

# **Konzeption, Entwicklung und Organisation einer webbasierten Lernumgebung für die ingenieur-technische Ausbildung am Beispiel Grundlagen der Elektrotechnik**

Dissertation zur Erlangung des  
akademischen Grades Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)

vorgelegt der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik  
der Technischen Universität Ilmenau

von Dipl.-Ing. Volker Neundorf

1. Gutachter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Heinz-Ulrich Seidel
2. Gutachter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus Zimmermann
3. Gutachter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.h.c. Frank Palis

Tag der Einreichung: 12.01.2010

Tag der wissenschaftlichen Aussprache: 25.03.2010

## **Kurzfassung**

In der vorliegenden Arbeit wird ein systematisches und durchgängiges Prozess- und Vorgehensmodell zur Entwicklung von webbasierten Lernumgebungen mit Fokus auf die Ingenieurwissenschaften beschrieben. In diesem Rahmen werden die Konzeption, Erstellung, Verarbeitung und Verwaltung von Lernobjekten mit einem Datenbankmanagementsystems nach dem LOM-Standard eingebettet. Die Arbeit lässt sich dabei in die Reihe der Forschungen am Fachgebiet Grundlagen der Elektrotechnik zu multimedialen und webbasierten Lernumgebungen einordnen. Am Beispiel GETsoft werden konkrete Problemstellungen bei der Umsetzung von Komponenten einer Lernumgebung aufgezeigt und fachspezifische Lösungsmodelle angeboten.

Die Motivation und Zielsetzung, die Einordnung der Arbeit und die Vorgehensweise sowie eine Analyse von geleisteten Vorarbeiten sind im ersten Kapitel dargestellt. Neben einer umfassenden Analyse von Lernumgebungen in ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen ist die Konzeption eines adaptierbaren Prozess- und Vorgehensmodells zur Erstellung einer Lernumgebung bestehend aus Lernobjekten und Komponenten die Aufgabenstellung dieser Arbeit.

Mit den Grundlagen von webbasierten Lernumgebungen im ingenieurwissenschaftlichen Bereich, E-Learning-Standards, Softwareentwicklungsprozessen und Datenbanktechnologien beschäftigt sich das zweite Kapitel. Bereits im Grundlagenkapitel wird die Idee eines Ebenenmodells für Lernumgebungen in Kombination mit einem speziellen Modell von Lernobjekten entwickelt.

Das dritte Kapitel analysiert anhand eines Kriterienkataloges den Stand der Technik auf dem Gebiet webbasierter Lernumgebungen in einigen ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenfächern. Detailliert wird die aktuelle Situation in den Fächern Physik, Mathematik, Maschinenbau und Elektrotechnik analysiert. Daneben wird kurz auf Chemie und Medizin sowie den internationalen Sprachraum eingegangen.

Die medientechnische Analyse und Konzeption eines adaptierbaren Prozess- und Vorgehensmodells für die Entwicklung webbasierter Lernumgebungen wird im vierten Kapitel beschrieben. Evolutionäres Prototyping und objektorientierter Entwurf stehen hier im Mittelpunkt eines Vorgehensmodells zur ebenenbasierten System- und Lernobjektentwicklung.

Das fünfte Kapitel schildert konkrete Umsetzungen der allgemeinen Konzeption an Beispielen aus GETsoft. Anschauliche Umsetzungen der Mediengestaltungskonzepte überführen die Theorie in die Praxis. Die Funktionalitäten und Schnittstellen der GETsoft-Datenbank für standardisierte wiederverwendbare Lernobjekte und ihre Metadaten stellen hier einen Schwerpunkt dar.

Im Kapitel sechs werden Beispiele und Ansätze zum Transfer, der Vernetzung sowie zur Verbreiterung von GETsoft vorgestellt. Das letzte Kapitel stellt Überlegungen zu Erfolgsfaktoren von Lernumgebungen an, diskutiert kurz offene Wissensressourcen als Zukunftsmodell und bettet darüber Ideen zur Weiterentwicklung von GETsoft ein.

## **Abstract**

The presented dissertation describes a systematic and integrated process model for the development of a web-based learning environment, focusing particularly on engineering science. Explicating the cause of action, design, implementation, processing and administration with a database management system according to LOM standards are incorporated in the framework. The work can be counted towards a series of research endeavors at the Department of Fundamentals of Electrical Engineering on multimedia- and web-based learning environments. A case study of GETsoft illustrates tangible problems of implementing components of a learning environment and offers specialized solutions.

The first chapter includes motivation, goals, classification and procedures of the dissertation as well as presenting an analysis of preliminary work leading to this thesis. A detailed analysis of existing learning environments in different engineering disciplines is the first step, thus enabling the main purpose of the study. The author develops an adaptable process model and explains the approach for the construction of a learning environment including learning objects and components.

Fundamentals of web-based learning environments in engineering, e-learning standards, software development processes and database technologies are subjects of the second chapter. A model of learning environments consisting of multiple levels is combined with a specific model of learning objects.

The third chapter analyses the status quo of web-based learning environments in some basic courses of engineering disciplines using a list of criteria. The current situation in physical and mathematical science as well as mechanical and electrical engineering is thoroughly evaluated. In addition, chapter three gives short insights on the disciplines chemistry, medicine and some international best-practice learning environments.

The fourth chapter investigates the media technology prerequisites required to implement the adaptable process model for the development of web-based learning environments. Evolutionary prototyping and object-oriented design are the focus of the procedure model for the system and learning object development. Both models are driven by the level structure introduced in chapter two.

The concrete realization of the overall concept using examples of GETsoft is explained in chapter five. Theory is put into practice by the illustrative implementation of media design concepts. The emphasis is on the functionality and interfaces of the GETsoft database of standardized and reusable learning objects and their metadata.

The sixth chapter introduces examples and approaches for transfer, networking and the spread of GETsoft. The final chapter sums thoughts on factors for success of learning environments. The dissertation closes with a short discourse on the future of learning environments, including Open Educational Resources, and ideas for the further development of GETsoft.

Für Karen  
Joey & Phoebe

## **Danksagung**

Ich möchte allen derzeitigen und ehemaligen Kolleginnen und Kollegen des Fachgebietes Grundlagen der Elektrotechnik der TU Ilmenau sowie den vielen fleißigen studentischen Mitarbeitern, welche die Durchführung der Arbeit ermöglichten, herzlich danken.

Für die Ermunterung zu dieser Arbeit und die Unterstützung bei der Anfertigung möchte ich mich besonders bei meinem Mentor, Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Edwin Wagner, bedanken. Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei meinem mir immer hilfreich beistehenden Doktorvater, Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. H.-U. Seidel.

Für ihre besondere Art mich zu motivieren, ihre andere Art die Dinge zu sehen, die vielen ausgiebigen Diskussionen sowie die langjährige sehr gute Zusammenarbeit ein „спасибо“ an Frau Dr.-Ing. Vera Yakimchuk.

Für die intensive Kooperation im KeLD möchte ich mich bei allen Mitgliedern, stellvertretend bei Frau Prof. Heidi Krömker und Herrn Prof. Klaus Zimmermann, bedanken.

Auch möchte ich den vielen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern danken, von denen ich bei zahlreichen Projekten lernen durfte. Ein besonderer Dank geht an Silke Müller, Helge Fredrich, Thomas Tyczynski und George Scutaru.

Ein persönlicher Dank geht an meine Eltern, die mir mein Studium ermöglichten und mich bei allen meinen Plänen jederzeit unterstützt haben.

Ein großes Dankeschön geht an Silke Stauche und Sabine Reich für das Rechtschreib- und Grammatikfeedback sowie für ihre sprachlichen Anregungen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation & Zielsetzung.....	1
1.2	Einordnung der Arbeit.....	2
1.3	Vorgehensweise.....	3
<b>2</b>	<b>Grundlagen.....</b>	<b>5</b>
2.1	Webbasierte Lernumgebung im ingenieur-wissenschaftlichen Bereich.....	5
2.2	Modell einer Lernumgebung für den ingenieur-wissenschaftlichen Bereich.....	9
2.3	E-Learning-Standards und ihre Relevanz für webbasierte Lernumgebungen.....	12
2.3.1	Publicly Available Specification (PAS).....	12
2.3.2	Shareable Content Object Reference Model (SCORM).....	12
2.3.3	Aviation Industry Metadata Description (AIMD).....	14
2.3.4	Dublin Core (DC).....	14
2.3.5	Learning Object Metadata (LOM).....	15
2.3.6	Begriffsdifferenzierung über eine „Learning Object Terminology“.....	17
2.3.7	Einordnung des RLO-Modells.....	20
2.4	Softwareentwicklungsprozess.....	21
2.4.1	Allgemeiner Softwareentwicklungsprozess.....	21
2.4.2	Prozessmodelle im Überblick.....	22
2.4.3	Objektorientiertes und komponentenbasiertes Programmieren.....	24
2.5	Datenbanktechnologien und ihre Eignung zur Speicherung von komplexen Lerninhalten....	24
2.6	Contentproduktion.....	25
2.7	Lehr- und Lernformen im ingenieur-wissenschaftlichen Bereich.....	26
2.8	Kommunikations- und Kooperationstechnologien.....	30
<b>3</b>	<b>Stand der Technik webbasierter Lernumgebungen in ingenieur-wissenschaftlichen Disziplinen.....</b>	<b>32</b>
3.1	Kriterienkataloge.....	32
3.2	Entwicklung eines Kriterienkatalogs auf Basis des Schichtenmodells einer webbasierten Lernumgebung.....	34
3.2.1	Kriterien der Ebene Technik.....	34
3.2.2	Kriterien der Ebene Inhalte.....	35
3.2.3	Kriterien der Ebene Didaktik.....	36
3.2.4	Kriterien der Ebene Organisation.....	38
3.2.5	Kriterien der Ebene Präsentation.....	39
3.2.6	Kriterienkatalog für eine Untersuchung von webbasierten Lernumgebungen in ingenieur-wissenschaftlichen Disziplinen im Überblick.....	41

3.3	Analyse und Dokumentation der ausgewählten Lernumgebungen.....	41
3.3.1	Physik.....	42
3.3.2	Mathematik.....	45
3.3.3	Maschinenbau.....	50
3.3.4	Elektrotechnik.....	53
3.3.5	Chemie und Medizin.....	55
3.3.6	Webbasierte Lernumgebungen im internationalen Sprachraum.....	59
3.4	Zusammenfassung zum Stand der Technik.....	64
<b>4</b>	<b>Medientechnische Analyse und Konzeption eines adaptierbaren Prozess- und Vorgehensmodells für die Entwicklung webbasierter Lernumgebungen.....</b>	<b>65</b>
4.1	Komponenten einer Lernumgebung.....	65
4.2	Evolutionäres Prototyping und Objektorientierter Entwurf als kombiniertes Vorgehensmodell zur System-Entwicklung.....	68
4.3	Phase Systemanalyse.....	70
4.3.1	Funktionelle Konzeption.....	71
4.3.2	Technische Konzeption.....	82
4.4	Phase Softwareentwicklung.....	92
4.5	Phase Softwareintegration.....	98
4.6	Begleitende Prozesse.....	101
<b>5</b>	<b>Umsetzung der allgemeinen Konzeption am Beispiel GETsoft.....</b>	<b>102</b>
5.1	GETsoft im Überblick.....	102
5.2	GETsoft-Komponenten.....	103
5.3	Systemanalyse von GETsoft.....	106
5.3.1	Funktionelle Konzeption von GETsoft.....	106
5.3.2	Technische Konzeption.....	122
5.4	Softwareentwicklung für GETsoft.....	132
5.4.1	Prototyp und Prototyping in der GETsoft-Entwicklung.....	132
5.4.2	Funktionalitäten und Schnittstellen der GETsoft-Datenbank.....	140
5.4.3	Lösungsansätze bei der Lokalisation von Lernobjekttypen.....	143
5.5	Softwareintegration von GETsoft.....	146
5.5.1	Systemeinführung.....	146
5.5.2	Evaluation.....	147
5.5.3	Wartung und Pflege.....	147
5.6	Blended Learning Einsatzszenarien mit GETsoft.....	150

<b>6</b>	<b>Transfer-, Vernetzungs- und Verbreiterungsmodelle mit GETsoft .....</b>	<b>151</b>
6.1	Transfer- und Vernetzungsmodelle.....	151
6.1.1	Vor-Ort-Verstetigung innerhalb der TU Ilmenau .....	151
6.1.2	Regionaler und überregionaler Transfer von GETsoft-Inhalten.....	152
6.1.3	Ansatz für ein bundesweites fachspezifisches Portal für ET.....	153
6.1.4	GETsoft als bundesweites Referenzbeispiel .....	154
6.1.5	GETsoft-Lernobjekte im europaweiten Kontext.....	154
6.2	Verbreiterungsmodelle .....	155
6.2.1	Berufsorientierung .....	155
6.2.2	Studienorientierung.....	156
6.2.3	Hochschulübergreifendes Verbreiterungsmodell in Hessen .....	157
6.2.4	Hochschulübergreifendes Verbreiterungsmodell in NRW.....	158
6.2.5	Hochschulübergreifendes Verbreiterungsmodell in Rumänien.....	158
6.2.6	VDE Seminarangebote als Ansatz für Weiterbildung.....	159
6.2.7	E-Learning Fortbildungskurse .....	159
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>161</b>
7.1	Zusammenfassung der Dissertation .....	161
7.2	Ausblick.....	162
7.3	Vision eines hochschulweiten technologiegestützten Campus-Management-Systems.....	167
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>169</b>
<b>9</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>182</b>
9.1	Anhang zu Kapitel 3 - Erfassungsbögen Kriterienkatalog.....	182
3.3.1	Physik.....	183
3.3.2	Mathematik .....	192
3.3.3	Maschinenbau .....	202
3.3.4	Elektrotechnik .....	209
3.3.5	Chemie und Medizin.....	214
3.3.6	Webbasierte Lernumgebungen im internationalen Sprachraum .....	218
9.2	Anhang zu Kapitel 5 - Themenfelder Allgemeine Elektrotechnik.....	224



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Client-Server-Architektur .....	5
Abbildung 2.2: Stufenweise Auflösung eines System [Haberfellner und Daenzer 2002] .....	10
Abbildung 2.3: Schichtenmodell für eine Lernumgebung .....	11
Abbildung 2.4: Übersicht Learning Object Metadata nach [IMS Global Learning Consortium 2004] .....	16
Abbildung 2.5: Modell eines typischen wiederverwendbaren Lernobjektes (RLO).....	20
Abbildung 2.6: Einordnung eines RLO in das Schichtenmodell .....	20
Abbildung 2.7: Allgemeiner Softwareentwicklungsprozess .....	21
Abbildung 2.8: Prototyping Prozessmodell .....	23
Abbildung 2.9: Inkrementelles und evolutionäres Prozessmodell im Vergleich .....	23
Abbildung 2.10: Von der Lehrerfahrung zum Lernobjekt .....	26
Abbildung 2.11: Um eAssessment erweitertes Modell der ingenieur-wissenschaftlichen Ausbildung .....	28
Abbildung 2.12: Verortung von Kommunikations- und Kooperationstechnologien .....	31
Abbildung 3.1: Schematische Darstellung des Analyse-Prozesses.....	32
Abbildung 3.2: Kriterienkatalog im Ebenenmodell .....	41
Abbildung 3.3: Kursüberblick „Circuits and Electronics“ .....	59
Abbildung 3.4: WebSim (Webbasiertes Labor) ist in „Circuits and Electronics“ integriert.....	59
Abbildung 3.5: Übersicht zum Kursablauf und zu Inhalten „Linear systems and optimization“ .....	60
Abbildung 3.6: Stanford on iTunes- Startseite .....	60
Abbildung 3.7: „Andes Physics Tutor“ gibt Hilfestellung.....	61
Abbildung 3.8: “Combining Translational Effects” am Billardtisch in „Engineering Statics“ .....	61
Abbildung 3.9: Integriertes Self-Assessment im Kurs “Computational Discrete Mathematics” .....	62
Abbildung 3.10: Alkoholdichtebestimmung einer Lösung im „Virtual chemistry lab course“ .....	62
Abbildung 3.11: Strukturbegriffe im Vergleich.....	63
Abbildung 4.1: Ebenen und Komponenten einer Lernumgebung.....	67
Abbildung 4.2: Kombiniertes Vorgehensmodell zur System-Entwicklung.....	68
Abbildung 4.3: Vollständiger System-Entwicklungsprozess.....	69
Abbildung 4.4: Student Lifecycle .....	71
Abbildung 4.5: Usability Engineering Lifecycle nach [Mayhew 1999] .....	80
Abbildung 4.6: Architektur-Analyse-Prozess nach SAAM .....	82
Abbildung 4.7: DBMS-Analyse im Detail.....	84
Abbildung 4.8: DBMS-Analyse für zwei Beispielfälle .....	85
Abbildung 4.9: Analyse der Entwicklungswerkzeuge im Detail .....	86
Abbildung 4.10: Typische Prototypenarten für den komponentenbasierten Entwurf.....	93
Abbildung 5.11: GETsoft - webbasierte Lernumgebung im Überblick .....	102
Abbildung 5.1: Zielgruppenanalyse für GETsoft über den Student Lifecycle.....	107
Abbildung 5.2: Lehr-/Lernformen in GETsoft geordnet nach Komponenten.....	109
Abbildung 5.3: Programm- und Navigationskonzept für die Lernprogramme .....	114

Abbildung 5.4: Erweitertes Programm- und Navigationskonzept für TaskWeb .....	114
Abbildung 5.5: Kontextsensitive Hilfe zur Werte- und Einheiteneingabe.....	115
Abbildung 5.6: Kontextsensitive Hilfe zur Syntaxeingabe.....	115
Abbildung 5.7: Kontextsensitive Hilfen zur Wissensverarbeitung.....	115
Abbildung 5.8: Kontextsensitive Hilfen zur Wissensverarbeitung.....	115
Abbildung 5.9: Drehbuch mit Formeln und Skizze für das Lernprogramm Transformator .....	118
Abbildung 5.10: Umgesetztes Drehbuch im Lernprogramm Transformator .....	118
Abbildung 5.11: Schaltbilderstellung und Bauteilebibliothek .....	118
Abbildung 5.12: Digitales Mocku-up für die Zeigerbildanimation .....	119
Abbildung 5.13: Verarbeitungsprozess für das 3D-Modell des Asynchronmotors.....	120
Abbildung 5.14: Erweiterte Virtualität am Beispiel Analog Multimeter .....	122
Abbildung 5.15: Virtuelle Realität am Beispiel Oszilloskop.....	122
Abbildung 5.16: Software-Architektur für GETsoft.....	123
Abbildung 5.17: Projektplan GETsoft 2002/2003 .....	124
Abbildung 5.18: LOM-Subset und ergänzende GETsoft-Metadaten.....	127
Abbildung 5.19 Relationales Datenmodell aus Designsicht für GETsoft.....	129
Abbildung 5.20: Einfache HTML-Navigation.....	132
Abbildung 5.21: Einfache JavaScript-Navigation.....	132
Abbildung 5.22: Komplexe JavaScript-Navigation .....	132
Abbildung 5.23: CSS-basierte Navigation.....	132
Abbildung 5.24: Modul-Prototyp für LearnWeb in der Seitenübersicht.....	134
Abbildung 5.25: Unvollständiger Prototyp - Interaktives Analog Multimeter .....	135
Abbildung 5.26: Zeigerbild-Animation im Lernprogramm Drehstromsystem.....	136
Abbildung 5.27: Zeigerbild-Animation im Lernprogramm Transformator .....	136
Abbildung 5.28: Konstruktion Zeigerdiagramm des vollständigen Ersatzschaltbildes des Trafos.....	136
Abbildung 5.29: Konstruktion Zeigerdiagramm der Spannungen und Ströme des stromidealen Trafos.	136
Abbildung 5.30: Vollständiges virtuelles Oszilloskop für Lissajous-Figuren .....	137
Abbildung 5.31: Teil des interaktiven Oszilloskops innerhalb einer Mess-Aufgabe.....	137
Abbildung 5.32: Teil des interaktiven Oszilloskops innerhalb einer Verschaltungs-Aufgabe .....	137
Abbildung 5.33: Teil des interaktiven Oszilloskops innerhalb einer Einstell-Aufgabe.....	137
Abbildung 5.34: Java-Applet Fourier-Synthese für Rechteckfunktion (1. Generation).....	138
Abbildung 5.35: Java-Applet Fourier-Synthese für Rechteckfunktion (2. Generation).....	138
Abbildung 5.36: Testprozess im Prototyping (Ausschnitt aus dem Gesamtmodell).....	139
Abbildung 5.37: Automatische Einfügen neuer Aufgaben in die GETsoft-DB.....	141
Abbildung 7.1: Erfolgsfaktoren für webbasierte Lernumgebungen in ing.-wiss. Disziplinen.....	162
Abbildung 7.2: Vision eines hochschulweiten technologiegestützten Campus-Management-Systems...	167

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 2.1: Metadaten-Standards im Vergleich.....	17
Tabelle 2.2: Terminologie von Lernobjekten (Teil 1).....	18
Tabelle 2.3: Terminologie von Lernobjekten (Teil 2).....	19
Tabelle 3.4: Grad der Synchronizität und Medialität.....	37
Tabelle 3.5: Grad der Zugangsbarriere .....	39
Tabelle 4.1: Programmier-Frameworks im Überblick .....	87
Tabelle 4.2: Werkzeuge zur Medienerstellung im Überblick (Teil 1) .....	88
Tabelle 4.3: Werkzeuge zur Medienerstellung im Überblick (Teil 2) .....	89
Tabelle 4.4: Autorensysteme im Überblick .....	90
Tabelle 4.5: Einordnung von Prototypen in das Lernobjektmodell .....	94
Tabelle 4.6: Testen von verschiedenen Prototypenarten.....	96
Tabelle 4.7: Erhebungsverfahren und Methoden der Evaluation.....	100
Tabelle 5.1: Inhalte- und Didaktikkonzept für GETsoft nach Komponenten .....	112
Tabelle 5.2: Inhaltsstrukturanalyse .....	125
Tabelle 5.3: GETsoft-Metadaten .....	128
Tabelle 5.4: Medienproduktionswerkzeuge für GETsoft.....	131
Tabelle 5.5: Funktionalitäten der GETsoft-Datenbank.....	142
Tabelle 5.6: Werkzeuge und Schnittstellen der GETsoft-Datenbank .....	143
Tabelle 5.7: Lokalisation nach Lernobjekttypen.....	145

## **Verzeichnis der verwendeten Bezeichnungen und Abkürzungen**

AJAX	- Asynchronous JavaScript and XML
API	- Application Programming Interface
ASP	- Active Server Pages
CAD	- Computer Aided Design
CAS	- Computer Algebra System
CBT	- Computer Based Training
CMS	- Contentmanagementsystem
DBMS	- Datenbankmanagementsystem
DMU	- Digital Mockup
EDA	- Electronic Design Automation
ELQ	- E-Learning Qualität
EO	- Educational Object
FEM	- Finite Elemente Methode
IDE	- Integrated Development Environment
IM	- Instant Messaging
JSP	- Java Server Pages

LCMS	- Learningcontentmanagemantsystem
LLL, 3L	- Lebenslanges Lernen, life long-learning
LMS	- Learningmanagementsystem
LOM	- Learning Object Metadata
MKS	- Mehrkörpersimulation
OO	- Objekt orientiert
OOSE	- Object-Oriented Software Engineering
PAS	- Publicly Available Specification
PHP	- PHP: Hypertext Preprocessor
RCI	- Raw Content Item
RDBMS	- Relationales Datenbankmanagementsystem
RIA	- Reusable Information Atom
RIO	- Reusable Information Object
RLA	- Reusable Learning Atom
RLO	- Reusable Learning Object
RSS	- Really Simple Syndication
RTE	- Runtime Environment
SAAM	- Software Architecture Analysis Method
SCO	- Sharable Content Object
SCORM	- Sharable Content Object Reference Model
SLC	- Student Lifecycle
SVG	- Scalable Vector Graphics
SWF	- Shockwave Flash
SWOT	- Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
TO	- Technical Object
UML	- Unified Modeling Language
VR	- Virtual Reality
VRML	- Virtual Reality Modeling Language
WBT	- Web Based Training
WYSIWYG	- What You See Is What You Get
X3D	- Extensible 3D
XMI	- XML Metadata Interchange
XML	- Extensible Markup Language
XSLT	- Extensible Stylesheet Language Transformation

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation & Zielsetzung

„The continuous development of information and communications technologies (ICT) is one of the drivers of the knowledge economy. Technology continues to gain ground in higher education and has already enhanced the on-campus student experience, through student portals, Internet access, digital libraries, and the availability of laptops, handhelds and other portable devices. E-learning is becoming part of the mainstream of educational programmes.“

[OECD - Centre for Educational Research and Innovation 2007, S.20]<sup>1</sup>

Die technologiegestützte und von Technologie getriebene Forschung und Lehre hat an der TU Ilmenau eine lange Tradition. Bereits in den 1970iger Jahren beschäftigte man sich hier mit wissenschaftlichen Untersuchungen zur computergestützten Lehre in der Ingenieurausbildung [Wagner, Neundorf et al. 2005]. Vom „programmierten Unterricht“ zur Forschung und Entwicklung mit modernster Informations- und Kommunikationstechnologie führt eine Entwicklung, die mit jeder technischen Innovation neue Aspekte für den Lehreinsatz aufzeigt.

Nach einem anfänglichen E-Learning Hype um das Jahr 2000 folgte zunächst eine Phase der großen Desillusion. Von ca. 2005/06 bis 2009/10 schloss sich die Phase der Konsolidierung [Gartner Research 2006] an. E-Learning durchsetzte die Hochschulen als ein Modell technologiegestützter Lehre und wurde als webbasierte Erweiterung der bekannten computergestützten Lehre eingesetzt. Traditionelle Formen der Lehre wurden nicht vom E-Learning verdrängt sondern mit E-Learning-Anteilen zum Blended Learning (Lernform mit Online- und Präsenzanteilen) erweitert.

