

Medizinische Fakultät
der
Universität Duisburg-Essen

Aus dem Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie

Beschreibung von
computerunterstützten Lernumgebungen in der Medizin
unter besonderer Berücksichtigung von Qualitätsmerkmalen

In a u g u r a l – D i s s e r t a t i o n
z u r
Erlangung des Doktorgrades der Medizinwissenschaften
durch die Medizinische Fakultät
der Universität Duisburg-Essen

vorgelegt von
Martin Josef Geueke
aus Meschede
2003

Dekan: Univ.-Prof. Dr. H. Grosse-Wilde
1. Gutachter: Priv.-Doz. Dr. J. Stausberg
2. Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Dr. Chr. Redies
3. Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Chr. Ohmann, Universitätsklinikum Düsseldorf

Tag der mündlichen Prüfung: 26. Februar 2004

Publikationen zu Ergebnissen dieser Arbeit

Geueke, M., Stausberg, J. (2002): Lehr- und Lernmodule on Demand: Der Learning Resource Server in Vision 2003. In: Jäckel, A. (Hrsg.): Telemedizinführer Deutschland, Ausgabe 2003. S. 140-143. Ober-Mölden: Medizin Forum AG.

Geueke, M., Stausberg, J. (2002): Medizinische Lernmodule im Internet. Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie 33(2-3), 121.

Geueke, M., Stausberg, J. (2003): Erweiterung des Learning Object Model um Qualitätscharakteristika. Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie 34(3), 560-562.

Geueke, M., Stausberg, J. (2003): A meta-data-based learning resource server for medicine. Computer Methods and Programs in Biomedicine 72, 197-208. DOI: 10.1016/S0169-2607(02)00146-3.

Geueke, M., Stausberg, J. (2003): Learning Resource Server Medizin (LRSMed). Medizinische Ausbildung 20, 180-184.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen	4
2.1	Begriffsabgrenzung	4
2.2	Didaktische Gestaltungsprinzipien	6
2.3	Vorgehensmodelle	8
2.3.1	Begriffsdefinition	8
2.3.2	Softwaretechnische Vorgehensmodelle	9
2.3.3	Didaktische Vorgehens- und Produktionsmodelle	10
2.3.4	Integrierte Vorgehensmodelle	12
2.4	Begriffe des Qualitätsmanagements	13
2.4.1	Qualität	13
2.4.2	Qualitätsmerkmal	15
2.4.3	Qualitätsmanagement	16
2.5	Evaluation	19
2.5.1	Begriffsdefinition	19
2.5.2	Klassifizierung von Evaluation	19
3	Ansätze für den Auswahlprozess von Lernumgebungen	22
3.1	Qualitätskriterien von Lernumgebungen	22
3.1.1	Qualitätskriterien	22
3.1.2	Metaanalysen von Kriterienkatalogen	23
3.1.3	Kriterienkataloge	25
3.1.4	Heuristische Evaluation	30
3.1.5	Automatische Ansätze	31
3.2	Qualität von medizinischen Web-Angeboten	31
3.2.1	Metaanalysen von Qualitätsbewertungen	31
3.2.2	Kriterienkataloge und Leitlinien	32
3.2.3	Zertifizierung	33
3.3	Bewertung	34
4	Metadatenstandards zur Beschreibung von Lernumgebungen	37
4.1	Dublin Core Metadata Initiative	37
4.2	Learning Object Metadata (LOM)	39
4.3	Resource Description Framework (RDF)	40
4.4	Bewertung	41
5	Eigener Ansatz	42
5.1	Anforderungen der Nutzer	42
5.2	LOM-Standard und Erweiterungen	43
5.2.1	LOM-Standard	43
5.2.2	Evaluation	48

5.2.3	Qualitätsmanagement	50
5.2.4	Erfahrungsberichte.....	51
6	Implementierung	53
6.1	Extensible Markup Language (XML).....	53
6.2	Verwendete Software.....	55
6.3	Datenmodell.....	55
6.3.1	Erweitertes IMS-Modell.....	55
6.3.2	Persistente Speicherung.....	56
6.4	Webanwendung.....	56
6.4.1	Funktionen der Webanwendung.....	56
6.4.2	Systembeschreibung.....	57
6.4.3	Learning Resource Server Medizin (LRSMed).....	58
7	Diskussion.....	65
8	Zusammenfassung.....	68
9	Literatur.....	69
	Anhang.....	75
A	Abkürzungsverzeichnis.....	75
B	Tabellenverzeichnis.....	77
C	Abbildungsverzeichnis.....	78
D	Grafische Darstellung des erweiterten IMS-Modells.....	79
	Danksagung.....	89
	Lebenslauf.....	90

1 Einleitung

Die ersten Ansätze zur Entwicklung von computerunterstützter Lehr- und Lernsoftware in der Medizin sind schon in den 60er Jahren zu finden. Bereits vor fast vierzig Jahren fanden auch heute noch diskutierte und geforderte Aspekte wie Performance, Interaktivität und Tutoring bei der Entwicklung Beachtung und wurden unter Berücksichtigung der damaligen Möglichkeiten teilweise gut gelöst [Entwisle & Entwisle 1963]. Auch wurde bereits die Frage untersucht, ob computerunterstütztes Lernen einen Vorteil gegenüber traditionellen Methoden bringt. Dazu haben Owen et al. [1965] in einer randomisierten Studie unter anderem die Effektivität der beiden Methoden verglichen und die Zufriedenheit der Studierenden gemessen. Eine Überlegenheit des computerunterstützten Lernens konnte nicht nachgewiesen werden, hingegen seien weitere Untersuchungen in den nächsten Jahren notwendig. Allerdings erfüllten sich in den folgenden Jahrzehnten die hohen Erwartungen an den Einsatz von computerunterstütztem Lernen nicht. Einerseits waren die technischen Möglichkeiten und die Verfügbarkeit der eingesetzten Computer unzureichend - insbesondere war der Einsatz multimedialer Elemente kaum möglich -, andererseits war die eingesetzte Lehrmethodik, die von behavioristischen Grundannahmen geprägt war, nicht besonders erfolgreich (siehe Kapitel 2.2). Ein Wandel begann erst zu Beginn der 90er Jahre mit der massenhaften Verbreitung multimediafähiger PC-Technologie. Bis in die Mitte der 90er Jahre waren die Entwicklungen in Form von speziellen CD-ROMs ausschließlich als lokale Installation verfügbar [Mehrabi et al. 2000]. Eingesetzt wurden sie überwiegend zum individuellen Eigenstudium ohne tutorielle Hilfe und mit relativ strikter Definition der Lerninhalte [Mattauch & Bichler 2000]. Der Einsatz im Rahmen des Fernstudiums war mit diesen Lösungen nicht möglich.

Vor allem in den letzten Jahren haben sich durch die hohe Verbreitung des Internets die Einsatzmöglichkeiten von computerunterstützter Lernumgebungen nochmals stark verändert. Durch die Verfügbarkeit von frei erhältlichen Software-Werkzeugen wurde eine Vielzahl von webbasierten Lösungen entwickelt, die unentgeltlich im Internet angeboten werden. Die Einsatzmöglichkeiten haben sich dadurch stark erweitert, von der Ausbildung Studierender über Fort- und Weiterbildung bis hin zur Nutzung im Rahmen von klinischen Arbeitsplatz- und Informationssystemen. Die Verwendung des World Wide Web (Web) nicht nur zur Softwareverteilung, sondern auch als Nutzerschnittstelle bietet viele Vorteile: Einsatz von Hyperlinks, Unabhängigkeit von Ort und Zeit, direkter Zugriff über einen Browser ohne vorherige Softwareinstallation, umfassender Einsatz von multimedialen Elementen, Kommunikation mit Gleichgesinnten. Nach anfänglicher großer Euphorie über diese Vorteile kristallisierten sich diverse Probleme heraus, die die Akzeptanz potentieller Nutzer bis heute eher gering halten. Die effiziente Nutzung wird insbesondere durch die fehlende Übersichtlichkeit der Angebote und durch Unsicherheiten hinsichtlich einer Qualitätsbeurteilung verhindert [Klatt et al. 2001]. "Lost in Hyperspace" beschreibt dieses Gefühl vieler Nutzer am besten. Erschwerend kommt noch hinzu, dass die Nutzer in der Regel nur geringe Erfahrungen mit dieser Art des Lehrens und Lernens mitbringen und es zusätzlicher Anstrengungen bedarf, sich die neuen Möglichkeiten zu erschließen [Mazurat 2001]. Ferner ist es notwendig, die Qualität des Angebotes schnell und sicher beurteilen zu können oder sich auf Beurteilungen anderer verlassen zu können. Zwar gibt es diverse Sammlungen an Linklisten, diese scheiden aber in der Regel als Orientierungshilfe aus, da sie die Lernumgebung nur unzureichend beschreiben und keine Aussage über deren Qualität zulassen. Dies erklärt unter

anderem auch die zögerliche Haltung von Studierenden der Medizin gegenüber der Einführung von webbasierter Lernsoftware [Bargel 2000].

Somit ergibt sich eine doppelte Problemstellung: Einerseits stellt sich die Frage danach, welche Informationen über eine Lernumgebung verfügbar sind und wie man diese strukturieren kann. Andererseits ist zu klären, wie man die Qualität einer Lernumgebung erfassen und dem Nutzer zugänglich machen kann. Das erste Problem umfasst auch die Lokalisierung der Lernumgebung im Internet, in der Regel also das Auffinden eines Links in Form eines Uniform Resource Locators (URL). Um die zweite Frage zu beantworten, ist zunächst das Problem zu klären, was unter Qualität von Lernumgebungen grundsätzlich zu verstehen ist.

Daraus folgt als primäres Ziel dieser Arbeit die **Erarbeitung eines Beschreibungsrahmens für multimediale, medizinische Lernumgebungen im Web unter besonderer Berücksichtigung der Ausarbeitung von Qualitätsmerkmalen**. Anschließend wird diese Beschreibung in ein Datenmodell überführt und in Form einer Webanwendung exemplarisch implementiert. Diese Anwendung hat die Aufgabe, den Nutzer bei der Auswahl adäquater webbasierter Lernumgebungen optimal zu unterstützen, ihm die Bewertung der Informationen aber selbst zu überlassen. Zusätzlich ist die Integration internationaler Standards sowohl auf technischer als auch auf inhaltlicher Ebene von entscheidender Bedeutung, da hierdurch die flächendeckende Nutzbarkeit von Datenbeständen stark erhöht und langfristig gesichert wird. Insbesondere bei Webanwendungen ist Interoperabilität ein wichtiger Aspekt. So sollte sichergestellt sein, dass die Recherche nach Lernumgebungen nicht nur direkt über eine Nutzerschnittstelle (Web-Interface) möglich ist, sondern dass der Zugriff auf die Daten und die Funktionalität der Anwendung auch automatisch erfolgen kann, z. B. über Web Services. Dadurch wird die mögliche Integration des Dienstes in Fremdanwendungen stark erleichtert.

Um diese Ziele zu erreichen, gliedert sich die vorgelegte Schrift wie folgt (siehe Abbildung 1-1): In Kapitel 2 werden nach einer Abgrenzung der zentralen Begriffe die Grundlagen aus den Bereichen didaktische Gestaltungsprinzipien, Qualitätsmanagement, Evaluation und Vorgehensmodelle erläutert. Anschließend werden in Kapitel 3 bereits existierende Ansätze und Werkzeuge zur Unterstützung der Auswahl von Lernumgebungen und der Bewertung medizinischer Websites vorgestellt und bewertet. Anhand dieser Ansätze wird geprüft, welche Möglichkeiten bereits vorliegen, Lernumgebungen nach ihrer Qualität zu unterscheiden. In Kapitel 4 werden verschiedene Standards zur Beschreibung von Lernumgebungen verglichen, bewertet und die Entscheidung für einen Standard begründet. Bei der Auswahl des Beschreibungsstandards wird auch der Aspekt der Interoperabilität einbezogen. Die Ergebnisse der Kapitel 3 und 4 bilden die Grundlage für den eigenen Ansatz in Kapitel 5. Dort wird der ausgewählte Beschreibungsstandard um einen Satz an Merkmalen, insbesondere Qualitätsmerkmalen, erweitert. Diese Erweiterung wird vor allem mit Bezug auf den Auswahlprozess vorgenommen. In Kapitel 6 wird im Rahmen der Implementierung ein korrespondierendes Datenmodell daraus entwickelt. Es folgt im selben Kapitel die Vorstellung der Systemumgebung und die Vorstellung der webbasierten Anwendung, die die Daten erst nutzbar macht und so die Recherche nach medizinischen Lernumgebungen optimal unterstützen kann. Den Abschluss bildet die Diskussion der Ergebnisse in Kapitel 7.

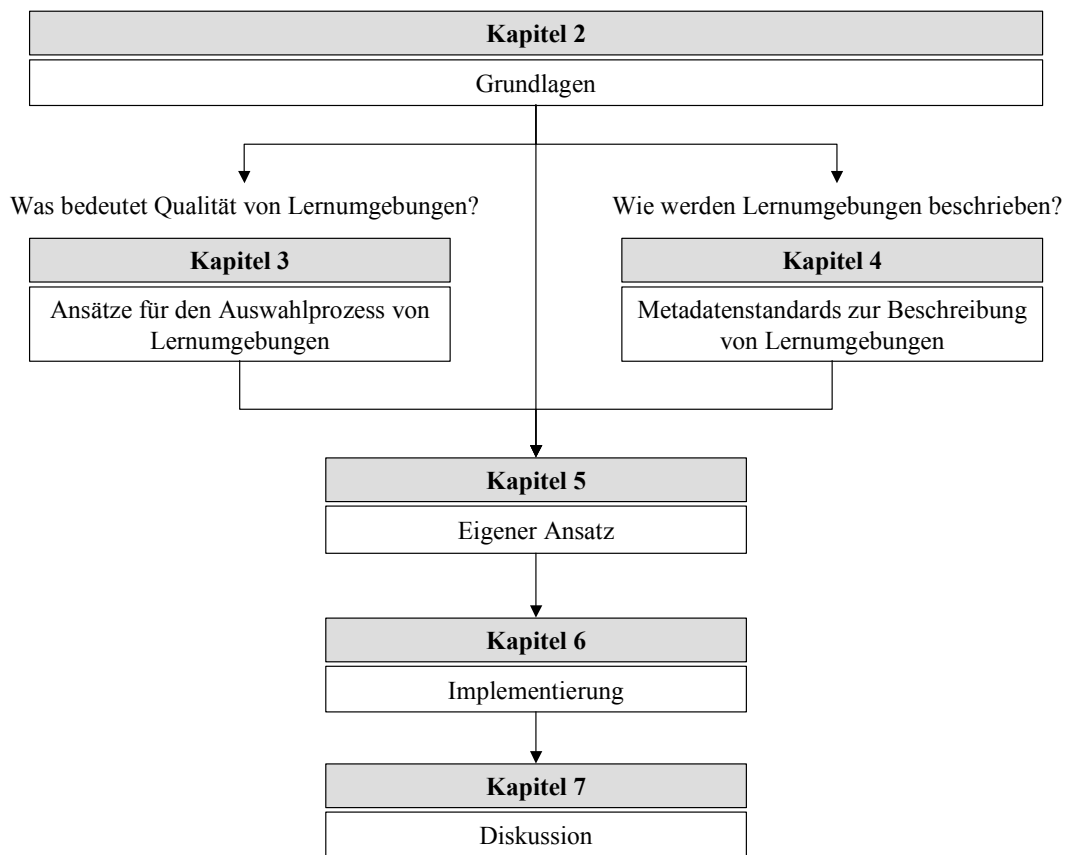


Abbildung 1-1: Struktur der Arbeit

Die vorgestellte Arbeit ist eingebunden in das Verbundvorhaben Vision 2003¹, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Programms "Neue Medien in der Bildung" gefördert wird.

¹ Weitere Informationen sind unter <http://www.vision2003.de> zu finden.

2 Grundlagen

Dieses Kapitel erläutert die wichtigsten Begriffe und die theoretischen Grundlagen, die im Rahmen dieser Arbeit relevant sind. Nach der Klärung allgemeiner Begriffe werden die wichtigsten didaktischen Gestaltungsprinzipien für Lernumgebungen vorgestellt und die wichtigsten softwaretechnischen und didaktischen Vorgehensmodelle näher betrachtet. Anschließend erfolgt eine Übersicht über Begriffe des Qualitätsmanagement, und zum Abschluss werden verschiedene Ansätze zur Klassifizierung von Evaluation vorgestellt.

2.1 Begriffsabgrenzung

Die Anzahl der Bezeichnungen und ihrer Synonyme ist im Bereich des computerunterstützten Lernens sehr hoch und ihr Gebrauch oft verwirrend und wenig präzise. Die Gründe dafür sind vielfältig. Beispielsweise haben die beteiligten Personen unterschiedliche fachliche Qualifikationen (z. B. Softwareentwickler versus Pädagogen), so dass aus dem fachlichen Kontext abgeleitete Begriffe unterschiedliche Bedeutungen haben. Darüber hinaus werden die verwendeten Begriffe vom Einsatzgebiet geprägt. Der Einsatz von computerunterstütztem Lernen in Betrieben unterscheidet sich von dem in Schulen oder Universitäten. Aber selbst innerhalb eines Fachgebietes wie der Medizin findet man eine große Palette an Begrifflichkeiten, so dass es notwendig ist, zu Beginn Synonyme zu identifizieren und Bedeutungen zu klären, um Missverständnisse im Verlauf der Arbeit zu vermeiden.

Da die meisten Begriffe der englischen Sprache entlehnt sind, sollen vor allem diese näher betrachtet werden. Die Unterstützung des Lernvorganges durch den Computer spiegelt sich je nach Anwendungsszenario unterschiedlich stark in den folgenden Attributen wieder: based, supported, assisted, managed. Auch der Begriff des Lehr-Lern-Prozesses wird verschieden ausgedrückt, z. B. Training, Instruction, Education.

Um einen Überblick über die Häufigkeit der am weitesten verbreiteten Begriffe zu bekommen, wurden mit einer gängigen Suchmaschine² die wichtigsten Begriffe für computerunterstütztes Lernen gezählt (Tabelle 2-1). Der Versuch, auch die Abkürzungen als Suchbegriffe zu verwenden, führte zu einer großen Anzahl falscher Treffer, da viele Abkürzungen in anderen Kontexten Verwendung finden. Auch wenn es sich nicht um Synonyme im engeren Sinne handelt, werden alle aufgelisteten Begriffe der Kategorie *Allgemein* häufig synonym verwendet. Die Anzahl der Treffer für *E-Learning* übersteigt die der anderen Suchbegriffe bei weitem. Zwar ist E-Learning erst vor wenigen Jahren eingeführt worden, hat sich dann aber als neutraler Sammelbegriff schnell durchgesetzt, wobei von Vorteil ist, dass keine Annahmen über die Art und Weise des Einsatzes von Computern gemacht werden und er sich deshalb gut als neutraler Bezeichner eignet. Ebenso bieten sich nach Pawlowski [2001] *Computer Assisted Learning (CAL)* oder *Computer Supported Learning (CSL)* als neutrale Begriffe an. Für den medizinischen Bereich hat *Computer Assisted Instruction (CAI)* eine besondere Bedeu-

² <http://www.google.com>, 21.07.2002

tung, da es im Medical Subjects Headings (MeSH) der US National Library of Medicine [US National Library of Medicine 2002] als Begriff aufgenommen wurde. Wegen der hohen Verbreitung und der Neutralität wird in dieser Arbeit E-Learning als Begriff für computerunterstütztes Lernen verwendet.

Eine Subkategorie von E-Learning ist das Lernen mit Unterstützung des Internets. Hier hat sich *Web Based Training (WBT)* als Begriff weitgehend durchgesetzt, obwohl die Einschränkung auf den Internetdienst World Wide Web nicht korrekt ist, denn in vielen WBT-Lösungen werden neben dem Web noch andere Internetdienste, wie E-Mail, Internet Relay Chat (IRC), Newsgroups oder File Transfer Protocol (FTP) verwendet. In dieser Arbeit wird Web Based Training als Begriff für internetbasiertes Lernen verwendet.

E-Learning und WBT beschreiben nur die Methoden und Konzepte, nicht aber die konkrete Umsetzung und Realisierung. Auch hierfür sind eine Reihe von Synonymen in Gebrauch, z. B. im Englischen Application, Program, Software oder im Deutschen Applikation, Programm, Anwendung, Modul, Umgebung, Lösung. Häufig wird, wenn auch nicht ganz korrekt, einfach von WBTs gesprochen, wenn die konkrete Implementierung gemeint ist. Eine neutrale und auch sprachlich befriedigende Bezeichnung ist *computerunterstützte Lernumgebung*, wobei folgende Definition verwendet wird:

Eine computerunterstützte Lernumgebung ist die Realisierung und Anwendung des computerunterstützten Lernens durch rechnergestützte Systeme, wobei die konzeptionellen und methodologischen Grundlagen des computerunterstützten Lernens umgesetzt werden. [Pawlowski 2001, S. 6]

Im Kontext dieser Arbeit wird in der Regel nur *Lernumgebung* verwendet, da ausschließlich computerunterstützte Lernumgebungen betrachtet werden. Nur wenn es aus inhaltlicher Sicht zur Unterscheidung notwendig ist, wird von computerunterstützter Lernumgebung gesprochen. Auch die Bezeichnung als medizinische Lernumgebung wird nur verwendet, wenn es zur Abgrenzung gegenüber nicht-medizinischen Lernumgebungen nötig ist.

Tabelle 2-1: Häufig synonym verwendete Begriffe für *Computerunterstütztes Lernen* in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit im Web. (<http://www.google.com>, 21.07.2002)

Kategorie	Sprache	Begriff	Anzahl der Treffer
Allgemein	Englisch	E-Learning	1 160 000
		Computer Based Training (CBT)	174 000
		Computer Based Learning (CBL)	142 000
		Computer Assisted Instruction (CAI)	63 200
		Computer Assisted Learning (CAL)	32 400
		Computer Based Education (CBE)	8 890
		Computer Managed Instruction (CMI)	4 980
		Computer Supported Learning (CSL)	2 380
		Computer Assisted Training (CAT)	2 250
		Computer Supported Learning Environment (CSLE)	362
	Deutsch	Computerunterstütztes Lernen (CUL)	2 630
Computergestütztes Lernen (CGL)		1 730	
Web	Englisch	Web Based Training (WBT)	194 000
		Web Based Learning (WBL)	68 500
		Web Based Instruction (WBI)	24 700
		Web Based Teaching	11 000
Realisierung	Englisch	Computer Based Learning Environment	1190
		Computer Supported Learning Environment	359
		Computer Assisted Learning Environment	208
	Deutsch	computerbasierte Lernumgebung	33
		computergestützte Lernumgebung	78
		computerunterstützte Lernumgebung	32

2.2 Didaktische Gestaltungsprinzipien

Der Entwicklung von Lernumgebungen liegen unterschiedliche lerntheoretische Ansätze und, aus diesen abgeleitet, verschiedene Gestaltungsprinzipien zu Grunde. Der Zusammenhang zwischen Lerntheorien und Gestaltungsprinzipien für Lernumgebungen soll im folgenden basierend auf einer komprimierten Darstellung von Mathes [2002] erläutert werden.

Menschliche Lernprozesse werden in behavioristischen, kognitivistischen und konstruktivistischen Lerntheorien unterschiedlich modelliert.

In behavioristischen Ansätzen wird der menschliche Verstand als "black box" dargestellt und der Lernvorgang mit einem einfachen Reiz-Reaktions-Schema erklärt. Ein konkretes Modell dazu liefert Skinner mit der *operanten Konditionierung*, wobei ein positiver, externer Stimulus das gewünschte Verhalten verstärkt. Der Lernvorgang ist erfolgreich, wenn schließlich auch ohne diesen Stimulus das

Verhalten erzeugt werden kann. Dieser Ansatz kann weder das Verstehen von Zusammenhängen noch das Transferieren von Wissen erklären.

Kognitivistische Ansätze gehen davon aus, dass die Wirklichkeit auf kognitive Strukturen des Verstandes abgebildet wird. Der Lernende ist ein *aktiver Rezipient* mit dem Ziel, die kognitiven Strukturen und mentalen Prozesse eines Experten zu erlernen. Neue Informationen werden dann in die kontinuierlich veränderten Strukturen integriert. Kritisiert wird an kognitiven Ansätzen, dass präzise kognitionspsychologische Modelle zur Erklärung der internen Abläufe bei Lernprozessen fehlen. Ferner wird in diesen Ansätzen vorausgesetzt, dass es nur eine Abbildung der Wirklichkeit gibt, die für alle Lernenden identisch ist. Dies widerspricht aber der Vorstellung, dass Realität von verschiedenen Personen unterschiedlich wahrgenommen wird.

In konstruktivistischen Ansätzen wird Wissen nicht als eine Kopie der Wirklichkeit, sondern als eine Konstruktion von Menschen begriffen [Reinmann-Rothmeier & Mandl 1998]. Wissen wird daher nicht einfach rezipiert, sondern vom Lernenden während des Aktes des Erkennens konstruiert; die Lernenden bauen Wissensstrukturen auf, vernetzen sie untereinander und verwenden sie in unterschiedlichen Kontexten. Entscheidend für den konstruktiven Prozess des Wissenserwerbs ist, dass Lernprozesse *situieren*, also eingebunden in möglichst authentische und komplexe Lernsituationen, stattfinden, in denen die Lernenden nicht nur Wissen gewinnen, sondern zugleich erfahren, unter welchen Anwendungsbedingungen dieses Wissen zum Einsatz kommen kann. Daher sind Lernumgebungen in diesem Fall vor allem Werkzeug und nicht Transportmedium für Wissen. Große Beachtung wird in konstruktivistischen Ansätzen auch der Tatsache geschenkt, dass Lernen nicht "ausschließlich im Kopf von Individuen stattfindet, sondern vor allem im sozialen Austausch" [Gruber et al. 2000] – Wissenserwerb erfolgt also als sozialer Prozess. Mit Hilfe von Ansätzen *situieren* Lernens, die sich auf eine gemäßigt konstruktivistische Auffassung stützen, wird seit einigen Jahren erprobt, wie es gelingen kann, den Aufbau *tragen* Wissens durch den Erwerb anwendbaren Wissens abzulösen. Zu nennen sind z. B. Konzepte *problemorientierten* bzw. *fallbasierten* Lernens in der Medizin [Gruber et al. 2000]. Ob die starke *Situationseinbindung* dem wissenschaftlichen Anspruch der Lehre an Hochschulen genügt, wird diskutiert.

Hinsichtlich der eigentlichen Gestaltung von Lernumgebungen werden der Instruktionsansatz und der Problemlösungsansatz unterschieden. Im Instruktionsansatz wählt der Lehrende Informationen aus und bereitet eine systematische Darstellung für den Lernenden vor. In einer Lernumgebung werden die Inhalte im Sinne einer dosierten Sequenzierung in kleine Einheiten aufgeteilt und unter Umständen durch Selbsttesteinheiten mit Feedback ergänzt; der Lehrende steuert und kontrolliert den Lernprozess. Nach dem Problemlösungsansatz hingegen, auch *problemorientiertes Lernen* (POL) genannt, werden neue Informationen vom Lernenden *selbstständig* im Rahmen einer offenen, *problemhaltigen* Lernsituation erschlossen. Ziel ist es, dass der Lernende durch sein *exploratives* oder *entdeckendes* Vorgehen die Lerninhalte durchdringt und dabei zugleich *Problemlösefähigkeiten* und andere kognitive Strategien erwirbt [Reinmann-Rothmeier & Mandl 1998]. Der Lernende wird dabei von der Lernumgebung nur *unterstützt*. Zu berücksichtigen ist, dass das Maß der Unterstützung abhängig von den Lernvoraussetzungen der Lernenden sein muss, da zwar einerseits ein großer Freiraum erforderlich ist, um konstruktive Lernaktivitäten zu ermöglichen, dieser andererseits aber ungeübte Lernende gegebenenfalls überfordern kann.

Ist eine Zuordnung von Lerntheorien und Gestaltungsprinzipien möglich? Nach Kerres [2001] können *instruktionsorientierte* Lernumgebungen neben *behavioristischen* Grundlagen auch *kognitivistische*

Ansätze enthalten, da sie nicht nur das Ziel haben, "die Eingabe einer bestimmten Buchstabenfolge als Reaktion auf eine bestimmte Frage anzutrainieren". Vielmehr wird auch beim Instruktionsdesign davon ausgegangen, dass das Gelernte transferiert werden kann. In gleicher Form wendet sich auch Euler [1994] dagegen, POL ausschließlich auf konstruktivistische Lerntheorien zurückzuführen, auch kognitivistische Lerntheorien können die Grundlage problemorientierten Lernens sein. Daraus folgt, dass sich eine direkte 1:1-Beziehung zwischen Lerntheorien und Gestaltungsprinzipien nicht festlegen lässt (siehe Abbildung 2-1).

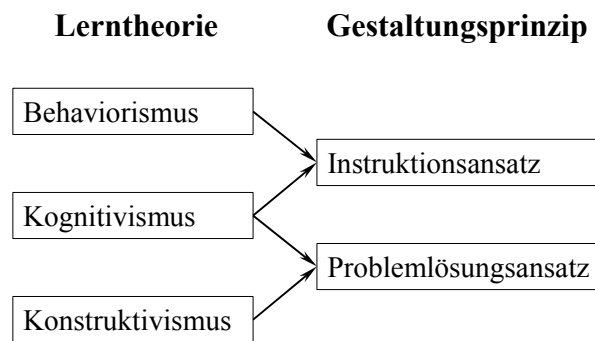


Abbildung 2-1: Verbindung zwischen Gestaltungsprinzipien und Lerntheorien

2.3 Vorgehensmodelle

2.3.1 Begriffsdefinition

Bei der Entwicklung von Lernumgebungen finden sowohl Vorgehensmodelle aus dem Bereich der Softwareentwicklung als auch didaktisch orientierte Vorgehensmodelle Anwendung. Ein Vorgehensmodell kann folgendermaßen nach [Grob & Seufert 1996, S. 1] definiert werden.

Mit dem Begriff Vorgehensmodell wird ein ablauforganisatorisches Konzept der Software-Entwicklung bezeichnet, bei dem ein komplexer Prozess in klar definierte, überschaubare Einheiten gegliedert wird. Durch Vorgehensmodelle wird Handlungswissen für die Erstellung von Software in Form von Prinzipien, Methoden und Werkzeugen zur Verfügung gestellt. Aus diesem allgemeingültigen Wissen soll ein Software-Entwicklungsprozess für konkrete Anwendungen abgeleitet werden.

In erster Linie dienen Vorgehensmodelle somit der Strukturierung der Entwicklungsprozesse, insbesondere der ablauforganisatorischen Konzepte. Im folgenden wird ein Überblick über Vorgehensmodelle der Softwareentwicklung und der Didaktik gegeben werden.

2.3.2 Softwaretechnische Vorgehensmodelle

Der Einsatz von Vorgehensmodellen im Rahmen der Softwareentwicklung ist seit vielen Jahrzehnten gebräuchlich. Die einzelnen Entwicklungsaktivitäten während der Softwareentwicklung können in folgende Phasen eingeteilt werden:

- System- und Softwareanforderungen
- Analyse
- Design
- Codierung
- Test
- Betrieb

In jedem Modell werden diese Phasen untereinander in Beziehung gesetzt. Die geläufigen Modelle unterscheiden sich vor allem in ihrer Ablaufstrategie. Dabei lassen sich die *lineare* und die *iterative Vorgehensstrategie*, der *prototypenorientierte Life Cycle* und das *evolutionäre Modell* voneinander abgrenzen (siehe Abbildung 2-2). Durch Überschneidungen zwischen den einzelnen Modellen ist die Klassifizierung nicht disjunkt.

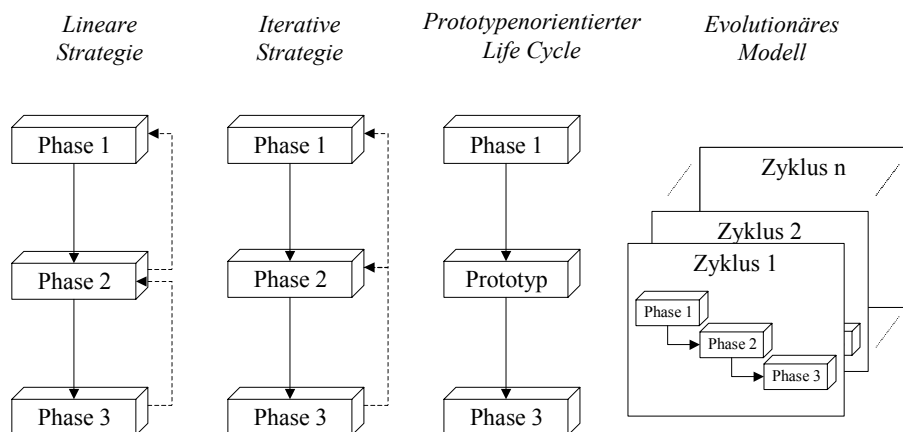


Abbildung 2-2: Vorgehensmodelle [Grob & Seufert 1996, S. 1]

Die *lineare Vorgehensstrategie* verbindet die einzelnen Entwicklungsschritte linear und sieht eine rein sequentielle Bearbeitung vor. Die Ergebnisse einer abgeschlossenen Phase werden nach einer Qualitätskontrolle an die nächste Phase übergeben. Das ursprüngliche Modell sah keine Rückkopplungen zwischen den einzelnen Phasen vor [Benington 1956], was spätere Fehlerkorrekturen unmöglich macht. Dies führte zu einer Weiterentwicklung durch die Einführung von Rückkopplungen auf die unmittelbar angrenzende vorherige Phase. Bis heute wird dieses Modell (auch als Wasserfallmodell bekannt) häufig verwendet. Der einfachen und klaren Projektstruktur stehen aber erhebliche Mängel entgegen. Die eingeschränkten Rückkopplungsmöglichkeiten limitieren Änderungen auf jeweils eine vorherige Aktivität. Ferner sind die Nutzer nur in der Analysephase in die Entwicklung einbezogen und bekommen erst am Ende das Gesamtergebnis präsentiert. Ein weiterer Nachteil ist das Fehlen von

nebenläufigen Aktivitäten, dadurch fehlt die Möglichkeit, durch parallele Bearbeitung einzelner Phasen die Entwicklungszeit zu verkürzen. Für die Entwicklung von Lernumgebungen ist die lineare Vorgehensstrategie nicht besonders gut geeignet, da die Beteiligung unterschiedlicher Gruppen parallele Aktivitäten und Rückkopplungen im Modell erfordern.

