...] vor dem Ende jedes Semesters oder Trimesters zu ermöglichen, die Qualität der Lehrveranstaltungen (LV) zu bewerten“. Diese Evaluationen werden in der Regel von engagierten Dozenten und Tutoren im Rahmen ihrer allgemeinen Tätigkeiten durchgeführt, wobei individuelle Verfahren zum Einsatz kommen. Neben bereits vereinzelt verwendeten proprietären webbasierten Fragebögen ist der Einsatz von ausgedruckten Papierfragebögen gängige Praxis [Bia06]. Diese werden während der Veranstaltung an die Studenten ausgegeben, manuell ausgefüllt und wieder eingesammelt. Während einmalig erstellte Fragebögen mehrfache Verwendung finden können, erfordert der Prozess der Auswertung, die Erstellung von Grafiken, das Übernehmen von Freitexten und die Zusammenführung in einem Dokument jedes Mal wiederkehrende Routinearbeit mit mehrstündigem Zeitaufwand und häufig zusätzlich noch anzueignendem Know-How. Der Qualitätssicherungsprozess muss jedoch praktikabel, effizient und effektiv sein, da HB ganz grundlegend auf den Willen zur Mitwirkung der Hochschulangehörigen selbst angewiesen sind [Sti03].

Häufig erfolgt keine Unterstützung von zentraler Stelle, sei es durch ein Evaluationsamt, oder durch einheitliche E-Learning-Lösungen. Solche Lösungen scheitern derzeit häufig an leeren Haushaltskassen der Hochschulen was dazu führt, dass Dozenten von der Aneignung zusätzlicher Kenntnisse und regelmäßig wiederkehrender Routinearbeit nicht entlastet werden.

Unter dem Namen ‚Popollog‘¹ wurde im Rahmen der Untersuchungen ein SED entwi-

¹Der Kunstname ‚Popollog‘ setzt sich aus dem englischen Begriff „public opinion poll“ (Meinungsumfrage) und dem im Informatikbereich häufig vorkommenden Begriff „to log“ (aufzeichnen, protokollieren) zusammen.

ckelt, das als Untersuchungsgegenstand dient. Es handelt sich um ein Werkzeug zur automatischen Fragebogengenerstellung, -durchführung und -auswertung von elektronischen HB. Dabei wurden insgesamt von 87 Initiatoren über 400 HB durchgeführt und über 6000 Rückläufe ausgewertet.²

Da Nachhaltigkeit in diesem Modell auch auf ökonomischen Grundsätzen basiert, wird eine Anbieter notwendig, der entsprechend rechtsverbindlich in Kundenkontakt treten kann. Zur Verifizierung des Modells wurde daher im Rahmen dieser Arbeit mit dem Institut für Angewandte Lerntechnologien (IFALT) ein Spin-Off gegründet, das diese Aufgabe übernehmen konnte.

4.2 Aufbau des Evaluationswerkzeugs

4.2.1 Ablauf

IFALT übernimmt das Hosting und die komplette Abwicklung der HB auf deren Webservern. Der jeweilige Umfrageinitiator meldet über seinen Browser eine neue Umfrage am System an, wofür er seinen Benutzernamen und Passwort, sowie Name und Titel und weitere Metadaten zur Umfrage eingibt. Zur Auswahl stehen verschiedene Standardfragebögen mit Inhalten, die von Fachbereichen oder der Hochschulleitung bereitgestellt werden. Eigene Formulare lassen sich mit Hilfe von Textdateien oder Excel-Tabellen definieren. Die Lernkurve zur Erstellung eigener Fragebögen ist dadurch deutlich steiler als bei der Verwendung komplizierter Dateiformate auf Basis beispielsweise anspruchsvoller XML-Schemata [SMT03]. Da die Regeln zur Definition der Fragebögen die Logik der Auswertung aus der Semantik der Fragen und möglicher Antworten ableitet [Gut05b], erfolgt die Auswertung auch bei individuell und völlig frei erstellten Fragebögen in Form verschiedener Ausgabeformate dediziert und ohne weiteren Aufwand für den Initiator, was einen Großteil des Aufwands bei herkömmlichen Evaluationen ausmacht.

Den prinzipiellen Ablauf dabei zeigt Abbildung 4.1. Jeder Fragebogen wird abstrakt über drei einfache, normalisierte Tabellen definiert, die relational verbunden sind. In einer Tabelle befindet sich pro Zeile Angaben zu einer Frage. Jede Frage ist einem Antworttyp zugeordnet, wobei alle Antworttypen in einer weiteren Tabelle definiert sind. Ein Antworttyp definiert beispielsweise Werte und Texte einer Bewertungsskala von 1 bis 5. Eine dritte Konfigurationsdatei legt Bedingungen fest, die für Eingabefelder beim Absenden des Formulars erfüllt sein müssen. Für eine weitere Spezifikation sei auf [Bia06, S. 75 ff] und [Gut05b]

²Etliche HB wurden bereits aus dem System entfernt und einige dienten den Initiatoren nur zur Probe. Daher die unexakten Werte.

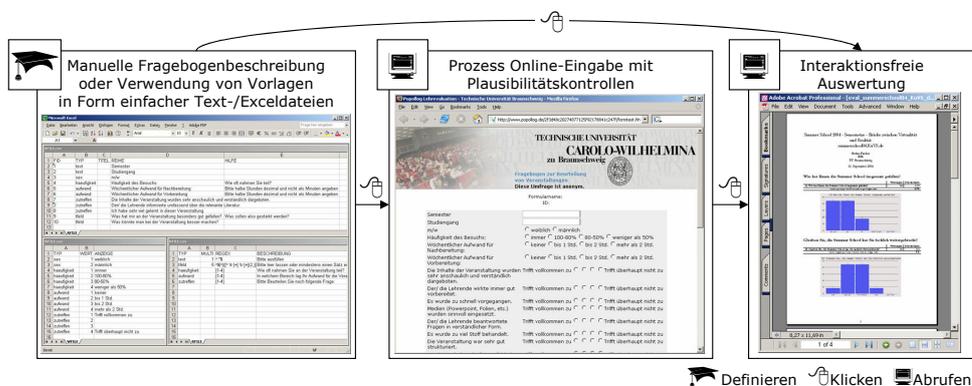


Abbildung 4.1: Manueller Handlungsbedarf und Softwareunterstützung einer Online-Evaluation

verwiesen.

Diese drei Dateien definieren nicht nur Aufbau und Eingabebedingungen eines Formulars. Ihre Felder sind so konzipiert, dass eine vollständige Auswertung der Rückläufe ohne weitere Interaktion erfolgen kann. So lassen sich zu jedem Zeitpunkt Auswertungen abrufen, ohne dass auswertungsspezifische Angaben gemacht werden müssen. Kommen bei einer Auswertung Filter zum Einsatz, die die Stichprobe nach verschiedenen Feldeingaben filtern, werden die Filtereingabemaschinen ebenfalls aufgrund der Informationen dieser Tabellen aufgebaut und mit demselben Skript dargestellt wie der Fragebogen selbst. Abbildung 4.2 zeigt eine solche Filtermaske.

Die einzelnen Initiatoren benötigen einen Computer mit Internetzugang, einen Browser, einen PDF-Reader sowie einen Drucker. Es kann davon ausgegangen werden, dass dies an allen Instituten verfügbar ist, ohne dort Mehrkosten zu verursachen. Es kann also ohne Funktionseinbußen auf eine seit vielen Jahren übliche WAP-Standardausstattung (Wissenschaftlicher Arbeitsplatz) zurückgegriffen werden.

4.2.2 Verwendung von Vorlagen

Neben den von den Spezialisten notwendigerweise effektiv und effizient zu erbringenden technischen Leistungen sind ebenso durch didaktische Faktoren Effizienz- und Effektivitätssteigerungen zu erwarten. Abgesehen von einigen wenigen Lehrstühlen sind Kenntnisse zur Erstellung von Fragebögen unter wissenschaftlichen Kriterien meist unzureichend vorhanden. Hier hilft die Bereitstellung professioneller Standardfragebögen in einer Auswahl, um beispielsweise einen Maschinenbaudozenten von der aufwändigen Pflicht zu be-

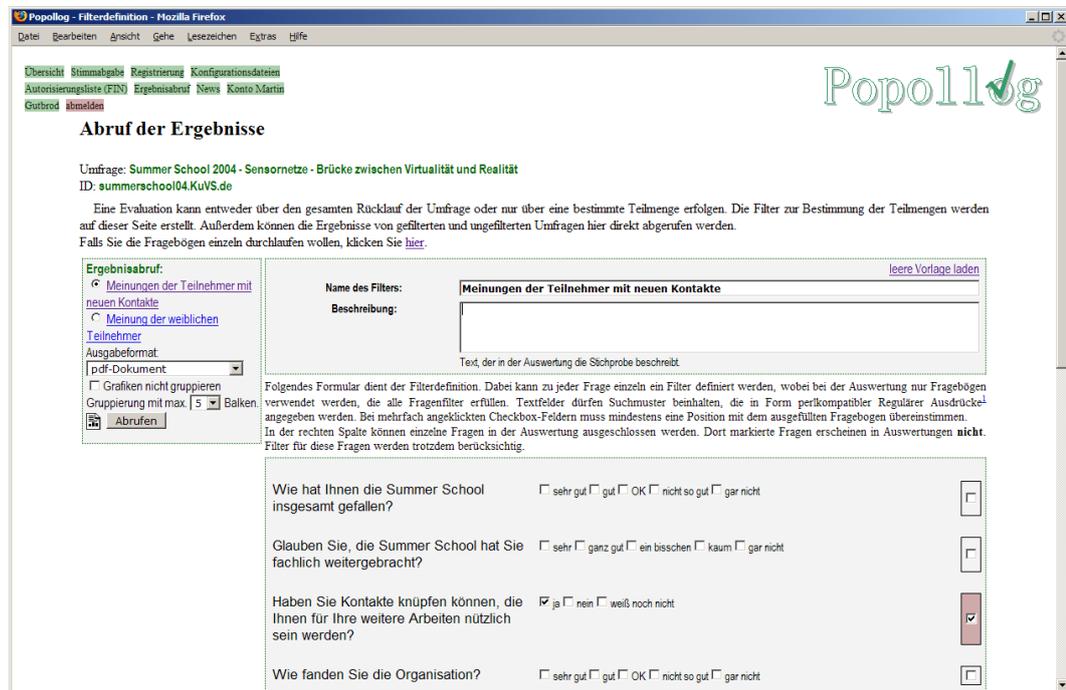


Abbildung 4.2: Maske zur Definition von Auswertungsfilter basierend auf den Konfigurationsdateien

freien, sich die richtige Formulierung, Fragestellung und Auswertungsmethoden moderne Umfragendurchführungen zu erarbeiten. Vorlagen in Kombination mit einer einheitlichen hochschulweiten Evaluationslösung erlauben eine aggregierte Auswertung über viele Veranstaltungen ohne weitere Interaktion eines Benutzers in beliebigen Zeitabständen. Somit ist eine ganz oder teilweise Konsolidierung verschiedener Umfragen und eine einheitliche Erfassung Garant für regelmäßige aufwandsneutrale Profilberichte zum Stand der Lehre an einer Hochschule.

4.2.3 Orientierung an Standardtechnologien

Zukunftsweisend³ wird konsequent auf Papierfragebogen, die in der Regel während der Präsenzveranstaltung ausgefüllt wurden, verzichtet. Stattdessen werden an einem Präsenztermin nach dem Zufallsprinzip Fragebogen-Identifikationsnummern (FIN) schriftlich an die Studenten ausgegeben, mittels denen die Studenten die Möglichkeit haben, pro Umfrage genau einen Online-Fragebogen zu einer Veranstaltung auszufüllen. Dieses Verfahren

³Zukunftsweisend deshalb, da Online-HB von der immer weiteren Verbreitung von Internetcomputern und mobilen Eingabemöglichkeiten profitieren werden. Vgl. auch *Alternative Modelle*, S. 138.

gewährt Integrität des Umfrageergebnisses sowie absolute Anonymität der Teilnehmer. Der Prozess der Erfassung der Daten wird somit aus dem Hochschulbetrieb ausgelagert und den Aktivitäten der Studenten übertragen, was technisch und somit rechtlich kein Problem darstellt, da davon ausgegangen werden kann, dass alle Studenten über einen Internetzugang verfügen [DSW02].⁴

Sowohl der operative als auch organisatorische Aufwand des Dozenten bleibt auf ein Minimum beschränkt. Der Dozent spart sich den langen Prozess des Wartens während des Ausfüllens, des Einsammelns, Einlesens und Auswertens.

Für den Dozenten wird mit der Benachrichtigung zur Nutzungsmöglichkeit der Software das Verfahren beschrieben und die Kennungen zur Autorisierung auf der Internetadresse vergeben. Alles Weitere erfolgt online über die Webseiten und seinem lokalen Drucker. Der Zeitaufwand für eine komplette Evaluation einer LV beläuft sich so auf zirka 30 Minuten, je nach Übung im Umgang mit Computern.

Bei Veranstaltungen mit nur wenigen Teilnehmern bietet es sich an, ein Notebook mit Funkverbindung zum Internet durchreichen zu lassen, wodurch die Verteilung von FIN gespart werden kann. Dabei reduziert ein besonderer Schutz die Wahrscheinlichkeit einer doppelten Fragebogenabgabe pro Student. Erreicht wird dies durch zwei verschiedene Verfahren:

Formular-Tracking Jeder HTML-Fragebogen enthält in einem versteckten Formularfeld bereits beim erstmaligen Anzeigen im Browser eine vom Server generierte eindeutige Identifikationsnummer (ID). Nachdem das Fragenformular ausgefüllt und abgesendet wurde, werden die Formulardaten auf dem Server unter dieser ID abgelegt und eine Bestätigungsseite zurückgegeben. Ein browserbasiertes Zurückblättern auf die zuvor ausgefüllte Fragebogenseite („Back-Button“) verursacht eine Darstellung des Formulars mit den zuvor eingegebenen Daten und nicht ein neues leeres Formular. So werden nicht absichtlich oder versehentlich mehrere Formulare abgesendet, sondern lediglich die bereits abgegebene Meinung geändert. Neben einer entsprechenden ID-basierten Verarbeitung der Formulardaten auf dem Server wird dies erreicht durch das Abschalten jeglicher Zwischenspeicher-Funktionen (caching) von Inhalten bei der Übertragung im HTTP-Protokoll. Listing 4.1 zeigt hierfür notwendigen HTTP-Header-Anweisungen, notiert in der Skriptsprache PHP (PHP Hypertext Preprocessor)⁵.

⁴In diesem Fall bleibt das Ausfüllen des Fragebogens der Motivation des Studenten überlassen, was zu einer geringeren Rücklaufquote führt als bei Papierfragebögen, wobei eventuell zu erwartende qualitative Steigerungen nicht untersucht sind.

⁵Eine auf mehr als 5 Mio. Webservern installierte Programmiersprache für dynamische Webseiten.

```

1 header('Expires: Mon, 30 Apr 2001 05:00:00 GMT'); // vergangener Datumswert
2 header('Last-Modified: '.gmdate('D, d M Y H:i:s').' GMT'); // jeder Aufruf gibt neueren ~
  Datumswert zurück
3 header('Cache-Control: no-cache, must-revalidate'); // HTTP/1.1
4 header('Pragma: no-cache'); // HTTP/1.0

```

Listing 4.1: HTTP-Header zur Erhöhung der Umfragenintegrität

Korrektur eingegebener Daten Nach dem Absenden eines Fragebogens kommt es gelegentlich vor, dass Teilnehmer in ihren Eingaben Fehler entdecken oder, vor allem bei offenen Fragen, Änderungen, Ergänzungen oder Korrekturen durchführen möchten. Um hier zu vermeiden, dass erneut ein kompletter Fragebogen eingegeben wird, erhält der Teilnehmer nach Speichern seiner Eingaben neben der Speicherbestätigung den Fragebogen erneut zum Ändern angezeigt. Nach Änderung wird das bereits angelegte Ergebnis mit den neuen Daten überschrieben. Zusätzlich wird mit einer Bestätigung immer die ID ausgegeben, unter der – entsprechende Freischaltungen des Umfrageinitiators vorausgesetzt – die Antwort jederzeit wieder aufgerufen und korrigiert werden kann.

Vor allem auch bei Auswertungen und automatischen Generierungen von Evaluationsreports kann die Verwendung von Standardtechnologie in Verbindung mit Open-Source-Lösungen den Aufwand und die Flexibilität ganz wesentlich beeinflussen. Wie in *Aufbau des Evaluationswerkzeugs*, S. 125 beschrieben, erfolgt die Auswertung interaktionsfrei. Hiefür verwendet Popollog das über 20 Jahre alte Textsatzsystems $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ [Knu84] und einige neuere $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ -Makros [Kop02], die weitere Logik zum Setzen von Text und Grafiken bereitstellen. Das Auswertungsskript liest alle Rückläufe von Festplatte, filtert bei Bedarf aus und generiert eine $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ -Datei mit Grafiken, Tabellen und Listen der Freitexteingaben. Im Vergleich zu anderen Layout-Beschreibungssprachen wie beispielsweise der in XML notierten Extensible Markup Language-Formatting Object (XSL-FO) [OE05], enthält $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ umfangreiche Logik zum professionellen Setzen von Text und Grafiken, wodurch das Auswertungsprogramm stark von grafischen Arbeiten entlastet ist. Umfangreiche Open-Source-Konvertierungstools erlauben die Ausgabe in Postscript, im Portable Document Format (PDF) oder im Rich Text Format (RTF). Hier kann ohne zusätzlichen Programmieraufwand hohe Flexibilität erreicht werden und nicht zuletzt können Auswertungen als $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ - oder RTF-Dokumente manuell an individuelle Anforderungen angepasst werden.

4.3 Nachhaltigkeitskorrelationen

4.3.1 Effektivität durch Spezialisierung

Spezialisierte Dienstleister führen zu höherer Effektivität auf höherem Niveau, da der definierte Funktionsumfang zur LV-Evaluation größer ist und zusätzlich leichter erreicht werden kann. *Höher*, da beispielsweise durch die Möglichkeit der Abgabe von Stimmen nicht nur per Webformular, sondern auch per SMS (Short Message System) und Email Funktionen angeboten werden, die bei Einzellösungen zu aufwändig zu implementieren sind. Durch den vielfachen Einsatz lassen sich Funktionen repräsentativer untersuchen und so die Effektivität der angebotenen Funktionen für alle Teilnehmer verbessern.

So ist beispielsweise Popollog neben nur einem anderen Umfragesystem in der Lage, SMS-basierten Evaluation durchzuführen [Bia06]. Technisch gesehen sind SMS-Umfragen für den Umfrageinitiator transparent, da Popollog Konfigurationsdateien sich syntaktisch nicht für unterschiedliche Eingabemedien unterscheiden. Einmal erstellte Umfragen lassen sich somit praktisch sowohl per Webschnittstelle, Email als auch per SMS durchführen. Abbildung 4.3 zeigt beispielhaft die Syntax einer SMS- oder Email-Stimmabgabe.

Eingabewerte und konkrete Beispiele

Umfrage-ID:

Frage / FID	Wert / Antwort	Hilfe
Die Vorlesung heute war langweilig	2	Bitte einen Wert auf der Skala eingeben.
Es wurde zu viel Stoff präsentiert	3	
	1 Trifft voll zu 2 Trifft zu 3 Trifft eher nicht zu 4 Trifft gar nicht zu x Weiß nicht	
Veranstaltungs-ID	1	Bitte die vorgegebene Veranstaltungsnummer eintragen.
Anmerkungen	4	Optional

SMS Beispiel 1
poll@ifalt.de ealive 1!Freitext 2!3 3!2 4!Freitext

SMS Beispiel 2
poll@ifalt.de ealive 1!Whatever 2!x 3!3

Abbildung 4.3: Aufbau einer SMS zur Abgabe einer Bewertung am Beispiel einer Umfrage (ealive)

4.3.2 Softwaredesign bestimmt Gesamteffizienz

Besonders das Thema Effizienz der technischen Abwicklung ist ein immer aktueller Bereich der Informatik mit viel Potential zur Einsparung, sowohl in Softwareerstellung als auch bei Betrieb und Wartung. Nachhaltigkeit bedeutet hier, dass nicht nur eine stabile, sondern ebenso die kostengünstigste Lösung anzustreben ist. Es steht heute eine Vielzahl von Serversoftware zur Verarbeitung von Browsereingaben bereit, die sich jedoch deutlich in der Entwicklungszeit und Betriebskosten unterscheiden. Eine Software wie beispielsweise PHP kann durch die geringe Ressourcenanforderung, weite Verbreitung und einfache Programmierung gegenüber beispielsweise Java hohe Kosten einsparen [Aul05]. Ebenso erfolgt durch den Verzicht eines häufig schon obligatorischen Einsatzes einer SQL-Datenbank eine Vermeidung eines komplexen Serverdienstes, was Pflege und Backup deutlich vereinfacht und somit mit geringeren Kosten belastet.

Die Ablage der Fragebogendaten in Popollog erfolgt dateibasiert. Pro ausgefülltem Formular wird eine Datei in einem umfragespezifischen Verzeichnis abgelegt. Der Prozess zur Ablage ist einfach. Alle per HTTP-POST an den Server übergebenen Daten werden in PHP intern in einer Feldvariablen erfasst. Das Popollog Programm legt den Inhalt dieser Variable serialisiert unter der ID der Formulardaten in einer Datei auf Festplatte ab und kann somit Daten beliebigen Formulardesigns ohne spezielle Anpassungen verarbeiten. Die Modellierung der Formulardaten, beispielsweise in einer relationalen Datenbank entfällt. Der Aufruf erfolgt immer entlang des Verzeichnisses für Umfrage-ID und Antwort-Datei. Diese ist ausreichend, da umfangreichen Selektionsabfragen über mehrere Umfragen de facto nicht existieren, was SQL-Abfragen rechtfertigen würde.

Die Dateinamen der Antwort-Dateien werden zur Vermeidung von Sonderzeichen-Problematiken aus den Hash-Werten der Antwort-ID gebildet. Es erfolgt so auch eine weitere Anonymisierung, da ein Rückschluss von Dateiname auf die Antwort-ID nicht möglich ist. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens ist die leichte Installation eines inkrementellen Backups, da dateibasierte Backups an verteilten Standorten mit minimalem Aufwand (beispielsweise per SSH-getunneltem rsync-Programm) und geringem Übertragungsvolumen möglich ist. Inkrementelle Backups von relationalen Datenbanken sind bedeutend komplizierter.

Im Einzelnen geht es darum, folgende Werte zu optimieren:

- Speicher,
- CPU-Last,
- Administrationsleistungen,

- Backupkosten,
- Entwicklungskosten,
- Leitungskapazität,
- Stromkosten,
- Weiterentwicklungskosten,
- Verwaltungsaufwand pro Dozentenkonto und
- weiterer Verwaltungsaufwand wie Abrechnungsaufwand.

Ein grundlegendes Prinzip von Popollog hierzu ist die Vermeidung von ausführbarem Quellcode. Das Programm basiert bei der Formularverarbeitung auf einer PHP-Datei, das universelle HTTP-POST-Nachrichten entgegennimmt und verarbeitet. Das Skript besitzt im Wesentlichen drei Aufgaben, die nachfolgend beschrieben werden:

- Erzeugen eines Fragebogenformulars in HTML.
- Abspeichern der eingehenden Formulardaten.
- Konfiguration eines Fragebogens.

Wichtigster Parameter ist der Formularname. Mit der Übergabe des Namens als HTTP-POST- oder HTTP-GET-Parameter (?UMFRAGEID=<name>), werden die Konfigurationsdateien der Umfrage von der Festplatte des Servers gelesen und das Formular generiert.

Nachdem ein Teilnehmer das Formular in seinem Browser ausgefüllt und abgesendet hat, erfolgt erneut der Aufruf des Skriptes. Die empfangenen Daten werden auf Basis der definierten Eingabebedingungen für diese Umfrage geprüft. Sind alle Bedingungen erfüllt, werden die Formulardaten gespeichert. Der Teilnehmer erhält erneut das ausgefüllte Formular angezeigt – zusammen mit einer Speicherbestätigung.

Bei Konfigurationsaufruf des Fragebogens werden spezielle Konfigurationsparameter dem Skript übergeben. Da es sich hierbei um URL-Verweise auf die Konfigurationsdateien handelt, werden diese Dateien geladen und auf dem Server gecached. Weitere Konfigurationsdaten einer Umfrage sind in einer Konfigurationsdatei abgelegt, bei der es sich um eine mit Popollog erstellten Antwortdatei handelt. Eine Registrierungsmaske einer neuen Umfrage ist somit nichts anderes, als ein mit Popollog erstelltes Umfrageformular. Es erfolgt ein in zweifacher Hinsicht rekursiver Aufruf des Skriptes, was umfangreiche und redundante Programmierarbeiten erspart, die Performance vor allem bei Skriptsprachen verbessert

und den Pflegeaufwand auf *ein* Skript reduziert. Abbildung 4.4 verdeutlicht diesen Zusammenhang anhand der internen Struktur der Datenablage.

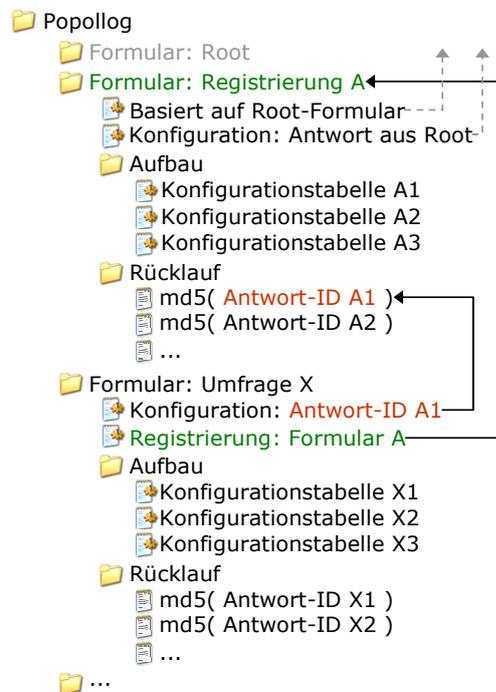


Abbildung 4.4: Rücklauf von Formular A ist Konfiguration von Umfrage X

Neben den Konfigurationsmasken für Umfragen werden die Konfigurationsmasken für persönliche Benutzerkonten intern ebenso behandelt. Spezielle Designs der Formularseiten werden über Cascading Style Sheets (CSS) sowie HTML-Teilfragmente für Seitenanfang und Seitenende realisiert. Dies beruht auf HTML-Standardtechnologien und soll hier nicht weiter behandelt werden.

4.3.3 Ökonomische Nachhaltigkeit

Die analytische Untersuchung während der Erstellung der Software und Durchführung von Evaluationen zeigte, dass Effektivität und Effizienz in direktem Zusammenhang zur ökonomischen Nachhaltigkeit stehen, was in Abbildung 4.5 schematisch zusammengefasst ist.

Die Abszissen Effizienz und Effektivität sind nach oben und nach vorne aufgetragen, nach rechts die Ordinate Nachhaltigkeit. Ohne eine gewisse Grundeffizienz bei Softwareerstellung, Betrieb und Bedienung ist es nicht oder sehr erschwert möglich, in einem konkurrierenden Markt angenommen zu werden (Phase A). In Phase B wird der Preis und

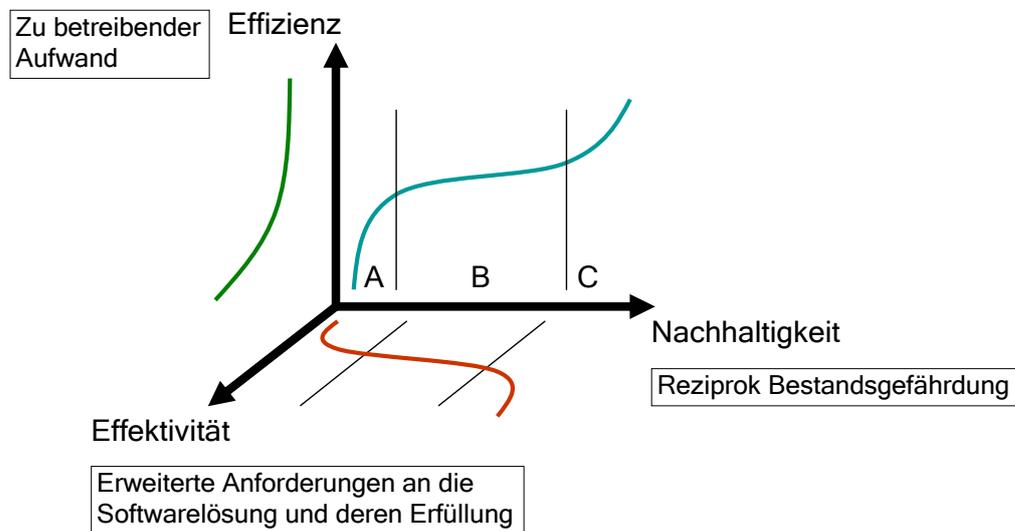


Abbildung 4.5: Nachhaltigkeit in Abhängigkeit von Effizienz und Effektivität

die Benutzbarkeit im Markt akzeptiert und der Anbieter tritt mit laufendem Betrieb in eine Wettbewerbsphase ein, bei der relativ geringe Effizienzverbesserungen merkliche Wettbewerbsvorteile erwirken. Der letzte Bereich (Phase C) zeigt eine Sättigungsphase, bei der auch noch höhere Effizienz die Nachhaltigkeit nicht wesentlich weiter steigern kann, da andere Faktoren als Schnelligkeit und Kosten überwiegen.

Ähnliche Zusammenhänge finden sich in der Einflussebene von Effektivität und Nachhaltigkeit. So ist nur wenig Nachhaltigkeit zu erreichen (Phase A), wenn gewisse Basisfunktionen nicht erreicht sind, wie ein Grunddesign, die Möglichkeit Fragebogen zu erstellen, anzuzeigen, auszufüllen und abzuspeichern. In der Wettbewerbsphase B zeichnen sich diejenige besonders aus, die es schaffen, ihr Angebot möglichst nahe an den genauen Bedarf des Kunden auszurichten. Da die Präferenzen unterschiedlich sind, bedeutet dies eine Funktionsvielfalt anzubieten und durch Features und erweiterte Funktionen wie Sicherheitsmerkmale, eigenes Verwaltungskonto (Abbildung 4.6) oder Standardfragebögen zu bereichern. Von Vorteil ist in dieser Phase ein Alleinstellungsmerkmal (Unique Selling Proposition, USP), was Nachhaltigkeitsvorteile bietet, solange man es hat. Mit der Erfüllung von nice-to-have Features wie der Möglichkeit eingegebene Fragebögen zu verändern, komplexere Filter bei der Auswertung zu definieren oder Fragebögen per SMS auszufüllen, wie dies bei Popollog möglich ist, konnte hingegen nur wenig Einfluss auf den Bestand des Angebots erkannt werden.

Auch zwischen Effizienz und Effektivität sind Abhängigkeiten zu erkennen. So sind in

der Regel die Grundanforderungen noch relativ effizient zu erreichen, am Ende aber mit überproportionalem Aufwand, was die Gesamteffizienz negativ beeinflusst. Verantwortlich dafür sind notwendige Technologieänderungen oder -erweiterungen durch technologische Grenzen, fehlendes Know-how, zunehmende Komplexität und Abhängigkeiten sowie die drohende Vernachlässigung der Wartung der Kernfunktionalitäten.

Persönliches Aktivitätenkonto von Martin Gutbrod

Neue Umfrage anlegen

Aufgrund Ihrer Kontoeinstellungen stehen Ihnen folgende Registrierungsmasken zur Initiierung von Standardumfrageaktionen zur Verfügung. Die einzelnen Punkte unterscheiden sich ausschließlich in den Vorbelegungen der Feldinhalte. Selbstverständlich bleibt die komplette Flexibilität erhalten, so dass Sie jede Vorlage individuell anpassen können. Falls Sie keine Vorlage verwenden möchten, können Sie die Standardregistrierungsmaske "registrierung" verwenden.

Fragebögen zur Veranstaltungsevaluation

- carolo (Registrierungsmaske zur Durchführung von Veranstaltungsevaluierungen (FB1)) [Beispiel](#)
- carolo2 (Kernfragebogen zur Veranstaltungsevaluierungen der TU Braunschweig) [Beispiel](#)
- carolo_en (Questionnaire: Course Evaluation at TU Braunschweig) [Beispiel](#)

Sonstige Vorlagen

- anmelden (Registrierungsmaske zur Durchführung von Online-Anmeldungen) [Beispiel](#)
- registrierung (Registrierung einer selbstdefinierten Umfrage / ohne Vorlage)

Ich besitze bereits eine FIN für die gewünschte Umfrage.

Es ist mit bekannt, dass für eine durchgeführte Umfrage (ab 5 Rückläufe) Kosten von € 17,- entstehen.

Eigene Umfragen

Protokoll der eigenen Aktivitäten:

Vorlage:	Umfrage:	Registrierung:	Ergebnisabruf:	FIN-Listenabruf:	Löschen:
registrierung	pinkonto FIN: / 2003-08-22 15:39 Formular	2004-12-11 11:36	2004-05-17 11:40	2005-03-08 08:35	<input type="radio"/>
registrierung	registrierung FIN: / 2003-08-23 12:44 Formular	2005-06-07 20:40	2004-04-15 14:34	2005-06-07 20:42	<input type="radio"/>
carolo	carolo FIN: / 2003-08-23 13:51 Formular	2005-06-07 20:42	2004-10-11 07:57		<input type="radio"/>

Abbildung 4.6: Persönliches Konto mit Standardvorlagen und Übersicht durchgeführter Umfragen

4.4 Integration in die Universitätsstruktur

Nachdem seit 2001 in niedersächsischen Hochschulen Globalhaushalte mit kaufmännischer Buchführung und Kostenrechnung üblich sind [Nie03], halten nun auch moderne Methoden

bei Infrastrukturprojekten für Lehre und Forschung Einzug. Das hier vorgestellte Beispiel zur nachhaltigen Evaluation von LVen wurde an der Technischen Universität Braunschweig erprobt und bedient sich dem im Lehrbetrieb noch eher unüblichen Instrument des Outsourcings⁶ im Rahmen einer Public-Private-Partnership (PPP) [DB04]. Es ist nicht mehr nur die Hochschule beziehungsweise das hochschuleigene Rechenzentrum für den Betrieb, Helpdesk, Wartung und Aktualisierungen der Dienstleistung zuständig, sondern externe Anbieter, wie im speziellen Fall das IFALT. Dass Outsourcing jedoch nicht a priori die Lösung für effiziente IT-Dienstleistungen darstellt, zeigt [HM99]. IT-Dienste, die jedoch komplett auf Internettechnologie basieren und über das Web abgewickelt werden, bieten Standorttransparenz und sind dadurch hervorragend für Outsourcing geeignet. Erfolgreich werden sie dann, wenn Effektivität und Effizienz des Anbieters gewährleistet sind und er dies auch über den Preis an den Kunden weitergibt.

Wichtigster Aspekt beim Entwurf erfolgreicher Kostenmodelle extern bezogener Hochschuldienstleistungen ist die Berücksichtigung der Hochschulstruktur und der Dienstleistungsanspruchnehmer. So sind hochschulweit kumulierte Kosten bei Dienstleistungsanspruchnahme in Fachbereichen und Instituten so hoch, dass sie von zentraler Stelle (von der Hochschulverwaltung) nicht mehr übernommen werden und neue Verfahren der Kostenverrechnung gefunden werden müssen, will man sinnvolle Verbesserungen wie Effizienzgewinn bei der Lehrevaluation trotzdem durchführen.

Hier stellt sich die Frage der Kostenverursachung und somit auch die Frage der Gerechtigkeit der Kostenbelastung. Wer stärker von einer Lösung profitiert, sollte auch einer höheren Kostenbelastung unterliegen. Letztendlich ist also eine verursachergerechte feingranulare Abrechnung notwendig, die die Organisationseinheit des Verbrauchers belastet, die Abteilung oder Institut als Profit-Center betrachtet und so den zentralen Hochschulhaushalt entlastet. Es wird eine verbrauchsabhängige Verlagerung in die kleinen Organisationseinheiten mit eigener Budgetverantwortung angestrebt, also an diejenigen Stellen, die letztendlich auch den meisten Nutzen daraus ziehen. Für die Institutsleitung ist es wirtschaftlich nur vernünftig, den Gegenwert einer halben Arbeitsstunde in eine Software zu investieren, die auf der anderen Seite bis zu 1,5 Personentage⁷ der Institution spart⁸. Insgesamt ist eine Lösung anzustreben, deren Kosten für eine Evaluation sich auf einen Betrag belaufen, der

⁶Der Terminus *Outsourcing* setzt sich aus den Bestandteilen *outside*, *resource* und *using* zusammen und meint die kontinuierliche Nutzung externer Betriebsmittel

⁷Eingerechnet ist hier Organisation, das Ausdrucken der Papierfragebögen, die Befragung während der Präsenzveranstaltung sowie Auswertung und Aufbereitung. Der Wert beruht auf nicht repräsentativen Messungen des Autors.

⁸Bei Annahme von 500 Evaluationen pro Semester und einem Personentag Aufwand stehen theoretisch hochschulweit vier weitere Mitarbeiterjahre zur Verfügung.

geringer ist als bei eine Auswertung durch Hilfskräfte.

4.4.1 Wirtschaftliche Teillösungen

Wie Abbildung 4.7 zeigt, gliedern sich die Kosten für die Realisierung der HB mittels der Lehrevaluationssoftware an der Hochschule in drei Leistungsbereiche:

1. Einmalige Anlaufleistungen für die Implementierung,
2. Fixe Leistungen zur Auswertung und Bereitstellung mit periodischer Abrechnung,
3. Variable Leistungen mit periodischer Abrechnung nach Leistungsanspruchnahme.

Einmalige Implementierungskosten werden von zentraler Stelle übernommen und setzen sich zusammen aus den hochschulspezifischen Anpassungen zur Einhaltung Cooperate-Identity Richtlinien der Hochschule sowie einer Erweiterung um Standardfragebögen. Weitere Kostenfaktoren sind Implementierung von aggregierten Auswertungen und Reports für Präsidium beziehungsweise Verwaltung sowie die Nutzerqualifizierungen, für die unter anderem E-Learning-Methoden eingesetzt werden.