In der Konsolidierungsphase standen (neben der konkreten Lehreinbindung von E-Learning) Fragen der effektiven Standardisierung, Generierung, Speicherung, Verwaltung und Wiederverwendung von digitalen Lerninhalten im Vordergrund. Weiterhin waren Problemstellungen zu digitalen fachspezifischen Bibliotheken, Datenbanken und Portalen im Rahmen von Kooperationen und Kompetenztransfer zu klären. Diesen Fragen und Problemstellungen widmet sich schwerpunktmäßig die vorliegende Arbeit.

Die Soft- und Hardwaretechnik als faszinierende Forschungsobjekte haben sich hier immer an den konkreten Anwendungen in der Praxis beweisen müssen. Dabei standen nutzerzentrierte und auf die Bedürfnisse der Zielgruppen der Studieninteressierten,

---

<sup>1</sup> Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)

Studierenden und Dozenten angepasste Szenarien im Vordergrund der Untersuchung. Mit effektiv eingesetzten multimedialen Inhalten, interaktiven Experimenten, virtuellen Versuchen sowie umfangreich unterstützten Aufgabenstellungen wurden elektrotechnische Themen auf innovative Weise untersetzt und in die Lehre eingebracht.

Die technischen Möglichkeiten, aber auch die Tücken bei der Konzeption, Entwicklung sowie Integration der letztendlich softwarebasierten Prozesse sind vielfältig und dazu ständigen Aktualisierungen unterworfen. Im Kern möchte diese Arbeit daher allen Interessierten ein generisches Vorgehensmodell bei der Realisierung einer vielschichtigen webbasierten Lernumgebung im ingenieur-wissenschaftlichen Bereich anbieten. Die in der Arbeit verwendeten speziellen Erkenntnisse der einzelnen Fächer werden durch eine medientechnologische Sichtweise verknüpft. Dadurch soll ein methodisch überzeugendes interdisziplinäres Fundament geschaffen werden, auf das entsprechend den konkret umzusetzenden ingenieur-wissenschaftlichen Themen aufgebaut werden kann. Ergänzend dazu sollen einige gezielt ausgesuchte komplexe anschauliche Beispiele technische, inhaltliche und didaktische Umsetzungen aus GETsoft<sup>2</sup> zeigen.

## 1.2 Einordnung der Arbeit

Die vorliegende Arbeit stellt einen Beitrag zur Konzeption, Entwicklung und Integration von webbasierten Lernumgebungen für ingenieur-wissenschaftliche Fächer im Allgemeinen und für Grundlagen der Elektrotechnik im Speziellen dar. Die Arbeit lässt sich als Weiterentwicklung der Forschungen des Fachgebietes Grundlagen der Elektrotechnik Richtung webbasierte, multimediale und interaktive Lernumgebung einordnen. Die Arbeit begleitet den Übergang der am Fachgebiet GET offline angebotenen computerbasierten Trainings (CBT) zu webbasierten Lernprogrammen (WBT) und deren Weiterentwicklung im Rahmen einer fachspezifischen Lernumgebung.

Untersuchungen zu Themen „rechnergestützte Übungsplätze“, „wissensbasierte Lehrsysteme“ und „interaktive Lernumgebungen“ wurden in [Burger, Stubenrauch et al. 1987; Finsterbusch, Rettig et al. 1990; Wagner und Rettig 1996; Rettig 1997] durchgeführt. In [Yakimchuk 2006] wurde die Entwicklung einer computergestützten, intelligenten Lernumgebung für ein selbstgesteuertes, exploratives Lernen am Fachgebiet GET untersucht. In [Bräunig 2006] wurde die Konzeption einer webbasierten Lernumgebung für ein virtuelles Praktikum in der Signal- und Mustererkennung entwickelt. Das Thema „eAssessment-Komponente“ wurde als Teil des Gesamtkonzeptes bedacht und beschrieben, ist aber nicht Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit.

---

<sup>2</sup> <http://getsoft.net>, Webseite von GETsoft – der multimedialen webbasierten Lernumgebung für die Grundlagen der Elektrotechnik

### 1.3 Vorgehensweise

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen von verschiedenen nationalen und internationalen Projekten in denen der Autor als Projektmitarbeiter oder Projektleiter aktiv beteiligt war. Im BMBF-Projekt „mile“ (multimedia learning environments) als Teil der Contentoffensive des Programms „Neue Medien in der Bildung (NMB)“ wurden von 2002 – 2004 viele Lernobjekte und Systemkomponenten konzipiert, entwickelt und evaluiert [BMBF 2004, S.188-191].

Im Hochschul- und Wissenschaftsprogramm (HWP I, II) des Thüringer Kultusministerium (TKM) wurden 2003, 2005 und 2006 die begonnenen Umsetzungen thematisch verbreitert und neue Lernformen erprobt.

Durch ein zweijähriges Stipendium der Landesgraduiertenförderung (TKM) war es dem Autor zwischen 2004 – 2006 möglich, sich intensiv den akademischen Grundlagen der involvierten Fachwissenschaften zu widmen und einen wesentlichen Teil der Arbeit voranzutreiben.

Durch das EU Projekt IDENTITY<sup>3</sup> (2006 – 2008) war es möglich einen internationalen Einblick in die Entwicklung von virtuellen Laboren und Lernumgebungen zu gewinnen sowie aktiv in Forschung und Entwicklung zu Open Educational Resources (OER) beizutragen.

Neben der Projektarbeit war die Tätigkeit als Lehrkraft am Fachgebiet GET eine ausgezeichnete Gelegenheit, Lehr- und Lernszenarien aktiv in die Ingenieurausbildung der TU Ilmenau einzuführen, zu begleiten und auszuwerten. Zu weiteren Aufgaben zählten die Betreuung und Anleitung von studentischen Hilfskräften und ausländischen Diplompraktikanten.

In diesen Rahmen konnten bis einschließlich 2009 fünfzehn betreute Studienarbeiten (zehn Diplomarbeiten, vier Medien- und Multimediaprojekte, eine Projektarbeit) einfließen. Daneben wurde seit 2005 durch Mitarbeit im Kompetenzzentrum für eLearning-Dienste der TU Ilmenau (KeLD)<sup>4</sup> ein Beitrag zur Verstetigung von E-Learning an der Hochschule geleistet werden. Innerhalb der aufgezählten Zeitspanne wurden über 25 Beiträge auf nationalen und internationalen wissenschaftlichen Konferenzen, wie z.B. ISTET<sup>5</sup>, E-Learn<sup>6</sup>, GMW<sup>7</sup> und ICL<sup>8</sup> veröffentlicht.

Nach der Einleitung behandelt das zweite Kapitel die interdisziplinären Grundlagen der Arbeit und entwickelt die Idee eines Ebenenmodells für Lernumgebungen in

---

<sup>3</sup> Individualized Learning Enhanced By Virtual Reality (229930-CP-1-2006-1-RO-MINERVA-M)

<sup>4</sup> <http://www.tu-ilmenau.de/uni/eLearning.5054.0.html>, Verifiziert: 10.01.2010

<sup>5</sup> International Symposium on Theoretical Electrical Engineering

<sup>6</sup> World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare & Higher Education

<sup>7</sup> Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft

<sup>8</sup> Interactive Computer Aided Learning

Kombination mit einem speziellen Modell für Lernobjekte. Im dritten Kapitel wird mit Hilfe eines eigens entwickelten Kriterienkatalogs der aktuelle Stand der Technik im Bereich der webbasierten Lernumgebungen für einige ingenieur- und naturwissenschaftliche Fächer analysiert. Im vierten Kapitel wird dann ein adaptierbares Prozess- und Vorgehensmodell für die Entwicklung webbasierter Lernumgebungen unter Berücksichtigung des evolutionären Prototyping beschrieben. Das fünfte Kapitel widmet sich den konkreten Umsetzungen der allgemeinen Konzeption am Beispiel GETsoft. Es zeigt den systematischen Aufbau einer komponentenbasierten Lernumgebung sowie des zugrunde liegenden Datenbankmanagementsystems für Lernobjekte nach dem Learning Objects Metadata Standard und präsentiert Anwendungen der empfohlenen Mediengestaltungskonzepte. Im sechsten Kapitel werden Beispiele und Ansätze zum Transfer, der Vernetzung sowie zur Verbreiterung von GETsoft vorgestellt. Das letzte Kapitel diskutiert Erfolgsfaktoren von Lernumgebungen, offene Wissensressourcen und Weiterentwicklungsansätze für GETsoft.



## 2 Grundlagen

### 2.1 Webbasierte Lernumgebung im ingenieur-wissenschaftlichen Bereich

#### Was bedeutet webbasiert?

Das hier zu besprechende Anwendungsszenario charakterisiert, dass Inhalte und Applikationen auf Servern mit Internetanschluss vorgehalten werden. Der Client und der Server sind mittels einer Client-Server-Architektur [Williams 2004] (vgl. Abbildung 2.1) verbunden. Das vermittelnde Netzwerk ist das Internet. Alle benutzten Formate entsprechen den Internetstandards [Steve Bratt 2008] oder sind per Browser-Plugin zugänglich. Eine Interaktion erfolgt ausschließlich über einen Browser und ist die einzige notwendige Applikation auf der Clientseite.

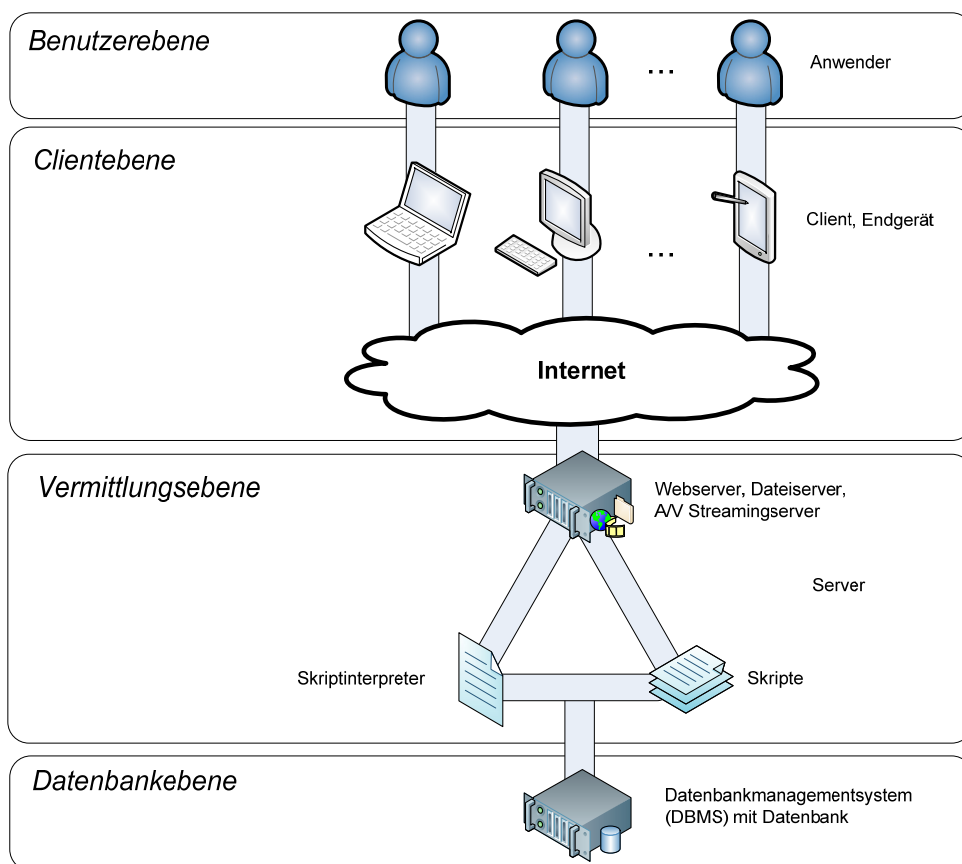


Abbildung 2.1: Client-Server-Architektur<sup>9</sup>

<sup>9</sup> angelehnt an [Williams und Lane 2004, Figure 1-3. The three-tier architecture model of a web database application]

### **Was bedeutet Lernumgebung?**

Das Lernen als Prozess, der durch innere und äußere Lernbedingungen geprägt wird, ist in eine abgestimmte Arbeitsumgebung eingebettet. Als Arbeitsumgebung versteht man die für den Anwender zur Verfügung stehenden Werkzeuge für die Verrichtung seiner Arbeit. Als Arbeit werden hier allgemein die Tätigkeiten und Prozesse definiert, die unter den Begriffen „Lernen“ und „Studieren“ zusammengefasst sind und als Studiumsumgebung bezeichnet werden sollen. Diese Lernumgebung wird vor allem durch äußere Bedingungen geprägt. Die Funktionen einer solchen speziellen Lernumgebung sind durch Motivationsaspekte, Methodik, allgemeine Didaktik und Fachdidaktik, Rückmeldung, Unterstützung für selbstgesteuertes Lernen, kooperative Lernformen, Möglichkeiten zu Problemlösungen, für Wissenskonstruktion und technische Merkmale vorgegeben [Issing und Klimsa 2002a].

### **Was ist eine webbasierte Lernumgebung?**

Die für heutige und zukünftige Studierende relevante Arbeitsumgebung besteht zum größten Teil aus Werkzeugen des Internets und des Web 2.0. Klassische Arbeitsmittel wie Bücher und Skripte werden immer weniger genutzt. Webbasierte Technologien werden zur Wissensvermittlung, Wissenserwerb, zur Wissensverankerung und zur Prüfung des aktuellen Wissensstandes eingesetzt und von den Studierenden erwartet [Bernd Kleimann 2008]. Die Wandlung der traditionellen Arbeitsumgebung hin zu einer individualisierten webbasierten Lernumgebung ist schon längst Realität [Schaffert und Hilzensauer 2008].

Der Lernraum [Kritzenberger 2005] Universität mit den klassischen „Säulen der Lehre“ (Vorlesung, Übung, Praktikum, Selbststudium) muss auf diese veränderten Arbeits- und Lernfaktoren der Studierenden reagieren, um zukunftsorientiert ausbilden zu können. Eine besondere Bedeutung kommt der Erweiterung der Säule Selbststudium durch ein studienbegleitendes Prüfungssystem zur Selbstkontrolle zu. Dazu muss eine Anpassung des Lernraumes an Bedürfnisse einer modernen Studiumsumgebung erfolgen. Mit dem Konzept des Technology Enhanced Learning (TEL)<sup>10</sup> [Lachman, Salzmann et al. 1999] gibt es eine technologiegestützte Handhabe, um Prozesse des gesamten Student Lifecycle (SLC) auf Hochschulebene [Schulmeister 2007] zu unterstützen.

### **Welche Besonderheiten haben Natur- und Ingenieurwissenschaften?**

Das Lehren und Lernen in den Natur- und Ingenieurwissenschaften zeichnet sich besonders durch die Vermittlung von mathematischen, physikalischen und technischen Inhalten sowie deren Zusammenhängen aus. Das Ingenieurwesen versteht sich selbst als anwendungsorientierte und erforschende Disziplin. Als angewandte Wissenschaft wird

---

<sup>10</sup> Technology Enhanced Learning bzw. Technologiegestütztes Lehren kann als Nachfolgebegriff für E-Learning angesehen werden

Forschung in den Ingenieurwissenschaften hauptsächlich praxisnah bei der Umsetzung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse betrieben.

Der Transfer der meist mathematischen, physikalischen oder chemischen Grundlagen in fachbezogenes technisches Anwendungswissen ist die Hauptaufgabe der Ingenieursausbildung.

Über die Bildung komplexer theoretischer Modelle wird versucht, die Realität abzubilden. Vereinfachungen dieser aufwändigen Modelle lassen praktikable und anwendungsfähige Lösungen entstehen. Eine grundlegende Änderung des Modellierungsprozesses wurde durch die Benutzung von computerbasierten Ingenieurwerkzeugen erreicht. Neben dem Experiment ist die Computersimulation eines der wichtigsten Instrumente der Modellerprobung. Einige weitere Merkmale bei der Verwendung von softwarebasierten Werkzeugen sollen kurz genannt werden. Besonders wichtig ist die genormte graphische Beschreibungssprache, die über Formeln und Symbole international verständlich einen Wissensaustausch ermöglicht.

### **Welche Rolle spielen Ingenieurwerkzeuge in Lehre, Forschung und Entwicklung?**

Weitere graphische Darstellungen sind spezielle Visualisierungen in 2D oder 3D wie z.B. Funktionsdarstellungen, Diagramme, Schaltbilder, technische Zeichnungen oder 3D-Modelle. Hoch spezialisiert sind auch die Möglichkeiten zur Einbindung von softwarebasierten Ingenieurwerkzeugen in Forschung, Entwicklung und Ausbildung wie z.B. Tabellenkalkulation, Signalanalysesoftware, Computer Algebra Systeme (CAS), Computer Aided Design (CAD), Computer Aided Engineering (CAE), Finite-Elemente-Methode (FEM), Computational Fluid Dynamics (CFD), Mehrkörper-simulation (MKS), Simulation Program with Integrated Circuits Emphasis (SPICE) bzw. Electronic Design Automation (EDA) oder graphische Programmiersysteme für verschiedene Bereiche (z.B. LabView für Mess- und Regeltechnik, DasyLab für Signalanalyse/-verarbeitung, RoboLab für Robotersteuerung, Digital Mockup (DMU), Virtual Reality (VR)). Aktuell ist ein Übergang bei der Verknüpfung von klassischen Werkzeugen (z.B. Taschenrechner, Geometriewerkzeuge) mit modernen Medien (TR/CAS Software und 2D/3D-Geometriesoftware) zu beobachten. Sobald computerbasierte Eingabegeräte so simpel bedienbar, zuverlässig, portabel und komfortabel wie diese klassischen, einfach zu nutzenden Werkzeuge sind, werden sie wie einst z.B. der Rechenschieber ersetzt werden.

Einen besonderen Vorteil haben die Grundlageninhalte der Natur- und Ingenieurwissenschaften gegenüber z.B. denen der Sozial-, Rechts- oder Wirtschaftswissenschaften durch ihre relativ langzeitstabile Zusammensetzung der Lerninhalte.

In der Ingenieursausbildung werden ebenfalls die klassischen Lehr- und Lernformen Vorlesung, Übung, Praktikum, Selbststudium eingesetzt. Die erhöhte Prüfungsbelastung die mit der Umstellung auf Bachelor- und Masterstudiengänge verbunden war, führte zu einer verstärkten formalen Abarbeitung der Stoffinhalte der Fachgebiete. Damit ging ein

Teil der ursprünglich sinnvoll vernetzten stufenweisen Abstimmung aufeinander verloren.

Einerseits gibt es für immer mehr Wissen, welches zu vermitteln ist, nicht genügend Zeit. Andererseits entstehen durch die Fächerentkopplung vermeidbare Redundanzen. Weiterhin fehlt eine zielgerichtete Integration von verpflichtenden, studienbegleitenden Prüfungs-, Selbsttest- und Anreizsystemen. Hier ist ein deutlicher Reformbedarf des Bolognaprozesses zu sehen. Die Kultusministerkonferenz formuliert dazu in Reaktion auf den Bildungsstreik 2009:

"Neben der Anerkennung erzielter Fortschritte und Erfolge wurde aber auch Kritik gegenüber empfundenen Überregulierungen und einzelnen Schwächen des Bologna-Prozesses laut. Deshalb müssen die Wirkungen analysiert und, wo nötig, Korrekturen vorgenommen werden. Dabei sind mögliche Schwachstellen in der Umsetzung aufzugreifen und zu korrigieren, ohne die erreichten Verbesserungen in der Lehre aufs Spiel zu setzen." [Kultusminister Konferenz 2009]

Gymnasien die naturwissenschaftlich-technisch geprägt ausbilden sind wichtige Partner der Hochschulen bei studienvorbereitenden Prozessen. Die Studierendenwerbung für den Bereich der Ingenieurwissenschaften hat in den letzten Jahren an außerordentlicher Bedeutung gewonnen, was deutlich an den Angeboten der Hochschulen für die Zielgruppen Schülerinnen und Schüler zu sehen ist. Der Umgang mit moderner Unterhaltungs- und Informationstechnik ist für die aktuelle Schülergeneration selbstverständlich und Teil ihres täglichen Lebens. Internetrecherche, die Nutzung von digitalen Medien, Suchmaschinen, sozialen Netzwerken und mehr ist Alltag in Schule und zu Hause. Diese „vernetzte“ Generation wird demnächst an den Hochschulen Studieninteresse bekunden und dort bekannte oder ähnliche technische Voraussetzungen sowie geeignete Studienwerkzeuge erwarten.

### **Was sind neue Elemente einer modernen Ingenieurausbildung?**

Herausragende neue Merkmale einer modernen Ingenieurausbildung sollten sein: die Einbeziehung von webbasierten Brückenkursen für grundlegende naturwissenschaftliche Fächer, die Anbindung von softwarebasierten Ingenieurwerkzeugen, die Integration leistungsfähiger Feedback-Techniken zur Lösungs(weg)überprüfung und Rückmeldung, intelligente Lerner-Unterstützung durch eine wissensbasierte Problemlöseumgebung sowie die Integration von Animationen und hochinteraktiven Simulationen als Teile von Experimentierumgebungen und virtuellen Laboren zur Visualisierung komplexer Sachverhalte. Ebenso sollte über eine hochschuleinheitliche Lernplattform die Durchführung von technologiegestützten Vorlesungen, Seminaren und Prüfungen ermöglicht werden. Zusätzlich zur bisherigen persönlichen Betreuung muss eine virtuelle tutorielle Betreuung bei prüfungsvorbereitenden Maßnahmen als neues Element einer modernen Ingenieurausbildung eingebettet werden [Neundorf, Yakimchuk et al. 2006c].

## **Was heißt webbasierte Lernumgebung für den ingenieur-wissenschaftlichen Bereich?**

Im Rahmen dieser Arbeit werden folgende Definitionen verwendet:

Eine webbasierte Lernumgebung für den ingenieur-wissenschaftlichen Bereich ist eine

- internetbasierte webstandardkonforme Client-Server-Architektur für die Speicherung, Übertragung, Verarbeitung und Darstellung von naturwissenschaftlichen und technischen Inhalten.

Eine webbasierte Lernumgebung für den ingenieur-wissenschaftlichen Bereich bildet

- unter fachdidaktischen Gesichtspunkten einen technologiegestützten, individuellen, universitären, rückmeldegesteuerten Lernraum für Studierende mit den Lehr- und Lernformen Vorlesung, Übung, Praktikum, Selbststudium und studienbegleitendes Prüfungssystem sowie weiteren medienverknüpfenden Konzepten ab.

## **2.2 Modell einer Lernumgebung für den ingenieur-wissenschaftlichen Bereich**

Um sich dem Modell einer bestmöglichen Lernumgebung zu nähern, ist es sinnvoll, sich mit dem Modell einer „Allgemeinen Systemhierarchischen Betrachtung“ vertraut zu machen.

„Das Systemdenken soll der Gefahr entgegenwirken, Sachverhalte oder Probleme zu eng abzugrenzen. Insbesondere die umgebungsorientierte Betrachtung und die Modellvorstellung des offenen Systems weisen in diese Richtung.“ [Haberfellner und Daenzer 2002, S.17].

Interessant für den Entwurf einer offenen, komplexen Lernumgebung ist die Überlegung, ein System zunächst grob mittels eingeschränkter Untersystemen zu strukturieren und diese als „Black-Boxes“ aufzufassen. Einzelne Untersysteme können nach Bedarf genauer analysiert werden, ohne den Blick für das Gesamtsystem zu verlieren. Als Gesamtsystem soll hier das Modell einer offenen Lernumgebung speziell für den ingenieur-wissenschaftlichen Bereich untersucht werden. Untersysteme werden als Komponenten der Lernumgebung verstanden. Der Begriff „offen“ wird hier im Verständnis von Schulmeister für „offene Lernumgebungen“ verwendet.

„Er bezeichnet den Grad an Freiheit, den das lernende Individuum in diesen Umgebungen einnehmen kann, um Inhalte gemäß seinen Lernvoraussetzungen zu selektieren, seinen Lernstil und seine Lernstrategien zu praktizieren und gemäß seiner Motivation vorzugehen.“ [Schulmeister 2004a].

Durch die in 2.1 durchgeführten Überlegungen wird sichtbar, dass sich die Modellierung auf verschiedene Ebenen des Lehr-/Lernprozesses erstreckt und keine Ebene von den anderen unabhängig ist. Ein mögliches Modell der Abbildung ist das

Schichtenmodell zur stufenweise Auflösung (vgl. Abbildung 2.2) der gesamten Lernumgebung in ihre Betrachtungsebenen nach [Haberfellner und Daenzer 2002, S.18, Abb. 1.11].