Die *iterative Vorgehensstrategie* unterscheidet sich von der linearen Strategie mit Rückkopplung nur durch die Möglichkeit der Rückkopplung auf alle zuvor durchlaufenen Phasen. Somit können Fehler in allen vorherigen Phasen korrigiert werden. Die übrigen Einschränkungen bleiben aber erhalten; auch hier kann das Ergebnis erst sehr spät mit den Nutzeranforderungen abgeglichen werden.

Im *prototypenorientierter Life Cycle* werden mehrere unvollständige und vorläufige Testversionen der späteren Applikation entwickelt [Grob & Seufert 1996]. Der Begriff Life Cycle betont die unabhängige Entwicklung der Prototypen je nach Ziel, wie z. B. Kommunikation zwischen Anwender und Entwickler oder Austesten von Eigenschaften der Systemarchitektur. Anhand dieser lauffähigen Prototypen können dann wesentliche Merkmale der späteren Anwendung getestet werden. Durch dieses Vorgehen ist es möglich, dem Nutzer zu einem frühen Zeitpunkt des Entwicklungsprozesses einen konkreten Eindruck des zukünftigen Produktes zu geben und ihn so kontinuierlich einzubeziehen. Zusätzlich können die einzelnen Phasen zum Teil parallel ablaufen. Allerdings ist der Entwicklungsaufwand durch das mehrmalige Durchlaufen aller Phasen höher, da die einzelnen Prototypen im weiteren Verlauf der Entwicklung nicht weiterverwendet werden. In der Regel werden softwaretechnische Standards beim Prototyping nicht beachtet [Balzert 1998].

Für den Fall, dass der Prototyp weiterverwendet wird, handelt es sich um ein Pilotsystem. Die Unterscheidung zwischen Prototyp und Produkt entfällt in diesem Fall. Der Softwareentwicklungsprozess wird in mehreren aufeinander aufbauenden Zyklen geplant, die jeweils in gleiche Phasen zerlegt werden können. Man spricht auch von einem *evolutionären Modell*. Auch bei diesem Modell werden die Nutzer kontinuierlich in die Entwicklung einbezogen.

Weitere Modelle, wie das nebenläufige Modell oder das Spiralmodell, sind in den letzten Jahren entwickelt worden. Diese werden aber nicht näher betrachtet, da sie im wesentlichen Kombinationen der vorgestellten Ansätze darstellen.

2.3.3 Didaktische Vorgehens- und Produktionsmodelle

Die Entwicklung von didaktischen Vorgehensmodellen ist nicht auf die Entwicklung von computerunterstützten Lernumgebungen beschränkt. Schon zu Beginn der 60er Jahre wurden die ersten didaktischen Vorgehensmodelle vorgestellt. Viele Modelle des didaktischen Designs basieren auf der Theorie des Behaviorismus (siehe Kapitel 2.2). Ein Grundmodell zur Instruktionsplanung, das auf diesen Ansätzen beruht, bietet das Schema von Glaser [1962] (siehe Abbildung 2-3).

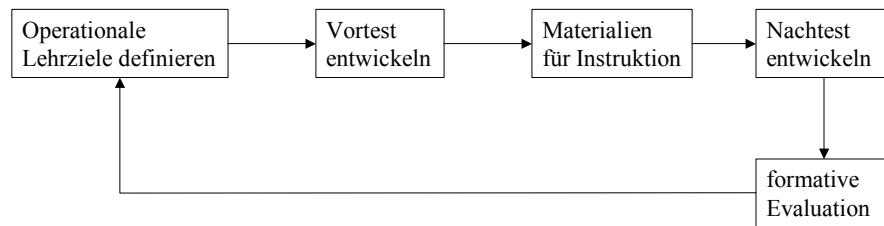


Abbildung 2-3: Grundmuster der Instruktionsplanung in behavioristischen Ansätzen [Glaser 1962]

Die Definition von Lehrzielen ist eine der zentralen Komponenten behavioristischer Modelle. Ferner kommt der Formulierung von Testverfahren eine große Bedeutung zu, um das Erreichen der zuvor definierten Lehrziele zu überprüfen. Die Berücksichtigung des Lernenden hingegen ist in diesen einfach gehaltenen Ansätzen gering.

Unterschiedliche Herausforderungen führten in der Folgezeit zu komplexeren Vorgehensmodellen.

Das Grundmodell von Glaser (siehe Abbildung 2-3) wurde z. B. von Tennyson [1994] um Merkmale des Lernenden, komplexere Lernstrategien und die Wahl des Mediums erweitert (siehe Abbildung 2-4). Allerdings nimmt der Aufwand bei der Verwendung dieses erweiterten Modells stark zu. Insbesondere die Analyse der Zielgruppe und die formative Evaluation bedeuten in der Praxis erhebliche Anstrengungen.

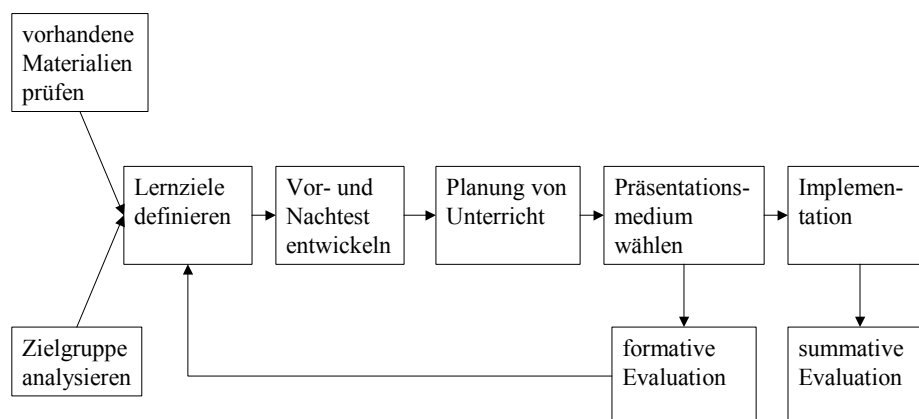


Abbildung 2-4: Erweitertes Vorgehensmodell, in Anlehnung an Tennyson [1994, S. 41]

Parallel zu diesen didaktisch fokussierten Erweiterungen entstanden neue Anforderungen durch audiovisuelle Medien und die wachsende Größe der Projekte. Die einfache Anwendung behavioristischer Instruktionsmodelle reichte nicht mehr aus, um Projekte der neuen Größenordnung zu bewältigen [Kerres 2001, S. 325]. Dieser Umstand führte zur Entwicklung neuer, komplexerer Modelle, in denen sowohl Analyse und Konzeption als auch Produktion und Einsatz Berücksichtigung fanden (z. B. Instructional Systems Development [Branson & Grow 1987]).

2.3.4 Integrierte Vorgehensmodelle

Spezielle Vorgehensmodelle für die Entwicklung von computerunterstützten Lernumgebungen sind erst in jüngster Zeit entwickelt worden. Ein Beispiel für ein Modell, das sowohl die Anforderungen der Softwareentwicklung als auch didaktische Aspekte in gleicher Weise berücksichtigt, ist das Essener-Lern-Modell (ELM) von Pawlowski [2001]. Der Vorteil solcher Vorgehensmodelle ist, dass sie eine einseitige Sichtweise bei der Entwicklung (Technologiezentrierung, Didaktikzentrierung) aufheben und die verschiedenen Disziplinen integrieren.

Als weitere didaktisch fokussierte Strategie wird von Wilbers [2002] ein Modell mit globalem Ansatz als 3x4-Baustein-Modell vorgestellt. Es besteht aus den drei Bausteinen: Stakeholderanalyse, Evaluation und Design (siehe Abbildung 2-5).

Auffällig ist die ausführliche Berücksichtigung der Stakeholder, also derjenigen, die durch die Einführung von E-Learning "etwas zu gewinnen oder zu verlieren" haben. Die Stakeholderanalyse beginnt mit der Ermittlung der Betroffenen und Beteiligten und einer Anspruchsanalyse der Stakeholder. Da die Stakeholders unterschiedlich stark am weiteren Prozess partizipieren, ist das jeweilige Commitment festzuhalten und gemeinsam mit den Ansprüchen der Stakeholders und ihren Erfolgsmaßstäben im Heft der Gestaltungsansprüche festzuhalten.

Im 2. Baustein steht das Design im Mittelpunkt: Wilbers [2002] geht von einem E-Learning-Evolutionspfad im Rahmen des Designs von Lernumgebungen aus, da er die Wissensgenerierung über einen adäquaten Umgang mit E-Learning als "Ergebnis eines mühevollen Lernprozesses" betrachtet. Alle Vorhaben auf diesem Pfad sind an unterschiedliche Voraussetzungen auf Seiten der Adressaten, der Dozenten/Trainer, der Auswahl der Hard- und Software und der Lernkultur rückgebunden, die es zu beachten, zu sichern und gegebenenfalls zu verändern gilt. Außerdem ist die Integration des Transfermanagements in das Design eine sonst selten beachtete Komponente. Für den Erfolg eines Angebotes ist aber der Transfer vom Lernfeld in das Anwendungsfeld von entscheidender Bedeutung.

Im Baustein Evaluation konzentriert sich Wilbers [2002] pragmatisch auf die Punkte Partner im Evaluationsprozess (Wissenschaftler/Experten, Peers, Selbstevaluation), Instrumente (z.B. Einschätzskalen), Konsens (Aushandlung im Qualitätssicherungsteams) und Lessons Learned (als schriftliche Abhandlung der Erfahrungen und Konsequenzen).

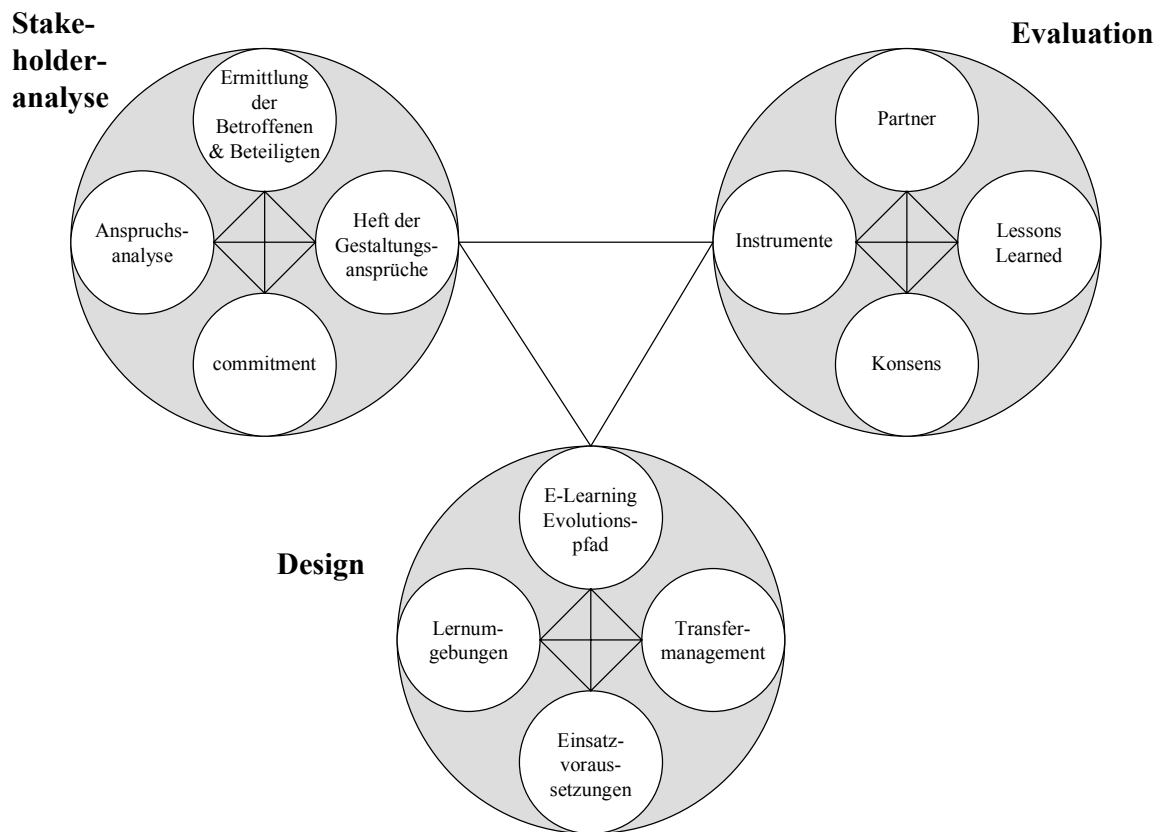


Abbildung 2-5: 3x4-Bausteine der didaktischen Gestaltung von E-Learning [Wilbers 2002, S. 2]

2.4 Begriffe des Qualitätsmanagements

Bevor auf *Qualitätsmanagement* eingegangen werden kann, ist es notwendig, die Begriffe *Qualität* und *Qualitätsmerkmal* zu beleuchten, da sie elementar für das Verständnis von Prozessen des Qualitätsmanagements sind. Eine umfassende Übersicht über die verwendeten Begriffe im Qualitätsmanagement hat beispielweise die Arbeitsgruppe Qualitätssicherung in der Medizin der Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) zusammengestellt [Bastek et al. 2003].

2.4.1 Qualität

Die Forderung nach Qualität ist heutzutage allgegenwärtig. Umgangssprachlich wird Qualität häufig mit dem Erbringen von maximalen Leistungen verbunden. Ein derartiger Gebrauch impliziert, dass das Ziel nur schwer und unter hohen Kosten erreichbar ist. Qualität bleibt bei diesem Ansatz eher die Ausnahme als die Regel. Ein pragmatischerer Ansatz ist die Orientierung an vorher klar definierten Vorgaben potentieller oder realer Kunden oder im Fall der Entwicklung von Lernumgebungen an den Zielsetzungen der Lernenden [Gräber 1996]. Je nach Ausrichtung lassen sich verschiedene Ansätze des Qualitätsbegriffes unterscheiden [Wallmüller 1990]:

1. Der *transzendente Ansatz* geht davon aus, dass Qualität prinzipiell erkennbar, aber nicht präzise definier- oder messbar ist.
2. Der *produktbezogene Ansatz* bezeichnet die Vorstellung, dass Qualität exakt messbar ist, dass z. B. genaue Rangordnungen von verschiedenen Produkten erstellt werden können.
3. Innerhalb des *anwenderbezogenen Ansatzes* wird die Meinung vertreten, dass die Qualität allein durch Produktnutzer festgelegt wird und weniger dem Produkt selbst innewohnt.
4. Der *prozessbezogene Ansatz* sieht den Produktionsprozess, der kontrolliert werden muss, im Mittelpunkt, damit er möglichst reibungslos und ohne Qualitätsverluste abläuft.
5. Der *Preis-Nutzen-bezogene Ansatz* betont den Bezug zwischen Preis und Qualität, d. h. ein Produkt muss einen bestimmten Nutzen mit einer bestimmten Qualität erbringen, ohne dabei einen gesetzten Preis zu überschreiten.

Eine relativ neutrale Definition von Qualität ist von der International Organization for Standardization (ISO) im Standard ISO 9000:2000 vorgestellt worden:

Qualität ist der Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale Anforderungen erfüllt.

Anmerkung 1: Die Benennung Qualität kann zusammen mit Adjektiven wie schlecht, gut oder ausgezeichnet verwendet werden.

Anmerkung 2: "Inhärent" bedeutet im Gegensatz zu "zugeordnet" "einer Einheit innewohnend", insbesondere als ständiges Merkmal.

[DIN EN ISO 9000 2000, Nr. 3.1.1]

Hier wird deutlich, dass es sich bei Qualität um etwas Relatives handelt und nicht um ein Ziel in Form eines Ideals, das zwar angestrebt, aber nicht erreicht werden kann. Es ist also unabdingbar für die Messung von Qualität, zuvor die Erfordernisse festzulegen.

Eine weitere Definition des Qualitätsbegriffs speziell für Lernumgebungen ist von der European Association for Distance Learning in ihrer Quality Guideline erarbeitet worden (siehe Tabelle 2-2). Der Qualitätsbegriff wird durch die verschiedenen aufgelisteten Aspekte erweitert. Es wird deutlich, dass Qualität von Lernumgebungen sehr differenziert gesehen werden kann und sich kaum in einer einzigen Maßzahl ausdrücken lässt, da die Anforderungen zu vielschichtig sind.

Tabelle 2-2: Qualitätsbegriff [European Association for Distance Learning 2002, S. 3-4] ³

Qualität kann verstanden werden als ...	Erläuterung
Charakteristikum	Qualität ist eine Eigenschaft bezüglich der Güte eines Produktes.
Werturteil	Qualität ist ein Werturteil von beteiligten Personen oder Institutionen.
Gesamtheit der Komponenten	Die Gesamtheit der Komponenten einer Lernumgebung muss berücksichtigt werden.
Relativität der Normen	Unterschiedliche Prioritäten der verschiedenen Kriterien, je nachdem wer zu welchem Zweck bewertet.
Wert für Lernenden	Die Meinung des Lernenden ist zu berücksichtigen (Evaluation).
Gegenwert für Geld	Geld und Gegenwert müssen in Relation stehen.
Qualitätsdimension	Verschiedene Qualitätsdimensionen der Lernumgebung sind: <ul style="list-style-type: none"> - Verständlichkeit (Tangibility) - Beständigkeit (Reliability) - Ansprechbarkeit (der Tutoren) (Responsiveness) - Zusicherung (Assurance) - Einfühlungsvermögen (Empathy)

2.4.2 Qualitätsmerkmal

Erst Merkmale erlauben es, Gegenstände, Sachverhalte und auch Lernumgebungen anhand ihrer unterschiedlichen, kennzeichnenden Eigenschaften zu unterscheiden [Bastek et al. 2003]. Nach DIN EN ISO 9000 [2000] ist ein Merkmal eine kennzeichnende Eigenschaft, wobei einerseits inhärente und zugeordnete, andererseits qualitative und quantitative Merkmale unterschieden werden. Darüber hinaus gibt es verschiedene Klassen an Merkmalen, z. B. physische, sensorische, verhaltensbezogene, funktionale.

Ein Qualitätsmerkmal ist eine besondere Form des Merkmals und kann wie folgt definiert werden:

Ein *Qualitätsmerkmal* ist ein inhärentes Merkmal eines Produktes, Prozesses oder Systems, das sich auf eine Anforderung bezieht.

Anmerkung 1: "Inhärent" bedeutet im Gegensatz zu "zugeordnet" "einer Einheit innewohnend", insbesondere als ständiges Merkmal.

Anmerkung 2: Ein einem Produkt, einem Prozess oder einem System zugeordnetes Merkmal (z. B. Preis eines Produktes) stellt kein Qualitätsmerkmal dieses Produktes, Prozesses oder Systems dar.

[DIN EN ISO 9000 2000, Nr. 3.5.2]

³ Aus dem Englischen übersetzt.

Die Inhärenz des Merkmals ist eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für ein Qualitätsmerkmal. Es ist besonders zu betonen, dass zugeordnete Merkmale generell keine Qualitätsmerkmale sind. Nur Merkmale, die die Anforderungen eines Produktes oder einer Dienstleistung berücksichtigen, sind Qualitätsmerkmale.

2.4.3 Qualitätsmanagement

Die Entwicklung von Lernumgebungen wird nicht nur von einzelnen Personen geleistet. In der Regel sind mehrere Personen verschiedener Fachrichtungen wie Informatik, Didaktik, Design und der entsprechenden Domäne wie z. B. der Medizin beteiligt. Die Komplexität solcher Projekte macht ein umfassendes Projektmanagement erforderlich, häufig mit integriertem Qualitätsmanagement, wobei man unter Qualitätsmanagement (QM) folgendes versteht:

Qualitätsmanagement sind aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zum Leiten und Lenken einer Organisation bezüglich Qualität.

Anmerkung: Leiten und Lenken bezüglich Qualität umfassen üblicherweise das Festlegen der Qualitätspolitik und der Qualitätsziele, die Qualitätsplanung, die Qualitätslenkung, die Qualitätssicherung und die Qualitätsverbesserung.

[DIN EN ISO 9000 2000, Nr. 3.2.8]

Voraussetzung von Qualitätsmanagement in der medizinischen Lehre ist nach Eitel [2000] eine klare Zieldefinition, also eine einvernehmliche Übereinkunft aller Beteiligten, was Qualität in der Lehre ausmacht. Die Definition der Ziele kann aber gerade bei konstruktivistischen Ansätzen der Didaktik weit über das einfache Auflisten von Lerninhalten hinausgehen. Grundlegende Techniken des Qualitätsmanagements, die auch komplexeren Situationen gerecht werden, sind z. B. zyklische Prozesse, wie der *Plan-Do-Check-Act-Cycle* (PDCA-Cycle) von Deming [1986]⁴ (siehe Abbildung 2-6).

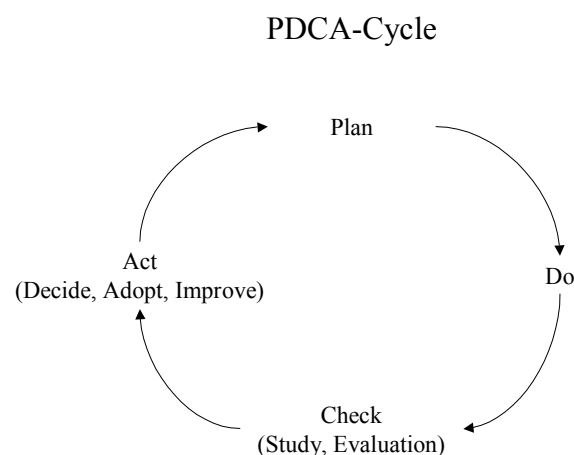


Abbildung 2-6: Konzeptdiagramm des Plan-Do-Check-Act-Cycle [Deming 1986, S. 8]

⁴ Ursprünglich wurde der PDCA-Cycle von Walter A. Shewhart vorgestellt: "The perception of the cycle ... came from Walter A. Shewhart, *Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control* I called it in Japan in 1950 and onward the Shewhart cycle. It went into immediate use in Japan under the name of the Deming cycle, and so it has been called there ever since." [Deming 1986, S. 88]

Im ersten Schritt wird in einem *Plan* der Ablauf für alle Beteiligten festgelegt, der anschließend im Schritt *Do* ausgeführt wird. Danach wird im Schritt *Check* mit der Methode der Evaluation die Qualität bestimmt, die eine Basis für Entscheidungen und Anpassungen/Verbesserungen im folgenden Schritt *Act* ist. Mit ihr können Abweichungen zwischen den operationalisierbaren Zielen und Ergebnissen als Maß für die Qualität gemessen werden (siehe Abbildung 2-7). Es ist aber zu betonen, dass die Evaluationsergebnisse immer im Schritt *Act* bewertet werden müssen, sie führen nicht direkt über einen Automatismus wie in einem Regelkreislauf zu Verbesserungen. Die gefällten Entscheidungen werden in einem neuen Zyklus in die nächste Planungsphase (*Plan*) integriert und bewirken so eine Veränderung des Handelns (*Do*). Die sich wiederholenden Zyklen führen im Idealfall zu evolutionären Verbesserungen (siehe Kapitel 2.5).

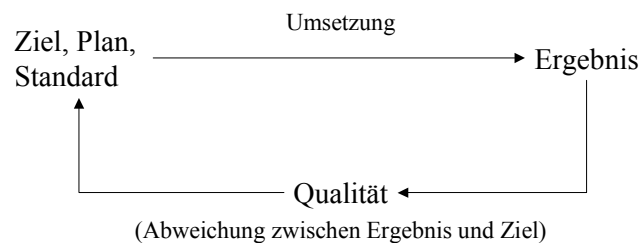


Abbildung 2-7: Evaluationsmethode zur Qualitätsmessung [Eitel 2000, S. 113]

Der Einsatz von Qualitätsmanagement in der medizinischen Lehre im allgemeinen und bei der Entwicklung von Lernumgebungen im besonderen ist gegenwärtig als unzureichend zu kennzeichnen. Um dieses Defizit zu ändern, wurden von Eitel [2000] folgende Leitlinien für ein Qualitätsmanagement von Lernumgebungen vorgeschlagen (siehe Tabelle 2-3).

Tabelle 2-3: Variablenmatrix des Qualitätsmanagements von Lernumgebungen, verwendbar als Leitlinie für Entwicklung, Implementierung und Bewertung der Lernumgebung [Eitel 2000, S. 118]

inhaltliche Qualitätskriterien formale Qualitätskriterien	Nutzerorientierung	Effektsteuerung	Evaluation	Projektdesign
Strukturqualität	Nutzermodellierung in der Lernumgebung	Ressourcenallokation für die Lernumgebung, inhaltliches Gestalten der Lernumgebung	Evaluationsplanung	Erstellung eines Storyboards über die Lernumgebung
Prozessqualität	Interaktivität zwischen Nutzer und Lernumgebung	Implementierung der Lernumgebung	Effektbeobachtung, Kostenrechnung	Action Research, PDCA-Zyklus, Prototyping der Lernumgebung
Ergebnisqualität	Ausmaß der intrinsischen Lernmotivation durch die Lernumgebung	Grad der Effektivität der Lernumgebung in Bezug auf Lernerfolg	Höhe der Effizienz der Lernumgebung als Aufwand-/Nutzen-Erhebung	Grad der Standardisierung der Lernumgebung

Die Matrix verdeutlicht, dass sich die von Eitel ausgemachten inhaltlichen Qualitätskriterien durch die Unterscheidung in Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität stärker konkretisieren lassen. So sind beispielsweise hinsichtlich der Nutzerorientierung folgende Fragen zu stellen:

1. Wodurch lässt sich die Zielgruppe der Lernumgebung charakterisieren? (*Strukturqualität* im Kontext der Nutzerorientierung)
2. Wie wird die Interaktivität zwischen Nutzer und Lernumgebung ausgestaltet? (*Prozessqualität* im Kontext der Nutzerorientierung)
3. Welchen Beitrag leistet die Lernumgebung dazu, dass die Lernmotivation gesteigert wird? (*Ergebnisqualität* im Kontext der Nutzerorientierung)

Diese differenzierte Betrachtung erlaubt es, bei der Entwicklung, Implementierung und Bewertung von Lernumgebungen einzuschätzen, ob die Qualitätskriterien angedacht, umgesetzt oder wirksam werden bzw. ob auf die Erfüllung einzelner Facetten verzichtet werden muss.

2.5 Evaluation

2.5.1 Begriffsdefinition

Institutionen, Softwareentwickler und Anwender haben gleichermaßen großes Interesse an der Frage, ob eine Lernumgebung ihren spezifischen Erwartungen genügt oder nicht. Eine *Evaluation* kann entsprechende Hinweise liefern, wenngleich es keine allgemeingültige Definition des Begriffs Evaluation gibt. Ein Versuch ist der folgende:

Evaluation ist die systematische und zielgerichtete Sammlung, Analyse und Bewertung von Daten zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle. Sie gilt der Beurteilung von Planung, Entwicklung, Gestaltung und Einsatz von Bildungsangeboten bzw. einzelner Maßnahmen dieser Angebote (Methoden, Medien, Programme, Programmteile) unter den Aspekten von Qualität, Funktionalität, Wirkungen, Effizienz und Nutzen. [Tergan 2000]

Bei der Auswahl von Lernumgebungen stellt sich die Frage, wie gute und schlechte Lernumgebungen durch Evaluation voneinander unterschieden werden können. Diese Frage hat Schenkel [2000, S. 57/58] mit neun Fragen ausdifferenziert, die die Komplexität aufzeigen:

- Was ist das Ziel der Evaluation?
- Welche Bedingungen hat die Evaluation zu berücksichtigen?
- Was soll überhaupt evaluiert werden?
- Welche Zielgruppe soll mit dem Programm lernen?
- Welche Inhalte sollen vermittelt werden?
- Wie sieht das Lernarrangement aus?
- Welche didaktische Konzeption bietet sich in der gegebenen Situation an?
- Welche zentralen Fragen sollen im Detail beantwortet werden?
- Wie können die Neutralität und Professionalität der Evaluatoren gesichert werden?

Diese Fragen geben einen Hinweis auf die große Anzahl an Variablen, die bei der Evaluation von Bedeutung sind. So gibt es verschiedenen Wege, Evaluation zu klassifizieren, im folgenden Kapitel werden Einteilungen nach Funktion, Typ, Methode, Feld vorgestellt.

2.5.2 Klassifizierung von Evaluation

Funktion

Bedingt durch unterschiedliche Interessen an den Ergebnissen der Evaluation lassen sich verschiedene Funktionen unterscheiden [Rowntree 1992, S. 203-232]:

- eine strategisch-politische Funktion
- eine Kontroll- und Entscheidungsfunktion
- eine Erkenntnisfunktion

Eine strategisch-politische Funktion der Evaluation ist *nach außen* gerichtet. Vordringliches Ziel ist in der Regel, Sinn und Nutzen einer Lernumgebung gegenüber Bildungsträgern, fördernden Institutionen, der Öffentlichkeit sowie potentiellen Anwendern zu begründen [Tergan 2000]. Als begleitendes Instrument des Entwicklungsprozesses wird Evaluation als Kontroll- und Entscheidungsfunktion eingesetzt. Sie ist in diesem Fall also *nach innen* gerichtet. Der Einsatz von Evaluation zur Generierung neuer Erkenntnisse ist in der Regel ein wissenschaftlicher Ansatz.

Typ

Im Rahmen eines umfassenden Projektmanagements unterscheidet man zwei verschiedene Typen von Evaluation: die *formative* und die *summative* Evaluation [Wottawa & Thierau 1990].

Formative Evaluation dient der Qualitätssicherung. Ihr vorrangiges Ziel ist die Ermittlung von Schwachstellen. Sie erfolgt zumeist entwicklungsbegleitend und liefert Daten, die für die Optimierung der Gestaltung eines Bildungsangebotes verwendet werden.

Summative Evaluation dient der Kontrolle der Qualität, Wirkungen und Nutzen eines Bildungsangebotes. Das Interesse gilt der Frage, ob ein Bildungsangebot bzw. einzelne Komponenten des Angebotes bestimmten Erwartungen in der praktischen Anwendung gerecht werden.

Die Methoden der formativen Evaluation sind in der Regel einfach und liefern schnell Daten, die die weitere Entwicklung direkt beeinflussen. *Einfach* bezieht sich hier auf die Art und Weise der Durchführung, so werden z. B. nur wenige Personen an einer formativen Evaluation teilnehmen. Demgegenüber hat die summative Evaluation das fertige Produkt als Grundlage ihrer Untersuchung und wird in Form von Wirkungsanalysen durchgeführt. Unter Wirkung versteht man in diesem Zusammenhang z. B. Akzeptanz, Lernerfolg, Transferierbarkeit oder Effizienz.

Methoden

Bei der eigentlichen Datenerhebung können verschiedene Methoden zum Einsatz kommen [Tergan 2000, S. 29]:

- Dokumentenanalyse
- Befragung
- Beobachtung
- Verhaltensrecording
- Tests
- Empirische Untersuchung

Als non-reaktives Verfahren wird die *Dokumentenanalyse* eingesetzt, wenn Personen, die Informationen zur Evaluation besteuern könnten, nicht verfügbar sind oder diese Informationen am effektivsten aus Dokumenten zu entnehmen sind. *Befragungen* dienen der Ermittlung von Informationen und Einschätzungen einer Gruppe von Befragten zu bestimmten Themen der Qualitätssicherung. Unter *Beobachtung* versteht man das planmäßige Protokollieren von Verhaltensweisen durch beobachtende Personen. Im Gegensatz dazu findet beim *Verhaltensrecording*

in computerunterstützten Lernumgebungen eine automatisierte Aufzeichnung aller Verhaltensweisen über Log Files statt. Das Verhaltensrecording stellt somit eine Ergänzung der Beobachtung dar. Unter *Test* versteht man in diesem Zusammenhang standardisierte Verfahren zur Messung der Ausprägung empirisch abgrenzbarer Verhaltens- und Leistungsmerkmale. Im Kontext von Evaluation werden im Rahmen von Tests verbale bzw. Verhaltensdaten erhoben. Die *empirische Untersuchung* ist ein Instrument der wissenschaftlichen Begleitforschung und gewährleistet durch ein kontrolliertes Vorgehen prinzipielle Wiederholbarkeit. Dazu werden operationalisierbare Ziele in einer kontrollierten Umgebung benötigt.

Felder

Eine weitere Möglichkeit Evaluation zu differenzieren ist eine Einteilung in Evaluationsfelder. Folgende Felder können unterschieden werden [Reinmann-Rothmeier et al. 1997, S. 307]:

- Kontext- und Zielevaluation
- Ressourcenevaluation
- Qualitätsevaluation
- Wirkungsevaluation

Die *Kontext- und Zielevaluation* bezieht sich auf die Bestandsaufnahme und Bewertung der Rahmenbedingungen und Ziele des gesamten Projektes während der Planungsphase. Das Evaluationsfeld *Ressourcenevaluation* kommt ebenfalls in der Planungsphase zum Tragen und evaluiert die zur Verfügung stehenden technischen, personellen und inhaltlichen Ressourcen. Im Rahmen der *Qualitätsevaluation* werden während der Entwicklungsphase insbesondere Qualitätsaspekte des Designs und der Gestaltung evaluiert. Die *Wirkungsevaluation* findet einerseits im Rahmen der formativen Evaluation während der Entwicklungsphase statt (Qualitätssicherung), andererseits als summative Evaluation in der Einsatzphase (Qualitätskontrolle).