Fixe Kosten für die Verwaltung entstehen pro Semester durch pauschale Supportleistungen, Grundbetrieb der Server sowie die Aggregationen von Semester-/Trimesterreports für Präsidium und Verwaltung.

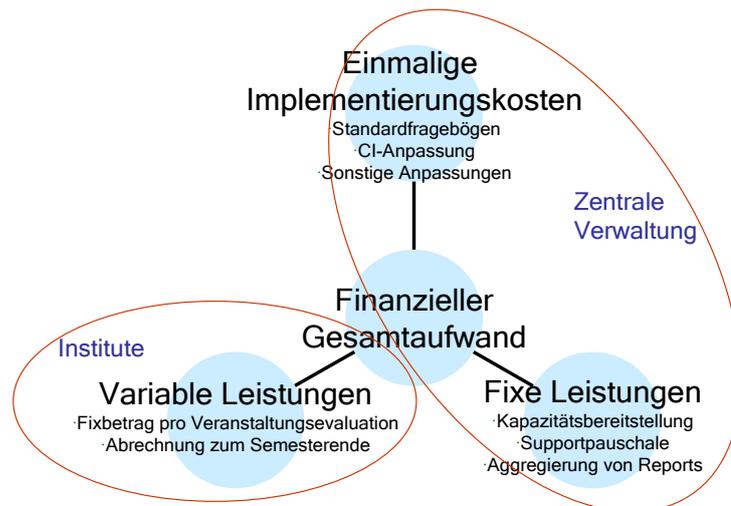


Abbildung 4.7: Aufteilung in einzelne wirtschaftlich bestehende Teillösungen

Variable Kosten pro Evaluation schlagen pauschal mit einem festen Betrag zu Buche, unabhängig von Teilnehmerzahl, Fragebogenumfang oder Verfahren. Die Abrechnung erfolgt nach Instituten aufgliedert, jeweils zum Semesterende.

Ein unbefristeter Dienstleistungsvertrag mit einer beiderseitigen Kündigungsfrist von 3 Monaten verhindert Risiken durch langfristige Bindungen und erlaubt gleichzeitig gewisse Planungssicherheit für beide Partner.

4.5 Alternative Modelle

Es gibt eine Fülle von Evaluationswerkzeugen, wie verschiedene deutsche und internationale Online-Datenbanken zeigen [EVA05, ONL05, WEB05]. Leider haben viele technisch interessante Lösungen kein solides und alle relevante Kosten berücksichtigendes Geschäftsmodell sondern werden mehr oder weniger von Hochschulen, Drittmittelprojekten und persönlichen unentgeltlichen Initiativen getragen. Auf den Webseiten des Lehrevaluationsverfahren KIEL [GKS⁺00] der Universität Osnabrück liest man: „Aufgrund der Ressourcenverknappung des Landes Niedersachsen, kann das Projekt KIEL derzeit nicht fortgesetzt werden“ [KIE04], was die Problematik deutlich macht.

Die wenigen Projekte, die sich der Kostenfrage stellen, nehmen diese sehr ernst und bestätigen die Grundregel wirtschaftlich tragfähiger Modelle. Das Internet-Umfragesystem INQUIRY wurde beispielsweise nach einigen Jahren staatlicher Trägerschaft im Rahmen eines Steinbeis-Transferzentrums privatisiert und bietet nun vielfältige Lizenzmodelle mit unterschiedlichen Tarifen. EVALuna der Binary Design GmbH wirbt mit dem Slogan „flexibel, intuitiv, ökonomisch“, wobei der erste und letzte Punkt aufgrund zusätzlicher Hardware in Form von Barcodeleser und wenig flexible Fragenhandhabung noch zu optimieren wäre. Ähnliches gilt für das Tool EvaSys der Electric Paper GmbH, das durch den Focus auf Papierfragebögen deutlich mehr Prozesse und Bereitstellungen verlangt und dadurch kostensensibilisierte Hochschulen eher abschreckt. Beide Systeme bieten ASP (Application Service Providing) und Dienstleistungen aus Kostengründen für Hochschulen an, was den Spareffekt durch Outsourcing von Online-Diensten untermauert. Andere Dienste wie Unizensus, einem Spin-off der Freien Universität Berlin, erfordern ein spezielles Anwendungsprogramm zur Verwaltung der Evaluationsdaten, was bei hochschulweiter Anwendung einen Aufwand bedeutet, der vermeidbar ist.

4.6 Fazit

Nur Verrechnungsanweisungen zwischen Instituten und Hochschulverwaltung zu fordern, reicht nicht aus. Entscheidend ist eine ganzheitliche Betrachtung des ‚Systems Hochschule‘, so dass bei mindestens gleicher Effektivität innerhalb des Systems notwendigerweise Effizienzsteigerungen auszumachen sind. Wie Abbildung 4.8 zusammenfassend zeigt, wird dies durch den externen Anbieter sowohl in die Institute, als auch in die Hochschulverwaltung hereingetragen. Durch den hohen Entwicklungsstand spezialisierter Dienstleister, sollte sich zusätzlich der Zustand verbesserter Effektivität ergeben, indem beispielsweise ein erweiterter Funktionsumfang genutzt werden kann. Dieser Mehrwert für die Studenten ist ein Herausstellungsmerkmal und kann als sichtbarer Wettbewerbsvorteil gegenüber anderer Hochschulen gewertet werden. Als Beispiel sei das Angebot zum Ausfüllen der Fragebögen mittels mobiler Zugangsgeräte genannt.

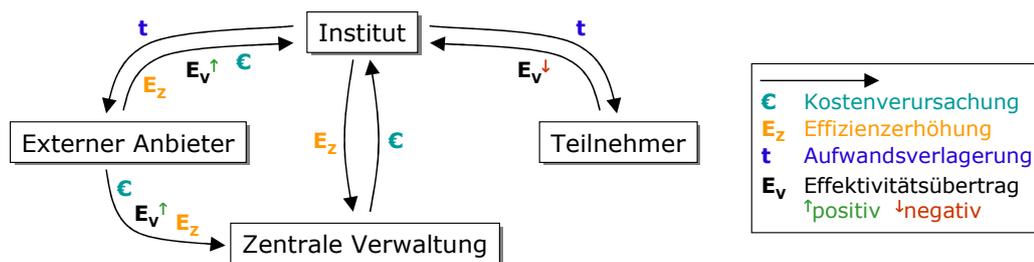


Abbildung 4.8: Ökonomisches Modell webbasierter Evaluationen mittels externer Dienstleister

Den Hauptnutzen ergibt sich zweifelsohne durch Aufwandsverlagerungen in Richtung der Grundfunktionalitäten webbasierter Evaluationssoftware. Diese lässt sich einerseits der Anbieter bezahlen, andererseits werden kostenlos von den Teilnehmern Leistungen abverlangt – wie die Nutzung eigener Hard- und Software, Kosten für Internetverbindung oder Aufwand für die Eingabe der Daten.

Evaluation der Lehre durch Studenten ist ein vom Gesetzgeber verpflichtender Prozess, ohne jedoch spezielle Mittel hierfür bereitzustellen. Um nicht zeitliche Einbußen bei Forschung und Lehre zu erleiden, sind Hochschulen bestrebt, Mitarbeiter mittels effektiven und effizienten Software-Werkzeugen zu entlasten, was zu einem Kostendilemma führt. Der Beitrag zeigte auf, welche Schritte unternommen werden können, um eine integrativ optimale Lösung für den nachhaltigen Betrieb zu gewährleisten. Diese sind:

1. Bereitstellung effizienter webbasierter Werkzeuge, die zeitaufwändige manuelle Tä-

tigkeiten in Software abbilden.

2. Granularisierung und Kostenumverteilung variabler Kosten in Institute, da dort auch der Mehrwert entsteht.
3. Outsourcing und somit Produktivitätsvorsprünge des Herstellers nutzen.
4. Auslagerung von Prozessen zu Studenten.

Für die Evaluation von LVen mit der Software konnte die Hochschule zusammen mit dem privatwirtschaftlich geführten Institut ein auf Dauerhaftigkeit angelegtes Modell entwickeln, das die Lehrevaluation nachhaltig sichert und gleichzeitig einen interessanten Ansatz zur Verschlinkung von Verwaltung und zentraler Einrichtungen darstellt.

4.7 Bewertung unter Nachhaltigkeitskriterien

Es folgt nun die Bewertung von Popollog unter den in Kapitel 2 ermittelten Aspekten der Nachhaltigkeit von SED. Dabei wird der Maßstab aus *Maßstab zur Bewertung*, S. 67 verwendet.

	Beschreibung in Abschnitt	Relevanz	Erfüllungsgrad
Akteur	2.1		
Erfolgt eine Einbindung der relevanten Akteure?	2.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Wird Politik/Gesellschaft in deren Handlungsweise unterstützt?	2.1.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erfolgt eine positive Wirkung hinsichtlich privatwirtschaftlichem Engagement?	2.1.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Hilft es den Leitungsebenen der Bildungsanbieter bei Entscheidungen?	2.1.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist die Einbindung von Fördermittelgeber gegeben?	2.1.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind Initiatoren und Entwickler involviert?	2.1.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Haben Nutzer den speziellen Bedarf und einen Vorteil?	2.1.6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ausbreitungsdimension	2.2		
Hat die Lösung Potential sich räumlich auszubreiten?	2.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

→

		Beschreibung in Abschnitt	Relevanz	Erfüllungsgrad
	Existiert ein Konzept für die Zeit nach der Entwicklungsphase?	2.2.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ist die Ausbreitung auf weitere Anwender und Nutzer geplant?	2.2.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technologie		2.3		
	Ist Technologie deutlich ausschließlich als Mittel zum Zweck identifizierbar?	2.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Existiert Mehrwert durch Vereinheitlichung und Verknüpfung und damit Reduzierung von Redundanz?	2.3.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ist die Portabilität durch entsprechende Softwaregestaltung gewährleistet?	2.3.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Kommen verfügbare Standards und Normen zur Lösung spezieller technischer Anforderungen zum Einsatz?	2.3.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Werden die technischen Möglichkeiten der Nutzer optimal berücksichtigt?	2.3.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Organisation		2.4		
	Gibt es Optionen für organisatorische Veränderungen?	2.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Existieren Entwicklungspläne für sinnvolle Organisationsstrukturen?	2.4.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Erfolgt eine methodisch abgesicherte Integration?	2.4.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wettbewerbe		2.5		
	Erfolgt die Teilnahme an Wettbewerben?	2.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Kann eine Wirkung durch Wettbewerbe ausgemacht werden?	2.5.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sind die Erfolgskriterien von Wettbewerben erfüllt?	2.5.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Werden Preise für Teilbereiche vergeben?	2.5.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Können Maßnahmen durch Wettbewerbe verifiziert werden?	2.5.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Erfolgt die Teilnahme an Benchmarking-Projekten?	2.5.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rechtlicher Rahmen		2.6		
	Folgen die rechtlichen Regelungen Nachhaltigkeitsanforderungen?	2.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ist das E-Learning-Produkt auf Urheberrechtsregelungen abgestimmt?	2.6.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Erlaubt die Lizenzierung einen nachhaltigen Betrieb?	2.6.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Erfolgt eine Publizierung unter erweiterten Nutzungsrechten?	2.6.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

→

	Beschreibung in Abschnitt	Relevanz	Erfüllungsgrad
Folgt die Publizierung von Diensten dem allgemeinen Gerechtigkeitsempfinden?	2.6.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wird Wissen uneingeschränkter und kostenlos im Web verfügbar gemacht?	2.6.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommen einheitliche Verfahren zur Anerkennung von Prüfungsleistungen zum Einsatz?	2.6.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entspricht die Rechtsform den Anforderungen der Nachhaltigkeit?	2.6.7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ökonomischer Aspekt	2.7		
Unterliegt das Projekt wirtschaftlichen Kriterien?	2.7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gibt es ein konkretes Erlösmodell?	2.7.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Können Gebühren feingranular erfasst werden?	2.7.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existiert Kostentransparenz in Produkten und Prozessen?	2.7.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erfolgt eine konsequente Markt- und Kundenorientierung anhand eines Marketing-Mix?	2.7.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist das Marktvolumen bekannt?	2.7.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gibt es Vergleichsbetrachtungen zu Bestimmung der Opportunitätskosten?	2.7.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vermeidung von Hemmnissen	2.8		
Werden Maßnahmen zur Vermeidung von Hemmnissen ergriffen?	2.8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind alle Blockaden bekannt oder sind Maßnahmen der Identifizierung vorhanden?	2.8.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist die Durchsetzung von Maßnahmen rechtlich und organisatorisch möglich?	2.8.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind bei Einführung neuer Maßnahmen alle Restriktionen transparent?	2.8.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wird die persönliche Reputation durch die Produktion von SED gestärkt?	2.8.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabelle 4.1: Nachhaltigkeitsbewertung von Popollog

Kapitel 5

Docol©c – Ein SED zur automatischen Plagiaterkennung

Die bisherigen Kapitel zeigten, dass ein nachhaltiger Nutzen von E-Learning nur dann eintreten kann, wenn nicht nur das reine Lernen, sondern vor allem Prozesse rund um das Lehren und Lernen durch IKT optimiert und so effizienter und effektiver gemacht werden. Besonders offensichtlich wird dies anhand von Diensten zur automatischen Plagiaterkennung von schriftlichen Arbeiten. Waren Plagiatnachweise bisher das Resultat von Zufällen oder Stichproben, die manuell über Suchmaschinen wie Google oder Yahoo überprüft wurden, können durch SED Plagiatanalysen systematisch vorgenommen werden. Dies führt zu enormen Zeiteinsparungen bei Tutoren, Lektoren, Lehrern oder Wissenschaftlern und zusätzlich zu Qualitätsverbesserungen in Schulen, Hochschulen und Weiterbildungseinrichtungen.

Die voranschreitende Digitalisierung der Medien und immer leistungsfähigere Datennetze sorgen dafür, dass Informationen weltweit verfügbar und rasch abrufbar sind. Aus Sicht der Wissenschaft kann Wissen sehr schnell in der Forschergemeinde verteilt werden. Allerdings birgt diese Art der Verbreitung auch gravierende Nachteile in sich. Die verfügbaren Informationen können extrem einfach für eigene Zwecke missbraucht werden, so dass die Gefahr fremde Werke als eigene auszugeben latent steigt. Die einfache digitale Vervielfältigung und die schier endlose Menge an Information begünstigt diesen Missbrauch. Hinzu kommen Formulierungsprobleme in einer Fremdsprache, so dass eine wörtliche Übernahme häufig die einzige Hoffnung ist, die sprachliche Hürde bei Publikationen zu überwinden [GA03]. Aber auch eigene Arbeiten lassen sich schnell und effizient recyceln und mehrfach zur Publikation einreichen ohne dass dies immer erlaubt wäre [CK05].

Nicht nur bei wissenschaftlichen Arbeiten ist eine solche Entwicklung zu beobachten. Auch in anderen Bildungseinrichtungen wie Schulen oder Weiterbildungszentren erfreu-

en sich Urheberrechtsverletzungen durch Abschreiben einer unangenehmen Beliebtheit. Es gibt endlose Portale, über die Schüler und Studenten fertige Referate, Hausarbeiten, Seminararbeiten, Studienarbeiten und sogar Diplomarbeiten zu beinahe jedem Thema beziehen können. Tutoren, Lektoren, Lehrern oder Wissenschaftlern dabei dauerhafte Werkzeuge an die Hand geben zu können, das den Vorsprung der Plagiatoren¹ verkürzt, ist Gegenstand dieses Kapitels.

In Abschnitt 5.1 und 5.2 erfolgt hierfür eine Einführung in das Gebiet der Textplagiaterkennung unter Gesichtspunkten des Marktes als auch der Algorithmen. Abschnitt 5.3 beschreibt und Abschnitt 5.4 untersucht Docoloc vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit in einem ganzheitlichen Ansatz. Abschließend erfolgt eine Nutzenbetrachtung in Abschnitt 5.5. Abschnitt 5.6 schließt mit einer Bewertung anhand der bekannten Nachhaltigkeitskriterien.

5.1 Grundlagen zur Erkennung von Textplagiaten

Ein Tutor, Lektor, Lehrer oder Wissenschaftler (im Folgenden einheitlich als Tutor bezeichnet) erhält einen Text zur Begutachtung. Eine Überprüfung, ob dabei ein Plagiat vorliegt, setzt allgemein einen Verdacht voraus. Hierbei kann es sich entweder um einen Generalverdacht handeln - je nach Erfahrungen beispielsweise bei studentischen Arbeiten oder Schulaufsätzen - oder beim Lesen des Textes treten verschiedenste Merkmale auf, die einen Plagiatsverdacht nahe legen. Zumeist basieren diese auf mangelnder Kontinuität textlicher oder inhaltlicher Merkmale. So ändert sich die Typografie, wenn durch Copy & Paste versehentlich die Schriftart der Quelle mit übernommen wurde oder ein sich ändernder Schriftstil lässt plötzlich auf einen anderen Schreiber schließen. Da folgt einem Bereich komplizierter Schachtelsätze kurze verständliche Sätze mit eleganter inhaltlicher Ausschmückung oder dasselbe Wort findet an unterschiedlichen Stellen in verschiedenen Schreibweisen mehrfach Verwendung. Traut der Tutor dem Autor den Inhalt nicht zu und wird Wissen ohne Referenzen präsentiert, welches nicht in Einklang mit dem akademischen Werdegang des Autors zu bringen ist, kann auch diese inhaltliche Unstimmigkeit einen Verdacht verursachen.

Eine manuelle Aufdeckung von Plagiaten ist stark zufallsbehaftet und wenig effektiv. Leider ist es bei der zunehmenden Fülle von Informationen selbst für Experten kaum mög-

¹Plagiate sind ein natürlicher Bestandteil der Natur. So haben Forscher beispielsweise festgestellt, dass schwächere Froschmännchen Froschweibchen auf dem Weg zu einem besonders laut brüllendem Männchen abfangen und die besonders potenten Imponierlaute, die das Weibchen anlockten, für seine Zwecke missbraucht. Spätestens als der römische Dichter Martial im ersten Jahrhundert n. Chr. den Begriff Plagiat (lat. *plagium*) mit einem Menschenraub gleichsetzte [Dur06], ist die Ausgabe fremder Werke als sein eigenes Werk in Zivilisationen als Diebstahl geistigen Eigentums geächtet.

lich alle Texte eines Fachgebietes zu kennen, geschweige denn in einer vorgelegten Arbeit zu erkennen - vorausgesetzt es handelt sich nicht um den eigenen Text. Selbst wenn sich ein Verdacht erhärtet und einzelne Stellen manuell geprüft werden, ist es immer nur eine unvollständige Prüfung, die kein Gesamtbild der Arbeit abgibt. Einem Tutor ist nicht zuzumuten, eine Arbeit komplett manuell zu prüfen und darüber auch noch einen aussagefähigen Bericht zu erstellen. Dies trifft umso mehr zu, je weniger Verdachtsmomente existieren.

Eine automatische Überprüfung unterliegt komplexen Anforderungen an ein Information Retrieval-System (IR), da nicht gegen eine im lokalen Bereich des Tutors verfügbare Menge an Dokumenten geprüft werden kann, sondern der gleiche globale Datenbestand als Suchbasis verwendet werden muss, aus dem sich auch ein potentieller Betrüger bedient. Es stellt sich dabei die Frage wie auf Basis dieser riesigen Datenmenge vor dem Hintergrund nachhaltiger SED optimale Informationen über die Plagiatrelevanz eines Schriftstücks gewonnen werden können.

Generell ist eine automatische Plagiatüberprüfung durch zwei Aufgabengebiete bestimmt:

1. Dokumente werden inhaltlich oder strukturell analysiert, Fragmente extrahiert oder Textstellen modellhaft abstrahiert und damit Ähnlichkeiten in anderen Datenbeständen gesucht.
2. Mit dem Ziel möglichst eindeutige Aussagen zur Plagiatwahrscheinlichkeit (und somit eine Grundlage für Konsequenzen für den Plagiator) zu erhalten erfolgt eine Auswertung und Darstellung so gefundener Quellen.

Es ist selbst bei wortgetreu übernommenen Fragmenten schwierig klare Aussagen bezüglich eines Plagiats zu machen, wenn das verglichene Textfragment beispielsweise eine kritische Länge unterschreitet [Paw05]. Ungleich schwieriger gestaltet sich die Bewertung von Textstellen, die inhaltlich dasselbe aussagen aber nicht wortwörtlich gleich sind [Clo01], wie beispielsweise Zeitungsartikel zu einem aktuellen Thema.

Nicht immer erfolgt das Abschreiben mit der Intension oder auch nur dem Bewusstsein einer Täuschung, wie in Gesprächen mit Studenten festgestellt werden konnte. Unter Tutoren kommt vermehrt auch die Meinung auf, beim Plagiierten handele es sich nur um ein Lernproblem und Abschreiber seien (noch) nicht anders in der Lage Text zu produzieren, als eben durch Abschreiben [Fur06]. Jedoch schützt nicht Wissen nicht vor Strafe weshalb eine Plagiatprüfung immer vor dem Hintergrund möglicher Konsequenzen zu sehen ist [Ric05]. Aussagen mit Blick auf Konsequenzen durch Software sind nur sehr schwer zu treffen, da für Menschen geschriebene natürlichsprachliche Texte derzeit von Maschinen noch nicht

optimal ausgewertet werden können. Daher kommt dem zweiten Bereich hohe Bedeutung zu, also der Frage der Nutzbarmachung der gewonnenen Informationen für den Tutor. Den Tutor durch entsprechende Aufbereitung und Darstellung systematisch gefundener plagiatrelevanter Stellen effizient bei der Bewertung eines Plagiatverdachts zu unterstützen ist dabei oberstes Ziel.

5.2 Verwandte Arbeiten zur Plagiaterkennung

Dieser Abschnitt gliedert sich in zwei Teile. Zuerst erfolgt die Untersuchung der weltweit am Markt verfügbaren Plagiaterkennungswerkzeuge durch eine Beschreibung und einer tabellarischen Gegenüberstellung. Anschließend wird ein Überblick zum aktuellen Forschungsstand der Verfahren zur Plagiatsuche gegeben.

5.2.1 Produkte und Dienste zur Plagiatsuche

Unter dem Gesichtspunkt der nachhaltigen Nutzung von SED erfolgt die Untersuchung verwandter Dienste zur Plagiaterkennung nicht auf Ebene der verwendeten Algorithmen, sondern unter einer ganzheitlichen Sichtweise als ‚Produkt‘ und somit aus Nutzersicht.

Plagiatsuchdienste bieten ihren Service entweder per Software an, die lokal installiert werden muss oder der Zugriff erfolgt über das Internet auf deren Server. Letzteres sorgt für gute Verfügbarkeit des Dienstes, da keine lokale Installation der Software notwendig ist und ein Internetzugang ausreicht. Außerdem erfolgen Wartung und Update für den Nutzer transparent und die Distribution wird vereinfacht.

Eine Prüfung startet durch das Laden eines zu prüfenden Dokuments in die Software oder auf den Server. Der daraufhin angestoßene Prüfprozess dauert zwischen einigen Minuten und vielen Stunden. Man erhält eine Ergebnis, das eine Übersicht der vermutlich plagiierten Textstellen gibt, sowie eine Einschätzung, inwieweit es sich bei dem Dokument um ein Plagiat handelt.

Nachfolgend sind die am Markt verfügbaren Produkte aufgeführt, die die Erkennung von Textplagiaten ermöglichen beziehungsweise erleichtern. Tabelle 5.1 zeigt eine tabellarische Gegenüberstellung derjenigen Dienste, die nicht ausschließlich auf einem Vergleich lokaler Dokumentbestände beruhen und auch Internetquellen berücksichtigen.

Turnitin und iThenticate

Turnitin [TUR06] ist einer der größten und kommerziell erfolgreichsten Plagiatsuchdienste auf dem Weltmarkt. Nach eigenen Angaben nutzen mehr als 3.500 Institutionen den Dienst.

Als Datenbasis dient Turnitin die eigene Datenbank der jemals geprüften Arbeiten sowie Dokumenten, die durch den Dienst in einschlägigen Online-Quellen gefunden werden. Insgesamt enthält die Turnitin Datenbank über 4,5 Milliarden Seiten. Rechtlich bedenklich ist die Tatsache, dass Turnitin jedes geprüfte Dokument in seiner Datenbank speichert und daraufhin für weitere Überprüfungen zur Verfügung stellt. Dieses Verfahren wird aufgrund von urheberrechtlichen Regelungen und aufgrund des Datenschutzes in vielen Ländern als kritisch betrachtet [Ric05]. Daher bietet Turnitin mit iThenticate einen weiteren Dienst, der die hochgeladenen Dokumente nicht automatisch weiterverwendet und dabei vor allem auch industrielle Kunden anspricht.

Die Kommerzialisierung basiert auf jährlich anfallenden Lizenzgebühren, die sich aus einer Pauschale sowie einer volumenabhängigen Komponente zusammensetzt. Diese basiert bei Einzellizenzen auf der Anzahl Prüfungen oder bei institutionellen Lizenzen auf der Anzahl Studenten. Für eine Universität mit etwa 10.000 Studenten liegen die Kosten im einfachsten Fall bei etwa 6.500 US Dollar pro Jahr.

Urkund

Urkund [URK06] entstand im Jahr 2000 auf Initiative eines Lehrerkollektivs in Schweden mit enger Bindung zur Fakultät für Bildungswissenschaften der Universität Uppsala. Durch die spezielle Aufnahme skandinavischer Arbeiten aus Schulen und Hochschulen in den Suchbestand und die enge Bindung der Initiatoren an das skandinavische Bildungssystem, an skandinavische Verlage und Enzyklopädien sieht sich Urkund selbst als skandinavischer Dienst. Angebunden sind fast alle schwedischen Universitäten und mehr als 650 Schulen. Der Dienst funktioniert ähnlich wie ein Email-Virens Scanner. Anhänge von Emails, die die Studenten direkt an Urkund senden, werden überprüft und der Tutor per Email über einen Link zum Abruf des generierten Analyseberichts vom Urkund-Server informiert.

Die Kosten für Urkund liegen für eine Einzellizenz bei etwa zwei Euro pro eingeschriebenem Student und Jahr.

MyDropBox

MyDropBox [MyD05] sieht sich als Online-Plattform, die neben der reinen Plagiatprüfung dem Tutor beim Bewerten von studentischen Arbeiten behilflich ist und LMS-Funktionen zur Kursverwaltung bereitstellt. Nach eigenen Angaben wird der Dienst von Schulen, Hochschulen, Firmen und Regierungseinrichtungen in über 30 Ländern eingesetzt.

Die Kosten belaufen sich auf 89,90 US Dollar pro Jahr für einen einzelnen Tutor und etwa 25.000 US Dollar für eine große Universität mit rund 60.000 Studenten.

Ephorus

Ephorus [EPH06] ist nach eigenen Angaben Marktführer in den Niederlanden. Der Dienst ist wie die vorherigen komplett webbasiert und recherchiert eingereichte Dokumente in einem eigenen Index, der aus Dokumenten von verschiedenen Online-Bibliotheken erstellt wird. Alle geprüften Dokumente werden wie bei Tunitin indexiert und in die Suchdatenbasis aufgenommen, wobei jedoch bei Plagiatprüfungen nur diejenigen Dokumente berücksichtigt werden, auf die ein Tutor aufgrund seiner Institutszugehörigkeit Zugriffsrechte besitzt.

Das Kostenmodell basiert auf der Anzahl Studenten und Tutoren. Pro Tutor werden etwa 80 Euro pro Jahr fällig und zusätzlich 1,50 Euro pro Student.

Scriptum

Scriptum [SCR05] ist ein Dokumentenmanagementsystem (DMS) zur online-Verwaltung und Korrektur von studentischen Arbeiten. Nach dem Hochladen durch die Studenten erfolgt eine Virus- und Plagiatprüfung. Die Dokumente werden in das PDF-Format konvertiert und online am Browser dem Tutor zur Kommentierung und Bewertung angeboten.

Die Kosten für die reine Plagiatprüfung liegen pro Kurs bei zirka 50 US Dollar für vier Monate.

EVE

EVE 2.5 (Essay Verification Engine) [EVE06] ist ein lokal zu installierendes Windows-Programm. Dokumente werden in das Programm geladen und mit Hilfe von Internetsuchmaschinen geprüft. Die Prüfdauer ist beeinflusst von der Qualität der Internetverbindung, die während der Prüfdauer aufgebaut sein muss sowie Arbeitsspeicher und Prozessorleistung. Die Bedienung ist sehr einfach, ebenso wie der Report im RTF-Format.

Die einmaligen Kosten belaufen sich auf 299 US Dollar für Schulen, 399 US Dollar für Universitäten und 29,99 US Dollar für eine Einzelplatzlizenz.

Plagiarism-Finder

Plagiarism-Finder [PLA05] ist eine deutsche Software, die ebenso wie EVE 2.5 lokal installiert wird und textliche Übereinstimmungen im Internet recherchiert. Der verwendete Algorithmus basiert auf dem Suchen von Wortfolgen, die nach bestimmten Schrittweiten dem reinen Text des Dokuments entnommen werden. Eine Bewertung oder Aufarbeitung der gefundenen Quellen existiert nicht. Allerdings sind die Ergebnisse transparent und leicht nachvollziehbar.

Die Software kann für etwa 100 Euro als Einzelplatzlizenz oder für 170 Euro als USB-Stick-Installation zum Herumreichen unter Kollegen erworben werden.

Damocles

Damocles [Squ06] ist ein Dienst von einem Mitarbeiter der australischen Monash University ohne kommerziellen Charakter. Bei der Plagiatsuche kommt eine Kombination aus lokalem Dokumentenindex und Internetrecherchen zum Einsatz. Werden nach einer ersten lokalen Suche eines Absatzes keine Treffer generiert, erfolgt die Erweiterung des Indexes durch den Download von Online-Quellen. URLs hierfür werden entweder durch eine satz-basierte Fragmentsuche in Internet-Suchmaschinen oder durch URLs, die im Dokument als Verweise vorhanden sind, gewonnen.

Dienste zum Vergleich lokaler Dokumentsammlungen

Alle bisher beschriebenen Dienste berücksichtigen bei der Suche frei verfügbare Internetquellen. Daneben existieren weitere Dienste, die ausschließlich lokale Dokumentenbestände vergleichen und lokal zu installieren sind.

Die Software Pl@giarism [Spa06] vergleicht beispielsweise nicht nur ein Dokument mit vielen anderen, sondern unternimmt einen Gesamtvergleich. Dies ist dann sinnvoll, wenn viele Studenten dasselbe Hausarbeitsthema erarbeiten, eventuell unterschiedliche Korrekturen zum Einsatz kommen und die Gefahr eines gegenseitigen Abschreibens besteht. Das Windows-Programm entstand wohl daher an einer juristischen Fakultät und eignet sich nur für kleinere Dokumentsammlungen.

Ähnlich verhält es sich mit der Java-Software CopyCatch Gold [COP05]. Auch hier erfolgt ein Vergleich lokal verfügbarer Dokumente. Diese Software arbeitet nach einem linguistischen Ansatz und verwendet dabei Wörter, die nur einmal im Text vorkommen (so genannte *hapax legomena*). Die Prüfungen sind zeitintensiv und produzieren einen komplizierten Bericht in englischer Sprache ohne Unterstützung internationaler Zeichensätze.

Das Programm WCopyfind [Blo06] wird seit 1997 an der Universität Virginia gepflegt und bietet eine einfach und effiziente Software für Windows-Systeme zum Vergleich von lokalen Dokumentsammlungen. Die Suche basiert auf dem Vergleich von Textfragmenten mit einstellbarer Fragmentlänge. Bei entsprechenden Übereinstimmungen wird ein HTML-Report erzeugt. Das Programm ist durch umfangreiche Einstellungsmöglichkeiten und guter Beschreibung sehr transparent in der Funktionsweise.

Einordnung von Docoloc

Tabelle 5.1 vergleicht die beschriebenen Dienste. Für einen neuen Dienst zu Plagiaterkennung ergeben sich fundierte Option auf Nachhaltigkeit, wenn aus Sicht einer optimalen Marktpositionierung Alleinstellungsmerkmale vorhanden sind. Für ein nachhaltiges Docoloc ergibt sich daraus die Forderungen nach einem Dienst

- für den mittel- und südeuropäischen Raum,
- der sehr schnell Ergebnisse liefert,
- mit Fokus auf Hochschullehre und den wissenschaftlichen Begutachtungsprozess,
- der Reports generiert, die downloadfähig sind und optisch dem Originallayout entsprechen,
- der inhaltlich anspruchsvolle Reports liefert und für Prüfer Informationen verdichtet,
- der online einfach zu bedienen ist.

Einen SED zu entwickeln, der unter Marktaspekten bestand hat ist unabdingbar für eine nachhaltige Nutzung. Dabei ist die Forderung nach effizienten Algorithmen eine unumgängliche Forderung für einen dauerhaften Betrieb in dem quasi vorhandenen heterogenen Oligopol.

	Docoloc	Turnitin/ iThenticate	Urkund	MyDropBox	Ephorus	Scriptum	EVE	Plagiarism- Finder	Damocles
Kommerziell	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
Suchdatenbasis	Private Daten, Google	Private Daten, Datenbanken, Internet	Private Daten, Datenbanken, Internet	Private Daten, Datenbanken, MSN-Search	Private Daten, Internet-Dokumente	Internet	Internet	MSN-Search	Private Daten, Internet
Bedienung	Browser, Online-API	Browser, Online-API	Email, Browser	Browser, Online-API	Browser	Browser, PDF	Windows Software	Windows Software	–
Prüfdauer	Einige Minuten	Max. 24h	Max. 24h	Einige Minuten	Max. 1h	Max. 24h	Max. 1h	Max. 1h	stark schwankend
Zielgruppe	Tutoren, Wissenschaftler, Kanzleien	Tutoren, Studenten, Lektoren, Kanzleien	Tutoren	Schulen, Hochschulen	Hochschulen	Hochschulen	Tutoren	Lehrer, Tutoren	Tutoren der Monash University
Aufbereitung	Originallayout farblich markiert	Plain Text farblich markiert	Plain Text farblich markiert	Plain Text farblich markiert	Plain Text rot markiert	Sätze rot markiert	Plain Text rot markiert	Liste mit URLs	Sätze rot markiert
Sprache	de,en	en	se,no,fi,fr,en	en	nl,en	en	en	de,en	en
Zeichenkodierung	UTF-8	ASCII	ISO-8859-1	UTF-8	UTF-8	ISO-8859-1	ASCII	Windows 1252	ASCII
Entstehung	Deutschland 2004, SED-Untersuchung	USA 1996, Tutoren	Schweden 2000, Hochschullehrer	Kanada 2002	Niederlande 2004	Kanada 2003	USA, 2000	Deutschland 2004, Wirtschaftsinitiative	Australien 2002
Bemerkung	Effizient, effektiv, grafischer Report	Hohe Bekanntheit, Studentenkonten	Fokus auf Skandinavien	Einbettung in LMS	einfache Bedienung	Unterstützt Bewertungsprozess	Simple Nutzung	Hohe Bekanntheit	Nicht öffentlich

Tabelle 5.1: Dienste zur Plagiaterkennung

5.2.2 Bekannte Verfahren bei der Plagiatsuche

Umfassende Darstellungen bekannter Algorithmen der IR finden sich bei [Kli04] und [Fer03]. Grundsätzlich wird in der Literatur zwischen lokalen und globalen Dokumentvergleichen unterschieden [SM05, MFZ⁺02].

- Lokal bezeichnet die Überprüfung eines Verdachtdokuments d durch Extraktion von Textfragmenten F ($f \in F$) und der Gegenprüfung der Fragmente in einem (r) oder mehreren Dokumenten (R). Der Betrag $|F_d \cap F_r|$ zeigt die Anzahl Übereinstimmungen von d und r und gibt Aufschluss über die Plagiatrelevanz.
- Da geringe Wortumstellungen oder Änderungen der Orthographie in f einen Vergleich scheitern lassen, wird im anderen Fall das Dokument global betrachtet, dabei nach linguistischen oder strukturellen Merkmalen einzelne Terme (ein Wort, eine Phrase) extrahiert und mittels mathematischer Verfahren modelliert.

Bei der globalen Methode kommen bevorzugt Vektorraummodelle zum Einsatz [Fer03, BDGM95]. Nachdem alle Dokumente in R modelliert sind, kann nach Anwendung der Modellierung auf d leicht durch Vektorenvergleiche ähnliche Dokumente gefunden werden. Allerdings kann es hierbei vorkommen, dass Dokumente als identisch erkannt werden, obwohl kein einziges auch nur zwei Wörter langes Fragment identisch ist – was für den Tutor eine nicht erstrebenswerte Argumentationsbasis bei einem Plagiatsvorwurf darstellt.

Für die Modellierungen werden die Dokumente je nach Ansatz abstrahiert und daraus charakteristische ‚fingerprints‘ generiert [Fer03]. In der IR kommen dabei vielfältige Instrumente zum Einsatz, wie Signaturdateien zur schnellen Vorfilterung nicht qualifizierter Suchanfragen [FC87], lexikalische Analysen [AC75], Herausfiltern von Stoppwörtern [MS99, Par64, Luh57], Reduzierung auf Wortstämme [Hul96, Lov68] oder Thesauri und Ontologien [Gar04].

Sowohl bei globalen als auch lokalen Verfahren kommt der Term- beziehungsweise Fragmententnahme eine entscheidende Aufgabe bei [HZ03, MFZ⁺02, BDGM95, SLL97, SGM95, CSZL05, FTZ04]. Die Entnahme unterscheidet sich prinzipiell an welchen Stellen entnommen wird, welche Menge entnommen wird, sowie welche Länge die entnommenen Zeichenfolgen besitzen. Die Literatur ist sich einig darüber, dass der Entnahmestrategie die Qualität der Übereinstimmungssuche maßgeblich bestimmt. Daher ist es wichtig, Plagiatverhalten genau zu analysiert und die Entnahmestrategie daran anzupassen.