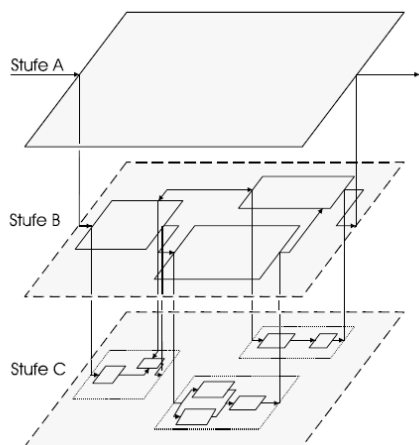


Abbildung 2.2: Stufenweise Auflösung eines System [Haberfellner und Daenzer 2002]

### **Schichtenmodell einer Lernumgebung für den ingenieur-wissenschaftlichen Bereich**

Die „Allgemeine Systemhierarchische Betrachtungsweise“ soll nun genutzt werden, um am konkreten Beispiel ein Schichtenmodell für eine Lernumgebung für den ingenieur-wissenschaftlichen Bereich zu entwickeln. Ähnlich anderen Schichtenmodellen (vgl. Abbildung 2.2) basiert auch das hier genutzte auf einer aufsteigenden Abstraktionsebene. Mit der untersten Schicht „Technik“ wird der technische Bereich abgebildet. Hier handelt es sich bereits um eine Zusammenfassung der Bereiche Datenbankebene (DBMS), Vermittlungsebene (Server) und weiterer grundlegender Web-Dienste (z.B.: webbasierte grafische Oberfläche zur DBMS Verwaltung oder Statistikfunktionen). Die Ebene „Inhalte“ umfasst alle Rohdaten, wie z.B. Audio- und Videodateien, Streamingplaylisten, Bilder, Dokumente in unterschiedlichsten Formaten, Archivdateien, Arbeitsblätter, Webseiten und interaktive Inhalte. Unter „Inhalte“ werden hier alle Elemente verstanden, die sich unter dem Begriff Learning Object einordnen lassen (s. Abschnitt: Learning Object Metadata (LOM)). Waren die Ebene „Technik“ und „Inhalte“ noch relativ leicht zu unterscheiden, fällt dies zwischen „Inhalte“ und „Didaktik“ erheblich schwerer. Ein Grund liegt in der Definition des Standards zu Lernobjekten (s. Abschnitt: Learning Object Metadata (LOM)), welcher Metadaten sets zu inhaltlichen als auch didaktische und pädagogischen Informationen enthält. Zu den Differenzierungsbemühungen zwischen Inhalt (Content) und Wiederverwendbarkeit sowie didaktischem Zusammenhang (Context) und gleichzeitiger Flexibilität im pädagogischen Bereich gibt es eine Reihe von Veröffentlichungen, z.B. von Baumgartner oder Schulmeister [Baumgartner 2004; Schulmeister 2004b; Baumgartner 2005].

Ein anderer Grund ist, dass es „keine allgemein anerkannte Definition des Begriffes Didaktik gibt“ [Klimsa 1993]. In diesem Fall einen eindeutigen Standard für Metadaten als ein formalisiertes Regelwerk etablieren zu wollen, gestaltet sich als sehr schwierig, da alleine der Interpretationsraum einzelner Metadaten sehr weit reichend ist. Unter „Didaktik“ soll in dieser Arbeit ein durch methodische Verfahren in Theorie und Praxis gestütztes Konzept zu Lehr- und Lernprozessen mit begleitendem Medieneinsatz verstanden werden. In Bezug zum selbstentwickelten Schichtenmodell für eine Lernumgebung (vgl. Abbildung 2.3) befinden sich in der Ebene „Didaktik“ fachspezifische Lehr- und Lernkonzepte für verschiedenste Einsatzszenarien. Die Didaktik bestimmt die Gestaltung, den Einsatz der Inhalte, ihre Reihenfolge, die Verknüpfung mit anderen Inhalten, kurz, die Didaktik gibt dem Inhalt Struktur.

Abstrahiert man von der „Didaktik“ aus weiter, kommt man zu der Ebene „Organisation“, in der didaktische Konzepte für einen vollständigen Unterricht als ein Curriculum geordnet angeboten werden. Je nach Zielgruppe kann es dabei auch mehrere angepasste Curricula geben. Jede Zielgruppe benötigt eine spezialisierte Darstellung und einen individuellen Zugang zum Lehrplan und den Lehrzielvorgaben. Dies wird mittels der Ebene „Präsentation“ als Repräsentationsebene der darunterliegenden Schichten erreicht.

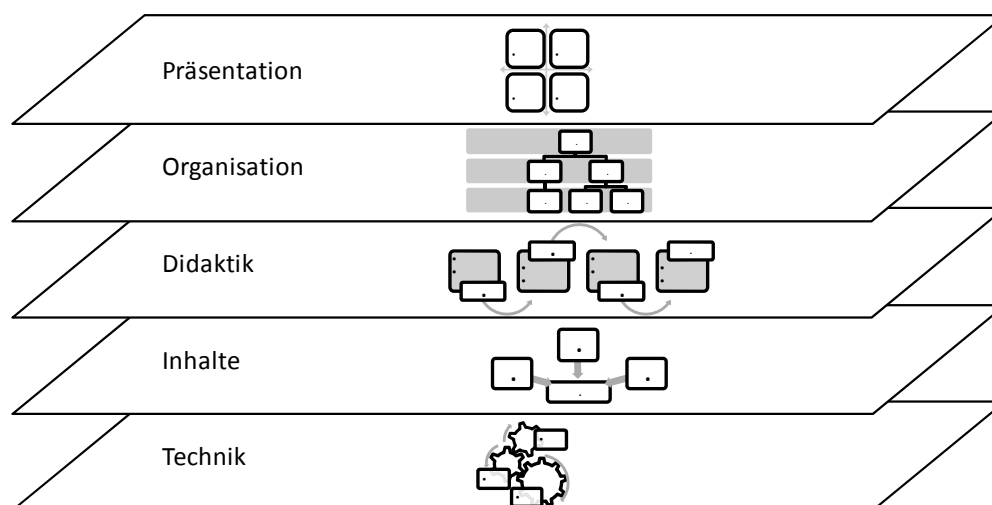


Abbildung 2.3: Schichtenmodell für eine Lernumgebung

Detaillierter soll weiterhin auf die Ebenen „Inhalte“ und „Didaktik“ eingegangen werden, um dort die schon andiskutierten Themen Standards im Bereich E-Learning und Metadaten intensiver zu betrachten.

Auf der Ebene der „Technik“ wird im Anschluss diskutiert, welches DBMS am zweckmäßigsten für eine Verwendung in einer Lernumgebung sein könnte.

## 2.3 E-Learning-Standards und ihre Relevanz für webbasierte Lernumgebungen

### 2.3.1 Publicly Available Specification (PAS)

Die PAS 1045 „Weiterbildungsdatenbanken und Weiterbildungsinformationssysteme - Inhaltliche Merkmale und Formate zum Datenaustausch“ [Plum 2003] ist eine öffentlich verfügbare Spezifikation, die Inhalte von Weiterbildungsdatenbanken beschreibt und Formate zum elektronischen Austausch von Informationen über diese Inhalte definiert. Die PAS 1045 ist bestrebt, einen DIN-Standard zu entwickeln.

Die PAS unterstützt den Neuaufbau von Weiterbildungsdatenbanken und die Optimierung bestehender Systeme. Die Zielgruppe der PAS sind die Betreiber der Weiterbildungsdatenbanken in Deutschland.

Mit der PAS sollen insbesondere die folgenden Ziele erreicht werden:

- Sicherung des technischen Datenaustausches zwischen Datenbanken
- Vergleich zwischen den Datenbanken
- Erhöhung der Informationsqualität durch gemeinsamen Standard
- Vergleich zwischen Bildungsangeboten aus unterschiedlichen Datenbanken
- Verkaufsförderung von Weiterbildungsangeboten

Die PAS umfasst:

- Inhaltliche Mindeststandards und Erläuterungen
- Empfehlungen für die Spezifikation universeller Datenaustauschformate auf der Basis des XML-Standards

Die PAS ist für die Verwendung in einer webbasierten Lernumgebung nicht geeignet, da sie nicht auf die Spezifika von Lernobjekten eingeht, noch keinen internationaler Standard darstellt, momentan nur deutschlandweit genutzt wird und sich zu stark auf die Weiterbildung und Projektförderung des BMBF konzentriert. Zielgruppe sind hier eher Bildungsportale sowie Weiterbildungs- und Projektdatenbanken [Fincke, Wuttke et al. 2004].

### 2.3.2 Shareable Content Object Reference Model (SCORM)

Als Referenzmodell für webbasierte Lerninhalte wurde das Shareable Content Object Reference Model (SCORM) von der Advanced Distributed Learning Initiative (ADL<sup>11</sup>) entwickelt. SCORM setzt sich aus dem Content Aggregation Model (CAM) und einer Runtime-Environment (RTE) zusammen. Das CAM beschreibt die Zusammenstellung von Lernsequenzen aus einzelnen Lerneinheiten. Die RTE stellt eine Schnittstelle

---

<sup>11</sup> <http://www.adlnet.org> , Advanced Distributed Learning Initiative, Verifiziert am: 10.07.2009



zwischen dem Learning Management System (LMS) und einzelnen Lerneinheiten zur Verfügung.

Die kleinste Einheit in SCORM, vergleichbar mit einer einzelnen Lektion, ist ein Sharable Content Object (SCO). SCOs setzen sich aus nicht weiter zerlegbaren Bestandteilen (Assets) zusammen, z. B. Bilder, Texte oder Soundfiles oder enthalten wiederum SCOs. Die SCOs und Assets werden durch Metadaten beschrieben, die zur Identifikation und Suche herangezogen werden können und somit die Wiederverwendung erleichtern. Derzeit findet hierfür die Learning Object Metadata (LOM)-Spezifikation Anwendung, die im nächsten Abschnitt detaillierter behandelt wird. Diese umfasst neun Kategorien mit verschiedenen (optionalen) Attributen, ist aber grundsätzlich erweiterbar. Grundlage der Metadaten-Standardisierung ist der Metadata Element Set der Dublin Core Metadata Initiative<sup>12</sup>.

Um die Integration des Contents (SCOs) in die jeweiligen LMS und den Austausch zu ermöglichen, wurde im IMS-Projekt eine Content Packaging-Spezifikation entwickelt. Ein IMS Content Package (CP) repräsentiert z.B. einen Kurs und besteht aus Lernmaterialien, Metadaten-Dateien und einem Manifest. Das Manifest ist ein XML-Dokument zur Beschreibung des Content Package und stellt dessen zentrales Dokument dar. Es enthält Metadaten zur Beschreibung des Content Package selbst, eine Organisationseinheit zur Beschreibung der SCO-Hierarchie und Referenzen auf die Ressourcen (SCOs und Assets).

Um die unabhängige Nutzung der einzelnen SCOs in anderen Kontexten zu ermöglichen, werden die SCOs nicht direkt verknüpft. Die Navigation durch die Lerninhalte erfolgt ausschließlich durch das LMS auf Grundlage der SCO-Hierarchie aus den Manifest-Dateien.

Insbesondere im Hinblick auf das Content Sharing von komplexen Kursen über Lernplattformen oder Portalen ist die standardisierte Gestaltung der Lerninhalte unverzichtbar. Ein Ziel ist es, die Lerninhalte durch Rekombination, Reorganisation und Rekontextualisierung in verschiedenen Anwendungen und Systemen nutzen zu können. Hier ist die Beachtung von Standards in der Content-Herstellung im Hinblick auf die Kursgestaltung und den Datenaustausch hilfreich.

SCORM bietet mit dem März 2009 überarbeiteten SCORM2004 4th Edition (insgesamt mehr als 1100 Seiten) einen umfassenden Metadatenstandard für komplexe Lernmodule, Kurse oder ganze Kurssysteme. Für die Zwecke des Austausches, der Indizierung und Verwendung von einzelnen Lernobjekten in einer webbasierten Lernumgebung ist der SCORM-Standard für dieses Konzept überdimensioniert.

---

<sup>12</sup> <http://dublincore.org/>, Dublin Core Metadata Initiative, Verifiziert am: 10.07.2009

### 2.3.3 Aviation Industry Metadata Description (AIMD)

AIMD ist der auf den LOM-Standard aufbauende „Aviation Industry Metadata Description“ Standard [AICC Management and Processes Subcommittee 2006] der Organisation „Aviation Industry CBT (Computer-Based Training) Committee“ (AICC<sup>13</sup>). Der Standard der AICC nimmt den kompletten Metadatensatz von LOM auf und erweitert ihn um zusätzliche Metadaten mit dem Ergebnis, dass LOM nun ein Subset des AICC-Profiles ist. Die meisten zusätzlichen Metadatenelemente finden sich in den aus dem LOM-Standard bekannten Kategorien „Life Cycle“, „Educational“ und „Objectives“. Neu eingeführte Kategorien sind „Applicability“ und „Collection“.

Ebenso wie SCORM bietet die AICC umfassende Standards und Richtlinien für komplexe WBTs, ganze Kurssysteme sowie einen umfangreichen Datenaustausch zwischen Lernprogrammen und Lernverwaltungsprogrammen. Für die Zwecke des beweglichen Austausches, der schnellen Indizierung und die einfache Verwendung von einzelnen Lernobjekten in einer webbasierten Lernumgebung ist der AICC-Standard für diese Arbeit überdimensioniert.

Eine deutschsprachige Übersicht zu den Beziehung zwischen den verschiedenen E-Learning Standardisierungsgremien und ein detaillierter Vergleich zwischen SCORM und AICC findet sich in [Hehl 2007], S.61 ff.

### 2.3.4 Dublin Core (DC)

Dublin Core (DC) ist eine Sammlung von einfachen Metadaten, die ursprünglich zur Beschreibung von Dokumenten und anderen Objekten im Internet von der Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) [The Dublin Core® Metadata Initiative 2009] entwickelt wurde. Das „Dublin Core Metadata Element Set“ (DCMES) ist ein ISO-Standard [ISO 15836:2009 2009]. Es enthält 15 Kernfelder, die „core elements“. Weiterhin gibt es zusätzliche und detaillierende Felder („element refinements“) die eine eigene Beschreibung erlauben. Alle Felder können optional und mehrfach benutzt werden, es gibt auch keine festgelegte Reihenfolge. Folgende Kategorien und enthaltene Felder sind definiert:

- **ID:** (Identifizier: eindeutige ID (ISSN/ISBN, DOI, URN))
- **Technische Daten:** (Format: Mime-Type bei digitalen Objekten bzw. physikalische Beschaffenheit bei realen Objekten; Type: URI aus dem DCMI Type Vocabulary; Language: Sprachkürzel nach ISO 639)
- **Beschreibung des Inhaltes:** (Title: Titel des Datenträgers/der Quelle; Subject: Inhalt beschrieben durch Keywords; Coverage: Inhaltliche Abgrenzung (räumlich, zeitlich); Description: Beschreibung als Freitext)

---

<sup>13</sup> <http://www.aicc.org/>, Aviation Industry CBT (Computer-Based Training) Committee, Verifiziert am: 31.07.2009

- **Personen und Rechte:** (Creator: Verfasser oder Urheber; Publisher: Verleger, Herausgeber; Contributor: Person, die zum Werk beigetragen hat, aber nicht hauptverantwortlich dafür ist; Rights: Lizenzbedingung)
- **Vernetzung:** (Source: Quelle zur Erstellung des Datenträgers; Relation: Bezug zu anderen Datenträgern; Date: ein charakteristisches Datum (letzte Bearbeitung, Tag der Veröffentlichung o.ä.))

In den Metadaten des DC finden sich keine spezifischen Angaben für Lerninhalte. Über optionale Felder lassen sich diese nachträglich implementieren. Dies würde aber zu Problemen beim Austausch von Metadaten aus unterschiedlichen Systemen führen, da es hier keine gemeinsamen festgeschriebenen Metadatensets gäbe. Das „Core Set“ könnte zwar gemapped werden, für alle anderen Metadaten müsste man aber APIs entwickeln. Aus der Sicht dieser Problematik entwickelte sich der folgende Standard.

### 2.3.5 Learning Object Metadata (LOM)

Der Learning Objects Metadata Standard (LOM) beschreibt und spezifiziert Syntax und Semantik von Lernobjekt-Metadaten. Dies geschieht über die Attribute der einzelnen Metadaten. Ein Lernobjekt (LO) kann eine digitale, aber auch eine nicht-digitale Einheit sein, die mittels technisch gestützten Lernens genutzt, wieder verwendet oder referenziert wird. Unter technisch gestütztem Lernen versteht man hier Systeme wie computergestützte Systeme, interaktive Lernumgebungen, intelligente wissensbasierte Assistenzsysteme, Fernlernsysteme und Systeme, die Gruppenarbeit unterstützen. Ein Lernobjekt kann im Allgemeinen multimedialer oder instruktioneller Inhalt (Instruktionsmuster), didaktisches Objekt, Lernziel und Software sein. Aber auch Personen, Organisationen oder Ereignisse können Lernobjekte sein [IEEE 2002]. LOM ist so angelegt das ein minimales Set (Core Set), an Metadaten (Attributen) benötigt wird, um diese Lernobjekte zu managen, zu finden und zu evaluieren. Es gibt Felder, die als Pflichtfelder gelten und es gibt optionale Felder, welche weggelassen werden können.

Interessant sind hier neben den aus anderen Standards bekannten Metadaten wie Titel, Autor, Beschreibung, Stichworte usw. die pädagogischen Metadaten (Interaktionstyp, Schwierigkeit, Zeit zum Lösen und einige mehr (vgl. Abbildung 2.4, 5. educational). Auch darf ein Lernobjekt mehr als ein LOM-Set besitzen und kann durch „relation“ mit anderen Lernobjekten in Beziehung stehen. Beziehungsattribute sind z.B. „ist Teil von“, „ist Version von“, „ist referenziert von“, „wird benötigt von“ oder „basiert auf“.

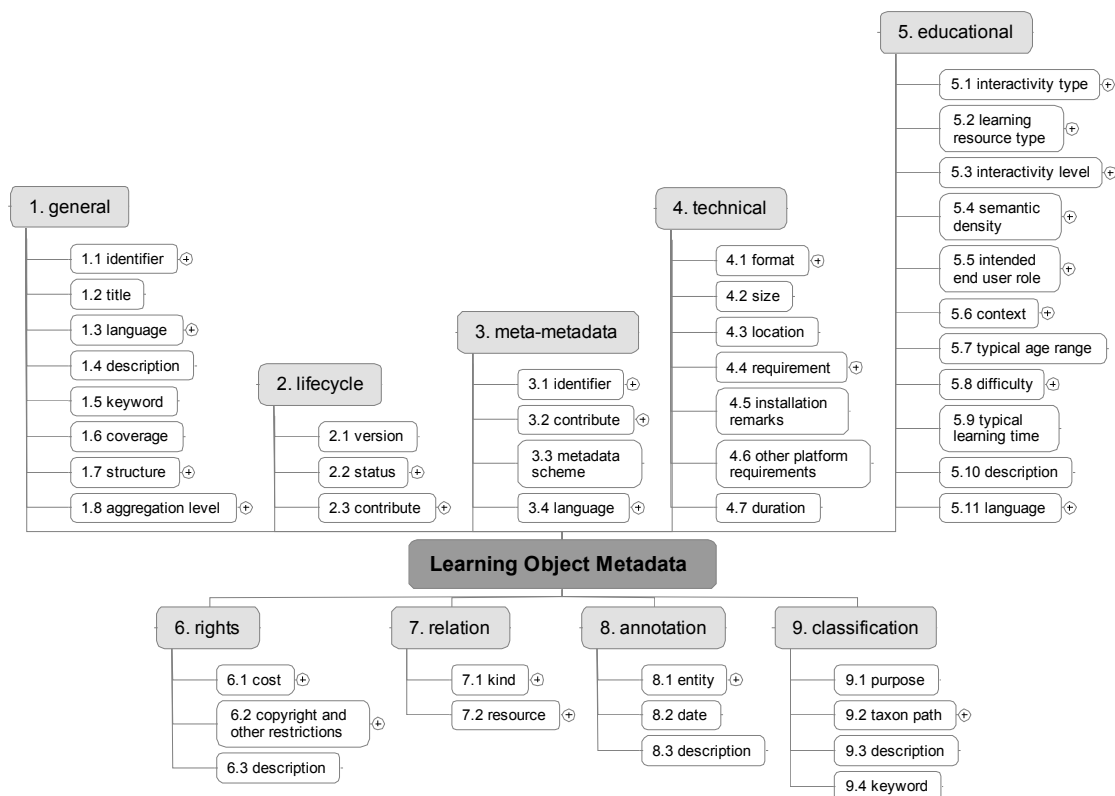


Abbildung 2.4: Übersicht Learning Object Metadata nach [IMS Global Learning Consortium 2004]

Die Sets im Bereich Sicherheit, Rechte, Geschäftsmodelle, Zugriffsschutz sind zwar vorhanden, aber nur sehr rudimentär. Hier besteht Erweiterungsbedarf des Standards.

LOM ist ein geeigneter Metadatenstandard für eine webbasierte Lernumgebung, da

- die Komplexität in der Objektbeschreibung im Verhältnis mit den notwendigen Metadateninformationen ausgewogen ist,
- die Objekte können in Beziehung zueinander stehen und
- der Standard kann leicht implementiert und erweitert werden [Bärwinkel, Dürrwald et al. 2006].

In der folgenden Übersicht (Tabelle 2.1) sind Metadaten-Standards, die sich für webbasierte Lernumgebungen eignen, dargestellt.

<b>Standard</b> <b>Merkmale</b>	<b>PAS 1045</b> (Publicly Available Specification)	<b>SCORM</b> (Shareable Content Object Reference Model)	<b>AIMD</b> (Aviation Industry Metadata Description)	<b>DC</b> (Dublin Core)	<b>LOM</b> (Learning Object Metadata)
Einsatzbereich	Dienstleistungen	Lern-technologien	Lern-technologien Content	Content	Content
Austausch	Weiterbildungs-Datenbanken	LMS, Lernumgebungen	WBT, CBT	Werke, Datenbanken	Repositories, Lernumgebungen
Umfang	Spezialisiert, mittel	Bündelung von Einzelstandards, hoch	Erweiterung von LOM, mittel	Nur Basisdaten, gering	Spezialisiert, gering
Didaktische Aspekte	Über PAS 1032-2 möglich	Didaktisch eingeschränkt, keine Nutzermodellierung	Didaktisch erweitert, keine Nutzermodellierung	Keine didaktischen Aspekte, keine Nutzermodellierung	Didaktisch eingeschränkt, keine Nutzermodellierung
Verbreitung	Gering (DE)	Hoch	Mittel	Hoch	Hoch
Implementationsaufwand	hoch	hoch	Mittel	Niedrig	Niedrig

Tabelle 2.1: Metadaten-Standards im Vergleich

### 2.3.6 Begriffsdifferenzierung über eine „Learning Object Terminology“

In der Literatur finden sich weitere Bezeichnungen für den Überbegriff Learning Objects, die sich auf spezialisierte Eigenschaften oder Funktionen dieser Objekte beziehen. Einen Versuch einer „Learning Object Terminology“ findet sich in [McGreal 2004]. McGreal unterscheidet mit Anlehnung an die LOM Definition für Learning Objects und [Merrill 2000] prinzipiell in „digital“ und „non digital“ Learning Objects. In dieser Arbeit ist der Fokus ausschließlich auf digitale LOs gerichtet. Einen Überblick über die wichtigsten und häufig verwendeten Bezeichnungen für digitale Lernobjekte liefern die folgenden Tabelle 2.2 und Tabelle 2.3.