3 Ansätze für den Auswahlprozess von Lernumgebungen

Die Problematik, aus einem großen Angebot an Lernumgebungen die passende auszuwählen, existierte schon vor dem Aufkommen des Internets. Insbesondere Lehrende und Manager von Bildungseinrichtungen benötigten Unterstützung, um aus der großen Zahl der Angebote effizient die richtige Auswahl zu treffen. Zu diesem Zweck wurden insbesondere bis in die Mitte der 90er Jahre Methoden und Werkzeuge entwickelt, die anhand von *Qualitätskriterien* diesen Prozess unterstützen und optimieren sollten. Im folgenden wird der Begriff Qualitätskriterium synonym zu Qualitätsmerkmal verwendet, da er im Rahmen von Auswahlprozessen üblicherweise Verwendung findet (siehe Kapitel 2.4.2).

Daneben sind für den Auswahlprozess von medizinischen Lernumgebungen auch die Ansätze zur Bewertung allgemeiner, medizinischer Websites von Relevanz. Die Qualität von medizinischen Websites ist von großem auch öffentlichen Interesse, da sich mittlerweile viele Bürger und Patienten medizinische Informationen über diesen Weg besorgen. Um die Qualität dieser Angebote einschätzen zu können, wurden verschiedene Ansätze vorgeschlagen und zum Teil auch implementiert.

In diesem Kapitel wird zuerst auf Qualitätskriterien von Lernumgebungen und anschließend von medizinischen Web-Angeboten eingegangen.

3.1 Qualitätskriterien von Lernumgebungen

3.1.1 Qualitätskriterien

Die große Anzahl der entwickelten Lernumgebungen seit Beginn der 90er Jahre erschwerte die Auswahl und die Bewertung für Lernende und Lehrende gleichermaßen. Dies führte zur Entwicklung von zahlreichen Kriterienkatalogen, Checklisten und Bewertungsinstrumenten. Kriterienkataloge werden vor allem dann eingesetzt, wenn eine gründliche, empirische Evaluationsstudie nicht verfügbar und aus Zeit- und Kostengründen nicht machbar ist. Qualitätskriterien von Lernumgebungen können wie folgt definiert werden:

Qualitätskriterien sind allgemeine Merkmale einer Lernumgebung, deren Lernwirksamkeit in einer Validitätsstudie wissenschaftlich nachgewiesen wurden. [Fricke 2000, S. 75]

Allerdings ist es sehr schwierig, diese Anforderung für jedes einzelne Kriterium nachzuweisen. Deshalb spricht man auch schon von einem Qualitätskriterium, wenn es starke Vermutungen aufgrund von Erfahrungen oder plausiblen Schlüssen gibt, dass es das Lernen positiv beeinflusst. Eine erweiterte Definition kann dann folgendermaßen formuliert werden:

Qualitätskriterien sind entweder valide Merkmale einer Lernumgebung oder solche Merkmale, von denen man aufgrund von Erfahrung, plausibler Schlüsse etc. vermutet, dass sie das Lernen positiv beeinflussen. [Fricke 2000, S. 75]

Prinzipbedingt dienen Qualitätskriterien primär der Beurteilung der Produktqualität, hingegen nur selten der Strukturen und Prozesse, die im Rahmen der Softwareentwicklung eingesetzt werden. Vor dem eigentlichen Bewertungsvorgang werden die einzelnen Qualitätskriterien häufig zu Katalogen zusammengefasst. Diese Kriterienkataloge werden dann in der Regel zur Unterstützung des Auswahlprozesses von Lernumgebungen eingesetzt, können aber auch während der Entwicklungsphase die Qualitätssicherung unterstützen und erhalten so Einfluss auf den Entwicklungsprozess.

3.1.2 Metaanalysen von Kriterienkatalogen

Mittlerweile ist eine große Anzahl von Kriterienkatalogen und Modellen entwickelt und in Übersichtsartikeln verglichen und zusammengefasst worden. Einen umfassenden Überblick inklusive eines historischen Abrisses über die international verfügbaren Projekte hat Gräber [1996] vorgestellt. Insbesondere die frühen Projekte, wie z. B. der im Rahmen von MicroSIFT [MicroSIFT 1982] entwickelte "Evaluator's Guide for Microcomputer-Based Instructional Packages" haben sich auf die Unterstützung der Lehrenden bei der Auswahl konzentriert. Die Bewertungen erfolgten hier durch Experten im Labor in Form von Beobachtungen an Lernenden. Nach Gräber lassen sich die Kriterienkataloge in vier Generationen einteilen (siehe Abbildung 3-1).

Zur ersten Generation von Bewertungsinstrumenten gehörten unstrukturierte Kriterienlisten, die häufig nur medien- und programmtechnische Gesichtspunkte berücksichtigten. Dieses Problem wurde entweder durch den Einsatz von ganz spezifischen Instrumenten oder durch Ergänzungen allgemeiner Instrumente in der zweiten Generation behoben. Durch diesen Prozess nahm die Anzahl der Lösungen stark zu, was man durch die Entwicklung von Instrumenten mit sehr umfassenden Kriteriensammlungen in der dritten Generation zu umgehen suchte. Um den Aufwand zu begrenzen, wurden diese dann mit Filtern ausgestattet, so dass eine Anpassung an die jeweiligen Anforderungen möglich war. Die Einbeziehung des vollständigen Entwicklungsprozesses findet in der vierten Generation durch die Einführung von Prozessmodellen statt (siehe Kapitel 2.3) und geht weit über Kriterienlisten hinaus.

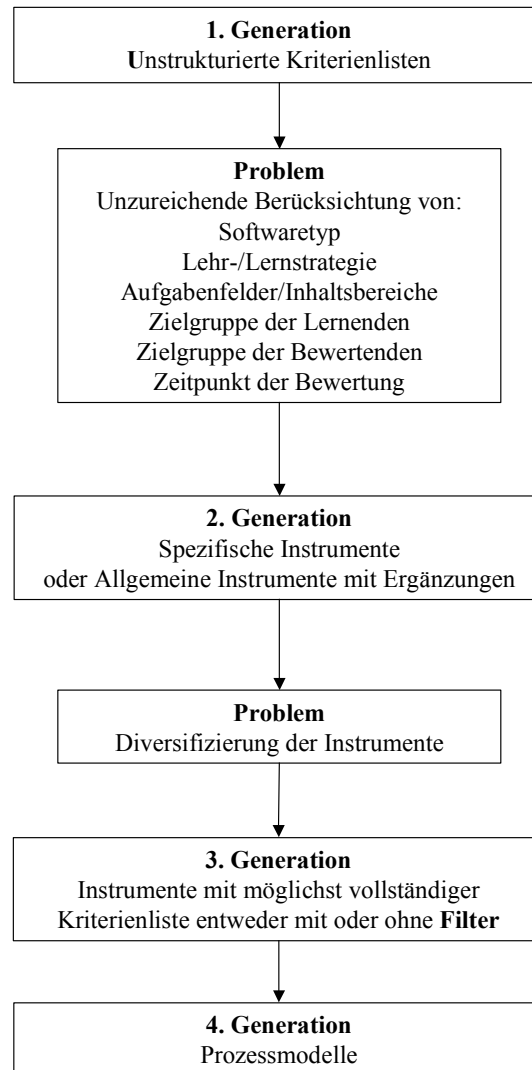


Abbildung 3-1: Generationen von Bewertungsinstrumenten [Gräber 1996]

Das Project Team Quality Assurance and Guidelines des European Committee for Standardization (CEN) [CEN/ISSS - Project Team Quality Assurance and Guidelines 2002] hat sowohl prozess- als auch produktorientierte Ansätze analysiert und bewertet, wobei die Konzentration auf der Betrachtung prozessorientierter Ansätze lag. Die große Anzahl der vorhandenen Ansätze führt zur Empfehlung, auf europäischer Ebene eine Harmonisierung zu erzielen. Das Defizit der fehlenden Ausrichtung auf den Lernenden war allen Ansätzen gemein. In der Regel bestand die Zielgruppe aus den Lehrenden, Entwicklern oder Managern von Lernumgebungen. Die Lernenden bei der Auswahl zu unterstützen, wurde kaum berücksichtigt, obwohl dies insbesondere bei internetbasierten Lernumgebungen von großer Bedeutung ist. Viele dieser Angebote sind als Ergänzung im Rahmen des Selbststudiums gedacht, so dass der Lernende die Auswahl ohne externe Unterstützung vornehmen muss.

Eine ganze Reihe von Ansätzen zur Qualitätsbewertung von Lernumgebungen wurde von Enza et al. [2001] im Rahmen einer Studie des European Schoolnet verglichen. Ein Ergebnis der Studie ist die geringe Übereinstimmung der verschiedenen Ansätze. Allerdings lassen sich bezüglich der ausgewählten Qualitätskriterien relativ große Gemeinsamkeiten finden (siehe Tabelle 3-1).

Tabelle 3-1: Qualitätskriterien von Informationen [Enza et al. 2001, S. 5]

Kriterium	Bemerkung
Objektivität	frei von Propaganda und Desinformation
Vollständigkeit	vollständige Präsentation des Themas
Pluralismus	Darstellung verschiedener Standpunkte
Genauigkeit	hohe Reliabilität, frei von Fehlern
Zielgruppe	passend zur angestrebten Zielgruppe
Autorität	Qualifikation des Autors/der Institution
Aktualität	Häufigkeit und Regelmäßigkeit der Aktualisierung
Abdeckung	Tiefe und Breite der fachlichen Information
Gültigkeitsbereich	z. B. Zweck der Ressource, Primär- oder Sekundärinformation
Struktur/Organisation	- keine Bemerkung -

Im folgenden werden verschiedene Kriterienkataloge zur Qualitätsbeurteilung exemplarisch vorgestellt. Die Grenze zu Qualitätsmanagement-Modellen, die einen umfassenderen Ansatz verfolgen, ist nicht immer scharf zu ziehen. Der Fokus liegt hier aber auf produktorientierten Ansätzen.

3.1.3 Kriterienkataloge

SODIS/ELDOC

Das Landesinstitut für Schule und Weiterbildung Nordrhein-Westfalen hat 1988 mit der Entwicklung des Software Dokumentations- und Informationssystems (SODIS) zur Katalogisierung und Bewertung von Lernumgebungen begonnen. Mittlerweile wird SODIS von den Bundesländern gemeinschaftlich betrieben und ist in Form einer Website (www.sodis.de) verfügbar [FWU - Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht 2002]. In SODIS sind mehrere tausend Lernumgebungen überwiegend für den Schulbereich katalogisiert und zum Teil bewertet bzw. begutachtet worden. Es ist möglich, sich über die einzelnen beteiligten Institute als Gutachter anzumelden. Ferner können Erfahrungsberichte von Nutzern in die Datenbank aufgenommen werden. Die Katalogisierung erfolgt durch eine Basisdokumentation mit 18 Eigenschaften (siehe Tabelle 3-2) und ist damit nicht sehr umfangreich. Die anschließende Begutachtung wird durch erfahrene Lehrkräfte vorgenommen und enthält medientechnische, fachliche, fachdidaktische und mediendidaktische Aspekte. Es ist möglich, dass mehrere Begutachtungen aus verschiedenen Ländern vorliegen.

Hervorzuheben ist die Dreiteilung aus deskriptiven Daten der Basisdokumentation, Bewertungen durch Experten und Erfahrungsberichten von Anwendern. Eine Trennung in diese drei Kategorien erlaubt es dem Nutzer des Dienstes, die Herkunft der Daten klar zu unterscheiden. SODIS kann als ein Instrument der zweiten Generation der Bewertungsinstrumente betrachtet werden, da die Basisdokumentation nicht besonders umfangreich ist, aber von den Bewertungen und den Erfahrungsberichten erweitert wird.

Tabelle 3-2: Basisdokumentation von SODIS
[FWU - Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht 2002]

Eigenschaften
Produktname
Version
Autoren
Erscheinungsjahr
Lieferumfang
Sekundärmaterialien
Land der Entwicklung
ISBN
Nutzungsbedingungen
Dialogsprache
Betriebssystem
Systemvoraussetzungen
Art des Produktes
Sachgebiete und Fächer
Themen und Themenbereiche
Adressaten
Kurzbeschreibung
Bezugsquellen

Vergleichbar zu SODIS, insbesondere für internetbasierte Lernumgebungen gedacht, ist ELDOC (E-Learning DOCumentation) [Bundesinstitut für Berufsbildung 2002]. Bei ELDOC handelt es sich um eine datenbankgestützte Web-Applikation, die "Weiterbildungsinteressierte bei der Suche nach Weiterbildungsangeboten" unterstützen soll. Ferner sollen "Informationen über internetgestützte Weiterbildungsmaßnahmen transparenter und vergleichbarer gemacht werden". Angebote, die in die Datenbank aufgenommen werden sollen, müssen vier Kriterien erfüllen [Bundesinstitut für Berufsbildung 2002]:

1. Es werden zumindest Teile der Maßnahmen in E-Learning-Phasen durchgeführt.
2. Während der E-Learning-Phasen werden die Lernenden tutoriell betreut.
3. In den E-Learning-Phasen wird mit webbasierten, multimedial aufbereiteten Lernmaterialien gearbeitet.
4. Die E-Learning-Angebote verfügen über Kommunikationsmöglichkeiten (E-Mail, Chat, etc.), die die Lernenden unterstützen.

AKAB

Ein weiteres elektronisches Bewertungsinstrument für Lernumgebungen ist der AKAB-Kriterienkatalog, der auf Initiative eines Arbeitskreises der Automobilindustrie entwickelt wurde [Arbeitskreis Automobilindustrie (AKAB) 1998]. Einige der beteiligten Autohersteller betreiben Selbstlernzentren

in denen der AKAB-Kriterienkatalog vornehmlich dazu genutzt werden soll, Lernumgebungen vergleichbar zu prüfen, sowie die Qualität der eingesetzten Software zu kontrollieren [Meier 2000]. Nutzen sollen den AKAB-Kriterienkatalog Lehrende und Manager für die Auswahl von Lernumgebungen vor deren Einsatz. Der Katalog umfasst 74 Kriterien, die in 13 Gruppen (siehe Tabelle 3-3) zusammengefasst werden. Jede Frage kann innerhalb einer Viererskala beantwortet werden: *ja, eher ja, eher nein, nein*. Nicht beantwortete Fragen fließen nicht in die Bewertung ein.

**Tabelle 3-3: Gruppen des AKAB-Kriterienkataloges
[Arbeitskreis Automobilindustrie (AKAB) 1998]**

Gruppen
Kurzbeurteilung
Fachliche Beurteilung
Textgestaltung
Bildschirmgestaltung
Multimediaeinsatz
Inhalt
Interaktion
Rückmeldung
Hilfen
Lernzielkontrollen
Motivation
Ablaufsteuerung
Dokumentation

Eine Besonderheit sind die in der Software festgeschriebenen unterschiedlichen Gewichtungsfaktoren (1-4) der Fragen. Dies führt zwar zu besserer Vergleichbarkeit der Ergebnisse, allerdings auch zu einem starren Raster, das nicht verändert werden kann. Die Ergebnisse können ohne und mit Gewichtung ausgegeben werden, so dass die Gewichtung für den Nutzer erkennbar wird. Als Bewertungsinstrument mit speziellem Einsatzgebiet und einer geringen Anzahl an Kriterien kann der AKAB-Kriterienkatalog der zweiten Generation zugeordnet werden.

Große Prüfliste für Lernsoftware (GPL)

Ein Beispiel für einen Kriterienkatalog der dritten Generation ist die *Große Prüfliste für Lernsoftware* [Thomé 1988]. Hierfür wurden in Form einer Synopse aus verschiedenen Katalogen insgesamt 221 didaktische, pädagogische, lerntheoretische und mediendidaktische Kriterien zusammengeführt und in 23 Kategorien unterteilt (siehe Tabelle 3-4). Die GPL ist nicht auf ein bestimmtes Fach- oder Anwendungsgebiet ausgerichtet und erfüllt somit einen universellen Anspruch, kann aber je nach Disziplin oder Lerninhalt um spezifische Kriterien erweitert werden. Die große Zahl der Kriterien soll "eine weitgehende Objektivierung, Differenzierung und Vollständigkeit erreichen" [Thomé 1988, S. 268]. Das Ergebnis der Bewertung ist eine Übersichtstabelle mit qualitativen und quantitativen Daten. Zusätzlich existiert für eine schnelle Beurteilung eine Kurzversion der GPL.

Tabelle 3-4: Bewertungskategorien der Großen Prüfliste (GPL) [Thomé 1988, S. 137]

Kategorie	Anzahl der Kriterien
Interaktivität	36
Leistungen des Verlegers oder Autors	22
Gestaltung des Lerninhaltes	19
Aufgaben- und Antwortgestaltung	14
Übersichtlichkeit und Einfachheit	12
Zuverlässigkeit und Schnelligkeit	10
Bildschirmaufbau	10
Flexibilität	9
Tastaturbenutzung	8
Akustische Gestaltung	8
Leistungsauswertung und Diagnose	8
Angaben über die Softwarebedienung	7
Angaben über die Zielgruppe u. Lernziele	7
Farben	7
Angaben über den Einsatzbereich	6
Speicherung von Arbeitszeugnissen	6
Grafiken	6
Animationen	6
Angaben über den Inhalt	5
Angaben über die Hard- und Software	4
Textgestaltung	4
Allgemeine Qualitätsmerkmale	4
Veränderung des Inhaltes	3

MEDA und MEDA 97

MEDA (Methodologie d'Evaluation des Didacticiels pour Adultes) ist ein Verfahren zur Evaluation von Lernumgebungen in der Erwachsenenbildung [Gräber 1990], das von Wissenschaftlern aus fünf europäischen Ländern entwickelt wurde. Herausgeber von MEDA war die Europäische Gemeinschaft (Generaldirektion für Beschäftigung, Soziale Angelegenheiten und Bildung). MEDA wurde vor der Veröffentlichung empirisch abgesichert, dazu wurde das Verfahren in 36 Organisationen evaluiert und abschließend überarbeitet. Es lässt sich der dritten Generation der Bewertungsinstrumente mit Filter zuordnen.

Zur Zielgruppe von MEDA gehören Entwickler, Lehrende und Manager. Die über 300 Bewertungskriterien von MEDA können je nach Arbeitsbereich und Intention der bewertenden Person durch eine dreistufigen, hierarchischen Filter eingegrenzt werden [Gräber 1996]. Dies gewährleistet ein individuelles Evaluationsraster, das auf die jeweiligen Interessen zugeschnitten ist.

Die drei Arbeitsbereiche *Entwicklung*, *Anwendung* und *Vertrieb* bilden die oberste Hierarchie. Darunter befinden sich 14 sogenannte Intentionen (siehe Tabelle 3-5), denen aus einem Pool von 47

Kriterien die passenden zugeordnet werden. Zu jedem Kriterium gehört eine feste Anzahl von Fragen (siehe Abbildung 3-2).

Tabelle 3-5: MEDA, Intentionen [Gräber 1990, S. 13ff]

Intention	E1	Lenken des Entwicklungsprozesses eines Produkts
	E2	Technische Prüfung eines Produkts
	E3	Pädagogische Validierung eines Produkts
	E4	Prüfung der Übereinstimmung eines Produktes mit der Autorenbeschreibung
	E5	Formative Evaluation eines Produktes
	E6	Abschätzung des Verhältnisses von Qualität zu Produktionskosten
Anwendung	A1	Erfassung der Produkteigenschaften
	A2	Analyse eines Produktes, seiner Anwendung und Wirkung
	A3	Bewertung eines Produktes, seiner Anwendung und Wirkung
Vertrieb	V1	Abschätzung des Verhältnisses von Qualität und Preis
	V2	Entscheidung über die Kommerzialisierung eines Produktes
	V3	Bewertung der Qualität der Dokumentation
	V4	Produktverbesserung
	V5	Definition von ergänzenden Produkten

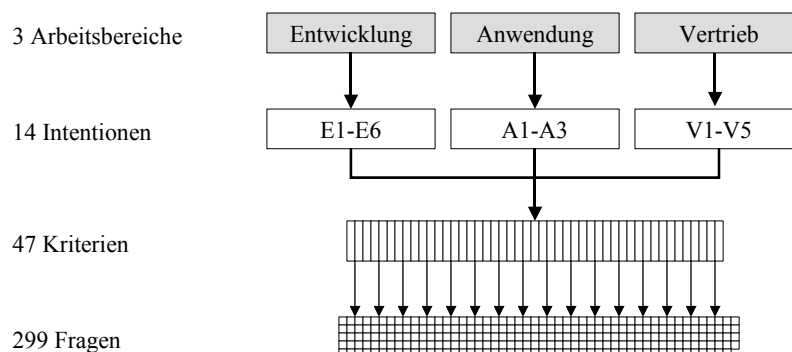


Abbildung 3-2: Struktur des Bewertungsinstrumentes MEDA [Gräber 1990, S. 232]

MEDA stellt die Struktur für eine Evaluation zur Verfügung. "Die zugrundeliegende Idee ist, dass der Anwender ein eigenes Kriterienraster entwickelt, mit dem er überprüft, inwieweit ein bestimmtes Produkt seinen Intentionen entspricht. Das Ergebnis der Evaluation ist nicht eine einzige Note, sondern die rationelle Zusammenstellung des gesamten Evaluationsprozesses, so dass ein Außenstehender diesen Prozess durchaus nachvollziehen kann." [Gräber 1990]

Auf Basis der ursprünglichen Konzeption in schriftlicher Form wurde mit MEDA 97 [Universität Lüttich - Abteilung für Erziehungswissenschaften (STE) 1997] eine Software entwickelt, die nach dem gleichen Arbeitsprinzip wie der Vorgänger MEDA funktioniert. Allerdings wurde in einigen

Bereichen die Terminologie geändert und das System erweitert. Aus 47 Kriterien sind nun 70 Aspekte geworden. Die Anzahl der 299 den Aspekten zugeordneten Fragen hat sich auf 500 erhöht. Diese Erweiterung ergibt sich aus einer größeren Präzisierung und komplett neuen Fragestellungen. Mit MEDA 97 kann programmgeführt oder frei ein Bewertungsraster erstellt werden, das gespeichert und ausgewertet werden kann. Darüber hinaus ist es möglich, zusätzliche Kriterien in den Katalog aufzunehmen.

3.1.4 Heuristische Evaluation

Um die Nutzerfreundlichkeit von Software zu bewerten, wurde von Nielsen [1994] ein heuristischer Ansatz entwickelt. Unter einer *Heuristik* versteht man in diesem Zusammenhang eine allgemeine Anleitung in Form mehrerer 'Daumenregeln'. Als Leitfaden für die Evaluierung wurden von Nielsen dazu die *Interface Design Heuristics* vorgestellt. Anhand dieser 10 Regeln sollen Experten möglichst viele Probleme im Gebrauch der Software finden. Nielsen [1994] hat gezeigt, dass mindestens fünf Experten im Rahmen der heuristischen Evaluation notwendig sind, um ca. 75% der Probleme zu finden.

Diese Regeln des *Interface Design Heuristics* wurden von Albion [1999] um die Bereiche *Educational Design Heuristics* und von Quinn [1996] um die *Content Heuristics* erweitert und zur Evaluierung einer Lernumgebung vorgeschlagen. Entgegen der ursprünglichen Version von Nielsen mit ja/nein-Antworten wurden alle 28 Heuristiken mit einer 5-stufigen Skala versehen, um so eine graduelle Einteilung zu ermöglichen.

Ein weiterer heuristischer Ansatz ist von Squires [1999] vorgeschlagen worden. Dieser besteht aus den folgenden acht Fragen:

1. Is the complexity of the multimedia environment appropriate?
2. Is the learner active?
3. Is fantasy used in an appropriate way?
4. How appropriate is the content to the curriculum?
5. How navigable is the software?
6. What form of learner feedback is provided?
7. What is the level of learner control?
8. Are learners motivated when they use the software?

Der Lerner steht bei diesem Ansatz im Mittelpunkt, einzelne Aspekte der Gestaltung werden gar nicht erfasst, die Fragen sind hingegen multidimensional. Auslöser für die Entwicklung dieses heuristischen Ansatzes war die Erkenntnis, dass die Nutzung von Lernumgebungen in einen situativen Kontext eingebettet ist und nicht isoliert betrachtet werden sollte. Das situierte Lernen ist eine der zentralen Ideen des Konstruktivismus (siehe Kapitel 2.2). Aus der Situietheit ergeben sich nach Squires [1999] folgende Konsequenzen:

1. Es ist nicht möglich, vorab den eigentlichen oder wahrgenommenen Nutzen einer Lernumgebung zu evaluieren.

2. In einem bestimmten Kontext erstellt der Lernende aufgrund gemachter Erfahrungen seine eigenen Konzepte. Die Nutzung hängt demnach von der Interpretation des Lernenden ab.
3. Beide Komponenten, die Lernumgebung und der Lernende bilden zusammengenommen den Lernprozess.

Demnach hat die Anwendung von Kriterienkatalogen vor der Nutzung der Lernumgebung und ohne Kenntnis des Kontextes nur eine eingeschränkte Aussagekraft.

3.1.5 Automatische Ansätze

Um den Vorgang der Qualitätsbestimmung zu vereinfachen, existieren seit kurzem auch automatische Ansätze. Im Rahmen des Projektes BONIQ (Bestimmung, Operationalisierung und maschineller Nachweis von Indikatoren zur Qualitätssicherung multimedialer Lernumgebungen) wurden von Kahlke & Uebelherr [2001] quantitative Methoden bei der Qualitätssicherung entwickelt. Hierzu wurden Indikatoren bestimmt, die als Qualitätskriterien herangezogen werden können. Diese Indikatoren wurden dann nach Möglichkeit so weit schematisiert und operationalisiert, dass sie auf Basis von Informationen über die Struktur und die Nutzung von System und konkretem Lehrinhalt computerunterstützt überprüft werden können. Bemerkenswert ist die Möglichkeit, umfangreiche Daten über Nutzung von hypermedialen Lernumgebungen zu erhalten (wie z. B. Lernpfade des Nutzers) und in die Qualitätsbestimmung einfließen zu lassen. Derartige Daten sind fast ausschließlich durch eine automatisierte Erhebung zu erhalten.

3.2 Qualität von medizinischen Web-Angeboten

3.2.1 Metaanalysen von Qualitätsbewertungen

Es gibt eine große Anzahl von frei verfügbaren Websites mit medizinischen Inhalten, die Bürgern, Patienten und Beschäftigten im Gesundheitswesen zur Verfügung stehen. Die Betreiber dieser Websites kommen aus verschiedenen Bereichen, wie z. B. Kliniken, Berufsverbänden und Standesorganisationen, Krankenkassen, Verlage, Non-Profit Organisationen, Firmen, Privatpersonen. Die Qualität der angebotenen Gesundheitsinformationen ist für den nicht vorgebildeten Nutzer dieser Dienste nur unzureichend oder gar nicht zu beurteilen. Dieser Umstand kann gerade für Patienten bei inkorrekten Informationen negative Folgen haben, insbesondere weil sie dazu neigen, Informationen aus dem Web direkt in ihr eigenes Handeln zu integrieren [Eysenbach & Diepgen 1999b].

In einer Reihe von empirischen Studien wurde die Qualität von Web-Angeboten analysiert. Eysenbach et al. [2002] haben 79 dieser auf medizinische Websites bezogenen Studien ausgewertet, von denen 70 % Qualität als ein Problem ansahen und ein negatives Gesamturteil fällten. 22 % der Studien waren von ihrem Ausgang neutral und nur 9 % kamen zu einem positiven Ergebnis. Dabei variierten die Studien bezüglich ihrer Methodik stark. Sie unterschieden sich hinsichtlich ihrer methodischen Strenge, der verwendeten Qualitätskriterien, der Studienpopulation und der gewählten inhaltlichen Schwerpunkte. Ein großer Anteil der Studien konzentrierte sich auf die Analyseziele *Technik* und *Korrektheit*. Dies kann damit begründet werden, dass sich technische Merkmale gut operationalisieren

lassen und die Korrektheit der Informationen für den Konsumenten besonders wichtig ist. Die übrigen von Eysenbach identifizierten Merkmalsgruppen *Vollständigkeit*, *Lesbarkeit*, *Design* waren weitaus seltener vertreten.

3.2.2 Kriterienkataloge und Leitlinien

Qualitätskriterien für Elektronische Publikationen in der Medizin

Aufgrund negativer Erfahrungen mit der Qualität von medizinischen Websites sind von verschiedenen Organisationen Leitlinien und Kriterienkataloge zur Erstellung und Bewertung medizinischer Websites entwickelt worden, wobei Kriterienkataloge eher der Bewertung und Leitlinien der Erstellung von Websites dienen. Allerdings ist eine derartige Trennung für die folgenden Beispiele nicht notwendig, da sie beide Funktionen erfüllen. So wurde von der GMDS bereits im Jahr 1996 der Katalog *Qualitätskriterien für Elektronische Publikationen in der Medizin* erstellt [Schulz et al. 2001]. Vorderstes Ziel ist "die Forderung nach Qualität bewusst aus der Nutzer- (Kunden-) Perspektive". Dazu wurde ein umfassender Katalog mit den folgenden fünf Merkmalsgruppen aufgestellt:

1. Inhalte
2. Technik
3. Informationskodierung und Präsentationsmodalitäten
4. Ergonomie und Design
5. Dialog und Didaktik

Für medizinische Lernumgebungen ist vor allem die Merkmalsgruppe *Dialog und Didaktik* relevant, deshalb wird diese näher betrachtet. Es wird besonders betont, dass der Inhalt zeitlich und inhaltlich klar umrissen sein soll und dass für jeden Lernabschnitt Lernziele existieren sollen. Die Merkmalsgruppe ist in folgende Untergruppen unterteilt [Schulz et al. 2001]:

- Einbettung des zu vermittelnden Wissens
- Überprüfung des vermittelten Wissens
- Dialog/Navigation
- Motivation

Zum Entwicklungsprozess von Lernumgebungen werden keine direkten Kriterien aufgestellt, allerdings werden ein Implementierungskonzept und der Bezug der Inhalte zu den eingesetzten Medien und zum Curriculum gefordert.

Guidelines für Websites der American Medical Association (AMA)

Die *Guidelines for AMA Web Sites* der American Medical Association [Winker et al. 2000] dienen ebenfalls der Erhöhung der Qualität. Diese Leitlinien sind in vier Merkmalsgruppen aufgeteilt:

1. Principles for Content
2. Principles for Advertising and Sponsorship

3. Principles for Privacy and Confidentiality
4. Principles for E-Commerce

Im Gegensatz zum Kriterienkatalog der GMDS ist der Fokus hier ein etwas anderer. Es ist das primäre Ziel, dem Nutzer möglichst viel Informationen über die Qualität des Inhalts und seiner Herkunft zu geben. Zusätzlich erhält der Schutz der Privatsphäre ein sehr hohes Gewicht, wie auch der ordnungsgemäße Ablauf des elektronischen Handels.

HONCode

Kurz nach der Entstehung des Web wurde der *HONcode of Conduct für Medizinische Webseiten im Gesundheitsbereich* veröffentlicht. Beim HONcode handelt es sich um einen selbstregulatorischen Codex, dessen Einhaltung nicht von Dritten überprüft wird. Vor der Nutzung muss sich der Anbieter einer Website im Gesundheitsbereich aber in einem förmlichen Antrag verpflichten, die acht Grundsätze des HONCode zu erfüllen [Health on the Net Foundation (HON) 1997]. Das Ziel ist dem Nutzer möglichst fundierte medizinische Informationen in transparenter, klarer Form zu präsentieren.

3.2.3 Zertifizierung

Die Einhaltung von Standards und Qualitätskriterien kann durch die Verwendung von Metadaten stark unterstützt werden. Nach Berners-Lee [1997] sind Metadaten maschinenlesbare Daten über Webressourcen oder kurz "data about data". Durch Beschreibung von Ressourcen durch Metadaten soll die Suche der üblichen Suchmaschinen im Web präziser und effizienter werden. Auf der Basis von PICS (Platform for Internet Content Selection) wurde schon 1997 für den medizinischen Einsatz medPICS eingeführt [Eysenbach & Diepgen 1999a]. medPICS enthält nicht nur beschreibende Daten, sondern kann auch bewertende Daten Dritter unabhängig vom Dokument aufnehmen. Diese evaluativen Metadaten bilden die Basis für ein Rating, das dann auf verschiedenen Websites dargestellt wird. Zusätzlich gibt es in medPICS die Möglichkeit der Verschlagwortung der Inhalte mittels MeSH. So kann eine Standardisierung des verwendeten Vokabulars erfolgen, was eine Voraussetzung für die problemlose Austauschbarkeit der Daten ist. Als Weiterentwicklung von medPICS ist HIDDEL (Health Information Disclosure, Description and Evaluation Language) zu sehen. HIDDEL [Eysenbach et al. 2001] ist im Rahmen von MedCIRCLE [2002] entwickelt worden und dient dem standardisierten Datenaustausch von Bewertungen mit einem eigens dafür entwickelten Vokabular. Es wird als Beitrag zur Entwicklung eines sogenannten Semantic Web gesehen.

Eine zentrale Zertifizierung oder Qualitätskontrolle von medizinischen Websites ist vielleicht eine erstrebenswerte aber aufgrund der dezentralen Struktur des Web keine realisierbare Lösung. Eine Alternative ist der Aufbau von verteilten, dezentralen Lösungen, wie sie im Rahmen von MedCERTAIN vorgeschlagen wurden [Eysenbach et al. 2000]. Das Basiskonzept besteht aus drei Prinzipien:

1. Experten bewerten die Websites, und zwar nicht nur nach technischen oder formalen Kriterien, sondern vor allem nach der Qualität des medizinischen Inhalts.
2. Die Bewertung findet dezentral und verteilt statt. Dazu werden Standards sowohl für die Beschreibung durch den Autor als auch für die Bewertung verwendet.