Eine Hilfestellung hierfür liefert die Forensische Linguistik [IAF06]. Gegenstand dieser Forschungsbereichs ist es mittels stilometrischer Methoden wissenschaftlich die Autorenezuordnung von juristisch relevanten Texten wie Erpresserbriefen, Bekennerschriften, Tes-

tamenten oder eben vermeintlichen Plagiaten nachzuweisen. Schwerpunkt dieser Verfahren ist jedoch nicht gegen eine Vergleichsmenge R zu prüfen, sondern aufgrund bestimmter numerisch messbarer Textmerkmale wie Komplexität des verwendeten Wortschatzes [Hol94], Worthäufigkeiten [MS06], Wortlängen und Wortposition [GN05], Satzlängen, Syntaktik oder Textaufbau [Dim04] Aussagen über Charakter des Textes abzuleiten. Die Forensischen Linguistik hat den Vorteil der Problematik zielgerichtet (mit Blick auf Konsequenzen) zu begegnen, die Stilometrie aber den Nachteil, die Corpus Delicti nicht näher benennen zu können. Daher scheidet die Stilometrie als rein intrinsisches Verfahren aus, liefert aber generell Erkenntnisse zur Fragmentextraktion.

5.3 Beschreibung von Docol©c

5.3.1 Docol©c-Algorithmen

Bei der Betrachtung in Frage kommenden Algorithmen wird – wie bereits ansatzweise in *Grundlagen zur Erkennung von Textplagiaten*, S. 144 bemerkt – von folgenden Bedingungen ausgegangen:

- Plagiatoren bedienen sich bevorzugt Internet-Suchmaschinen
- Suchmaschinen sind per Internet verfügbar und indizieren vermehrt
 - öffentliche Webseiten
 - kostenpflichtige Webseiten
 - digitale Bibliotheken und Online-Buchläden
 - Bücher aus Bibliotheken
 - Journal- und Zeitungsarchive
- Suchmaschinen sind hochoptimierte IR-Systeme
- Anfragen an Suchmaschinen unterliegen eingeschränkten Regeln in Bezug auf IR-Methoden
- Trefferlisten von Suchmaschinen liefern kurze Textschnipsel der gefundenen Stellen in Quelldokumenten

Internet-Suchmaschinen versprechen die Voraussetzungen zur Entwicklung eines SED zur Plagiatsuche zu erfüllen, wenngleich die in Frage kommenden Algorithmen darauf eingeschränkt sind. Um eine gewisse Unabhängigkeit gegenüber der verwendeten Suchmaschine zu erreichen, sollen außerdem nur solche Anfragen formuliert werden, die von allen

gängigen Suchmaschinen unterstützt werden. Docoloc verwendet daher für Verfahren des lokalen Dokumentenvergleichs einzelne Suchanfragen nach Fragmenten aus aufeinander folgenden Wörtern (Fragmentsuche) und im Falle eines globalen Dokumentvergleichs eine Volltextsuche UND-verknüpfter Wörter (Mischsuche).

Fragmentsuche

Das größte Problem eines lokalen Dokumentenvergleichs durch Extraktion von Textfragmenten ist die Fragmentlänge. Beinhaltet ein Fragment viele Wörter besitzt es eine hohe forensische Aussagekraft, ist aber sehr sensitiv für Veränderungen wie Umstellen oder Austausch von Wörtern oder Änderung der Rechtschreibung. Eine kurze Fragmentlänge ist wenig sensitiv aber mit geringerer forensischer Aussagekraft, was zu mehr so genannter falsch positiv Treffer führt und eine geringere Gesamtqualität eines Plagiatsuchdienstes bedeutet.

Eine höchste forensische Aussagekraft besteht, wenn Textstellen mit geringster Länge identifiziert werden, die ausschließlich von genau einem Autor stammen. Die Länge ist dabei doppeldeutig und bezieht sich sowohl auf die Anzahl Wörter (geringere Wahrscheinlichkeit von Wortumstellungen), als auch auf die Gesamtlänge (weniger Möglichkeiten von Rechtschreibfehlern) des Fragments.

Qualifizierung von Sätzen

Die Fragmentextraktion basiert auf der Annahme, dass die forensische Aussagekraft einer Zeichenfolge dann besser ist, wenn es sich um einen regulären Satz handelt. Dieser Ansatz ist nicht neu und wird beispielsweise auch von [BDGM95] verwendet. Ein Satz besteht im verwendeten Algorithmus aus einer durch Worttrennzeichen unterteilten Zeichenfolge, die durch ein Satzzeichen oder durch die Struktur des Dokuments abgeschlossen sein muss. Demnach würde die Zeichenfolge „a b c de 1 23 456!“ einen Satz darstellen. Dieser besitzt allerdings offensichtlich eine geringe forensische Aussagekraft weshalb eine Auswahl nur derjenigen Sätze erfolgt, deren Mehrzahl Wörter aus mehreren Buchstaben bestehen und insgesamt eine einstellbare Anzahl Wörter ein gewisse Länge aufweisen müssen. In Abbildung 5.1 sind im Bereich ‚Textanalyse:‘ Möglichkeiten gegeben, dafür qualitative Vorgaben den eigenen Präferenzen anzupassen.

Alle Zeichenfolgen, die bei der formalen Textanalyse nicht den einstellbaren Anforderungen eines prüfenswerten Satzes aufweisen, werden bei der Prüfung nicht berücksichtigt. Neben der Vermeidung von falsch positiv Treffern wird die Anzahl Suchmaschinenabfragen reduziert, was die Effizienz des Dienstes erhöht.

Suchoptionen:	
Länge des Suchfragements	<input type="text" value="8"/> Wörter
Erstellungsdatum berücksichtigen	<input type="radio"/> Ja <input checked="" type="radio"/> Nein
Ergebnisse filtern	<input type="radio"/> Nein <input checked="" type="radio"/> Nur hohe Relevanz
Textanalyse:	
Satzqualität	<input type="text" value="70%"/> Wörtergüte
Satzlänge	<input type="text" value="mittlere"/> Sätze
Absatzlänge	<input type="text" value="1"/> Satz
Anzeige:	
Vergleichsdokumente	<input type="text" value="6"/> Vergleiche auflisten
Textschnipsel	<input checked="" type="checkbox"/> zeigen
URL	<input checked="" type="checkbox"/> zeigen
<input type="button" value="Einstellungen speichern"/>	

Abbildung 5.1: Maske der manuellen Einstellungsmöglichkeiten

Klassifizierung der Fragmente

Die Entnahme der Fragmente aus den als relevant qualifizierten Sätzen ist bestimmt durch die Fragmentlänge in Wörtern sowie der Entnahmeposition. Bei Docoloc ist die Länge einstellbar zwischen fünf und neun Wörtern. Die Entnahmestrategie, an welcher Stelle das Fragment innerhalb des Satzes entnommen wird, erfolgt durch stilometrische Untersuchungen, die auf empirisch gewonnenen Daten zurückgreifen. Für dieser Arbeit durchgeführte statistische Untersuchungen von Deutschen, Englischen und Französischen Texten zeigen, dass lange Wörter seltener sind als kurze und eine höherer forensische Aussagekraft bezüglich der Plagiatrelevanz aufweisen [Paw05]. Werden Fragmente nicht wie üblich regelmäßig nach einer bestimmten Anzahl Wörtern entnommen, sondern Fragmente mittels enthaltener Wortlängen klassifiziert, lassen sich kürzerer Fragmente realisieren. [Paw05] weist durch umfangreiche Textanalysen nach, dass Fragmente aus fünf Wörtern, die zumindest zwei Wörter mit neun und mehr Zeichen enthalten, bereits Plagiatrelevanz aufweisen, was ansonsten erst ab sechs Wörtern der Fall wäre. Bei Englischen und Französischen Texten reichen bereits zwei Wörter mit acht Zeichen.

Der Vorteil dieses Verfahrens besteht im Vergleich zu anderen statistischen Verfahren, wie beispielsweise Worthäufigkeiten, in einem geringeren Ressourcenverbrauch, da keine externen Wortlisten benötigt und verglichen werden. Mit geringem stilistischem Aufwand erfolgt eine aufgabenorientierte Entnahme der Suchfragmente, im Vergleich zu einer ansonsten zufälligen Fragmententnahme, beispielsweise nach jedem n-ten Wort.

Mischsuche

Wissenschaftliche Grundlagen dieses Docoloc-Algorithmus stammt aus der Stilometrie sowie dem globalen Dokumentvergleich. Falls eine lokale Suche keinen Treffer verursacht, erfolgt eine Auswahl von Wörtern aus dem Satz, aus dem das Fragment entnommen wurde und gegebenenfalls aus weiteren relevanten Sätzen. Beim Erreichen einer maximalen, von der Suchmaschine verarbeitbaren Menge an Wörtern, erfolgt die Suche. Die Vorteile des Verfahrens liegen in der Robustheit der Suchanfragen. Lediglich eine UND-verknüpfte Suche einzelner Wörter und eine Fragmentsuche von Wortfolgen müssen bei der Suche in indizierten Datenbeständen unterstützt werden – eine Anforderung, die jede gute Suchmaschine meistert. Allerdings ist keine Unschärfe der Ergebnisse möglich, da wichtige Suchmaschinen keine Ergebnisse liefern, die beispielsweise nur fünf von sieben angefragten Wörtern enthalten. Um diesen Effekt zu schmälern werden nur solche Wörter ausgewählt, deren Wahrscheinlichkeit gering ist, durch Synonyme ersetzt zu werden oder beim Plagieren erschwert weggelassen oder verändert werden können. Das Verfahren ist probabilistisch so konzipiert, dass eine möglichst geringe Anzahl $r_i \in R$ fälschlicherweise als Plagiatvorlagen gefunden werden. Die Auswahl der Suchwörter ist dabei beeinflusst durch Wortlängen, Groß-/Kleinschreibung und Wortpositionen und die Aufnahme darüber generierter Treffer als plagiatrelevant von der Position innerhalb der Trefferliste sowie der Häufigkeit des Auftretens. Eine solche Suche wird in Docoloc als ‚Mischsuche‘ bezeichnet.

5.3.2 Darstellung gefundener Quellen

Wichtiges Ziel ist die Aufbereitung und Darstellung maschinell gefundener plagiatrelevanter Stellen, um den Tutor effizient bei der manuellen Bewertung einer automatisch generierten Plagiatunterstellung zu unterstützen. Abbildung 5.2 zeigt eine solche Aufbereitung.

Gleiche Inhalte sind im Web häufig unter unterschiedlichen Adressen zu finden. Die Sortierung erfolgt daher nach dem Titel der gefundenen Quellen und nicht nach URLs, wie in Abbildung 5.2 dargestellt.

Da Treffer per Mischsuche eine geringere Plagiatrelevanz aufweisen, erfolgt im Herkunftsreport eine Unterscheidung von regulären Treffern. Zu jeder gefundenen Textvorlage wird angegeben, wie viele Stellen davon per Mischsuche gefunden wurden. Damit ist eine deutlich bessere Einschätzung der Relevanz des gefundenen Dokuments möglich. Ist der prozentuale Wert gering und die Anzahl der Stellen hoch, kann davon ausgegangen werden, dass die Quelle als Copy & Paste-Vorlage diente. Bei einem hohen prozentualen Wert und vielen Stellen weist die Quelle eine starke inhaltliche Übereinstimmung mit dem geprüften Dokument auf.

Herkunftsreport

Digital signiert

Überprüftes Dokument: **test2.rtf**
Überprüft am: **Tue, 4.4.2006 18:45:03 CEST**

Es wurden insgesamt **20** Textstellen überprüft. Davon wurden **18** Textstellen (90,0%) in anderen Dokumenten gefunden. Die kritischen Textstellen wurden in der Farbe **orange** hervorgehoben und direkt zur ersten Stelle gescrollt. Ein erneuter Klick auf „x Stellen“ setzt die Markierungen wieder zurück.

Referenzdokumente

Die folgende Übersicht ist gegliedert nach den Titeln der gefundenen Dokumente. Durch einen Klick auf „x Stellen“ werden die speziellen Stellen im Dokument in der Farbe **orange** hervorgehoben und direkt zur ersten Stelle gescrollt. Ein erneuter Klick auf „x Stellen“ setzt die Markierungen wieder zurück.

18 Stellen wurden gefunden in einer Textvorlage mit dem Titel: „**Studium | Karriere | Weiterbildung**“, zu finden unter:
<http://www.news.skripten.at/>
<http://www.news.skripten.at/feeds/atom10.xml>
<http://www.news.skripten.at/feeds/atom03.xml>
<http://www.news.skripten.at/feeds/index.rss1>
<http://www.news.skripten.at/feeds/index.rss>
11% davon per Mischsuche (2 Stellen)

17 Stellen wurden gefunden in einer Textvorlage mit dem Titel: „**Einträge von Skripten Admin - Studium | Karriere | Weiterbildung**“, zu finden unter:
<http://www.news.skripten.at/authors/1-Skripten-Admin>
12% davon per Mischsuche (2 Stellen)

16 Stellen wurden gefunden in einer Textvorlage mit dem Titel: „**Plagiate: Abschreiben ein Kavaliersdelikt? - Studium | Karriere ...**“, zu finden unter:
<http://www.news.skripten.at/archives/65-Plagiate-Abschreiben-ein-Kavaliersdelikt.html>
6% davon per Mischsuche (1 Stelle)

Nachfolgend der geprüfte Textauszug des Dokuments:

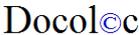


Abbildung 5.2: Herkunftsreport mit potentiellen Plagiatquellen

Wie unter *Docoloc-Algorithmen*, S. 153 ausgeführt, unterliegt das automatische Herausfiltern von falsch positiv Treffern immer einer sprachbedingten Unschärfe. Daher bietet Docoloc zwei verschiedene Filterstufen. Durch das Aktivieren des Ergebnisfilters in Abbildung 5.1 werden Stellen mit geringer Relevanz vermehrt entfernt. Das Verfahren basiert darauf, dass eine URL, die einmalig an einer Stellen vorkommt, an der gleichzeitig sehr viele URLs gefunden werden, geringe Relevanz aufweist. Vor allem Treffer in Literaturverzeichnissen und üblichen Floskeln können dadurch reduziert werden.

Die Sätze der gefundenen Stellen werden im Dokument farblich unterlegt. Durch Anklicken dieser Markierungen werden die zugehörigen Verweise auf die Fundstellen zusammen mit einem kurzen Textausschnitt des gefundenen Dokuments angezeigt.

Der Herkunftsreport ist ein HTML-Dokument mit eingebettetem ECMAScript. Dadurch lässt sich ein Report komplett lokal archivieren oder per Email versenden. Tutoren können einen Auftrag nach Generierung vom Docoloc-Server löschen, was die Privatsphäre des Tutors schützt und Serverkapazitäten im Betrieb spart.

5.3.3 Eingabemasken und Benutzerinteraktionen

Die ASP-basierten Plagiatprüfungen werden entweder über eine SOAP-Webservice-Schnittstelle oder über Browser-Eingabemasken verwaltet. Anhand der Eingabemasken in Abbildung 5.3, 5.4, 5.5 sowie Abbildung 5.6 sei nachfolgend die Funktionsweise beschrieben.

Die Vergangenheit zeigte, dass Browser-basierte Web-Dienste einer Anforderung an



[Anleitung](#) [Login erstellen](#)
[Prüfauftrag](#) [Ihr Konto](#)

Herzlich Willkommen!

Dieser Dienst findet in einem Dokument Textpassagen, die auch noch in anderen Dokumenten vorkommen. Dokumente werden über das Internet bei Docoloc eingereicht und dort analysiert. Als Ergebnis erhält man Plagiate, Urheberrechtsverletzungen, Zitationen oder weitere Ablageorte des Dokumentes im Web. Die Benutzung erfolgt in drei Schritten:

1. Einloggen
 Um an Ihren persönlichen Datenspeicher bei Docoloc zu gelangen, müssen Sie sich mit ID und Passwort [anmelden](#) (einloggen). Falls Sie noch keine ID und Passwort besitzen, können Sie sich [hier](#) selber ein Login anlegen.

Lizenzieren
 Um professionelle Prüfungen zu tätigen, benötigen Sie eine Lizenz. Einen Lizenzschlüssel können Sie [kaufen](#) oder einen [kostenlosen Testschlüssel](#) anfordern. Tragen Sie den Lizenzschlüssel neben Ihren Registrierungsdaten auf der Seite [Login](#) ein. Demo-Prüfungen funktionieren ohne Lizenz.

2. Hochladen
 Reichen Sie nun das zu prüfende Dokument bei Docoloc ein. Das geschieht auf der Seite [Prüfauftrag](#).

3. Ergebnisabruf
 Die Prüfung erfolgt im Hintergrund. Nach Beendigung kann das Ergebnis -der Herkunftsreport- aus [Ihrem Konto](#) heruntergeladen werden oder Sie bekommen ihn per Email zugeschickt.

Weitere Antworten auf die häufigsten Fragen erhalten Sie unter [Hilfe](#).

[IFALT - Preise und AGBs](#) - [Popolloq-Evaluation](#) - [Google & Referenzen](#) - [Hilfe](#)
©2005 IFALT - [IBR](#) Forschungspartner - Plagiatsuche in über 8 Mrd. Dokumenten
 deutsch [english](#)

Abbildung 5.3: Anleitung zur Bedienung mit schrittweiser Erklärung

einen optimalen Mix aus Information und Textmenge unterliegen, um den Aufwand des Lesens und Verstehens und somit die Einstiegsbarrieren für neue Nutzer so gering wie möglich zu halten. Die Darstellung der Bedienungsanleitung in Abbildung 5.3 erfolgte unter diesen Gesichtspunkten.

Während die Webservice-Schnittstelle für Programmierer interessant ist und in Dokumentenmanagementsystemen zur Automatisierung von Plagiatprüfungen Anwendung findet, unterliegt die Bedienung per Browser dem Ziel, mit möglichst wenigen Mausklicks, Mausbewegungen, Seitenaufrufe und Texteingaben den Service bedienen zu können. Die Anordnung der Formularfelder und Texte soll dem Tutor eine bestmögliche Beherrschung der Seite ermöglichen. Abbildung 5.4 zeigt die Eingabemaske für neue Prüfaufträge. Der Benutzer sieht auf den ersten Blick die wesentlichen Funktionen (‚Durchsuchen‘, ‚Plagiatprüfung starten‘, ‚Log in‘). Usability-Tests zeigten, dass sich unmittelbar und ohne weitere Kenntnisse mit dem Formular arbeiten lässt. Funktionen, die in einem bestimmten Stadium der Autorisierung nicht möglich sind, werden inaktiv gesetzt (beispielsweise der Optionsknopf ‚sofort zeigen‘).

Zur Steigerung der Transparenz der Bedienung und um die Einstiegsbarriere niedrig zu halten, können alle dargestellten Seiten auch im nicht angemeldeten Zustand aufgerufen werden. Wird ein Dokument in diesem Stadium hochgeladen, erfolgt keine Prüfung. Erst nach Autorisierung kann diese durchgeführt werden. Hierfür muss auf der Seite in Abbil-

[Kostenlose
Testlizenz
anfordern...](#)

Docoloc

ID: Passwort: [L@g in](#)

[Anleitung](#) [Login erstellen](#) [Prüfauftrag](#) [Ihr Konto](#)

[Lokale Datei:](#) [Eingabe als Web-Adresse](#)

demo professionell

Ergebnisreport: sofort zeigen nur in Ihr Konto legen

per Email:

[IfALT - Preise und AGBs](#) - [Popollog-Evaluation](#) - [Google & Referenzen](#) - [Hilfe](#)

©2005 IfALT - [IBR](#) Forschungspartner - Plagiatsuche in über 8 Mrd. Dokumenten
deutsch [english](#)

Abbildung 5.4: Eingabemaske eines neuen Prüfauftrag und Startseite von www.docoloc.com

dung 5.5 ein persönliches Konto angelegt und die Geschäftsbedingungen akzeptiert werde. Nach zusätzlicher Eingabe einer Freischaltlizenz ist eine vollwertige Plagiatprüfung möglich. Ohne Lizenz werden maximal fünf Stellen des Dokuments im Demo-Modus überprüft.

Abbildung 5.6 zeigt die tabellarische Übersicht der Prüfaufträge. Enthält die Liste sehr viele Einträge wird sie unhandlich und langsam, da beispielsweise keine Blätter- oder Sortierfunktionen vorhanden sind. Dieser Nachteil wirkt sich positiv regulierend auf den benötigten Speicherplatz in der Betriebsphase aus, da der Nutzer angeregt wird, abgearbeitete Aufträge aus der Liste zu löschen.

Dass vor allem Dienste, die Benutzer als schnell empfinden, dauerhaft erfolgreich sind, zeigt sich bei Yahoo oder Google und in der Beliebtheit von Ajax [Gar05], das darauf basiert die Performance zur verbessern, indem nur HTML-Teile ausgetauscht werden und nicht ganze Seiten. Durch den Verzicht auf Grafiken werden bei Docoloc Nachladezeiten eingespart und die geringe Speichergröße ermöglicht hohe Geschwindigkeiten bei Übertragung und Darstellung. Weitere Features sind kontextbasierte Hilfestellungen, spielerisches Erlernen der Funktionen, hohe Interaktivität und direkte Sprachauswahl auf jeder Seite.

5.3.4 Minimales Geschäftsmodell

Das Geschäftsmodell (GM) von Docoloc basiert auf nachhaltiger Umsatzgenerierung. Folgende Gründe sind dafür ausschlaggebend:

Docoloc [Anleitung](#) [Login erstellen](#)
[Prüfauftrag](#) [Ihr Konto](#)

Noch kein Konto bei Docoloc?
 Hier können Sie sich Ihre Zugangsdaten anlegen:

Anrede*

Name*

Email*

Institution*

Ort*

Benutzer-ID*

Passwort*

(Bestätigung)*

Die [Geschäftsbedingungen](#) sind Ihnen bekannt.

Sind noch nicht bekannt.

Bitte mindestens so markierte Felder ausfüllen.

Bereits registriert?
 ID:
 Passwort:

Der Lizenzschlüssel kann erst nach Registrierung eingetragen werden.
[Lizenz bestellen...](#)

Passwort vergessen?
 ID:

 Es wird ein neues Passwort an Ihre registrierte Email-Adresse gesendet.

[IfALT - Preise und AGBs](#) - [Popollog-Evaluation](#) - [Google & Referenzen](#) - [Hilfe](#)
 ©2005 IfALT - IIR Forschungspartner - Plagiatsuche in über 8 Mrd. Dokumenten
 deutsch [english](#)

Abbildung 5.5: Registrierungsmaske zur Eingabe und Änderung des persönlichen Kontos

- Es entstehen Kosten für Betrieb, Wartung und Weiterentwicklung.
- Ein kostenloser Service gefährdet kommerzielle Konkurrenzangebote, was bei öffentlich geförderten Projekten nicht intendiert ist.
- Es werden finanzielle Anreize für potentielle Betreiber geschaffen.

Das GM wird evaluiert anhand der Klassifizierung aus *Erlösmodelle*, S. 56. Bei Docoloc handelt es sich um den Modelltyp *Software Sales and Service* mit der Erlösart *Softwarelizenz*. Als zugrunde liegendes Erlösmodell wird ein Abonentensystem mit einem flexiblen Abrechnungszeitraum zwischen einem und zwölf Monaten gewählt. Aufgrund der Marktpositionierung (vgl. *Einordnung von Docoloc*, S. 150) wird davon ausgegangen, dass Lizenzen nicht von Einzelpersonen erworben werden, sondern von Forschungsgruppen und Lehrerkollegien. Aus diesem Grund und um den Service für einzelne Schüler und Studenten unattraktiv zu machen, werden nur Mengenzulizenzen ab fünf Nutzer beworben, im Einzelfall aber auch kleinere Zulizenzen vergeben.


[Anleitung](#) [Login ändern](#)
[Prüfauftrag](#) [Ihr Konto](#)

Abmelden: [Logout](#)

155 Prüfdokumente im Konto. [Prüfauftrag hinzufügen](#) [neu laden](#)

1408	plagiat_anleitung.html - Demo <small>Quelle: http://www.docoloc.de/de/plagiat_anleitung.html</small>	12.02.2006 23:59	100%	Herkunftsreport	löschen
1402	account.pdf - Demo	10.02.2006 18:02	0%	Herkunftsreport	löschen
1362	studdoc_2.pdf	03.02.2006 08:08	10%	Herkunftsreport	löschen
1322	SOA.doc	An: gutbrod@falt.de 25.01.2006 13:59	4%	Herkunftsreport Per Email gesendet	löschen
1321	studdoc.pdf	An: gutbrod@falt.de 25.01.2006 22:38	25%	Herkunftsreport Per Email gesendet	löschen
1320	StudentArbeit_Jan.pdf	An: gutbrod@falt.de 25.01.2006 22:25	14%	Herkunftsreport Per Email gesendet	löschen
1319	MSCTC-GFJ-08.doc	25.01.2006 13:35	-	Herkunftsreport	löschen
1318	002454.pdf	25.01.2006 13:31	0%	Herkunftsreport	löschen
1317	scholar_preferences <small>Quelle: http://scholar.google.com/scholar_preferences?hl=zh-CN&ie=&ie=UTF-8&output=search</small>	25.01.2006 12:30	0%	Herkunftsreport	löschen
1288	planer_da.pdf - Demo	20.01.2006 10:08	20%	Herkunftsreport	löschen

[IFALT - Preise und AGBs](#) - [Popollog-Evaluation](#) - [Google & Referenzen](#) - [Hilfe](#)
 ©2005 IFALT - IJR Forschungspartner - Plagiatsuche in über 8 Mrd. Dokumenten
[deutsch](#) [englisch](#)

Abbildung 5.6: Tabellarische Übersicht der Prüfaufträge mit Plagiatanteil in Prozent pro Dokument

Der Kosten für einen Nutzer (K_L) bei einer Lizenz für n Nutzer errechnen sich nach der Formel

$$K_L = \frac{k_0 + \frac{k_1 - k_0}{i_1 - i_0} (n - i_0)}{n} \quad (5.1)$$

Die Formel ist hergeleitet aus einem linearen Gesamtpreis zwischen k_0 für eine Lizenz mit einem Nutzer ($i_0 = 1$) und k_1 bei i_1 Nutzern. Die Vorgabewerte in Euro sind für $k_0 = 9,9$ und $k_1 = 199$ für $i_1 = 100$ Nutzer.

Wie der grafische Verlauf in Abbildung 5.7 zeigt ergibt sich zu Beginn ein starker Anreiz zu einer Lizenz mit mehr Nutzern.

Bei der Einstufung eines potentiellen Umsatzvolumens kann nachgewiesen werden, dass sich bereits bei eingeschränkter Betrachtung nur deutscher Hochschulen Werte ergeben, die einen nachhaltigen Betrieb ermöglichen. Nach Formel 5.1 kostet die kleinste angebotene Lizenz 17,54 Euro. Im Jahr 2004 betrug die Gesamtzahl des hauptberufliche wissenschaftlichen und künstlerischen Personal in Deutschland 164.789 [Sta06]. Betrachtet man von 38.443 Professoren lediglich 12.529 C4-Professoren und nimmt diesen Wert als Anzahl potentieller Forschungsgruppen (mit etwa fünf Personen), ergibt sich bei einem Marktanteil von $\frac{1}{4}\%$ ein monatlicher Umsatz von 550,- Euro. 125 Lizenzen oder ein Marktanteil von

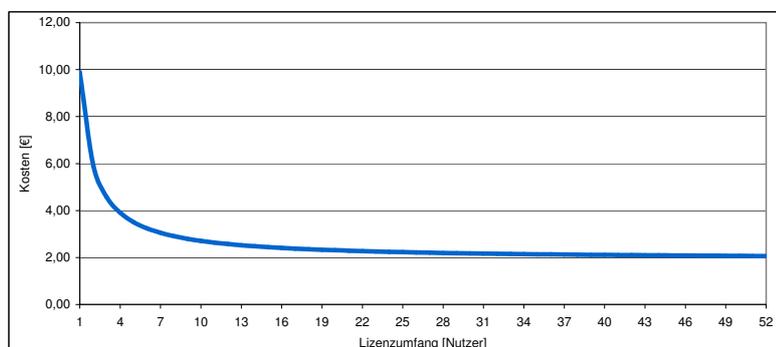


Abbildung 5.7: Preisverlauf in Abhängigkeit des Lizenzumfangs

1% verursacht beispielsweise 2.200,- Euro Umsatz. Dass durch beispielsweise 7000 Realschulen und Gymnasien sowie über 8000 berufsbildende Schulen allein in Deutschland noch weiteres Potential für einen Plagiatsuchdienst vorhanden ist, lässt bei Docoloc eine positive Umsatzerwartung vermuten. Generell muss unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten jedoch von konservativen Annahmen ausgegangen werden.

Da die Plagiatproblematik in Deutschland im Vergleich zum angelsächsischen Raum [Ric05] weniger Beachtung geschenkt wird, kommt sowohl der Schärfung des Plagiatbewusstseins, als auch der aktiven Bekanntmachung von Plagiatsuchdiensten eine starke Bedeutung zu. Dies wird auch unterstrichen durch den Zustand, dass bezogen auf die Einwohnerzahl in Deutschland bisher weniger als die Hälfte Lizenzen im Vergleich zu beispielsweise Österreich verkauft wurden. Nach Einschätzung von Marktexperten führt die deutlich geringere Einwohnerzahl von Österreich zu einer besseren Agilität der räumlichen Ausbreitung (vgl. Abschnitt *Räumliche Dimension*, S. 22), vor allem durch enger gewobene soziale Netzwerke zwischen Institutionen.

5.3.5 Architektur des Gesamtsystems

Abbildung 5.8 zeigt die Gesamtarchitektur von Docoloc. Wesentliche Bausteine sind die Ablage der Benutzerdaten innerhalb des persönlichen Kontos, die Kundenkommunikation mit Lizenzierungsprozess sowie die in eine Lastregelung eingebetteten Prüfungen.

Über mehrere Benutzerinterface, wie in *Eingabemasken und Benutzerinteraktionen*, S. 157 beschrieben, erfolgt die Eingabe und Verwaltung der Prüfaufträge. Alle Dokumente werden in einem Magazin abgelegt. Unmittelbar mit dem Magazin verbunden ist die Authentifizierung, also das Erfassen und die Ablage der persönlichen Daten und individuellen Einstellungen des Nutzers. Ein authentifiziertes Magazin ist eindeutig einem speziellen Be-

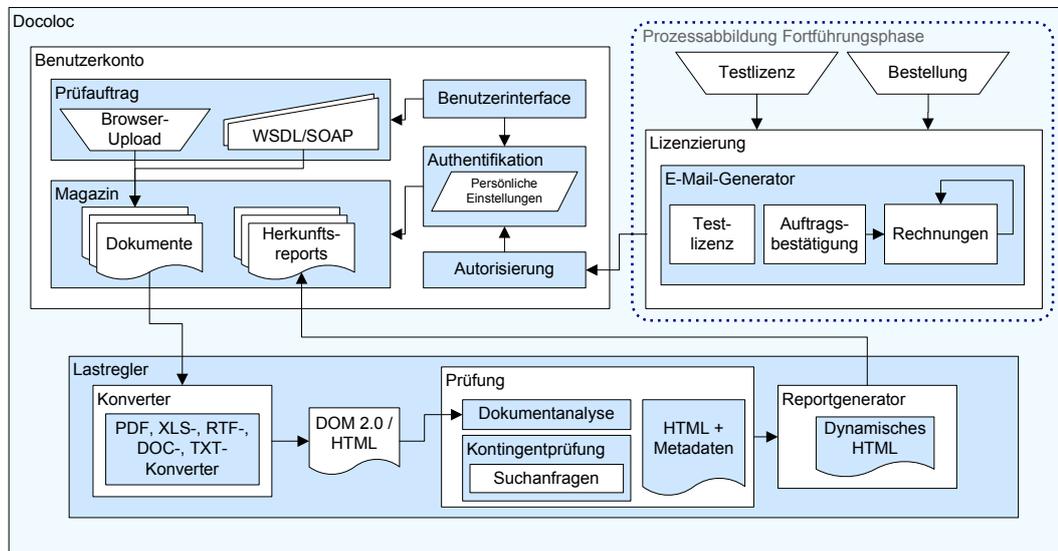


Abbildung 5.8: Architektur von Docoloc

nutzer zugeordnet. Die Autorisierung zur Abwicklung von Prüfungen setzt zusätzlich einen erfolgreichen Lizenzierungsprozess voraus.

Hier wird Docoloc in der Fortführungsphase von spezieller Abwicklungssoftware zur Lizenzvergabe, Auftragsbestätigung und Rechnungsgenerierung unterstützt, wodurch ein sehr geringer Betreuungsaufwand in der Fortführungsphase existiert. Die Kommunikation erfolgt aus Zeit- und Kostengründen ausschließlich über Emails mit pdf-Anhängen bei Rechnungen, die durch die Prozesssoftware automatisch vorgeschlagen und im Browser dargestellt werden. Die Person, die in der Fortführungsphase mit der Abwicklung betraut ist, kontrolliert die Emails visuell und stößt den Versand an. Planung und Programmierungen dieser individuellen Prozessabbildung der Fortführungsphase bereits in der Förderphase verursacht dort Mehraufwand, schafft aber eine Ressourceneinsparung der Fortführungsphase und ist somit absolut wesentlich aus Nachhaltigkeitssicht.

Der untere Bereich von Abbildung 5.8 zeigt den technischen Ablauf einer Dokumentenprüfung. Eingebettet in einen Mechanismus zur Lastregelung erfolgt die Konvertierung der Dokumente, die eigentliche Prüfung und die Reportgenerierung. Was dabei technisch zum Erreichen einer erfolgreichen Fortführungsphase des Docoloc-Projekts zu beachten ist, zeigt der folgende Abschnitt 5.4. Die Betrachtung der Lastregelung selbst erfolgt in *Scheduling*, S. 178.

5.4 Technische Analyse

Docoloc nutzt vielfältige Hardware- und Netzressourcen. Die einzelnen absoluten Werte zu Leitungskapazitäten und Systemlast sind vor allem unter qualitativen Aspekten zu verstehen. Je nach Hardwareausstattung, Serverstandort und Netztopologie können sich andere Werte ergeben. Es wurden soweit möglich nicht zu beeinflussende Einflussfaktoren aus den Werten herausgerechnet, wodurch quantitative Angaben vor allem unter dem Gesichtspunkt der qualitativen Vergleichbarkeit betrachtet werden sollen.

Untersuchungen des Systemverhalten durch Messungen am System werden primär unter dem Aspekt der Nutzbarkeitsanalysen und der benötigten Systemanforderungen durchgeführt. Gründe hierfür liegen in der Gewährleistung einer jederzeit optimalen Interaktion des Anwenders mit dem System, einer effizienten Ressourcennutzung sowie eines wartungsarmen und technisch stabilen und sicheren Betriebs.

Einige häufig verwendeten Begriffe und Beschreibungen sind im folgenden Text mit speziellen Bezeichnungen abgekürzt und dort nicht weiter erklärt. Diese sind in Tabelle 5.2 dargestellt und beschrieben.

- \mathcal{D} Serversystem mit Docoloc Software
- \mathcal{G} Serversystem des Suchdienstes (Google)
- \mathcal{C} Clientanwendung des Benutzers (Browser, Webservice Client)

Tabelle 5.2: Nomenklatur

Alle Messungen erfolgen dediziert auf \mathcal{D} , so dass mit keinen Messfehlern durch Beeinflussung Dritter zu rechnen ist. Bei \mathcal{D} handelt es sich um einen 2,8 GHz Hostrechner mit einer CPU und 256 MB Hauptspeicher. Die Internetanbindung erfolgt über 100 MBit Ethernet zum Deutschen Forschungsnetz (DFN), allerdings natürlich nicht exklusiv. Über die Anbindung erfolgt sowohl die Kommunikation mit \mathcal{C} als auch die Suche bei \mathcal{G} . Die URL zur Abwicklung der Anfragen lautet `http://api.google.com/search/beta2` und ist in der WSDL Beschreibung von \mathcal{G} [Goo05] definiert.

5.4.1 Vier Phasen Prüfprozess

Wie in Abbildung 5.9 dargestellt werden bei der Prüfung eines Dokuments vier aufeinander folgende Phasen durchlaufen. Jede dieser Phasen besitzt eine eigenständige Aufgabe und somit spezielle Charakteristiken bezüglich des Ressourcenverbrauchs. Zur Bewertung der einzelnen Ressourcen, werden diese im Folgenden separat betrachtet:

Konvertierung (Phase A) In dieser ersten Phase erfolgt eine Konvertierung des hochgela-



Abbildung 5.9: Vier Phasen eines Prüfprozesses

denen Dokuments in das von Docol©c intern verwendete XML-Format. Nach Feststellung des MIME-Typs [FB96] erfolgt die Konvertierung des speziellen Formats in das Zwischen- und Prüfberichtsformat HTML. Durch die weite Verbreitung von HTML kann auf umfangreiche Standardkonvertierungssoftwarewerkzeuge zurückgegriffen werden, die zumeist kostenlos zur Verfügung stehen. Nun wird das HTML-Kompilat zur Weiterverarbeitung in den Phasen B und C als Document Object Model (DOM) [DOM00] in den Hauptspeicher geladen.

Plagiatprüfung (Phase B) Das als DOM-Baum verfügbare Dokument wird nach Vorgabe des Algorithmus satz- und wortweise analysiert und plagiatrelevante Fragmente bei \mathcal{G} abgefragt. Kommt es zu einem Treffer, werden die von \mathcal{G} zurück gelieferten Rohinformationen zusammen mit verfahrensrelevanten Metadaten an den entsprechenden Fragmentstellen dem DOM-Baum hinzugefügt.

Reportaufbereitung (Phase C) Sind alle relevanten Stellen des Dokuments überprüft, kann mit der Aufbereitung der Rohdaten begonnen und der Report erstellt werden. Mit Hilfe von DOM-Operationen werden Trefferquellen gruppiert, gezählt, sortiert und irrelevante Treffer aussortiert. Anschließend erfolgt die Layout-Aufbereitung im Docol©c-Design und das Dynamisieren des Reports – das Hinzufügen von dynamisch erzeugten ECMA-Skripten [ECM99] zur Verknüpfung statistischer Zusammenfassungen mit den Fragmentsstellen im HTML-Report. Am Ende erfolgt die Berechnung und das Hinzufügen der Docol©c Digitalen Signatur an den Report sowie das Abspeichern auf Festplatte.