Name / Kontext d. Verwendung	Eigenschaften und Einordnung
Raw Content Item (RCI) / Inhalte- speicherung, DB	Ein RCI bezeichnet die kleinst mögliche Inhalteinheit. Mehrere RCIs werden als Assets bezeichnet [Patricia Rogers, Gary Berg et al. 2009].
Reuseable Learning Atom (RLA) und Reuseable Information Atom (RIA)  Educational Object (EO) und Technical Object (TO) / Lernumgeb- ungen, LMS, Repositories	<p>[Uskov 2002] differenziert ein RLO in Reusable Learning Atoms (RLAs = „[...] is an elementary non-dividable piece of learning that is built upon a single learning objective.“) und Reusable Information Atoms (RIAs = “[...] is an elementary non-dividable piece of information that is built upon single information objective.“).</p> <p>[Baumgartner 2005] schlägt vor, das Lernobjekt als grundlegende Einheit nochmals zu strukturieren. Es wird hierbei in ein Educational Objekt (EO) und ein Technical Objekt (TO) unterschieden. RLA und EO sowie RIA und TO sind in etwa vergleichbar, wobei Baumgartner die didaktische Note des EO stärker betont. Unter diesem Aspekt soll etwas näher auf dieses Modell eingegangen werden.</p> <p>[Baumgartner 2005] schreibt dazu: „Im EO wird die gesamte didaktische Kontextinformation repräsentiert, also die Beschreibung der Arbeitsaufgabe und des Lernzieles. Das EO ist damit in gewisser Weise auch ein Informationsobjekt (IO), allerdings fachlich auf das pädagogische Ziel und deren didaktische Umsetzung spezialisiert.“ Das TO als fachliches Objekt [„technical“, engl. wird hier im Sinne von „fachlich“ verwendet] wird als Träger des reinen Lerninhaltes angesehen. Diese Strukturierung erscheint sinnvoll, wenn man als ein Ziel der Lernobjektdiskussion bedenkt, Information und Kontext getrennt zu verwalten [Schmidt 2004]. Das EO als „roter Faden“ für das TO erweitert den Content um (individuellen) Context. Der didaktisch geschulte Autor einer Lernumgebung bestimmt mittels EOs so individuelle Lernablaufpläne und Lernpfade. Dieses Konzept ist ebenfalls vielversprechend im Hinblick auf Lernerzentrierte, adaptive Umgebungen, die sich dem Lernstandsniveau bzw. Wissensstand [Gunner 2008] des Nutzers anpassen können.</p>
Reusable Learning Object (RLO)  Reusable Information Object (RIO) / LMS, Content, Online Courses	<p>Laut [Wiley 2000] wird ein RLO gegenüber einem allgemeinen LO dadurch abgegrenzt, dass es sich um eine beliebige, aber digitale Ressource, handelt, die webbasiertes Lernen unterstützt. Die Wiederverwendbarkeit schließt die RCIs, und die im RIO zusammenfassbaren TOs ein. RLO und RIO sind üblicherweise schon aggregierte Einheiten. Die Wiederverwendung solcher RLOs ist aufgrund der hohen Produktionskosten sowohl von der Industrie als auch den Bildungseinrichtungen gewünscht [Barritt 2000; Wuttke 2006]. Ein RLOs zeichnet weiterhin aus, dass es auf genau eine bestimmte Aufgabe konzentriert ist, es wird häufig der Vergleich mit einer „short lesson“ aufgeführt. Interessant ist die Idee der „7 ± 2“ enthalten Informationen, entspricht dies doch dem Stand des Wissens um die Merkfähigkeit des Kurzzeitgedächtnisses ([Seel 2003], S41). In [Barritt 2000] wird ein RLO wie folgt definiert: “Reusable Information Objects (RIOs) are supports the job task with knowledge needed built upon standardized templates and contains 7 ± 2 items or “building blocks” RIO are small blocks of information that are stored in database, used to communicate knowledge or skills and can be any media type from ASCII text to multimedia. RIO could be a concept, a process, a fact, a procedure or a principle.”</p> <p>Mit dieser Definition soll in der vorliegenden Arbeit weiterhin gearbeitet werden.</p>

Tabelle 2.2: Terminologie von Lernobjekten (Teil 1)

Name / Kontext d. Verwendung	Eigenschaften und Einordnung
Sharable Content Object (SCO) / LMS, Content	Der Begriff SCO wird im SCORM-Standard verwendet und beschreibt die Verwendung von einem oder mehreren Assets in einer „Collection“, welche von einem SCORM-kompatiblen LMS gestartet werden kann. Ein SCO stellt die kleinste nicht mehr teilbare Lerneinheit dar. Das SCO kann im Gegensatz zum Asset mit dem LMS über eine Skriptsprache kommunizieren. SCOs sollten, ähnlich wie RLOs, kleine Lerneinheiten darstellen, die in vielen Lernkontexten wieder verwendbar sind [Advanced Distributed Learning (ADL) 2009].
Semantic Learning Objects (SLO) / Semantisches Netz, Such- maschinen im Web 3.0	Ähnlich der Idee des semantischen Netzes, gibt es die Vorstellung der Anwendung von semantischen Webtechnologien bei der flexiblen Verwendung von Metadaten heutiger Lernobjekte [Salvador Sanchez und Sicilia 2004].  Diese Vision stellt hohe Ansprüche an vollständige und exakte Indexierung mittels Metadaten für Lernobjekte. Manuelle Metadateneingaben werden aufgrund von Zeitmangel und Aufwand gerne auf das Mindestmaß beschränkt [Friesen 2004]. Interessant sind hier in Zukunft Verfahren zur automatischen Merkmalsextraktion von Metadaten [Engelhardt, Hildebrand et al. 2005].
Smart Learning Objects (SLO) / LMS Interaktionen und Intelligente (Lern)Systeme	[Downes 2002] beschreibt seine Vision von “Smart Learning Objects” wie folgt: “We need to stop thinking of learning objects as chunks of instructional content and to start thinking of them as small, self-reliant computer programs. [...] When we think of a learning object we need to think of it as a small computer program that is aware of and can interact with its environment.”  Die Ansätze dazu bietet der SCORM-Standard, welcher erlaubt um ein Objekt (SCO) einen „Wrapper“ mit eingekapselten Funktionen zu programmieren, der mit dem LMS interagiert. Der Entwicklungsweg eines Lernobjektes vom reinem „Datenobjekt“ zum „intelligenten Interaktionsobjekt“ ist hier erstmals aufgezeigt.
Knowledge Objects / Lern- programme, Repositories, Content und Context	Knowledge Objects (Wissensobjekte) repräsentieren Arten von Wissen in vier unterschiedlichen Ausprägungen. In [Merrill 2000] werden diese Art Objekte wie folgt beschrieben: “Entities are things (objects). Actions are procedures that can be performed by a learner on, to, or with entities or their parts. Processes are events that occur often as a result of some action. Properties are qualitative or quantitative descriptors for entities, actions, or processes.”  Ein Wissensobjekt ist nach dieser Definition ein sehr präziser Weg, um Inhalte zu beschreiben und zu vermitteln. Die vier Komponenten bieten in dieser Interpretation von Lernobjekten einen befüllbaren Container an.
E-Learning Objects (ELO) / Lernprogramme	Der Begriff ELO ist eine Spezialisierung der Lernobjekte auf den elektronischen bzw. multimedialen Aspekt und die digitalen Merkmale [Knolmayer 2004]. Der Begriff ist wenig gebräuchlich und wird durch die fast ausschließliche Benutzung des allgemeinen Lernobjektbegriffs für digitale Lernobjekte überflüssig.
(Interactive) Multimedia Learning Objects / Lernprogramme	(Interactive) Multimedia Learning Objects bezeichnen Lernobjekte mit besonders hohem Interaktionsgrad und vielen multimedialen Elementen sowie einer Konzentration auf kognitive Lernprozesse und besondere Benutzerzentriertheit [Bradley und Boyle 2004].

Tabelle 2.3: Terminologie von Lernobjekten (Teil 2)

Ein erweitertes Modell eines typischen wiederverwendbaren Lernobjekts, welches sich in die hier konzipierte Lernumgebung einpassen lässt, wird vom Autor angelehnt an [Barritt 2000] und [Baumgartner 2005] wie folgt aufgestellt (s. Abbildung 2.5).

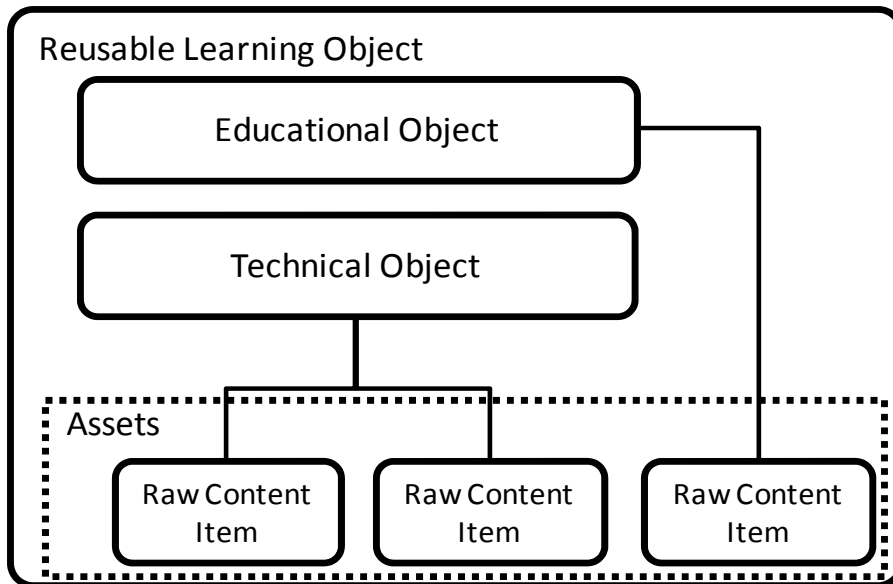


Abbildung 2.5: Modell eines typischen wiederverwendbaren Lernobjektes (RLO)

Es werden nach Tabelle 2.2 sogenannte Raw Content Items als kleinste nicht teilbare Inhaltseinheiten zugrunde gelegt. Diese bilden in Kombination miteinander das fachliche Objekt (TO). Ein RCI kann aber ebenso notwendig sein, um ein didaktisches Objekt (EO) zu beschreiben.

Die Zusammenfassung von Assets, Educational Objects und Technical Objects wird hier als Reusable Learning Object definiert.

### 2.3.7 Einordnung des RLO-Modells

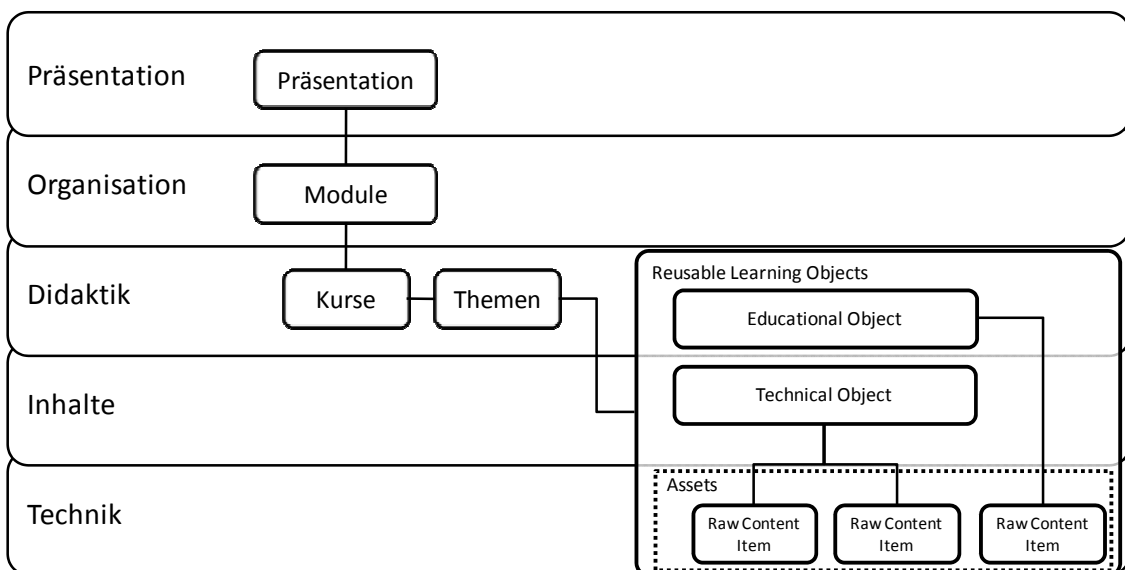


Abbildung 2.6: Einordnung eines RLO in das Schichtenmodell



Der Autor bildet nun das RLO-Modell auf sein bereits besprochenes Schichtenmodell der Lernumgebung ab (vgl. Abbildung 2.6). Durch diese neue Sicht ergeben sich interessante Einblicke. Das RLO ist in seiner Gesamtheit zunächst keiner Ebene direkt und allein zuordenbar. Die Assets kann man auf der Ebene „Technik“ abbilden und dort mittels angepasster Datenbank speichern und verwalten. Auf der Ebene „Inhalte“ muss dann schon eine erste Aggregation von Elementen erfolgen, um das Technical Objekt zu erzeugen. Das den Lernkontext beeinflussende Educational Object ist noch eine Abstraktionsebene höher in der Schicht „Didaktik“ zu verorten. Der Zusammenhang innerhalb eines RLO erstreckt sich auf diese drei Abstraktionsebenen. Kontext und Didaktik bestimmen auch die weitere Aggregation von RLOs zu einem bestimmten Thema oder ähnlichen überschaubaren Lernabschnitt. Mehrere Themen können dann zu einem Kurs gruppiert werden. Im nächsten Schritt kann man auf der Ebene „Organisation“ mehrere Kurse zu einem kompletten Modul oder einer eigenen fachlichen Umgebung zusammenfassen. Auf der Ebene „Präsentation“ wird festgelegt, wie, wo, wann und für wen ein Modul angeboten werden soll. Besonders die zielgruppengerechte Darstellung spielt hier eine wichtige Rolle.

## 2.4 Softwareentwicklungsprozess

Ein geeigneter methodischer Ansatz zur Entwicklung einer webbasierten Lernumgebung, welche letztendlich als komplexe Software aufgefasst werden kann, ist der Softwareentwicklungsprozess. Neben dem übergeordneten allgemeinen Prozess gibt es je nach Einsatzzweck unterschiedliche passfähige Prozessmodelle. Eine Modifizierung der Prozessmodelle und damit eine flexible Anpassung an die tatsächlichen realen Gegebenheiten ist in der Praxis häufig anzutreffen [Dahme und Hesse 1997, S.4].

### 2.4.1 Allgemeiner Softwareentwicklungsprozess

Der allgemeine Softwareentwicklungsprozess bzw. das allgemeine Vorgehensmodell zur Softwareentwicklung [Dahme und Hesse 1997, S.3] lässt sich in drei grundlegende Phasen einteilen (vgl. Abbildung 2.7). Diese drei Hauptphasen lassen sich durch Vorgehensmodelle in der Softwaretechnik beschreiben, sind aber z.B. auch im Bereich des Systems Engineering (SE) als Projektphasen [Haberfellner und Daenzer 2002, S.38] enthalten. Jede dieser Phasen kann entsprechend dem verwendeten Prozessmodell unterschiedlich stark ausgeprägte Teilprozesse enthalten.

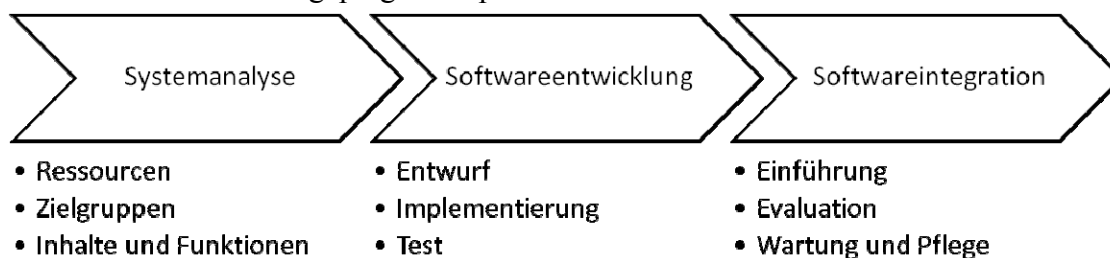


Abbildung 2.7: Allgemeiner Softwareentwicklungsprozess

In der ersten Phase werden Analysen z.B. zu Zielgruppen, Ressourcen, Plattformen, Inhalten, Strukturen oder Funktionen des zu entwickelten Systems durchgeführt. Oft werden diese Ergebnisse in Kriterienkatalogen oder Pflichtenheften festgehalten. Im Systems Engineering werden die Analysephasen in die Vorstudie, die Hauptstudie und die Detailstudie zerlegt, um so ein sehr komplexes System beschreiben zu können.

In der zweiten Phase wird die Software abhängig vom Prozessmodell grob und fein detailliert konzipiert sowie anschließend programmiert und getestet. Wichtige Detailkonzepte sind z.B. das Funktionskonzept, das Navigationskonzept, das Usabilitykonzept, das Konzept zum Hilfesystem, das Design-/Corporate-Identity-Konzept oder ein Templatekonzept. Der Systemtest kann durch umfangreiche Evaluationskonzepte auf technischer Seite und auf Anwenderseite gestützt werden. Im Systems Engineering wird die zweite Phase als Systembau bezeichnet, da sie sich nicht ausschließlich auf Software beschränkt, sondern auch auf reale Systeme.

Die letzte große Phase beinhaltet die Softwareintegration in den Anwendungszusammenhang. Das System muss u.a. bei der Zielgruppe eingeführt werden und es muss eine dem Lebenszyklus der Software angepasste Wartung und Pflege sichergestellt sein. Zusätzlich kann bei der Einführung eine erneute Evaluationsphase eingebunden werden, um Alltagsschwächen des Systems aufzudecken. Im Systems Engineering wird die Abschlussphase mit Systemeinführung, formeller Übergabe und dem Projektabschluss beendet, Wartung und Pflege sind hier ebenfalls vorgesehen.

#### **2.4.2 Prozessmodelle im Überblick**

Gebräuchliche Prozessmodelle sind z.B. das lineare Ablaufmodell, das Wasserfallmodell, das Spiralmodell und das Prototyping. Vor allem in Deutschland sind das V-Modell und das auf E-Learning-Entwicklung spezialisierte Vorgehensmodell ELQ (E-Learning Qualität) auf Basis der DIN PAS 1032-1:2004 anzutreffen. Daneben gibt es noch weitere Basismodelle, umfangreiche Rahmenmodelle mit Projektmanagementschnittstellen, Monumentale Modelle und die Agilen Modelle. Eine detaillierte Übersicht findet sich in [Balzert 2008, S.515-687].

Bei der Entwicklung einer webbasierten Lernumgebung sind zwei Prozessmodelle besonders interessant. Einmal das Prototyping (vgl. Abbildung 2.8), das schnell und frühzeitig zu verwendbaren Ergebnissen führt sowie das inkrementelle Modell, welches eine schrittweise Erweiterung der Funktionalität der Softwarekomponente erlaubt. Der größte Vorteil des inkrementellen Modells ist die Flexibilität, um auf kritische Spezifikationsänderungen während der Entwicklungs- und Auslieferungsphase reagieren zu können. Ein besonderes inkrementelles Modell ist das evolutionäre Prozessmodell, welches nicht nur eine Spezifikationsänderung erlaubt, sondern auch eine Anpassung der Zielsetzungen während der Konzeptionsphasen. Ein Vergleich des inkrementellen und des evolutionären Modells über den Verlauf der drei allgemeinen Softwareentwicklungsphasen ist in Abbildung 2.9 basierend auf [Jayaswal und C. Patton 2006] dargestellt.

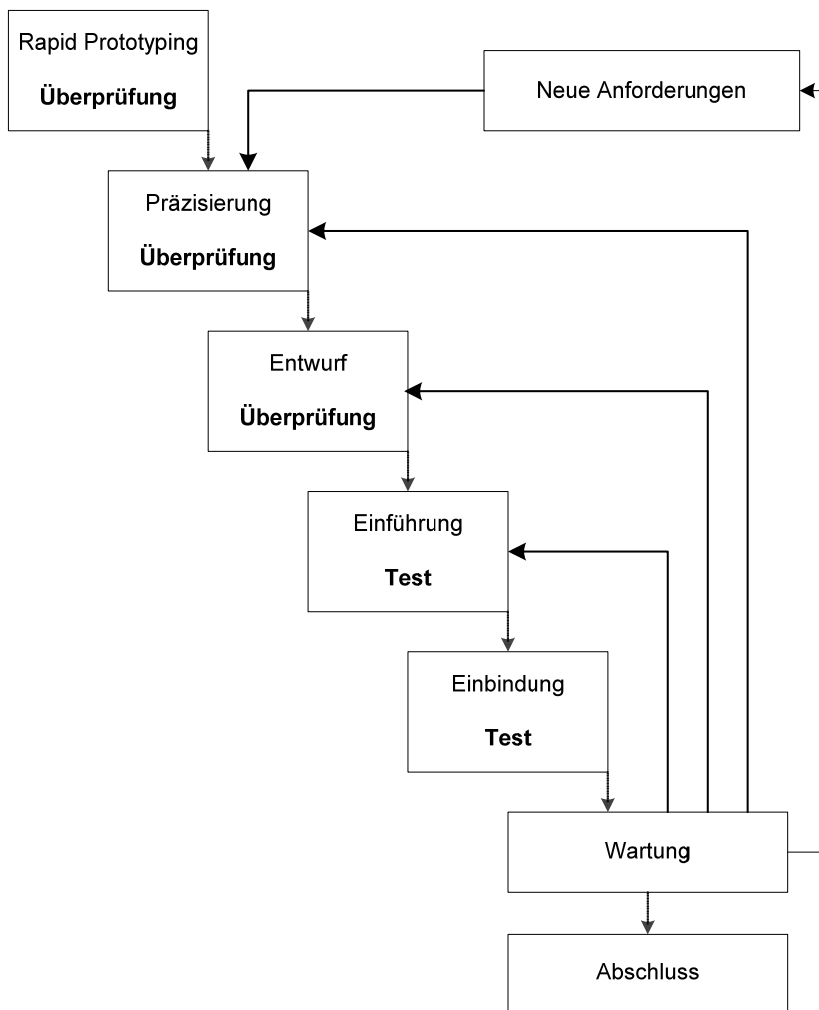


Abbildung 2.8: Prototyping Prozessmodell

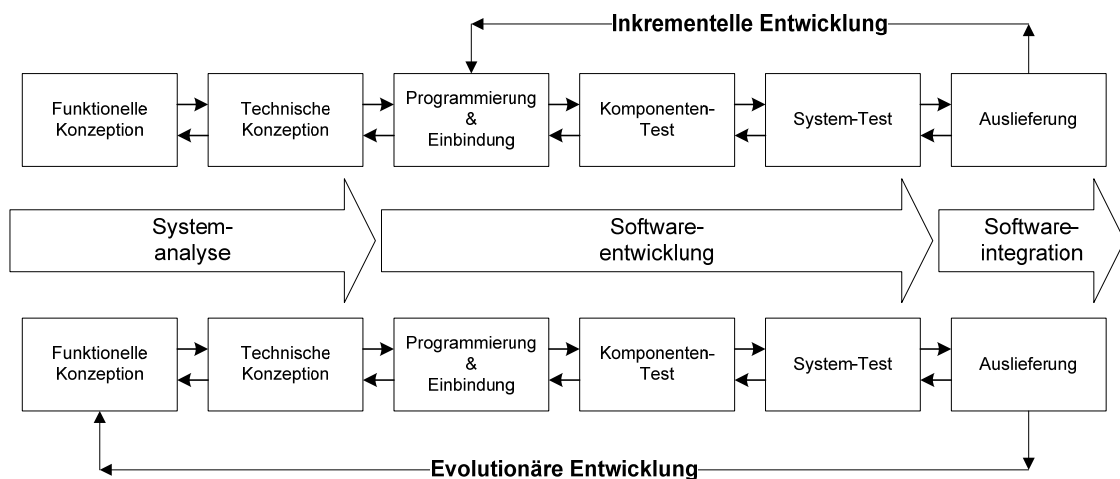


Abbildung 2.9: Inkrementelles und evolutionäres Prozessmodell im Vergleich

### 2.4.3 Objektorientiertes und komponentenbasiertes Programmieren

Objektorientiertes und komponentenbasiertes Programmieren bildet eine sinnvolle Grundlage für das im Abschnitt 2.3.7 und 2.3.8 gebildete Modell eines typischen wiederverwendbaren Lernobjektes (RLO). Die Objektorientierung beim Programmieren (OOP) und die komponentenbasierte Softwareentwicklung [Griffel 1998] sowie der Einsatz von Lernobjekten [IEEE 2002, S.5] basieren alle auf der Idee der Wiederverwendung von Programm- oder Inhaltselementen durch jeweils definierte Schnittstellen. Wurde ein Lernobjekt also bereits auf Basis des OOP entwickelt oder aus Softwarekomponenten aggregiert, entspricht dies der gewünschten Funktionalität der Wiederverwendbarkeit auf der technischen Ebene (vgl. Abbildung 2.6).

## 2.5 Datenbanktechnologien und ihre Eignung zur Speicherung von komplexen Lerninhalten

„Ein Datenbanksystem besteht aus der Datenbasis, in der die Daten abgelegt werden, und den Datenverwaltungsprogrammen (Datenbanksoftware, Datenbankmanagementsystem (DBMS)), die die Daten entsprechend den vorgegebenen Beschreibungen abspeichern, auffinden oder weitere Operationen mit den Daten durchführen.“ (Duden Informatik)

In [Neundorf 2002] wurden DBMS unter dem Blickpunkt der möglichen Speicherung von hierarchisch strukturierten Daten in Form von Textdaten untersucht. Diese Daten können mittels XML, speziell X3D<sup>14</sup>, beschrieben werden. Da es mit dem „IEEE Standard for Learning Technology-Extensible Markup Language (XML) Schema Definition Language Binding for Learning Object Metadata“ [IEEE 2005] ebenfalls möglich ist, Lernobjekte in XML Datenstrukturen abzubilden, wurde untersucht, inwiefern verschiedene DBMS in der Lage sind, Learning Objects zu speichern, zu verwalten und Zugriffsmöglichkeiten zu knotenbasierten Dokumenten anzubieten.

Die Wahl des DBMS hängt sehr stark von der zu verwaltenden Struktur und dem Umfang der zu verarbeitenden Daten ab. Hat man sehr homogene Daten, die eventuell schon selbst einem (XML) Standard entsprechen bietet sich ein XML-DBMS an. Sind die Daten dagegen sehr heterogen, unstrukturiert, nicht standardisiert und gilt es, eine Menge an verschiedensten Datentypen zu verwalten kann ein OO-DBMS<sup>15</sup> oder ein RDBMS<sup>16</sup> vorteilhafter sein. Probleme können sich ebenfalls ergeben, wenn man Daten verwalten will, für die es z.B. keinen oder noch keinen XML-Standard gibt. Will man diese Daten in einem XML-DBMS ablegen, geht dies nur als BLOB<sup>17</sup>, also für

---

<sup>14</sup> X3D (Extensible 3D) ist eine auf XML basierende Beschreibungssprache für 3D-Modelle, die in einem Internetbrowser angezeigt werden können

<sup>15</sup> Objekt orientiertes DBMS

<sup>16</sup> Relationales DBMS

<sup>17</sup> Binary Large Object

Menschen nicht lesbaren Code. Dies läuft allerdings den Bestrebungen des XML-Standards zuwider, Code zu produzieren und zu verarbeiten, der von Menschen lesbar ist, denn „XML documents should be human-legible and reasonably clear“ [W3C 2008]. Zunächst als Binärdaten eingefügte Daten müssen, falls es einen entsprechenden XML-Standard im weiteren Verlauf gibt, mühevoll standardkonform ersetzt werden. Ob sich dieser Aufwand lohnt, ist in einer vorherigen Konzeption sorgsam einzuschätzen. Weitere Kriterien und im Vorfeld zu klärende Fragen zum Aufbau eines XML-DBMS finden sich in [The XML Guild 2006].

## 2.6 Contentproduktion

„Content (engl. Inhalt) bezeichnet Informationen, in strukturierter, schwach strukturierter (semistrukturierter) und unstrukturierter Form, die in elektronischen Systemen zur Nutzung bereitgestellt werden. Die Informationsobjekte selbst umfassen Inhalt, Struktur und Metadaten.“ ([Kretzschmar und Dreyer 2004], S.18).

Die in der Definition genannten Informationsobjekte werden mit den bereits besprochenen digitalen Lernobjekten gleichgesetzt. In dieser Arbeit wird ausgehend von der Definition von Kretzschmar unter Contentproduktion die Erstellung von digitalen Medieninhalten, ihre Strukturierung und die Vergabe von entsprechenden Metadaten verstanden. Die Contentproduktion ordnet sich dem herausgearbeiteten Verständnis von Reusable Learning Objects unter und beinhaltet so auch Verknüpfungen mit entsprechender Didaktik.