3. Die entstandenen Metadaten werden über globale Kooperationen Partnern zur Verfügung gestellt.

Das Ziel ist ein *Web of Trust*, das es dem Nutzer ermöglicht, die Qualität der Website schnell und sicher zu erkennen. Im Rahmen von MedCERTAIN wurden vier Stufen für ein Siegel (Trustmark) vorgeschlagen:

- Level 1 ("committed") zeigt an, dass der Provider einen Ethik-Code einhält und einen Basis-satz an Informationen veröffentlicht.
- Level 2 ("checked") zeigt an, dass die Website von einem Dritten (MedCERTAIN-Mitglied) bezüglich technischer und formaler Kriterien geprüft wurde.
- Level 3 ("awarded/peer-reviewed") zeigt an, dass der Inhalt der Website auf Genauigkeit von Dritten geprüft wurde.
- Level 4 ("evidence-based") zeigt an, dass die Effektivität der angebotenen Informationen durch Studien bestätigt wurde.

3.3 Bewertung

Sowohl Kriterienkataloge zur Bewertung von Lernumgebungen als auch Systeme zur Bewertung von medizinischen Websites gibt es in großer Zahl. Die vorgestellten Beispiele MEDA, SODIS, AKAB und GPL als reine Kriterienkataloge sind vor allem für die Auswahl von Lernumgebungen durch Lehrende oder Manager entwickelt worden. Die Nutzung ist häufig schwierig und zeitraubend, da eine lange Liste an Kriterien durchzusehen ist. Viele Beurteilungen sind zudem nur von Experten zu leisten, da didaktisches oder technisches Spezialwissen nötig ist.

Ein direkter Vergleich der Einzelkriterien dieser Kriterienkataloge ist kaum möglich. Erstens ist die inhaltliche Abdeckung der Kataloge sehr unterschiedlich, zweitens ist die Granularität der einzelnen Fragen sehr variabel. Insbesondere MEDA 97 enthält unter seinen 500 Fragen zum Teil sehr spezielle Fragen, die sich den Fragen der anderen Kataloge nicht zuordnen lassen. Auch eine Zuordnung auf der Ebene der Aspekte oder Kriterien von MEDA 97, also einer Ebene über den eigentlichen Fragen, gelingt nicht, da diese einerseits sehr stark abstrahieren und andererseits sehr heterogene Aspekte enthalten; z. B. sind unter den 26 Fragen des Aspekts "Führung" die Fragen "Sind die Zielsetzungen des Moduls eindeutig erklärt?", "Sind die Überschriften zentriert?" und "Folgt das Feedback unmittelbar auf die Fragen des Anwenders?" zu finden. Zudem stellt sich der Sinn nach einem solchen Vergleich: Ist ein Katalog besser, weil er ein bestimmtes Kriterium enthält, das einem anderen fehlt? Im Rahmen dieser Arbeit wurde daher auf eine Vorstellung und einen Vergleich der Einzelkriterien verzichtet.

Häufig findet man ein Übergewicht von technischen Kriterien in den Katalogen. Technische Merkmale, wie z. B. Stabilität, stellen zwar eine Voraussetzung für das Funktionieren von Software dar, sind aber in der Regel keine guten Prädiktoren von Lernleistungen [Kerres 2001].

Die Gründe für den Einsatz von Kriterienkatalogen sind nach Baumgartner [1997, S. 7] vor allem praktischer Natur:

1. Die Kosten gegenüber einer summativen Evaluation sind eher gering.
2. Die Organisation der Bewertung durch die Trennung der Lernumgebung von ihrem realen Einsatzgebiet ist einfach, so kann die Bewertung an zentraler Stelle vorgenommen werden.
3. Das Verfahren erscheint objektiv und methodisch sauber, da die Abarbeitung umfangreicher Kriterienlisten fast algorithmisch ablaufen kann.

Einzuwenden ist, dass selbst die Existenz einer idealen Kriterienliste das Problem der Gewichtung der einzelnen Kriterien nicht lösen kann und somit der Wunsch nach der Berechnung eines einzelnen Scores unerfüllt bleibt.

Aus wissenschaftlicher Sicht ist es fraglich, ob es überhaupt valide Merkmale gibt, die unabhängig vom Kontext des Einsatzes sind. Nach Fricke [2000, S. 76] gibt es vier Argumente gegen die Verwendung von Kriterienkatalogen:

1. mangelnde Beurteilerübereinstimmung bei der Quantifizierung von Qualitätskriterien
2. geringe praktische Signifikanz der einzelnen Qualitätskriterien
3. differentielle Methodeneffekte bei Qualitätskriterien
4. Nichtberücksichtigung des Verwertungszusammenhanges einer Lernumgebung

Die mangelnde Beurteilerübereinstimmung weist auf die geringe Reliabilität hin, die bei Experimenten mit verschiedenen Experten festgestellt wurde. Schon zu Beginn der Nutzung von Kriterienlisten wurde die Reliabilität von Bewertungen in einer Studie gemessen, wobei die Übereinstimmung bezüglich 20 Hauptkriterien, die aus MEDA (siehe Kapitel 3.1.3, MEDA und MEDA 97) ausgewählt wurden, nur 33% betrug. Viele Probleme mit Kriterienlisten entstehen auch durch die unbekannte Validität der einzelnen Kriterien. Häufig werden die einzelnen Kriterien durch Konsensbildung von Experten festgelegt und nicht durch experimentelle Studien abgesichert [Tergan 1998]. Hinsichtlich differentieller Methodeneffekte weist Fricke [2000] darauf hin, dass Lernvariablen, Lernthema und Lernumgebung nicht als voneinander unabhängige Variablen betrachtet werden können, sondern bezüglich ihres Einflusses auf das Lernergebnis in Wechselwirkung treten können. Insbesondere das vierte Argument wird häufig herangezogen, wenn die Nutzung von Kriterienkatalogen diskutiert wird [Squires 1999]. Die isolierte Bewertung von Lernumgebungen ohne Kenntnisse des Einsatzgebietes ist demnach nur von eingeschränkter Bedeutung. Zu einem Lernprozess gehören die Lernumgebung und der Lernende. In der Literatur wird dieses immer wieder betont: "It's not what you've got, it's how you use it." [Hughes 2002, S. 78]

Im Rahmen der heuristischen Evaluation ist man sich dieser Problematik bewusst und verzichtet auf die große Anzahl an nicht validierten Merkmalen. Die wenigen verwendeten Fragen sind recht grobe Heuristiken, auf die sich Experten einigen konnten. Die geringe Anzahl der Fragen kommt insbesondere dem Einsatz im Web entgegen, denn es ist nicht effizient, z. T. mehrere hundert Kriterien für eine große Anzahl an Lernumgebungen durcharbeiten. Die Reduzierung auf wenige Fragen hat den positiven Nebeneffekt, dass aus vielen überwiegend eindimensionalen Fragen der Kriterienkataloge einige wenige mehrdimensionale Fragen werden [Tergan 2001].

Die Nutzung automatischer Ansätze zur Qualitätsbestimmung bietet die Möglichkeit, umfangreiche Daten über die Nutzung der Lernumgebung automatisch zu protokollieren. Dies ist gerade bei Hypertext-basierten Anwendungen wie dem Web zur Optimierung der Lernpfade der Nutzer von Interesse. Allerdings sollte dieses Verfahren nur zusätzlich zu den übrigen Verfahren zur Anwendung gelangen, da es als alleinige Entscheidungsgrundlage nicht ausreicht.

Leitlinien und Kriterienkataloge zur Erstellung medizinischer Websites sind prinzipiell auch auf web-basierte Lernumgebungen übertragbar. Insbesondere die Kriterien für die inhaltliche Bewertung von medizinischen Websites für Konsumenten sind auch bei medizinischen Lernumgebungen von nicht unerheblicher Bedeutung. Die Korrektheit der medizinischen Inhalte ist für beide Anwendungsbereiche ein entscheidender Faktor. Allerdings ist dies für die Bewertung von Lernumgebungen nicht ausreichend, da diese nicht nur der reinen Präsentation von Informationen dienen.

Die Validität und Reliabilität der Bewertung von medizinischen Websites sind ebenso wie bei der Verwendung von Kriterienlisten für Lernumgebungen nur gering ausgeprägt. Darmoni et al. [2002] haben von drei Experten 30 Websites mit Hilfe des *French Code of Ethics* bewerten lassen. Dieser Codex besteht aus 10 Kriterien zu *Quelle, Inhalt* und *Interface*. Die Reliabilität wurde als Übereinstimmung zwischen den Bewertern (Inter-Rater) mit Cohen's Kappa Koeffizienten gemessen. Die 30 berechneten Kappa-Werte lagen zwischen $-0,185$ (Standardfehler $0,086$) und $0,335$ (Standardfehler $0,138$), was einer Übereinstimmung von *nicht vorhanden* bis *schwach* entspricht. In einer weiteren Studie zur Evaluation von Websites chirurgischer Abteilungen von Stausberg et al. [2001] schwankten die Kappa-Werte der 12 Kriterien zwischen $0,08$ und $0,52$, was zumindest bei einigen Kriterien auf sehr geringe Reliabilität schließen lässt. Auch wenn eindimensionale Bewertungssysteme (Scoring Systeme) als validiert bezeichnet werden, gibt es keine Hinweise auf eine Validierung bezüglich Konsumentenzufriedenheit oder Gesundheitsstatus [Eysenbach et al. 2002].

Aufgrund dieser Argumente sind sowohl die vorgestellten Kriterienkataloge für Lernumgebungen als auch die Leitlinien und Zertifizierungssysteme für medizinische Webseiten nicht geeignet, die Auswahl insbesondere für Lernende zu unterstützen.

4 Metadatenstandards zur Beschreibung von Lernumgebungen

Wie bereits in Kapitel 3.2.3 angesprochen, können Metadaten als "Daten über Daten" bezeichnet werden. Bereits vor dem Aufkommen des Internets wurden Metadaten vielfach verwendet, jeder Bibliothekskatalog enthält zu jedem Buch oder jeder Zeitschrift Metadaten, wie z. B. Autor und Titel. Die Bedeutung von Metadaten ist durch das extrem große Informationsangebot des Internets gestiegen. Eine Erleichterung der Recherche und Verbesserung der Ergebnisqualität sind gerade für das Internet von großer Bedeutung. Für die optimale Nutzung von Metadaten wird eine möglichst weitgehende Standardisierung angestrebt, weil nur so eine automatische Verarbeitung dieser Daten einfach möglich ist.

Im Rahmen der Entwicklung von Lernumgebungen kann auf eine Reihe bereits vorliegender Metadatenstandards zurückgegriffen werden, wobei unter *Standard* nach ISO [2003] "dokumentierte Übereinkünfte, die technische Spezifikationen oder andere präzise Kriterien enthalten, welche als dauerhafte Regeln, Leitlinien oder Definitionen verwendet werden, um zu gewährleisten, dass die Materialien, Produkte, Prozesse und Dienstleistungen ihren Zweck bestmöglich erfüllen" verstanden werden.

In diesem Kapitel werden die im Rahmen dieser Arbeit wichtigsten Standards zu Metadaten von Lernumgebungen vorgestellt.

4.1 Dublin Core Metadata Initiative

Die Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) hat zum Ziel, Ressourcen durch Metadaten zu beschreiben und die umfassende Nutzung von interoperablen Metadaten-Standards zu fördern, um so intelligente Informationssysteme zu ermöglichen [Hillmann 2001]. Im Rahmen dieser Initiative werden auch spezielle Vokabulare entwickelt werden, um so die Interoperabilität auf semantischer Ebene zu gewährleisten. Das *Dublin Core Metadata Element Set* [Dublin Core Metadata Initiative (DMCI) Usage Board 2003a], häufig in der Kurzform als *Dublin Core* bezeichnet, enthält 15 Terms, um eine Ressource zu beschreiben (siehe Tabelle 4-1). An der Entwicklung von Dublin Core ist eine internationale Gruppe von Experten aus den unterschiedlichsten Disziplinen beteiligt, somit ist sichergestellt, dass Dublin Core domänenübergreifend eingesetzt werden kann.

**Tabelle 4-1: Dublin Core Metadata Element Set
[Dublin Core Metadata Initiative (DMCI) Usage Board 2003a].
Die Übersetzung von Definitionen und Kommentaren basiert auf [Rusch-Feja & Kanis 1999].**

Term	Definition	Kommentar
DC.Title	Der an die Ressource vergebene Name.	Normalerweise wird der Ressource der Name als Titel gegeben, unter der sie formell bekannt ist.
DC.Creator	Der für die Erstellung der Quelle Verantwortliche.	Verantwortliche können sein: z. B. eine Person, eine Organisation oder ein Dienstleister.
DC.Subject	Das Thema des Inhalts einer Quelle/Ressource.	Normalerweise wird das Thema durch Stichwörter, Schlagwörter oder Klassifikationsregeln, möglichst aus einem kontrollierten Vokabular, ausgedrückt.
DC.Description	Eine Darstellung des Inhalts einer Ressource.	Die Beschreibung kann z. B. aus einer Kurzzusammenfassung, einem Inhaltsverzeichnis oder Freitext bestehen.
DC.Publisher	Die Instanz, die für die Veröffentlichung verantwortlich ist.	Beispiele für einen Verleger/Herausgeber sind Personen, eine Organisation oder ein Dienstleister.
DC.Contributor	Die Instanz, die einen Beitrag zum Inhalt der Ressource leistet.	Beispiele der Beteiligten sind Personen, Organisationen oder Dienstleister.
DC.Date	Das Datum, das ein Ereignis im Lebenszyklus der Ressource darstellt.	Normalerweise wird das Datum mit der Erstellung oder Verfügbarkeit der Ressource verbunden. Format nach ISO 8601: JJJJ-MM-TT.
DC.Type	Die Art bzw. das Genre des Inhalts der Ressource.	Die Ressourcenart schließt eine Liste von Begriffen ein, z. B. allgemeine Kategorien, Funktionen, Gattungen oder Aggregationen, am besten aus einem kontrollierten Vokabular (z. B. DCMITYPE [Dublin Core Metadata Initiative (DMCI) Usage Board 2003b])
DC.Format	Das physische oder digitale Format der Ressource.	Das Format kann zur Bestimmung der Software, der Hardware oder anderer Ausstattung genutzt werden, am besten nach einem kontrollierten Vokabular.
DC.Identification	Eine eindeutige Bezeichnung der Ressource in einem bestimmten Kontext.	Empfehlung: Die Ressource durch eine Zeichenkette oder Zahl nach einer formellen Identifizierungskonvention zu bezeichnen, z. B. Uniform Resource Identifier (URI).
DC.Source	Quellen, von der die vorliegende Ressource abgeleitet werden kann.	Die vorliegende Ressource kann von einem Quellwerk gänzlich oder zum Teil abgeleitet werden.
DC.Language	Die Sprache des intellektuellen Inhalts der Ressource.	Empfehlung: Die Werte für das Sprachelement nach den Werten in Request for Comments 3066 [Alvestrand 2001] mit einem zweibuchstabigen Sprachcode zu bestimmen.
DC.Relation	Eine Beziehung zu einer verwandten Ressource.	Empfehlung: Den Bezug zu einer verwandten Ressource nach einem formellen Identifikationssystem zu erstellen.
DC.Coverage	Die Reichweite oder der Anwendungsbereich des Inhalts der Ressource.	Der abgedeckte zeitliche oder räumliche Bereich bezieht sich normalerweise auf eine spezifische Ortbezeichnung, eine zeitliche Periode oder einen Zuständigkeitsbereich.
DC.Rights	Informationen über die Rechte, die bezüglich der Ressource existieren.	Informationen zur Rechteverwaltung umfassen oft Rechte des intellektuellen Eigentums, Urheberrecht (Copy Rights) und diverse andere Besitz- und Eigentumsrechte.

Diese Terms werden teilweise durch *Qualifier* weiter präzisiert, z. B. kann das Element *Description* durch *Table of Contents* und *Abstract* verfeinert werden, wodurch eine genauere Spezifikation ermöglicht wird. Es handelt sich hierbei nicht um Erweiterungen von Dublin Core.

Um E-Learning Ressourcen besser beschreiben zu können, wurde eine Erweiterung des Dublin Core-Standards von einer separaten Arbeitsgruppe vorgeschlagen (siehe Tabelle 4-2). Diese Erweiterung enthält zwei neue Elemente *Audience* und *Standard* und drei weitere Elemente, die direkt aus dem Learning Object Model der IEEE übernommen wurden, das in Kapitel 4.2 näher erläutert wird.

Tabelle 4-2: Erweiterungen des DC-Standards [Mason & Sutton 2000]

Term	Definition	Kommentar
DC-ED.Audience	Eine Nutzerkategorie, für die die Ressource gedacht ist.	Häufig geben Hersteller und Editoren die Kategorien zukünftiger Nutzer ihrer Lernumgebungen an. Ebenso verwenden Nutzer diese Kategorien als Kriterien für die Suche.
DC-ED.Standard	Eine Referenz zu einem Standard aus dem Bereich des E-Learning.	Die beiden Terms sind alternative Vorschläge: DC-ED.Standard als neues Element oder ConformsTo als Qualifier von DC.Relation
DC.Relation.ConformsTo		
DC-ED.Interactivity Type	Die Art der Interaktion zwischen der Ressource und dem Nutzer.	Übernahme aus IEEE Learning Object Model (LOM) (siehe nächstes Kapitel)
DC-ED.Interactivity Level	Der Grad an Interaktivität zwischen dem Nutzer und der Ressource.	
DC-ED.Typical Learning Time	Typische Zeit, um diese Ressource zu bearbeiten.	

4.2 Learning Object Metadata (LOM)

Das Learning Technology Standards Committee (LTSC) des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) hat bereits 1998 mit den Arbeiten an einem Metadaten-Standard für Lernumgebungen begonnen [Learning Technology Standards Committee (LTSC) 1998]. Das LTSC hat mittlerweile mit dem *Draft Standard for Learning Object Metadata* (LOM-Standard) einen Vorschlag fertiggestellt, der als Final Draft vorliegt [Learning Object Metadata Working Group 2002]. In diese Arbeiten sind Entwicklungen zu Metadaten-Standards, wie z. B. des europäischen Forschungsvorhabens Ariadne, eingeflossen [Trahasch 2001].

Ein *Learning Object* ist in der allgemein gehaltenen Definition des LOM-Standards eine Entität, digital oder nicht digital, die während technologie-unterstützten Lernens verwendet, wiederverwendet oder referenziert werden kann. Beispiele von Learning Objects sind: gedruckte Dokumente, Übungen, Kurse, Fallbeispiele, aber auch Personen. Zur Beschreibung verwendet der LOM-Standard neun

Kategorien in seinem Basis-Schema (siehe Tabelle 4-3). Jede Kategorie enthält unterschiedlich viele Datenelemente⁵, jeweils mit Angaben zu Name, Erläuterung, Größe, Ordnung, Wertebereich, Datentyp und Beispiel. Für viele Datenelemente werden Wertelisten (Vokabulare) vorgeschlagen, um so die semantische Interoperabilität besser gewährleisten zu können.

Tabelle 4-3: Kategorien des LOM-Standard [Learning Object Metadata Working Group 2001]

General	allgemeine Informationen, die das Lernobjekt als Ganzes beschreiben
Lifecycle	Beschreibung des historischen und aktuellen Status inklusive der beteiligten Personen
Meta-metadata	Informationen über die Metadaten selbst (und nicht über das Learning Object selbst)
Technical	Beschreibung der technischen Anforderungen und Charakteristika
Educational	Beschreibung der pädagogischen Charakteristika
Rights	Beschreibung der Urheberrechte und Nutzungsbedingungen
Relation	Darstellung von Beziehungen zwischen diesem Learning Object und anderen Learning Objects
Annotation	Kommentare über den Einsatz des Learning Object und Informationen über die Person, die diese Kommentare abgegeben hat
Classification	Einteilung in besondere Klassifikationssysteme

Der Zweck des LOM-Standards ist es, die Suche, die Evaluation, den Erwerb und den Gebrauch von Learning Objects zu erleichtern. Darüber hinaus soll dieser Standard durch die Entwicklung von Verzeichnissen und Katalogen den gemeinsamen Gebrauch und den Austausch von Learning Objects ermöglichen. Vor allem bei kleineren Einheiten von Learning Objects ist die Wiederverwendbarkeit von Bedeutung, da diese wieder zu kompletten Kursen zusammengesetzt werden müssen.

In starker Anlehnung an den LOM-Standard wurde vom IMS Global Learning Consortium ein eigener Metadaten-Standard veröffentlicht [IMS 2001a]. Bis auf unbedeutende Unterschiede in Form von Namensänderungen an drei Datenelementen ist dieser Standard identisch mit dem LOM-Standard in der Version Draft 6.1. Ein großer Vorteil des IMS-Modells ist die Existenz einer Implementierung als IMS Learning Resource Meta-data XML Binding [IMS 2001b]. Diese konkrete Vorgabe in Form eines XML-Schemas erleichtert den Aufbau eigener Anwendungen stark.

4.3 Resource Description Framework (RDF)

Das *Resource Description Framework* ist ein vom World Wide Web Consortium (W3C) entwickeltes universelles, maschinenlesbares Datenformat zur Repräsentation von Informationen über Web-Ressourcen [W3C 2003]. RDF ist kein Metadaten-Standard im eigentlichen Sinne, sondern hat zum Ziel, die Interoperabilität der verschiedenen Metadaten-Standards aus den unterschiedlichen Domänen

⁵ Die englische Bezeichnung *data element* wurde hier mit Datenelement übersetzt. Ebenso könnten die Begriffe *Feld*, *Attribut* oder *Variable* an dessen Stelle verwendet werden.

zu unterstützen. Voraussetzung für die Beschreibung einer Ressource durch RDF ist, dass sie einen *Uniform Resource Identifier* (URI) besitzt. Das Konzept von RDF sieht vor, dass eine Ressource durch einen Satz an Merkmalen (properties) beschrieben wird. Jedes dieser Merkmale besteht aus einem Merkmalstyp (property type) und einem dazugehörigen Wert (siehe Abbildung 4-1).

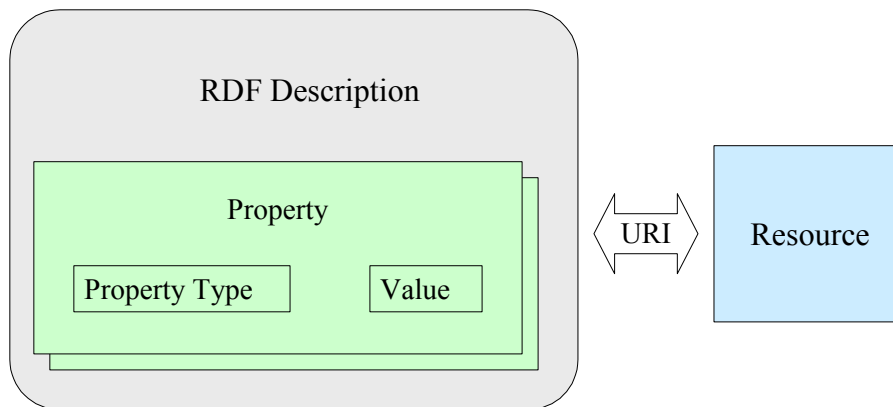


Abbildung 4-1: Resource Description Framework Model [Iannella 1999]

RDF nutzt die Syntax von XML, liefert aber zusätzlich die Bedeutung der verwendeten Tags. Es bildet so die Basis für das *Semantic Web*, das zum Ziel hat, die Inhalte von Web-Dokumenten maschinenlesbar zur Verfügung zu stellen und so die Nutzung dieser Daten zu erweitern [Berners-Lee et al. 2001].

4.4 Bewertung

Aus den vorgestellten Alternativen an Metadaten-Standards bieten sich vor allem Dublin Core und der LOM-Standard zur Beschreibung von computerunterstützten Lernumgebungen an. Für Dublin Core spricht dessen große Verbreitung und hohe Akzeptanz, dagegen die unzureichende Abdeckung spezieller Merkmale von Lernumgebungen, wie z. B. aus dem Bereich der Didaktik. Die Erweiterungen von Dublin Core für diesen Bereich reichen in der bisherigen Form nicht aus, um Lernumgebungen umfassend zu beschreiben. Der LOM-Standard hingegen bietet durch seine speziellen Eigenschaften eine gute Basis dafür. RDF eröffnet zusätzlich die Möglichkeit, für unterschiedliche Metadaten-Standards eine Interoperabilität auf semantischer Ebene zu erzielen.

Die Verbindung von XML und LOM in Form des IMS Learning Resource Meta-data XML Binding bietet eine gute Grundlage für einen eigenen Ansatz zur Erweiterung der Beschreibung um Qualitätsmerkmale. Dieser Ansatz wird im folgenden Kapitel vorgestellt.

5 Eigener Ansatz

Der folgende Ansatz verfolgt das Ziel, dem Nutzer präzise, umfassende und transparente Informationen über medizinische Lernumgebungen zur Verfügung zu stellen und ihm so die Auswahl, zugeschnitten auf seinen Kontext, zu erleichtern. Dazu werden die wichtigsten möglichen Anforderungen der Nutzer analysiert und aus diesen der Bedarf nach Erweiterungen des LOM-Standards abgeleitet. Im anschließenden Kapitel werden die relevanten Datenelemente des LOM-Standards und die Erweiterungen detailliert erläutert und ihre jeweilige Bedeutung für die Qualität von Lernumgebungen bewertet.

5.1 Anforderungen der Nutzer

Von den verschiedenen Nutzergruppen werden unterschiedliche Anforderungen an die Metadaten gestellt. Primär sollen die Metadaten die Informationsbedürfnisse der zukünftigen Anwender der Lernumgebungen zufrieden stellen, aber auch Aspekte der Datenerfassung und -aktualisierung sind zu berücksichtigen. Eine Übersicht über Nutzergruppen und deren Anforderungen gibt die folgende Tabelle 5-1:

Tabelle 5-1: Nutzergruppen und Anforderungen

Nutzergruppe	Teilnehmer	Anforderungen
Lernende	Studierende der Medizin, Ärzte und Ärztinnen in der Fort- und Weiterbildung, Studierende anderer Fächer	Aktualität, technische Voraussetzungen, fachliche Zuordnung, Erfahrungen anderer Lernender
Lehrende	Dozenten an Universitäten und Hochschulen, Dozenten in Fort- und Weiterbildung	Aktualität, didaktische Kategorien, technische Voraussetzungen, Erfahrungen andere Lehrender, durchgeführte Evaluation, Verfahren des Qualitätsmanagements
Administratoren	Personenkreis, der die Metadaten pflegt, z. B. Autoren, freiwillige Helfer, Bibliothekspersonal	überschaubare Anzahl an Merkmalen, gute Strukturierung, leichte Verfügbarkeit der zu erhebenden Metadaten

Die Interessen von Lernenden und Lehrenden sind ähnlich - beide Gruppen benötigen eine präzise Beschreibung für den Auswahlprozess. Für die Administratoren stehen die leichte Verfügbarkeit und die einfache Pflege der Metadaten im Vordergrund. Dazu sollten die Anzahl der Datenelemente nicht zu hoch und die Inhalte leicht verfügbar sein. Aber auch Erfahrungen anderer Anwender, die Dokumentation zu durchgeführten Evaluationen und die eingesetzten Methoden und Verfahren des Qualitätsmanagement gehören zu den relevanten Metadaten der einzelnen Lernumgebungen. Der LOM-Standard (siehe Kapitel 4.2) ermöglicht zwar eine umfassende Beschreibung, bietet aber keine Möglichkeit derartige Merkmale abzubilden. Deshalb wurde eine Erweiterung um die fehlenden Metadaten vorgenommen, so dass die Menge der Metadaten neben dem LOM-Standard nun drei zusätzliche Kategorien umfasst (siehe Abbildung 5-1).

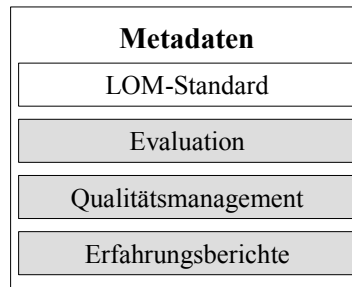


Abbildung 5-1: Erweiterungen des LOM-Standards (grau hinterlegt)

Die zusätzliche Integration von Expertenurteilen, die auf Basis von Kriterienkatalogen entstanden sind, wäre ebenfalls möglich gewesen. Aber aufgrund der in Kapitel 3.3 erläuterten Unzulänglichkeiten dieser Instrumente, wie geringe Reliabilität und Validität, wurde bewusst darauf verzichtet.

5.2 LOM-Standard und Erweiterungen

5.2.1 LOM-Standard

Der LOM-Standard bietet einen allgemeinen, domänen-übergreifenden Ansatz zur Beschreibung von Lernumgebungen, wobei es von den Autoren ausdrücklich erlaubt ist, für die eigene Nutzung nur eine Auswahl der Datenelemente zu treffen. Zusätzlich sind auch Möglichkeiten zur Erweiterung des LOM-Standards vorgesehen.

Es wurden Datenelemente ausgewählt, die im betrachteten Kontext der webbasierten, medizinischen Lernumgebungen eine Unterscheidung erlauben und möglichst ein Qualitätsmerkmal darstellen (siehe Tabelle 5-2). Die einzelnen Datenelemente wurden nach ihrer Bedeutung für die Qualität in drei Klassen (0, +, ++) eingeteilt. Diese Einteilung dient nicht der Berechnung der Rangfolge durch einen Score. Eine derartige Abbildung auf eine eindimensionale Größe soll gerade verhindert werden, stattdessen soll der Nutzer anhand der präsentierten Qualitätsmerkmale die einzelnen Lernumgebungen unterscheiden und für seinen Kontext bewerten können. Die Überprüfung der einzelnen Kategorien ergab, dass die Kategorien *Rights* (6.) und *Relational* (7.) nicht benötigt werden, da es sich um frei verfügbare, webbasierte Lernumgebungen handelt, die untereinander nicht in Beziehung stehen. Aus den übrigen sieben Kategorien wurden nicht alle Datenelemente verwendet, da sie entweder nicht verfügbar sind oder keinen oder nur minimalen Informationsgehalt besitzen. Eine vollständige Darstellung des LOM-Standards inklusive aller Erweiterungen findet sich zum Vergleich in Anhang D.

Tabelle 5-2: Ausgewählte LOM-Datenelemente und ihre Bedeutung für die Qualität einer Lernumgebung

Nr	Name des Datenelements	Bedeutung bezüglich Qualität	Erläuterung	Vokabular
1 General				
1.1	Identifier	0	eindeutige Identifizierung	-
1.2	Title	0	Titel	-
1.4	Language	0	Sprache der Lernumgebung	Two-Letter-Code (ISO639)
1.5	Description	+	ausführliche Beschreibung	-
1.6	Keyword	++	systematische Verschlagwortung unter Verwendung von MeSH	MeSH
1.9	Aggregation Level	0	Umfang des Angebotes	LOMv1.0
2 Lifecycle				
2.1	Version	0	Versionsnummer	-
2.2	Status	++	derzeitiger Stand der Entwicklung	LOMv1.0
2.3	Contribute	Personen oder Organisationen, die an der Erstellung beteiligt sind		
2.3.1	Role	+	Art der Beteiligung	LOMv1.0
2.3.2	Entity	++	Angaben zu den beteiligten Personen und Organisationen (als vCard ⁶)	-
3 Meta Metadata				
3.1	Identifier	0	eindeutige Identifizierung der Person, die die Metadaten erstellt	-
3.3	Contribute	Personen oder Organisationen, die an der Erstellung beteiligt sind		
3.3.1	Role	+	Art der Beteiligung	LOMv1.0
3.3.2	Entity	++	Angaben zu den beteiligten Personen und Organisationen, die die Metadaten erstellt haben	-
4 Technical				
4.1	Format	+	Verwendung verschiedener Formate und damit Techniken ergibt Hinweis auf den Einsatz von Multimedia	MIME-Type (E)
4.3	Location	0	Webadresse (URL)	-
4.4	Requirement	technische Voraussetzungen		
4.4.1	Type	0	Art der Voraussetzung	LOMv1.0
4.4.2	Name	0	Bezeichnung der Voraussetzung	LOMv1.0
4.4.3	Minimum Version	0	niedrigste Versionsnummer	-
4.4.4	Maximum Version	0	höchste Versionsnummer	-
4.6	Other Platform Requirements	0	Zusätzliche Anforderungen	-

⁶ Eine vCard ist eine elektronische Form der Visitenkarte.