Bereitstellung (Phase D) Im einfachsten Fall erfolgt die Verlinkung des Reports mit dem entsprechenden Konto zur aktualisierten Darstellung in den HTML-Seiten des Kontos, so dass der Nutzer den Report herunterladen kann. Soll der Auftraggeber per Email benachrichtigt werden, beinhaltet dieser Prozess die Aufbereitung und den Versand der Email an einen oder mehrere Empfänger.

5.4.2 Prüfzeiten

Die gesamte Prüfzeit setzt sich zusammen aus den Laufzeiten der vier Phasen und beeinflusst in hohem Maße das Empfinden und somit die langfristige Zufriedenheit des Benutzers. Um hohe Akzeptanz zu gewährleisten, muss die Prüfzeit kürzer sein als die Erwartungshaltung des Kunden diesbezüglich. Im Folgenden werden daher Einflussgrößen der Prüfzeit beschrieben und Laufzeitvorhersagen dargestellt.

Die beiden Größen Abfragerate R_a und Prüfrate R sind Maßgrößen für die Wartezeit bis zum Erhalt des Herkunftsreports. Während R_a sich lediglich auf die Rückgabefrequenz der Suchanfragen bezieht betrachtet R zusätzlich Konvertierungs- und abschließende Verarbeitungsprozesse. R errechnet sich aus dem Quotienten aus Gesamtlaufzeit $\sum_{i=A}^D t_i$ und der Anzahl geprüfter Stellen s , während R_a lediglich t_B in Betracht bezieht:

$$R = \frac{s}{t_A + t_B + t_C + t_D} \quad (5.2)$$

$$R_a = \frac{s}{t_B} \quad (5.3)$$

Tabelle 5.3 führt die Laufzeiten der einzelnen Phasen (A-D) verschiedener Testszenarien sowie die jeweiligen Prüfraten auf. Jedes Szenario erfolgt dediziert auf \mathcal{D} , was gegenseitige Beeinflussung der Ergebnisse ausschließt. Wie erwartet, stellt sich als wesentlich für die Wartezeit bis zum Erhalt eines Prüfereports die Phase B heraus. Der geringe Unterschied von R_a und R zeigt die geringe Bedeutung der anderen Phasen.

Zeitliche Schwankungen

Über einen Zeitraum von mehr als zwei Monaten² erfolgte im stündlichen Abstand eine Testverbindung zu \mathcal{G} . Jede Testverbindung bestand aus fünf Anfragen mit dem Suchfragment „Die-Zusammenarbeit-zwischen-Wissenschaft-und-Wirtschaft-muss-gestärkt-werden“, die zu jeder Dreiviertelstunde mit einer Pause von zwei Sekunden an \mathcal{G} gesendet wurden. Der arithmetische Mittelwert³ dieser fünf Messungen innerhalb 10 s bildet im Folgenden die Basis der weiteren Untersuchungen.

Gemessen wurde zum einen die Round-Trip Time (RTT) als ein Maß der Verbindungsgüte zu \mathcal{G} , sowie die effektive Suchzeit t_{GS} bei \mathcal{G} für eine Suchmaschinenabfrage. Beide Werte beeinflussen maßgeblich die Zeitdauer der Prüfung eines einzelnen Dokuments und somit die Zeitdauer, bis der Nutzer seinen Herkunftsreport erhält. Mit Abbildung 5.10, 5.11

²Das genaue Erfassungsintervall lag zwischen dem 09.02.2005 und 16.04.2005.

³Ausreißer, wie abgebrochene oder nicht zustande gekommene Verbindungen wurden nicht berücksichtigt.

Nr.	Umfang			Phasendauer (s)				Raten ($\frac{1}{s}$)	
	Seiten	Byte	Wörter	t_A	t_B	t_C	t_D	R_a	R
1	13	190 kB	4,4E3	<1	90	<1	<1	2,07	2,03
2	14	620 kB	4,9E3	41	109	<1	6	2,07	1,43
3	15	200 kB	3,6E3	<1	132	<1	<1	1,34	1,33
4	14	290 kB	2,8E3	<1	72	<1	<1	1,54	1,52
5	17	320 kB	4,2E3	<1	144	<1	2	1,52	1,47
6	12	400 kB	4,5E3	<1	125	<1	<1	1,70	1,68
7	19	330 kB	3E3	<1	96	<1	4	1,56	1,46
8	16	220 kB	4,4E3	1,5	94	<1	<1	1,70	1,63
9	16	300 kB	3,8E3	<1	90	<1	<1	1,70	1,68
10	11	240 kB	3,4E3	<1	109	<1	2	1,68	1,66
11	17	470 kB	5,4E3	<1	147	<1	2	1,46	1,41
12	15	200 kB	5,4E3	<1	170	<1	2	1,74	1,70
13	12	550 kB	3,5E3	<1	92	<1	1	1,82	1,80
14	127	588 kB	30E3	5	3710	11	0	0,44	0,44
15	124	5,4 MB	26E3	6	3272	21	3	1,52	1,51

Tabelle 5.3: Laufzeitverhalten verschiedener Dokumente

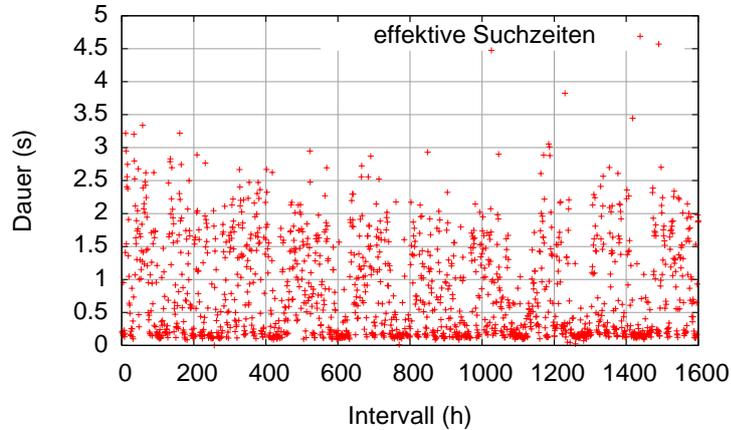
und 5.12 folgen hierzu drei Grafiken, die Aussagen über die Laufzeitverhalten beim Prüfen der Dokumente machen.

Alle Angaben zur effektiven Suchzeit sind laufzeitbereinigt. Sie errechnet sich aus

$$t_{GS} = T_{soapPost} - T_{soapHttpOk} - RTT \quad (5.4)$$

wobei $T_{soapPost}$ und $T_{soapHttpOk}$ die Zeitpunkte des Ausgangs beziehungsweise Eingangs der Pakete bei \mathcal{D} darstellt und die Differenz um die RTT des TCP-handshakes vermindert wird. (Die Verarbeitungsdauer des TCP-handshake auf Serverseite wird vernachlässigt und wäre überhaupt nur bei enorm hoher \mathcal{G} -Last relevant.)

Abbildung 5.10 zeigt eine sehr allgemeine Verteilung der Suchzeiten und gibt einen Überblick über die Zufälligkeit des Antwortverhaltens. Eine deutliche Häufung ist im Bereich um 0,3 s zu erkennen, wobei sich ansonsten keine Regelmäßigkeiten ableiten lassen. Betrachtet man die einzelnen Werte, ergeben sich Extremwerte wie in Tabelle 5.4 dargestellt. Die längste nicht gemittelte reine Suchzeit liegt mit 22 s konträr zur minimalen Suchzeit von 171 ms. Der Durchschnitt über alle 1606 Anfragen liegt mit 847 ms relativ hoch, da Tests mit manuellen Web-Anfragen an \mathcal{G} mit dem gleichen Suchfragments nach Auskunft

Abbildung 5.10: Suchzeitverteilung bei \mathcal{G} gleicher Anfragen über mehrere Wochen

von Google um einen bis zu zweistelligen Faktor geringer ausfallen.

(ms)	RTT	$t_{\mathcal{G}\mathcal{S}}$
\emptyset	104,8	846,5
Min	94,7	171,2
Max	1609,9	22041,8

Tabelle 5.4: Extremzeiten bei \mathcal{G}

Betrachtet man in Abbildung 5.11 den zeitlichen Verlauf des über den Erfassungsintervall gemittelten $t_{\mathcal{G}\mathcal{S}}$, ergibt sich ein differenzierteres Bild. $t_{\mathcal{G}\mathcal{S}}$ ist im Tagesverlauf starken Schwankungen unterworfen, was sich wesentlich auf die Prüfzeit auswirkt. Der Kurvenverlauf lässt eine Zuordnung zur gleichen Zeitzone wie \mathcal{D} erkennen. Zur Mittagszeit fällt $t_{\mathcal{G}\mathcal{S}}$ stark ab, sowie um Mitternacht und in den frühen Morgenstunden. Die Kurve nimmt damit einen üblichen Belastungsverlauf eines öffentlichen Webservers. Klar zu erkennen ist, dass \mathcal{G} die Mehrheit seiner Anfragen aus dem mitteleuropäischen Zeitzonebereich erhält, also der gleichen Zeitzone wie \mathcal{D} . Bei einem weltweit über quasi alle Zeitzone verteilten Dienst ist eigentlich keine so deutliche tageszeitabhängige Verteilung zu vermuten, da zeitzoneverteilter Ausgleich einzelne Datacenter besser auslasten könnte. Da es sich um merkliche Zeitspannen im Sekundenbereich handelt, ist dies hinsichtlich Nutzerzufriedenheit und Kapazität des Gesamtsystems von deutlicher Relevanz.

Während Abbildung 5.11 den gemittelten Verlauf von $t_{\mathcal{G}\mathcal{S}}$ über den Tagsverlauf zeigt, gibt Abbildung 5.12 die gemittelten Tageswerte zusammen mit den jeweiligen Tagesex-

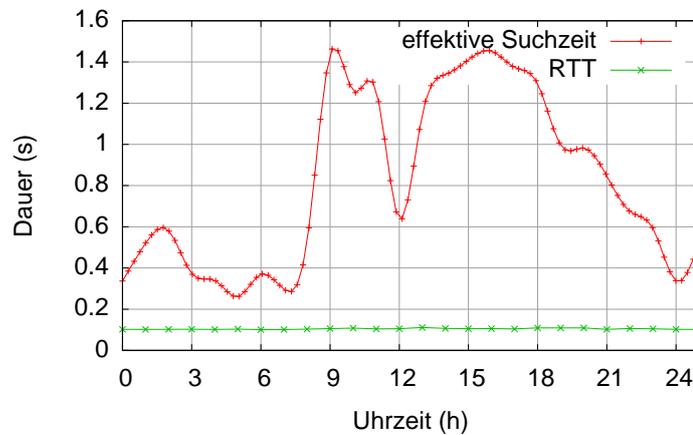


Abbildung 5.11: Tagesverlauf der durchschnittlichen effektiven Suchdauer von \mathcal{G} und RTT

tremwerten über einen Ausschnitt des Erfassungszeitraums wieder. Wie aufgrund vorheriger Grafik zu erwarten war, verbessern sich auch an Wochenenden die Werte, was zu einem abfallenden Verlauf im Siebentagesrhythmus führt. Aufgrund der hohen Varianz der Werte an verschiedenen Tagen kann t_{GS} lediglich als statistische Größe Bewertung finden. Für eine Verbesserung des Laufzeitverhaltens ist im Besonderen die Varianz nach oben ausschlaggebend, die bei einer möglichen Einflussnahme zu reduziert ist.

Zeitliche Schwankungen der Suchergebnisse

Verschiedene Versuche ergaben teils starke Schwankungen bei der Anzahl Treffer. Abbildung 5.13 zeigt den Verlauf der stündlichen Messungen über einen Zeitraum von mehreren Monaten. Die vereinzelt auftretenden starken Abweichungen ergeben sich rechnerisch durch vereinzelte nicht zustande kommende Verbindungen. Am treppenförmigen Verlauf ist eine starke Dynamik in der Datenbasis von \mathcal{G} zu erkennen. Steigende oder fallende Verläufe über mehrere Tage werden von Docol[®] als zufällig betrachtet. Sie ergeben sich durch die geänderten Web-Datenbestände sowie der Erneuerungsfrequenz der Datenbasis von \mathcal{G} . Aussagen zu den Suchergebnissen sind somit immer relativ zum Zeitpunkt der Reportgenerierung gültig.

Abschätzung der Laufzeit

Häufig ist eine Vorherbestimmbarkeit des Laufzeitverhaltens eines Prüfauftrags gewünscht. Soweit der Kunde nicht selber aus seiner Nutzung Erfahrungen zur Laufzeit sammeln konnte, kann die Kundenzufriedenheit durch eine Abschätzungen und Vorhersage der Prüfdauer

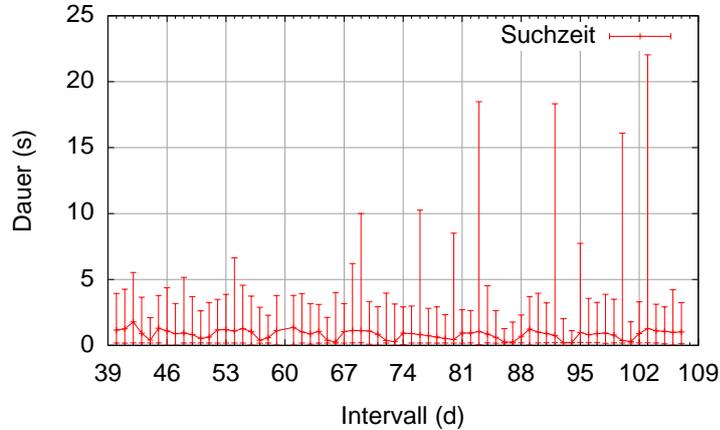


Abbildung 5.12: Abweichungen und Verlauf der Suchzeit im Tagesmittel über den Erfassungsintervall

deutlich gesteigert werden. Es sei vorweggenommen, dass die Vorherbestimmbarkeit des Laufzeitverhaltens nicht determiniert ist.

Zur Bestimmung der Abhängigkeiten zur Laufzeitbestimmung sei ein Blick auf Abbildung 5.11 geworfen. Hier zeigt sich deutlich die Beeinflussung der Beantwortungsdauer von Anfragen an \mathcal{G} in Abhängigkeit vom Tagesverlauf. Dort dargestellt ist quasi der reziproke Verlauf von R_a , vermindert um t_{RTT} .

Als weiteres wird ein einfach zu bestimmender Wert benötigt, der sich leicht aus dem Dokument ableiten lässt und eine möglichst lineare Abhängigkeit zur Laufzeitdauer zu einem bestimmten Zeitpunkt besitzt. Bedenkt man den verwendeten Suchalgorithmus, der auf Fragmentextraktion innerhalb Sätzen beruht, wäre die Anzahl Sätze ein gutes Maß dafür. Nur leider lässt sich die Anzahl an Sätzen schlecht in einem Dokument abschätzen. Die Dokumentgröße eignet sich aus vielerlei Gründen, vor allem jedoch aufgrund eingebetteter Grafiken und unterschiedlichem Overhead der Dokumentenformate nicht. Aus gleichen Gründen scheitert auch die Seitenanzahl. Einzig die Anzahl Wörter scheint ein geeignetes Maß zur Bestimmung der plagiatrelevanten Größe und somit der Laufzeit.

Aus Versuchen kann Formel 5.5 abgeleitet werden, die eine Abschätzung der Prüfdauer in Abhängigkeit der Anzahl Wörter im Dokument w sowie der Prüfrate R_a zum gewünschten Zeitpunkt t ermöglicht:

$$t_P = k \cdot R_a(t) \cdot w \quad (5.5)$$

Die Konstante k wurde empirisch durch Messungen an nicht überlasteten Systemen

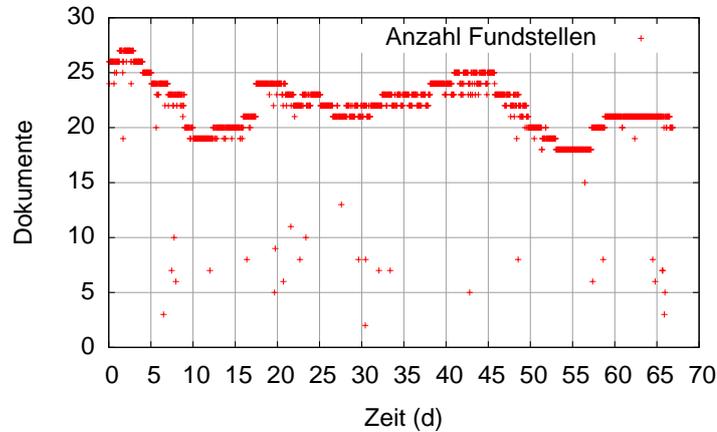


Abbildung 5.13: Zeitliche Schwankungen der Suchergebnisse

entwickelt und zeigt nicht weiter bewertete Abhängigkeiten von Systemperformance und -auslastung. Im Testszenario beträgt $k = 0,017$ bei einer Standardabweichung von 30 % für 87 % der erfassten Prüfungen. Bei den restlichen differenzierten die Werte teilweise erheblich, so dass die daraus gewonnene Laufzeit nur als grobe Orientierung dienen kann. Eine exakte Vorhersage ist keinesfalls möglich, nicht zuletzt deshalb, da der verwendete Algorithmus über die Mischsuche dynamisch in Abhängigkeit nicht gefundener Fragmente weitere Anfragen tätigt.

Einfluss der einzelnen Phasen und Zusammenfassung

Die Zeitdauer von Phase A ist abhängig vom Prozessorleistung, Konvertierungsprogramm sowie der Komplexität und Größe des Prüfdokuments. Während bei einem Quelldokument im HTML-Format keine Umwandlung erfolgt, gibt es Extremfälle, deren Konvertierungszeit sich im zweistelligen Sekundenbereich befinden, wie beispielsweise die Konvertierung von vielen hundert komplexen PDF-Seiten. Insgesamt ist der zeitliche Konvertierungsaufwand im Vergleich zur Dauer einer gesamten Prüfung gering. Wie in Tabelle 5.3 ersichtlich, liegt die Konvertierungszeit, bis auf Ausnahmen, bei Dokumenten mit nur wenigen Seiten bei unter einer Sekunde.

Phase B beeinflusst maßgeblich die Dauer eines Prüfprozesses. Durch eine Erhöhung der Prüfrate R_a , beispielsweise durch eine priorisierte Bedienung bei \mathcal{G} , ließen sich noch deutlich schneller Prüfungen abwickeln. Eine Beeinflussung der Prüfungen auf die frühen Morgenstunden ließe Prüfraten von über 3 zu, was nahezu eine Verdoppelung gegenüber der durchschnittlichen Prüfzeit bedeuten würde. Da der Zeitpunkt der Beaufschlagung nicht zu

beeinflussen ist, sind Anfragen an Server anzustreben, die für andere Zeitzonen zuständig sind.

Die Phase C der Reportaufbereitungen spielt mit einer Laufzeit von unter einer Sekunde eine untergeordnete Rolle und kann auch bei umfangreichen Arbeiten nahezu vernachlässigt werden. Ebenso ist Phase D in der Regel uninteressant, soweit keine Probleme beim Emailversand auftreten. Ein dedizierter SMTP-Server schafft hier Abhilfe.

Wie anfangs bemerkt ist die Akzeptanz durch den Benutzer hoch, wenn die Prüfzeit kürzer ist, als die Erwartungshaltung des Kunden diesbezüglich. Rückmeldungen von Benutzern ergaben, dass Docoloc deutlich schneller arbeitet als andere Plagiatsuchdienste und dadurch hohe Zufriedenheit seitens der Benutzer festzustellen ist. Aus den Versuchen ergibt sich die grobe Formel $t_P = k \cdot R_a(t) \cdot w$ zur Abschätzung der Prüfdauer in Abhängigkeit der Anzahl Worte im Dokument w sowie der Prüfrate zum gewünschten Zeitpunkt.

5.4.3 Systembelastung

Dienstleistungen, die als webbasierte Services angeboten werden unterliegen einem besonderen Verfügbarkeitsanspruch, da jederzeit – vor allem bei neuen Diensten – schwer vorhersehbar Belastungsspitzen auftreten können, wovon Benutzer möglichst nichts bemerken sollten. Dies führt in der Praxis oft zu stark überdimensionierten und somit teuren Anschaffungen.

In einer Bewertung konstruktiver Nachhaltigkeitsaussagen unter technischen Aspekten muss eine Lösung angestrebt werden, die sich bezüglich der Systembelastung nicht am maximal Erlaubten, sondern einem minimal Nötigen orientiert. Gerade wenn man bedenkt, dass nach Abschluss von Förderphasen zur Weiterführung nur noch sehr geringe Mittel zur Verfügung stehen, müssen in der Förderphasen Anstrengungen unternommen werden, die den Betrieb darüber hinaus mit minimalen Mitteln ermöglicht. Dabei ist ein wesentliches Kriterium bei dauerhaft bereitzustellenden Portallösungen ein geringer technischer Ressourcenverbrauch, der hier auf seine Erfüllung untersucht werden soll. Neben Untersuchungen zu maximal möglichen parallelen Prüfungen in *Scheduling*, S. 178, zeigt sich im Folgenden der Verbrauch von Betriebssystem- und Netzressourcen.

Datenmanagement

Wie bei allen ASP-Lösungen erfolgen auch bei Docoloc alle Berechnungen und Abspeichervorgänge zentral auf einem oder mehreren Servern. Um direkte Kosten und Verwaltungsaufwand in der Fortführungsphase gering zu halten, sind Lizenzkosten für Software zu vermeiden. Somit sind kostenpflichtige Datenbanksysteme zur Verwaltung der Daten

ausgeschlossen. Zwar gibt es eine Reihe lizenzkostenfreier Open Source Datenbanksysteme wie Firebird [FIR05], PostgreSQL [POS05] oder MaxDB [MAX05], aber auch diese verursachen unter TCO Gesichtspunkten Aufwand hinsichtlich Akquirierung, Installation und Setup, spezielle Hardware, Pflege und Updates, proprietäre Backup-Lösungen und Bedienungswissen. Ein dagegen zu rechnender Nutzen ist nicht immer eindeutig bestimmbar, da der Hauptnutzen, die verwendete Abfragesprache SQL und die Abstraktionsschicht beim Datenzugriff, die Entwicklungsphase beschleunigt, im produktiven Einsatz aber bei bestimmten Voraussetzungen nicht benötigt wird. Diese Voraussetzungen sind bei Docol©c insofern gegeben, als dass alle Aktionen benutzerkontenzentriert erfolgen. Ein Benutzer verwendet ausschließlich seine eigenen Daten, auf die er möglichst schnell Zugriff erhalten muss. Betrachtet man außerdem die Art der anfallenden Daten, so ist zu erkennen, dass die Menge an tabellarisch erfassbarer Metadaten wie Name, Adresse, Benutzername und Passwort sehr gering ist und im Vergleich dazu aber sehr umfangreiche Datenmengen der zu prüfenden oder geprüften Dokumente existieren.

Es kommt daher ein simples Datenablagekonzept zum Einsatz, das darauf basiert, dass alle Daten eines Benutzers in einem Verzeichnis des verwendeten Dateisystems abgelegt werden. Innerhalb des Verzeichnisses erfolgt die Ablage der Metadaten eines Benutzerkontos in einer Datei und für jeden Prüfauftrag existieren maximal zwei weitere Dateien: die zur prüfende Originaldatei sowie der generierte Report. Die Vorteile des Verfahrens sind:

- Kein Speicher-Overhead, da Nettogröße der zu prüfenden Dokumente identisch ist mit dem Bruttospeicherverbrauch im System.
- Ressourcensparende Backuplösungen durch Verzeichnisabgleiche (inkrementelle Backups mit kostenlosen Betriebssystem-Bordmitteln wie `rsync`) auch bei sehr großen Datenmengen
- Nahezu beliebig skalierbar
- Hohe Effizienz durch einfaches, transparentes System
- Direkter Zugriff über Sitzungsschlüssel
- Hohe Performance durch Ablage der Metadaten als serialisierte Instanz der Sitzungsklasse
- Minimaler Aufwand in der Fortführungsphase

Nachteilig wirkt sich die unter Umständen sehr große Anzahl an Benutzerkonten und somit Unterverzeichnissen aus, was einer genaueren Betrachtung der Verzeichnisbenennung

bedarf. Ein durch den Benutzer frei wählbarer Benutzername als Verzeichnisname weist Nachteile auf, da unterschiedliche Längen, Sonder- und Leerzeichen Fehleranfälligkeit bedeutet und mit Blick auf eine mangelnde statistische Gleichverteilung der Buchstabenhäufigkeit [BUC05] sich keine sinnvollen Unterverzeichnisbildungen ableiten lassen. Um die Verwaltung der dateibasierten Datenbank einfach, übersichtlich und per Befehlszeilensoberfläche gut bedienbar zu halten, sollen außerdem Einträge in einem Verzeichnis ein vernünftiges Maß von maximal einigen tausend Einträgen nicht überschreiten.

Die Lösung erfolgt über einen dreistufigen Verzeichnisaufbau, deren einzelne Verzeichnisse gebildet werden aus Teilen des frei gewählten und MD5-kodierten Benutzernamens. Die Auftrennung erfolgt nach dem zweiten und vierten Zeichen des in hexadezimaler Schreibweise dargestellten Hash-Werts. So wird beispielsweise aus dem Benutzernamen „MeinName“ der Hash-Wert `a9d84023ac27f11ea8c3f1ac3be3bd71` woraus sich das Unterverzeichnis zur Ablage der Kontodaten bildet zu: `/a9/d8/4023ac27f11ea8c3f1ac3be3bd71`. Folgender Sachverhalt begründet diesen Aufbau:

Unter Annahme einer statistischen Gleichverteilung der verwendeten hexadezimalen Zahlen des erzeugten MD5-Hash-Wertes ergibt sich für n Benutzerkonten für die drei Verzeichnisebenen e_0 bis e_2 folgende Anzahl Einträge:

$$e_0 = \min(n, 16^2) \quad (5.6)$$

$$e_1 = \min\left(\frac{n}{e_0}, 16^2\right) \quad (5.7)$$

$$e_2 = \min\left(\frac{n}{e_0 e_1}, 16^{28}\right) \quad (5.8)$$

Insgesamt ergeben sich $e = e_0 + e_0 e_1 + e_0 e_1 e_2$ Verzeichnisse im Dateisystem, wobei die Verteilung statistisch vorgegeben ist und die geforderten Kriterien erfüllt. Tabelle 5.5 zeigt in einer Übersicht die statistische Verteilung der jeweiligen Anzahl an Unterverzeichnissen bei verschiedenen Anzahlen Benutzerkonten.

Aufgrund des simplifizierten Datenzugriffskonzepts ist es nicht weiter problematisch, wenn Transaktionskonzepte und Konsistenzmechanismen, die von relationalen Datenbankmanagementsystemen (DBMS) angeboten werden, nicht zur Verfügung stehen. Durch einen etwas erhöhten Mehraufwand beim Erstellen der Sessionverwaltungsklasse erledigt eine auf atomaren Dateilockmechanismen aufgebaute Datenspeicherung Unteilbarkeit, Konsistenz, Isolation und Dauerhaftigkeit (ACID-Prinzip), was vor allem bei zeitlich überschneidenden Kontozugriffen relevant ist. Voraussetzung in der Fortführungsphase ist die Unterstützung des Dateisystems für atomares Dateilocking, anstatt dem Betrieb eines komplexen DBMS.

Ein weiterer Vorteil des Verfahrens ist der unmittelbare Zugriff auf die Daten innerhalb

n	e_0	e_1	e_2	e
100	100	1	1	300
1.000	256	3,91	1	2.256
10.000	256	39,06	1	20.256
100.000	256	256	1,53	165.792
1.000.000	256	256	15,26	1.065.792
10.000.000	256	256	152,59	10.065.792
50.000.000	256	256	762,94	50.065.792
100.000.000	256	256	1.525,88	100.065.792

Tabelle 5.5: Anzahl Unterverzeichnisse bei n Benutzerkonten

einer HTTP-Anfrage. Zur Überbrückung der Zustandslosigkeit des verwendeten HTTP-Protokolls ist es üblich, so genannte Sitzungen zu definieren. Während einer Sitzung erfolgt die Identifikation des gleichen Benutzers über einen eindeutigen Schlüssel in Form einer Zeichenfolge, die der Browser des Benutzers an den Server übergibt und zum Laden der Benutzerdaten aus dem Verzeichnis führt. Da dieser Vorgang das zeitliche Antwortverhalten beim Abruf aller Webseiten maßgeblich bestimmt, ist eine effiziente Lösung notwendig. Dies wird dadurch erreicht, dass der MD5-kodierte Verzeichnisname direkt als Sitzungsschlüssel Verwendung findet und sich daraus direkt das Ablageverzeichnis identifizieren lässt. Aus Sicherheitsgründen wird dieser 32-stelligen Kontoidentifikation ein weiterer Sicherheitscode hinzugefügt, der sich bei jeder Benutzeranmeldung ändert und zur Überprüfung dient, in welcher Autorisierungsphase (vgl. *Eingabemasken und Benutzerinteraktionen*, S. 157) sich die Sitzung befindet und ob Gültigkeitszeiten überschritten werden.

Durch das Konzept, benutzerspezifische Daten als Einheit zu betrachten, abzuspeichern und für den direkten Zugriff eines Benutzers zu optimieren ist der Ressourcenverbrauch in der Fortführungsphase minimal und es kann trotzdem eine hohe Skalierbarkeit beim Gewinnen beliebig vieler neuer Kunden garantiert werden. Dies erzeugt eine maximale Flexibilität bezüglich des Geschäfts- oder Betriebsmodells.

Speicherverlauf eines Prüfauftrags

Während in Abschnitt *Scheduling*, S. 178 der Ressourceneinsatz kumulierter betrachtet wird, sei mit Abbildung 5.14 die Speicherallokation eines Prüfauftrags in Abhängigkeit der Anfragen und Suchtreffer an \mathcal{G} aufgetragen.

Das Diagramm zeigt zwei Prüfungen eines 142 kB großen HTML-Dokuments. Die Prü-

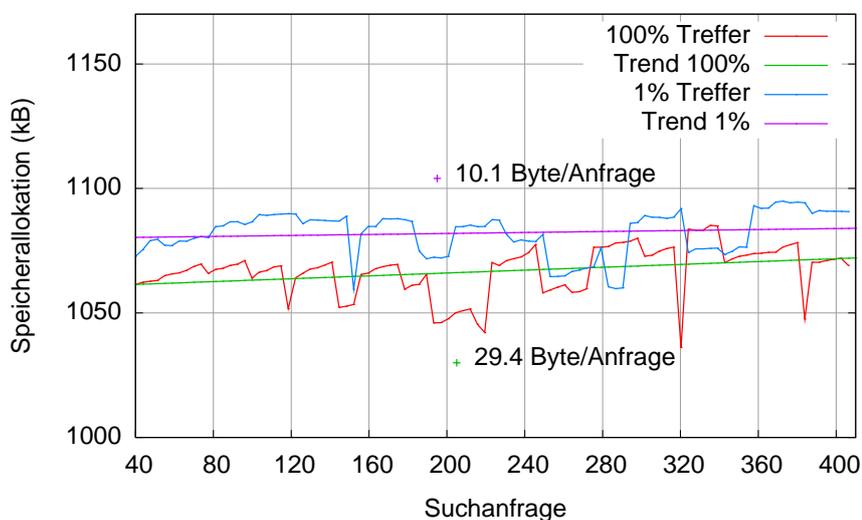


Abbildung 5.14: Speicherallokation von Prüfprozessen

fungen wurden dahingehend simuliert, so dass eine Prüfung zu einer 100-Prozent-Trefferquote führte und im anderen Fall zu einer 1-Prozent-Trefferquote. Von Interesse ist der Verlauf der Speicherallokation des Prüfprozesses. Aufgrund von Einflussfaktoren wie beispielsweise der Art der Speicherbereinigung ist der Verlauf Schwankungen unterworfen. Die mit der Methode der kleinsten Quadrate berechnete Ausgleichsgerade zeigt deutlichere Trendverläufe. Die Steigung der Ausgleichsgeraden beträgt 10,1 Bytes pro Suchanfrage für 1 % Treffer, sowie 29,4 Bytes pro Suchanfrage für 100 % Treffer. Ein höchster Anstieg ist dann zu erwarten, wenn bei 100 % Treffer alle Stellen nicht wie in obiger Messung an einer, sondern mindestens 10 Quellen gefunden werden. Lange URLs zu den gefundenen Dokumenten, lange Titel sowie die Existenz eines Textausschnitts beeinflussen den Verlauf zusätzlich, da diese Daten bis zur Reportgenerierung im Speicher gehalten werden. Der sehr flache Verlauf zeigt insgesamt einen geringen Ressourcenverbrauch und gute Skalierbarkeit auch bei vielen, langen und parallel zu prüfenden Dokumenten.

Insgesamt liegt der Verlauf der Kurve mit geringerer Trefferquote höher, da bei einer nicht zu einem Treffer führenden Fragmentsuche Daten für die Mischsuche zwischengespeichert werden in weiteren Abfragen verarbeitet werden (vgl. *Docoloc-Algorithmen*, S. 153).

Netzbelastung durch Suchanfragen

Zur Bestimmung der maximalen Leitungskapazität zwischen \mathcal{D} und \mathcal{G} werden konservative Annahmen getroffen. Zur Messung kommt das in *Zeitliche Schwankungen*, S. 166 verwendete n -Tupel mit maximaler Anzahl Suchworte ($n=9$), und repräsentativer Wortlängen zuzüglich des Suchworts zur Datumseingrenzung zum Einsatz, so dass eine vorgegebene maximale Wortmenge von $n=10$ erreicht wird. Die zu erwartenden WS-Antworten sind von maximaler Größe, da insgesamt mehr als 10 Suchergebnisse gefunden werden und somit bei den 10 zurückgegebenen Treffern pro Messzyklus von einem Szenario der maximalen Auslastung bei der Übertragung ausgegangen werden kann. Die reproduzierbaren Ergebnisse der Übertragungsvolumina sind in Tabelle 5.6 dargestellt.

Pakete			Byte		
gesamt	$\mathcal{D} \rightarrow \mathcal{G}$	$\mathcal{G} \rightarrow \mathcal{D}$	gesamt	$\mathcal{D} \rightarrow \mathcal{G}$	$\mathcal{G} \rightarrow \mathcal{D}$
25	14	11	13,6k	1,9k	11,7k

Tabelle 5.6: Charakteristik eines Anfragenzyklus

Aus den Messungen ist ersichtlich, dass die Leitungskapazität der Verbindung zur Suchdatenbasis eine untergeordnete Rolle spielt. Das Übertragungsvolumen der überdurchschnittlich langen WS-Anfrage beträgt 1,9 kB und die Rückgabe der Ergebnisse 11,7 kB. Schon bei einer voll duplex Anbindungskapazität von 100 MBit pro Sekunde lassen sich theoretisch über 900 Anfragen pro Sekunde abwickeln. Ein Blick auf Tabelle 5.4 zeigt, dass eine durchschnittliche Suchantwort 0,8 s dauert, was zu über 700 aktiven Prüfungen führen könnte. Selbst wenn die Hälfte der verfügbaren Kapazität zum Hochladen der Dokumente verwendet würde, ergäbe sich ein Wert, der bezüglich der sonstigen Systemressourcen wie CPU- und Hauptspeicherverfügbarkeit utopisch ist, wie die Werte aus *Evaluation des Zweiebenen-Scheduling-Algorithmus*, S. 185 zeigen. Prinzipiell kann sogar davon ausgegangen werden, dass sich die Netzbelastung in einem Umfang bewegt, der den Betrieb des Servers an einem heute üblichen DSL-Anschluss ermöglicht.

Netzbelastung durch Prüfaufträge

Bei der Übertragung der Prüfdokumente wird zwischen dem Push- und Pull-Modus unterschieden. Während im Push-Modus Clients die binären Dokumentdaten per HTTP-POST an den Server überträgt, erfolgt im Pull-Modus nur die Übertragung einer URL, die auf das zu prüfende Dokument verweist. Im Push-Modus wandeln einige Clients vor der Übertragung die binären Dokumentdaten mittels einer Base64-Kodierung um. Mit der empfangen-

nen URL veranlasst der Server im Pull-Modus einen Download des Dokuments. Die dabei verwendeten Protokolle sind HTTP oder FTP oder jeweils deren SSL/TLS verschlüsselten Varianten, wobei die Daten immer binär übertragen werden und somit im Vergleich zur Base64 kodierten Push-Variante 25 % weniger Übertragungskapazität benötigen.

	Push/Pull-Verhältnis der Nettoübertragung	Overhead HTTP POST/SOAP
Mozilla Firefox 1.0.6	0,965	1475 Bytes
Microsoft IE 6.0	0,968	1411 Bytes
WS SOAP 1.2	1,244	1036 Bytes

Tabelle 5.7: Netzbelastung unterschiedlicher Übertragungsmethoden

Wie Tabelle 5.7 zeigt, ist der Protokoll-Overhead bei Übertragung per SOAP zwar relativ gering, andererseits zeigt die Push-Methode deutliche Nachteile, da im SOAP-Format, anders als bei MIME-kodierten HTTP-POST-Nachrichten, Daten XML-konform aufbereitet werden müssen, was zu höheren Übertragungsmengen führt – eine Schwäche von XML.

Jede Übertragung beinhaltet eine Antwort durch den Server. Die dabei übertragene Datenmenge beschränkt sich auf den Inhalt der Prüfauftrags-Webseite [Gut05a] bei HTTP POST beziehungsweise auf eine SOAP-Antwort mit wenigen Statusangaben und hat somit nur sehr geringe Relevanz. Dies ist jedoch nicht selbstverständlich und es ist vor allem bei Design und Aufbau von Webseiten – wie die Docoloc Webseiten zeigen – darauf zu achten, dass geringe Übertragungsmengen anfallen. Hier spielen viele Faktoren, wie Auslagerung in zwischengespeicherte Script- und Layoutdateien, Verwendung von Rahmen und eingebetteten Dokumenten etc. eine Rolle, worauf an dieser Stelle jedoch im Detail nicht weiter eingegangen werden soll und auf die entsprechende Literatur über performanceoptimierte Webseitengestaltung verwiesen wird.