Einige besondere Merkmale von Lernobjekten in ingenieur-wissenschaftlichen Bereichen erfordern entsprechendes Wissen und entsprechende Technologie bei deren Erstellung. Als Beispiele soll hier kurz auf die Lernobjektgruppen Aufgaben und Visualisierungen eingegangen werden. Sowohl Aufgaben als auch Visualisierungen setzen sich aus kleineren medialen Grundeinheiten zusammen. Eine Aufgabe z.B. besteht in vielen Fällen aus Text, Textsonderzeichen (Symbolen), Grafiken (Diagrammen, Graphen, Formeln oder nicht als Text darstellbare Symbole), seltener aus A/V-Elementen oder interaktiven Objekten. Besondere Visualisierungen sind z.B. Formeln, Schaltbilder, 2D/3D-Modelle, Diagramme aber auch Tabellen.

Für jedes dieser Raw Content Items ist ein spezialisiertes Werkzeug notwendig. Diagramme und Graphen werden mit den entsprechenden Ingenieurwerkzeugen berechnet und dann in Formate exportiert, die weiterverarbeitet werden können. Auch für einen hochwertigen Formelsatz sind eigene Werkzeuge notwendig, ebenso wie für Schaltbilder und andere spezielle Visualisierungsarten. Neben der Produktion sind auch Verarbeitungsprozesse und -ketten sowie Strategien zur Wiederverwendung und Speicherung zu berücksichtigen. Gerade bei hoch spezialisierten Produktionsschritten ist es zu empfehlen, Autoren(teams) und Produzenten-/Entwickler(teams) zu trennen [Auinger, Auinger et al. 2007]. Ein fachlich versierter Autor für Inhalte wird in den

seltensten Fällen über die komplette Gestaltungs-, Programmier-, und Technologiekompetenz verfügen wie ein spezialisierter Contentproduzent oder Entwickler (Firma oder einzelne Person), um ein Lernobjekt aus seinen idealtypischen Vorstellungen zu erstellen. Andererseits wird kein noch so guter Contentproduzent bzw. Entwickler allein in der Lage sein, fachlich und didaktisch hochwertige Lernobjekte schnell und in hoher Qualität herzustellen. Eine Arbeitstrennung ist hier sinnvoll, ebenso wie eine überdurchschnittliche Kommunikation und Teamwork innerhalb der Gruppe und zwischen den beiden Gruppen. Als Leitspruch könnte hier stehen: „Aus Lehrerfahrungen werden im interdisziplinären Team wiederverwendbare Lernobjekte in didaktischen Szenarien“. Lernobjekte kann man so auch als „digital verewigte“ inhaltliche und didaktische Erfahrung auffassen (vgl. Abbildung 2.10).

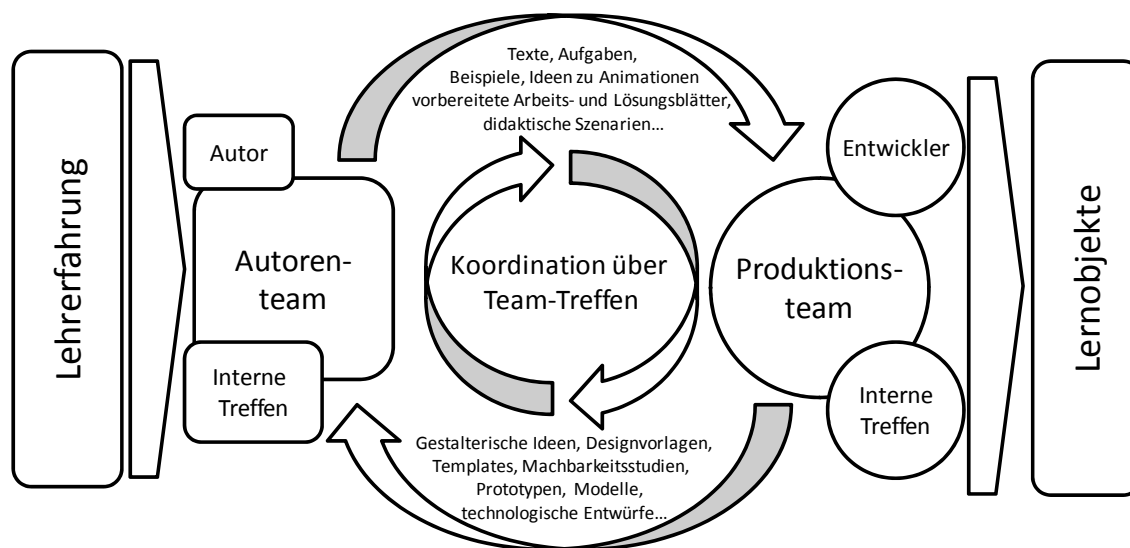


Abbildung 2.10: Von der Lehrerfahrung zum Lernobjekt

## 2.7 Lehr- und Lernformen im ingenieur-wissenschaftlichen Bereich

Wie unter „Was ist eine webbasierte Lernumgebung?“ ausgeführt, besteht der Lernraum Universität aus den klassischen „Säulen der Lehre“ mit den Lehr-/Lernformen Vorlesung, Übung, Praktikum/Laborarbeit und dem Selbststudium. Eine moderne Ingenieurausbildung muss hier den geänderten Studienrahmenbedingungen, Anforderungen der Studierenden an eine universitäre Lehre und die technologische Weiterentwicklung berücksichtigen [Wissenschaftsrat 2008]. Ein erster Schritt wird hier bereits vor dem eigentlichen Studienbeginn mittels sogenannter Studium-Eignungstests [Ruhr-Universität Bochum 2009; RWTH Aachen 2009; TU9 German Institutes of Technology 2009; Verbundes Norddeutscher Universitäten 2009] vollzogen. Dort können sich Schüler und Schülerinnen in eAssessment- bzw. Self-Assessment-Systemen individuell auf ihre Eignung für bestimmte Studienrichtungen testen lassen und ihre eigenen Vorstellungen mit den Test-Ergebnissen vergleichen. Solche Systeme gibt es mittlerweile in vielerlei Form mit Namen wie Study-Finder, Borakel oder „was-studiere-ich.de“, die von umfangreichen Inhalte- und Psychologietests bis zum 20min-Schnelltest ein breites

Spektrum an eAssessment-Formen anbieten. Ein solches „Pre-eAssessment“ ist zu begrüßen, gibt es doch dem Interessenten ungefähre Orientierungsmöglichkeiten und bei einigen Systemen geeignete Studierempfehlungen mit [Zimmerhofer, Heukamp et al. 2006].

Die Vorlesung als noch bestimmendes Zentrum der Inhaltsvermittlung kann auf verschiedenste Weisen mit Medieneinsatz unterstützt werden. Fast zum Standard gehören audiovisuelle Aufzeichnungen des Dozenten und seiner Präsentation und die Bereitstellung und Archivierung auf entsprechenden Hochschulseiten [Fredrich, Neundorf et al. 2004]. Aber auch die Verwendung von verschiedensten Medien innerhalb einer Vorlesung ist keine Besonderheit mehr. Hier reicht der Einsatz von Software (z.B. CAS) über Videos bis zu interaktiven Simulationen als didaktisches Gestaltungsinstrument der Lehre. Vorlesungen als auch Rechenübungen bzw. Seminare können begleitend durch Ergänzungskurse auf Lernplattformen unterstützt und erweitert werden [Neundorf 2008]. Selbst die theoretische und praktische (virtuelle) Vorbereitung auf Aufgaben, die dann im Laborpraktikum umgesetzt werden müssen, ist durch die technologischen Möglichkeiten umsetzbar. Instrumente, einzelne Versuche und ganze Labore lassen sich mittlerweile simulieren oder als virtuelle Realität modellieren und zur Überprüfung von theoretischem Wissen sowie Handlungswissen einsetzen [Neundorf, Yakimchuk et al. 2006b]. Detaillierte Informationen zu didaktischen Szenarien an Hochschulen mit Bezug zu E-Learning finden sich im „Referenzrahmen zur Qualitätssicherung und -entwicklung von eLearning-Angeboten“ [Schulmeister, Mayrberger et al. 2008].

Zukünftig sollte das klassische Modell der ingenieur-wissenschaftlichen Ausbildung z.B. um eine „Querverstrebung“ der „Säulen der Lehre“ erweitert (vgl. Abbildung 2.11) und damit die Inhalte dieser Lehr-/Lernformen besser verfestigt werden. Erreicht werden könnte dies mit einem studienbegleitenden eAssessment-System [Dippel 2008; Rüdell 2008]. Neben eAssessment gibt es natürlich noch mehr Möglichkeiten einer Verbesserung des Ausbildungsmodells, wie z.B. verstärkte Online-Betreuung, Schaffung von virtuellen Lernräumen mit Langzeitarchivierungsfunktionen der Inhalte, Etablierung von Studien- oder Hochschulportalen, Schaffung von Bonus- und Anreizsystemen sowie problembasiertes und fallbasiertes Lernen, um nur einige wenige Ansätze zu nennen.

Das eAssessment ist allerdings technologisch reizvoll und bietet sowohl schnelle als auch konkrete Rückmeldungsmöglichkeiten für die Studierenden und die Lehrenden. Ebenfalls ist eine Einbindung in bestehende Systeme, wie Lernumgebungen oder LMS realisierbar.

Mit eAssessment ist die Möglichkeit gegeben, fachliche Inhalte und Kompetenzen aus den Bereichen Vorlesung, Übung und theoretische Inhalte des Praktikums zur Vorbereitung und Verstetigung von Wissen zu überprüfen sowie dem Studierenden zeitnah die Möglichkeit einer individuellen Lernstandsermittlung zu bieten.

Nach [Slawik 2008] wird Kompetenz beschrieben mit: „Der Begriff Kompetenz zielt dabei darauf ab, das Aneignen von Wissen auf Vorrat zugunsten des Erwerbs allgemeiner Kompetenzen beispielsweise zur eigenständigen Aneignung von Wissen zu verschieben. Schlüsselqualifikationen geraten dabei zunehmend auch für die Ausbildung von Ingenieuren und Informatikern ins Blickfeld.“

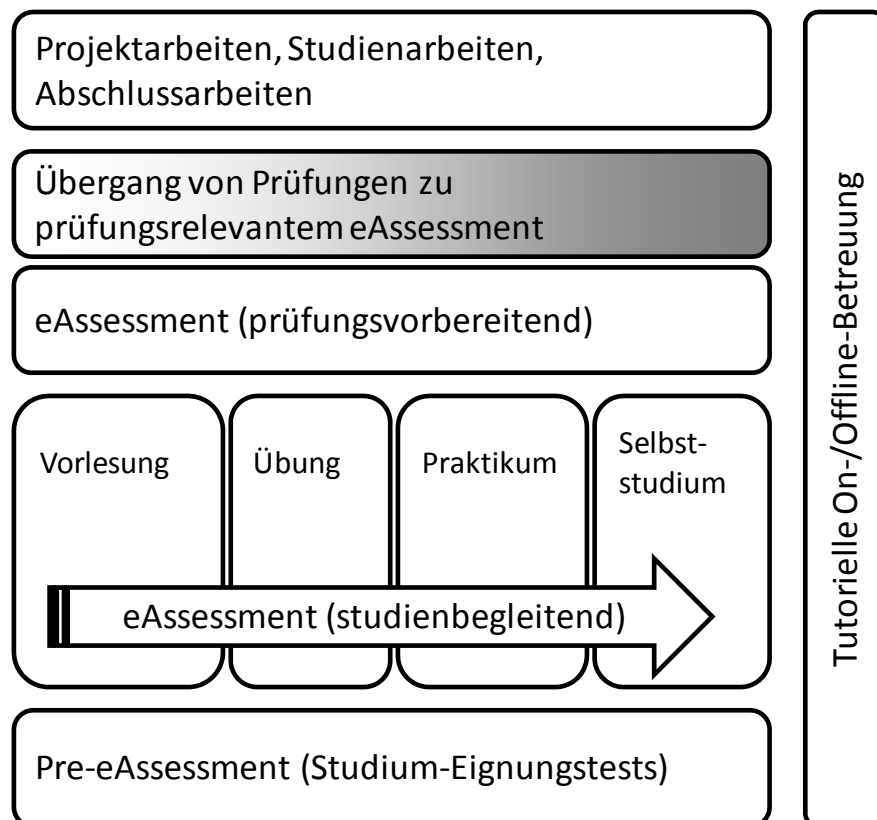


Abbildung 2.11: Um eAssessment erweitertes Modell der ingenieur-wissenschaftlichen Ausbildung

Durch die Möglichkeiten der Bachelorprüfungsordnungen zur Bonuspunktevergabe<sup>18</sup> für die Lösung semesterbegleitender Studienleistungen, könnte ein entsprechender Anreiz bei den Studierenden zur intensiven dauerhaften Nutzung solcher Systeme während des gesamten Semesters geschaffen werden [Neundorf 2008].

Besonders prüfungsvorbereitende Self-Assessment-Systeme sind geeignet, um Studierende zu motivieren, sich intensiv mit bestimmten Thematiken auseinanderzusetzen. Gerade im ingenieur-wissenschaftlichen Bereich sind das Lösen von Rechenaufgaben und die folgende Ergebnisüberprüfung ein wichtiger Bestandteil des Lern- und Erkenntnisprozesses und der Vorbereitungsstrategie auf kommende Prüfungen. Individuelle Aufgabenzusammenstellungen, unmittelbare Rückmeldungen,

<sup>18</sup> §13 (4) BPO-AB „Insbesondere können Bonuspunkte vergeben werden für während des Semesters erbrachte Studienleistungen; dies jedoch maximal bis zu einem Wert von 30 von Hundert der Gesamtbewertung der Prüfung.“ (Technische Universität Ilmenau: *Prüfungsordnung. Allgemeine Bestimmungen – für Studiengänge mit dem Studienabschluss „Bachelor“*. 2008 S.10, Stand 21.11.2008)



ausführliche Statistiken und simulierte inhaltliche und zeitliche Prüfungsrahmenbedingungen sind nur einige entscheidende Argumente für die Einführung solcher Systeme [Dippel und Yakimchuk 2009].

Ebenso zeigen eAssessment-Systeme z.B. an der Universität Bremen [Bücking 2008] oder der Medizinischen Universität Graz [TELERAT GmbH und Hartlep 2006], dass es genügend lohnende Anwendungsszenarien für eAssessment als Ersatz für klassische Papierprüfungen gibt. Hier findet momentan ein Paradigmenwechsel der Prüfungskultur an Hochschulen und insbesondere in den Ingenieurwissenschaften<sup>19</sup> [ETH Zürich 2008; Universität Gießen 2009] statt.

Zur begleitenden Online-Betreuung von Studierenden mit entsprechenden Kommunikations- und Kooperationstechnologien muss im Vorfeld eine genaue didaktische und personelle Planung erfolgen. Natürlich sollte das Lernen in kleinen Gruppen auf persönlicher Ebene an erster zu fördernder Stelle stehen. Es findet sich kein entscheidender Grund, das virtuelle gemeinsame Lernen einem realen „Notebook-Come-Together“ vorzuziehen. Trotz aller technischen Hilfsmittel der heutigen Lernumgebungen und Lernplattformen ist die Offline-Gruppenarbeit in den Punkten Arbeitsgeschwindigkeit, Unkompliziertheit und unmittelbare Face-to-Face Kommunikation (verbal, nonverbal, Blickkontakt, räumliche Nähe, Zeitverlauf) nicht zu übertreffen. Konkrete Beispiele dazu finden sich in [Neundorf, Yakimchuk et al. 2005]. Zu Determinanten einer gelungenen Kommunikation siehe [Dittler 2003].

Während eines realen Seminars ist das Verhältnis von Studierenden zu Dozenten in der Regel als überschaubar zu bezeichnen, d.h. die Studierenden haben jeweils eine Beziehung zu „ihrem“ Dozenten. Die Beziehungssituation in einer virtuellen Gruppe ist eine andere. Ein Dozent muss alle „seine“ Studenten mindestens einmal bewerten und ihre Arbeiten kommentieren. War es in der ersten Situation so, dass sich der Dozent nur bei gewünschter Konsultation intensiver mit den Arbeiten eines Studierenden befasste, so muss er im Szenario virtuelle Lerngruppen mit begleitender Online-Betreuung alle Studierenden zumindest einmal bewerten oder kontaktieren. Dies bedeutet für den Dozenten einen erheblichen Mehraufwand an Zeit. Daraus ist abzuleiten, dass eine intensiv betreute virtuelle Lerngruppe insgesamt nicht größer als eine reale Lerngruppe sein darf. In diese Überlegungen sind bei detaillierter Planung noch Zeit-Betrachtungen zu Betreuungsszenarios wie z.B. Chatkonsultationen, Audio-/Videokonferenzen, Sofortnachrichten, Forums-/Blogaktivitäten, Verfassen von Pinnwandeinträgen und Gruppen-E-Mails einzubeziehen.

Es ist also im Sinne einer abschätzbaren Arbeits- und Zeitbelastung genau abzuwägen, wann eine zusätzliche Betreuung sowohl für die Studierenden als auch den Dozenten Chancen hat akzeptiert zu werden, welche Szenarien mit welchen Kommunikations- und Kooperationstechnologien unterstützt werden sollen und wie intensiv die persönliche Betreuung ausfallen kann.

---

<sup>19</sup> u.a. für Mathematik, Physik und Biologie

## 2.8 Kommunikations- und Kooperationstechnologien

### Was sind ingenieur-wissenschaftliche Anforderungen an Kommunikations- und Kooperationstechnologien?

Einige ingenieur-wissenschaftlichen Anforderungen an Kommunikations- und Kooperationstechnologien ergeben sich aus dem Selbstverständnis der Wissenschaftsdisziplin Ingenieurwissenschaften. Es müssen demnach technologische Voraussetzungen geschaffen werden, die z.B. die Vermittlung von mathematischen, physikalischen, chemischen und technischen Inhalten, Zusammenhängen und Kompetenzen zur Umsetzung von Wissen in anwendungsorientierte Ergebnisse unterstützen. Die Kommunikation erfolgt hauptsächlich durch die „Sprache der Techniker und Ingenieure“: durch Formeln.

Formeln vermitteln als grafischer Ausdruck einen Sachverhalt, einen Zusammenhang oder eine Regel. Somit sind standardkonforme Werkzeuge zur Erzeugung, Manipulation, Austausch, Speicherung und Archivierung von Formeln notwendig. Wie in anderen Wissenschaftsdisziplinen auch werden häufig Visualisierungen aller Art und Texte eingesetzt. Einige spezielle Visualisierungen wie z.B. Schaltbilder oder 3D-Modelle erfordern spezialisierte Werkzeuge und können technisch nur sehr aufwändig in webbasierte Lernumgebungen integriert werden [Cui 2008].

*Die folgende Darstellung (vgl.*

Abbildung 2.12) soll zeigen, in welchen Ebenen die Kommunikations- und Kooperationstechnologien und ihre entsprechenden Szenarien im Modell einer Lernumgebung verortet werden können. Auf der Ebene Technik sind die Kommunikations- und Kooperationstechnologien wie z.B. E-Mail, Mailinglisten, Chat/IM, A/V-Konferenz, Shared Workspaces, Lernräume, Online-Whiteboard, Wiki, Blog, Communities, File Sharing und RSS-Newsfeeds [Yakimchuk und Neundorf 2005] als einige interessante Technologieansätze ausgewählt. Auf der Ebene Didaktik sind als erfolgversprechende Kommunikations- und Kooperationsszenarien beispielhaft Virtuelle Seminare [Neundorf, Yakimchuk et al. 2005; Neundorf 2008], Virtuelle Labore [Neundorf, Yakimchuk et al. 2006b], Teleteaching, Teletutoring, Shared Workspaces, Computer Supported Collaborative Work (CSCW) [Yakimchuk und Neundorf 2005] und Peer-Review aufgeführt.

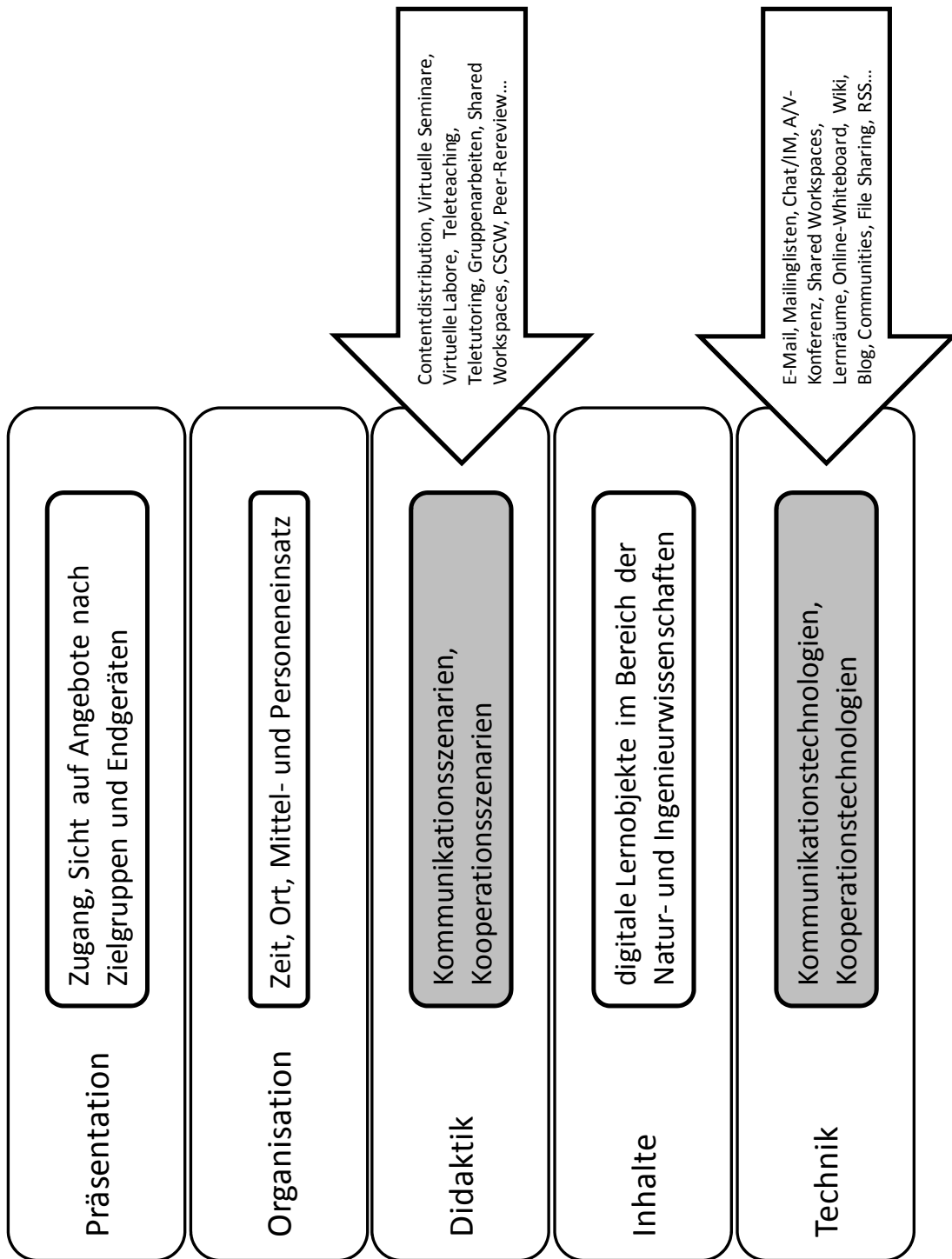


Abbildung 2.12: Verortung von Kommunikations- und Kooperationsstechnologien

## 3 Stand der Technik webbasierter Lernumgebungen in ingenieur-wissenschaftlichen Disziplinen

### 3.1 Kriterienkataloge

Mit Kriterienkatalogen kann schnell und mit geringem Ressourcenaufwand ein Produkt oder Service unter bestimmten Gesichtspunkten aus den Bereichen Technik, Inhalte, Didaktik, Organisation oder Präsentation untersucht, kategorisiert, bewertet und verglichen werden. Es gibt bereits sehr umfangreiche Kriterienkataloge mit teils über 500 Kriterien oder Fragen für E-Learning-Angebote mit jeweils unterschiedlichen Schwerpunkten und Intentionen, vgl. „3.3.3 Expertenbeurteilungen durch Kriterienkataloge“ in [Meyer 2008] sowie „9 Kriterienkataloge“ und „10 Erstellung eines praxisrelevanten Kriterienkatalogs“ in [Rugen 2004]. Neben den offensichtlichen Vorteilen gibt es auch einige systembedingte Nachteile bei der Arbeit mit Kriterienkatalogen. Laut Baumgartner in [Issing und Klimsa 2002b, S.431-432] liegen die Nachteile in der letztlich nie erreichbaren Vollständigkeit, in fehlenden oder strittigen Bewertungsverfahren sowie in der theoretischen Orientierungslosigkeit bei der Kriterienauswahl. In dieser Arbeit soll der oft üblichen isolierten Betrachtung von zu vielen Einzelaspekten anhand zu vieler, zu detaillierter Kriterien ein gesamtheitlicher, zielgerichteter Überblick entgegengesetzt werden.

Der Stand der Technik webbasierter Lernumgebungen in ingenieur-wissenschaftlichen Disziplinen soll in dieser Arbeit durch einen vom Autor entwickelten Kriterienkatalog analysiert werden. Ein eigens entwickeltes Instrument ist sinnvoll, um ein geschlossenes Verständnis über jene Aspekte von webbasierten Lernumgebungen im Bereich der Ingenieurwissenschaften zu geben, die in dieser Arbeit thematisiert werden. Es wird dabei eine Einschätzung der Kriterien vorgenommen, aber keine Gewichtung, da unterschiedlichen Fächer mit unterschiedliche Lehr/Lernszenarienschwerpunkte verglichen werden. So gibt es als Ergebnis der Stand-der-Technik-Analyse keine „Gewinner/Verlierer nach Punkten“, sondern differenziert beschriebene und vergleichend dargestellte Lernumgebungen.