Nr	Name des Datenelements	Bedeutung bezüglich Qualität	Erläuterung	Vokabular
----	------------------------	------------------------------	-------------	-----------

5 Educational

5.1	Interactivity Type	++	Art der Interaktion, (kann einen Hinweis auf die didaktischen Gestaltungsprinzipien geben)	LOMv1.0
5.2	Learning Resource Type	+	Art der Lernumgebung (z. B. E-Book)	IMIBEv1.0
5.3	Interactivity Level	++	Grad der Interaktion	LOMv1.0
5.4	Semantic Density	+	Angabe über die Dichte des Stoffes (Semantic Density steht nicht in Beziehung zum Schwierigkeitsgrad)	LOMv1.0
5.5	Intended End User Role	0	Zielgruppe	IMIBEv1.0
5.6	Context	+	Umgebung des Einsatzes	IMIBEv1.0 (E)
5.8	Difficulty	+	Schwierigkeitsgrad	LOMv1.0
5.9	Typical Learning Time	0	Dauer der Bearbeitung	-

6 Annotation → siehe Kapitel 5.2.4 Erfahrungsberichte

9 Classification

9.1	Purpose	0	Klassifikation nach Disziplin	LOMv1.0
9.2	Taxon Path	0	Klassifikationssystem	IMIBEv1.0 (E)
Legende:				
	0	keine Bedeutung für Qualität		
	+	geringe Bedeutung für Qualität		
	++	hohe Bedeutung für Qualität		
	LOMv1.0	Vokabular aus dem LOM-Standard in Version 1.0		
	IMIBEv1.0	Vokabular, entwickelt am Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Version 1.0		
	(E)	Vokabular ist erweiterbar		

Soweit es möglich war, wurden für die Ausprägungen der Datenelemente (Vokabulare) die Vorschläge aus dem LOM-Standard verwendet. In der Spalte Vokabular ist angegeben, ob ein kontrolliertes Vokabular des LOM-Standards (LOMv1.0) oder Alternativen eingesetzt werden. In den zwei Fällen *Learning Resource Type* (5.2) und *Context* (5.6) mussten die LOM-Vorgaben durch an die Medizin angepasste Lösungen ersetzt werden (siehe Tabelle 5-3), z. B. ist es notwendig, bei den Anwendungstypen (Learning Resource Type) Fallbeispiele als Typ aufzunehmen. Ein kontrolliertes Vokabular für diesen Typ wurde bereits von Stausberg et al. [1999] entwickelt und erfolgreich eingesetzt. Für das Datenelement Context kommt ein Vokabular zum Einsatz, das speziell an die deutsche Ausbildungssituation angepasst ist, so dass eine Abbildung auf Systeme anderer Länder kaum möglich erscheint. Da dieses Vokabular erweiterbar ist, kann es an neue Bedingungen adaptiert werden. Für die neue Approbationsordnung 2002, in der es nur noch zwei Abschnitte des Medizinstudiums gibt, wurden bereits zwei weitere Einträge in das Vokabular aufgenommen und mit AO 2002 gekennzeichnet. Sowohl diese beiden neuen mit IMIBEv1.0 bezeichneten Vokabulare als auch diejenigen nach LOMv1.0 wurden in Deutsch und Englisch bereitgestellt. Eine Besonderheit stellt das Vokabular des Datenelementes *keyword* dar, das auf der Basis von MeSH eine systematische Verschlagwortung erlaubt. So wird die Nutzung einer in der Domäne Medizin gängigen Systematik zur Kennzeichnung von Fachartikeln ermöglicht. Allerdings ist für diese Verschlagwortung nur die englische Sprache

vorgesehen, da einerseits eine Mehrsprachigkeit mit unverhältnismäßig großem Aufwand verbunden wäre, andererseits die Verfügbarkeit von MeSH in vielen Sprachen nicht gewährleistet ist.

Tabelle 5-3: Kontrollierte Vokabulare für Learning Resource Type und Context

Datenelement	Wert (Deutsch)	Wert (Englisch)	
Learning Resource Type (5.2)	Audiodatenbank	Audio Database	
	Bildatlas	Image Atlas	
	Bilddatenbank	Image Database	
	Fallbeispiele	Case Study	
	Infoservice	Info Service	
	Lehrbuch	Textbook	
	Lerndialog	Dialog	
	Präsentation	Presentation	
	Simulation	Simulation	
	Skript	Script	
	Virtuelle Darstellung	Virtual Presentation	
	Context (5.6)	Vorklinik	Theories
		1. klinischer Abschnitt	1 st Clinical Part
2. klinischer Abschnitt		2 nd Clinical Part	
3. klinischer Abschnitt		3 rd Clinical Part	
1. Abschnitt nach AO 2002		1 st Part (AO 2002)	
2. Abschnitt nach AO 2002		2 nd Part (AO 2002)	
Fort- und Weiterbildung		Continuing Medical Education (CME)	
Sonstige		Other	

Für *Taxon Path* (9.2) gibt es keine Vorgaben durch den LOM-Standard, es ist vielmehr vorgesehen, ein für die Domäne sinnvolles Klassifikationssystem einzusetzen. Wie schon für Learning Resource Type konnte ebenfalls auf ein existierendes Vokabular von Stausberg et al. [1999] zurückgegriffen werden (siehe Tabelle 5-4). Dieses erlaubt eine Einteilung in zur Zeit 42 medizinische Fachgebiete, die aber bei Bedarf erweitert werden kann. Eine Klassifikation nach einem alternativen System kann in Zukunft jederzeit noch hinzugefügt werden. Die Elemente Learning Resource Type, Context und Taxon Path können jeweils mehrfach einem Metadatensatz zugeordnet werden.

Tabelle 5-4: Kontrolliertes, erweiterbares Vokabular für Taxon Path

Element	Werte (Deutsch)	Werte (Englisch)
Taxon Path	Allgemeinmedizin	General Medicine
	Alternative Medizin	Alternative Medicine
	Anatomie	Anatomy
	Anästhesie	Anesthesia
	Arbeitsmedizin	Occupational Medicine

Element	Werte (Deutsch)	Werte (Englisch)
	Augenheilkunde	Ophthalmology
	Biochemie	Biochemistry
	Biologie	Biology
	Biometrie	Biometry
	Chemie	Chemistry
	Chirurgie	Surgery
	Dermatologie	Dermatology
	Embryologie	Embryology
	Epidemiologie	Epidemiology
	Gynäkologie	Gynecology
	HNO	Otolaryngology
	Histologie	Histology
	Histopathologie	Histopathology
	Hämatologie	Hematology
	Innere Medizin	Internal Medicine
	Klinik	Clinic
	Klinische Genetik	Clinical Genetics
	Medizinische Informatik	Medical Informatics
	Mikrobiologie	Microbiology
	Neurochirurgie	Neurosurgery
	Neurologie	Neurology
	Notfallmedizin	First Aid
	Orthopädie	Orthopedics
	Pathologie	Pathology
	Pathophysiologie	Pathophysiology
	Pharmakologie	Pharmacology
	Physik	Physics
	Physiologie	Physiology
	Psychiatrie	Psychiatry
	Pädiatrie	Pediatrics
	Radiologie	Radiology
	Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie	Thorax-, Heart- and Vascular-Surgery
	Umweltmedizin	Environmental Medicine
	Urologie	Urology
	Virologie	Virology
	Zahnmedizin	Dentistry
	Zytologie	Cytology

5.2.2 Evaluation

In der Regel geben Evaluationsergebnisse einen Hinweis auf die Qualität einer Lernumgebung für das untersuchte Einsatzszenario und sind deshalb als Qualitätsmerkmal zu betrachten. Da Metadaten zur Dokumentation von Evaluation in der Literatur bisher nicht beschrieben wurden, wird in diesem Kapitel eine Kategorie *Evaluation* als Erweiterung des LOM-Standards vorgeschlagen. Auch wenn Evaluation als integraler Bestandteil des Qualitätsmanagements angesehen werden kann [Roberts 1999], wird sie als eigenständige Kategorie betrachtet.

Diese neue Kategorie Evaluation setzt sich aus den Datenelementen *Evidence*, *Type*, *Description* und *Location* zusammen (siehe Tabelle 5-5). Für die Datenelemente mit dem Datentyp *Vocabulary* ist das jeweilige Vokabular in Tabelle 5-6 aufgeführt. In Anlehnung an die Einteilung klinischer Studien in Evidenzgrade [Philips et al. 2001] sind dort fünf Qualitätsstufen für die empirische Evaluation von Lernumgebungen definiert. Für einzelne Szenarien sind bereits Evaluationen in Form randomisierter Studien durchgeführt worden, z. B. wurde der Lernerfolg bei Verwendung eines traditionellen Lehrbuchs der Anästhesie mit dem Lernerfolg einer computerbasierten Lernumgebung verglichen [Vichitvejpaisal et al. 2001].

Das Datenelement *Type* unterscheidet die Evaluation in formative und summative Evaluation (siehe Kapitel 2.5.2), woraus der Zeitpunkt und der Umfang abgeleitet werden können. Eine formative Evaluation, die üblicherweise während der Entwicklungsphase stattfindet, wird mit wenigen Personen in einer begrenzten Zeit durchgeführt, da sie schnell Ergebnisse bringen muss, um auf den Entwicklungsprozess rückwirken zu können und so einen Beitrag zur Qualitätssicherung zu leisten. Eine summative Evaluation hingegen überprüft anhand definierter Studien an größeren Populationen das Erreichen vorgegebener Ziele und dient so der Qualitätskontrolle. Die übrigen drei Klassifizierungssysteme für Evaluation, die in Kapitel 2.5.2 genannt werden, werden nicht als Erweiterung in Form von Metadaten aufgenommen, da ihnen die breite Anerkennung fehlt.

Zu jeder Evaluation können zusätzlich noch eine kurze Beschreibung der Ergebnisse im Datenelement *Description* und eine Quellenangabe in *Location* abgegeben werden. Zusätzlich gibt es ein Datenelement *Upload Filename* mit einer URL, die auf ein Dokument verweist, das auf den Server der Webanwendung hochgeladen worden ist. So können umfassende Ergebnisse, die z. B. im Portable Document Format (PDF) vorliegen, zusammen mit den Metadaten zur Verfügung gestellt werden.

Tabelle 5-5: Datenelemente der Kategorie *Evaluation*

Nr	Name des Datenelements	Bedeutung für Qualität	Erläuterung	Anzahl	Datentyp
10	Evaluation		Dokumentation der Evaluationen	Mindestens 30 müssen unterstützt werden	-
10.1	Evidence	++	Evaluationsergebnisse	1	Vocabulary
10.2	Type	+	Art der Evaluation (formativ oder summativ)	1	Vocabulary
10.3	Description	+	Bemerkungen zu den Ergebnissen	1	LangString (2000 char)
10.4	Location	+	URL zur Dokumentation	1	LangString (1000 char)
10.5	Upload Filename	+	URL zu zusätzlichen Dokumenten	1	LangString (1000 char)
Legende:					
	0	keine Bedeutung für Qualität			
	+	geringe Bedeutung für Qualität			
	++	hohe Bedeutung für Qualität			

Da es mehrere Evaluationen zu einer Lernumgebung geben kann, ist es möglich, mehrere Instanzen der Kategorie Evaluation anzulegen. Im LOM-Standard wird in solchen Fällen das kleinste erlaubte Maximum (smallest permitted maximum) angegeben. Dabei handelt es sich um das Maximum, das mindestens unterstützt werden muss, um kompatibel mit dem Standard zu sein.

Tabelle 5-6: Vokabular der Datenelemente Evidence und Type der Kategorie *Evaluation*

Nr	Datenelement	Wert	Erläuterung
10.1	Evidence	Ia	wenigstens ein systematischer Review auf der Basis methodisch hochwertiger kontrollierter, randomisierter Studien
		Ib	wenigstens eine ausreichend große, methodisch hochwertige, randomisierte Studie
		II	wenigstens eine hochwertige, experimentelle Studie ohne Randomisierung
		III	mehr als eine methodisch hochwertige nichtexperimentelle Studie
		IV	Meinungen und Überzeugungen von angesehenen Autoritäten (Expertenurteil)
10.2	Type	formativ	Formative Evaluation (während der Entwicklungsphase)
		summativ	Summative Evaluation (nach Fertigstellung)

5.2.3 Qualitätsmanagement

Die Verwendung von Metadaten zur Beschreibung des Qualitätsmanagements ist in der Literatur bisher nicht beschrieben worden. Im Rahmen der Entwicklung von Lernumgebungen können sehr unterschiedliche Ansätze zum Qualitätsmanagement zum Einsatz kommen (siehe Kapitel 2.4). Je nach Ansatz variiert die Struktur der Dokumentation, die während des Qualitätsmanagements entsteht, stark. Eine eindeutige Abbildung der Dokumenteninhalte auf wenige Datenelemente mit vorgegebenem Vokabular ist kaum möglich und würde die Dokumentation in ein zu starres Raster zwingen. Ein Vorschlag für die Datenelemente in der neuen Kategorie *Quality Management* ist in Tabelle 5-7 dargestellt. Die Werte des Datenelements *Standard* sind internationale Standards wie z. B. ISO 9000, können aber auch Prinzipien, wie z. B. PDCA sein, die im Rahmen des Qualitätsmanagements zur Anwendung kommen.

Tabelle 5-7: Datenelemente der Kategorie *Quality Management*

Nr	Name des Datenelements	Bedeutung für Qualität	Erläuterung	Anzahl	Datentyp
11	Quality Management		Dokumentation der Maßnahmen zum Qualitätsmanagement	1	-
11.1	Process	++	Beschreibung der Prozesse, der Mittel und Methoden	1	LangString (2000 char)
11.2	Standard	++	Standards wie z. B. ISO 9000	Mindestens 30 müssen unterstützt werden	Vocabulary
11.3	Description	+	Bemerkungen zu den Ergebnissen	1	LangString (2000 char)
11.4	Location	+	URL zu Dokumentation	1	LangString (1000 char)
11.5	Upload Filename	+	URL zu zusätzlichen Dokumenten	1	LangString (1000 char)
Legende:					
	0	keine Bedeutung für Qualität			
	+	geringe Bedeutung für Qualität			
	++	hohe Bedeutung für Qualität			

Tabelle 5-8: Erweiterbares Vokabular der Datenelemente der Kategorie *Quality Management*

Nr	Datenelement	Wert	Erläuterung
11.2	Standard	ISO-9000	Entwicklungsprozess nach ISO 9000 zertifiziert
		PDCA	PDCA-Zyklus (Plan-Do-Check-Act)
		...	(weitere Einträge können hinzugefügt werden)

5.2.4 Erfahrungsberichte

Die strukturierte Aufnahme von Erfahrungen, die Anwender mit Lernumgebungen machen, kann eine wertvolle Hilfe bei der Auswahl darstellen. Der LOM-Standard besitzt hierfür bereits die Datenelemente *Person* und *Description* aus der Kategorie *Annotation*. Da der situative Kontext des Einsatzes der Lernumgebung von besonderem Interesse für weitere Nutzer ist, wird der LOM-Standard um das Datenelement *Context* erweitert. Dieses darf nicht mit dem gleichnamigen Element *Context* aus der Kategorie *Educational* verwechselt werden, das die vom Autor angestrebte Einsatzumgebung enthält. Zusätzlich wird das Datenelement *Role* eingefügt, das eine Aussage über die Rolle des Anwenders ermöglicht und so die Transparenz des Erfahrungsberichtes erhöht. Das Datenelement *Assessment* ermöglicht die Bewertung der Lernumgebung anhand einer fünfstufigen Skala. Eine Übersicht über alle Datenelemente ist in Tabelle 5-9 dargestellt. Dieser Ansatz ist recht konservativ, da er nicht den Nutzer zum Experten erhebt und so der Erfahrungsbericht nicht in den Rang eines Expertenurteils gerät, sondern je nach Einsatzszenario Erfahrungsberichte mit unterschiedlicher Kompetenz des Anwenders möglich sind. Der Einsatz von Rezensionen, Beschreibungen und Kommentaren wird auch von Gräber [1996] und Blease [1986] als erfolgreiche Methode angesehen:

"Beware of numerical and star ratings, they are not as objective as they may appear. Written or verbal descriptions and comments are probably more reliable as a general guide. Remember that your selection, and that of others, depends on what you, or they intend doing with the program. The decisions you make about its suitability or 'worth' depend a great deal on your past experience, not just as a computer user, but as a teacher as well. You must also bear this in mind when you read other people's assessment, especially if you do not know who they are and how they work." [Bleuse 1986, S. 72]

Tabelle 5-9: Datenelemente der Kategorie *Annotation*

Nr	Name des Datenelements	Bedeutung für Qualität	Erläuterung	Anzahl	Datentyp
8	Annotation		Kommentare zur Lernumgebung	Mindestens 10 müssen unterstützt werden	-
8.1	Person ¹	+	Daten zur Person	1	vCard
8.2	Date ¹	0	Erstellungsdatum	1	Date
8.3	Description ¹	++	Kommentar	1	Langstring (2000 char)
8.4	Assessment	++	Zusammenfassende Bewertung (global)	1	Vocabulary
8.5	Context	+	Kontext des Einsatzes der Lernumgebung	1	Langstring (2000 char)
8.6	Role	+	Rolle des Nutzers	1	Vocabulary
Legende:					
	0	keine Bedeutung für Qualität			
	+	geringe Bedeutung für Qualität			
	++	hohe Bedeutung für Qualität			
¹ Die Datenelemente <i>person</i> , <i>date</i> und <i>description</i> sind bereits im LOM-Standard enthalten.					

Tabelle 5-10: Vokabular der Datenelemente der Kategorie *Annotation*

Nr	Datenelement	Wert	Erläuterung
8.4	Assessment	1 (= gar nicht)	Die Werte sind Antworten auf die Frage: "Wie zufrieden waren Sie mit diesem Lernmodul?"
		2	
		3	
		4	
		5 (= völlig)	
8.6	Role	Studentin/Student (Medizin)	
		Studentin/Student (andere Fächer)	
		Dozentin/Dozent (Medizin)	
		Dozentin/Dozent (andere Fächer)	
		Ärztin/Arzt	
		andere	

6 Implementierung

Zu Beginn dieses Kapitels wird der Einsatz der Extensible Markup Language (XML) begründet und die im Rahmen der Implementierung verwendeten Spezifikationen vorgestellt. Im zweiten Teil werden die Umsetzung des erweiterten LOM-Standards in ein Datenmodell und die persistente Speicherung der Daten erläutert. Anschließend folgt eine kurze Beschreibung der verwendeten Werkzeuge und der Entwicklungsumgebung. Den Abschluss bildet die Vorstellung der Webanwendung inklusive der Systembeschreibung und der Umsetzung in Learning Resource Server Medizin (LRSMed).

6.1 Extensible Markup Language (XML)

Die erste offizielle Spezifikation des World Wide Web Consortium für die eXtensible Markup Language (XML) wurde im Februar 1998 veröffentlicht [W3C 1998]. Seitdem hat XML eine schnelle Verbreitung gefunden, insbesondere bei der Entwicklung von Webanwendungen wird XML immer häufiger eingesetzt. Diese Eignung von XML für die strukturierte Erstellung webbasierter Anwendungen war einer der Gründe für den Einsatz im Rahmen dieser Arbeit. Dabei ist ein Vorteil von XML die einfache Trennung von Inhalt und Formatierung, die z. B. die Integration von mehreren Sprachen erleichtert. Ein weiterer Grund für den Einsatz von XML ist die Existenz eines XML Schemas für die Implementierung des Datenmodells. Dieses IMS Learning Resource Meta-data XML Binding (siehe Kapitel 4.2) lässt sich leicht in eine XML-basierte Webanwendung integrieren.

Es handelt sich bei XML nicht um eine Programmiersprache im traditionellen Sinne, sondern um einen Satz an Regeln für die Erstellung von Textformaten zur Strukturierung von Dokumenten und Daten. Bei der Entwicklung wurde insbesondere auf Plattformunabhängigkeit, Internationalisierung und Erweiterbarkeit geachtet. Die Tag-basierte Syntax ist vergleichbar mit der Hypertext Markup Language (HTML), allerdings ist im Gegensatz zu HTML die Bedeutung der Tags in XML frei definierbar. Das bedeutet aber auch, dass die Anwendung in der Lage sein muss, die Tags korrekt zu interpretieren. XML und HTML sind beide ein Subset der Standard Generalized Markup Language (SGML). Die Spezifikation XML 1.0 wird ergänzt durch eine Reihe von begleitenden Standards, die wichtige Erweiterungen hinzufügen [W3C 2002]. Xlink beschreibt eine Standardmethode, Hyperlinks zu XML Dateien hinzuzufügen. Zur Weiterverarbeitung und Präsentation von XML-Daten wurde vom W3C eine Initiative zur Entwicklung der Extensible Stylesheet Language (XSL) gestartet. Aufgrund des Umfangs wurde XSL in drei Teilbereiche aufgeteilt.

1. Für die Verarbeitung von XML-Daten ist besonders die Transformationssprache *Extensible Stylesheet Language Transformations* (XSLT) erwähnenswert. Hierbei handelt es sich um eine deklarative Programmiersprache, die selbst XML-konform ist. Mit XSLT ist es möglich, aus XML-Dokumenten Elemente und Attribute hinzuzufügen, umzustellen oder zu löschen, also XML-Daten neu anzuordnen. Ferner können mit XSLT aus XML-Dokumenten auch HTML- oder Textdateien erzeugt werden.
2. Die Formatierung von XML-Daten wird mit *XSL:Formatting Objects* (XSL:FO) vorgenommen. XSL:FO dient vor allem der Erzeugung von druckbaren Formaten (z. B. PDF). Durch

diese Trennung der Daten- und der Präsentationsschicht können XML-Dokumente leicht in verschiedenen Formaten ausgegeben werden.

3. Zur Adressierung in einem XML-Baum ist *XML Path Language* (XPath) vorgesehen. XPath selbst ist nicht XML-konform, sondern lehnt sich in seiner Syntax an die Mechanismen zum Ausdruck von Pfaden in Dateisystemen an. XPath kann nur zusammen mit anderen XML-basierten Standards verwendet werden (z. B. innerhalb von XSLT).

Daten lassen sich in Form von XML-Dokumenten einfach strukturieren. Neben der implizit in den Dokumenten vorhandenen Struktur gibt es die Möglichkeit, mit *XML Schema* umfassende Datenmodelle zu erstellen. Erst durch diese Modellierung der Strukturen ist eine einfache, konsistente Weitergabe und Weiterverarbeitung von XML-Daten möglich, da alle Beteiligten eines Prozesses sich auf eine eindeutige und präzise Festlegung der Struktur beziehen. XML Schema kann in die folgenden vier Schichten eingeteilt werden [Kazakos et al. 2002, S. 43]:

Tabelle 6-1: Schichten von XML Schema

Datentypen	einfache Datentypen, wie z. B. Integer, String
Struktur	komplexe Datentypen, Kardinalitäten, Elementdeklarationen
Konsistenz	Eindeutigkeit, Schlüssel, Fremdschlüssel
Wiederverwendung	Schemadokumentation, Modularisierung, Erweiterung

Zusätzlich bietet XML Schema ein Validierungskonzept, das der Überprüfung von Dokumenten auf die Einhaltung der vom Schema festgelegten Struktur dient. Im zweiten Schritt der Validierung kann die Informationsmenge vergrößert werden, indem z. B. im Schema festgelegte Standardwerte dem XML-Dokument hinzugefügt werden.

Ein weiterer Standard ist mit *XML Namespaces* gegeben - durch diesen ist es möglich, Namenskollisionen innerhalb eines Schemas zu vermeiden. Die einzelnen Tags erhalten unterschiedliche Prefixe und können so kontextabhängig verarbeitet werden.

Da alle Spezifikationen der XML Familie vom W3C erstellt werden, sind sie frei verfügbar, und ihre Verbreitung ist hersteller- und plattformunabhängig möglich. Voraussetzung für die Nutzung aller XML-Standards sind entsprechende Programme, die die Definitionen und Regeln befolgen und so die XML-Dateien verarbeiten können. Mittlerweile gibt es eine ganze Reihe auch frei verfügbarer Werkzeuge.

Im Rahmen dieser Arbeit wird XML an diversen Stellen eingesetzt. Das verwendete Datenmodell für die Beschreibung von Lernumgebungen liegt in Form eines XML Schemas vor, das analysiert und erweitert wird. Zur Generierung der HTML-Seiten und zur Transformation von XML-Dokumenten wird XSLT eingesetzt (siehe nähere Ausführungen in Kapitel 6.4.2). Als alternatives Ausgabeformat werden mit XSL:FO dynamisch PDF-Dokumente erzeugt.

6.2 Verwendete Software

Die Anforderungen an eine Entwicklungsumgebung für die Implementierung sind zu vielschichtig, als dass sie von einem Werkzeug hätten erfüllt werden können. Es kommen verschiedene Lösungen für die unterschiedlichen Aufgaben zum Einsatz.

Auch wenn für die XML-basierte Entwicklung grundsätzlich ein einfacher Texteditor ausreicht, bieten Entwicklungsumgebungen umfassende Unterstützung für eine möglichst schnelle und fehlerfreie Softwareentwicklung. Im Rahmen dieser Arbeit wurde XMLSPY 5 Enterprise Edition, Altova, Wien für alle Tätigkeiten im Zusammenhang mit XML verwendet, insbesondere für die Erweiterung des XML Schemas (siehe Kapitel 6.3.1). XMLSPY bietet neben vielen anderen Funktionen vor allem die Möglichkeit der Validierung von XML-Dokumenten gegen ein XML Schema. Das Mapping des XML Schemas auf die relationale Struktur wurde manuell durchgeführt. Allerdings fand das Anlegen der Datenbankobjekte im RDBMS mit der Entwicklungsumgebung TOAD[®], Quest Software, Rockville statt, die eine optimale Unterstützung für die Standard Query Language (SQL) bietet. Zusätzlich ist es mit TOAD möglich, im RDBMS gespeicherte Prozeduren (Stored Procedures) zu erstellen und Fehler in der Programmierung leichter zu analysieren. Als Entwicklungsumgebung für die Erstellung der Webanwendung diente der JDeveloper 9i, Oracle, Redwood mit integrierter XML-Unterstützung durch das Oracle XML Development Kit (XDK) [Muench 2000]. Das XDK verbindet XML mit den Strukturen des relationalen Datenbank-Management-Systems (RDBMS), z. B. unterstützt es die Ausgabe von SQL-Abfragen als XML-Dokumente mit mehreren Hierarchiestufen. In den JDeveloper ist zum Testen der Webanwendung ein Application Server integriert (siehe Kapitel 6.4.2).

6.3 Datenmodell

6.3.1 Erweitertes IMS-Modell

Für das Data-Binding, d. h. die Umsetzung des LOM-Standards in ein Datenmodell, gibt es keine Vorgaben. Als Lösung bieten sich ein XML-Schema oder ein relationales Datenmodell an. Da es aber mit dem IMS Learning Resource Meta-data XML Binding (IMS-Modell) bereits eine Lösung für dieses Problem in Form eines XML-Schemas gibt, wurde dieses für die Implementierung ausgewählt. Das IMS-Modell setzt zwar nicht direkt auf dem LOM-Standard auf, sondern auf dem daraus abgeleiteten Standard des IMS Global Learning Consortium. Aber wie bereits in Kapitel 4.2 erläutert, sind die Änderungen nur gering und im Rahmen dieser Arbeit unbedeutend.

Die in Kapitel 5.2 vorgenommenen Erweiterungen des LOM-Standards wurden in das IMS-Modell integriert. Dazu wurde im ersten Schritt ein neuer Namensraum http://www.medizin.uni-essen.de/imibe/xsd/ims_ext_v1 definiert, um die bestehenden Datenelemente von den neuen unterscheiden zu können. Im zweiten Schritt wurden die Erweiterungen, d. h. die Kategorien Evaluation und Quality Management und die zusätzlichen Datenelemente der Kategorie Annotation, als XML Schema unter dem neuen Namensraum umgesetzt. Dieses XML Schema wurde dann über den Import-Mechanismus in das IMS-Modell integriert. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass bestehende Strukturen des IMS-Modells nicht verändert werden und anhand des Prefix *imibe* in einer Instanz des

erweiterten Schemas die Elemente gut unterschieden werden können. Eine vollständige Darstellung des erweiterten IMS-Modells befindet sich in Anhang D.

6.3.2 Persistente Speicherung

Für die persistente Speicherung von XML-Dokumenten in Datenbanksystemen bieten sich drei Lösungen an: eine objekt-orientierte, eine relationale oder eine native XML-Datenbank [Kazakos et al. 2002]. Native XML-Datenbanken unterscheiden sich von den übrigen Systemen, die oft als XML-fähige Datenbanken bezeichnet werden, indem sie spezielle XML-typische Anforderungen erfüllen und fast ausschließlich der Speicherung von XML-Dokumenten dienen. Die beiden anderen Systeme sind hingegen Generalisten, die durch unterschiedlich umfangreiche Erweiterungen die Speicherung von XML-Dokumenten unterstützen. Die Nutzung relationaler (oder auch objekt-orientierter) Datenbanksysteme bietet sich vor allem für datenorientierte XML-Anwendungen an, da sich XML-Schema gut auf relationale Datenmodelle abbilden lassen [Champion 2001]. Zusätzlich spricht für relationale Datenbanksysteme vor allem deren ausgereifte Technik, die Mehrbenutzerbetrieb, Transaktionssicherheit, Performance, Stabilität und Skalierbarkeit bietet.

Aus den genannten Gründen wurde für die persistente Speicherung der Daten das RDBMS Oracle ausgewählt. Vor der Implementierung wurden das XML Schema des IMS-Modells auf eine relationale Struktur abgebildet und entsprechende Primär- und Fremdschlüssel zur Konsistenzsicherung der Daten erstellt. Weitere Details zu diesem Vorgang sind bei Kazakos et al. [2002] zu finden.

6.4 Webanwendung

6.4.1 Funktionen der Webanwendung

Obwohl der Schwerpunkt dieser Arbeit auf der systematischen Erweiterung des LOM-Standards liegt, sind für die optimale Nutzung in Form einer Webanwendung bestimmte Funktionen notwendig oder zumindest hilfreich. Diese lassen sich in Funktionen für die Recherche und die Datenpflege unterteilen.

Als Suchkriterien für die Recherche wurden neun Datenelemente mit einem kontrollierten Vokabular ausgewählt, die für die meisten Lernumgebungen verfügbar sind und eine möglichst scharfe Trennung der Ergebnisse erwarten lassen (siehe Tabelle 6-2). Die Zweisprachigkeit der Webanwendung bedingt, dass die Suchkriterien in der folgenden Tabelle in Deutsch und Englisch aufgeführt sind.

Tabelle 6-2: Suchkriterien der Webanwendung

Nr	Kategorie und Datenelement ¹	Kriterium (Deutsch)	Kriterium (Englisch)
9.2	Classification.TaxonPath	Fachgebiet	Specialism
5.2	Educational.LearningResourceType	Anwendungstyp	Application Type
1.4	General.Language	Sprache	Language
1.9	General.AggregationLevel	Umfang	Scope
2.2	Lifecycle.Status	Status	Status
5.6	Educational.Context	Zielgruppe	Target Group
8.5	Annotation.Context	Einsatzkontext	Usage Context
10.1	Evaluation.Evidence	Evidenzkategorie	Evidence Level
11.2	QualityManagement.Standard	Qualitätsstandard	Quality Standard

¹ Kategorie und Datenelement sind durch einen Punkt getrennt.

Zusätzlich zur Suche mit festgelegten Kriterien ist der Aufbau eines Indexes zur Volltextsuche über relevante Datenelemente, wie z. B. Titel und Beschreibung, eine sinnvolle Ergänzung. Im Idealfall werden die Webseiten der Lernumgebungen selbst in die Volltextsuche aufgenommen. Zumindest die Startseite der Lernumgebung sollte entsprechend indexiert sein.

Die Ausgabe der Ergebnisse sollte in Form einer Liste mit nur wenigen elementaren Angaben und in einer zusätzlichen Detailansicht gestaltet werden. Aus dieser Liste können direkt die ausgewählte Lernumgebung gestartet oder weitere Informationen in Form der Detailansicht angefordert werden. Ferner sollte die Eingabe von Erfahrungsberichten und Kommentaren für den Nutzer komfortabel möglich sein. Für die Administration und die Pflege der Metadaten ist ebenfalls eine komfortable Möglichkeit wünschenswert, idealerweise als integrierte webbasierte Lösung.

Die Details zur Implementierung dieser Funktionen werden in den folgenden beiden Kapiteln näher erläutert.

6.4.2 Systembeschreibung

Die Speicherung von XML Dokumenten in einem RDBMS stellt besondere Anforderungen an das System. Eine Möglichkeit bietet die Firma Oracle bei der Nutzung ihres RDBMS Oracle 8i mit dem XML Development Kit (XDK) an. Das XDK bietet umfassende Unterstützung bei der Entwicklung von XML-Anwendungen (siehe Kapitel 6.2).

Die Webanwendung besitzt einen dreischichtigen Aufbau (3-Tier-Technologie): der Browser des Anwenders als Front-End, der Oracle Application Server 9i inklusive XDK als Middle Tier und die Datenbank Oracle 8i als Back-End (siehe Abbildung 6-1). Der XSQL Page Processor des XDK ist die zentrale Verarbeitungseinheit des Application Servers. Er bietet einen XML Parser, einen XSLT Processor und dient durch die Einbettung der Standard Query Language (SQL) dem Datenaustausch mit der Datenbank. In der jeweiligen XSQL-Seite sind die Datenbankaktionen als SQL-Kommandos eingebettet, der XSQL Page Processor erlaubt so das einfache Erstellen von Abfragen und das Einfügen und Ändern von Daten. Das Ergebnis der Abfragen sind XML-Dokumente, die vom

integrierten XSLT-Processors durch ein XSLT-Stylesheet als HTML-Seite formatiert werden und anschließend über den Webserver an den Client gesandt werden. Alternativ können die XML-Dokumente auch mit dem Formatting Objects Processor (FOP) in andere Formate, wie z. B. PDF, transformiert werden. Durch diese Vorgehensweise werden Daten und Formatierung getrennt, was zum einen die Wartbarkeit der Anwendung erheblich erleichtert, zum anderen die Implementierung von Funktionen wie Mehrsprachigkeit stark vereinfacht. Eine performante Volltextsuche ist nur über eine Indexierung möglich. Zu diesem Zweck wurde das Zusatzmodul interMedia Text Reference der Datenbank Oracle 8i verwendet.