5.4.4 Scheduling

Webbasierte Systeme zeichnen sich dadurch aus, dass beliebig viele Benutzer gleichzeitig Prüfaufträge starten können. Eine genaue Vorhersage, zu welchem Zeitpunkt welche Zahl an Prüfaufträge gestartet werden, ist nicht möglich. Dieses Problem verschärft sich durch die Möglichkeit, dass ein oder mehrere Nutzer per Webservice-Schnittstelle automatisiert viele Prüfaufträge innerhalb kurzer Zeit in \mathcal{D} hineinladen können. Dies ist beispielsweise bei Konferenzen der Fall, wenn am Ende einer Call for Paper-Phase sehr viele Dokumente automatisiert zur Plagiatprüfung übergeben werden.

Nach dem Empfang und Abspeichern der Dokumente entscheidet das System, welches Dokument als erstes geprüft wird. Die Entscheidung übernimmt der *Scheduler*, das verwendete Verfahren wird durch den Scheduling-Algorithmus bestimmt.⁴

Es gibt eine Vielzahl bekannter Scheduling-Algorithmen [Tan94, Tan01], deren Vor- und Nachteile in der Fachliteratur umfangreich diskutiert werden. Anzumerken ist, dass, während vor einigen Jahren allgemeingültige Algorithmen im Vordergrund standen, mittlerweile mehr Augenmerk auf Algorithmen für spezielle Problemfälle gelegt wird, da man feststellte, dass durch Einbeziehung von Wissen aus der Anwendung selbst bessere Ergebnisse erreicht werden können. Dies spielt auch im Folgenden eine Rolle.

Prinzipiell unterscheidet die Fachliteratur [Tan01] drei Aufgabenkategorien, für die jeweils spezielle Scheduling-Algorithmen zum Einsatz kommen:

Batch-Systeme, bei denen mehrere einzelne Prozesse abgearbeitet werden und der Benutzer nicht unmittelbar auf ein Ergebnis an seinem Eingabegerät wartet.

Interaktive Systeme, bei denen Interaktion mit dem System in Vordergrund steht und alle nicht für die Kommunikation mit dem System zuständigen Prozesse geringere Zuteilungen erhalten.

Echtzeitsysteme, die determinierte Laufzeiten für Prozesse bereithalten und hierfür Zusagen über Systemressourcen machen.

Bei der Auswahl des Scheduling-Algorithmus für Prüfprozesse eines Online-Plagiatssuchdienstes wie Docol^oc spielen Echtzeitsysteme keine Rolle, schließlich müssen keine zeitkritischen Garantien gegeben werden. Dies ist aufgrund der unbeeinflussbaren Abhängigkeiten in verteilten Anwendungen, wie es die Kommunikation zwischen \mathcal{G} und \mathcal{C}) darstellt, auch nicht möglich.

Typischerweise erfolgt die Abarbeitung der Prüfaufträge im Batch-Betrieb. Dokumente werden nach Abschluss des Hochladens zusammen mit dem Zeitpunkt des vollständigen Abspeicherns in einer Abarbeitungsliste (*Queue*) eingetragen (*queueing*), deren Abarbeitung durch den Scheduling-Algorithmus bestimmt wird. Eine Besonderheit von Docol^oc stellt die sofortige Ergebnisdarstellung im Browser dar. Hier spielen Elemente von interaktiven Systemen eine Rolle, vor allem ist eine möglichst unmittelbare Ausführung und zügige Abarbeitung eines Prüfauftrags vom Nutzer gewünscht.

Nach der groben Einteilung lassen sich folgende Anforderungen ableiten:

⁴Die Kommunikation zwischen \mathcal{C} und dem Web- beziehungsweise Webservice-Server (\mathcal{D}) basiert auf dem üblichen Hypertext Transfer Protocol (HTTP, [FGM⁺99]). Die serverseitige Kommunikation übernimmt ein Apache Webserver, dessen Scheduling-Mechanismen weit erprobt und hier nicht weiter betrachtet werden.

- Ressourcenbedingte Forderungen an das Scheduling
 - Gerechte Verteilung der verfügbare Ressourcen auf alle Prüfprozesse
 - Erfüllung von Regeln und Abhängigkeiten
 - Höchste Auslastung aller Systemkomponenten
 - Skalierbarkeit beim Hinzufügen neuer Ressourcen
 - Minimaler Eigenverbrauch

- Dienstspezifische Forderungen an das Scheduling
 - Unmittelbarer Start
 - Minimale Abarbeitungsdauer
 - Viele Prüfabschlüsse in kürzester Zeit
 - Optimale Auslastung verfügbarer Ressourcen
 - Keine Behinderung durch sehr viele Aufträge
 - Keine Interaktionen durch den Administrator
 - Übertreffe Erwartungen von \mathcal{C}

Diese Anforderungen sind nicht ohne Problematik, da sie sich einmal in ihrer Wichtigkeit unterscheiden und zum anderen teilweise gegenseitig behindern. So steht der Forderung nach vielen Prüfabschlüssen in kürzester Zeit die Erwartung des einzelnen Nutzers nach schneller Reportausgabe entgegen, oder eine hohe Auslastung des Gesamtsystems einem unmittelbaren Start. Es werden somit Prioritäten notwendig, die den Scheduling-Algorithmus beeinflussen müssen. Als sehr gut geeignet erweist sich dabei eine Kombination aus ressourcenbeobachtendem Batch-Scheduler, der immer dann neue Prüfaufträge startet, wenn genügende Ressourcen vorhanden sind und der fortlaufenden Selbstkontrolle der Prüfaufträge, die sich bei Ressourcenmangel selbst unterbrechen. Durch eine Parametrisierung des Scheduling-Algorithmus durch laufende Prozesse lässt sich die Anzahl aktiver Prüfaufträge eines Nutzers beschränken, um ungerechten Aufbrauch des gesamten verfügbaren Prüfkontingents zu vermeiden. Um den Anforderung nach Skalierbarkeit des Scheduling-Verfahrens beim Hinzufügen neuer Ressourcen, beispielsweise durch die Integration weiterer Hosts im Netzwerk, gerecht zu werden, können moderne Grid-Technologien oder netzfähige Batch Queueing Systeme verwendet werden um Aufträge nach Anforderung und Auslastung auf den teilnehmenden Hosts zu verteilen. Zu nennen seien hier das bekannte Grid-Projekt *Berkeley Open Infrastructure for Network Computing (BOINC)* [Dav03]

und die weit verbreiteten Queuing Systeme *The Network Queueing System (NQS)* [Stu05b] und *The Portable Batch System (OpenPBS)* [Alt03]. Hoher Installations-, Wartungs- und Pflegeaufwand machen diese Systeme jedoch nicht rentabel. Es werden eine Vielzahl an Funktionen angeboten, die nicht benötigt werden und das System unnötig verkomplizieren. Außerdem können nachfolgend beschriebene speziell benötigte Scheduling-Mechanismen nicht ohne weiteres implementiert werden. Als Konsequenz erfolgt die Konzeption eines speziellen Scheduling-Algorithmus für Plagiatprüfungen.

Ebenen des Batch-Scheduling

Häufig wird unter *Scheduling* lediglich die Verteilung der CPU-Ressource auf einzelne Prozesse verstanden. Nach [Tan01, S. 140] können Batch-Systeme zwei weitere Scheduler enthalten. Ein *Admission Scheduler* steuert, ob überhaupt neue Prozesse gestartet werden, und über den *Memory Scheduler* erfolgt Regelung der Hauptspeichernutzung beispielsweise durch Auslagerung nicht benötigter Speicherbereiche auf Festplatte. Dieser zeitintensive Vorgang ist bei Prüfprozessen, die alle prinzipiell die gleiche Priorität besitzen, zu vermeiden. Somit kommt ein maximal zweidimensionales Scheduling zu Einsatz. Im Folgenden werden die beiden möglichen Varianten betrachtet.

Einebenen-Scheduling

Ein Verfahren, dass jeden Prüfauftrag unmittelbar nach Upload des Prüfdokuments als Instanz ohne Nutzdaten im Wartezustand als Prozess im Betriebssysteme führt ist sehr einfache und kommt ohne weiteren Zuteilungsmechanismus aus. Dieses Verfahren erweist sich bei geringer Belastung aufgrund hoher Parallelität wartender Prozesse als sehr effektiv, da viele Prozesse regelmäßig freie Ressourcen erkennen und dadurch für eine effektive Auslastung sorgen. Dies ist in Abbildung 5.15 zu sehen, bei der der Ressourcenverlauf einer seriellen Beauftragung von 20 Prüfdokumenten⁵ dargestellt ist. Das Verfahren stellt sich als sehr robust und einfach in der Handhabung dar, da kein einzelner systemkritischer Serverprozess für Zuteilungsaufgaben existierte (kein *single point of failure*).

Das Verfahren erweist sich aus Gründen der Beschränkung des Arbeitsspeichers jedoch als nicht geeignet. Bei mehreren hundert Prüfaufträgen gelangt das System in eine Verklemmung, da jeder Prozess aufgrund einer integrierten Ressourcenprüfung erst dann zur Ausführung gelangt, wenn erneut Arbeitsspeicher frei wird.

Als weiterer Nachteil dieses Verfahrens ist die Reihenfolge der Abarbeitung nicht bestimmbar, wodurch weder Fairness garantiert werden kann noch eine gleichmäßige FIFO

⁵Es handelte sich um 20 unterschiedliche, aber etwa gleich lange Paper einer Konferenz.

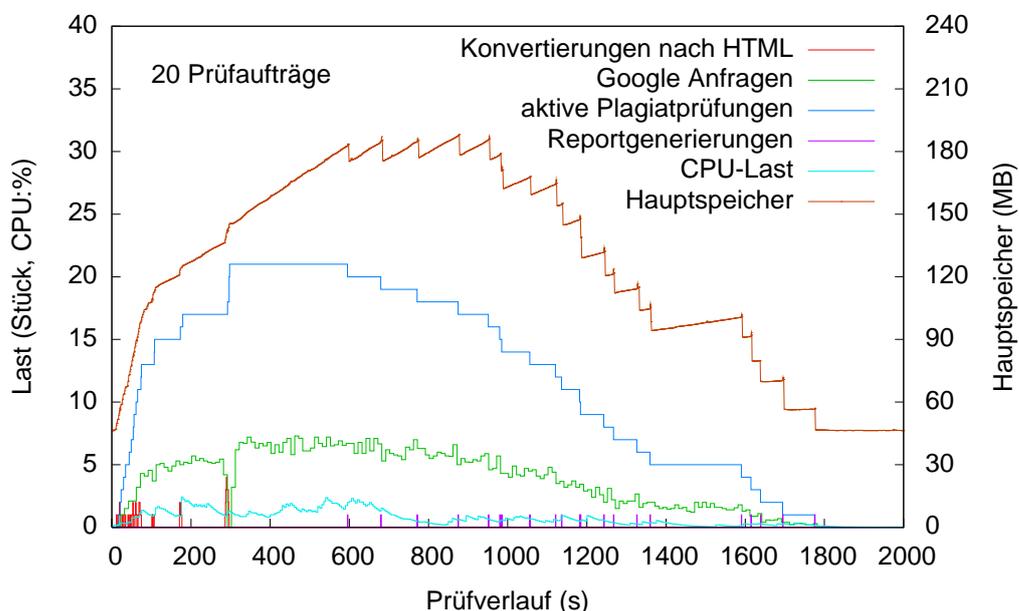


Abbildung 5.15: Abarbeitung ohne zentralen Zuteilungsprozess

Verteilung oder ein bevorzugtes Prioritäten-Scheduling für beispielsweise höher bepreiste Premiumkunden.

Gerade bei nachhaltigen Installationen mit nur begrenzt zur Verfügung stehendem Arbeitsspeicher oder speziellen Preismodellen, sind daher andere Zuteilungsverfahren notwendig.

Zweiebenen-Scheduling

Aufgrund der beschriebenen Problematik wurde für Docoloc ein weiteres Scheduling-Verfahren zur zeitlichen Verteilung der Prüfaufträge auf die verfügbaren Ressourcen entwickelt. Neben den Systemressourcen von \mathcal{D} spielen dabei weitere Beschränkungen eine Rolle. So erfolgt zusätzlich eine Berücksichtigung der Belastung von \mathcal{G} sowie vertragliche Bedingungen mit \mathcal{C} . Diese sind nicht als eigenständige Scheduling-Mechanismen implementiert, sondern dienen als Einflussparameter für bekannte Scheduler.

In Anlehnung an [Tan01, S. 140] handelt es sich um ein Zweiebenen-Scheduling, bestehend aus *Admission Scheduler* und *CPU Scheduler*. Nachfolgend werden beide Scheduler beschrieben. Hierzu sei auf Abbildung 5.16 verwiesen.

Admission Scheduler Der Admission Scheduler wird als Regler verstanden, der nur so viele Prüfaufträge zur parallelen Ausführung gelangen lässt, dass ein Mangel an ver-

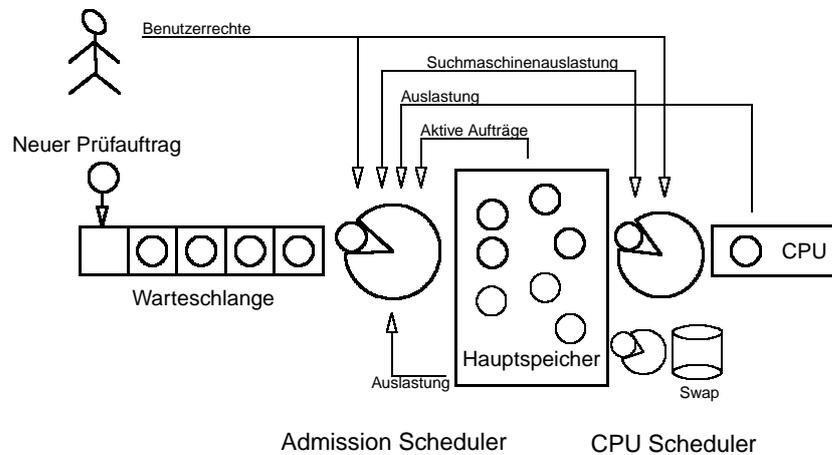


Abbildung 5.16: Zweiebenen-Scheduling mit Einflussparameter

fügbaren Systemressourcen nie zu einem undefinierten Zustand führen kann. Prinzipiell wird von einem selbstregulierenden System ausgegangen, in dem alle Ressourcen endlich sind, mit Ausnahme des Festplattenspeicherplatzes. Da die kapazitive Herausforderung von Docoloc darin besteht, Plagiatprüfungen über das Internet entgegen zu nehmen und parallel zu weiteren Benutzeraktionen im Hintergrund ablaufen zu lassen, reicht das reine Antwortverhalten des Servers nicht für das selbstregulierende System aus. Das heißt die Verfügbarkeit des Systems um Prüfungen abzuarbeiten muss prinzipiell unabhängig von der Verfügbarkeit der Eingabemasken sein. Gleichzeitig besteht das Problem, dass beide Funktionalitäten aus Kosten- und Komplexitätsgründen auf derselben CPU abgearbeitet werden sollen. Dies kann mittels des Admission Schedulers gewährleistet werden. Wird ein neuer Prüfauftrag per Webformular oder SOAP-Webservice empfangen, erfolgt eine Speicherung des Dokuments im persönlichen Konto des Benutzers und gleichzeitig die Einreihung des Auftrags in einer zeitbasierten Warteschlange.

Der Admission Scheduler ist als DaemonProzess ausgelegt und befindet sich ständig im Hauptspeicher des Systems. Er lässt neue Prüfprozesse zu oder lehnt sie ab. In kurzen Intervallen erfolgt eine Überprüfung der Warteschlange auf neue Aufträge. Wird ein neuer Auftrag festgestellt, erfolgt eine Authentifizierung mit anschließender Autorisierung aufgrund verfügbarer Benutzerrechte. Werden individuelle Kontingente des Auftraggebers nicht überschritten, tritt die Überprüfung der aktuell verfügbaren Systemressourcen in Kraft. Das System besitzt eine konfigurierbare maximale Anzahl gleichzeitig möglicher Prüfaufträge, die zunächst überprüft werden. Tritt hier

keine Limitüberschreitung auf, erfolgt die Überprüfung der nächsten, nicht systeminternen Beschränkung. Dabei wird versucht, ein Kontingent von Anfragen an \mathcal{G} zu reservieren. Die Größe entspricht exakt dem Kontingent, das beim Start der eigentliche Prüfprozess reservieren würde. Könnte diese Reservierung erfüllt werden, steht dem Prozessstart lediglich noch zu geringe CPU-Kapazität oder mangelnder Hauptspeicher im Wege. Bleiben die Belastungen unter einem bestimmten Wert, wird der Prüfauftrag aus der Warteschlange entfernt und als eigenständiger Prozess dem System übergeben. Die Aufgabe des Admission Scheduler ist damit nun erstmal abgeschlossen. Stellt der Admission Scheduler nach einer längeren Zeitspanne jedoch fest, dass der gestartete Prüfprozess abgebrochen wurde oder nicht regulär beendet werden konnte, wird ein Fehlerbehandlungsmechanismus ausgeführt, der den Prüfauftrag mit hoher Priorität erneut in die Warteschlange einreicht und den Systemadministrator über die Unregelmäßigkeit unterrichtet. Dies kann beispielsweise bei komplizierten Dokumenten oder bei etwa vierstelligen Seitenzahlen eintreten. Dabei beendet sich der Prozess aufgrund eines zu hohen Speicherverbrauchs selbst.⁶

CPU Scheduler Nachdem genügend Ressourcen für einen Prüfbeginn festgestellt werden konnten, wird das Prüfprogramm in den Hauptspeicher geladen und abgearbeitet. Hardwareressourcen spielen für diesen Prozess nun explizit keine Rolle mehr, es wird einfach davon ausgegangen, dass genügend Ressourcen verfügbar sind, was durch die Eintrittskontrolle gewährleistet ist. In der zweiten Scheduling-Ebene überwacht sich nun der gestartete Prüfprozess im Kontext seiner Laufzeitbedingungen. Hier beeinflussen die Parameter Suchmaschinenauslastung und Benutzerrechte ob der Prozess unterbrochen wird oder eine stetige Abarbeitung weiter erfolgt.

Wie viele Suchanfragen eine Prüfung erfordert, ist nicht eindeutig bestimmbar.⁷ Kann aufgrund der Suchmaschinenauslastung keine erneute Reservierung eines Kontingents Suchanfragen bestätigt werden, wird der Prozess unterbrochen und zur Weiterbearbeitung zu einem späteren Zeitpunkt an den CPU-Scheduler des Betriebssystems übergeben. Damit einzelne Benutzer nicht ungerecht stark das Kontingent der Suchmaschine beanspruchen, erfolgt nach Erreichen einer Schwelle die Zurückstufung des laufenden Prozesses und allen weiteren laufenden Prozesse des Benutzers. Entweder aufgrund der Suchmaschinenauslastung oder der Benutzerrechte werden auch keine weiteren Prüfaufträge durch den Admission Scheduler zugelassen.

⁶Ein Docoloc Prüfprozess besteht aus einem PHP-Programm, das über die `memory_limit` Konfigurationsoption nur eine maximale Speicherallokation durchführt und bei Erreichen mit einem entsprechendem Systemfehler abbricht.

⁷Abgesehen von einer Prüfung im Demo-Modus, die maximal fünf Prüfungen zulässt.

Erfolgt neben Zugangskontrolle und CPU-Scheduling zusätzlich eine Auslagerung von Hauptspeicher auf Festplatte (*Memory scheduler*), wird von einem drei Ebenen Scheduling gesprochen [Tan01, S. 141]. Die explizite Auslagerung von Prüfprogrammen während des Prüflaufs soll, wie oben angesprochen, im Normalfall unterbunden werden. Erfolgt eine Zurückstufung von im Hauptspeicher befindlichen Prüfungen spezieller Benutzer aufgrund von benutzerspezifischen Limitüberschreitungen, kann die Auslagerung teilfertiger Prüfungen aus dem Hauptspeicher auf Festplatte bei gleichzeitiger Aufgabe der CPU-Inanspruchnahme von Vorteile sein. Moderne Betriebssysteme lagern selbstständig nicht aktive Prozesse in einen Swap-Bereich aus. Erfolgt also die Zurückstufung mittels eines manuellen Eingriffs in das CPU-Scheduling durch den Systembefehl *sleep* (was einer CPU-Zurückstufung gleichkommt), so kann davon ausgegangen werden, dass die Hauptspeicherzuteilung vom Betriebssystem implizit durch das CPU-Scheduling erfolgt. Obwohl Swapping eigentlich vermieden werden sollte, führt dieser Zustand dazu, dass der Mechanismus zur Zugangskontrolle die Situation des Hauptspeicher-Swapping nicht berücksichtigen darf, sondern die Vermeidung von Swapping nur durch aktive Hauptspeicherüberwachung erfolgen kann.

Evaluation des Zweiebenen-Scheduling-Algorithmus

Eine Performanceprüfung des implementierten Scheduling-Algorithmus erfolgt anhand von Messungen mit realen Szenarien. Dabei wird grundsätzlich von zwei typischen Szenarien ausgegangen, nämlich einer unregelmäßig getakteten benutzerinteraktiven Beaufschlagung von Prüfaufträgen über Webformulare, sowie einer schnellen maschinellen Beaufschlagung per SOAP-Webservice. Beim ersten Szenario erfolgt eine Tauglichkeitsanalyse für den regulären Betrieb, während das zweite Szenario sehr hohe Systemlast simuliert und das Verhalten unter extremen Lastsituationen analysiert.

Zur Beaufschlagung kommen PDF-Dateien aus dem Tagungsband einer Konferenz, so dass die einzelnen Dokumente im Umfang vergleichbar, jedoch nicht exakt identisch sind. Mit einer Standardabweichung von 33 werden durchschnittlich 129 Stellen pro Datei über die Suchmaschine geprüft. Als Ergebnisse werden in nachfolgenden Graphen die Ressourcen CPU und Hauptspeicher in Abhängigkeit der einzelnen Prüfprozessphasen dargestellt und beschrieben.

Abbildung 5.17 zeigt eine *benutzerinteraktive Beaufschlagung* von 50 Prüfaufträgen. Durch eine zufälligen zeitliche Verteilung der Beaufschlagungen im Abstand zwischen 20 s und 80 s an den Webserver wird manuelles Benutzerverhalten simuliert. In diesem Szenario verweilen die Prüfaufträge durchschnittlich 0,144 s im Admission Scheduler, wobei sich nie mehr als ein Auftrag in der Queue befindet. Die eingestellte Umlaufpausenzeit des Daemon beträgt 1 s, woraus sich statistisch eine Wartezeit von 0,5 s ergibt. Somit kann von einer

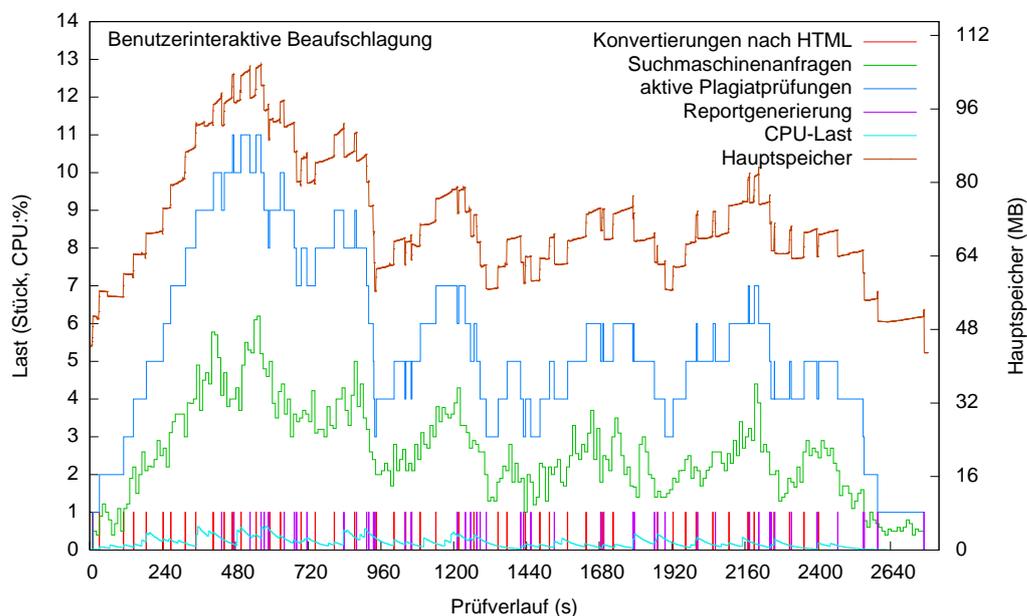


Abbildung 5.17: Systemverhalten bei 50 manuellen Eingaben

durchschnittlichen Verweilzeit zwischen eingegangenem Auftrag und Prüfprozessstart von 0,644 s ausgegangen werden. Bei Messungen ergibt sich ein ungünstigster Fall von 1,239 s, am schnellsten erfolgt der Start mit 0,087 s. Die leicht erhöhte Last im ersten Drittel ist durch eine erhöhte Einstellfrequenz zu begründen, was an der Häufung der Konvertierungen nach HTML in diesem Bereich zu erkennen ist.

Im dargestellten Szenario werden durchschnittlich 5,33 Dokumente aktiv geprüft, bei einer maximalen Anzahl von 11. Eine aktive Plagiatprüfung tritt immer nach Konvertierung ein, was deutlich am Graph zu erkennen ist. Die Markierungen der Konvertierungen stimmen zeitlich mit den Stufungen der aktiven Prüfung überein. Erfolgt die Reportgenerierung, ist die aktive Prüfphase des Dokuments beendet, der Graph stuft um eins zurück. Die Anzahl aktiver Plagiatprüfungen ist zu jedem Zeitpunkt maximal.

Die Konvertierungsphasen dauern nie länger als 1 s, was auf ausreichend Prozessorleistung zurückzuführen ist. Die CPU-Last korreliert deutlich mit den Konvertierungsphasen. Dabei überschreitet die CPU-Last zu keinem Zeitpunkt einen Wert von 0,63, was bedeutet, das auch im ungünstigsten Fall noch immer 27 % Prozessorzyklen vorhanden sind. Durchschnittlich liegt die CPU-Last lediglich bei 0,19. Zu begründen ist die geringe Prozessorauslastung durch die Pausen der getakteten Beaufschlagung sowie dem sehr geringen Verbrauch an CPU-Zyklen während der aktiven Prüfphase.

Die Hauptspeichernutzung zeigt sich linear abhängig von der Anzahl aktiver Plagiatprüfungen, wobei die Größe des als DOM-Baum in den Hauptspeicher zu ladenden Prüfdokuments die Steigung linear beeinflusst. Viele aktive Prüfaufträge führen addiert zu steiler ansteigendem Hauptspeicherverbrauch, wobei die Steigung abhängt von der Anzahl gefundener plagiatrelevanter Stellen, die im DOM-Baum gespeichert werden. Dadurch erhöht sich der Hauptspeicherverbrauch mit zunehmender Prüfdauer, was zu einer maximalen Hauptspeichernutzung von lediglich 61 MB führt, bei einem Durchschnitt von 26,6 MB.

Aufgrund starker Varianzen der Anzahl Suchmaschinenanfragen pro Sekunde handelt es sich bei der Darstellung des Verlaufs der Suchmaschinenanfragen um gemittelte Werte im 10 s Durchschnitt. Als Mittelwert über den Testzeitraum wurden durch \bar{G} 2,53 Anfragen pro Sekunde abgewickelt, wobei maximal 12 Anfragen pro Sekunde erreicht werden. Es ist eine lineare Abhängigkeit von aktiven Plagiatprüfungen und der Anzahl gemittelter Google-Anfragen pro Sekunde zu erkennen. Die Werte zeigen insgesamt eine sinnvolle Nutzung bei benutzerinteraktiver Beaufschlagung. Weder durch den Admission Scheduler noch durch CPU-Überlast treten Verzögerungen auf.

Unter den genannten Bedingungen kann das System im Schnitt 1,1 Dokumente pro Minute abwickeln, wobei sich ein Dokument für 4,87 min zur aktiven Plagiatprüfung im System befindet. Dies ergibt für 50 Dokumente 45 min und 41 s.

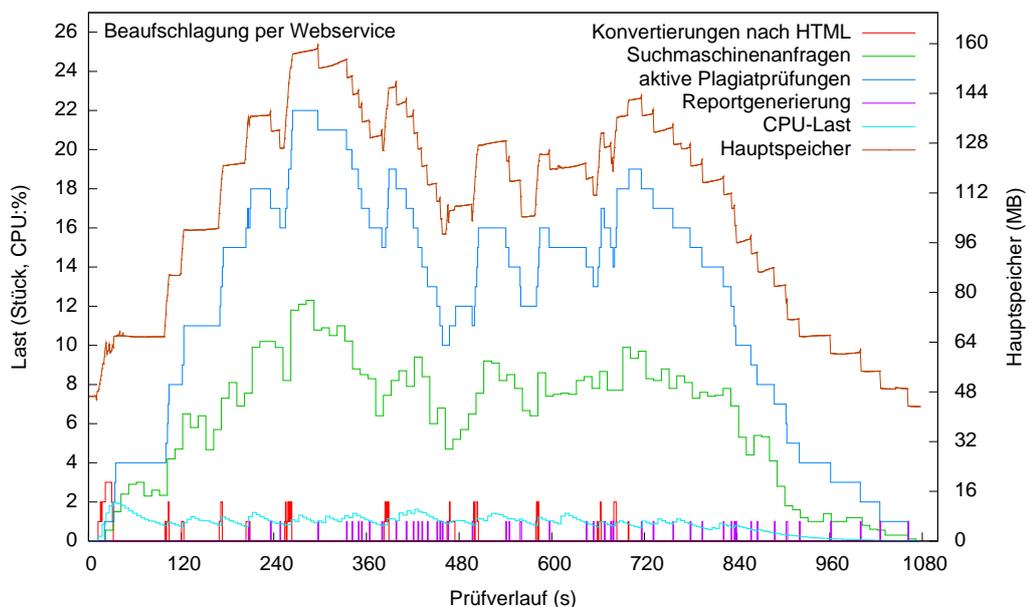


Abbildung 5.18: Systemverhalten bei 50 Batch-Beaufschlagungen per Webservice

Im Vergleich zur benutzerinteraktiven Beaufschlagung zeigt Abbildung 5.18 die *maschinelle Beaufschlagung* per Webservice unter ansonsten gleichen Bedingungen. Maschinell bedeutet in diesem Zusammenhang nichts anderes, als dass ein SOAP-Client-System seriell so viel wie möglich Dokumente an \mathcal{D} übergibt. Dies erfolgt mittels der Docoloc Webservice-Operation *doDocolocOrder* [DOC06], wobei das Dokument nicht direkt übergeben wird. Vielmehr wird nur – mittels des Parameters *url* der Message *docolocOrder* – ein URL-Verweis auf die Dokumentablage im Web übergeben. Dadurch wird die in SOAP übliche ein Drittel übertragungsintensivere Base-64-Kodierung von Binärdaten gespart, wodurch der Ressourcenverbrauch des Prüfauftrags geringer ausfällt. Durch die geringere Übertragungsmenge und die Einsparung der Base-64-Kodierung tritt eine ungünstigere Belastung des Schedulers auf, wodurch die Integrität der Tests diesbezüglich gesichert ist.

Bestätigt wird die Effizienz des Beaufschlagungsprozesses durch die Dauer von nur 37 s, bis alle 50 Dokumente vollständig auf der Festplatte des Servers vorhanden und in der Queue eingereicht sind. Damit stehen dem Scheduler unmittelbar mehrere Dokumente zur Verfügung und aufgrund verfügbarer Ressourcen wird der erste Prüfprozess sofort (mit 0,43 s Verzögerung) gestartet. In den nächsten sekundlichen Scheduler-Zyklen folgen unmittelbar weitere drei Prüfprozesse, bis die CPU-Last die kritische Schwelle von 0,8 überschreitet und keine weiteren Prozesse mehr zugelassen werden.

Im Szenario verweilen die Prüfaufträge zwischen 0,3 s und 11 min 28 s in der Queue bei einer maximalen Anzahl von 42. Da noch während der Beaufschlagung Prüfprozesse gestartet werden, bleibt die Zahl unter der Gesamtmenge von 50. Soweit der Admission-Scheduler verfügbare Ressourcen feststellt, werden die Prüfaufträge im Sekundentakt der Queue entnommen und als Prüfprozesse gestartet. 80 % der Prüfaufträge werden so direkt ausgeführt. Lediglich 20 % erfahren aufgrund knapper CPU-Ressourcen eine Verzögerung der regulären Abarbeitung zwischen 15 s und 120 s. Dieses Verhalten scheint nicht optimal zu sein, da durch das kurze Intervall von einer Sekunde die vorherige Konvertierung noch nicht abgeschlossen ist und daher – wie Abbildung 5.18 zeigt – zwei oder mehr aktive Konvertierungen existieren, was einen Mangel an CPU-Ressourcen induziert. In der Phase der Konvertierungen sind bis zu drei Dokumente aktiv, was eine schnelle Konvertierung von etwa einer Sekunde – wie bei manueller Beaufschlagung – verhindert. Eine dynamische Parametrisierung des Schedulers aufgrund der Anzahl aktiver Konvertierungen zur weiteren Optimierung und Effizienzsteigerung kann hier für zukünftige Untersuchungen in Betracht gezogen werden.

Im dargestellten Szenario werden durchschnittlich 11,9 Dokumente aktiv geprüft, bei einer maximalen Anzahl von 22. Hier können deutliche höhere Werte gegenüber der manuellen Beaufschlagung konstatiert werden. Dies zeigt sich auch in der CPU-Auslastung.

Die maximale CPU-Last liegt bei 1,97. Durchschnittlich ergibt sich eine Last von 0,87, was einen hervorragenden Wert darstellt und immer noch CPU-Ressourcen für andere Betriebssystemaufgaben bereitstehen.

Der qualitative Verlauf der Hauptspeichernutzung ist identisch mit dem der manuellen Beaufschlagung, worauf daher verwiesen wird. Wie zu erwarten, beläuft sich die maximale Hauptspeichernutzung auf einen deutlich höheren Wert (114,6 MB), wobei im Mittel 61,1 MB benötigt wurden. Diese und einige weitere vergleichende Werte sind auch in Tabelle 5.8 zu finden. Es werden Mittel- und Maximalwerte des Szenarios der automatisch per Webservice beaufschlagten Prüfungen sowie der manuell per Benutzereingabe initiierten Prüfungen dargestellt.

	Mittelwert		Maximum	
	interaktiv	maschinell	interaktiv	maschinell
Suchmaschinenanfragen	2,53	6,14	12	19
Konvertierungen	0,02	0,11	1	3
Aktive Prüfungen	5,33	11,88	11	22
CPU-Last	0,19	0,87	0,6	1,97
Hauptspeicher [MB]	26,63	61,11	61,8	114,6
offene TCP Sockets	8,53	11,45	19	24
Durchsatz [$\frac{\text{Dokumente}}{\text{min}}$]	1,1	2,9	-	-
Laufzeit [min]	-	-	45,7	17,5
Prüfdauer [min]	4,87	4,16	-	-

Tabelle 5.8: Gegenüberstellung mittlerer und maximaler Werte interaktiver und maschineller Beaufschlagung

Während die bisher beschriebenen Szenarien normale Prüfungen darstellen, zeigt Abbildung 5.19 mit der Beaufschlagung von *Demo-Prüfungen* per Webservice einen Sonderfall. Als Besonderheit stellt sich hier die verkürzte Abfragephase heraus, wodurch häufiger Konvertierungen auftreten und somit aufgrund der verstärkten CPU-Auslastung Prüfaufträge im Admission Scheduler zurückgehalten werden. Erst nachdem die CPU-Last unter den eingestellten Schwellenwert von 0,9 sinkt, werden erneut Prüfungen gestartet, da eine CPU-Last von ≥ 1 für das System wartende Prozesse auf CPU Zuteilung bedeutet und vermieden werden soll. Eine verwendete Zeitspanne von 60 s zur Durchschnittswertberechnung erweist sich als relativ lange.⁸ Für pulsierende Anwendungen, die kurzzeitig mehr Prozesszyklen benötigen als vorhanden sind und anschließend schlagartig wieder beendet

⁸Die Zeitspanne ergibt sich aus den verwendeten Werten der Linux Systemdatei `/proc/loadavg`.

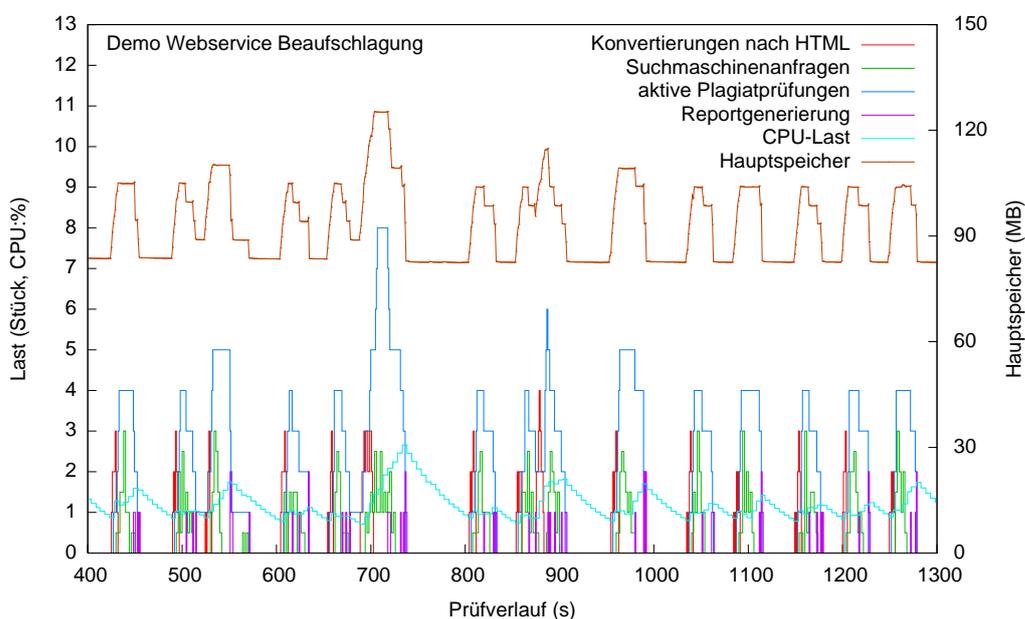


Abbildung 5.19: Systemverhalten bei 250 batch-beaufschlagten Demo-Prüfungen

werden, ist dieses Scheduling-Verfahren nur bedingt geeignet. Wie in Abbildung 5.19 beispielsweise bei Sekunde 740 zu sehen ist, könnte ein kürzeres Erfassungsintervall zu einer steiler abfallenden CPU-Last Kurve führen, was statistische Leerzeiten vermeiden und so zu mehr Prüfungen in gleicher Zeit führen könnte. Vergangene CPU-Last für pulsierende Anwendungen stellen somit keinen sinnvollen Scheduling-Parameter dar. Ausschließlich Webservice beaufschlagte Demo-Prüfungen im System stellen jedoch eine unsinnige und kaum vorkommende Situation dar.