#### Prozess der Analyse



Abbildung 3.1: Schematische Darstellung des Analyse-Prozesses

Der Prozess der Stand-der-Technik-Analyse durchläuft vier Phasen (vgl. Abbildung 3.1: Schematische Darstellung des Analyse-Prozesses). Als erstes wurde eine Auswahl der für die Arbeit relevanten ingenieur-wissenschaftlichen Disziplinen getroffen, in denen die Analyse zu webbasierten Lernumgebungen durchgeführt werden sollte. Dazu wurden die naturwissenschaftlichen Fächer Mathematik, Physik, Elektrotechnik und Maschinenbau ausgesucht. Ein zusätzlicher Überblick wurde auf zwei artverwandte Fächer gegeben. Die Fächer Chemie und Medizin wurden ausgewählt, da hier ebenfalls sehr umfangreiche naturwissenschaftliche Inhalte zum Lehr- und Lernstoff gehören.

Im nächsten Schritt wurde die Entwicklung eines Kriterienkatalogs auf Basis des Modells einer Lernumgebung (vgl. Kap. 2.2) durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden Indikatoren zu den einzelnen Schichten (Technik, Inhalt, Didaktik, Organisation, Präsentation) ermittelt und diese in Kriterien umgesetzt. Einige Kriterien sind bereits veröffentlichten Kriterienkatalogen oder Empfehlungen zu Untersuchungen von E-Learning entnommen, andere wurden aufgrund des aufgestellten Modells zur Lernumgebung entwickelt. Die Details zur Kriterienfindung für die Schichten des Modells folgen im nächsten Abschnitt.

Die Findung und Auswahl der analysierten Lernumgebungen erfolgte über mehrere Wege. So wurden gezielt die Förderdatenbanken der NMB<sup>20</sup>-Projekte und BMBF-Projekte abgefragt sowie auf den Seiten des BIBB [Bundesinstitut für Berufsbildung 2009] recherchiert.

Weiterhin wurden die Referenzbeispiele und Inhalte der Projektdatenbank auf e-teaching.org mit einbezogen. Zusätzlich wurde eine Erhebung zu Verbundprojekten mit Schwerpunkten webbasierte Lernumgebungen und entsprechenden Veröffentlichungen durchgeführt. Es wurden überwiegend Projekte der deutschsprachigen Länder untersucht. Dies ist in der Vergleichbarkeit des Bildungssystems in den untersuchten Bereichen begründet. Als ergänzende Vergleichsobjekte wurden aber ebenfalls einige internationale Lernumgebungen mit Referenzcharakter hinzugezogen.

Nach der Auswahl der Lernumgebungen erfolgte die systematische Untersuchung entsprechend des Kriterienkataloges.

Abschließend wird eine Zusammenfassung der Besonderheiten für die einzelnen Disziplinen und für die Gesamtheit der deutschsprachigen Lernumgebungen herausgearbeitet.

---

<sup>20</sup> Neue Medien in der Bildung

## 3.2 Entwicklung eines Kriterienkatalogs auf Basis des Schichtenmodells einer webbasierten Lernumgebung

Im Kapitel 2.2 wurde der Aufbau einer webbasierten Lernumgebung als Schichtenmodell beschrieben. Diesen Schichten wurden nun Kriterien zugeordnet, die eine besondere Relevanz für dieses Modell haben.

### 3.2.1 Kriterien der Ebene Technik

Auf der Ebene der Technik sind aus Nutzersicht die Merkmale

- Verfügbarkeit,
- Technologieschwelle und
- verwendete Technologien

zu analysieren.

Mit Verfügbarkeit ist hier die grundsätzliche Verfügbarkeit bzw. Erreichbarkeit nach Projektende gemeint, also ob die Lernumgebung die Projektdauer „überlebt“ hat. Gleichzeitig wird nach der Art der Verfügbarkeit gefragt, daher wie die Lernumgebung verfügbar ist. Mit Bezug auf eine Webbasierung der Lernumgebungen und des leichten Zuganges ist eine Online-Verfügbarkeit eine erforderliche Voraussetzung.

Die Technologieschwelle beschreibt, welche technischen Voraussetzungen notwendig sind, um ein Angebot nutzen zu können. Es wurde in drei Stufen unterschieden, wobei die erste Stufe bedeutet, dass die Technologieschwelle niedrig ist, da man nur einen gängigen Browser mit JavaScript-Unterstützung und Flash benötigt. Die Durchdringung des Flash-Plugins am Browsermarkt ist nahezu hundertprozentig<sup>21</sup> und wird daher nicht als Merkmal erfasst [Adobe Systems Incorporated 2009a]. Die mittlere Stufe setzt einen Browser mit bestimmten Plugin, wie z.B. ShockWave oder einem Java Runtime Environment, voraus. Die höchste Stufe der Technologieschwelle beschreibt den Umstand, dass man zwingend einen bestimmten Browser mit bestimmten Plugins benötigt, wie z.B. Internet Explorer Version 6 und MathPlayer Plugin. Die Bestimmung der verwendeten Technologien bezieht sich zunächst auf die Systemseite der verwendeten Plattform. Dies kann ein Lerncontentmanagementsystem (LCMS), ein Lernmanagementsystem (LMS), ein Datenbanksystem (DBMS) oder eine bestimmte Client/Server-Architektur sein. Ähnliche, meist noch erheblich detaillierte Kriterien zu Technologien finden sich in allen Kriterienkatalogen vgl. z.B.[DIN EN ISO 9241-151 2008, S.45-46]. Die Einschränkungen erfolgten in dieser Arbeit auf wesentliche Merkmale, die einen problemlosen Zugriff auf die Webarchitektur der Lernumgebung und eine Verarbeitung der angebotenen Inhalte mit einem Standard-PC oder Notebook ermöglichen. Merkmale rund um Systeminstallation und Systemkonfiguration etc. erübrigen sich im Normalfall bei webbasierten Anwendungen.

---

<sup>21</sup> 99,7% für Flash Player 8 und 93,5% für Flash Player 10 mit steigender Tendenz

### 3.2.2 Kriterien der Ebene Inhalte

Für die Beurteilung der Ebene Inhalte wurden fünf Kriterien herangezogen. Dazu gehören

- die Standardkonformität,
- der Grad der Wiederverwendbarkeit,
- der Grad der Medialität,
- die Mehrsprachigkeit sowie
- verwendete Technologien und Formate

der Inhalte.

Die Inhalte werden auf das Kriterium der Konformität bei E-Learning-Standards (vgl. Kap. 2.3) hin untersucht, um damit die grundsätzliche Möglichkeit für eine Wiederverwendung festzustellen. Der Grad der Wiederverwendbarkeit wird dann im nächsten Schritt als extra Kriterium ermittelt.

Zu beurteilen war, ob die Inhalte so modular erstellt wurden, dass man Teile davon als einfaches Lernobjekt, als komplexeres Reuseable Learning Object oder IMS Content Package wiederverwenden kann. Der Grad der Wiederverwendbarkeit wurde in drei Stufen unterschieden. Die erste Stufe („niedrig“) bedeutet, dass es keine Möglichkeit zur unmittelbaren Wiederverwendung gibt bzw. dass zur Nachnutzung eine sehr aufwändige manuelle Bearbeitung der Inhalte erforderlich ist. Die Einordnung in Stufe Zwei („teilweise“) beinhaltet, wenn eine Wiederverwendung vorgesehen ist und unterstützt wird, aber Anpassungen zur weiteren Nutzung in anderen Kontexten durchgeführt werden müssen. Die höchste Stufe („hoch“) wird erreicht, wenn durch Standards ein problemloser Transfer von einzelnen oder komplexen Lernobjekten (LOM), thematischen Modulen (IMS-Paket) oder ganzen Kursen (SCORM) möglich ist.

Die Beurteilung der Standardkonformität und der Grad der Wiederverwendbarkeit sind Kriterien, die im Vergleich zu anderen Beurteilungskategorien in allen betrachteten Kriterienkatalogen nicht oder nur rudimentär behandelt werden. So werden in der umfangreichen Liste „Aktualisierte erweiterte Prüfliste für Lernsysteme“ (AEPL) 32 Kriterienkategorien mit 314 Gesamtkriterien erfasst [Rugen 2004], aber keine Merkmale zu E-Learning-Standards oder zur Wiederverwendbarkeit in anderen Kontexten. Dieses Beispiel zeigt einen bereits erwähnten Nachteil von Kriterienkatalogen auf, nämlich die Unvollständigkeit selbst des umfangreichsten Kriterienkataloges. Da es keinen Standard-Kriterienkatalog für E-Learning-Anwendungen gibt, sind selbsterstellte Kriterienkataloge meist doch auf bestimmte Anwendungsfelder (z.B. für CD-ROM-Produktionen, Didaktik und Gestaltung von Lernsoftware) spezialisiert und deshalb nicht problemlos auf andere Fälle (z.B. webbasierte Lernumgebungen, Standards und Transfer) übertragbar.

Als ein weiteres Kriterium wird, wie von Schulmeister in [Schulmeister, Mayrberger et al. 2008] vorgeschlagen, der Grad der Medialität bewertet. Ein geringer Medialitätsgrad beschreibt eine einfache Anreicherung einer Lehrveranstaltung mit im Internet bereitgestellten Unterlagen, wie z.B. eine Vorlesung plus PDF-Skript oder ein Seminar mit extra Folien zum Herunterladen. Von einem gemischten Medialitätsgrad geht Schulmeister aus, wenn weitere Medien wie Podcasts, verknüpfte multimediale Inhalte oder Selbstlernprogramme eingesetzt werden. Ein hoher Grad an Medialität wird erreicht wenn neben Simulationen auch interaktive Übungen oder Videokonferenzen mit verteilten aktiven Arbeiten an einem gemeinsamen Dokument möglich sind.

Neben den genannten Kriterien wird noch auf den Grad der Mehrsprachigkeit der untersuchten Lernumgebungen geachtet. Der Grad der Mehrsprachigkeit ist in die Kategorien „keine“, „teilweise für einzelne Komponenten, Module oder Lernobjekte“ und in „durchgängig“ eingeteilt.

Das Kriterium „verwendete Technologien und Formate“ beschreibt die Inhalte der Lernumgebung über ihre formalen Merkmale. Interessant ist wie die Inhalte erstellt wurden (z.B. spezifisches CMS oder gängiges Autorenwerkzeug) und in welchen Formaten sie verfügbar sind (z.B. HTML, Flash, ShockWave, Java, JavaScript, VRML und andere).

### 3.2.3 Kriterien der Ebene Didaktik

Als fachdidaktische Kriterien für eine Einschätzung der Inhalte ließen sich z.B. nach [Hametner, Jarz et al. 2006] analysieren: Spezifikation der Lernziele, didaktische Fachmethoden, Wissenschaftlichkeit, Aktualität und Authentizität sowie fachlicher Mehrwert, um nur einige wenige zu nennen. Die Analyse dieser speziellen fachdidaktischen Merkmale müsste allerdings von einem interdisziplinären didaktisch geschulten Fachautorenteam durchgeführt werden, um den Spezifika jeden Faches gerecht zu werden. Daher wurde der fachdidaktische Aspekt der Lernumgebungen in der vorliegenden Arbeit nicht untersucht.

Auf der Ebene Didaktik wurden deshalb die allgemeinen Merkmale

- Zielgruppenorientierung,
- unterstützte Lehr-/Lernformen,
- Grad der Aktivität,
- Grad der Virtualität und
- Grad der Synchronizität

untersucht.

Angelehnt an den Kriterienkatalog der „digita“ [digita 2009] im Bereich der Zielgruppenorientierung wird untersucht, ob Angaben zur Zielgruppe vorhanden sind und wenn ja, ob diese zutreffen.



Einen guten Überblick über die Komplexität einer Lernumgebung gibt das Kriterium, welche Lehr- und Lernformen umgesetzt bzw. unterstützt werden. Jedes Szenario kann auch wieder auf eine bestimmte Zielgruppe oder für mehrere Zielgruppen didaktisch aufbereitet sein, dies wird entsprechend vermerkt. Einige Beispiele für solche typischen Szenarien sind Vorlesung, Seminar/Übung, Praktikum/Laborarbeiten, Selbstgesteuertes Lernen, verschiedene (Self)Assessment- und Prüfungsformen, Onlinebetreuung sowie Kombinationen aus den genannten.

Die Kriterien Grad der Aktivität, Grad der Virtualität und Grad der Synchronizität werden nach den Empfehlungen von Schulmeister in [Schulmeister, Mayrberger et al. 2008] verwendet.

Folgt man dem vom Autor entwickelten und für die Kriterienfindung genutzten Schichtenmodell der Lernumgebung, ergibt sich für eine Kreuzung der Kategorien Grad der Synchronizität und Medialität, wie sie von Schulmeister vorgenommen wird, eine interessante Erweiterung. Die Ebenenkriterien für die Ebene Inhalte (Medialität) und Didaktik (Synchronizität) kreuzen sich hier schichtenübergreifend und bestätigen den Standpunkt, dass Inhalte und Didaktik nicht getrennt von einander betrachtet werden sollten. Der Diskussion, ob Kontextneutralität bei nur genügend kleiner Granularität von Inhalten erreicht werden könnte [Baumgartner 2004, S.320], kann man nun zusätzlich mit obiger Argumentation gegenüberreten. Es gibt unter der Voraussetzung, dass der Betrachtungsgegenstand eine webbasierte Lernumgebung im ingenieur-wissenschaftlichen Bereich ist, drei (1a/1b, 2, 3) zweckmäßige von neun möglichen Szenarien (vgl. Tabelle 3.4, in Anlehnung an Schulmeister, Mayrberger et al. 2008).

		Medialität		
		I	II	III
Synchronizität	I	Text-Chat	Einsatz eines virtuellen Klassenraumes	Video-Conference mit Application-Sharing, Video und Audio (2)
	II	Text-Chat und Foren	?	?
	III	LMS (1a)	Mediales LMS (1b)	Zugriff auf Lernmaterialien (3)

Tabelle 3.4: Grad der Synchronizität und Medialität

Der Grad der Synchronizität bewegt sich im Bereich von asynchron bis synchron und beinhaltet entsprechende Mischformen. Als asynchron werden LMS, Foren und abzugebende Aufgaben eingestuft, man könnte dies noch um Blogs und Wikis erweitern.

Synchron dagegen sind z.B. Audio-/Videokonferenzen, Online-Seminare oder Webinare<sup>22</sup>. Mischformen mit asynchronen und synchronen Anteilen finden sich z.B. bei den LMS oder in Foren.

Der Grad der Aktivität wird differenziert in rezeptive und aktive Lernformen sowie Mischformen als mittlere Stufe. Rezeptive Lernformen bedienen die reine Informationsgewinnung über Webseiten oder Skripte. Aktive Lernformen bedingen die synchrone Kommunikation und kooperatives Arbeiten oder die schöpferische, also aktive, Auseinandersetzung mit webbasierten Inhalten und Werkzeugen. Die Mischformen bewegen sich mit z.B. Dateiaustausch oder asynchroner Kommunikation im Spannungsfeld dieser Pole.

Der Grad der Virtualität, in [Schulmeister, Mayrberger et al. 2008, S.27] als „Mischungsverhältnis im Blended Learning“ bezeichnet, lässt sich in „Präsenzveranstaltung“, „integrierte Veranstaltung“ und das „virtuelle Seminar“ einteilen. Auch die Präsenzveranstaltung kann einen niedrigen Grad an Virtualität enthalten, indem z.B. Skripte und weiterführende Informationen ins Internet gestellt werden oder E-Mail als elektronische Kommunikationsform angeboten wird. In der integrierten Veranstaltung wechseln Präsenzkurs und virtueller Kurs ab. Im virtuellen Seminar werden sowohl alle Inhalte online vermittelt als auch Kommunikation und Gruppenarbeit online durchgeführt. Für die Betrachtung von webbasierten Lernumgebungen sind die integrierte Veranstaltung und das virtuelle Seminar interessant.

### 3.2.4 Kriterien der Ebene Organisation

Auf der organisatorischen Ebene wurden vier Kriterien untersucht. Diese sind

- der Grad der Zugangsbarriere,
- der Umfang der Kooperation mit (interdisziplinären) Partnern,
- der Integrationsgrad in das Curriculum und
- die Möglichkeiten von Transfer von Inhalten und/oder Konzepten

der Lernumgebung.

Das Kriterium „Grad der Zugangsbarriere“ beschreibt, in welchem Umfang welche Hürden für einen Interessenten bestehen, eine Lernumgebung zu nutzen. Es wurde die Einordnung aus Tabelle 3.5 verwendet.

Der Fall, dass keine Registrierung notwendig ist, aber Kosten entstehen, ist z.B. für einen Online-Shop, der Lernmaterialien verkauft, denkbar, spielt aber für die Untersuchungen von Lernumgebungen in dieser Arbeit keine Rolle.

---

<sup>22</sup> Wortneuschöpfung bzw. Abkürzung aus World Wide Web und Seminar, meist für mehrere 100 Personen konzipiert

		Merkmale	
		Registrierung und/oder Passwörter	Kosten
Zugangs- barriere	I (frei)	-	-
	II (eingeschränkt)	X	-
	III (geschlossen)	X	X

Tabelle 3.5: Grad der Zugangsbarriere

Bei der Untersuchung wurde ebenfalls beachtet, inwieweit bei der Konzeption, Erstellung, Nutzung und Pflege der Lernumgebung (interdisziplinäre) Kooperationen mit welchen Einrichtungen stattfanden bzw. immer noch stattfinden.

Bei dem Kriterium „Curriculum“ wurde darauf geachtet, wie und in welchem Umfang die Lernumgebung in den Lehrplan integriert wurde. Die Einteilung erfolgte in:

- nicht in planmäßige Lehr-/Lernformen integriert, aber als zusätzliches Angebot verfügbar,
- teilweise integriert in einige planmäßige Lehr/Lernformen sowie
- voll in alle planmäßigen Lehr-/Lernformen integriert.

Ein für Nachhaltigkeit und fachlichen Austausch interessantes Kriterium ist, wie und in welchem Umfang ein Transfer von Inhalten, aber auch didaktischen Konzepten möglich gemacht wird. Demzufolge wurde über das Kriterium „Möglichkeiten von Transfer von Inhalten und/oder Konzepten“ untersucht, wie man die Lernumgebung oder Lernobjekte bzw. Module als Teile davon, aber auch bestimmte Szenarios und didaktische Konzepte, in die eigene Lehre einbinden kann.

### 3.2.5 Kriterien der Ebene Präsentation

Auf der Ebene Präsentation wurde untersucht, wie die Benutzerschnittstelle der Lernumgebung in Form von Darstellung und Auftritt gegenüber dem Nutzer präsentiert wird. Es wurden die Kriterien

- Aktualität,
- Darstellung des Inhaltes,
- Benutzerführung und Navigation sowie
- der zielgruppenspezifische Auftritt

untersucht.

Bei der Untersuchung der Aktualität wurde ermittelt, ob die Lernumgebungen aktualisiert und inhaltlich gepflegt werden und ob dies mit Statusmeldungen transparent kommuniziert wurde.

Zur Inhaltepräsentation nach DIN EN ISO 9241-151 [DIN Deutsches Institut für Normung e.V. 2008] verbirgt sich hinter dem Kriterium „9. Darstellung des Inhaltes“

ein ganzes Subset von weiteren Unterkriterien (z.B. Aspekte der Seitengestaltung, Gestaltung von Verknüpfungen, Interaktionsobjekte und Textgestaltung). Jedes dieser Subsets ist wiederum in weitere Merkmale gegliedert. Diese Aspekte wurden beachtet, aber zur Vereinfachung der Untersuchung und der Aufarbeitung der Ergebnisse, nur bei besonders positiven oder negativen Abweichungen von der Empfehlung erwähnt.

Bei der Beurteilung von Benutzerführung und Navigation wurde sich ebenfalls an der DIN EN ISO 9241-151 orientiert und Eigenschaften der Hilfe(systeme), Navigation, Hilfen zur Navigation, Orientierungshilfen und Suchfunktionen untersucht.

Bei der Analyse der Ebene Didaktik wurde bereits ermittelt, welche Zielgruppen mit der Lernumgebung angesprochen werden sollen. Daran anschließend wird nun auf der Ebene Präsentation nachgeprüft, ob der gestalterische und informelle Auftritt der Lernumgebung entsprechend nach Zielgruppe(n) differenziert dargestellt wurde. In der DIN EN ISO 9241-151 ist dies unter dem Punkt „7.2.9 Individuelle Gestaltung und Anpassung an die Benutzer“ formuliert.

### 3.2.6 Kriterienkatalog für eine Untersuchung von webbasierten Lernumgebungen in ingenieur-wissenschaftlichen Disziplinen im Überblick

Zusammenfassend hat der Autor Entwicklung seines Kriterienkatalogs für eine Untersuchung von webbasierten Lernumgebungen in ingenieur-wissenschaftlichen Disziplinen grafisch dargestellt. Eingeordnet in das in Kap. 2 entwickelte Ebenenmodell für eine webbasierte Lernumgebung ergibt sich ein systematischer Überblick von theoretischen Modell und praktischer Analyse anhand des Kriterienkataloges.

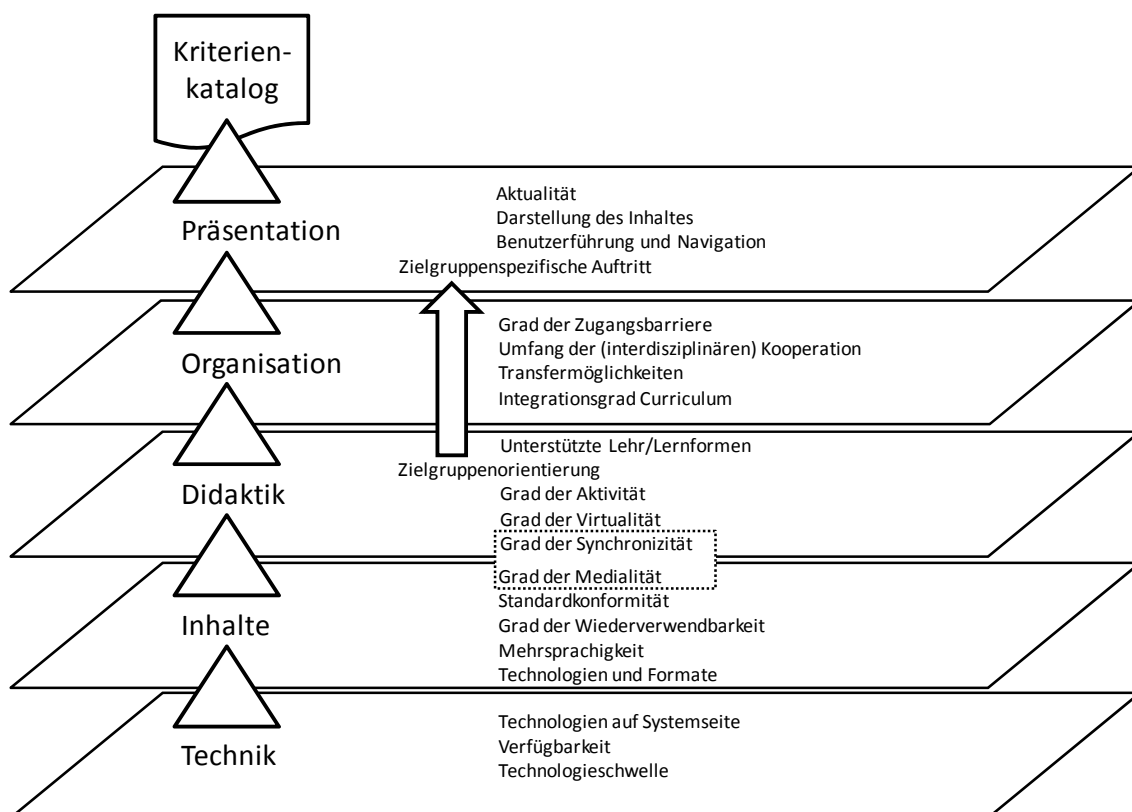


Abbildung 3.2: Kriterienkatalog im Ebenenmodell

### 3.3 Analyse und Dokumentation der ausgewählten Lernumgebungen

Der ausführliche, nach Disziplinen geordnete Erfassungsbogen des Kriterienkatalogs mit nach Ebenen sortierten Kriterien und erweiterter Bebilderung findet sich im Anhang. Um einen Überblick und Eindruck über die fächerspezifischen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu bekommen, wurde nach jeder Fachanalyse nochmals kurz zusammengefasst. Es folgt nun die aggregierte Analyse mit einer Kurzbeschreibung und ausgewählten Leistungsmerkmalen. Die Reihenfolge der Disziplinen ist wie folgt: Physik, Mathematik, Maschinenbau, Elektrotechnik anschließend Chemie und Medizin.

Um die deutschsprachigen Angebote im internationalen Umfeld einordnen zu können, erfolgte eine Untersuchung von einigen bekannten und umfangreichen internationalen webbasierten Lernumgebungen.

### 3.3.1 Physik

#### 3.3.1.1 INGMEDIA, FH Aachen

**Kurzbeschreibung:** Schwerpunkt ist die „Entwicklung und Evaluation interaktiver, multimedialer Lernsoftware für technische und physikalische Praktika in Ingenieur-Studiengängen“. Das Praktikum soll hierbei weiterentwickelt und zu einer „selbstbestimmten Lernumwelt“ ausgebaut werden. Man verspricht sich „attraktiveres und effizienteres Lernen“ durch multimediale Lerninhalte für die Ingenieurausbildung, besonders im Bereich Laborpraktika.