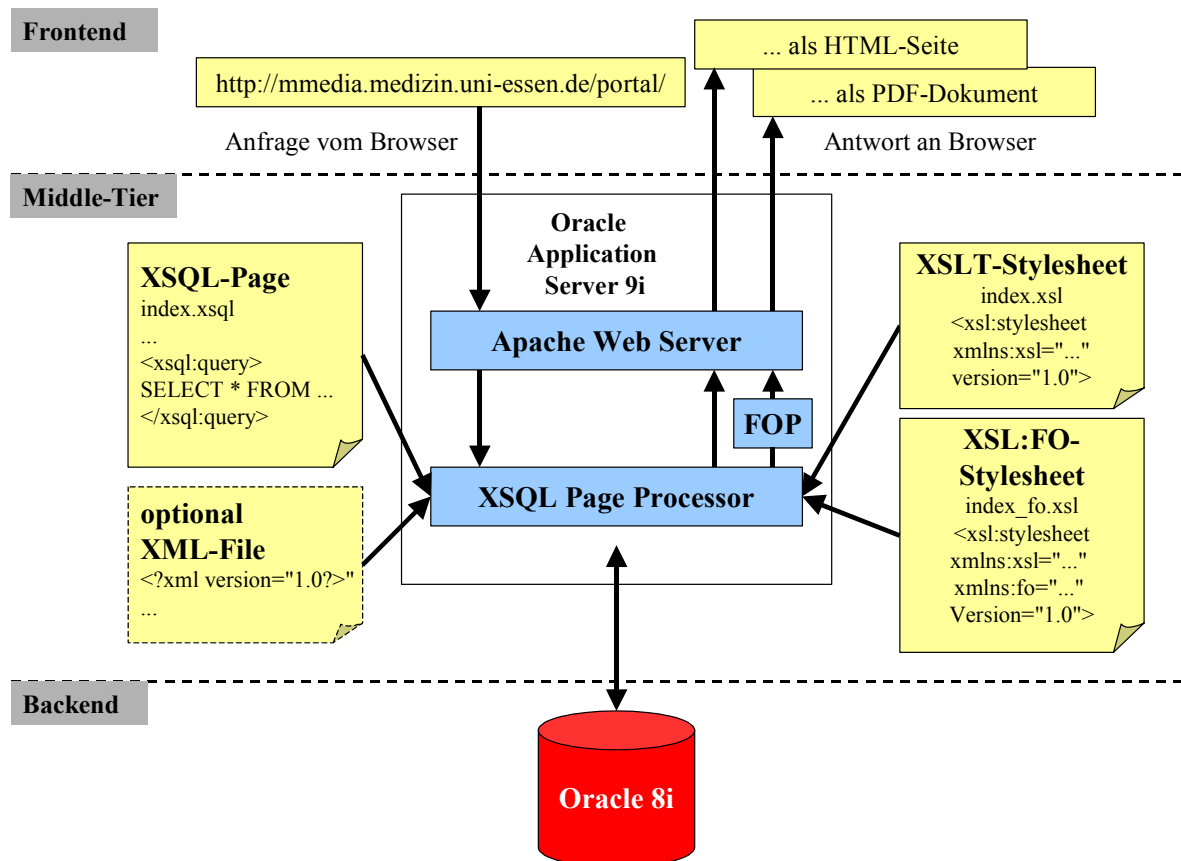


Abbildung 6-1: Systemkomponenten der Webanwendung

6.4.3 Learning Resource Server Medizin (LRSMed)

Eine strukturierte Beschreibung von webbasierten, medizinischen Lernumgebungen wurde bereits von Stausberg et al. [1999] erstellt und zur Katalogisierung verwendet. Zu jeder Lernumgebung wurden die Attribute *Fachgebiet*, *Anwendungstyp*, *Sprache* und *Format* erfasst. Der Nutzer konnte in einer Webanwendung die ersten drei Merkmale als Auswahlkriterium für die Recherche nach für ihn geeigneten Lernumgebungen nutzen. Die Ausgabe der Suchanfragen bestand aus einer Liste mit den drei Suchkriterien und dem technischen Format, wie z. B. HTML, Javascript. In Vorarbeiten zu dieser Arbeit wurde dieser bereits existierende Datenbestand in eine zum IMS-Modell kompatible Struktur migriert und die Anwendung auf XML-basierte Technologie umgestellt (siehe Kapitel 6.4.2). In diese

neue Version der Webanwendung mit dem Namen *Learning Resource Server Medizin* (LRSMed)⁷ wurden die Erweiterungen des LOM-Standard integriert [Geueke & Stausberg 2003].

Da der LRSMed im Web weltweit erreichbar ist, wurde die Nutzung mehrerer Sprachen vorgesehen. Bisher sind Deutsch und Englisch implementiert, weitere Sprachen können aber einfach durch Editieren weniger XML-Dateien hinzugefügt werden. Nicht nur die Anwendung selbst, sondern auch die Freitexte der Metadaten, wie z. B. Titel und Beschreibung, können in mehreren Sprachen abgelegt werden. Die Trennung von Daten und Formatierung erleichtert die Unterstützung der Mehrsprachigkeit.

Das Suchformular des LRSMed enthält die in Tabelle 6-2 aufgeführten neun Kriterien (siehe auch Abbildung 6-2) mit entsprechendem Vokabular und ein weiteres Feld für die Volltextsuche. Für die Funktionalität der Volltextsuche wird ein Index auf Basis der folgenden Felder verwendet:

1. General.Titel
2. General.Description
3. General.Keyword
4. Technical.OtherPlatformRequirements
5. Technical.Location
6. Evaluation.Description
7. Annotation.Description
8. Annotation.Context
9. Evaluation.Location
10. Evaluation.FileUpload
11. QualityManagement.Process
12. QualityManagement.Location
13. QualityManagement.FileUpload

⁷ Der LRSMed ist unter <http://mmedia.medizin.uni-essen.de/portal> erreichbar und beschreibt 292 Lernumgebungen (Stand 31. Juli 2003)

LRSMed: Learning Resource Server Medizin
Multimediale Lehr- und Lernmodule in der Medizin

Suche nach Ressourcen

Fachgebiet:

Anwendungstyp:

Sprache:

Umfang:

Status:

Zielgruppe:

Einsatzkontext:

Evidenzkategorie:

Qualitätsstandard:

Volltextsuche:

MeSH-Schlagwörter:

Sie können hier verschiedene Kriterien eingeben, um nach medizinischen Lehr- und Lernmodulen zu suchen. Diese Ressourcen sind frei im Web vorhandene Angebote verschiedenster Anbieter. Kostenpflichtige Ressourcen und Angebote, die eine lokale Installation oder proprietäre Komponenten erfordern sind nicht aufgeführt.

Bitte verwenden Sie in erste Linie die Suchkriterien 'Fachgebiet', 'Anwendungstyp' und 'Sprache'. Diese Kriterien sind für alle Ressourcen verfügbar. Zur Zeit arbeiten wir daran, die weiteren Daten zu erfassen, so dass Sie die zusätzlichen Kriterien immer besser nutzen können.

In das Feld 'Volltextsuche' können Sie einen Suchbegriff eingeben, der auf der HTML-Startseite der Ressource und in zugeordneten Dokumenten, wie z. B. Evaluationsergebnissen, gesucht wird. Bitte beachten Sie, dass Sie über die Volltextsuche keine Begriffe aus den vorgegebenen Kategorien finden können (z. B. 'Allgemeinmedizin' aus der Kategorie Fachgebiet). Bitte verwenden Sie die Kategorien für solche Fälle.

Ferner können Sie mit * einzelne Buchstaben oder ganze Wortteile trunkieren, z. B. *Herz** für alle Begriffe, die mit Herz beginnen.

© IM18E
Letzte Änderung:
22. Juli 2003

Abbildung 6-2: Suchformular des LRSMed

Neben Datenelementen mit Freitexten werden die Startseiten aller eingetragenen URLs und die auf den Server hochgeladenen Dokumente der Kategorien Quality Management und Evaluation indexiert. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, sich über die Funktion *MeSH-Schlagwörter* alle bereits vergebenen MeSH-Schlagwörter des Datenelementes General.Keyword anzeigen zu lassen und in die Volltextsuche aufzunehmen.

Das Ergebnis der Recherche wird anschließend in Form einer übersichtlichen Liste mit den Merkmalen Titel, Sprache, Anwendungstyp und Format präsentiert (siehe Abbildung 6-3). Durch Anklicken des Titels gelangt der Nutzer in einem neuen Fenster direkt zur ausgewählten Lernumgebung. Falls eine Liste nicht mehr als 20 Treffer enthält, kann das Gesamtergebnis als PDF-Dokument ausgegeben werden. In diesem Dokument sind alle Angaben zu den gefundenen Lernumgebungen zusammengefasst, d. h. der LOM-Standard inklusive aller Erweiterungen. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Metadaten jeder einzelnen Lernumgebung konform zum IMS-Modell im XML-Format ausgeben zu lassen.

The screenshot shows the LRSMed website interface. At the top, the title is 'LRSMed: Learning Resource Server Medizin' with the subtitle 'Multimediale Lehr- und Lernmodule in der Medizin'. A navigation menu on the left includes links for Home, Suchen, Feedback, Info, Editieren, Web Service, and Impressum. The main content area displays search results for 'Allgemeinmedizin, Herz*' with 7 results. Each result is presented in a table with two columns: the resource details and a 'Details.....' link for user experience reports. The results include 'Auskultations Assistent', 'KardioTrainer: Herzrhythmusstörungen', 'KardioTrainer: Herzinsuffizienz (Teil I)', 'KardioTrainer: Herzinsuffizienz (Teil II)', 'KardioTrainer: Koronare Herzkrankheit', 'Geschlechtsidentitätsstörung & operative Geschlechtsangleichung', and 'Atlas der Herzgeräusche'. The footer contains copyright information for IMIBE, dated 22. Juli 2003.

Ihre Suche nach ... Allgemeinmedizin, Herz* ergab:		Seite 1 von 1 - Total 7
Auskultations Assistent Sprache: Englisch Anwendungstyp: Lehrbuch, Fallbeispiele, Simulation Fachgebiet: Innere Medizin, Allgemeinmedizin Format: HTML	Details..... Erfahrungen dokumentieren XML-Ausgabe (IMS-konform)	
KardioTrainer: Herzrhythmusstörungen Sprache: Deutsch Anwendungstyp: Lehrbuch Fachgebiet: Allgemeinmedizin Format: HTML	Details..... Erfahrungen dokumentieren XML-Ausgabe (IMS-konform)	
KardioTrainer: Herzinsuffizienz (Teil I) Sprache: Deutsch Anwendungstyp: Lehrbuch Fachgebiet: Allgemeinmedizin Format: HTML	Details..... Erfahrungen dokumentieren XML-Ausgabe (IMS-konform)	
KardioTrainer: Herzinsuffizienz (Teil II) Sprache: Deutsch Anwendungstyp: Lehrbuch Fachgebiet: Allgemeinmedizin Format: HTML	Details..... Erfahrungen dokumentieren XML-Ausgabe (IMS-konform)	
KardioTrainer: Koronare Herzkrankheit Sprache: Deutsch Anwendungstyp: Lehrbuch Fachgebiet: Allgemeinmedizin Format: HTML	Details..... Erfahrungen dokumentieren XML-Ausgabe (IMS-konform)	
Geschlechtsidentitätsstörung & operative Geschlechtsangleichung Sprache: Deutsch Anwendungstyp: Infoservice, Virtuelle Darstellung Fachgebiet: Allgemeinmedizin, Psychiatrie, Gynäkologie Format: HTML	Details..... Erfahrungen dokumentieren XML-Ausgabe (IMS-konform)	
Atlas der Herzgeräusche Sprache: Englisch Anwendungstyp: Audiodatenbank Fachgebiet: Allgemeinmedizin Format: HTML	Details..... Erfahrungen dokumentieren XML-Ausgabe (IMS-konform)	


Seite 1 von 1 - Total 7

© IMIBE
 Letzte Änderung:
 22. Juli 2003

Abbildung 6-3: Ergebnisliste des LRSMed

Voraussetzung zur Aufnahme einer Ressource in den LRSMed ist einerseits die kostenfreie Verfügbarkeit wesentlicher Teile im Web - ausschließlich eine Registrierung der Nutzer beim Anbieter der Lernumgebung wird akzeptiert. Andererseits wird die direkte Lauffähigkeit mit einem aktuellen Browser, ggf. unter Verwendung üblicher Plug-Ins, geprüft. Somit scheidet nicht nur kostenpflichtige Lernumgebungen aus, sondern auch Angebote, die eine lokale Installation oder proprietäre Komponenten erfordern. Auf Anbieter, die ihre Lernumgebungen anschließend Datenträger vertreiben, finden sich folgerichtig ebenfalls keine Verweise. Diese Beschränkung ist nicht technisch begründet, sondern sichert die sofortige Nutzung der gefundenen Lernumgebung.

Die vollständigen Metadaten sind über die *Detailansicht* in einer zweiseitigen Darstellung, bestehend aus Kategorie und zugehörigen Datenelementen, verfügbar (siehe Abbildung 6-4). Am Ende der Webseite werden die Erfahrungsberichte und Bewertungen der Nutzer dargestellt. Dort befindet sich ebenfalls das Formular für die Eingabe neuer Erfahrungsberichte, das auch aus der Ergebnisliste direkt erreichbar ist. Die Dokumente, die in den Kategorien Evaluation und Quality Management auf den Server hochgeladen worden sind, können direkt von hier geöffnet werden.



- > Home
- > Suchen
- > Feedback
- > Info
- > Editieren
- > Web Service
- > Impressum

LRSMed: Learning Resource Server Medizin

Multimediale Lehr- und Lernmodule in der Medizin

Details

Auskultations Assistent

Allgemein	Sprache: Englisch Beschreibung: Auskultationen des Herzens und der Lunge. Umfangreiche Hörbeispiele inkl. Beschreibung. Schlagwörter: Heart, Lung, Heart Auscultation, Heart Sounds, Heart Murmurs Umfang: Kurs
Lebenszyklus	Status: Final Version: Autor: M.D. Chris Cable University of Washington, Seattle Internal Medicine E-Mail (dienstlich): ccable@earthlink.net E-Mail (privat): Telefon (dienstlich): Telefon (privat): Handy: Fax:
Metametadaten	Erstellt durch Universitätsklinikum Essen - Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie Hufelandstr. 55 45219 Essen E-Mail (dienstlich): Telefon (dienstlich): +49 (0)201 723 4514
Technik	Format: HTML, Audio (.wav), Audio (.au) Anforderungen Zusätzliche Voraussetzungen: Die Sound-Files werden automatisch im Hintergrund abgespielt.
Didaktik	Art der Interaktivität: erklärend Grad der Interaktivität: niedrig Schwierigkeitsgrad: Inhaltliche Dichte: mittel Typische Lernzeit: Anwendungstyp: Lehrbuch, Fallbeispiele, Simulation Zielgruppe: Lernender Kontext: Vorklinik, 1. Klinischer Abschnitt
Klassifikation	Fachgebiet: Innere Medizin, Allgemeinmedizin
Evaluation	Beschreibung: Grad der Evidence: Weitere Informationen: Dokumente zum Download:
Qualitätsmanagement	Beschreibung: Verwendete Standards: Weitere Informationen: Dokumente zum Download:

Info: Adobe SVG-Plugin? ok!

Erfahrungsberichte

[Erfahrungsbericht hinzufügen](#)

- Leider sind keine Erfahrungen anderer Nutzer vorhanden -

Sie können hier Ihre Erfahrungen zur oben aufgeführten Ressource abgeben. Neben einem Kommentar können Sie eine Bewertung und eine kurze Beschreibung des Einsatzkontextes vornehmen. Im Sinne einer möglichst großen Transparenz möchten wir Sie bitten, auch die Felder zu den persönlichen Angaben auszufüllen. Dann ist es den zukünftigen Nutzern leichter möglich, Ihre Angaben einzuschätzen oder Kontakt mit Ihnen aufzunehmen. Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.

Wie zufrieden waren Sie mit diesem Lernmodul? *

gar nicht

 völlig

Kommentar *

Einsatzszenario *

Anwendertyp *

Titel

Vorname

Nachname

E-Mail

* Diese Felder müssen ausgefüllt werden.

© IMIBE
 Letzte Änderung:
 22. Juli 2003

Abbildung 6-4: Detailansicht der Metadaten einer Lernumgebung

Für die Administration der Metadaten des LRSMed wurde eine einfache Nutzerverwaltung implementiert. Jeder Nutzer mit einer Zugangsberechtigung kann Metadaten von Lernumgebungen eintragen und diese auch später wieder ändern. Ferner existiert eine Gruppe von Administratoren, die das Recht haben, alle Metadaten zu verändern. Nach erfolgreicher Anmeldung am LRSMed kann eine Liste aller Lernumgebungen angezeigt werden, deren Metadaten von den berechtigten Personen editiert werden dürfen. Für jede Kategorie existiert eine Karteikarte, die direkt das entsprechende Formular öffnet (siehe Abbildung 6-5). Diese Eigenschaft erlaubt die Pflege der Metadaten über das Web von vielen verschiedenen Personen oder Gruppen, die auf diesem Weg den Datenbestand erhöhen können. Im Gegensatz zum dreistufigen Prozess des Quality Metadata Scheme xQMS von Gütl & Pivec [2002], bei dem nach der Eingabe die Metadaten einer Lernumgebung von einem Administrator freigegeben werden müssen, sind die Metadaten des LRSMed sofort online. Falls eine Lernumgebung temporär nicht verfügbar ist, können die Metadaten einer Ressource im Editor offline gesetzt werden.

LRSMed: Learning Resource Server Medizin
Multimediale Lehr- und Lernmodule in der Medizin

Sie sind angemeldet als **geueke**

[Allgemein](#) >
 [Lebenszyklus](#) >
 [Technik](#) >
 [Didaktik](#) >
 [Anmerkungen](#) >
 [Klassifikation](#) >
 [Evaluation](#) >
 [Qualitätsmanagement](#)

ID: 48338729

Titel:

Titel:

Sprache des Moduls:

Beschreibung:

Beschreibung:

MeSH-Schlüsselbegriffe:

Start MeSH Browser:

© IM18E
Letzte Änderung:
22. Juli 2003

Abbildung 6-5: Administration der Metadaten

Während der Entwicklung des LRSMed wurde besonderer Wert auf den Faktor Interoperabilität gelegt. Über die Nutzerschnittstelle der LRSMed Applikation gibt es die Möglichkeit, sich die Ergebnisse in Form einer HTML-Seite anzeigen zu lassen, als PDF-Dokument herunterzuladen oder als XML-Dokument zu beziehen (siehe Abbildung 6-6). Für die Integration in externe Anwendungen wurde ein Web Service entwickelt, der den Zugriff auf die Metadaten unter Umgehung der grafischen Benutzerschnittstelle ermöglicht. Massendaten können, sofern sie dem IMS-Modell entsprechen, als XML-Dokument direkt in das LRSMed Repository importiert werden.

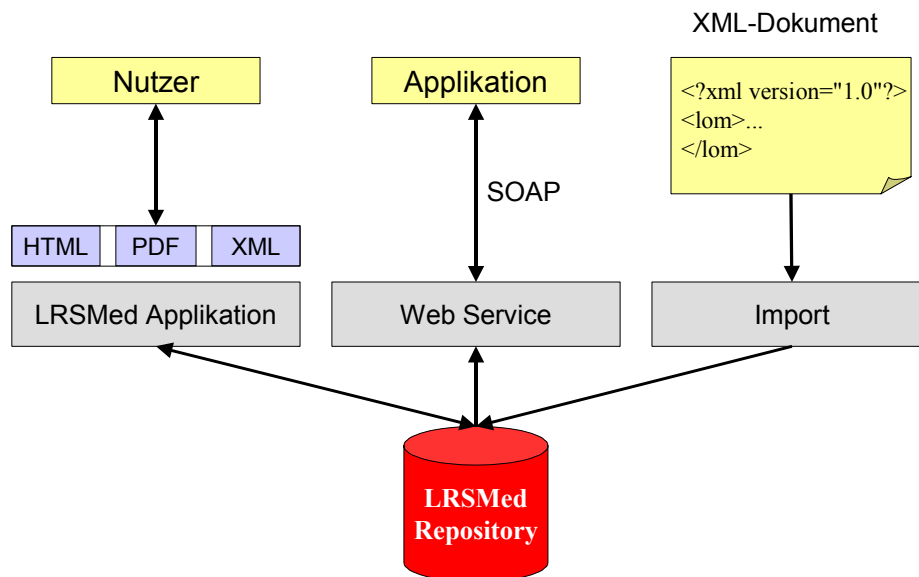


Abbildung 6-6: Möglichkeiten zur Integration des LRSMed

7 Diskussion

Das Ziel dieser Arbeit ist die Beschreibung von medizinischen, webbasierten Lernumgebungen durch Metadaten, um dadurch den potentiellen Nutzer bei seiner Recherche optimal unterstützen zu können. Die Identifizierung von Qualitätsmerkmalen des LOM-Standards und die Erweiterung des Standards um neue Qualitätsmerkmale kann als ein entscheidender Schritt in diese Richtung angesehen werden. Der Nutzer kann anhand der 16 als Qualitätsmerkmale identifizierten Eigenschaften des LOM-Standards und der 13 Qualitätsmerkmale aus den Erweiterungen seine Auswahl vornehmen. Durch die Erweiterungen können Erfahrungsberichte der Nutzer, Verfahren des Qualitätsmanagements und Ergebnisse der Evaluation als Metadaten aufgenommen werden. Die Herkunft dieser Daten ist für den Nutzer transparent, da er Informationen über den Autor der Lernumgebung, den Editor der Metadaten und die Personen, die Erfahrungsberichte beigetragen haben, präsentiert bekommt. Diese Transparenz erleichtert die Bewertung der Metadaten durch den Nutzer erheblich. Insbesondere für die Einschätzung der Erfahrungsberichte ist deren Herkunft ein wichtiger Indikator für deren Verlässlichkeit. Bewusst wird in dem vorgestellten Ansatz aus den Qualitätsmerkmalen kein Score berechnet, die Bewertung bleibt dem Nutzer entsprechend seines situativen Kontextes vorbehalten.

Eine Bewertung der Lernumgebungen auf einer eindimensionalen Skala durch die Nutzung von Kriterienkatalogen wäre zwar wünschenswert, ist aber nicht sinnvoll umsetzbar. Zu unterschiedlich sind die Anforderungen der einzelnen Nutzer. Die Bestimmung von Qualität einer isolierten Lernumgebung ist nur sehr unzureichend möglich, weil das zukünftige Einsatzszenario nicht vorhergesehen werden kann (siehe Kapitel 3.3). Nach Ehlers [2002] ist die Grundlage für Qualität die Ko-Produktion zwischen Lernendem und Lernumgebung. Eine einzelne Lernumgebung hat demnach keine Qualität, diese entsteht erst durch die Interaktion von Lernenden und Lernumgebung.

Die Auswahl einer Lernumgebung aus neun Suchkriterien mit vorgegebenem oder erweiterbarem Vokabular in Verbindung mit der Volltextsuche bietet hochflexible und effiziente Möglichkeiten, adäquate Lernumgebungen zu finden. Die Ausgabe als HTML-Seite ermöglicht die sofortige Bereitstellung der Ergebnislisten im Browser, die Zusammenstellung einer Trefferliste als PDF-Dokument erlaubt die übersichtliche Speicherung aller Metadaten der Liste in einem Dokument, und mit der Darstellung als XML-Dokument konform zum IMS-Modell können die Metadaten leicht in andere Anwendungen importiert werden.

Obwohl umfassende Informationen zu einer Lernumgebung angeboten werden, ist die Anzahl der Datenelemente mit 46 Elementen noch überschaubar. Hierbei handelt es sich um einen Kompromiss, der auch das manuelle Hinzufügen von Metadaten mit vertretbarem Aufwand ermöglicht. Gründe für die Aufnahme weiterer Kategorien oder Datenelemente in einen Metadaten-Standard lassen sich leicht finden, z. B. waren im Rahmen dieser Arbeit weitere Klassifizierungen für Evaluation möglich (siehe Kapitel 2.5.2 und 5.2.2). Dahinter verbirgt sich allerdings die Gefahr, sich in Details zu verlieren und den Standard aufzublähen und damit unbrauchbar zu machen. Einen vergleichbaren Effekt wie bei der Entwicklung von Kriterienlisten, wo beispielsweise bei MEDA bis zu 500 Merkmale zu bewerten waren (siehe Kapitel 3.1.3, MEDA und MEDA 97), gilt es zu vermeiden. Es ist noch offen, ob die Verfügbarkeit von Metadaten der Lernumgebungen hinsichtlich Evaluation und Qualitätsmanagement hoch genug ist, um einen relevanten Beitrag im Auswahlprozess darstellen zu können. Es liegt die

Vermutung nahe, dass zu einem gewissen Teil der Lernumgebungen Evaluationen durchgeführt wurden, diese aber unter Umständen nicht veröffentlicht worden sind. Hinweise auf ein Qualitätsmanagement im Rahmen der Entwicklung einer Lernumgebung werden mit großer Wahrscheinlichkeit recht offensiv veröffentlicht, da sie ein wichtiges Qualitätsmerkmal darstellen. Eine systematische Untersuchung dieser Aspekte steht aber noch aus.

Bisher müssen die Metadaten der Lernumgebungen manuell gesammelt, eingegeben und aktuell gehalten werden. In Zukunft lässt sich dieser Vorgang für eine größere Anzahl an Lernumgebungen kaum erfolgreich gestalten. Die Aussicht, neue Anwendungen im Internet nur nach dem Zufallsprinzip zu finden, ist nicht sehr befriedigend. Selbst die Beteiligung und Unterstützung durch externe Partner bietet nur eine eingeschränkte Lösung. Ein Schritt in die richtige Richtung ist die verstärkte Nutzung von Metadaten-Standards wie LOM. Um verschiedene Metadaten-Standards aufeinander abbilden zu können, wurde das Resource Description Framework entwickelt (siehe Kapitel 4.3). Basierend auf RDF sollen die Metadaten maschinengestützt auf der semantischen Ebene verarbeitet werden. Dieser Ansatz des Semantic Web [Berners-Lee et al. 2001] verschiebt das Problem der Kompatibilität von den eigentlichen Metadaten-Standards auf RDF und macht vor allem keine Aussage über die notwendige Motivation für die Extraaufwendungen, die ohne Zweifel zu leisten sind. Vor allem zu Beginn des Aufbaus des Semantic Web müssten die Teilnehmer umfangreiche Vorleistungen erbringen, ohne dafür entsprechende Gegenleistungen zu erhalten.

Die Gewährleistung der Interoperabilität mit externen Systemen ist ein weiteres Ziel dieser Arbeit. Dies ist einerseits durch die Verwendung von XML auf der technischen Ebene, andererseits durch die Verwendung des LOM-Standards auf der semantischen Ebene erreicht worden. Die Erweiterung eines Standards ist in der Regel kritisch zu beurteilen, da dadurch die Interoperabilität gefährdet werden kann. Die im Rahmen dieser Arbeit vorgenommenen Erweiterungen des LOM-Standards behindern die Interoperabilität allerdings nicht. Es ist darauf geachtet worden, dass Metadaten als XML-Dokumente mit externen Systemen oder Applikationen ausgetauscht werden können, die diese Erweiterungen nicht implementiert haben, aber den LOM-Standard erfüllen.

Erweiterungen des LRSMed sind auf verschiedenen Ebenen denkbar. In der entwickelten Version gibt es z. B. keine Möglichkeit, die Gültigkeit von URLs zu überprüfen, dieses muss manuell geschehen. Eine Funktion, die diese Überprüfung regelmäßig vornimmt und nach bestimmten Regeln die Verfügbarkeit sperrt und wieder freigibt, wäre wünschenswert. Den im Rahmen dieser Arbeit erreichten Stand des LOM-Standards noch um weitere Datenelemente zu erweitern ist prinzipiell möglich, sollte aber aus neuen Anforderungen abgeleitet werden. Die Integration der gegebenen Funktionalität in klinische Arbeitsplatzsysteme ist beispielweise denkbar. So wäre es für das Personal möglich, direkt Hintergrundinformationen zu bestimmten Erkrankungen oder Fällen abzurufen. Zu diesem Zweck könnten Merkmale, wie z. B. Diagnose und Therapie, in das Datenmodell aufgenommen werden. In diesem Zusammenhang ist auch eine verbesserte Integration von MeSH oder eines klinisch gebräuchlichen Klassifikationssystems sinnvoll.

Die weitere Verbreitung von E-Learning in der Zukunft ist noch offen. Insbesondere stellt sich die Frage, ob es eine ausreichende Anzahl frei verfügbarer Lernumgebungen für den LRSMed aus der Domäne der Medizin gibt. Mittlerweile gehen die Ansprüche der Nutzer häufig über die einfache elektronische Version eines Lehrbuches hinaus. Diese hohen Ansprüche zu erfüllen, ist zeit- und kostenintensiv, da insbesondere im medizinischen Bereich multimediales Material, wie Video- und Audiodateien aufbereitet werden müssen. Die Beschränkung des LRSMed auf kostenlos verfügbare

Lernumgebungen ist nicht zwingend, allerdings würde die Aufnahme von kostenpflichtigen Angeboten in den Datenbestand die direkte Nutzung verhindern und so eine der Kerneigenschaften blockieren. Für kostenlos verfügbare Angebote, z. B. aus öffentlich geförderten Projekten, bietet das Internet allerdings die ideale Plattform der Verteilung und Nutzung und der LRSMed eine Möglichkeit die Verfügbarkeit zu steigern.

8 Zusammenfassung

Durch die hohe Verbreitung des Internets in den letzten Jahren haben sich die Einsatzmöglichkeiten von computerunterstützten medizinischen Lernumgebungen stark verändert. Es wurde eine Vielzahl von webbasierten Lernumgebungen entwickelt und sehr häufig kostenfrei Studierenden und anderen Interessierten angeboten. Nach anfänglich großer Euphorie über die Vorteile des Web kristallisierten sich diverse Probleme heraus. So stellt sich die Frage, welche Informationen über eine Lernumgebung verfügbar sind und wie man diese strukturieren kann. Insbesondere ist zu klären, wie man die Qualität einer Lernumgebung erfassen und dem Nutzer zugänglich machen kann.

Das Ziel dieser Arbeit ist daher die Erarbeitung eines Beschreibungsrahmens für medizinische Lernumgebungen im Web unter besonderer Berücksichtigung der Ausarbeitung von Qualitätsmerkmalen.

Die Frage, wie Lernumgebungen bezüglich ihrer Qualität unterschieden werden können, wurde anhand von verschiedenen Auswahlinstrumenten untersucht, die Lernumgebungen mittels Qualitätskriterien bewerten. Eine Bewertung dieser Kriterienkataloge ergab, dass sowohl ihre Validität als auch ihre Reliabilität zu gering für eine verlässliche Aussage ist. Insbesondere berücksichtigen sie den Einsatzkontext der Lernumgebung nur unzureichend. Auch die existierenden Ansätze zur Bewertung von medizinischen Websites sind nicht ausreichend, da sie in der Regel didaktische Kriterien vermissen lassen. Der Vergleich und die anschließende Bewertung verschiedener Beschreibungsstandards (Metadaten) ergab, dass sich Learning Object Metadata (LOM) am besten als Standard für die Beschreibung von Lernumgebungen eignet.

Aus den zur Verfügung stehenden neun Kategorien des LOM-Standards konnten 16 Qualitätsmerkmale identifiziert werden. Diese wurden mit 13 weiteren Qualitätsmerkmalen in eine erweiterte Form des LOM-Standards zusammengeführt. Der eigene Ansatz bietet zusätzliche Metadaten zu Qualitätsmanagement, Evaluation und Nutzererfahrungen. Die erweiterte Form des LOM-Standards wurde in ein Datenmodell überführt; dazu diente der LOM-Standard in der Implementierung des IMS Learning Resource Meta-data XML Binding als Basis. Der Einsatz von XML erleichterte die anschließende exemplarische Umsetzung als Webanwendung und gewährleistet die Interoperabilität mit externen Systemen. Die Anwendung, der Learning Resource Server Medizin (LRSMed), bietet dem Nutzer flexible und effiziente Möglichkeiten, aus neun Suchkriterien mit vorgegebenem Vokabular in Verbindung mit einer Volltextsuche adäquate Lernumgebungen zu finden. Die Bewertung der Ergebnisse bleibt ihm selbst überlassen, da diese ohne Kenntnis des situativen Kontextes kaum möglich ist. Die Herkunft der Metadaten ist für den Nutzer transparent, da er Informationen zur Quelle erhält.

Insgesamt kann der Schluss gezogen werden, dass der Nutzer durch die Erweiterungen des LOM-Standards und deren Implementierung in Form des LRSMed bei der Recherche nach medizinischen, webbasierten und derzeit frei verfügbaren Lernumgebungen unterstützt werden kann. Für einen entsprechenden Nachweis ist die Evaluation des LRSMed anzustreben. Inwiefern Lernumgebungen in Zukunft noch kostenfrei zur Verfügung stehen, ist offen, da insbesondere im medizinischen Bereich multimediales Material aufwändig aufbereitet werden muss.

9 Literatur

1. Albion, P.R. (1999): Heuristic evaluation of educational multimedia: from theory to practise. Online im Internet: URL: <http://www.ascilite.org.au/conferences/brisbane99/papers/albion.pdf> [Letzter Zugriff 2002-08-13].
2. Alvestrand, H. (2001): Request for Comments 3066. Online im Internet: URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3066.txt> [Letzter Zugriff 2003-07-09].
3. Arbeitskreis Automobilindustrie (AKAB) (1998): CBT-Kriterienkatalog des Arbeitskreis Automobilindustrie. Computerprogramm für Windows. Bezugsmöglichkeit: Volkswagen Coaching GmbH, Zentrale Planung und Koordination, Multimedia-Strategie, -Lerntechnologie und -Projekte, Postfach 10 55/5, 38436 Wolfsburg.
4. Balzert, H. (1998): Lehrbuch der Software-Technik. Software-Management, Software-Qualitätssicherung, Unternehmensmodellierung. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
5. Bargel, T. (2000): Probleme des Medizinstudiums - Lösung durch Bildungstechnologie? In: Bichler, K.-H., Mattauch, W. (Hrsg.): Multimediales Lernen in der medizinischen Ausbildung. S. 46-56. Berlin, Heidelberg, New York (usw.): Springer Verlag. Online im Internet: URL: http://link.springer.de/link/service/books/3/540/148981/fpapers/mmmlern_bargel.pdf [Letzter Zugriff 2002-08-14].
6. Bastek, A., Eckhardt, J., Fischer, B., Müller, A., Paschen, U., Pietsch-Breitfeld, B., Rath, S., Ruprecht, T., Sens, B., Veit, C. (2003): Begriffe und Konzepte des Qualitätsmanagements - GMDS-Arbeitsgruppe Qualitätssicherung in der Medizin. Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie 34(1), 1-61.
7. Baumgartner, P. (1997): Didaktische Anforderungen an (multimediale) Lernsoftware. Weinheim: Psychologie-Ver.-Union; S. 241-252.
8. Benington, H.D. (1956): Production of Large Computer Programs. Proceedings of the ONR Symposium on Advanced Program Methods for Digital Computers, 15-27. Auch verfügbar in: Benington H.D. (1983): Production of Large Computer Programs. Annals of the History of Computing. 5(4), 350-361.
9. Berners-Lee, T. (1997): Metadata Architecture. Online im Internet: URL: <http://www.w3c.org/DesignIssues/Metadata.html> [Letzter Zugriff 2002-05-27].
10. Berners-Lee, T., Hendler, J., Lassila, O. (2001): The semantic web. Scientific American 2001(5). Online im Internet: URL: <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21&catID=2> [Letzter Zugriff 2003-06-09].
11. Blease, D. (1986): Evaluating Educational Software. London, Sydney, Dover (New Hampshire): Croom Helm.
12. Branson, R.K., Grow, G. (1987): Instructional systems development. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
13. Bundesinstitut für Berufsbildung (2002): ELDOC. Online im Internet: URL: <http://www.eldoc.info> [Letzter Zugriff 2002-11-05].
14. CEN/ISSS - Project Team Quality Assurance and Guidelines (2002): CWA Quality Assurance Standards. Online im Internet: URL: <http://www.cenorm.be/iss/Workshop/LT/open-meeting-july-2002/qa-elearning.pdf> [Letzter Zugriff 2002-10-21].