Benutzerseitige Messungen ergeben übertragungszeitbereinigt für das Einfügen per Webservice-Schnittstelle von 500 kB großen Dateien in die Scheduler-Warteschlange durchschnittlich etwa 800 Millisekunden. Das Scheduling zeigte beim Beauftragen von 25 Dokumenten keinen Einfluss auf das Einfügeverhalten. Ein Test mit 250 Dokumenten ergibt ebenso keinen kausalen Zusammenhang zum Einfügeverhalten. Es kann also resümiert werden, dass auch bei sehr hoher und länger anhaltender Einfügefrequenz kein direkter Einfluss auf das Laufzeitverhalten der Prüfungen zu erwarten ist.

Insgesamt kann eine lastabhängige zeitliche Verteilung der Prüfaufträge nachgewiesen werden. Es erfolgt eine zuverlässige und wartungsfreie Abarbeitung, auch bei großen Mengen maschineller Beaufschlagung. Auch bei variierenden Beaufschlagungsintervallen, unterschiedlichen Dokumentgrößen und unterschiedlichen Dokumentenformaten werden mit

geringen Systemressourcen eine hohe Durchsatzleistung und kurze Antwortzeiten erreicht. Im Falle einer höheren Last durch ein schnelleres Beaufschlagungsintervall kann primär durch eine Erhöhung der Prozessorleistung entgegengewirkt werden, da der Scheduler – wie erwartet – eine starke Abhängigkeit diesbezüglich zeigt.

5.4.5 Zusammenfassung

Für das von Google für Docoloc zur Verfügung gestellten Anfragenkontingent pro Tag reicht eine über den Tag verteilte durchschnittliche Anfragenrate von 0,29 Anfragen pro Sekunde aus, um das Kontingent auszuschöpfen. Dies wird vom System sehr leicht erreicht.

Das System ist in der Lage selbst bei intensiver Webservice-Nutzung im Schnitt 2,9 Dokumente pro Minute abzuwickeln, wobei sich ein Dokument für 4,16 min zur aktiven Plagiatprüfung im System befindet. Dies ergibt für 50 Dokumente 17 min 30 s. Ein einfaches Hostsystem stellt somit eine Kapazität von über 4000 Plagiatprüfungen pro Tag zur Verfügung. Nach [Sta06, Werte für 2005] gibt es in Deutschland 102 Universitäten und 270 andere Hochschulen mit 1.372.531 beziehungsweise 591.067 Studenten. Geht man von sechs Arbeiten pro Student aus und dividiert man das Produkt durch durchschnittlich 11,3 beziehungsweise 8,4 Semester Studienzeiten ergeben sich in der Summe zirka 6300 Arbeiten pro Tag. Somit ist ein System in der Lage etwa zwei Drittel aller in Deutschland täglich an Hochschulen erstellten Arbeiten zu prüfen.

5.5 Effektivität aus Anwendersicht

Im Folgenden erfolgt die Analyse der Nachhaltigkeit anhand der Effektivität von Docoloc aus Anwenderperspektive. Anwender zum Zeitpunkt der Evaluation sind 1050 registrierte Tutoren, die rund 13.000 Dokumente überprüften.

5.5.1 Akzeptanz und wirtschaftliche Einstufung

Die Zahl an registrierten Nutzern und die Beliebtheit des Dienstes ist insofern als hoch einzuschätzen, als dass zum Zeitpunkt des Schreibens Docoloc in Print- und Onlinemedien keine Bekanntheit besitzt und finanzielle Aufwendungen für Werbemaßnahmen bei weniger als einem Euro pro Tag liegen. Unterstrichen wird die Akzeptanz durch eine Wiederkehrquote von 33,4 % sowie 44 % Nutzer, die www.docoloc.de oder www.docoloc.com nicht über Webseiten-Links erreichen sondern durch Bookmarks oder Direktaufrufe⁹.

⁹Die Werte wurden ermittelt mit Google Analytics (<http://www.google.de/analytics>) im Zeitraum April und Mai 2006.

Um den Dienst umfangreich mit eigenen Anforderungen abgleichen zu können, werden auf Anfrage an neue Kunden zeitlich beschränkte Testlizenzen vergeben, die ein uneingeschränktes Testen ermöglichen. Aus den vergebenen Testlizenzen waren zum Zeitpunkt des Schreibens 8,4 % in eine kommerzielle Lizenz übergegangen. Testlizenzen werden in der Regel für eine Dauer von drei bis vier Wochen vergeben, was die Prüfung aktueller Arbeiten durch den Tester ermöglicht. Oft entstanden aus einem konkreten Anlass, ist nach Ablauf der Testlizenz der akute Bedarf gedeckt und die kommerzielle Bestellung erfolgt erst beim nächsten akuten Bedarf. Daher kann auf längere Zeit eine höhere Quote als 8,4 % erwartet werden.

5.5.2 Nutzenvergleich bei gleicher Effizienz

Dieser Abschnitt vergleicht Docoloc mit dem in Abschnitt *Plagiarism-Finder*, S. 148 vorgestellten Programm, da bei diesem Programm durch Einstellmöglichkeiten und Protokollanalysen genügend Information zur Funktionsvergleich verfügbar sind. Die Auswahl der zu prüfenden Textstellen beruht beim Plagiarism-Finder (PF) auf einer Brute-Force-Strategie. Aus einem Dokument mit n Wörtern wird streng periodisch nach x Wörtern ein Fragment aus i Wörtern entnommen. Die Plagiatrelevante Einheit ist das Fragment, wobei das Fragment auch satz- oder absatzübergreifend entnommen wird. Mit $x \leq i$ wird jedes Wort in die Prüfung einbezogen wodurch mindestens $\frac{n}{i}$ Suchmaschinenabfragen erfolgen. Der Vergleich der Effektivität erfolgt unter gleichen Effizienzkriterien in der Form, dass ein präparierter Text aus 6143 Wörtern, der vier speziell plagierte Absätze beinhaltet, mit jeweils etwa gleiche vielen und gleich lange Suchmaschinenabfragen geprüft wird. Mit den in Abbildung 5.1, Seite 155 genannten Standardeinstellungen prüft Docoloc 416 Fragmente. Für PF ergibt sich daraus rechnerisch 409 Prüfungen und eine Schrittweite von 15. Extrahiert werden jeweils Achtwortfolgen. Im Test liefern beide Dienste alle plagiierten Stellen. Während Docoloc jedoch ausschließlich die plagiierten Stellen markiert, erkennt PM weitere falsch positiv Treffer. Bei gleicher Effizienz liefert Docoloc somit bessere Ergebnisse.

5.5.3 Erkenntnisse und Bewertungen

Nachdem Aussagen zu einem Plagiat ohne Kenntnisse des Themas und des inhaltlichen Hintergrunds immer einer gewissen Unschärfe unterliegen, lassen sich statistische Aussagen über die Qualität der Prüfergebnisse nicht ohne eine subjektive Bewertung der einzelnen Herkunftsreporte treffen. Exemplarisch kommt O. Wellnitz von der Technischen Universität Braunschweig zum Ergebnis:

„Die Prüfungsergebnisse waren gut. 38 % Treffer bei der Studienarbeit X. Man

konnte sehr schön sehen, daß er eine Quelle benutzt hat (eine andere Arbeit aus Chemnitz). Ich habe dann versucht die Einstellungen noch ein bisschen hochzudrehen was wohl auch noch ein bisschen mehr gebracht hat. Insgesamt bin ich sehr zufrieden. Gute Treffer, wenig bzw. keine false-positives und manchmal ganze vollständig erkannte Absätze.“

Schon allein die Ankündigung eines Plagiatfindprogramms kann den Lerneffekt beim Erstellen von Arbeiten steigern, wie das Zitat einer Studentengruppe zeigt, die sich im Rahmen einer Studienarbeit mit Plagiaten beschäftigten:

„Über die Darstellung der Resultate waren wir positiv überrascht. Sehr übersichtliche Gliederung. Entsprechende Quellen wurden sehr schnell gefunden. Für uns Studenten wurde schnell klar, dass plagiiere in einer Semester oder Diplomarbeit sinnlos ist. Die Möglichkeit mit Ihrem Programm übertraf unsere Erwartungen.“

J. Thorley vom europäischen Vertriebsbüro von Turnitin (vgl. *Turnitin und iThenticate*, S. 146) an der Northumbria University in Großbritannien bescheinigt Docoloc schnelle Algorithmen:

„Ich muss sagen, dass ich günstig beeindruckt von Docoloc war. [...] Die Berichte werden sehr schnell entwickelt werden. [...] Ich habe ein paar andere Anti-Plagiat Instrumente getestet und Docoloc war das Beste.“

Das Staatliche Studienseminar für das Lehramt an Realschulen in Rheinland-Pfalz erkannte nicht zuletzt durch Docoloc wie verwurzelt die Plagiatproblematik ist, wenn bereits zukünftige Vorbilder sich Copy & Paste bedienen:

„Auch im Bereich der zweiten Phase der Lehrerausbildung sind nicht gekennzeichnete Übernahmen aus dem Internet ein wachsendes Problem. Ihr Angebot Docoloc ist hervorragend!“

Der Mediotheksbeauftragte des Mittelschul- und Berufsbildungsamt des Kantons Zürich, M. Ludwig, führte Docoloc für die öffentlichen Schulen der Sekundarstufe II des Kantons Zürich ein, da er überzeugt ist, „dass es eine hervorragende Plagiatserkennung ist“. Der qualitative Aspekt des subjektiv empfundenen Eindrucks lässt somit eine dauerhafte Nutzung erwarten.

5.5.4 Auswertungen von Konferenzbeiträgen

Aus der Vergangenheit sind keine systematischen Plagiatuntersuchungen von Konferenzen bekannt. Exemplarisch sei daher eine Konferenz untersucht. Aufgrund von Interessensbekundungen seitens der Organisation der renommierten IEEE Konferenz Infocom 2004 [INF04] fiel die Wahl auf diese. Die Ergebnisse sind in Anhang A dargestellt. Sie zeigen generell, dass viele Beiträge nicht komplett neu formuliert sind. Sehr häufig kommen viele Fragmente eines Beitrags in einem oder mehreren anderen Beiträgen eines oder mehrerer Autoren vor. Ebenso werden Inhalte vieler Beiträge nach der Konferenz zusätzlich anderweitig publiziert.

In einem Beitrag (ID 07_1) wurden 30 Stellen gefunden, die nicht einem Autor des Beitrags zugeordnet werden konnten. Da die Stellen über das ganze Dokument verteilt waren, lässt ein Plagiat vermuten. Interessant festzustellen ist auch, dass zwei Konferenzbeiträge (ID 28_1 und ID 28_2) gleiche Stellen aufweisen; immerhin jedoch von dem selben Autorenteam. Eine abschließende Einstufung der Plagiatrelevanz ist jedoch nur durch einen genauen inhaltlichen Vergleich durch Experten möglich. Da der Docoloc-Suchalgorithmus eine konservativ zu bezeichnende Suche darstellt, ist noch von deutlich mehr Übereinstimmungen auszugehen. Ob und inwieweit eine so entstandene Arbeit als neuer Beitrag in einer Konferenz angenommen werden kann, bleibt den Gutachtern und Organisatoren überlassen. Docoloc kann hier nur eine allgemeine Datenbasis liefern, deren anderweitige Beschaffung einen sehr erheblichen Aufwand bedeuten würde.

Neben dieser ex post Untersuchung der öffentlich verfügbaren Konferenzbeiträge zeigt die ex ante Prüfung der Konferenzbeiträge im Review-Prozess der IEEE Konferenz Infocom 2006 [INF06] den konkreten Nutzen von Docoloc im Begutachtungsprozess. Nach Aussage des Technical Program Committee Chair (TPC) wurden zwölf Paper aufgrund der automatischen Prüfung abgelehnt und Docoloc-Ergebnisse zur Entscheidungsfindung in Zweifelfällen herangezogen. Die Prüfungen der über 1.000 Beiträge erfolgten automatisiert per Webservice-Schnittstelle, was zu deutlichen Zeiteinsparungen führte. Um den Mehraufwand für die Plagiatprüfungen organisatorisch zu optimieren, wurde vom TPC die Integration des Dienstes in das verwendete Konferenzmanagementsystem angeregt. Die IEEE Communications Society hat sich in umfangreichen Tests von der Qualität von Docoloc überzeugt und als Veranstalter dieser und weiterer Konferenzen sowie als Herausgeber von Journalen eine Lizenz erworben, die die Verwendung von Docoloc zur Unterstützung aller Begutachtungsprozesse vorsieht.

Erweiterte Informationsbasis

Die Erfahrungen mit Docol[©]c zeigen, dass mit dem Report neben Aussagen bezüglich eines Plagiats darüber hinausgehende Information zur Verfügung stehen, die den Gutachter wissenschaftlicher Arbeiten bei dessen Begutachtungsprozess unterstützen. Im Report zeigten sich konkret Verweise mit URL und Titel zu Kontextinformationen bezüglich:

- verwandter Arbeiten vom Autor oder Autorenteam
- Literatur, die in der Arbeit Verwendung fand
- Arbeiten, die ebenso das Themengebiet behandeln
- Arbeiten, auf denen die geprüfte Arbeit basiert oder umgekehrt
- Präsentationsfolien der Arbeit
- Datum und Ort von Kolloquien und Präsentationen der Arbeit

Informationen dieser Art automatisch vorzuselektieren und zu kategorisieren stellen ein zukünftiges Forschungspotenzial dar, was zur weiteren Optimierung von Begutachtungsprozessen durch SED führt.

5.5.5 Plagiierraten

Die vorhergehenden Abschnitte beschrieben, in welcher Qualität die Arbeiten als Plagiat erkannt wurden, jedoch nicht, wie hoch die Raten bei Plagiierversuchen liegen. Das liegt zum einen daran, dass flächendeckende Untersuchungen dieser Art ohne entsprechende Plagiaterkennungswerkzeuge nahezu unmöglich sind. Aber auch bei automatischen Plagiaterkennungswerkzeuge wie Docol[©]c muss davon ausgegangen werden, dass nie alle plagiatierten Arbeiten erkannt werden können, da sie immer nur eine Teilmenge aller potentieller Vorlagen durchsuchen.

Nach Recherchen von Weber-Wulff [Web04, S.18] gibt es Erfahrungen im schulischen Umfeld [Gri04, McC01], die von einer Vergehensquote von bis zu 70 % berichten. Nach ihren eigenen Erfahrungen liegen Plagiierraten bei Aufsätzen im Hochschulbereich zwischen 20 % und etwa 50 %.

Diese Werte können mit Docol[©]c verifiziert werden. Es sei auf Abbildung 5.20 verwiesen. Die Grafik zeigt, wie viele Dokumente konkret mit welchem Anteil kritischer Stellen behaftet sind. Im rechten Bereich der Grafik sind viele falsch positiv Dokumente zu finden. Es handelt sich um Dokumente, bei denen sehr wenige Stellen gefunden wurden.

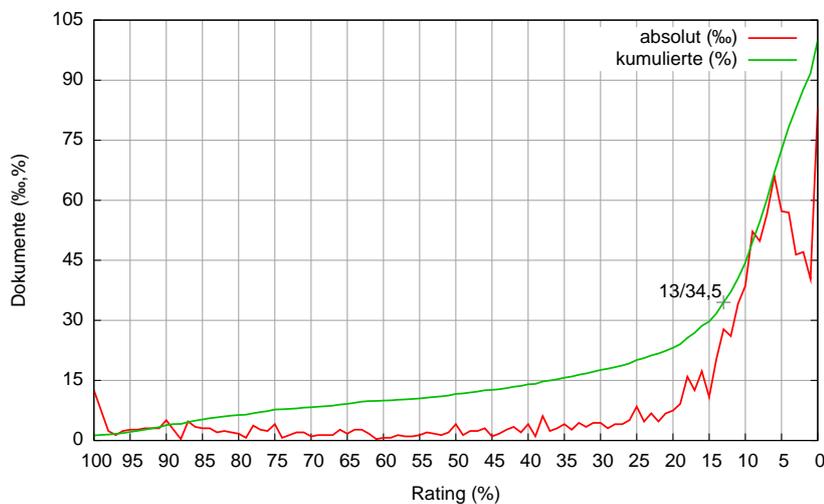


Abbildung 5.20: Verteilung der Plagierungsraten

Dies sind zumeist allgemeine Phrasen, häufig verwendete Literaturangaben, gekennzeichnete aber nicht als solche erkannte Zitate, inhaltlich sehr ähnliche aber nicht abgeschriebene Textfragmente, Titel einer Arbeit oder Aufgabenstellung, die im Web verfügbar sind oder aus eigenen früheren Arbeiten übernommene Sätze. Horizontaler Maßstab ist das von Docoloc generierte Rating der geprüften Dokumente, vertikal wieviele Dokumente in Promille zu einem Rating existieren sowie wieviel Prozent aller Dokumente ein bestimmtes Rating überschreiten.

Umfangreiche Erfahrungen bisheriger Nutzer bestätigen, dass ab einem Rating von etwa 12 %-14 % tatsächlich plagierte Stellen vorhanden sind. Untersuchungen des Docoloc-Datenbestands ergaben, dass 71 % der Dokumente mit einem Rating von 11% plagierte Stellen beinhalten, 77 % der Dokumente mit einem Rating von 12 % und immerhin 92 % der 13 %-Dokumente.

Bei der Betrachtung von 2.951 aus 12.727 überprüften Dokumenten weisen 1.019 ein Rating von mindestens 13 % oder höher auf, was bedeutet, dass 34,5 % der über den automatischen Plagiatsuchdienst geprüften Arbeiten mit hoher Wahrscheinlichkeit (92 %) nicht nur falsch positiv Stellen beinhalten.

Wie die Untersuchung des Datenbestands zeigt, stellt das Abschreiben von Texten keine Ausnahme dar. Erhält ein Tutor derzeit Dokumente zur Begutachtung kann er bei etwa einem Drittel davon ausgehen, dass je nach Dokumentenumfang mehrere Formulierungen im Dokument zu finden sind, die der Autor nicht zitiert aus einer oder mehreren Quellen übernommen hat.

5.6 Bewertung der Nachhaltigkeit

Es folgt nun die Bewertung des Docol[©]-Dienstes unter den in Kapitel 2 ermittelten Aspekten der Nachhaltigkeit von SED. Dabei wird der Maßstab aus *Maßstab zur Bewertung*, S. 67 verwendet.

	Beschreibung in Abschnitt	Relevanz	Erfüllungsgrad
Akteur	2.1		
Erfolgt eine Einbindung der relevanten Akteure?	2.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wird Politik/Gesellschaft in deren Handlungsweise unterstützt?	2.1.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erfolgt eine positive Wirkung hinsichtlich privatwirtschaftlichem Engagement?	2.1.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hilft es den Leitungsebenen der Bildungsanbieter bei Entscheidungen?	2.1.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist die Einbindung von Fördermittelgeber gegeben?	2.1.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind Initiatoren und Entwickler involviert?	2.1.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Haben Nutzer den speziellen Bedarf und einen Vorteil?	2.1.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ausbreitungsdimension	2.2		
Hat die Lösung Potential sich räumlich auszubreiten?	2.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existiert ein Konzept für die Zeit nach der Entwicklungsphase?	2.2.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist die Ausbreitung auf weitere Anwender und Nutzer geplant?	2.2.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Technologie	2.3		
Ist Technologie deutlich ausschließlich als Mittel zum Zweck identifizierbar?	2.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existiert Mehrwert durch Vereinheitlichung und Verknüpfung und damit Reduzierung von Redundanz?	2.3.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist die Portabilität durch entsprechende Softwaregestaltung gewährleistet?	2.3.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommen verfügbare Standards und Normen zur Lösung spezieller technischer Anforderungen zum Einsatz?	2.3.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Werden die technischen Möglichkeiten der Nutzer optimal berücksichtigt?	2.3.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Organisation	2.4		

→

	Beschreibung in Abschnitt	Relevanz	Erfüllungsgrad
Gibt es Optionen für organisatorische Veränderungen?	2.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existieren Entwicklungspläne für sinnvolle Organisationsstrukturen?	2.4.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erfolgt eine methodisch abgesicherte Integration?	2.4.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wettbewerbe	2.5		
Erfolgt die Teilnahme an Wettbewerben?	2.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kann eine Wirkung durch Wettbewerbe ausgemacht werden?	2.5.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind die Erfolgskriterien von Wettbewerben erfüllt?	2.5.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Werden Preise für Teilbereiche vergeben?	2.5.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Können Maßnahmen durch Wettbewerbe verifiziert werden?	2.5.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erfolgt die Teilnahme an Benchmarking-Projekten?	2.5.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rechtlicher Rahmen	2.6		
Folgen die rechtlichen Regelungen Nachhaltigkeitsanforderungen?	2.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist das E-Learning-Produkt auf Urheberrechtsregelungen abgestimmt?	2.6.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erlaubt die Lizenzierung einen nachhaltigen Betrieb?	2.6.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erfolgt eine Publizierung unter erweiterten Nutzungsrechten?	2.6.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Folgt die Publizierung von Diensten dem allgemeinen Gerechtigkeitsempfinden?	2.6.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wird Wissen uneingeschränkter und kostenlos im Web verfügbar gemacht?	2.6.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kommen einheitliche Verfahren zur Anerkennung von Prüfungsleistungen zum Einsatz?	2.6.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entspricht die Rechtsform den Anforderungen der Nachhaltigkeit?	2.6.7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ökonomischer Aspekt	2.7		
Unterliegt das Projekt wirtschaftlichen Kriterien?	2.7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gibt es ein konkretes Erlösmodell?	2.7.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Können Gebühren feingranular erfasst werden?	2.7.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existiert Kostentransparenz in Produkten und Prozessen?	2.7.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erfolgt eine konsequente Markt- und Kundenorientierung anhand eines Marketing-Mix?	2.7.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

→

	Beschreibung in Abschnitt	Relevanz	Erfüllungsgrad
	Ist das Marktvolumen bekannt?	2.7.5	<input type="checkbox"/>
	Gibt es Vergleichsbetrachtungen zu Bestimmung der Opportunitätskosten?	2.7.6	<input type="checkbox"/>
Vermeidung von Hemmnissen		2.8	
	Werden Maßnahmen zur Vermeidung von Hemmnissen ergriffen?	2.8	<input type="checkbox"/>
	Sind alle Blockaden bekannt oder sind Maßnahmen der Identifizierung vorhanden?	2.8.1	<input type="checkbox"/>
	Ist die Durchsetzung von Maßnahmen rechtlich und organisatorisch möglich?	2.8.2	<input type="checkbox"/>
	Sind bei Einführung neuer Maßnahmen alle Restriktionen transparent?	2.8.3	<input type="checkbox"/>
	Wird die persönliche Reputation durch die Produktion von SED gestärkt?	2.8.4	<input type="checkbox"/>

Tabelle 5.9: Nachhaltigkeitsbewertung des Plagiatsuchdienstes

Kapitel 6

Zusammenfassung und Ausblick

Die Nachhaltigkeit von sekundären E-Learning-Diensten erfordert unterschiedlichste Maßnahmen. Aus finanzieller Sicht müssen die laufenden Betriebskosten und Wartungskosten geringer als die zu erwartenden Einnahmen ausfallen. Nur so ist interessant, einen geförderten Dienst weiter zu betreiben. Schon ein geringer Überschuss kann eine Nebentätigkeit rechtfertigen. Je geringer der zu betreibenden Aufwand in der Fortführungsphase ist, desto höher ist die Option auf Nachhaltigkeit. Die Abbildung von Aktivitäten der Fortführungsphase in Softwareprozesse bereits während der Förderphase liefert hierfür einen wichtigen Beitrag: E-Learning besteht zu einem großen Teil aus organisatorischen Abläufen und somit aus Prozessen, die nicht nur optimiert, sondern durch Abbildung in Software modelliert werden können. Durch die frühzeitige Automatisierung wiederkehrender Abläufe der Fortführungsphase entstehen in der Förderphase zwar höhere Aufwände, die jedoch in der nicht mehr geförderten Fortführungsphase Aufwand abnehmen und somit einen wichtigen Beitrag zur administrativen Entlastungen und somit zum nachhaltigen Betrieb beitragen. Dies ist gerade bei sekundären E-Learning-Diensten sinnvoll, da diese sehr hohe organisatorische Bestandteile aufweisen.

In der Vergangenheit wurden Fördergelder für SED als ungerichtete Forschungsgelder wahrgenommen. Will man Nachhaltigkeit bei SED erreichen, so sind Fördergelder aber konkret als Investition für ein Produkt zu betrachten und alle Akteure müssen mental das Ziel verfolgen, etwas Bleibendes zu schaffen. Von großem Vorteil ist dabei das Erreichen eines weiten Nutzungskreis und einer großen Bekanntheit bereits vor Projektende. SED benötigen eine dauerhafte aktive Komponente, an die sich ein Projekt binden kann. Der Optimalfall besteht darin, dass ein Dienst auch dann weiter bestehen kann, wenn die involvierten Akteure ausscheiden. In vielen Fällen hingegen ist eine dauerhafte Autorität notwendig, die sich für das Projekt verantwortlich zeigt und zu dessen Wohle nach der Förderphase agiert.

Ob es sich dabei um Privatpersonen, Unternehmen oder Hochschulen handelt ist von geringer Bedeutung. Während Privatpersonen ideell agieren können, und Unternehmen nach wirtschaftlichen Kriterien entscheiden, unterliegen Hochschulen bildungspolitischen Kriterien. Hochschulen sind aktuell einem hohen internationalen Wettbewerbsdruck ausgesetzt, weshalb SED wesentlich zur Bildung eines eigenständigen und herausragenden Profils beitragen und unter diesem Gesichtspunkt gefördert werden müssen. Dabei ist die ganzheitliche Entwicklung einer Institution und deren Weiterentwicklung in dem Sinne zu betrachten, inwieweit durch die digitalen Medien ein Innovationsprozess in Lehre, Wissenschaft und Organisation angestoßen wurde.

Auch wenn es trivial erscheint: Kein Projekt gelangt dauerhaft zum Einsatz ohne dass ein nachhaltiger Nutzen konkret vorhanden ist. Daher ist bei der Projektinitiierung diese Voraussetzung umfassend zu prüfen und während der Entwicklungszeit im Rahmen des Qualitätsmanagements zu überwachen. Dazu wurde in dieser Arbeit mit *COM/L-K2* ein neues Verfahren eingeführt, das Methoden der Prozesskostenrechnung und des Activity Based Costing vereinfacht und an die besonderen Anforderungen der Kostenrechnung und Kostentransparenz von Bildungsszenarien anpasst. Dieses Verfahren besitzt für zukünftige Entwicklungen eine hervorragende Eignung als Grundlage für ein Kostenreferenzmodell in Bildungsbereich. COM verlässt die Denkweise hierarchischer Kostenstrukturen und führt eine vernetzten Struktur aus einzelnen Kostenobjekten ein. Dieses ‚Web of Costs‘ ist an die überaus erfolgreiche Struktur des Internets angelehnt und liefert wichtige Vorteile wie eine transparente Abbildung tatsächlicher Vollkosten, die Verwendung vernetzter Objekte anstelle hierarchischer Kostenstrukturen, eine einfache Erlernbarkeit, Benutzbarkeit und Referenzmodelleignung sowie eine höchst flexible und leicht visualisierbare Art der Kostenzuweisungen. Durch COM wird Bildungscontrolling leichter quantifizierbar und Investitionen feingranular validierbar. Daher liefert COM grundlegende Optimierungsdaten zur Nachhaltigkeit aus Kostensicht.

Mit *Popollog* wurde ein SED zur automatischen Fragebogenerstellung, -durchführung und -auswertung entwickelt und in über vierhundert durchgeführten Online-Hörerbefragungen evaluiert. Das Ergebnis zeigt, dass die Kombination aus eigenverantwortlich agierenden einzelnen Dozenten, Institutionen und Fakultäten und die ganzheitliche Steuerung durch die Hochschulverwaltung bei zumindest gleicher Effektivität des Systems notwendigerweise dann Effizienzsteigerungen zur Folge hat, wenn manuelle Prozesse in IT ausgelagert werden. Dieser Mehrwert ist eine wichtige Voraussetzung für die Nachhaltigkeit des Dienstes. Die ökonomische Nachhaltigkeit basiert auf einem Geschäftsmodell, das Kostenbelastungen unter Nutzenprinzipien einordnet und Einsparungspotentiale dadurch generiert, dass Effizienz in Entwicklung und Betrieb an die Nutzer weitergegeben wird. Der Dienst verbes-

sert die Qualität in der Lehre durch Evaluation mit E-Learning-Instrumentarien. Dies führt zu einer höheren subjektiven Nutzerzufriedenheit sowie einer höheren sozio- und bildungsökonomischen Erfüllung.

Ein weiterer wichtiger SED ist *Docol@c*, ein neues Information-Retrieval-System zur automatischen Plagiatprüfung. *Docol@c* verwendet den gleichen globalen Datenbestand als Suchbasis wie ein potentieller Plagiator. Es wird gezeigt durch welche technischen Maßnahmen optimale Optionen auf Nachhaltigkeit existieren. Zum Einsatz kommen neue auf stilometrischen und klassifizierten n-Grammen basierende Verfahren zur Textanalyse und Plagiatprüfung in global verteilten Datenbeständen. Die gefundenen Algorithmen erlauben einen wesentlich effizienteren Betrieb und deutlich weniger fälschlicherweise erkannte Plagiatstellen. Dabei übernimmt ein weiterentwickelter Zweiebenen-Scheduling-Algorithmus die Abarbeitungsregelungen nicht determinierter Lastspitzen. Dieser SED wurde zur Evaluation im produktiven Einsatz getestet. Das darauf aufbauende Geschäftsmodell für den E-Learning-Dienst wurde unter ökonomischen Nachhaltigkeitsgesichtspunkten verifiziert und reell in die Nachhaltigkeit geführt. Vor allem die Prozessminimalisierung bei Administration, Betrieb und Wartung und die dadurch gewonnene Verringerung der Betriebskosten sind wichtige Faktoren der Nachhaltigkeit des SED. Eine breit einsetzbare Plagiaterkennungslösung schafft Mehrwert durch Qualität bei Forschung, Hochschullehre und Schulbildung. Die Untersuchungen zeigen, dass bei *Docol@c* zur Sicherung geförderter Investitionen während der Projektlaufzeit ein Drittel der Aufwendungen in die Abbildung und Optimierung zukünftiger Prozesse flossen. Immerhin zwei Drittel wurden für die Entwicklung des Dienstes verwendet.

Somit hat sich gezeigt, dass das in dieser Arbeit entwickelte Konzept der SED eine neue Phase von E-Learning einläutet. Dieses ‚E-Learning 2.0‘¹ zeichnet sich durch ein hohes Maß an Nachhaltigkeit aus und steht für die Vereinfachung der Prozesse und positive Skaleneffekte im gesamten Bildungsbereich.

¹In Anlehnung an den Begriff ‚Web 2.0‘, der für ein benutzerfreundlicheres Web durch Ajax-Technologie [Gar05] steht.

Anhang A

Auswertung IEEE Infocom 2004

Tabelle A.1 zeigt die Analyseergebnisse von 77 veröffentlichten wissenschaftlichen Beiträgen der IEEE Konferenz Infocom 2004 [INF04]. Geprüft wurden die zufällig ausgewählten Beiträge ein Jahr nach der Konferenz, so dass auch Wiederverwendungen von Stellen in Journalen oder Einreichungen für andere Konferenzen festgestellt werden konnten.

Die Untersuchung der gefundenen Stellen bezieht sich somit auf zum Zeitpunkt der Konferenz ältere Vorlagen sowie auf Texte die offensichtlich nach der Konferenz, basierend auf Texten des Konferenzbeitrags, erstellt wurden. Entsprechend finden sich in Tabelle A.1 Spalten mit ‚älteren‘ und ‚neueren‘ Fundstellen. In der Spalte ‚nicht eigene Stellen‘ sind textliche Überschneidungen mit anderen Dokumenten aufgeführt, deren Autorenteam jedoch keine Überschneidungen aufweisen. Ein €-Zeichen im Beschreibungstext bedeutet, dass es sich um ein kostenpflichtiges Dokument handelt.

Die gefundenen Ergebnisse werden wertneutral aufgelistet und enthalten keinerlei Bewertungen zum einzelnen Beitrag. Es sollten hier keine erneuten Begutachtungen durchgeführt werden, was aufgrund des Umfangs auch nicht möglich gewesen wäre.

Der durchweg hohe Wert des Docol@-Ratings kommt durch das Auffinden des gleichen Beitrags, eventuell umformatiert oder in einem anderen Dateiformat, auf den Publikationswebseiten der Autoren oder Paper-Datenbanken zustande. Die Download-Quellen [INF04] der geprüften Dokumente, die von der Suchmaschine ebenso indiziert sind, wurden aus der Vergleichsmenge ausgeschlossen.

Man kann davon ausgehen, dass die Anzahl Textstellen, die in anderen Publikationen gefunden werden einen Minimalwert darstellt und tatsächlich deutlich mehr Stellen in abgewandelter Form verwendet werden, die aufgrund modifizierter Textstellen nicht gefunden wurden. Ein ‚+‘ hinter der Anzahl gefundener Fragmente symbolisiert explizit den empirischen Eindruck bei der Durchsicht.

Paper ID	Docol _c Rating	geprüfte Stellen	ältere Konferenzpaper	ältere Journalbeiträge	ältere sonstige Paper	neuere Konferenzpaper	neuere Journal-/Buchbeiträge	nicht eigene Stellen	Bemerkung
01_1	7%	308	-	-	-	-	-	-	-
01_2	70,3%	354	10 ¹	-	-	-	65 ²	-	-
01_3	69,7%	271	-	-	-	-	102 ³	-	-
01_4	52,8%	161	72 ⁴	-	-	-	-	-	-
02_1	65,6%	276	-	-	156 ⁵	-	-	-	-
02_2	64,9%	185	-	-	-	-	-	-	-
02_3	57,1%	217	-	-	-	-	-	-	-
02_4	71,7%	325	-	-	-	-	-	-	-
03_1	15,1%	263	-	-	-	-	-	-	-
03_2	67,8%	484	-	-	-	x ⁶	-	-	-
03_3	68,5%	349	-	-	-	-	-	-	-
03_4	66,8%	376	-	-	-	-	-	-	-
04_1	40%	300	-	-	-	-	-	-	-
04_2	71,4%	297	-	-	-	-	-	-	-
04_3	12,4%	404	-	-	-	-	-	-	-
04_4	1,8%	450	-	-	-	-	-	-	-
05_1	75,6%	307	14 ⁷	-	139 ⁸	14 ⁹	-	-	-
05_2	77,2%	294	-	-	-	-	-	-	-
05_3	76,4%	499	14 ¹⁰	-	-	-	-	-	-
05_4	72,6%	285	-	-	-	-	-	-	-
06_1	71,4%	315	-	-	-	-	-	-	-
06_2	64,8%	247	14 ¹¹	-	-	-	-	-	-
06_3	78,9%	370	-	-	-	-	222 ¹²	-	-

→

¹ACM Multimedia 2004²IEEE/ACM Transactions on Multimedia Computing, 2005³IEEE/ACM Transactions on Networking, 2005⁴Large Scale Communication Networks 2003 Reunion Conference⁵Whitepaper aus dem Jahr 2003 für die Open Mobile Alliance⁶Anderes Paper übernimmt Einleitung umformuliert. Gleiche Stellen in einem NetGames 2004 Paper⁷IEEE IWQoS 2003⁸Technical Report⁹IEEE GIS 2005¹⁰IEEE Sarnoff symposium 2003¹¹IEEE Infocom 2003 (Paper 42_01)¹²JSAC 2005

Paper ID	Docol _c Rating	geprüfte Stellen	ältere Konferenzpaper	ältere Journalbeiträge	ältere sonstige Paper	neuere Konferenzpaper	neuere Journal-/Buchbeiträge	nicht eigene Stellen	Bemerkung
06_4	39,9%	263	-	84 ¹³	-	-	-	-	-
07_1	26%	319	-	-	-	-	-	30 ¹⁴	-
07_2	67%	233	-	-	-	-	-	-	-
07_3	2,4%	327	-	-	-	-	-	-	-
07_4	43,4%	327	-	-	-	-	-	-	15
07_5	3,1%	326	-	-	-	-	-	-	-
08_1	9%	245	-	-	-	-	-	-	-
08_2	11,1%	232	6 ¹⁶	-	-	-	-	-	-
08_3	81,4%	354	-	-	-	-	161	-	17
08_4	59,4%	355	-	18+ ¹⁸	-	-	-	-	-
08_5	82,4%	312	-	-	-	-	-	-	-
09_1	89,9%	247	9+ ¹⁹	-	-	-	-	-	-
09_2	85,8%	323	-	-	-	-	-	-	-
09_3	66,8%	401	-	-	-	-	-	-	-
09_4	82,6%	356	-	-	-	-	-	-	-
09_5	23,2%	379	-	-	-	38 ²⁰	-	-	-
10_1	77,9%	380	-	-	-	-	-	-	21
10_2	78,2 %	326	-	-	-	-	8 ²²	-	-
10_3	75,2%	206	-	-	-	-	-	-	-
10_4	78,2%	275	-	-	-	-	-	-	-
10_5	77,1%	271	24 ²³	-	-	-	-	-	-
11_1	11,2 %	206	-	-	-	-	-	5 ²⁴	-
11_2	18,9%	206	-	-	-	-	-	-	-

→

¹³JSAC 2004¹⁴Aus: „Dynamic Hierarchical Database Architecture For Location Management“, IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 5, No. 5, October 1997¹⁵IBM Technical Report¹⁶EvoCOP 2003¹⁷IEEE Transactions on Mobile Computing, €¹⁸IEEE Wireless Communications 2004, €¹⁹IEEE Infocom 2003²⁰MTNS 2004²¹IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, Dec. 2004, €²²Übernommen von diesem Paper in einem *Journal of Computer Science* Beitrag²³IEEE Infocom 2003²⁴IEEE Transactions on communications, Feb. 2001

Paper ID	Docol@c Rating	geprüfte Stellen	ältere Konferenzpaper	ältere Journalbeiträge	ältere sonstige Paper	neuere Konferenzpaper	neuere Journal-/Buchbeiträge	nicht eigene Stellen	Bemerkung
11_3	87,5%	313	-	-	-	-	-	-	147 ²⁵
11_4	7,5%	318	-	-	-	-	-	-	-
11_5	84,1%	258	-	-	-	-	-	-	-
12_1	8%	352	-	-	-	-	-	-	-
12_2	58%	255	-	-	-	-	-	-	-
12_3	84,2%	141	8 ²⁶	-	-	-	-	-	-
12_4	91,6%	367	-	-	-	-	-	-	-
12_5	92,1%	280	-	-	-	-	-	-	-
13_1	87,7%	316	27 ²⁷	-	-	20 ²⁸	-	-	-
13_2	87,8%	228	24 ²⁹	-	-	12 ³⁰	-	-	-
13_3	68,1%	194	87 ³¹	-	-	24/24 ³²	-	-	114/93 ³³
13_4	9,3%	214	-	-	-	-	-	-	-
13_5	89,1%	457	-	-	-	-	256 ³⁴	-	-
15_1	69,6%	359	-	-	-	-	-	-	-
17_5	95,7%	393	-	-	-	25 ³⁵	-	-	-
19_1	96,4%	365	18 ³⁶	-	-	-	-	-	-
20_1	76,9%	160	-	-	-	54 ³⁷	-	-	-
20_2	86%	150	-	-	-	-	-	-	-
20_3	84,9%	146	-	-	-	-	19 ³⁸	-	-
24_1	67,5%	243	-	-	-	-	-	-	-
24_4	25%	288	-	-	-	-	-	-	47 ³⁹

→

²⁵Ph.D. des Autors²⁶SenSys 2003²⁷ACM CCS 2003²⁸IEEE Infocom 2005²⁹IEEE ICENCO 2004³⁰WCNC 2005³¹ALLERTON 2003³²MobiHoc 2004 / IWWAN 2004³³Technical Report / Ph.D. des Autors³⁴IEEE Transactions on Mobile Computing 2004³⁵ICDCS 2004³⁶ACM SIGCOMM 2003³⁷MTNS 2004³⁸Performance Evaluation and Planning Methods for the Next Generation Internet, Springer, 2005³⁹Ph.D. des Autors

Paper ID	Docol© Rating	geprüfte Stellen	ältere Konferenzpaper	ältere Journalbeiträge	ältere sonstige Paper	neuere Konferenzpaper	neuere Journal-/Buchbeiträge	nicht eigene Stellen	Bemerkung
25_1	79%	286	-	-	-	-	-	-	129 ⁴⁰
27_3	63,1%	331	-	-	-	-	-	-	-
28_1	54,5%	288	-	-	-	-	-	-	22 ⁴¹
28_2	24,8%	303	-	-	-	-	-	-	5 ⁴²
29_1	92,5%	385	31 ⁴³	-	-	-	-	-	-
34_5	42,3%	551	-	-	-	-	-	-	-
35_1	31,7%	218	-	-	-	-	-	-	-
35_3	31,9%	351	-	-	-	-	-	-	-
35_4	34,3%	274	-	-	-	-	-	-	-
35_5	64,8%	301	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle A.1: Auswertung von Beiträgen der IEEE Konferenz Infocom 2004 ein Jahr nach der Konferenz

Alle Prüfungen erfolgten in den Standardeinstellungen von Docol© wie in Abbildung 5.1, Seite 155 beschrieben.