**Ausgewählte Leistungsmerkmale:**

- Darstellung des inhaltlichen Hintergrundes von Bauelementen
- Präsentation der technischen Datenblätter der zu untersuchenden elektronischen Bauelemente und der Spezifikationen der Geräte des Arbeitsplatzes
- Messaufgaben und Experimente als interaktives Tutoren- / Hypermedia-System
- Nachbildung der Benutzeroberflächen der eingesetzten Geräte mit integrierter Bedienungsanleitung
- Nachbildung des Messplatzaufbaus
- Remote Experimente
- Verifizierung der erbrachten prüfungsrelevanten Praktikumsleistungen

[Hagemann 2003; Heger und Kock 2004]

Webseite: <http://www.ingmedia.fh-aachen.de/>

#### 3.3.1.2 Lernnetz Bauphysik Universität Karlsruhe

**Kurzbeschreibung:** Die Bauphysik ist Bestandteil der Lehre an Fakultäten für Architektur und Bauingenieurwesen sowie in der Studienrichtung Umweltschutztechnik. Mit dem „Multimedialen Lernnetz Bauphysik“ sollen bauphysikalische Inhalte aus diesen Gebieten und Berechnungsverfahren als Bausteine für Lernende und Lehrende zur Gestaltung von Vorlesungen, Übungen und anderen Lernszenarien zur Verfügung gestellt werden. Besonderer Wert wurde auf die Integration von Werkzeugen zur bauphysikalischen Berechnung gelegt.

### Ausgewählte Leistungsmerkmale

- Eigenentwicklung einer hochintegrierten Lernplattform auf XML-Basis (läuft seit 2008 unter ILIAS, da zu geringer Durchsetzungsgrad der LMS-Eigenentwicklung)
- Werkzeuge für bauphysikalische Berechnungen, Projekteditor (browserfähiges CAD-System)
- eigener MathML-kompatibler Formel-Editor
- partizipatorisches Lernen durch Autor = Nutzer Prinzip (entspricht heutigem Verständnis von Web 2.0-User-Created-Content-Ideen)
- Baustein-Stapel-Prinzip als Strukturentwicklung (Bausteine = kleine Content-Einheiten, Stapel = Zusammensetzung aus Bausteinen) entspricht der Lernobjekte-Idee

[Kleber 2004]

Webseite: <http://www.lernnetz-bauphysik.de/>

#### 3.3.1.3 Physik 2000, HU Berlin

**Kurzbeschreibung:** Mit Physik 2000 wurden neue Medien zur Modernisierung eines forschungsbezogenen Physikstudiums implementiert. Es wurden 17 Module zu verschiedenen Themen der Physik entwickelt. Dabei wurden Inhalte sogenannter „Bindestrich-Fächer“ in den Mittelpunkt gerückt (z.B. Bio-Physik, Medizin-Physik etc.).

### Ausgewählte Leistungsmerkmale

- 17 Lehrmodule
- Entwicklung von Konzepten zur Kombination von netzbasierter und Vor-Ort-Betreuung
- Verwendung von Video-Konferenzen
- Implementierung einer interaktiven Plattform

[Kesper, Schön et al. 2004; Schön und Kesper 2005]

Webseite: <http://didaktik.physik.hu-berlin.de/> (unter „Forschung“)

#### 3.3.1.4 Physik multimedial, Universität Bremen

**Kurzbeschreibung:** Physik multimedial bietet ein strukturiertes Angebot von Multimedia-Modulen zum Studium der Physik als Nebenfach. Mit vielen Praxisbeispielen aus den Hauptfächern werden die mathematischen Themen aufbereitet. Besonders interessant ist die Möglichkeit den „Mathematisierungsgrad“ selbst zu wählen. Das didaktische Konzept geht von einem weitestgehend linearen Ablauf der Lektionen bei flexiblen Navigationsoptionen aus.

**Ausgewählte Leistungsmerkmale**

- thematisch abgegrenzte Module als Selbstlerneinheiten
- Kommentarfunktionen für einzelne Kapitel und Themen
- Kontextualisierung von Inhalten über alternative Pfade
- Selbsttestaufgaben mit Lösungen
- eigene Lernplattform (Umgebung) für Inhalte
- Visualisierungen, Animationen, interaktive Bildschirmexperimente und Glossare
- Mediendatenbank, Aufgaben-Server, Veranstaltungs-Server
- Didaktik-Service
- Bewertete Links zu Lerninhalten

[Murmann, Bohne et al. 2003]

Webseite: <http://www.physik-multimedial.de/pmm.html>

**3.3.1.5 eLearnPhysik, Universität Wien**

**Kurzbeschreibung:** Mit eLearnPhysik wurde ein Schwerpunktprojekt zur Qualitätsentwicklung in der Lehre umgesetzt. Neben inhaltlichen Zielen (flächendeckende Content-Bereitstellung) wurden auch didaktische Schwerpunkte (innovative Lehr-/Lernszenarien) konzipiert, erprobt und optimiert. Das kooperative Zusammenarbeiten über ein Wiki bildet den Schwerpunkt.

**Ausgewählte Leistungsmerkmale**

- Wiki als zentraler Anlaufpunkt und Web 2.0-Technologien (User-created-Content von Studierenden, Kollaborative Arbeiten, Fakultäts-Wiki)
- Integration existierender elektronischer Materialien (Skripte, Webseiten)
- über 700 Experimentalvideos, über 40 Wiki-Videos
- E-Learning-Umgebung für physikalische Labore (Online-Praktikum)
- Nutzung von Ingenieurwerkzeugen (Arbeitsblätter für Computer Algebra System (CAS) mathematica)
- E-Tutoren und Nutzung von moodle und BSCW (Shared Workspace)

[Höllner und Reisinger 2008; Wehling 2008; Nagel 2009]

Webseite: <http://physics.univie.ac.at/eLearning/eLearnPhysik>



### 3.3.1.6 Zusammenfassung Physik

Multimediale Umsetzungen in der Physik haben zwei grundsätzliche Problematiken zu lösen. Einerseits wird eine bestimmte „Menge“ an mathematischen Grundlagen benötigt, um zu einem tieferen Verständnis der physikalischen Inhalte zu gelangen, andererseits ist es sehr aufwendig, Experimente und Versuche realitätsgetreu nachzubilden. In diesem Spannungsfeld von Mathematik und Experimenten wurden einige herausragende webbasierte Lernumgebungen geschaffen, die alle technischen und didaktischen Möglichkeiten ausschöpfen, um Inhalte für Grundlagenphysik und die sogenannten „Bindestrichfächer“ (z.B. Medizin-Physik, Bio-Physik, Geo-Physik etc.) zu schaffen. Besonders spezialisiert hat sich hier z.B. das „Lernnetz Bauphysik“. Aber auch die Schwerpunktsetzung auf besondere Lehrformen ist zu beobachten, wie z.B. auf das physikalische Praktikum bei „INGMEDIA“. Der „Allrounder“ im inhaltlichen Bereich ist „Physik multimedial“ mit vielen wieder verwendbaren Einzelmodulen. Besonders innovativ ist das Projekt „eLearnPhysik“ der Universität Wien. Dort wird in kooperativen Szenarien Content erstellt und unter freien Lizenzen verfügbar gemacht. Dies betrifft insbesondere die aufwendigen Videoexperimente, die so in eigene didaktische Konzepte integriert werden können.

### 3.3.2 Mathematik

#### 3.3.2.1 MathePrisma, Bergische Universität Wuppertal

**Kurzbeschreibung:** MathePrisma ist eine Modulsammlung zu ausgewählten Inhalten der Mathematik. Es werden mit für Mathematik ungewöhnlichen didaktischen Methoden Inhalte vermittelt und Bezüge zu Alltagssituationen hergestellt. Es werden explizit verbreitete Vorurteile gegenüber der Mathematik angesprochen und auf verschiedensten Wegen widerlegt. Die sinnvolle Integration multimedialer Medien und Arbeitsblätter wurde nachahmenswert umgesetzt.

#### **Ausgewählte Leistungsmerkmale**

- intuitiver Einstieg zur Problemerkennung und Entwicklung von Lösungsstrategien
- Fragen steuern Lernprozesse
- Individuelle Lösungswege durch Verzweigungen
- Visualisierungen erleichtern die Begriffserarbeitung in Form von Filmen, Bildfolgen und Animationen
- unbegrenzte Trainingsmöglichkeiten
- Lernzielkontrolle durch Arbeitsblätter
- Lernumgebung ist offen und frei verfügbar

[BMBF 2001; Frommer und Krivsky-Velten 2004; e-teaching.org 2009c]

Webseite: <http://www.matheprisma.de/>

### 3.3.2.2 mathe online

**Kurzbeschreibung:** In mathe online werden neue Formen des Lernens umgesetzt und abstrakte mathematische Inhalte mit Web- und Kommunikationstechnologien verständlich gemacht. Didaktische Konzepte werden mit multimedialen und interaktiven Techniken realisiert. Das Konzept zielt auf eine Erreichung traditioneller Lernziele, unterstützt von neuen Methoden, ab

#### **Ausgewählte Leistungsmerkmale**

- Ressourcen zu mathematischen Themen
- mathematische Hintergründe
- Galerie multimedialer Lerninhalte
- Lexikon
- interaktive Tests
- Clips
- Links
- Open Studio (Autorenwerkzeug) mit Materialien und Lernpfaden
- Werkzeuge (Online-Taschenrechner, CAS Tutorials, Plotter, Formelunterstützung)

[Embacher und Oberhuemer 2002; e-teaching.org 2009b]

Webseite: <http://mathe-online.at/>

### 3.3.2.3 MATRIXX - Mathematiktraining für das Ingenieurstudium X<sup>2</sup>, FH Köln

**Kurzbeschreibung:** MATRIXX wurde entwickelt, um die mathematischen Schulkenntnisse von Studienanfängern in ingenieur-wissenschaftlichen Fächern aufzufrischen. Die Onlineangebote laufen dabei abgestimmt mit den Präsenzkursen der Mathematikvorbereitung. Zentraler Bestandteil ist das LMS ILIAS mit den virtuellen Gruppenlernräumen und angeschlossenen Foren. Das CAS Maple wird als Werkzeug eingeführt und in Aufgabenstellungen einbezogen. Der multimediale bzw. virtuelle Anteil an Lernmaterialien ist gering, da der Fokus auf kooperativen Szenarien (z.B. Gruppenarbeiten) im On- und Offlinebereich liegt. Die angehenden Studierenden werden über das LMS mit den Mathematik-Dozenten der Hochschule in Kontakt gebracht.

#### **Ausgewählte Leistungsmerkmale**

- Lernthemen umfassen den Stoff der Schulmathematik ab der Mittelstufe
- unterschiedliche Interaktivitätsniveaus
- von Studierenden erstellte Lernmaterialien und Aufgabensammlungen
- Links zu den Aufgaben- und Übungsseiten fast aller Mathematikdozenten

- Forum und Lerngruppen mit Teletutoren
- Lerntipp-Sammlung für das Online-Training

[Worth 2006; e-teaching.org 2009d]

Webseite: <http://www.matrixx.nrw.de>

#### 3.3.2.4 math-kit, FU Hagen

**Kurzbeschreibung:** In math-kit werden Bausteine als Lernmaterialien für mathematische Inhalte angeboten. Das Baustein-Konzept entspricht schon in der Konzeption der Lernobjekte-Idee und setzt sich über die Unterstützung von mehreren E-Learning-Standards fort. Inhaltlich sind viele mathematische Themen mit den Bausteinen untersetzt, und es wurden daraus in Bausteinsammlungen der beteiligten Partner Themen-Kurse aggregiert. Projektinhalt war, neben der Content-Produktion, ebenfalls die Schaffung eines Frameworks zur Herstellung von Lernobjekten. Dies wurde mit einem standard-konformen Autorenwerkzeug erreicht. Medialität und Interaktivität wurde insbesondere durch Java-Applets eingebracht.

#### **Ausgewählte Leistungsmerkmale**

- viele allgemeine und spezielle Mathematik-Bausteine
- Visualisierung von Mathematik
- Rechnergenerierte und rechnerunterstützte Übungen mit direkter Erfolgskontrolle (Arbeitsblätter und Aufgaben)
- Experimentierbausteine mit konstruktivistischen Ansätzen
- spezialisierte Taschenrechner als Werkzeuge für Studierende
- zusätzliche Kurse zur Geschichte der Inhalte und Anwendungen

[Baudry 2002; Bungenstock, Baudry et al. 2002; Unger, Bauch et al. 2004; Dellnitz 2009; Mertsching 2009; Unger 2009]

Webseite: <http://www.math-kit.de/>

#### 3.3.2.5 MUMIE - Multimediale Mathematikausbildung für Ingenieure, TU Berlin

**Kurzbeschreibung:** MUMIE ist ein LMS insbesondere für die multimediale Mathematikausbildung im Bereich der Ingenieurwissenschaften, u.a. mit speziellen Kursen für Elektrotechnik oder Informatik. „Das Projekt geht von zwei fundamentalen Grundannahmen aus, die durch lerntheoretische und hochschuldidaktische Forschung gestützt werden: Für eine moderne mathematische Ausbildung der Ingenieure ist nicht der Umfang des erworbenen Wissens entscheidend, sondern die exemplarische Funktion des angebotenen Wissens für das selbstgeleitete Lernen.“ [Projekträger Neue Medien in der Bildung + Fachinformation 2009]. Das anspruchsvolle didaktische Konzept und die aufwendige technische Umsetzung prägen das MUMIE-Projekt. Die vielen interaktiven Java-Applets sind beispielhaft für den mathematischen Bereich. Die

umgesetzten Open-Content- und Open-Source-Ideen ermöglichen einen sehr guten Austausch von Lerninhalten und Transfer von Systemkomponenten. Die didaktischen Szenarien haben mit ihrer ausführlichen Evaluation ein hohes Transferpotenzial. Problematisch sind die Browserfixierung mit manuell zu installierenden Zusatzkomponenten.

#### **Ausgewählte Leistungsmerkmale**

- interaktive Skripte
- viele mathematische Visualisierungen
- integriertes Self-Assessment
- Multimedia-Datenbank
- Kooperative Szenarien
- Elektronisches Hausaufgabensystem
- Explizite Rollen-Trennung im LMS (Author, Lecturer, User)
- Open Licensing Model, Open Content Datenbank, Open Source
- Offene, erweiterbare System-Architektur
- Integration in LMS moodle vollzogen (ETH-Zürich)

[Eberlein, Enss et al. 2004; Enss, Holschneider et al. 2005; Seiler 2008]

Webseite: <http://www.mumie.net>

#### 3.3.2.6 Weitere interessante webbasierte Umgebungen für die Mathematik

Es folgen einige ausgewählte Angebote, die nicht in die ausführliche Analyse von webbasierten Lernumgebungen einbezogen wurden, aber trotzdem aufgrund spezieller oder herausragender Eigenschaften erwähnt werden sollen.

Der „Mathematische Vorkurs zum Studium der Physik“ von Prof. Hefft (Universität Heidelberg) ist ein auf die Reaktivierung von Schulwissen ausgelegter Webkursus zu mathematischen Inhalten und die Überwindung des „Matheschocks“ zu Studienbeginn. Interessant sind die einfache webbasierte Aufbereitung mit GIF-Animationen, bebilderte Sachverhalte, Aufgaben zum Selbsttest nach jedem Abschnitt, der uneingeschränkte Zugang sowie eine Downloadmöglichkeit des gesamten Kurses. Die Erfolge sind spürbar, die Fakultät muss mittlerweile Zulassungsbeschränkungen durch Auswahlverfahren durchführen. Des Weiteren wird ein Begleitbuch zum Onlinekurs erfolgreich angeboten. [Hefft 2006]

Die webbasierte Lernumgebung „ActiveMath“ (Universität des Saarlandes) ist in ihrem Umfang, Inhalten, verwendeten Technologien, Kooperationen, verknüpften Projekten und Begleitstudien herausragend. Die Hauptzielgruppe sind nicht Studierende sondern Schüler und Lehrer, weswegen sie hier ergänzend erwähnt werden soll. Alle Anforderungen, die an eine webbasierte Lernumgebung nach dem entwickelten

Kriterienkatalog gestellt wurden, sind erfüllt. Englisch als zweite Sprache gehört ebenso zum Konzept wie die Anwendung von E-Learning-Standards. Innovative Ansätze wie Integration von CAS, eines Concept Map Tools und eine semantische Suche machen die Plattform auch für den Studienbetrieb interessant. Erste Ansätze gibt es hier mit Brückenkursen für die Mathematik. Mit mehr Inhalten für Studienanfänger und Studierende sowie einer diesen Zielgruppen entsprechenden Adaption der Navigation und des Designs steht einem Erfolg von ActiveMath im Hochschulbereich nichts entgegen. Die Wissenschaftlichkeit wird durch mehr als 100 Publikationen [Melis 2009] für alle Facetten der Lernumgebung unterlegt.

Eine weitere interessante Entwicklung im Bereich webbasierte Lernumgebungen zeichnet sich am Beispiel MathX3 ab. Das Ziel von MathX3 (Mathematik Online Self Assessment) ist es, Schülern bei der Beurteilung ihres mathematischen Wissenstandes zu helfen und dadurch individuelle Empfehlungen bei der Auswahl eines Ingenieursstudienganges geben zu können. Das Self-Assessment soll der erste Baustein für eine Lernumgebung für Angewandte Naturwissenschaften der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Mannheim werden. MathX3 befindet sich noch in der Entwicklung (seit Juni 2008 als Betaversion verfügbar) und unterscheidet sich von den üblichen Online-Einstufungstests anderer Hochschulen durch ein Konzept, welches beinhaltet, aus der Kernkomponente eAssessment eine Lernumgebung zu schaffen. Dieser Ansatz macht MathX3 auch für andere Hochschulen interessant, die ein individuelles eAssessment-System zur Einstufung von Studieninteressierten für Ingenieursstudiengänge implementieren wollen. Rein technisch basiert MathX3 auf einer Adaption des LMS moodle und bietet so gute Voraussetzungen für einen Transfer. Eine moderne und benutzerfreundliche Oberfläche richtet sich direkt an die Zielgruppe der Studieninteressierten [Derr, Fried et al. 2009].

### 3.3.2.7 Zusammenfassung Mathematik

Die Produkte zu mathematischen Inhalten, hier speziell zu webbasierten Lernumgebungen im Hochschulbereich, bilden die umfangreichste Gruppe von Online-Angeboten. Gerade bei den mathematischen E-Learning-Angeboten gibt es ein breites Spektrum von freien Angeboten im Internet. Das liegt daran, dass die Mathematik als grundlegendes Fach für so gut wie alle anderen Fächer die Fundamente bereitet und wissenschaftliche Werkzeuge in Form von allgemeinen Algorithmen zur Verfügung stellt. Bei z.B. der Physik oder Elektrotechnik mag dies noch offensichtlich sein, bei der Mathematik für Geisteswissenschaften „lauert“ sie im Bereich der Evaluation und Statistik.<sup>23</sup>

Inhalte sind seit den Förderungen zu „Neuen Medien in der Bildung“ und ähnlichen Programmen in Österreich sowie der Schweiz viele vorhanden, dass Neuentwicklungen nur noch bei sehr spezifischem Content lohnend sind. Umso wichtiger sind Konzepte

---

<sup>23</sup> Referenzbeispiele für Geistes- und Sozialwissenschaften: <http://e-teaching.org/praxis/referenzbeispiele/>, Verifiziert am: 10.10.2009

zur Wiederverwendung über E-Learning-Standards, Transfer und Lizenzen. Da man selten komplette Kurse einer anderen Institution 1:1 übernehmen wird, sind freie Zugänge und Austauschmöglichkeiten über den IMS-Content Package Standard oder LOM von Vorteil (z.B. math-kit). Aber nicht nur die Inhalte oder die Basistechnologien sind es wert, für eine eigene Nutzung genauer geprüft zu werden. Bei der Untersuchung wurden einige innovative und transferierbare didaktische Szenarien und Konzepte beschrieben, die übertragbare Lösungswege für allgemeine Probleme anbieten (z.B. MUMIE).

### 3.3.3 Maschinenbau

#### 3.3.3.1 mechANIma, Universität Paderborn und TU Berlin

**Kurzbeschreibung:** Die Lernumgebung mechANIma (Mechanik und Animation) hat sich seit der Erstausgabe des Buches „Technische Mechanik für Ingenieure“ als begleitende Lernumgebung etabliert. Der Übergang von der Offline-Umgebung auf CD-ROM zur webbasierten, kooperativen Lernumgebung ist ebenso vollzogen, wie die Adaption des Inhalts und seiner Vermittlung an die neuen Herausforderungen der Bachelor- und Masterumstellungen des Bologna-Prozesses. mechANIma ist im Umfang des Inhalts, der Medialität, der Interaktion und der zielgruppenspezifischer Anpassung vorbildhaft und im Bereich des Maschinenbaus einmalig. Kooperative Szenarien und problembasiertes Lernen sind wesentliche Bestandteile der Konzeption. Der Erfolg von mechANIma lässt sich neben inhaltlichen Aspekten ebenso auf die Authentizität und das persönliche Engagement der Autoren sowie des Verlages zurückführen.

#### Ausgewählte Leistungsmerkmale

- inhaltlich umfangreich, auch ohne Buch verständlich und nachvollziehbar
- Navigation über Knowledge-Maps
- Explorationen zum entdeckenden Umgang der Mechanik
- vielfältige interaktive Materialien
- Komplexe Konstruktions-Fallbeispiele (z.B. Baggerkonstruktion)
- Beispielvideos
- Beispielaufgaben und Klausuren
- kooperative Szenarien z.B. Mechanik-Wiki oder Glossar-Wiki

[Ferber und Hampel 1998; Müller und Ferber 2008; Ferber und Müller 2009]

Webseite: <http://mechanima-lab.upb.de>

### 3.3.3.2 Digitale Mechanismen- und Getriebebibliothek (DMG-Lib)

**Kurzbeschreibung:** „Die DMG-Lib ist eine international einmalige digitale Bibliothek, in der sich ein fachlich breites Wissen sowohl aus historischen wie auch aktuellen Quellen mit innovativen Konzepten zur Interaktion, zur Recherche und zur Analyse vereint.“ [Gesellschaft zur Förderung der Digitalen Mechanismen- und Getriebebibliothek e. V. 2009]

Inhaltlich als auch in der Verwendung interaktiver Technologien ist die DMG-Lib herausragend. Allein die Anzahl der medialen Elemente ist beeindruckend. In der Verknüpfung von digitaler Bibliothek, Hypervideo und der StreamBook-Technologie mit Augmented Image Sequenzen wurde ebenfalls ein technologischer Standard für Repositories gesetzt. Dieses Konzept, DigitalisierungPLUS genannt, beinhaltet Vernetzung verschiedener Quellen und Anreicherung mit Metadaten sowie Anbindung an semantische Netze. Eine intuitive Navigation und angepasste Usability in der Verwendung der umfangreichen Sammlung von Materialien und die Benutzung der interaktiven Materialien sind anwenderfreundlich umgesetzt.

#### **Ausgewählte Leistungsmerkmale**

- 4436 Werke, davon 1472 im Volltext
- 1457 Mechanismenbeschreibungen, 564 interaktive Animationen, 281 Biographien
- Hypervideos
- StreamBook-Technologie (Interaktive Bücher mit animierten Abbildungen)
- Virtuelles Museum, Interaktiver Zeitstrahl
- Filme, Augmented Image Sequenzen

[Brix, Döring et al. 2004; Brecht, Krömker et al. 2008; Henkel und Kloppenburg 2008]

Webseite: <http://www.dmg-lib.org>

### 3.3.3.3 Lehrsoftware im Fachgebiet Technische Mechanik, TU Ilmenau

**Kurzbeschreibung:** Die Lehrsoftware im Fachgebiet Technische Mechanik hat sich seit der Erstausgabe des Buches „Technische Mechanik - multimedial“ als begleitende Lernumgebung etabliert. Der Übergang von der Offline-Umgebung auf CD-ROM zur parallelen Ausgabe der webbasierten Lernangebote ist noch kein abgeschlossener Prozess. Die Lerninhalte sind nach der auch im Buch angewandten und beständig in der klassischen Lehre erprobten logische Kette „Technisches System“ → „Modellbildung“ → „Mathematische Lösung“ → „Praxiseinsatz“ konzipiert. Im Modul Robotik kommt zusätzlich das Element „Remote Lab“ zum Einsatz.

### **Ausgewählte Leistungsmerkmale**

- umfassende Lehrmaterialien, Formelsammlung, interaktive Aufgabensammlung
- geführte Touren
- vielfältige Praxisbeispiele
- Verknüpfung mit aktueller Forschung (Fußballroboter, RoboCup)
- Remote Lab für Roboter

[Zimmermann, Weiß et al. 1999; Zimmermann, Weiß et al. 2001; Zimmermann, Weiß et al. 2004]

**Webseite:** <http://www.tu-ilmenau.de/tm/>

#### 3.3.3.4 Zusammenfassung Maschinenbau

Der Maschinenbau bietet gegenüber Fächern wie Mathematik und Physik den Vorteil der direkten und „begreifbaren“ Praxisnähe. Im Alltag übliche Anwendungen, von der Kinderschaukel bis zum Industrie-Roboter, sind gut zu identifizieren. Wo Mathematik und Physik trotz aller visualisierten und alltagstauglichen Beispiele immer noch Probleme der Vermittlung haben, ist dies im Maschinenbau nicht der Fall. Dieser Vorteil wird in den untersuchten Lernumgebungen intensiv genutzt und bis hin zu Augmented Reality Anwendungen (DGM-Lib) ausgeweitet. Angebote zu Grundlagen, wie z.B. die Technische Mechanik, bilden die Hauptgruppe der bereitgestellten Lerninhalte im Netz. Da Grundlageninhalte in angepasster Form in vielen Szenarien, auch an anderen Schulen und Hochschulen eingesetzt werden könnten, ist es zu bemängeln, dass auf den Bereich E-Learning-Standards bei der Entwicklung kaum Wert gelegt wurde. Vorreiter ist hier die DMG-Lib mit dem Dublin Core Metadatensatz und einigen weiteren speziellen Metadaten. Allerdings sind die Dublin Core Metadaten vielmehr als Anfang einer standardisierten Beschreibung für die Wiederverwendung von Lernobjekten oder komplexeren Inhalten zu sehen, da sie lediglich grundsätzlich transferierbare Metadaten enthalten (vgl. Kap. 2.3.4 Dublin Core (DC)).