15. Champion, M. (2001): Storing XML in Databases. *EAI Journal* 2001(10), 53-55. Online im Internet: URL: <http://www.eaijournal.com/PDF/StoringXMLChampion.pdf> [Letzter Zugriff 2002-05-31].
16. Darmoni, S.J., Le Duff, F., Joubert, M., Le Beux, P., Fieschi, M., Weber, J., Benichou, J. (2002): A Preliminary Study to Assess a French Code of Ethics for Health Teaching Resources on the Internet. *Medical Informatics Europe* 2002, 621-626.
17. Deming, W.E. (1986): *Out of the Crisis*. 2. Ed. Cambridge, Mass: MIT-CAES.
18. DIN EN ISO 9000 (2000): *Qualitätsmanagementsysteme. Grundlagen und Begriffe (DIN EN ISO 9000:2000-12)*. Berlin: Beuth-Verlag.
19. Dublin Core Metadata Initiative (DMCI) Usage Board (2003a): *Dublin Core Metadata Initiative Metadata Terms*. Online im Internet: URL: <http://dublincore.org/documents/2003/03/04/dcmi-terms/> [Letzter Zugriff 2003-06-05].
20. Dublin Core Metadata Initiative (DMCI) Usage Board (2003b): *Dublin Core Metadata Initiative Type Vocabulary*. Online im Internet: URL: <http://www.dublincore.org/documents/dcmi-type-vocabulary/> [Letzter Zugriff 2003-07-09].
21. Ehlers, U. (2002): *Qualität beim E-Learning: Der Lernende als Grundkategorie bei der Qualitätssicherung*. *MedienPädagogik* 02(01). Online im Internet: URL: <http://www.medienpaed.com/02-1/ehlers1.pdf> [Letzter Zugriff 2003-01-17].
22. Eitel, F.H. (2000): *Qualitätsmanagement multimedialen Lernens*. In: Bichler, K.-H., Mattauch, W. (Hrsg.): *Multimediales Lernen in der medizinischen Ausbildung*. S. 109-119. Berlin, Heidelberg, New York (usw.): Springer Verlag. Online im Internet: URL: http://link.springer.de/link/service/books/3/540/148981/fpapers/mmlern_eitel.pdf [Letzter Zugriff 2002-08-14].
23. Entwisle, G., Entwisle, D. (1963): *The Use of a Digital Computer as a Teaching Machine*. *The Journal of Medical Education* 38(10), 803-812.
24. Enza, B., Dippe, G., Eltén, A., Kollia, V., Lindholm, J., Lindström, B., Sarti, L., Tsakarissianos, G. (2001): *Research on Quality Assessment Management and Selection Criteria regarding Content of Schools*. Online im Internet: URL: <http://www.en.eun.org/etb/survey/d3.1.zip> [Letzter Zugriff 2002-08-12].
25. Euler, D. (1994): *(Multi)mediales Lernen – Theoretische Fundierungen und Forschungsstand*. *Unterrichtswissenschaft. Zeitschrift für Lernforschung* H(4), 291-311.
26. European Association for Distance Learning (2002): *Quality Guidelines*. Online im Internet: URL: http://www.oen.agh.edu.pl/publoen/dokumentyx/spraw_konf/referaty/ipnr3.pdf [Letzter Zugriff 2002-08-05].
27. Eysenbach, G., Diepgen, T.L. (1999a): *Labeling and filtering of medical information on the Internet*. *Methods Inf.Med.* 38(2), 80-88.
28. Eysenbach, G., Diepgen, T.L. (1999b): *Patients looking for information on the Internet and seeking teleadvice: motivation, expectations, and misconceptions as expressed in e-mails sent to physicians*. *Arch.Dermatol.* 135(2), 151-156. Online im Internet: URL: <http://archderm.ama-assn.org/issues/v135n2/rpdf/dst8029.pdf> [Letzter Zugriff 2002-10-10].
29. Eysenbach, G., Kohler, C., Yihune, G., Lampe, K., Cross, P., Brickley, D. (2001): *A metadata vocabulary for self- and third-party labeling of health web-sites: Health Information Disclosure, Description and Evaluation Language (HIDDEL)*. *Proc.AMIA.Symp.*, 169-173. Online im Internet: URL: <http://www.medcertain.org/pdf/AMIA2001-final-edited-hiddel.pdf>.
30. Eysenbach, G., Powell, J., Kuss, O., Sa, E.R. (2002): *Empirical studies assessing the quality of health information for consumers on the world wide web: a systematic review*. *JAMA* 287(20), 2691-2700.

31. Eysenbach, G., Yihune, G., Lampe, K., Cross, P., Brickley, D. (2000): Quality management, certification and rating of health information on the Net with MedCERTAIN: using a medPICS/RDF/XML metadata structure for implementing eHealth ethics and creating trust globally. *J.Med.Internet.Res.* 2(2 Suppl), 2E1. Online im Internet: URL: <http://www.jmir.org/2000/3/suppl2/e1/index.htm>.
32. Fricke, R. (2000): Qualitätsbeurteilung durch Kriterienkataloge. In: Schenkel, P., Tergan, S.-O., Lottman, A. (Hrsg.): *Qualitätsbeurteilung multimedialer Lern- und Informationssysteme*. S. 75-88. Nürnberg: BW Bildung und Wissen.
33. FWU - Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht (2002): SODIS. Online im Internet: URL: <http://www.sodis.de> [Letzter Zugriff 2002-09-26].
34. Geueke, M., Stausberg, J. (2003): A meta-data-based learning resource server for medicine. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, DOI: 10.1016/S0169-2607(02)00146-3 (in press).
35. Glaser, R. (1962): *Psychology and instructional technology*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
36. Gräber, W. (1990): *Das Instrument MEDA: Ein Verfahren zur Beschreibung, Analyse und Bewertung von Lernprogrammen*. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN).
37. Gräber, W. (1996): *Kriterien und Verfahren zur Sicherung der Qualität von Lernsoftware in der beruflichen Weiterbildung*. Kiel: Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN).
38. Grob, H.L., Seufert, S. (1996): *Vorgehensmodelle bei der Entwicklung von CAL-Software*. Online im Internet: URL: <http://www.wi.uni-muenster.de/aw/calcat/ab5/> [Letzter Zugriff 2002-08-13].
39. Gruber, H., Mandl, H., Renkl, A. (2000): Was lernen wir in Schule und Hochschule: Träges Wissen? In: Mandl, H., Gerstenmaier, J. (Hrsg.): *Die Kluft zwischen Wissen und Handeln*. S. 139-156. Göttingen: Hogrefe.
40. Gütl, C., Pivec, M. (2002): Quality metadata scheme xQMS for an improved information discovery process for scholar work within the xFIND environment. *Proceedings of SITE 2002, Nashville, Tennessee, USA*, 1145-1146. Online im Internet: URL: <http://www2.iicm.edu/cguetl/papers/xqms/xqms.pdf> [Letzter Zugriff 2003-02-17].
41. Health on the Net Foundation (HON) (1997): HONcode, Version 1.6. Online im Internet: URL: <http://www.hon.ch/HONcode/German/> [Letzter Zugriff 2002-10-25].
42. Hillmann, D. (2001): *Using Dublin Core*. Online im Internet: URL: <http://dublincore.org/documents/usageguide/> [Letzter Zugriff 2003-06-05].
43. Hughes, E. (2002): Computer-based learning - an aid to successful teaching of pharmacology? *Naunyn Schmiedebergs Arch.Pharmacol.* 366(1), 77-82.
44. Iannella, R. (1999): *An Idiot's Guide to the Resource Description Framework*. Online im Internet: URL: <http://archive.dstc.edu.au/RDU/reports/RDF-Idiot/> [Letzter Zugriff 2003-06-09].
45. IMS (2001a): *IMS Learning Resource Meta-data Information Model, Version 1.2.1 Final Specification*. Online im Internet: URL: <http://www.imsproject.org/metadata/index.cfm> [Letzter Zugriff 2002-11-06].
46. IMS (2001b): *IMS Learning Resource Meta-data XML Binding, Version 1.2.1 Final Specification*. Online im Internet: URL: <http://www.imsproject.org/metadata/index.cfm> [Letzter Zugriff 2002-11-06].
47. ISO (2003): *ISO 9000/ISO 14000 The Basics*. Online im Internet: URL: <http://www.iso.ch/iso/en/iso9000-14000/tour/beginnin.html> [Letzter Zugriff 2003-06-08].

48. Kahlke, C., Uebelherr, A. (2001): Quantitative Qualitätsbestimmung und -sicherung interaktiver Lernumgebungen. Online im Internet: URL: http://www.lamp-bayern.de/tp3/Kahlke_Uebelherr_BONIQ.pdf [Letzter Zugriff 2002-08-13].
49. Kazakos, W., Schmidt, A., Tomczyk, P. (2002): Datenbanken und XML. Berlin, Heidelberg, New York (usw.): Springer.
50. Kerres, M. (2001): Multimediale und telemediale Lernumgebungen: Konzeption und Entwicklung. München, Wien: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
51. Klatt, R., Gavriilidis, K., Kleinsimlinghaus, K., Feldmann, M. (2001): Nutzung elektronischer wissenschaftlicher Information in der Hochschulausbildung. Online im Internet: URL: <http://www.stefi.de/download/kurzfas.pdf> [Letzter Zugriff 2002-06-24].
52. Learning Object Metadata Working Group (2001): Draft Standard for Learning Object Metadata - Version 6.1. Online im Internet: URL: http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOM_WD6-1_1_without_tracking.pdf [Letzter Zugriff 2002-06-11].
53. Learning Object Metadata Working Group (2002): Draft Standard for Learning Object Metadata - Final Version. Online im Internet: URL: http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf [Letzter Zugriff 2003-06-19].
54. Learning Technology Standards Committee (LTSC) (1998): Agenda for WG Meetings. Online im Internet: URL: <http://ltsc.ieee.org/wg-mar98.htm> [Letzter Zugriff 2003-07-09].
55. Mason, J., Sutton, S. (2000): DCMI Education Working Group: Draft Proposal. Online im Internet: URL: <http://dublincore.org/documents/education-namespace/> [Letzter Zugriff 2003-06-05].
56. Mathes, M. (2002): E-Learning in der Hochschullehre: Überholt Technik Gesellschaft? Medien-Pädagogik 02(01). Online im Internet: URL: <http://www.medienpaed.com/02-1/mathes1.pdf> [Letzter Zugriff 2003-01-17].
57. Mattauch, W., Bichler, K.-H. (2000): Pädagogisch-psychologische Aspekte der Entwicklung und Nutzung medizinischer Computer Lernprogramme. In: Bichler, K.-H., Mattauch, W. (Hrsg.): Multimediales Lernen in der medizinischen Ausbildung. S. 6-18. Berlin, Heidelberg, New York (usw.): Springer Verlag. Online im Internet: URL: http://link.springer.de/link/service/books/3/540/148981/fpapers/mmlern_mattauch.pdf [Letzter Zugriff 2002-08-14].
58. Mazurat, R.R. (2001): Online educational resources - will more information make us wiser? J.Can.Dent.Assoc. 67(1), 32-33.
59. MedCIRCLE (2002): The Hiddel Vocabulary. Online im Internet: URL: <http://www.medcircle.org/metadata/hiddel.php> [Letzter Zugriff 2002-11-06].
60. Mehrabi, A., Ruggiero, S., Schwarzer, H., Leisenberg, D., Herfarth, Ch., Kallinowski, F. (2000): Entwicklung einer multimedialen CD-ROM-Reihe zur Verbesserung der chirurgischen Aus- und Weiterbildung. In: Bichler, K.-H., Mattauch, W. (Hrsg.): Multimediales Lernen in der medizinischen Ausbildung. S. 69-72. Berlin, Heidelberg, New York (usw.): Springer Verlag. Online im Internet: URL: http://link.springer.de/link/service/books/3/540/148981/fpapers/mmlern_mehrabi2.pdf [Letzter Zugriff 2002-08-14].
61. Meier, A. (2000): MEDA und AKAB: Zwei Kriterienkataloge auf dem Prüfstand. In: Schenkel, P., Tergan, S.-O., Lottman, A. (Hrsg.): Qualitätsbeurteilung multimedialer Lern- und Informationssysteme. S. 164-189. Nürnberg: BW Bildung und Wissen.
62. MicroSIFT (1982): Evaluator's Guide for Microcomputer-Based Instructional Packages. Eugene, Oregon: International Society for Technology in Education (ISTE).
63. Muench, S. (2000): Oracle XML Applications. Beijing, Cambridge, Farnham (usw.): O'Reilly.

64. Nielsen, J. (1994): Heuristic Evaluation. In: Nielsen, J., Mack, R.L. (Hrsg.): Usability Inspection Methods. S. 25-62. New York: John Wiley & Sons.
65. Owen, S.G., Hall, R., Anderson, J., Smart, G.A. (1965): A comparison of programmed instruction with conventional lectures in the teaching of electrocardiography to final-year medical students. *J.Med.Educ.* 40(11), 1058-1062.
66. Pawlowski, J.M. (2001): Das Essener-Lern-Modell (ELM): Ein Vorgehensmodell zur Entwicklung computerunterstützter Lernumgebungen. Universität Essen: Dissertation. Online im Internet: URL: <http://miless.uni-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-10574/JanEDISS.pdf> [Letzter Zugriff 2002-02-21].
67. Philips, B., Ball, C., Sackett, D., Badenoch, D., Straus, S., Haynes, B., Dawes, M., (Oxford Centre for Evidence-based Medicine) (2001): Levels of Evidence and Grades of Recommendation. Online im Internet: URL: <http://minerva.minervation.com/cebm/> [Letzter Zugriff 2003-01-28].
68. Quinn, C.N. (1996): Pragmatic evaluation: lessons from usability. Proc.13th Annual Conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education, 437-444. Online im Internet: URL: <http://www.ascilite.org.au/conferences/adelaide96/papers/18.html>.
69. Reinmann-Rothmeier, G., Mandl, H. (1998): Wissensvermittlung: Ansätze zur Förderung des Wissenserwerbs. In: Klix, F., Spada, H. (Hrsg.): Enzyklopädie der Psychologie. S. 457-500. Nürnberg: Hogrefe.
70. Reinmann-Rothmeier, G., Mandl, H., Prenzel, M. (1997): Qualitätssicherung bei multimedialen Lernumgebungen. In: Friedrich, H.F., Eigler, G., Mandl, H., Schnotz, W., Schott, F., Seel, N.M. (Hrsg.): Multimediale Lernumgebungen in der betrieblichen Weiterbildung. Gestaltung, Lernstrategien und Qualitätssicherung. S. 267-333. Neuwied, Kriftel, Berlin: Luchterhand.
71. Roberts, N. (1999): Approaches to Evaluating the Educational Use of Multimedia. Millenium Minds Conference Presentation held in Cape Town from 29th of September to the 1st October 1999 hosted by SchoolNet SA. Online im Internet: URL: <http://archive.wcape.school.za/mm99/cd/conf99/proceedings/123/Conference%20presentation%200-9-1999.doc> [Letzter Zugriff 2003-02-05].
72. Rowntree, D. (1992): Exploring open and distance learning. London: Kogan Page.
73. Rusch-Feja, D., Kanis, D. (1999): Die Metadata-Elemente des Dublin Core, Version 1.1: Referenzbeschreibung. Max-Planck-Institut für Bildungsforschung. Online im Internet: URL: <http://www.mpib-berlin.mpg.de/dok/metadata/gmr/metatagd.htm> [Letzter Zugriff 2003-06-05].
74. Schenkel, P. (2000): Ebenen und Prozesse der Evaluation. In: Schenkel, P., Tergan, S.-O., Lottman, A. (Hrsg.): Qualitätsbeurteilung multimedialer Lern- und Informationssysteme. S. 52-74. Nürnberg: BW Bildung und Wissen.
75. Schulz, S., Klar, R., Auhuber, T., Schrader, U., Koop, A., Kreutz, R., Oppermann R., Simm, H. (2001): Qualitätskriterien für Elektronische Publikationen in der Medizin - Kriterienkatalog der GMDS AG CBT. *Informatik, Biometrie und Epidemiologie in Medizin und Biologie* 31(4), 153-166. Online im Internet: URL: <http://www.imbi.uni-freiburg.de/medinf/gmdsqc> [Letzter Zugriff 2002-02-21].
76. Squires, D. (1999): An heuristic approach to the evaluation of educational multimedia software. Online im Internet: URL: <http://www.media.uwe.ac.uk/masoud/cal-97/papers/squires.htm> [Letzter Zugriff 2002-08-13].
77. Stausberg, J., Bündgens, D., Prange, J. (1999): Multimediale medizinische Lehr- und Lernsoftware im World Wide Web: Eine Angebotsanalyse. In: Victor, N., Blettner, M., Edler, L., Haux, R., Knaup-Gregori, P., Pritsch, M., Wahrendorf, J., Windeler, J., Ziegeler, S. (Hrsg.): Medical Informatics, Biostatistics and Epidemiology for Efficient Health Care and Medical Research. Beiträge von der 44. Jahrestagung der GMDS. IBE. 85; S. 333-336. München: Urban & Vogel.

78. Stausberg, J., Fuchs, J., Husing, J., Hirche, H. (2001): Health care providers on the World Wide Web: quality of presentations of surgical departments in Germany. *Med.Inform.Internet.Med.* 26(1), 17-24.
79. Tennyson, R.D. (1994): *Automating Instructional Design, Development and Delivery* (NATO ASI Serie F. 119). Berlin: Springer.
80. Tergan, S.-O. (1998): Checklists for the Evaluation of Educational Software: Critical Review and Prospects. *Innovations in Education and Teaching International* 35(1), 9-20.
81. Tergan, S.-O. (2000): Grundlagen der Evaluation: ein Überblick. In: Schenkel, P., Tergan, S.-O., Lottman, A. (Hrsg.): *Qualitätsbeurteilung multimedialer Lern- und Informationssysteme*. S. 22-51. Nürnberg: BW Bildung und Wissen.
82. Tergan, S.-O. (2001): Qualitätsbeurteilung von Bildungssoftware mittels Kriterienkatalogen. *Problem-aufriß und Perspektiven. Zeitschrift für Lernforschung* 29(4), 319-341.
83. Thomé, D. (1988): *Kriterien zur Bewertung von Lernsoftware*. Heidelberg: Hüthig Verlag.
84. Trahasch, S. (2001): *Ariadne - Digitale Bibliothek für die (virtuelle) Hochschule*. Online im Internet: URL: http://www.ariadne-eu.de/doc/ariadne_kurzbeschreibung.pdf [Letzter Zugriff 2002-08-28].
85. Universität Lüttich - Abteilung für Erziehungswissenschaften (STE) (1997): *MEDA 97 (Methodologie d'Evaluation des Didacticiels pour Adultes)*. Computerprogramm für Windows. Bezugsmöglichkeit: Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN), Dr. Wolfgang Gräber, Olshausenstr. 63, 24098 Kiel.
86. US National Library of Medicine (2002): *Medical Subjects Headings (MeSH)*. Online im Internet: URL: <http://www.nlm.nih.gov/mesh/filelist.html> [Letzter Zugriff 2002-07-29].
87. Vichitvejpaisal, P., Sitthikongsak, S., Preechakoon, B., Kraiprasit, K., Parakkamodom, S., Manon, C., Petcharatana, S. (2001): Does computer-assisted instruction really help to improve the learning process? *Med.Educ.* 35(10), 983-989.
88. W3C (1998): *Extensible Markup Language (XML) 1.0, W3C Recommendation 10-February-1998*. Online im Internet: URL: <http://www.w3.org/TR/1998/REC-xml-19980210> [Letzter Zugriff 2002-04-07].
89. W3C (2002): *Extensible Markup Language (XML)*. Online im Internet: URL: <http://www.w3.org/XML/> [Letzter Zugriff 2002-07-07].
90. W3C (2003): *RDF Primer, W3C Working Draft 23 January 2003*. Online im Internet: URL: <http://www.w3.org/TR/rdf-primer/> [Letzter Zugriff 2003-06-09].
91. Wallmüller, E. (1990): *Software-Qualitätssicherung in der Praxis*. München: Hanser.
92. Wilbers, K. (2002): *Guter Wille allein reicht eben doch nicht ... Didaktisch fokussierte Implementation von E-Learning*. *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik Online* 2a. Online im Internet: URL: http://www.ibw.uni-hamburg.de/bwpat/ausgabe2a/wilbers_bwpat2a.pdf [Letzter Zugriff 2002-08-06].
93. Winker, M.A., Flanagan, A., Chi-Lum, B., White, J., Andrews, K., Kennett, R.L., DeAngelis, C.D., Musacchio, R.A. (2000): *Guidelines for medical and health information sites on the internet: principles governing AMA web sites*. American Medical Association. *JAMA* 283(12), 1600-1606. Online im Internet: URL: <http://jama.ama-assn.org/cgi/content/full/283/12/1600>.
94. Wottawa, H., Thierau, H. (1990): *Evaluation*. Bern: Huber.

Anhang

A Abkürzungsverzeichnis

AMA	American Medical Association
AO	Approbationsordnung
CAL	Computer Assisted Learning
CEN	European Committee for Standardization
CME	Continuing Medical Education
CSL	Computer Supported Learning
DCMI	Dublin Core Metadata Initiative
DIN	Deutsche Industrie Norm
EN	European Norm
ELDOC	E-Learning DOCumentation
ELM	Essener-Lern-Modell
FOP	Formatting Objects Processor
FTP	File Transfer Protocol
GMDS	Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie
GPL	Große Prüfliste
HIDDEL	Health Information Disclosure, Description and Evaluation Language
HON	Health On the Net Foundation
HTML	Hypertext Markup Language
IMS	IMS Global Learning Consortium, (ursprünglich: Instruction Management System)
IRC	Internet Relay Chat
ISO	International Organization for Standardization
LOM	Learning Object Metadata

LRSMed	Learning Resource Server Medizin
MEDA	Methodologie d'Evaluation des Didacticiels pour Adultes
PICS	Platform for Internet Content Selection
MIME	Multipurpose Internet Mail Extensions
MeSH	Medical Subject Headings
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PDF	Portable Document Format
RDBMS	Relational Database Management System
RDF	Resource Description Framework
SODIS	Software Dokumentations- und Informationssystem
SQL	Standard Query Language
URI	Uniform Resource Identifier
URL	Uniform Resource Locator
W3C	World Wide Web Consortium
WBT	Web-based Training
XDK	XML Development Kit
XML	Extensible Markup Language
XSL:FO	Extensible Stylesheet Language: Formatting Objects
XSLT	Extensible Stylesheet Language Transformations

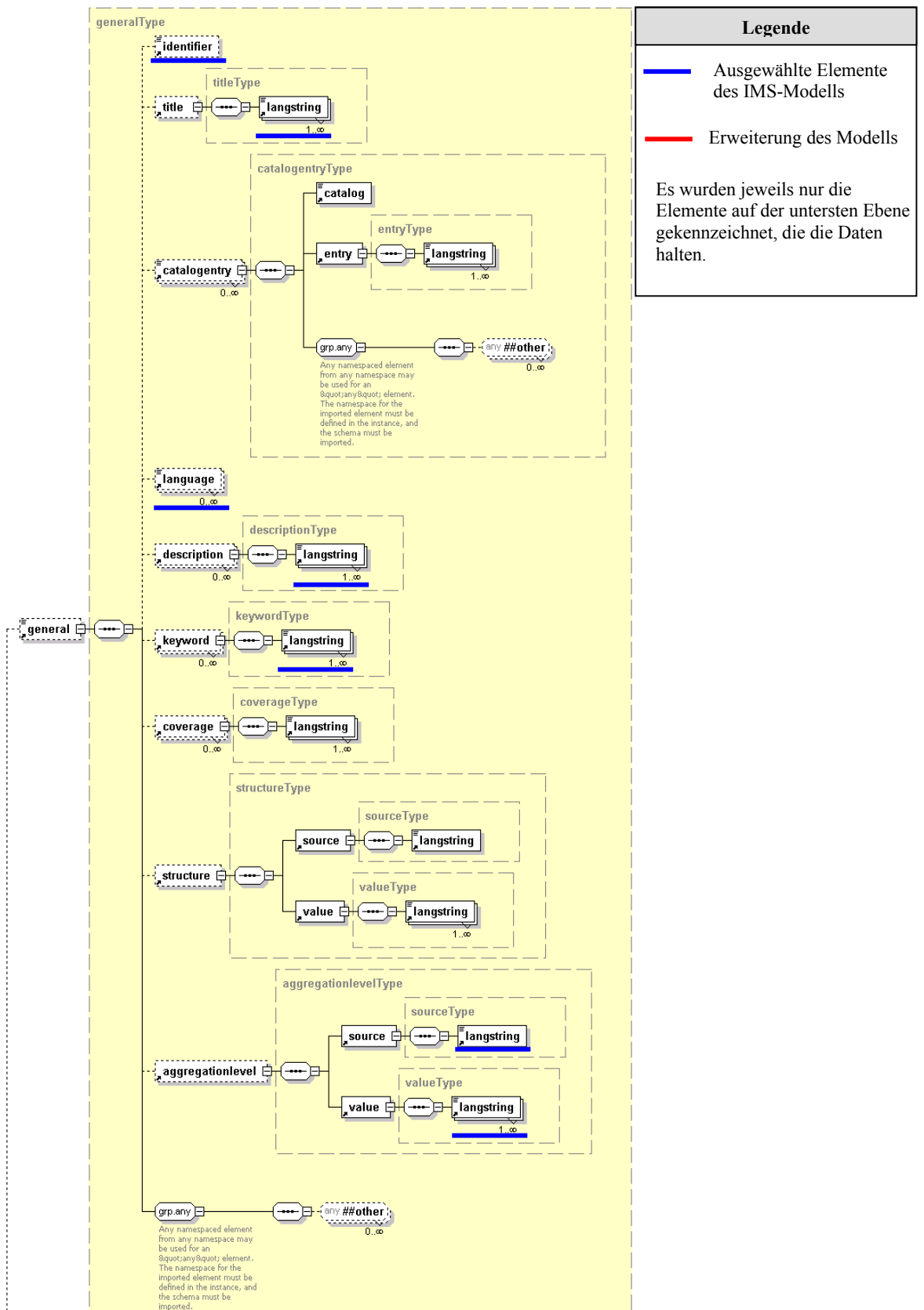
B Tabellenverzeichnis

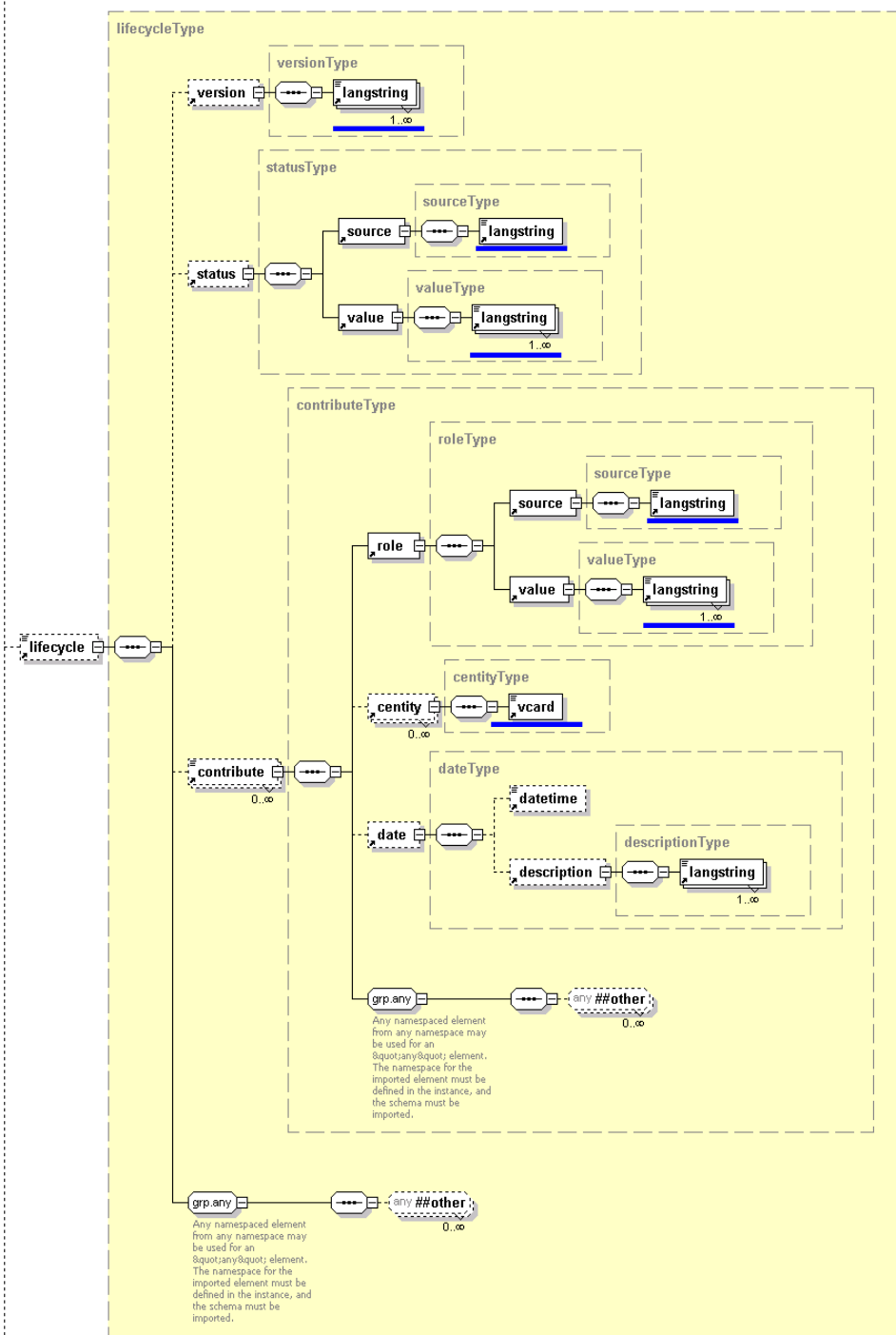
Tabelle 2-1:	Häufig synonym verwendete Begriffe für <i>Computerunterstütztes Lernen</i> in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit im Web. (http://www.google.com , 21.07.2002).....	6
Tabelle 2-2:	Qualitätsbegriff [European Association for Distance Learning 2002, S. 3-4]	15
Tabelle 2-3:	Variablenmatrix des Qualitätsmanagements von Lernumgebungen, verwendbar als Leitlinie für Entwicklung, Implementierung und Bewertung der Lernumgebung [Eitel 2000, S. 118]	18
Tabelle 3-1:	Qualitätskriterien von Informationen [Enza et al. 2001, S. 5].....	25
Tabelle 3-2:	Basisdokumentation von SODIS [FWU - Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht 2002]	26
Tabelle 3-3:	Gruppen des AKAB-Kriterienkataloges [Arbeitskreis Automobilindustrie (AKAB) 1998].....	27
Tabelle 3-4:	Bewertungskategorien der Großen Prüfliste (GPL) [Thomé 1988, S. 137]	28
Tabelle 3-5:	MEDA, Intentionen [Gräber 1990, S. 13ff].....	29
Tabelle 4-1:	Dublin Core Metadata Element Set [Dublin Core Metadata Initiative (DMCI) Usage Board 2003a].	38
Tabelle 4-2:	Erweiterungen des DC-Standards [Mason & Sutton 2000].....	39
Tabelle 4-3:	Kategorien des LOM-Standard [Learning Object Metadata Working Group 2001].....	40
Tabelle 5-1:	Nutzergruppen und Anforderungen.....	42
Tabelle 5-2:	Ausgewählte LOM-Datenelemente und ihre Bedeutung für die Qualität einer Lernumgebung.....	44
Tabelle 5-3:	Kontrollierte Vokabulare für Learning Resource Type und Context	46
Tabelle 5-4:	Kontrolliertes, erweiterbares Vokabular für Taxon Path.....	46
Tabelle 5-5:	Datenelemente der Kategorie <i>Evaluation</i>	49
Tabelle 5-6:	Vokabular der Datenelemente Evidence und Type der Kategorie <i>Evaluation</i>	49
Tabelle 5-7:	Datenelemente der Kategorie <i>Quality Management</i>	50
Tabelle 5-8:	Erweiterbares Vokabular der Datenelemente der Kategorie <i>Quality Management</i>	50
Tabelle 5-9:	Datenelemente der Kategorie <i>Annotation</i>	51
Tabelle 5-10:	Vokabular der Datenelemente der Kategorie <i>Annotation</i>	52
Tabelle 6-1:	Schichten von XML Schema	54
Tabelle 6-2:	Suchkriterien der Webanwendung.....	57