⁴⁰M.Sc. Thesis

⁴¹IEEE Infocom 2004, Paper 28_2

⁴²IEEE Infocom 2004, Paper 28_1

⁴³IEEE/OSA OFC 2004

Symbolverzeichnis

ABC	Activity Based Costing, Seite 84
ACID	Atomicity, Consistency, Isolation, Durability; Forderungen bei Datenbanken und verteilte Systeme, Seite 174
ADL	Advanced Distributed Learning Initiative, Seite 32
AICC	Aviation Industry CBT Committee, Seite 32
ALIC	Advanced Learning Infrastructure Consortium, Seite 32
ANSI	American National Standards Institute, Seite 29
ARIADNE	Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe, Seite 32
ASP	Application Service Provider, Anbieter von über das Netz genutzten Programmen und Dienstleistungen, Seite 17
CBT	Computer Based Training, allgemein Lernen per Computer, Seite 28
CC	Creative Commons, Lizenz zur Verbreitung frei nutzbarer Inhalte, Seite 51
CDF	Course Description Format, Seite 37
CEN	Comité Européen de Normalisation, Seite 29
cMeL	Cost Model for Blended Learning, Seite 84
CO	Calculation Object, Seite 94
COCOMO	Constructive Cost Model, Seite 84
COM	Calculation Object Model, Seite 72

DBMS	.....	Datenbankmanagementsystem, Seite 174
DC	.....	Dublin Core, Metadatenstandard, Seite 32
DCMI	.....	Dublin Core Metadata Initiative, Seite 32
DEST	.....	Australia's Department of Education, Science and Training, Seite 33
DIN	.....	Deutsches Institut für Normung e.V., Seite 29
DMS	.....	Dokumentenmanagementsystem, Seite 148
DSL	.....	Digital Subscriber Line, Seite 177
ELAN	.....	eLearning Academic Network Niedersachsen, Seite 24
ELeGI	.....	European Learning Grid Infrastructure, Seite 33
ELF	.....	E-Learning Framework, Seite 33
eLIG	.....	eLearning Industry Group, Seite 31
EML	.....	Educational Modeling Languages, Seite 37
ERM	.....	Entity Relationship Model, Seite 106
ERP	.....	Enterprise Resource Planning, Seite 6
FIN	.....	Fragebogen-Identifikationsnummer, Seite 127
F_P	.....	Fixkosten für eine Periode während der Kurslaufzeit, Seite 72
FTP	.....	File Transfer Protocol, Seite 28
GLC	.....	Global Learning Consortium, Seite 31
GM	.....	Geschäftsmodell, Seite 159
HB	.....	Hörerbefragung, Seite 123
HTML	.....	Hypertext Markup Language, Seite 28
HTTP	.....	Hypertext Transfer Protocol, Seite 28
IEEE	.....	Institute of Electrical and Electronics Engineers, Seite 31
IETF	.....	Internet Engineering Task Force, Seite 29

IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie, Seite 4
IM	Informationsmanagement, Seite 4
IMAP	Internet Message Access Protocol, Seite 28
IR	Information Retrieval, Seite 145
IRR	Internal Rate of Return, Seite 80
ISO	International Organization for Standardization, Seite 29
ISOC	Internet Society, Seite 29
ISSS	Information Society Standardization System, Seite 31
IT	Informationstechnologie, Seite 80
JISC	U.K.'s Joint Information Services Committee, Seite 33
JTC1	Joint ISO/IEC Technical Committee 1, Seite 32
K_A	Erweiterte Logistikkosten der Kursinhalte, Seite 72
K_M	Manuskriptkosten, Seite 72
LCMS	Lern-Content-Management-System, Seite 34
LD	Learning Design, Seite 37
LMML	Learning Material Markup Language, Seite 37
LMS	Lern Management Systeme, Seite 5
LOM	Learning Object Metadata, Seite 35
LTSC	Learning Technology Standards Committee, Seite 31
MD5	Message Digest Algorithm 5, eine 1991 von Ronald L. Rivest entwickelte kryptographische Hash-Funktion zur Erzeugung eines 128 Bit langen Hash-Werts, Seite 174
MDA	Model-Driven-Architectures, Modelle, die ein Softwaresystem in Struktur, Funktion oder Verhalten abstrakt beschreiben, Seite 27
OA	Open Access, ein Initiative, Arbeiten frei zugänglich zu veröffentlichen, Seite 53

- OSI Open Source Initiative, Seite 51
- OUNL Open University der Niederlande, Seite 37
- PALO Name der Stadt El Palo, Malaga, Spanien, Seite 38
- PAS Publicly Available Specification, Seite 33
- PCO Primary Calculation Object, Primärobjekt, Seite 96
- PEL Primäre E-Learning-Leistungen, Seite 56
- PHP PHP Hypertext Preprocessor, Seite 128
- PKR Prozesskostenrechnung, Seite 83
- POP3 Post Office Protocol Version 3, Seite 28
- PPP Public-Private-Partnership, Seite 136
- PROMETEUS PROMoting Multimedia access to Education and Training in Euro-
pean Society, Seite 32
- RDF Resource Description Framework, Seite 36
- RoI Return on Investment, Seite 59
- ROI Return on Investment, Seite 80
- RTT Round-Trip Time, Seite 166
- SC36 Subcommittee 36, Seite 32
- SCORM Sharable Content Object Reference Model, Seite 36
- SED Sekundäre E-Learning Dienste, Seite 4
- SGML Standard Generalized Markup Language, Seite 28
- SMTP Simple Mail Transfer Protocol, Seite 28
- SOA Service Oriented Architecture, Seite 33
- SQL Structured Query Language, Seite 173
- S_T Selbstkosten pro Kursbesuch, Seite 77

SVG	Scalable Vector Graphics, Seite 111
SWS	Semesterwochenstunden, Seite 109
Targeteam	Targeted Reuse and Generation of Teaching Materials, Seite 38
TCO	Target Calculation Object, Seite 96
TCO	Total Cost of Ownership, Seite 59
T_k	Anzahl Kursteilnehmer, Seite 72
TML	Tutorial Markup Language, Seite 38
TVO	Total Value of Ownership/Opportunity, Seite 59
UrhG	Urheberrechtsgesetz, Seite 50
URL	Uniform Resource Locator, Seite 59
USP	Unique Selling Proposition, Seite 134
V_T	Variable Kosten pro Teilnehmer, Seite 72
W3C	World Wide Web Consortium, Seite 29
WAP	Wissenschaftlicher Arbeitsplatz, Seite 126
WWW	World Wide Web, Seite 49
wysiwyg	What you see is what you get, Seite 8
XML	Extensible Markup Language, Seite 28
XP	Extreme Programming, Seite 44

Literaturverzeichnis

- [AB00] ASH, Charlotte ; BACSICH, Paul: A New Cost Analysis Model for Networked Learning. In: *Research and Innovation in Open and Distance Learning* European Distance Education Network (EDEN), 2000
- [AC75] AHO, Alfred V. ; CORASICK, Margaret J.: Efficient String Matching: An Aid to Bibliographic Search. In: *Commun. ACM* 18 (1975), Nr. 6, S. 333–340
- [ADL05] *Sharable Content Object Reference Model (SCORM)*. Version: 2005. <http://www.adlnet.org>. – Online-Ressource
- [ADU05] *ADUni.org*. Version: Oktober 2005. <http://www.aduni.org>. – Online-Ressource
- [AH97] AMBROSY, Rainer ; HEISE, Steffen: Integrierte Kostenrechnung an der Fachhochschule Bochum. In: *Informationssysteme für das Hochschulmanagement*, 1997, S. 77–92
- [AIC05] *Aviation Industry CBT Committee*. Version: November 2005. <http://www.aicc.org>. – Online-Ressource
- [AKTZ04] ARNOLD, Patricia ; KILIAN, Lars ; THILLOSEN, Anne ; ZIMMER, Gerhard: *E-Learning. Handbuch für Hochschulen und Bildungszentren*. Nürnberg : BW Bildung und Wissen, 2004
- [Alb03] ALBRECHT, Rainer: *Die Implementierung von E-Learning an Präsenzhochschulen aus hochschuldidaktischer Perspektive*. Braunschweig, Technische Universität Braunschweig, Diss., 2003. – dissertation.de
- [Ale02] ALEXANDER NITSCHKE: *Benutzerhandbuch INZPLA-Master*. MbO Controlling-Systeme GmbH, Mai 2002. – <http://www.inzpla.de>

- [ALI05] *Advanced Learning Infrastructure Consortium*. Version: November 2005. <http://www.alic.gr.jp/eng/>. – Online-Ressource
- [All04] ALLMANN, Bernhard: *Lernen im Fernunterricht – Eine Untersuchung zur Akzeptanz von fernunterrichtsrelevanten Größen am Beispiel der Fernlehrgänge der BSA-Akademie*. Saarbrücken, Universität des Saarlandes, Diss., 2004. – URN: urn:nbn:de:bsz:291-scidok-4241
- [Alt03] ALTAIR GRID TECHNOLOGIES: *Portable Batch System*. Version: 2003. <http://www.openpbs.org/>. – Online-Ressource
- [Amb03] AMBROSY, Rainer: *Informationssysteme für das Hochschulmanagement*. Version: 2003. http://www.hochschulkurs.de/wf1_2003_ambrosy_teilasp.ppt. – Online-Ressource
- [Any05] ANYSTREAM INC.: *Apreso Classroom*. Version: September 2005. http://www.apreso.com/ac_product_overview.asp. – Online-Ressource
- [APA05] *Apache Webserver Projekt-Homepage*. Version: Dezember 2005. <http://httpd.apache.org>. – Online-Ressource
- [ARI05] *ARIADNE Foundation for the European Knowledge Pool*. Version: November 2005. <http://www.ariadne-eu.org>. – Online-Ressource
- [Aul05] AULKE, Gaylord: Comparing PHP, Java/J2EE and ASP for web application management. In: *Proceedings of Zend PHP Conference & Expo*. San Francisco, Oktober 2005. – <http://100days.de/download.php?id=i/677.pdf>
- [Aus00] AUSTRALIAN GOVERNMENT, DEPARTMENT OF EDUCATION, SCIENCE AND TRAINING (DEST): *A Study to Develop a Costing Methodology for the Australian Higher Education Sector*. Version: Mai 2000. <http://www.dest.gov.au/archive/highered/otherpub/costing/html/contents.htm>. – Online-Ressource
- [Bac05] BACSICH, Paul: *Theory of Benchmarking for e-Learning*. Version: April 2005. <http://www.cs.mdx.ac.uk/news/Benchmark-theory.pdf>. – Online-Ressource

- [Bah03] BAHLLIS, Jay: *Selecting the Right Blend of Delivery Options*. Version: 2003. <http://www.bnhexpertsoft.com/english/products/adv35/wpaper.pdf>. – Online-Ressource
- [Bau03] BAUMGARTNER, Peter: Förderprogramm Neue Medien in der Bildung, Förderschwerpunkt Hochschule / DLR Projektträger Neue Medien in der Bildung + Fachinformation. Sankt Augustin, Dezember 2003. – Bericht des Experten/innen-Teams
- [BBSS01] BACK, Andrea ; BENDEL, Oliver ; STOLLER-SCHAI, Daniel: *E-Learning im Unternehmen. Grundlagen - Strategien - Methoden - Technologien*. Zürich : Orell Füssli, 2001
- [BD05] BORN, Achim ; DIERCKS, Jürgen: Definitionsfrage – BPM: Zukunftsfähig mit flexiblen Abläufen. In: *IX Magazin für professionelle Informationstechnik* (2005), Nr. 12, S. 110–119
- [BDGM95] BRIN, Sergey ; DAVIS, James ; GARCIA-MOLINA, Hector: Copy Detection Mechanisms for Digital Documents. In: *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*. San Jose, Mai 1995
- [Bec03] BECK, Kent: *Extreme Programming. Das Manifest*. München : Addison-Wesley, 2003
- [BFG⁺05] BERGHOFF, Sonja ; FEDERKEIL, Gero ; GIEBISCH, Petra ; HACHMEISTER, Cort-Denis ; MÜLLER-BÖLING, Detlef: Das CHE ForschungsRanking deutscher Universitäten 2005 / Centrum für Hochschulentwicklung (CHE). 2005 (70). – Arbeitspapier
- [BH00] BENDEL, Oliver ; HAUSKE, Stefanie: *E-Learning: Das Wörterbuch*. Sauerländer Aarau, 2000
- [Böh02] BÖHM, Hans-Hermann: *Prozesskostenrechnung (Activity Based Costing - ABC)*. Version: November 2002. <http://home.t-online.de/home/hhboehm/prozkore.htm>. – Online-Ressource
- [BHW05] BOHL, Oliver ; HÖFER, Andreas ; WINAND, Udo: Nachhaltige Geschäftsmodelle für e-Bildungsdienstleister aus deutschen Hochschulen. In: BREITNER, Michael H. (Hrsg.) ; HOPPE, Gabriela (Hrsg.): *E-Learning – Einsatzkonzepte und Geschäftsmodelle*. Heidelberg : Physica, März 2005

- [Bia06] BIADALA, Magdalena: *Elektronische Veranstaltungsevaluationsverfahren an deutschen Hochschulen*. März 2006. – Studienarbeit
- [BKN⁺01] BAUMERT, J. (Hrsg.) ; KLIEME, E. (Hrsg.) ; NEUBRAND, M. (Hrsg.) ; PRENZEL, M. (Hrsg.) ; SCHIEFELE, U. (Hrsg.) ; SCHNEIDER, W. (Hrsg.) ; STANAT, P. (Hrsg.) ; TILLMANN, K.-J. (Hrsg.) ; WEISS, M. (Hrsg.): *PISA 2000*. Obladen : Leske + Budrich, 2001
- [Blo06] BLOOMFIELD, Louis A.: *Software to detect plagiarism: WCopyfind*. Version: März 2006. <http://plagiarism.phys.virginia.edu/Wsoftware.html>. – Online-Ressource
- [BMB05] *Internet Portal zur BMBF-Förderung „Neue Medien in der Bildung“ - eLearning-Dienste für die Wissenschaft*. Version: Oktober 2005. <http://www.medien-bildung.net/>. – Online-Ressource
- [Boe87] BOEHM, Barry W.: *Wirtschaftliche Software-Produktion*. Wiesbaden : Forkel, 1987 (Integrierte Datenverarbeitung in der Praxis, Bd. 37)
- [Boe04] BOETTCHE, Judith V.: *How Much Does It Cost to Develop a Distance Learning Course? It All Depends...* Version: Juli 2004. <http://www.designingforlearning.info/services/writing/dlmay.htm>. – Online-Ressource
- [Bor03] BORN, Achim: RoI und TCO: Anspruch und Realität. In: *IX Magazin für professionelle Informationstechnik* (2003), Nr. 10, S. 109–111
- [BP04] BAUMGARTNER, Peter ; PREUSSLER, Annabell: Der MEDIDA-PRIX im Spiegel der Community – „Wir wären nicht hier, wo wir jetzt sind!“. In: *Der MEDIDA-PRIX, Nachhaltigkeit durch Wettbewerb*. Münster, Berlin, München, New York : Waxmann, 2004 (Medien in der Wissenschaft, Bd. 31)
- [Bra00] BRAKE, Christoph: *Politikfeld Multimedia – Multimediale Lehre im Netz der Restriktionen*. Münster, Berlin, München, New York : Waxmann, 2000
- [Bra04] BRAKE, Christoph: Perspektiven des MEDIDA-PRIX – Projektförderung und Hochschulentwicklung. In: *Der MEDIDA-PRIX, Nachhaltigkeit durch Wettbewerb*. Münster, Berlin, München, New York : Waxmann, 2004 (Medien in der Wissenschaft, Bd. 31)

- [Bre03] BREMER, Claudia: e-Learning Szenarien: Handlungsansätze für Politik und Hochschule. Melbourne, 2003 (Vol 7, No. 3). – Global Journal of Engineering Education. – Published in Australia
- [BTW04] BRAKE, Christoph (Hrsg.) ; TOPPER, Monika (Hrsg.) ; WEDEKIND, Joachim (Hrsg.): *Der MEDIDA-PRIX, Nachhaltigkeit durch Wettbewerb*. Münster, Berlin, München, New York : Waxmann, 2004 (Medien in der Wissenschaft, Bd. 31)
- [BUC05] *Buchstabenhäufigkeit der Deutschen Sprache*. Version: September 2005. <http://de.wikipedia.org/wiki/Buchstabenhäufigkeit>. – Online-Ressource
- [Bun02] BUNDESKANZLERAMT: *Pressemitteilung Nr. 424*. Version: August 2002. <http://www.bundeskanzler.de/Pressemitteilungen-7717.78664/a.htm?printView=y>. – Online-Ressource
- [Bun04a] BUNDESAGENTUR FÜR ARBEIT: *Bericht über das vierte Quartal und das Geschäftsjahr 2004*. 12 2004
- [Bun04b] BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG: *Kursbuch eLearning 2004*. Version: Januar 2004. http://www.bmbf.bund.de/_media/press/akt_20040127-010.pdf. Pressemitteilung am 27.01.2004. – Online-Ressource
- [Bun04c] BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG: *Richtlinien über die Förderung der Entwicklung und Erprobung von Maßnahmen der Strukturentwicklung zur Etablierung von eLearning in der Hochschullehre im Rahmen des Förderschwerpunkts „Neue Medien in der Bildung“*. Version: Juni 2004. <http://www.medien-bildung.net/pdf/eLearning.pdf>. – Online-Ressource
- [Car13] CARLOWITZ, Hannß C.: *Syluicultura Oeconomica – Anweisung zur Wilden Baum-Zucht*. Leipzig, 1713. – (Reprint: TU Bergakademie Freiberg, Akademische Buchhandlung Freiberg 2000)
- [CC005] *Creative Commons (CC)*. Version: Oktober 2005. <http://creativecommons.org>. – Online-Ressource
- [CEN05] CEN/ISSS: *Learning Technologies Workshop*. Version: November 2005. <http://www.cenorm.be/cenorm/businessdomains/>

- businessdomains/iss/activity/wslt.asp. – Online-Ressource
- [Cey98] CEYNOWA, Klaus: Von der Kostenverwaltung zum Kostenmanagement – Überlegungen zum Steuerungspotential einer Kostenrechnung für Hochschulbibliotheken. In: *Bibliotheksdienst* (1998), Nr. 32, S. 263–287
- [CK05] COLLBERG, Christian ; KOBOUROV, Stephen: Self-plagiarism in computer science. In: *Communications of the ACM* 48 (2005), April, Nr. 4
- [CKLG04] CHOI, Andrew ; KUMAR, Vive ; LIOU, Warren ; GROENEBOER, Chris: An Integrated Cost Model for Blended Learning Environments. In: *Educational Multimedia and Hypermedia*. Lugano, Switzerland, Juni 2004
- [Clo01] CLOUGH, Paul D.: *Measuring Text Reuse and Document Derivation*, University of Sheffield, Department of Computer Science, Diplomarbeit, 2001
- [CMO72] COHEN, Michael D. ; MARCH, J. G. ; OLSEN, J. P.: A Garbage Can Model of Organizational Choice. In: *Administrative Science Quarterly* (1972), März, Nr. 17, 1, S. 1–25
- [CNX05] Rice University: *Connexions. Sharing knowledge and building communities*. <http://cnx.rice.edu>. Version: Oktober 2005
- [COL03] THE COMMONWEALTH OF LEARNING (Hrsg.): *Analysing Cost/Benefits for Distance Education Programms*. Version: Mai 2003. http://www.col.org/Knowledge/ks_costs.htm. – Online-Ressource
- [COP05] *CopyCatch Gold*. Version: Februar 2005. <http://www.copycatchgold.com/>. CFL Software Development. – Online-Ressource
- [COS03] COSTER: *Production costs of an educational multimedia application*. Version: Dezember 2003. <http://www.atit.be/files/coster/coster.htm>. – Online-Ressource
- [CSZL05] CHEN, Mo ; SUN, Jian-Tao ; ZENG, Hua-Jun ; LAM, Kwok-Yan: A practical system of keyphrase extraction for web pages. In: *CIKM '05: Proceedings of the 14th ACM international conference on Information and knowledge management*, 2005, S. 277–278

- [Dav03] DAVID P. ANDERSON: *Berkeley Open Infrastructure for Network Computing (BOINC)*. Version: 2003. <http://boinc.berkeley.edu/>. – Online-Ressource
- [DB04] DITTRICH, Jörg ; BRAUN, Marc: *Business Process Outsourcing*. Stuttgart : Schäffer-Poeschel, 2004
- [DC03] DOHMEN, Dieter (Hrsg.) ; CLEUVERS, Birgitt A. (Hrsg.): *Finanzierung von Weiterbildung und lebenslangem Lernen*. Bertelsmann, 2003 (Schriften zur Bildungs- und Sozialökonomie, Band 2)
- [DCM04] *Dublin Core Metadata Initiative*. Version: November 2004. <http://dublincore.org/>. – Online-Ressource
- [DCM05] DCMI: *DCMI Metadata Terms*. Version: Januar 2005. <http://dublincore.org/documents/dcmi-terms/>. – Online-Ressource
- [Dem05] DEMUNTER, Christophe: *Die digitale Kluft in Europa*. Version: Oktober 2005. http://epp.eurostat.cec.eu.int/cache/ITY_OFFPUB/KS-NP-05-038/DE/KS-NP-05-038-DE.PDF. – Online-Ressource. – Europäische Gemeinschaften Eurostat: Gemeinschaftserhebung über den IKT-Einsatz durch Haushalte und Einzelpersonen
- [DES05] *Statistisches Bundesamt Deutschland*. Version: November 2005. <http://destatis.de/>. – Online-Ressource
- [DET01] *Activity Based Costing – A Study to develop a costing methodology for Library and Information Technology Activities for the Australian Higher Education Sector*. Australian Government, Department of Education, Training and Youth Affairs (DETYA), 2001
- [Deu99] DEUTSCHE BUNDESREGIERUNG: *Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung*. (1999). – http://www.bundesregierung.de/Anlage587386/pdf_datei.pdf
- [Dey96] DEYHLE, A.: *Begriffe des Controllings*. In: *controller magazin* (1996), Nr. 1
- [Dim04] DIMPEL, Friedrich Michael: *Computergestützte textstatistische Untersuchungen*. Tübingen, Universität Tübingen, Diss., 2004

- [DIN04] DIN E.V. (Hrsg.): *Aus- und Weiterbildung unter Berücksichtigung von E-Learning (PAS 1032-1)*. Bd. Teil 1: Referenzmodell für Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung – Planung, Entwicklung, Durchführung und Evaluation von Bildungsprozessen und Bildungsangeboten. Berlin : Beuth, 2004
- [DM03] DOHMEN, Dieter (Hrsg.) ; MICHEL, Lutz P. (Hrsg.): *Marktpotenziale und Geschäftsmodelle für eLearning-Angebote deutscher Hochschulen*. Bielefeld : Bertelsmann, 2003 (Schriften zur Bildungs- und Sozialökonomie, Band 4)
- [DMPS99] DONATH, Peter ; MOLTRECHT, Martin ; PICHT, Jochen ; SEIDEL, Thomas: *Prozessorientiertes Management mit SAP/R3*. München, Wien : Hanser, 1999
- [DN02] DEML, Armin ; NOLL, Jan-Oliver: Web Based Training - Fallstudie Infineon. In: KÖLLINGER, Ph. (Hrsg.): *E-Learning in deutschen Unternehmen*. Düsseldorf : Symposion Publishing, 2002
- [DOC06] *Docoloc SOAP Webservice API*. Version: 2006. <http://www.docoloc.de/api/DocolocAPI.wsdl>. – Online-Ressource
- [DOM00] *Document Object Model (DOM) Level 2 Core Specification*. Version: November 2000. <http://www.w3.org/TR/2000/REC-DOM-Level-2-Core-20001113/>. W3C. – Online-Ressource
- [DOP06] *Doppik - Modellprojekte und aktueller Reformstand: Deutschland*. Version: Februar 2006. <http://www.doppik.de>. arf Gesellschaft für Organisationsentwicklung mbH. – Online-Ressource
- [Dot04] DOTTER, Franz: Der MEDIDA-PRIX aus Gutachtersicht. In: *Der MEDIDA-PRIX, Nachhaltigkeit durch Wettbewerb*. Münster, Berlin, München, New York : Waxmann, 2004 (Medien in der Wissenschaft, Bd. 31)
- [DS03] In: DOHMEN, Dieter ; SIMONS, Susanne: *Marktpotenziale und Geschäftsmodelle für eLearning-Angebote deutscher Hochschulen*. Bielefeld : Bertelsmann, 2003 (Schriften zur Bildungs- und Sozialökonomie, Band 4), S. 145–206
- [DSW02] Ergebnisse der 16. Sozialerhebung des Deutschen Studentenwerks (DSW), durchgeführt von HIS Hochschul-Informationen-System GmbH. In: *Computernutzung und Neue Medien im Studium*. Bonn : Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2002

- [Dur06] DURANTAYE, Katharina de la: Ruhm und Ehre. Der Schutz literarischer Urheberschaft im Rom der klassischen Antike. In: *Erste europäische Internetzeitschrift für Rechtsgeschichte* (2006), April. – <http://www.forhistiur.de/zitat/0604deladurantaye.htm>
- [Duv04] DUVAL, Eric: Learning Technology Standardization: Making Sense of it All. In: *Computer Science and Information Systems* 1 (2004), Februar, Nr. 1. – <http://www.comsis.fon.bg.ac.yu/ComSISpdf/Volume01/InvitedPapers/ErikDuval.pdf>
- [Duv05] DUVAL, Eric: Beyond Metadata. In: *DeLFI 2005: Die 3. e-Learning Fachtagung Informatik*. Rostock, Germany, September 2005 (Lectures Notes in Informatics (LNI))
- [ECM99] ECMAScript Language Specification / ECMA Standardizing Information and Communication Systems. Version: Dezember 1999. <http://www.ecma-international.org/publications/files/ecma-st/ECMA-262.pdf> (3). – Standard ECMA-262. – Online-Ressource
- [EGHJ03a] EHLERS, Ulf-Daniel ; GERTEIS, Wolfgang ; HOLMER, Torsten ; JUNG, Helmut W.: 10 Thesen zur zukünftigen Entwicklung von E-Learning-Services, Beachtung wirtschaftlicher und gesellschaftspolitischer Rahmenbedingungen. In: EHLERS, Ulf-Daniel (Hrsg.) ; GERTEIS, Wolfgang (Hrsg.) ; HOLMER, Torsten (Hrsg.) ; JUNG, Helmut W. (Hrsg.): *E-Learning-Services im Spannungsfeld von Pädagogik, Ökonomie und Technologie*. Bielefeld : W. Bertelsmann, 2003
- [EGHJ03b] EHLERS, Ulf-Daniel (Hrsg.) ; GERTEIS, Wolfgang (Hrsg.) ; HOLMER, Torsten (Hrsg.) ; JUNG, Helmut W. (Hrsg.): *E-Learning-Services im Spannungsfeld von Pädagogik, Ökonomie und Technologie*. 1. W. Bertelsmann-Verlag, 2003
- [Ehl02] EHLERS, Ulf: Qualität beim eLearning. Der Lernende als Grundkategorie der Qualitätssicherung. In: NEUSS, Norbert (Hrsg.): *Lernsoftware – Qualitätsmaßstäbe, Angebot, Nutzung und Evaluation*. Deutsche Gesellschaft für Erziehungswissenschaft. Medienpaed.com - Onlinezeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 2002

- [Ehl04] EHLERS, Ulf-Daniel: *Qualität im E-Learning aus Lernalternsicht. Grundlagen, Empirie und Modellkonzeption subjektiver Qualität*. Wiesbaden, Universität Bielefeld, Diss., 2004
- [EHM⁺82] EICHER, J.-C. ; HAWRIDGE, D. ; MCANANY, E. ; MARIET, F. ; ORIVEL, F.: *The Economics of New Educational Media*. Bd. 3: *Cost and effectiveness overview and synthesis*. Paris : The Unesco Press, 1982
- [ELA06] *E-Learning Academic Network*. Version: 2006. <http://www.elan-niedersachsen.de/>. – Online-Ressource
- [ELE05] *The European Learning Grid Infrastructure Project*. Version: November 2005. <http://www.elegi.org>. – Online-Ressource
- [ELF05] *E-Learning Framework*. Version: November 2005. <http://www.elig.org/>. – Online-Ressource
- [ELI05] *The European eLearning Industry Group*. Version: November 2005. <http://www.elig.org/>. International Co-operation Europe Ltd. – ICEL. – Online-Ressource
- [ELP04] *Roundtable: Kritische Erfolgsfaktoren*. Version: Juni 2004. <http://www.e-learning-presseclub.de/hagen2004/>. – Online-Ressource
- [EPH06] *Ephorus*. Version: April 2006. <http://www.ephorus.nl/>. Ephorus B.V., The Netherlands. – Online-Ressource
- [ES05] EHLERS, Ulf-Daniel (Hrsg.) ; SCHENKEL, Peter (Hrsg.): *Bildungscontrolling im E-Learning – Erfolgreiche Strategien und Erfahrungen jenseits des ROI*. Heidelberg : Springer, 2005
- [ESM05] *European Benchmarking Programme on University Management*. Version: November 2005. <http://www.esmu.be/>. European Centre for Strategic Management of Universities. – Online-Ressource
- [Eul01] EULER, Dieter: Selbstgesteuertes Lernen mit Multimedia und Telekommunikation gestalten. In: HOHENSTEIN, Andreas (Hrsg.) ; WILBERS, Karl (Hrsg.): *Handbuch eLearning: Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis*. Köln : Deutscher Wirtschaftsdienst, 2001
- [EUR05] *Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften*. Version: November 2005. <http://epp.eurostat.cec.eu.int/>. – Online-Ressource

- [EVA05] *Evaluation im Bereich digitaler Medien.* Version: Februar 2005. <http://www.evaluiieren.de>. – Online-Ressource
- [EVE06] *EVE 2.5 – Essay Verification Engine.* Version: April 2006. <http://www.canexus.com/eve/index.shtml>. CaNexus Inc.. – Online-Ressource
- [FB96] FREED, N. ; BORENSTEIN, N.: Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME) / Internet Engineering Task Force (IETF). 1996 (2046). – RFC
- [FC87] FALOUTSOS, Christos ; CHRISTODOULAKIS, Stavros: Description and Performance Analysis of Signature File Methods for Office Filing. In: *ACM Trans. Inf. Syst.* 5 (1987), Nr. 3, S. 237–257
- [Fei02] FEIGE, Wolfgang: Balanced Scorecard im Bildungswesen. In: *Personalwirtschaft* (2002), Nr. 7, S. 30–33
- [Fer03] FERBER, Reginald: *Information Retrieval. Suchmodelle und Data-Mining-Verfahren für Textsammlungen und das Web.* Dpunkt, 2003
- [FG02a] FISCHER, Joachim ; GÜSSOW-GRUBE, Anke: Flexibilisierung von ERP-Systemen als Aufgabe des Wissensmanagements - illustriert an Mitarbeiter-Qualifikationsprofilen in SAP R/3 HR. In: *Wissensmanagement - Strategien, Prozesse, Communities.* Oldenburg, Juni 2002 (3. Oldenburger Fachtagung Wissensmanagement). – <http://winfol-www.uni-paderborn.de/organisation/personen/fischer/Flexibilisierung.pdf>
- [FG02b] FUHLROTT, Antje ; GARBE, Detlef: Total Cost of Ownership - Ein Kernthema für die vernetzte Schule. In: VORNDRAN, Oliver (Hrsg.) ; ZOTTA, Franco (Hrsg.): *Regionale IT-Planung für Schulen*, Bertelsmann Stiftung, November 2002 (Materialien zur Entscheiderberatung)
- [FGM⁺99] FIELDING, R. ; GETTYS, J. ; MOGUL, J. ; FRYSTYK, H. ; MASINTER, L. ; LEACH, P. ; BERNERS-LEE, T.: Hypertext Transfer Protocol – HTTP / Internet Engineering Task Force (IETF). 1999 (2616). – RFC. <http://citeseer.ist.psu.edu/article/fielding97hypertext.html>
- [FIR05] *Firebird RDBM System.* Version: 2005. <http://www.firebirdsql.org>. – Online-Ressource
- [Fre02] FREUND, Robert: *Mass Customization in der Beruflichen Weiterbildung.* Version: November 2002. <http://www.personalisiertes-lernen.de>. – Online-Ressource

- [FS91] FERSTL, Otto K. ; SINZ, Elmar J.: Ein Vorgehensmodell zur Objektmodellierung betrieblicher Informationssysteme im Semantischen Objektmodell (SOM). In: *Wirtschaftsinformatik* (1991), Dezember, Nr. 33, Heft 6, S. 477–491
- [FS98] FINKEISSEN, Alexander ; SCHWEIKERT, Rainer: Prozessmanager 3 - Softwareunterstützung beim Prozeßkostenmanagement. In: HORVÁTH & PARTNER GMBH (Hrsg.): *Prozeßkostenmanagement*. 2. München : Vahlen, 1998
- [FTZ04] FANG, Hui ; TAO, Tao ; ZHAI, ChengXiang: A formal study of information retrieval heuristics. In: *SIGIR '04: Proceedings of the 27th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, ACM Press, 2004, S. 49–56
- [Fur06] FUREDI, Frank: What's wrong with cheats. In: *The Guardian* (2006), März. – <http://www.guardian.co.uk/comment/story/0,,1740912,00.html>
- [GA03] GARBISU, Carlos ; ALKORTA, Itziar: Plagiarism or Plain Survival? In: *The Scientist* 17 (2003), Dezember, Nr. 23, S. 10
- [Gar04] GARSHOL, Lars M.: Metadata? Thesauri? Taxonomies? Topic maps! Making sense of it all. In: *Journal of Information Science* 30 (2004), Nr. 4, S. 378–391
- [Gar05] GARRETT, Jesse J.: Ajax: A New Approach to Web Applications. In: *Adaptive Path* (2005), Februar. – <http://www.adaptivepath.com/publications/essays/archives/000385.php>
- [GF04] GUTBROD, Martin ; FISCHER, Stefan: Ein Referenzmodell zur Bildungskostenrechnung. In: *Delfi 2004: Die 2. e-Learning Fachtagung Informatik*, Gesellschaft für Informatik, September 2004 (Lecture Notes in Informatics, P-52)
- [GJ03] GUTBROD, Martin ; JUNG, Helmut: Revenue Management Betrachtung. In: EHLERS, Ulf-Daniel (Hrsg.) ; GERTEIS, Wolfgang (Hrsg.) ; HOLMER, Torsten (Hrsg.) ; JUNG, Helmut W. (Hrsg.): *E-Learning-Services im Spannungsfeld von Pädagogik, Ökonomie und Technologie*. Bielefeld : W. Bertelsmann, 2003
- [GJF03a] GUTBROD, Martin ; JUNG, Helmut W. ; FISCHER, Stefan: Cost Management in Distributed Educational Environments. In: *Online EDUCA 2003*. Berlin, 2003. – International pre-conference workshop