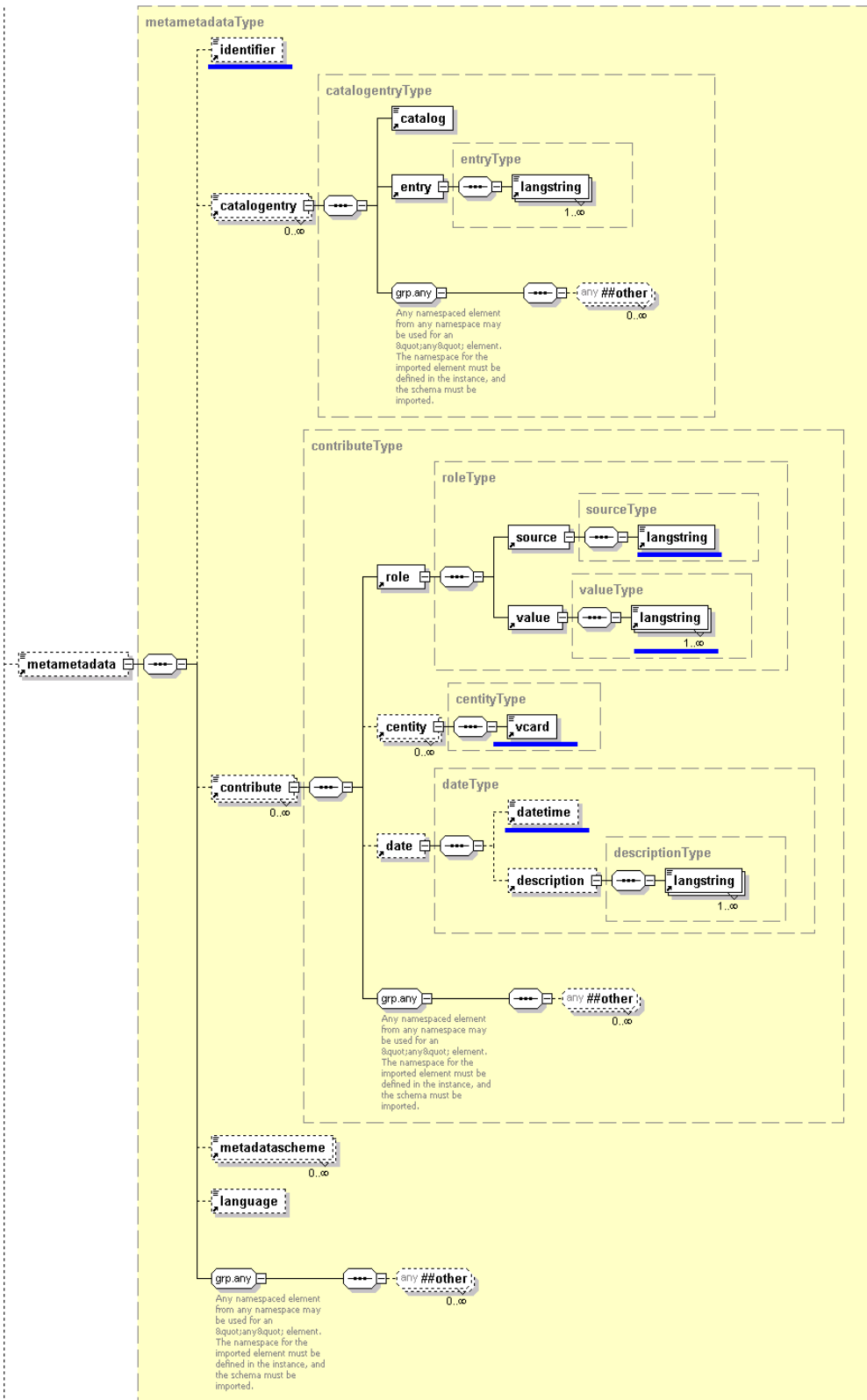
C Abbildungsverzeichnis

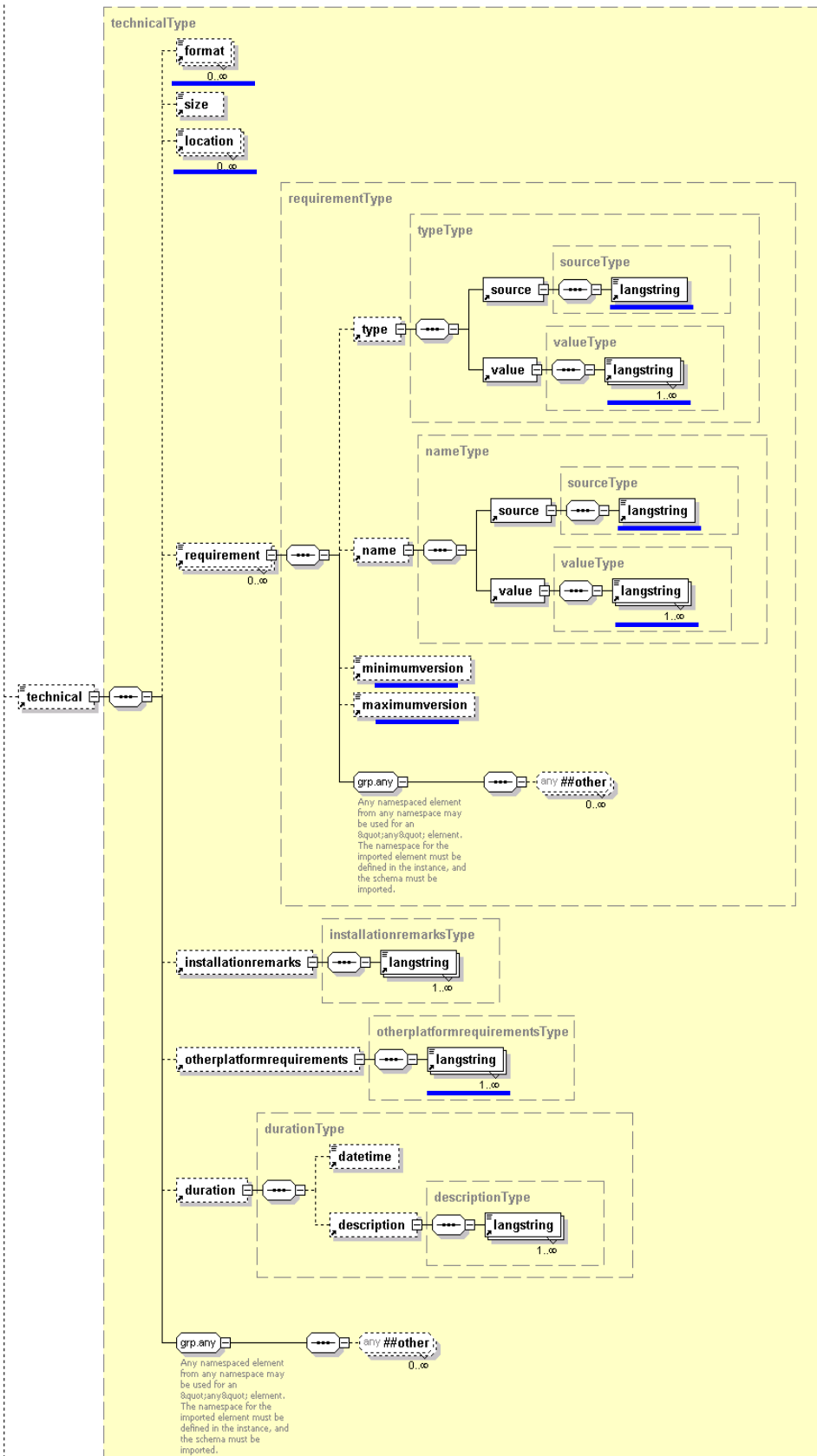
Abbildung 1-1: Struktur der Arbeit	3
Abbildung 2-1: Verbindung zwischen Gestaltungsprinzipien und Lerntheorien	8
Abbildung 2-2: Vorgehensmodelle [Grob & Seufert 1996, S. 1]	9
Abbildung 2-3: Grundmuster der Instruktionsplanung in behavioristischen Ansätzen [Glaser 1962]	11
Abbildung 2-4: Erweitertes Vorgehensmodell, in Anlehnung an Tennyson [1994, S. 41]	11
Abbildung 2-5: 3x4-Bausteine der didaktischen Gestaltung von E-Learning [Wilbers 2002, S. 2]	13
Abbildung 2-6: Konzeptdiagramm des Plan-Do-Check-Act-Cycle [Deming 1986, S. 8]	16
Abbildung 2-7: Evaluationsmethode zur Qualitätsmessung [Eitel 2000, S. 113]	17
Abbildung 3-1: Generationen von Bewertungsinstrumenten [Gräber 1996]	24
Abbildung 3-2: Struktur des Bewertungsinstrumentes MEDA [Gräber 1990, S. 232]	29
Abbildung 4-1: Resource Description Framework Model [Iannella 1999]	41
Abbildung 5-1: Erweiterungen des LOM-Standards	43
Abbildung 6-1: Systemkomponenten der Webanwendung	58
Abbildung 6-2: Suchformular des LRSMed	60
Abbildung 6-3: Ergebnisliste des LRSMed	61
Abbildung 6-4: Detailansicht der Metadaten einer Lernumgebung	62
Abbildung 6-5: Administration der Metadaten	63
Abbildung 6-6: Integration des LRSMed	64

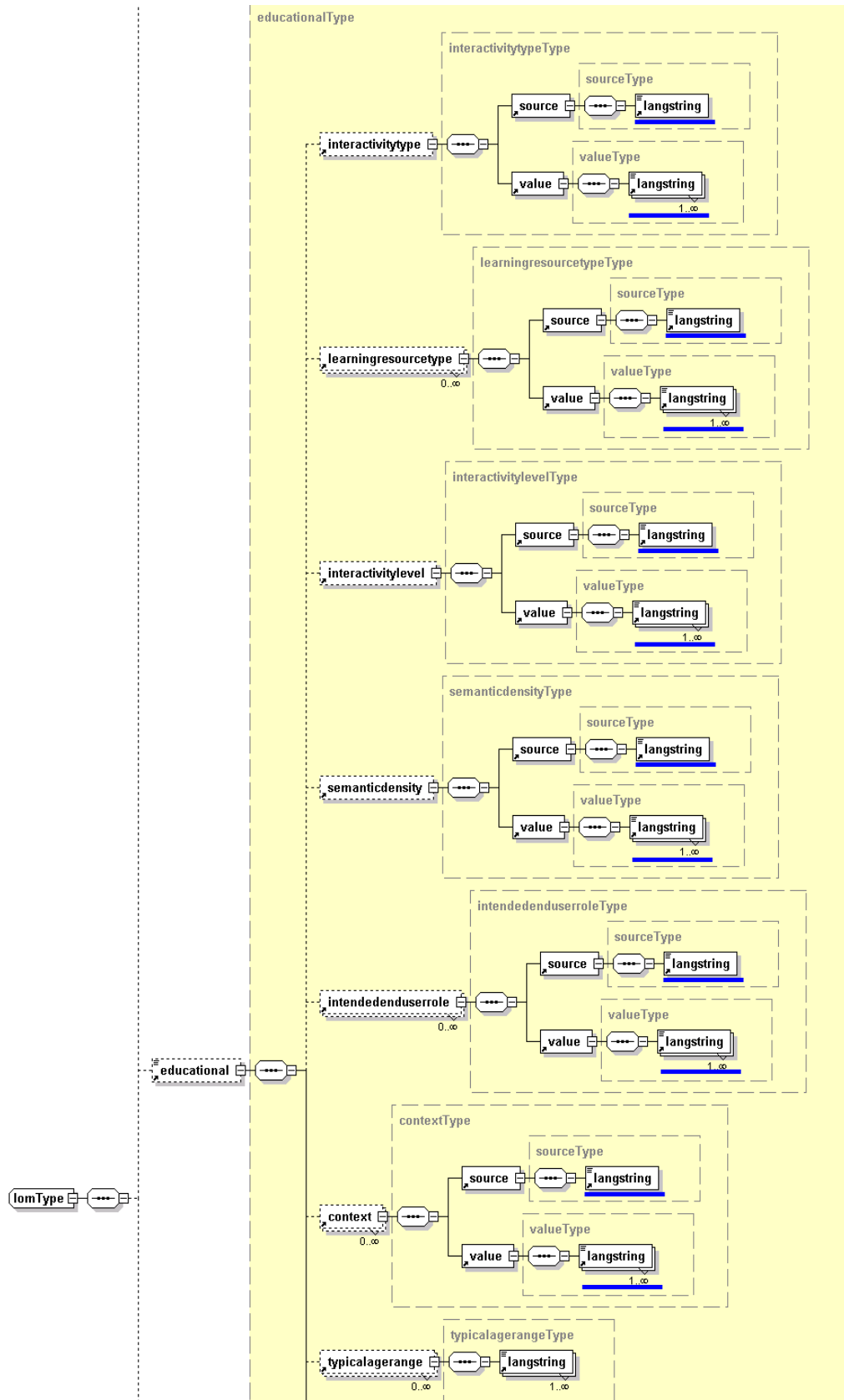
D Grafische Darstellung des erweiterten IMS-Modells

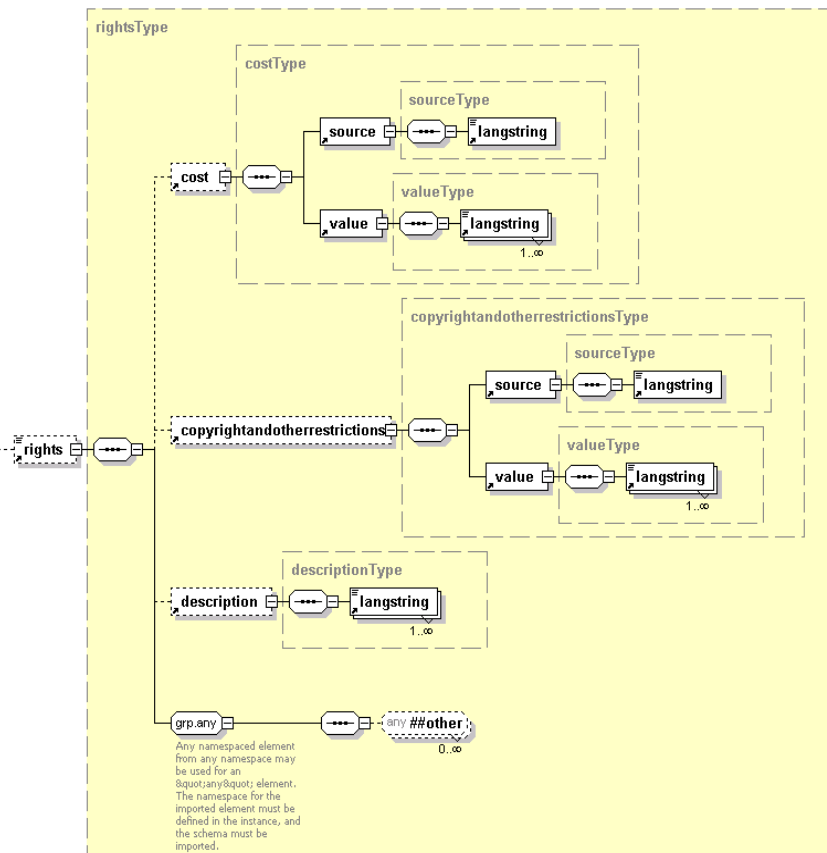
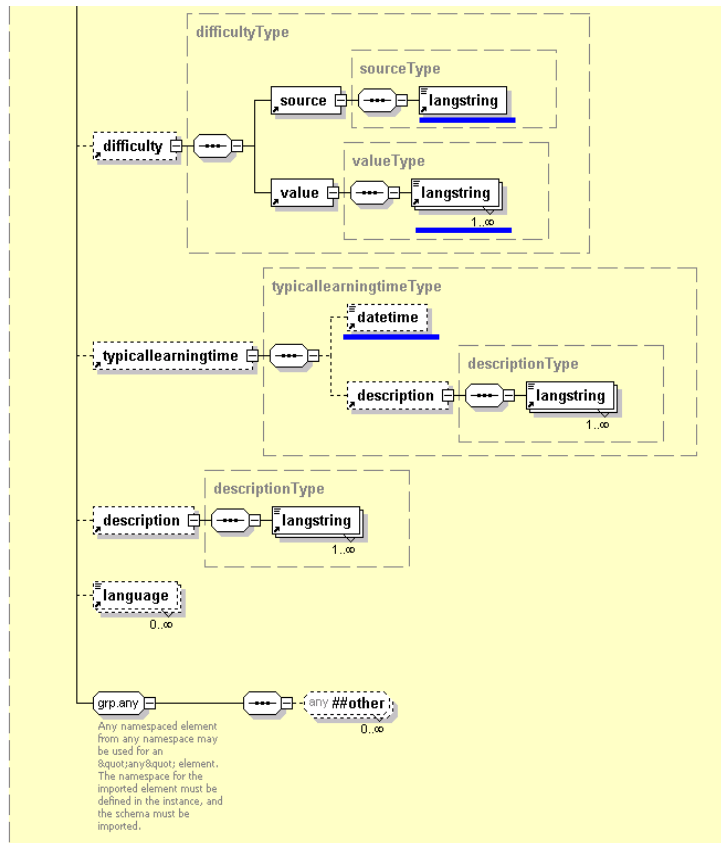


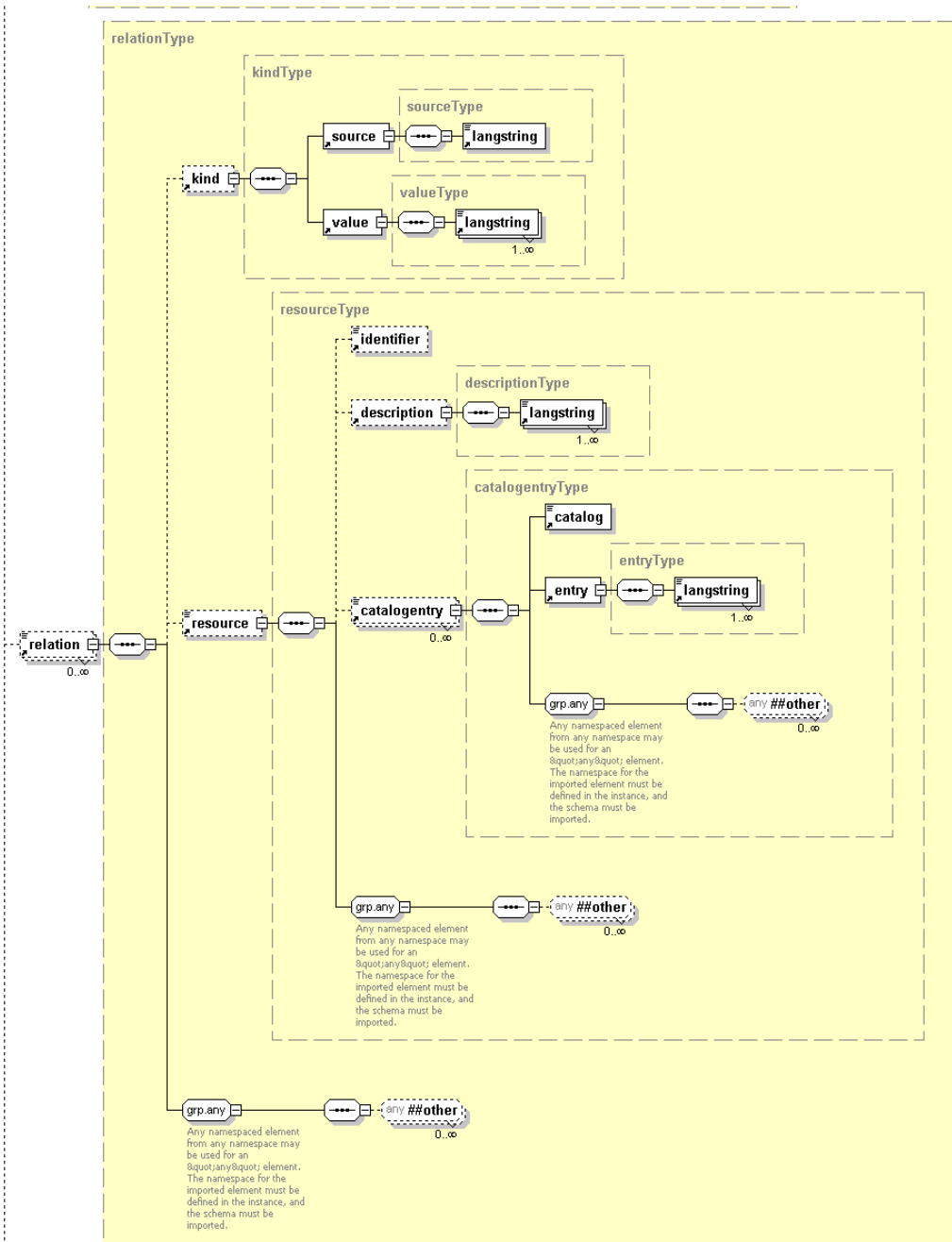


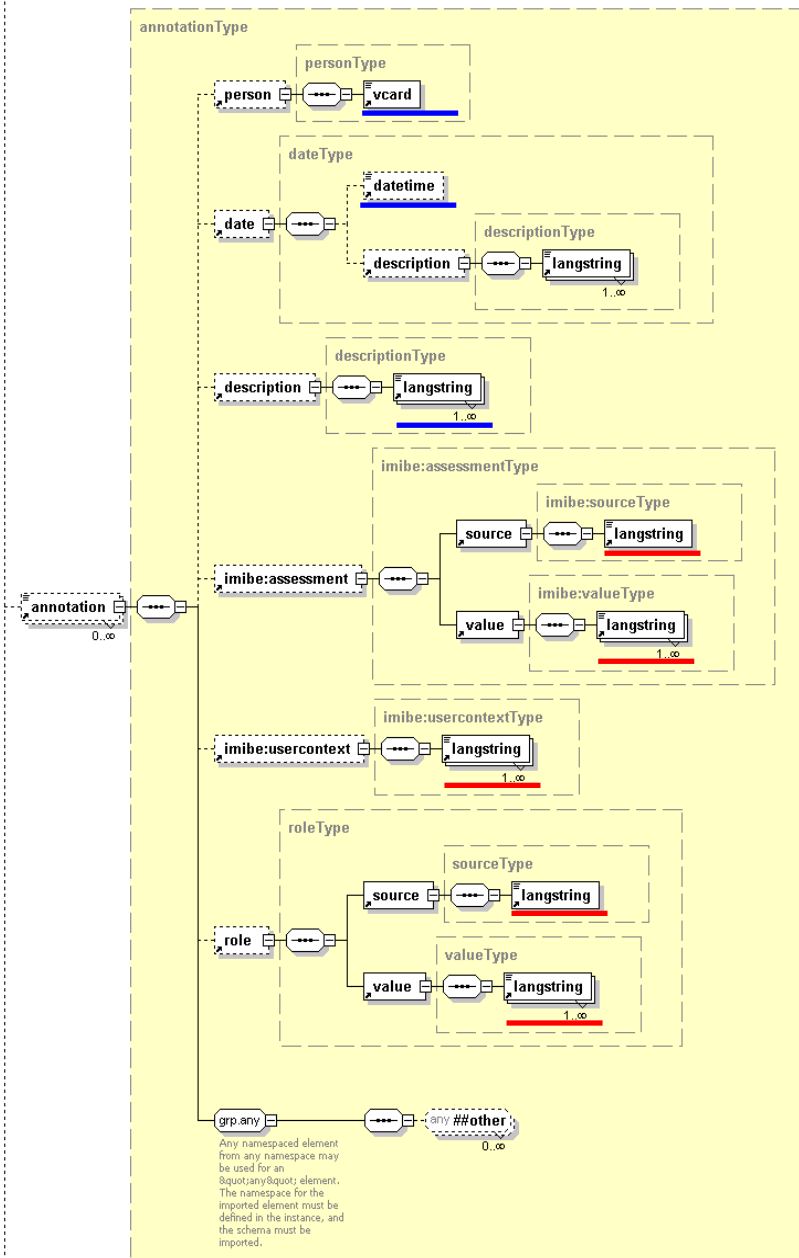


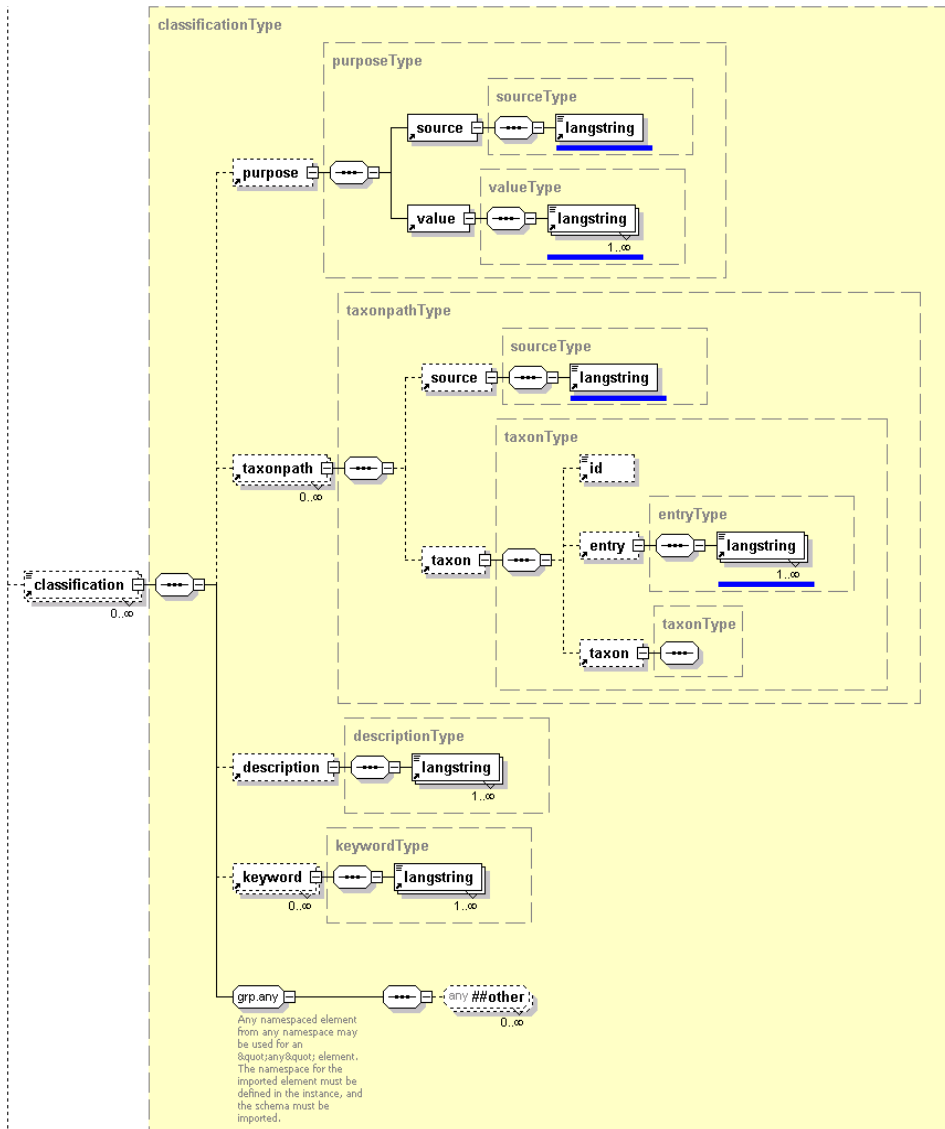


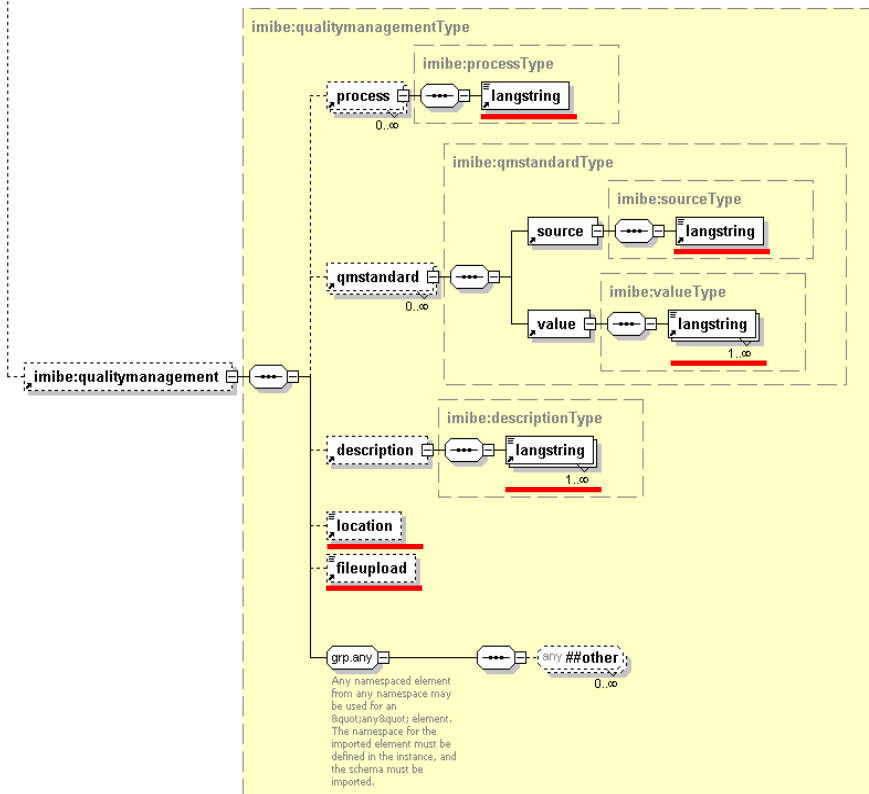
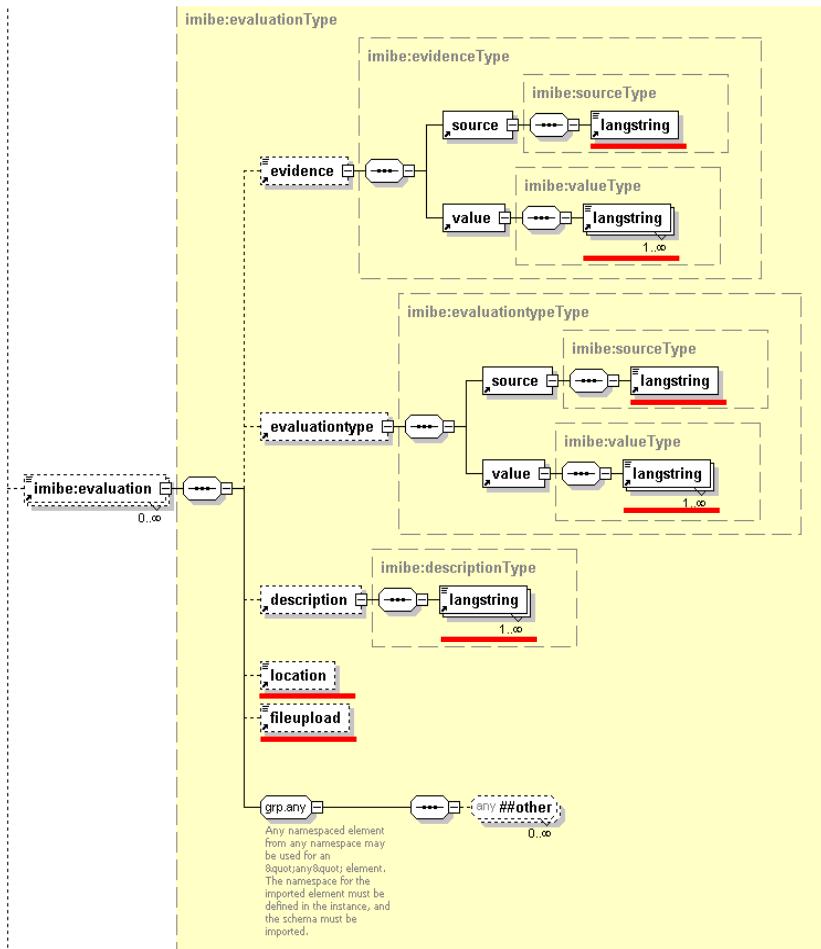












Danksagung

An erster Stelle danke ich meinem wissenschaftlichen Betreuer PD Dr. Jürgen Stausberg für die Themenstellung sowie seine zahlreichen Anregungen und unsere stets hilfreichen Diskussionen.

Allen Mitarbeitern des Instituts für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (IMIBE), Universitätsklinikum Essen, sei für die ausgezeichnete Arbeitsatmosphäre gedankt, die das Entstehen dieser Arbeit stark begünstigt hat.

Ein ganz besonderer Dank gilt meiner Frau Anne für das Korrekturlesen, zahlreiche Hinweise und ihr immer währendes Verständnis.

Nicht zuletzt danke ich meinen Eltern für ihre langjährige Hilfe und Unterstützung.

Lebenslauf

Geburtsdatum	12.03.1966	
Geburtsort	Meschede	
Staatsangehörigkeit	deutsch	
Familienstand	verheiratet	
Schulbildung	1972 - 1976	Grundschule
	1976 - 1985	Gymnasium der Stadt Meschede
Zivildienst	1985 - 1987	Kinderhort in Meschede
Studium	1987 - 1989	Physik-Studium an der Universität Heidelberg Vordiplom
	1989 - 1995	Biologie-Studium an der Universität Bielefeld Schwerpunkt: Biologische Kybernetik Nebenfach: Informatik Abschluss: Diplom
Fortbildung	1995 - 1996	Fortbildung zum "Referenten für medizinische Informationsverarbeitung"
Beruflicher Werdegang	11/1996 – 12/1998	Chrysalis AG: Data Manager für klinische Arzneimittelstudien
	01/1999 – 09/1999	Institut für Numerische Statistik (IFNS): Data Manager für klinische Arzneimittelstudien
	10/1999 – 07/2001	ClinResearch: Leitung Data Management
	seit 08/2001	Universitätsklinikum Essen, Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie: Wissenschaftlicher Mitarbeiter