- [GJF03b] GUTBROD, Martin ; JUNG, Helmut W. ; FISCHER, Stefan: Grundlagen eines Kalkulationsmodelles für Blended Learning Kurse. In: *DeLFI 2003: Die 1. e-Learning Fachtagung Informatik*. Garching b. München, Germany, September 2003 (Lectures Notes in Informatics (LNI)), S. 250–259
- [GJFJ05] GUTBROD, M. ; JÜRGENS, B. ; FISCHER, S. ; JUNG, H. W.: Nachhaltige Finanzierung von privatwirtschaftlichen E-Learning Leistungen an Universitäten. In: BREITNER, Michael H. (Hrsg.) ; HOPPE, Gabriela (Hrsg.): *E-Learning – Einsatzkonzepte und Geschäftsmodelle*. Heidelberg : Physica, März 2005
- [GKS⁺00] GEDIGA, G. ; KANNEN, K. von ; SCHNIEDER, F. ; KÖHNE, S. ; LUCK, H. ; SCHNEIDER, B.: *K.I.E.L.: Ein Kommunikationsinstrument für die Evaluation von Lehrveranstaltungen*. Bangor, Bissendorf : Methodos, 2000
- [GN05] GRUNER, Stefan ; NAVEN, Stuart: Tool support for plagiarism detection in text documents. In: *SAC '05: Proceedings of the 2005 ACM symposium on Applied computing*, 2005, S. 776–781
- [Goo05] GOOGLE INC.: *WSDL description of the Google Web APIs*. Version: August 2005. <http://api.google.com/GoogleSearch.wsdl>. – Online-Ressource
- [Gri04] GRIMES, Paul W.: Dishonesty in Academics and Business: A Cross-Cultural Evaluation of Student Attitudes. In: *Journal of Business Ethics* (2004), Nr. 49, S. 273–290
- [Gua04] GUANGZUO, Cui: OntoEdu: Ontology-based Education Grid System for e-Learning. In: *GCCCE2004 International Conference Proceedings*. Hong Kong, Mai 2004
- [Gut05a] GUTBROD, Martin: *Docoloc- Prüfauftrag*. Version: 2005. <http://www.docoloc.de/plagiat.hhtml>. – Online-Ressource
- [Gut05b] GUTBROD, Martin: *Popollog*. Version: November 2005. <http://www.popollog.de>. – Online-Ressource
- [GWF05a] GUTBROD, Martin ; WERNER, Christian ; FISCHER, Stefan: Mehr Flexibilität bei Rapid E-Learning – Plattformunabhängige Repräsentation aller Kursdaten. In: *DeLFI 2005: Die 3. e-Learning Fachtagung Informatik*. Rostock, Germany, September 2005 (Lectures Notes in Informatics (LNI))

- [GWF05b] GUTBROD, Martin ; WERNER, Christian ; FISCHER, Stefan: Time-based Content Marks for Fine-Grained Navigation in Educational Content. In: *Proceeding International Conference e-Society*. Malta, Juli 2005 (IADIS e-Society). – Paper awarded with Outstanding Paper Award
- [Hag01] HAGENHOFF, Svenja: *Universitäre Bildungs Kooperationen: Gestaltungsvarianten für Geschäftsmodelle*. Göttingen, Universität Göttingen, Diss., 2001
- [HK83] HERBERT KUBICEK, A. K.: *Organsiation*. Berlin : de Gruyter, 1983
- [HK05] HOEREN, Thomas ; KÖCHER, Jan K.: Der Wissenschaftler als Autor – Überlegungen zum Referentenentwurf für ein Zweites Gesetz zur Regelung des Urheberrechts in der Informationsgesellschaft. In: SIEBER, Ulrich (Hrsg.) ; HOEREN, Thomas (Hrsg.): *Urheberrecht für Bildung und Wissenschaft*. Bonn : Hochschulrektorenkonferenz, Februar 2005. – Beiträge zur Hochschulpolitik
- [HLZ01] HASEWINKEL, Volker ; LEMCKE, Holger ; ZWICKER, Eckart: Qualifizierungsinvestitionen durch Bildungscontrolling optimieren. In: *Die Bank* (2001), Nr. 12, S. 880–886
- [HM90] HUMMEL, Siegfried ; MÄNNEL, Wolfgang: *Kostenrechnung, Grundlagen, Aufbau und Anwendungen*. 4. Wiesbaden : Gabler, 1990 (Kostenrechnung, 2 Bde., Bd.1)
- [HM99] HELD, Wilhelm ; MÜNCH, J.W.: HRZ und IT-Outsourcing. In: *Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation*. München : K.G. Saur, 1999
- [Hol94] HOLMES, David: Authorship Attribution. In: *Computers and the Humanities* Bd. 28, 1994, S. 87–106
- [Hop04] HOPPE, Gabriela: *Entwicklung strategischer Einsatzkonzepte für E-Learning in Hochschulen*. Hannover, Universität Hannover, Diss., 2004
- [Hop05] HOPPE, Gabriela: Organisatorische Verankerung von E-Learning in Hochschulen. In: TAVANGARIAN, Djamshid (Hrsg.) ; NÖLTING, Kristin (Hrsg.): *Auf zu Neuen Ufern! E-Learning heute und morgen*. Münster, Berlin, München, New York : Waxmann, 2005 (Medien in der Wissenschaft, Bd. 34)
- [Hor02a] HORVÁTH & PARTNER GMBH: *PROZESSMANAGER 4.5*, Juli 2002. – <http://www.prozessmanager.de/>

- [Hor02b] HORVÁTH, Péter: *Controlling*. 8. München : Vahlen, 2002 (Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften)
- [Hor05] HORN, Janine: Rechtsfragen beim Einsatz neuer Medien in der Hochschule. In: TAVANGARIAN, Djamshid (Hrsg.) ; NÖLTING, Kristin (Hrsg.): *Auf zu Neuen Ufern! E-Learning heute und morgen*. Münster, Berlin, München, New York : Waxmann, 2005 (Medien in der Wissenschaft, Bd. 34)
- [HT04] HOHENSTEIN, Andreas ; TENBUSCH, Burkhard: E-Learning-Strategie entwickeln. In: HOHENSTEIN, Andreas (Hrsg.) ; WILBERS, Karl (Hrsg.): *Handbuch eLearning: Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis*. Köln : Deutscher Wirtschaftsdienst, 2004
- [Hul96] HULL, David A.: Stemming Algorithms: A Case Study for Detailed Evaluation. In: *Journal of the American Society of Information Science* 47 (1996), Nr. 1, S. 70–84
- [Hum01] HUMMEL, Thomas R.: *Erfolgreiches Bildungscontrolling*. Sauer, 2001
- [HZ03] HOAD, Timothy C. ; ZOBEL, Justin: Methods for Identifying Versioned and Plagiarized Documents. In: *Journal of the American Society of Information Science and Technology* 54 (2003), S. 203–215
- [IAF06] *The International Association of Forensic Linguists*. Version: März 2006. <http://web.bham.ac.uk/forensic/IAFL/index.html>. IAFL. – Online-Ressource
- [IEE02] IEEE LTSC: *IEEE Standard for Learning Object Metadata (LOM)*. Version: 2002. <http://ltsc.ieee.org/wg12/par1484-12-1.html>. – Online-Ressource
- [IEE04] IEEE LTSC: *ECMAScript Application Programming Interface for Content to Runtime Services Communication*, 2004. – IEEE Standard No.: 1484.11.2-2003
- [IEE05] IEEE LTSC: *IEEE Learning Technology Standards Committee*. Version: November 2005. <http://ieeeltsc.org/>. – Online-Ressource
- [IMS03] IMS GLC: *IMS Question & Test Interoperability Specification*. Version: März 2003. <http://www.imsglobal.org/question/>. – Online-Ressource

- [IMS05a] IMS GLC: *IMS Global Learning Consortium*. Version: November 2005. <http://www.imsglobal.org/>. – Online-Ressource
- [IMS05b] IMS GLC: *Learning Resource Meta-data Specification*. Version: November 2005. <http://www.imsglobal.org/metadata/>. – Online-Ressource
- [Inc05] INC., Macromedia: *Macromedia Breeze*. Version: August 2005. <http://www.macromedia.com/software/breeze/>. – Online-Ressource
- [INF04] *IEEE Infocom 2004 Technical Program*. Version: September 2004. <http://www.ieee-infocom.org/2004/technicalprogram.htm>. – Online-Ressource
- [INF06] *IEEE Infocom 2006*. Version: April 2006. <http://www.ieee-infocom.org/2006/>. – Online-Ressource
- [Int97] INTERNATIONAL DATA CORPORATION: *Understanding the Total Cost and Value of Integrating Technology in Schools*. Version: 1997. <http://www.hubster.com/apple/whymac/idc-tco-white-paper.pdf>. – Online-Ressource
- [ISO03] ISO TC 46/SC 4 N515: *ISO Standard 15836:2003*. Version: Februar 2003. <http://www.niso.org/international/SC4/n515.pdf>. – Online-Ressource
- [JTC05] *ISO/IEC JTC1 SC36*. Version: November 2005. <http://jtc1sc36.org>. – Online-Ressource
- [Jun05] JUNG, Helmut W.: *Qualitätsorientierte Integration technischer, pädagogisch-didaktischer und ökonomischer Systemkomponenten zur nachhaltigen Implementierung technologiegestützter Bildungsservices*. Braunschweig, Technische Universität Braunschweig, Diss., 2005. – URN: urn:nbn:de:gbv:084-6846
- [Kag91] KAGERMANN, Henning: Realisierung prozeßorientierter Kostenrechnungssysteme mit SAP/RK - gegenwärtiger Stand und Entwicklungstendenzen. In: HORVÁTH & PARTNER GMBH (Hrsg.): *IFUA*. 1991
- [KB01] KOTLER, Philip ; BLIEMEL, Friedhelm: *Marketing-Management*. 10. Stuttgart : Schäfer-Poeschel, 2001

- [KBFW04] KUBICEK, Herbert ; BREITER, Andreas ; FISCHER, Arne ; WIEDWALD, Christian: *Organisatorische Einbettung von E-Learning an deutschen Hochschulen*. Version: Mai 2004. http://www.ifib.de/publikationsdateien/MMKH_Endbericht_2004-05-26.pdf. – Online-Ressource
- [Ker01] KERRES, Michael: Neue Medien in der Lehre: Von der Projektförderung zur systematischen Integration. In: *Das Hochschulwesen. Forum für Hochschulforschung, -praxis und -politik*. 49. Luchterhand, 2001, S. 38–44
- [KFMT96] *Kapitel Probleme bei der externen Evaluation wissenschaftlicher Studiengänge*. In: KIESER, Alfred ; FRESE, Erich ; MÜLLER-BÖLING, Detlef ; THOM, Norbert: *ZfB-Ergänzungsheft*. Bd. 1: *Betriebswirtschaftslehre und der Standort Deutschland*. 1996, S. 69–93
- [KHP⁺01] KIRN, Stefan ; HEINE, Christian ; PETSCH, Mathias ; PUPPE, Frank ; KLÜGL, Franziska ; HERRLER, Rainer: Prozessorientierte Modellierung/Nachkalkulation einer Fallpauschale zur Entwicklung realitätsnaher Anwendungsszenarien. In: HERZOG, Otthein (Hrsg.) ; TIMM, Ingo J. (Hrsg.): *Tagungsband zum 3. Kolloquium des DFG-Schwerpunktprogramms „Intelligente Softwareagenten und betriebswirtschaftliche Anwendungsszenarien“*. Hameln : Technologie-Zentrum Informatik (TZI) der Universität Bremen, Mai 2001 (TZI-Bericht Nr. 23)
- [KIE04] *Lehrevaluationsverfahren KIEL*. Version: April 2004. <http://www.psych.uni-osnabrueck.de/~kiel/>. – Online-Ressource
- [Kir59] KIRKPATRICK, Donald: Four-level training evaluation model. In: *US Training and Development Journal* (1959)
- [Kli04] KLINK, Stefan: *IQForCE – Intelligent Query (Re-)Formulation with Concept-based Expansion*. Trier, Universität Trier, Diss., 2004
- [KMH02] KRUPPA, Katja ; MANDL, Heinz ; HENSE, Jan: Nachhaltigkeit von Modellversuchsprogrammen am Beispiel des BLK-Programms SEMIK / Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie. 2002 (150). – Forschungsbericht
- [Knu84] KNUTH, Donald E.: *The TeXbook*. American Mathematical Society and Addison-Wesley, 1984

- [Kop02] KOPKA, Helmut: *LeTeX*. 3., überarbeitete Auflage. Addison-Wesley, 2002 (Band 1-3)
- [KPC⁺04] KEENOY, Kevin ; POULOVASSILIS, Alexandra ; CHRISTOPHIDES, Vassilis ; RIGAUX, Philippe ; PAPAMARKOS, George ; MAGKANARAKI, Aimilia ; STRATAKIS, Miltos ; SPYRATOS, Nicolas ; WOOD, Peter: Personalisation Services for Self E-learning Networks. In: *Web Engineering: 4th International Conference, ICWE 2004*. München : Springer, Juli 2004 (Lecture Notes in Computer Science, Volume 3140)
- [Kre04] KREUTZER, Till: *Bremer Lizenz für freie Softwarebibliotheken*. Version:2004. http://www.osci.de/bibliothek/bremer_lizenz.pdf. – Online-Ressource
- [Kro00] KROMREY, Helmut: Qualität und Evaluation im System Hochschule. In: STOCKMANN, Reinhard (Hrsg.): *Evaluationsforschung. Grundlagen und ausgewählte Forschungsfelder*. Opladen : Leske+Budrich, 2000
- [KS98] KAGERMANN, Henning ; STUCKERT, Harald: Prozeßkostenrechnung mit SAP R/3. In: HORVÁTH & PARTNER GMBH (Hrsg.): *Prozeßkostenmanagement*. 2. München : Vahlen, 1998
- [KT05] KOPER, Rob (Hrsg.) ; TATTERSALL, Colin (Hrsg.): *Learning Design, A Handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training*. Berlin : Springer, 2005
- [KW04] KLEIMANN, Bernd ; WANNEMACHER, Klaus: *E-Learning an deutschen Hochschulen. Von der Projektentwicklung zur nachhaltigen Implementierung*. Band 165. Hannover : HIS Hochschul-Informationen-System GmbH, 2004 (HIS-Hochschulplanung)
- [KW05] KLEIMANN, Bernd ; WANNEMACHER, Klaus: E-Learning Geschäftsmodelle für Hochschulen. In: BREITNER, Michael H. (Hrsg.) ; HOPPE, Gabriela (Hrsg.): *E-Learning – Einsatzkonzepte und Geschäftsmodelle*. Heidelberg : Physica, März 2005
- [LB04] LEIKEP, Sabine ; BIEBER, Klaus: *Der Weg – Effizienz im Büro mit Kaizen-Methoden*. Norderstedt : BoD, 2004
- [LEC05] *Imc Lecturnity*. Version: November 2005. <http://www.im-c.de/lecturnity/deutsch/index.htm>. – Online-Ressource

- [LK205] L-K2. Version: Dezember 2005. <http://www.l-k2.ifalt.de>. – Online-Ressource
- [Lov68] LOVINS, J.B.: Development of a Stemming Algorithm. In: *Mechanical Translation and Computational Linguistics* 11 (1968), S. 22–31
- [LSB02] LOTTER, Bruno ; SPATH, Dieter ; BAUMGARTNER, Peter: *Primär-Sekundär-Analyse – Kundennutzenmessung und Kundennutzenorientierung im Unternehmen*. Renningen : Expert, 2002
- [LSP03] LEHNER, Franz ; SCHÄFER, Klaus J. ; PROKSCH, Marianne: Was kostet E-Learning? In: *Die 1. e-Learning Fachtagung Informatik (DeLFI 2003)*, 2003 (Lectures Notes in Informatics (LNI))
- [Luh57] LUHN, H.P.: A statistical approach to mechanized encoding and searching of literary information. In: *IBM Journal of Research and Development* 1 (1957), Nr. 4
- [MAX05] *MySQL AB MaxDB*. Version: 2005. <http://www.mysql.com/products/maxdb/>. – Online-Ressource
- [McC01] MCCABE, Don: An Overview of Research on Academic Integrity. Texas A & M University, November 2001. – Keynote address at the 11th Annual Meeting, Center for Academic Integrity
- [Med99] MEDER, Norber: Didaktische Ontologien. In: OHLY, H. P. (Hrsg.) ; RAHMSTORF, G. (Hrsg.) ; SIGEL, A. (Hrsg.): *Neue Aspekte für Wissen, Wissenschaft und Informationssysteme: 6. Tagung der Deutschen Sektion der Internationalen Gesellschaft für Wissensorganisation* Bd. 6. Würzburg : Ergon, September 1999
- [Med00] MEDIAPRO: *Training ROI Calculator*. Version: Januar 2000. <http://www.mediapro.com/html/resources/roi.html>. – Online-Ressource
- [MFZ⁺02] MONOSTORI, Krisztián ; FINKEL, Raphael A. ; ZASLAVSKY, Arkady B. ; HODÁSZ, Gábor ; PATAKI, Máté: Comparison of Overlap Detection Techniques. In: *ICCS '02: Proceedings of the International Conference on Computational Science-Part I*, Springer-Verlag, 2002, S. 51–60

- [MHK03] MANDL, Heinz ; HENSE, Jan ; KRUPPA, Katja: Der Beitrag der neuen Medien zur Schaffung einer neuen Lernkultur: Beispiele aus dem BLK-Programm SEMIK. In: VOLLSTÄDT, W. (Hrsg.): *Zur Zukunft der Lehr- und Lernmedien in der Schule. Eine Delphi-Studie in der Diskussion*. Opladen : Leske + Budrich, 2003, S. 85–102
- [Mic04] MICHEL, Lutz P.: *Status quo und Zukunftsperspektiven von E-Learning in Deutschland*. Version: 2004. http://www.mmb-michel.de/Bericht_NMB_Expertise_Endfassung_20040906.pdf. – Online-Ressource. – Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung
- [MIT05a] Massachusetts Institute of Technology: *MIT OpenCourseWare*. <http://ocw.mit.edu/>. Version: Oktober 2005
- [Mit05b] MITTLER, Elmar: Gefahren von vorgesehenen Bestimmungen des 2. Korbs der Urheberrechtsänderungen für die wissenschaftliche Literaturversorgung. In: SIEBER, Ulrich (Hrsg.) ; HOEREN, Thomas (Hrsg.): *Urheberrecht für Bildung und Wissenschaft*. Bonn : Hochschulrektorenkonferenz, Februar 2005. – Beiträge zur Hochschulpolitik
- [Mül96] MÜLLER-BÖLING, Detlef: Evaluation zur Rechenschaftslegung oder Qualitätsverbesserung – Eine Bestandsaufnahme der Evaluation an deutschen Hochschulen / Centrum für Hochschulentwicklung (CHE). 1996 (12). – Forschungsbericht
- [MMRB72] MEADOWS, Donella H. (Hrsg.) ; MEADOWS, Dennis I. (Hrsg.) ; RANDERS, Jorgen (Hrsg.) ; BEHRENS, William W. (Hrsg.): *The Limits of Growth*. New York : Universe Books, 1972
- [Mon04] MONTANDON, Corinne: *Standardisierung im e-Learning – Eine empirische Untersuchung an Schweizer Hochschulen*. Version: August 2004. <http://www.ie.iwi.unibe.ch/publikationen/berichte/resource/No161.pdf>. – Online-Ressource
- [MP03] In: MICHEL, Lutz P. ; PLEKA, Bastian: *Marktpotenziale und Geschäftsmodelle für eLearning-Angebote deutscher Hochschulen*. Bielefeld : Bertelsmann, 2003 (Schriften zur Bildungs- und Sozialökonomie, Band 4), S. 93–144
- [MS99] MANNING, Chris ; SCHÜTZE, Hinrich: *Foundations of Statistical Natural Language Processing*. Cambridge, MA : MIT Press, 1999

- [MS06] MEYER ZU EISSEN, Sven ; STEIN, Benno: Intrinsic Plagiarism Detection. In: *ECIR*, 2006, S. 565–569
- [Mul05] MULDER, Fred: Mass-individualization of higher education facilitated by the use of ICT. In: *DeLFI 2005: Die 3. e-Learning Fachtagung Informatik*. Rostock, Germany, September 2005 (Lectures Notes in Informatics (LNI))
- [MyD05] *MyDropbox Suite*. Version: 2005. <http://www.mydropbox.com/>. Scio-worth Inc., Toronto. – Online-Ressource
- [Nac05] NACHHALTIGKEITSRAT: *Was ist Nachhaltigkeit*. Version: Oktober 2005. http://www.nachhaltigkeitsrat.de/rat/was_ist_nachhaltigkeit/index.html. – Online-Ressource
- [Nat01] NATIONAL INFORMATION STANDARDS ORGANIZATION: *NISO Standard Z39.85-2001*. Version: September 2001. <http://www.niso.org/standards/resources/z39-85.pdf>. – Online-Ressource
- [Net05] NETQUEST: *Towards an open question-interchange framework*. Version: November 2005. <http://www.ilrt.bris.ac.uk/netquest/about/lang/motivation.html>. – Online-Ressource
- [Nie02] NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT UND KULTUR: *Niedersächsisches Hochschulgesetz (NHG)*. Version: Juni 2002. http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C1507753_L20.pdf. – Online-Ressource
- [Nie03] NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT UND KULTUR: *Betriebsanweisung für die Hochschulen in staatlicher Trägerschaft*. Version: 2003. http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C1931775_L20.pdf. – Online-Ressource
- [Nor05] NORM FRIESEN: *CanCore Metadata Initiative*. Version: nov 2005. <http://www.cancore.ca>. – Online-Ressource
- [NWQ⁺02] NEJDL, Wolfgang ; WOLF, Boris ; QU, Changtao ; DECKER, Stefan ; SINTEK, Michael ; NAEVE, Ambjörn ; NILSSON, Mikael ; PALMER, Matthias ; RISCH, Tore: Edutella: A P2P Networking Infrastructure Based on RDF. In: *11th International World Wide Web Conference (WWW2002)*. Hawaii, USA, Mai 2002

- [OA005] *Berlin Declaration on Open Access to Knowledge in the Sciences and Humanities*. Version: Oktober 2005. <http://www.zim.mpg.de/openaccess-berlin/berlindeclaration.html>. – Online-Ressource
- [OE05] ONLINE-EVALUATIONS, Usability of XSL-FO f.: *Ayyappan Chandrasekaran*. 2005. – Studienarbeit
- [OEC05] *Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) – Country statistical profiles 2005*. Version: November 2005. <http://www.oecd.org>. – Online-Ressource
- [OM02] OPPER, John ; MATHEWS, J.B.: *Funding and Cost Containment of Educational Technology: Shifting Policy and Practices*, September 2002. – <http://www.wcet.info/projects/tcm/papers.asp>
- [ONL05] *Evaluation im Bereich digitaler Medien*. Version: November 2005. <http://www.online-forschung.de>. – Online-Ressource
- [OSI05] *Open Source Initiative (OSI)*. Version: Oktober 2005. <http://www.opensource.org>. – Online-Ressource
- [OUN05] *Educational Modelling Language*. Version: November 2005. <http://eml.ou.nl>. – Online-Ressource
- [Par64] PARSONS, C. D.: SIR: A Statistical Information Retrieval System. In: *Proceedings of the 1964 19th ACM national conference*, ACM Press, 1964, S. 101–107
- [Paw01] PAWLOWSKI, Jan: *Das Essener Lernmodell (ELM): Ein Vorgehensmodell zur Entwicklung computerunterstützter Lernumgebungen*. Essen, Universität Essen, Diss., 2001
- [Paw05] PAWELZIK, Benjamin: *Alogorithmen zur Plagiaterkennung*. September 2005. – Studienarbeit, TU Braunschweig
- [PDW04] PANCKHURST, Rachel (Hrsg.) ; DAVID, Sophie (Hrsg.) ; WHISTLECROFT, Lisa (Hrsg.): *Evaluation in e-learning: the European Academic Software Award (EASA)*. Université Paul-Valéry, 2004 (Publications Montpellier 3)

- [Per87] PERRATON, Hilary ; FRITSCH, Helmut (Hrsg.): *The role of theory and generalisation in the practice of distance education*. Zentrales Institut für Fernstudien Hagen, Ziff Papiere 67, 1987
- [PHP05] GROUP, The P. (Hrsg.): *PHP Project Homepage*. Version: Dezember 2005. <http://www.php.net>. – Online-Ressource
- [PLA05] *Plagiarism-Finder 1.2*. Version: Mai 2005. <http://www.m4-software.de/s>. Mediaphor Software AG. – Online-Ressource
- [POR04] NEUMANN, Karl (Hrsg.): *PORTIKO – Multimediale Lehr- und Lernplattform für den Studiengang Bauingenieurwesen*. Version: 2004. <http://www.portiko.de/portiko/document/portiko/abschlussbericht/abschlussbericht.xml>. Technische Universität Braunschweig, Technische Universität Dresden. – Online-Ressource. – BMBF-Förderprogramm: Neue Medien in der Bildung
- [POS05] *PostgreSQL RDBM System*. Version: 2005. <http://www.postgresql.org>. – Online-Ressource
- [PR04] PAPE, Bernd ; ROLF, Arno: Integrierte Organisations- und Softwareentwicklung für kooperative Lernplattformen in der Hochschullehre. In: PAPE, Bernd (Hrsg.) ; KRAUSE, Detlev (Hrsg.) ; OBERQUELLE, Horst (Hrsg.): *Wissensprojekte. Gemeinschaftliches Lernen aus didaktischer, softwaretechnischer und organisatorischer Sicht*. Münster, Berlin, München, New York : Waxmann, 2004 (Medien in der Wissenschaft)
- [PRO05] *PROLEARN – Network of Excellence*. Version: November 2005. <http://www.prolearn-project.org>. – Online-Ressource
- [RAM04] RODRÍGUEZ-ARTACHO, Miguel ; MAÍLLO, M. Felisa Verdejo: Modeling Educational Content: The Cognitive Approach of the PALO Language. In: *Educational Technology Society* (2004), Nr. 7 (3), S. 124–137. – http://ifets.ieee.org/periodical/7_3/12.html
- [Ric05] RICHTHOFEN, Justus von: *Analysewerkzeuge zur Plagiaterkennung*. Januar 2005. – Studienarbeit, TU Braunschweig
- [Rie94] RIEBEL, Paul: *Einzelkostenrechnung und Deckungsbeitragsrechnung*. 7. Wiesbaden : Gabler, 1994

- [Rog03] ROGERS, Everett M.: *Diffusion of Innovations*. New York : The Free Press, 2003 (Fifth Edition)
- [Rum01] RUMBLE, Greville: The Costs and Costing of Networked Learning. In: *Journal of Asynchronous Learning Networks (JALN)* (2001), Nr. 5, S. 75–96. – http://www.aln.org/publications/jaln/v5n2/pdf/v5n2_rumble.pdf
- [Rum04] RUMBLE, Greville: *The Costs and Economics of Open and Distance Learning*. London : RoutledgeFalmer, 2004
- [Süß05] SÜSS, Christian: *Eine Architektur für die Wiederverwendung und Adaptation von eLearning-Inhalten*. Passau, Universität Passau, Diss., 2005
- [SAP99] SAP AG: *Prozesskostenrechnung (CO-OM-ABC)*. Version: 1999. <http://help.sap.com/>. – Online–Ressource. – Rubrik Rechnungswesen, Controlling (CO), Prozesskostenrechnung (CO-OM-ABC)
- [SAP05] SAP AG: *ERP Human Capital Management*. Version: Mai 2005. <http://www.sap.com/germany/solutions/business-suite/erp/hcm>. – Online–Ressource
- [Sch94] SCHANZ, Günther: *Organisationsgestaltung. Management von Arbeitsteilung und Koordination*. 2. München : Vahlen, 1994
- [Sch02] SCHULMEISTER, Rolf: *Grundlagen hypermedialer Lernsysteme*. München, Wien : Oldenbourg, 2002
- [Sch05] SCHMEES, Markus: Ökonomisierung des Technology Enhanced Learning. In: *DeLFI 2005: Die 3. e-Learning Fachtagung Informatik*. Rostock, Germany, September 2005 (Lectures Notes in Informatics (LNI))
- [SCR05] *Scriptum*. Version: Juli 2005. <http://www.scriptum.ca/>. Vancouver Software Labs Inc.. – Online–Ressource
- [SE03] SEUFERT, Sabine ; EULER, Dieter: *Nachhaltigkeit von eLearning-Innovationen*. Version: Juni 2003. <http://www.scil.ch/publications/docs/2003-06-seufert-euler-nachhaltigkeit-elearning.pdf>. Swiss Centre for Innovations in Learning (SCIL) Arbeitsbericht 1. – Online–Ressource

- [SE04] SEUFERT, Sabine ; EULER, Dieter: *Nachhaltigkeit von eLearning-Innovationen, Ergebnisse einer Delphi-Studie.* Version: Januar 2004. <http://www.scil.ch/publications/docs/2004-01-seufert-euler-nachhaltigkeit-elearning.pdf>. Swiss Centre for Innovations in Learning (SCIL) Arbeitsbericht 2. – Online-Ressource
- [SE05] SEUFERT, Sabine ; EULER, Dieter: *Nachhaltigkeit von eLearning-Innovationen: Fallstudien zu Implementierungsstrategien von eLearning als Innovationen an Hochschulen.* Version: Januar 2005. <http://www.scil.ch/publications/docs/2005-01-seufert-euler-nachhaltigkeit-elearning.pdf>. Swiss Centre for Innovations in Learning (SCIL) Arbeitsbericht 4. – Online-Ressource
- [Sei05] SEIBT, Dietrich: Controlling von Kosten und Nutzen betrieblicher Bildungsmaßnahmen. In: EHLERS, Ulf-Daniel (Hrsg.) ; SCHENKEL, Peter (Hrsg.): *Bildungscontrolling im E-Learning – Erfolgreiche Strategien und Erfahrungen jenseits des ROI.* Heidelberg : Springer, 2005, S. 35–53
- [Seu04] SEUFERT, Sabine: MEDIDA-PRIX und Nachhaltigkeit. In: *Der MEDIDA-PRIX, Nachhaltigkeit durch Wettbewerb.* Münster, Berlin, München, New York : Waxmann, 2004 (Medien in der Wissenschaft, Bd. 31)
- [SGM95] SHIVAKUMAR, Narayanan ; GARCÍA-MOLINA, Héctor: SCAM: A Copy Detection Mechanism for Digital Documents. In: *Proceedings of the Second Annual Conference on the Theory and Practice of Digital Libraries, 1995*
- [Sim03] SIMON, Bernd: Learning Object Brokerage: How to make it happen. In: *Proceedings of Ed-Media 2003.* Honolulu, USA, Juni 2003
- [SLL97] SI, Antonio ; LEONG, Hong Va ; LAU, Rynson W. H.: CHECK: A Document Plagiarism Detection System. In: *Selected Areas in Cryptography, 1997*, S. 70–77
- [SM01] SOUTH, Joseph B. ; MONSON, David W.: A University-wide System for Creating, Capturing, and Delivering Learning Objects. In: WILEY, David A. (Hrsg.): *The Instructional Use of Learning Objects.* Association for Educational Communications and Technology, 2001

- [SM02] SEUFERT, Sabine ; MAYR, Peter: *Fachlexikon e-le@rning. Wegweiser durch das e-Vokabular*. Bonn : managerSeminare, 2002
- [SM03] SEUFERT, Sabine ; MILLER, Damian: *Nachhaltigkeit von eLearning-Innovationen: Von der Pionierphase zur nachhaltigen Implementierung*. Version: November 2003. <http://www.medienpaed.com/03-2/seufert1.pdf>. MedienPädagogik, Online-Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung. – Online-Ressource
- [SM05] STEIN, Benno ; MEYER ZU EISSEN, Sven: Near Similarity Search and Plagiarism Analysis. In: *Proceedings of the 29th Annual Conference of the German Classification Society (GfKI '05)*. Springer, 2005 (Studies in Classification, Data Analysis, and Knowledge Organization)
- [SMT03] SPERBERG-MCQUEEN, C. M. ; THOMPSON, Henry: *XML Schema*. World Wide Web Consortium (W3C), Januar 2003. – <http://www.w3.org/XML/Schema>
- [Spa06] SPAN, Georges: *Pl@giarism: a plagiarism detection tool*. Version: März 2006. <http://www.personeel.unimaas.nl/georges.span/Plagiarism/>. – Online-Ressource
- [SPI89] Die neuen Unis sind die besten. In: *Der Spiegel* (1989), Nr. 50, S. 70–87
- [Squ06] SQUIRE, David: *Damocles*. Version: April 2006. <http://viper.csse.monash.edu.au/damocles/>. Monash University. – Online-Ressource
- [Sta70] STAUBUS, George J.: *Activity Costing and Input-Output Accounting*. Homewood, Ill. : Irwin, 1970
- [Sta06] STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND: *Bildung, Wissenschaft und Kultur*. Version: Mai 2006. http://www.destatis.de/themen/d/thm_bildung3.php. – Online-Ressource
- [STE93] 93 000 Noten von den Profs. In: *Stern* (1993), Nr. 16, S. 172–184
- [Sti03] STIFTERVERBAND DER DEUTSCHEN WISSENSCHAFT (Hrsg.): *Qualitätssicherung an Hochschulen. Empfehlungen zur Durchführung mehrstufiger Evaluationsverfahren in Studium und Lehre*. Positionen, 2003

- [Sto96] STOCKMANN, Reinhard: *Wirksamkeit der Entwicklungshilfe. Eine Evaluation der Nachhaltigkeit von Programmen und Projekten der Berufsbildung*. Opladen : Westdeutscher Verlag, 1996
- [Str88] STRIENING, Hans-Dieter: *Prozeß-Mangement*. Frankfurt a.M., Bern, New York, Paris, 1988
- [STU05a] *StudIP*. Version: November 2005. <http://www.studip.de>. – Online-Ressource
- [Stu05b] STUART HERBERT: *Generic Network Queueing System*. Version: Oktober 2005. <http://sourceforge.net/projects/gnqs/>. – Online-Ressource
- [SVG03] *Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 Specification*. Version: Januar 2003. <http://www.w3.org/TR/SVG11/>. – Online-Ressource
- [Tan94] TANENBAUM, Andrew S.: *Moderne Betriebssysteme*. München, Wien : Hanser, 1994
- [Tan01] TANENBAUM, Andrew S.: *Modern Operating Systems*. New Jersey : Prentice Hall, 2001
- [Tee05] TEEGE, Gunnar: *Targeteam – Targeted Reuse and Generation of Teaching Materials*. Version: November 2005. <http://www.targeteam.net>. – Online-Ressource
- [The05] THE PROMETEUS ASSOCIATION: *PROMETEUS*. Version: November 2005. <http://www.prometeus.org/>. – Online-Ressource
- [TUR06] *Turnitin Plagiarism Prevention*. Version: März 2006. <http://www.turnitin.com/>. iParadigms, LLC. – Online-Ressource
- [ULI05] *Universitärer Lehrverbund Informatik (ULI)*. <http://www.uli-campus.de>. Version: Oktober 2005. – Interne Projektdokumentation
- [URH03] *Gesetz zur Regelung des Urheberrechts in der Informationsgesellschaft (Urheberrechtsgesetz)*, September 2003. – <http://bundesrecht.juris.de/urhg/index.html>
- [URK06] *Urkund*. Version: April 2006. <http://www.urkund.com/>. PrioInfo. – Online-Ressource

- [Wan04] WANG, Lu: *Entwicklung einer L-K2 Modellvisualisierung mittels SVG*. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, IBR, Juni 2004
- [Web99] WEBB, Greg: The Economics of Online Delivery. In: *Paper presented on NET*Working Conference, Melbourne, Australia* (1999), September. – <http://www.nw99.net.au/papers/webb1.html>
- [Web04] WEBER-WULFF, Debora: *Fremde Federn Finden, Kurse über Plagiat*. Version: 2004. <http://plagiat.fhtw-berlin.de/ff/>. – Online-Ressource
- [WEB05] *WebSM – Everything about Web Surveys*. Version: Februar 2005. <http://www.websm.org/>. – Online-Ressource
- [Wöh93] WÖHE, Günter: *Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre*. 18. München : Vahlen, 1993 (Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften)
- [Wik05] WIKIPEDIA: *E-Learning*. Version: Mai 2005. <http://de.wikipedia.org/\hskip\z@skipwiki/\hskip\z@skipE-Learning>. GNU-Lizenz für freie Dokumentation. – Online-Ressource
- [Wil02] WILLIAM HORTON CONSULTING: *Formulas and procedures from the book Evaluating E-Learning*. Version: Dezember 2002. <http://horton.com/html/whcelearningworkshandouts.htm>. – Online-Ressource
- [WK05] WANNEMACHER, Klaus ; KLEIMANN, Bernd: Geschäftsmodelle für E-Learning – Konzepte und Beispiele aus der Hochschulpraxis. In: TAVANGARIAN, Djamshid (Hrsg.) ; NÖLTING, Kristin (Hrsg.): *Auf zu Neuen Ufern! E-Learning heute und morgen*. Münster, Berlin, München, New York : Waxmann, 2005 (Medien in der Wissenschaft, Bd. 34)
- [WKLW98] WEIBEL, S. ; KUNZE, J. ; LAGOZE, C. ; WOLF, M.: Dublin Core Metadata for Resource Discovery / Internet Engineering Task Force (IETF). 1998 (2413). – RFC
- [YCC05] Yahoo!: *Creative Commons Search*. <http://search.yahoo.com/cc/>. Version: Oktober 2005
- [Zec05] ZECHLIN, Sebastian: *Abrechnung digitaler Produkte durch Einpacken von IP-Datenströmen in verbindliche Kostenumschläge*. Braunschweig, Technische Universität Braunschweig, IBR, Diplomarbeit, August 2005