Leider sind von einigen hoffungsvollen, großangelegten und umfangreichen Projekten nicht einmal mehr die Internetadressen verfügbar. Zumindest erwähnt werden sollen Pro-Teach-Net [Chilian, Henkel et al. 2003] (Konstruktionslehre, Konstruktionsmethodik, technisches Zeichnen, CAD, virtuelle Produktentwicklung), teachING [Hörber 2009] (CAD, Konstruktion, Werkstofftechnik, Thermodynamik, Strömungslehre) und modulX [Lückel 2003] (Mechatronische Systeme).



### 3.3.4 Elektrotechnik

#### 3.3.4.1 Scholar, TU Dresden / private Betreuung

**Kurzbeschreibung:** Auf der Scholar-Webseite bietet der Dipl.-Ing. Thomas Tyczynski unterrichtsbegleitende Materialien zur elektrotechnischen Grundlagenausbildung an der TU Dresden an. Schwerpunkt sind die vielen Materialien zum Grundlagenpraktikum. Hier werden über virtuelle Versuche und Instrumente komplexe praktische und theoretische Inhalte auf Basis konstruktivistischer Modelle vermittelt. Zusätzlich zu den umfangreichen Onlineinhalten gibt es die Möglichkeit, alle Materialien auf einer CD für einen geringen Unkostenbeitrag zu erwerben. Eine umfangreiche Aufgabensammlung und Aufgabenlöseumgebung rundet dieses Angebot ab. Interessant für die Integration in eigene Lernszenarios sind die zwei DVDs zu Versuchen im elektrischen und magnetischen Feld. „Auf anschauliche Weise wird in den Versuchen ein Bogen vom physikalischen Effekt über erklärende Animationen zu technischen Anwendungen gespannt. Die Erklärungen und die Moderation beschränken sich dabei bewusst auf das Notwendige und verzichten daher in weiten Teilen auf mathematische Beschreibungen. Auf diese Weise können die Experimente als Lernobjekte in Unterrichts- und Lernsituationen unterschiedlicher Niveaus eingebaut werden und lassen genügend Freiraum für Diskussionen und eigene Nachforschungen.“ [Tyczynski 2009]

Leider wird aus nicht erkennbaren Gründen diese sehr gute Ergänzungsseite zur universitären Lehre weder von der Lehrstuhlseite der TU Dresden erwähnt noch verlinkt.

#### Ausgewählte Leistungsmerkmale

- viele virtuelle Instrumente und Versuche
- nützliche Tools für den ET-Alltag (Rechner, E-Reihen etc.)
- verschiedene Applikationen sowohl als Online- und Offline-Version
- spezielle Schülerangebote
- spezielle DVDs mit Videos und interaktiven Materialien für den individuellen Unterrichtseinsatz
- Scholar-CD mit allen Materialien der Webseite und einer Aufgabenlösungsumgebung

[Tyczynski 2009]

Webseite: <http://www.scholar.de>

#### 3.3.4.2 IGET Multimedia, Universität Magdeburg

**Kurzbeschreibung:** Die multimediale Lernumgebung IGET an der Universität Magdeburg verknüpft zusätzliche Lernangebote zur Praktikums- und Prüfungsvorbereitung mit der allgemeinen Lehre des Instituts für Grundlagen der Elektrotechnik und Elektromagnetische Verträglichkeit. Ungewöhnlich ist die

vollständige technische Umsetzung, welche frühzeitig (seit 2001/02) auf einem eigenen XML-CMS für Flash und der Autorenumgebung FlashMX basiert. Durch den heutigen hohen Verbreitungsgrad des Flash-PlugIns von über 99% [Adobe Systems Incorporated 2009a] sind die Anwendungen und auch die Flash-Videos mit extrem niedrigen Anforderungen an den Browser sofort einsatzfähig. Selbst eine Portierung auf andere flashkompatible mobile Geräte wäre jederzeit ohne zusätzlichen Aufwand möglich. Die vielfältigen anspruchsvollen Experimente mit ihren zur Laufzeit berechneten Graphen demonstrieren eindrucksvoll die technischen Möglichkeiten, die man bei solch aufwendigen Rechenoperationen nur von Java oder C++-Programmen kennt. Die inhaltliche und didaktische Umsetzung folgt der bewährten Reihenfolge: Grundlagen, Übung von Aufgaben mit steigenden Schwierigkeits- und Komplexitätsgrad (hier Training genannt) und dem anschließenden Umsetzen der Theorie in Experimente mit vielen Eingriffs- und Manipulationsmöglichkeiten.

#### **Ausgewählte Leistungsmerkmale**

- hochinteraktive Lernprogramme mit Übungs- und Experimentierumgebungen
- umfangreiche Beispielaufgaben mit Lösungshilfen
- spezielle Aufgabensammlung mit Lösungshilfen
- interaktive 3D Animationen
- Videoexperimente
- direkte Integration der Partner-Produkte zur eigenen Portfolio-Ergänzung

[Fredrich, Neundorf et al. 2002b; Fredrich, Knauff et al. 2003; Fredrich, Neundorf et al. 2004]

Webseite: <http://www.uni-magdeburg.de/iget/multimedia/>

#### 3.3.4.3 Zusammenfassung Elektrotechnik

Im Gegensatz zu den vielen Angeboten im Bereich der Mathematik und Physik, gibt es nur sehr wenige aktuelle und fortgesetzt gepflegte sowie die traditionelle Lehre durchdringende webbasierte Lernumgebungen in der Elektrotechnik. Punktuelle Ausnahmen, wie virtuelle Labore (z.B. Projekt Control-Net<sup>24</sup> [BMBF 2004, S.152-153]), mit ganz spezifischen Entwicklungen für den Bereich Automatisierungstechnik, schließen nicht die Lücke im Bereich der Grundlagenangebote.

Beispielhaft für eine Zusammenarbeit im Grundlagenbereich sei das interdisziplinäre NMB-Projekt „multimedia learning environments“ (mile, [BMBF 2004, S.188-191]) erwähnt. Dort kooperierten u.a. drei technische ausgerichtete Universitäten (TU Dresden, TU Ilmenau, Universität Magdeburg) die im Bereich Elektrotechnik eine Grundlagenausbildung für alle Ingenieursstudiengänge an ihren Hochschulen anbieten.

---

<sup>24</sup> <http://www.controlnet24.de>, Verifiziert am: 17.10.2009

Hiervon sind zwei (Universität Magdeburg, IGET, TU Ilmenau, GETsoft) der ehemals drei webbasierten Lernumgebungen institutionell erhalten geblieben. Eine davon (GETsoft), wurde und wird durch anschließende nationale und internationale Projekte ständig erweitert und ausgebaut. Eine Umgebung (Scholar) wird von einem ehemaligen Projekt-Mitarbeiter privat betreut und gepflegt.

Eine Beschreibung von GETsoft im Stil der vorhergehenden Beschreibungen wurde aus Gründen der Neutralität nicht in die vorliegende Arbeit integriert. Zur Konzeption, Entwicklung und Integration von GETsoft siehe Kapitel 4, 5 und 6 der vorliegenden Arbeit

Einigen ehemaligen Projekten ist es gelungen, Materialien in die mittlerweile an fast jeder Hochschule existierenden LMS zu integrieren, als Bestandteil von virtuellen Hochschulen weiterzuführen oder in kostenpflichtige Weiterbildungsangebote (z.B. Projekt ITO<sup>25</sup> [BMBF 2004, S.278-279]) zu überführen. Einerseits ist mit diesen Nachhaltigkeitskonzepten eine Weiternutzung der aufwändig erstellten Lehr-/Lernmaterialien, Wissensressourcen und Tools gesichert. Andererseits gibt es mit diesen Distributionsarten so gut wie keine Möglichkeit für Studierende anderer Hochschulen oder interessierte Außenstehende, die Angebote frei und kostenlos zu nutzen.

### 3.3.5 Chemie und Medizin

#### 3.3.5.1 CHEMGAROO® Educational System, FIZ CHEMIE Berlin

**Beschreibung:** Das vom FIZ CHEMIE Berlin betreute „CHEMGAROO Educational System“ ist aus dem mit 41 Mio. Mark geförderten BMBF-Leitprojekt „Vernetztes Studium Chemie“ hervorgegangen. Als eines der wenigen hochgeförderten BMBF-Leitprojekte hat es Chemgaroo geschafft, neben der inhaltlichen Seite ein nachhaltiges Geschäftsmodell in der elektronischen Chemie-Bildungslandschaft zu etablieren. Der riesige Umfang des Projektes lässt sich an den reinen Zahlen gut erkennen: 25.000 Medienobjekte, 16 Kooperationspartner und 160 Fachautoren sowie Multimedia-Entwickler. Chemgaroo ist in mehrere Sparten mit verschiedenen Geschäftsmodellen unterteilt. ChemgaCourse bietet Schulungen und Online-Kurse gegen Bezahlung an (ab 10Eur pro Nutzer). Kurse können auch in eigene Systeme über SCORM importiert werden. Die ChemgaPedia ist das Herzstück des Systems und frei im Internet zugänglich und für nichtkommerzielle Bildungszwecke frei verwendbar. Am FIZ Chemie Berlin ist eigens für die Pflege und Erweiterung der ChemgaPedia eine Redaktion aus Naturwissenschaftlern beschäftigt. Mit ChemgaNet wird die ChemgaPedia für Intranets als ChemgaBox (eigenes Serversystem zur Integration in ein eigenes Netz) oder als externes ChemgaDrive (Festplattensystem) für den Offline-Betrieb vertrieben. Direkt aus der ChemgaPedia können über das angeschlossene Shop-

---

<sup>25</sup> <http://www.ito-projekt.de/>, Verifiziert am: 17.10.2009

System der ChemgaMedia-Lernobjekte (ca. 300, es kommen ständig neue hinzu, Kosten ab 1Eur) gekauft werden.

### **Ausgewählte Leistungsmerkmale**

- 1.500 Lehr- und Lernkapitel mit ca. 15.000 Seiten
- zu jeder Einheit didaktisch aufbereitete Lernpfade mit Angabe von Lernziel, und Lernumfang, Bearbeitungszeit, Schwierigkeitsgrad, Verweis auf Vorkenntnisse und weiterführende Lerneinheiten
- 25.000 Medienelemente (21.000 Grafiken, 3.000 Animationen, 1.000 Videos)
- interaktive 3D Modelle, z.B. von Molekülen
- Prozessanimationen, Reaktionssimulationen
- virtuelle Gerätepraktika
- interaktive Mindmaps zur übersichtlichen Navigation
- Schritt-für-Schritt Anleitungen z.B. Versuchsablauf mit Experimentalvorschrift
- ChemgaPedia-Toolbar

[Hantelmann 2009]

Webseite: <http://www.chemgaroo.de>

3.3.5.2 CAMPUS – Virtuelle Sprechstunde für Medizinstudenten eingebettet in das Zentrum für virtuelle Patienten (ZVP) als Teil des medizinischen Fallportals CASEPORT, Universität Heidelberg

**Beschreibung:** Bemerkenswert bei den medizinischen webbasierten Lernumgebungen ist, dass es über vielfältige Kooperationen gelungen ist, ein gemeinsames Einstiegsportal für die fallbasierte Lehre in der Medizin aufzubauen und über die einzelnen Projektförderungen hinaus zu erhalten. Das Portal CASEPORT bündelt Aktivitäten von 15 medizinischen Fakultäten aus Deutschland und integriert über Portalfunktionen, wie z.B. die gezielte Fallsuche, fünf große Projekte (CAMPUS, CASUS<sup>26</sup>, d3web.Train<sup>27</sup>, Prometheus<sup>28</sup> und Docs 'n Drugs<sup>29</sup>) zu webbasierten Trainingssystemen in der Medizin.

Speziell das CAMPUS-Projekt soll aufgrund der Fallvielfalt, der eingesetzten Technologien und des hohen Curriculum-Integrationsgrades an der Universität Heidelberg genauer beschrieben werden. Mit den Worten von Dr. Huwendiek, Leiter des Zentrums für virtuelle Patienten an der Universität Heidelberg, stellt sich das

---

<sup>26</sup> <http://www.casus.eu/>, Verifiziert am: 15.10.2009

<sup>27</sup> <http://www.d3webtrain.de/>, Verifiziert am: 15.10.2009

<sup>28</sup> <http://www.prometheus.uni-tuebingen.de>, Verifiziert am: 15.10.2009

<sup>29</sup> <http://www.docs-n-drugs.de>, Verifiziert am: 15.10.2009

CAMPUS-System wie folgt dar: „Das CAMPUS-System wurde als realitätsnahes, interaktives, fallbasiertes und multimediales Lernprogramm konzipiert. Der Anwender erarbeitet sich dabei den Lernstoff interaktiv. Konkret betreut der Nutzer einen Patienten in einer virtuellen Klinik von der Anamnese bis zur Therapie und muss dabei alle Entscheidungen selbst treffen. Dabei erhält er jeweils Feedback zu seinen Entscheidungen“ [Huwendiek 2009].

Neben den bereits enthaltenen virtuellen Patienten ist es mit dem CAMPUS-eigenen Autorensystem möglich neue Fälle anzulegen und in das System einzustellen, die dann auch auf dem CASEPORT-Portal verfügbar gemacht werden können. Eine weitere Entwicklung ist das CAMPUS-Prüfungssystem. Neben den in der Medizin üblichen Multiple-Choice-Fragen und anderen Standard-Fragetypen können fallbasierte Prüfungen nach medizinischen Normen durchgeführt werden. Das CAMPUS-System kann aufgrund seines Umfangs, der intensiven Curriculumsvernetzung und der Durchgängigkeit der Umgebung, von der Fallerstellung bis zur rechtlich abgesicherten Prüfung, überzeugen. Die Teilnahme am großangelegten EU-Projekt eViP<sup>30</sup> (electronic VirtualPatients) sichert die weitere und nachhaltige Nutzung bzw. Vernetzung des CAMPUS-Systems mit medizinischen Fakultäten im In- und Ausland.

#### **Ausgewählte Leistungsmerkmale**

- außergewöhnlich umfangreiche Kooperationen
- viele verschiedene individuelle Fallbeispiele am virtuellen Patienten
- detaillierte 3D-Darstellungen
- umfangreiche Checklisten
- ausführliches Feedback
- Card-basierte interaktive Fallpräsentation
- Autorensystem, clientseitige Abspielkomponente, angeschlossenes Prüfungssystem

[Fischer 2002; Leven und Klar 2003; Heid, Hanebeck et al. 2009]

Webseite: <http://www.medicase.de/>

#### **3.3.5.3 Zusammenfassung Chemie und Medizin**

Die Fächer Chemie und Medizin bieten mit den beiden untersuchten umfangreichen und frei zugänglichen Portalen ChemgaPedia und CASEPORT eine interessante Perspektive für kooperative Ergebnisse aus Förderprojekten. So wurden dort vorbildlich jene Ziele umgesetzt, welche als allgemeine Förderidee formuliert waren: „Mit der Förderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) von webbasierten und multimedialen Lehrinhalten an Hochschulen war insbesondere die Absicht verbunden,

---

<sup>30</sup> <http://www.virtualpatients.eu/>, Verifiziert am: 15.10.2009

aus diesen Entwicklungsarbeiten heraus für Lehrende und Lernende Produkte entstehen zu lassen, die sich kurzfristig in den Studienalltag integrieren und dort nutzen lassen.“ Integration und Nachnutzung und weiterhin Kooperation und Neuorganisation von Lehr-/Lernangeboten sind in den ersten Zeilen des „NMB Kursbuch eLearning 2004“ formulierte Hauptziele [BMBF 2004, S.7].

Der inhaltliche und didaktische Umfang der Angebote, der politische Wille der Leitungsebenen der kooperierenden Einrichtungen und vor allem die langfristige curriculare Verankerung der Projektergebnisse tragen hauptsächlich zum Erfolg bei.

In Folge der Analyse von webbasierten Lernumgebungen wurden mehr als die zwei im Bereich Chemie und Medizin besprochenen Lernumgebungen untersucht. Ausführlich nach dem entwickelten Kriterienkatalog analysiert wurden die zwei Leitprojekte auf diesen Gebieten. Zwei inhaltlich, didaktisch und wirtschaftlich attraktive Produkte sollen dennoch kurz erwähnt werden. Zu den ebenfalls umfangreichen NMB-Projekten gehört z.B. „cme-chirurgie - Webbasierte Lehre der Unfallchirurgie für die Aus- und Weiterbildung“<sup>31</sup>. Dieses Projekt hat es neben der Erstellung von umfangreichen Inhalten geschafft, über die Gründung einer Weiterbildungsakademie (cme web akademie) ein nachhaltiges Geschäftsmodell zu etablieren. Neben der wirtschaftlichen Vermarktung hat sich die Akademie als zentrale Ziele u.a. die Pflege, Aktualisierung und den Ausbau der Lehr-/Lerninhalte sowie den Support der Anwender gesetzt.

Eine im Sinne von Wiederverwendung, Nachnutzung und Transfer spannende Arbeit ist das auf dem E-Learning-Standard LOM aufgebaute Learning Resource Server Medizin (LRSMed<sup>32</sup>) [Geueke 2004] der Medizinischen Fakultät der Universität Duisburg-Essen. Im Deutschen Ärzteblatt [Stausberg 2005] wird LRSMed beschrieben mit: „Der Learning Resource Server Medizin (LRSMed) enthält mehr als 1000 multimediale Lehr- und Lernmodule für die medizinische Aus-, Weiter- und Fortbildung. Hierbei sind alle Fachgebiete vertreten, von der Anatomie bis zur Allgemeinmedizin, von der Biochemie bis zur Notfallmedizin. Entwicklung, Betrieb und Pflege übernimmt das Institut für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie der Universität Duisburg-Essen.“

Auch hier zeigt sich wiederum, dass Schlüsselfaktoren zum dauerhaften Erfolg u.a. die organisatorische Verankerung, Umfang und Qualität der Inhalte sowie ein gesicherter Support sind.

---

<sup>31</sup> <http://www.cme-chirurgie.de>, Verifiziert am: 17.10.2009

<sup>32</sup> <http://www.lrsmed.de/>, Verifiziert am: 17.10.2009

### 3.3.6 Webbasierte Lernumgebungen im internationalen Sprachraum

#### 3.3.6.1 MITOPENCOURSEWARE, Massachusetts Institute of Technology



Abbildung 3.3: Kursüberblick „Circuits and Electronics“

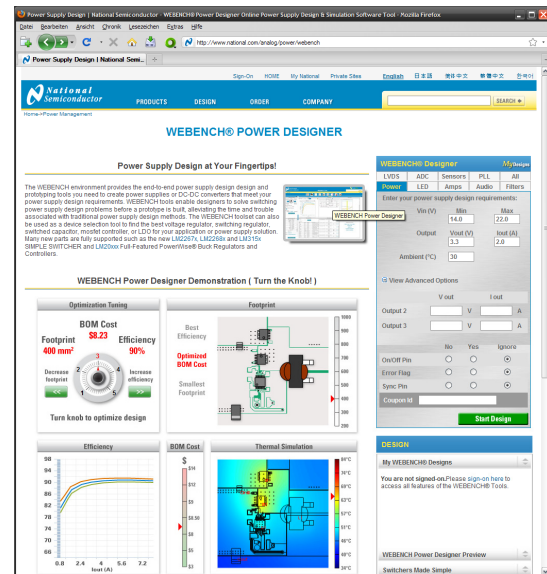


Abbildung 3.4: WebSim (Webbasiertes Labor) ist in „Circuits and Electronics“ integriert

MIT OpenCourseWare<sup>33</sup> ist eine frei zugängliche Veröffentlichung der „Massachusetts Institute of Technology“ Kursmaterialien (s. Abbildung 3.3), welche die am MIT gelehrteten Fächer widerspiegeln.

Es werden mehr als 1900 Kurse mit

- Vorlesungsunterlagen (lecture notes),
- Projektbeispielen (projects and examples),
- Bildergalerien (image galleries),
- Online-Lehrbüchern (online textbooks),
- Aufgaben mit Lösungen (assignments and solutions),
- Prüfungs-/Übungsaufgaben (exams),
- multimediale Inhalte und
- webbasierte Labore<sup>34</sup> (web-based laboratories) (s. Abbildung 3.4) angeboten.

<sup>33</sup> <http://ocw.mit.edu/>, Verifiziert am: 18.10.2009

<sup>34</sup> <http://www.national.com/analog/power/webench>, Verifiziert am: 18.10.2009

Im Bereich Engineering werden ingenieur-wissenschaftliche Kurse für folgende Fächer angeboten: Aeronautics and Astronautics, Biological Engineering, Chemical Engineering, Civil and Environmental Engineering, Electrical Engineering and Computer Science, Engineering Systems Division, Materials Science and Engineering, Mechanical Engineering und Nuclear Science and Engineering. Weiterhin gibt es den Bereich Science, in dem die naturwissenschaftlichen Fächer katalogisiert sind. Das MIT listet dazu: Biology, Brain and Cognitive Sciences, Chemistry, Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences, Mathematics und Physics.

Neben den englischsprachigen Kursen gibt es eine Reihe von Kursen, die in Chinesisch, Thai, Spanisch, Portugiesisch und Persisch übersetzt sind. Neben den Hauptkursen gibt es noch Zusatzangebote, wie Ergänzungskurse (Supplemental Courses), archivierte Kurse (Archived Courses) und eine spezielle Webseite mit Kursen für Schüler und Lehrer an High Schools.

### 3.3.6.2 Stanford Engineering Everywhere & Stanford on iTunes

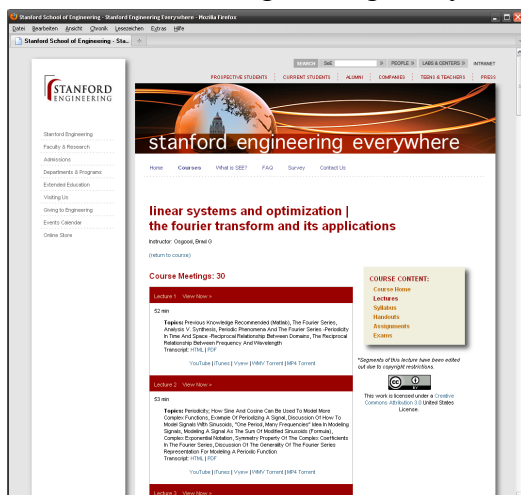


Abbildung 3.5: Übersicht zum Kursablauf und zu Inhalten „Linear systems and optimization“

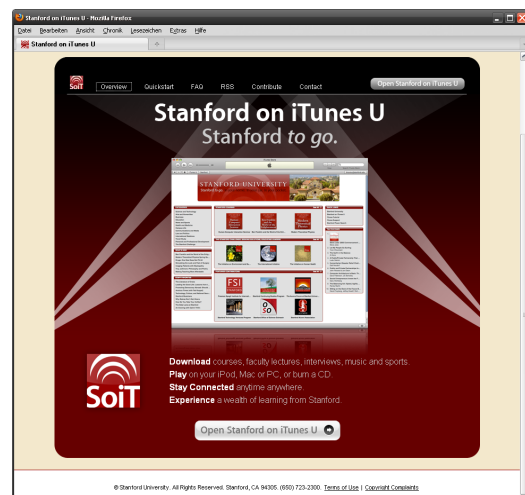


Abbildung 3.6: Stanford on iTunes- Startseite

Stanford Engineering Everywhere<sup>35</sup> (SEE) ist ein Online-Portal, welches frei zugänglich ausgewählte Kurse (vgl. Abbildung 3.5) der Stanford „School of Engineering“ anbietet. Neben Vorlesungsvideos sind Kurs-Handouts veröffentlicht und Tests implementiert. Über eine Creative Commons Lizenz sind alle Kurse und deren Inhalte für einen freien und offenen Zugang ausgelegt und dürfen wiederverwendet, angepasst und neu verteilt werden. Zusätzlich gibt es eine extra Seite<sup>36</sup> für die „Stanford Community“, um sich mit anderen SEE-Studierenden in einem sozialen Netzwerk austauschen zu können. Die Angebote sind auch auf mobilen Geräten nutzbar. Die

<sup>35</sup> <http://see.stanford.edu/>, Verifiziert am: 18.10.2009

<sup>36</sup> <http://itunes.stanford.edu/community/>, Verifiziert am: 18.10.2009



Spezialisierung auf mobile Geräte wird durch ein weiteres ergänzendes Angebot unterstützt. Über „SoiT – Stanford on iTunes“<sup>37</sup> (vgl. Abbildung 3.6) können in Kooperation mit Apples iTunes-Dienst Vorlesungspodcasts auf mobile und normale Endgeräte heruntergeladen werden.

### 3.3.6.3 Open Learning Initiative

Die „Open Learning Initiative“<sup>38</sup> beschreibt ihre Angebote mit:

„Open & Free: This course includes self-guiding materials and activities, and is ideal for independent learners, or instructors trying out this course package.”

Angewandete didaktische Prinzipien sind u.a. die Nutzung von Ingenieurwerkzeugen (Andes Physics Workbench) in einigen Kursen. Der frei nutzbare Physik-Kurs z.B. enthält zahlreiche Videos und nutzt eine angepasste Version der „Andes Physics Workbench“ als „Andes Physics Tutor“ (s. Abbildung 3.7) mit über 500 Arbeitsblättern und einem integrierten adaptiven Hilfedialogsystem. Weitere umgesetzte Prinzipien sind interaktive geführte Simulationen (interactive guided simulations), einfache interaktive Objekte (manipulate simples objects) und die abschnittsweise Herausarbeitung von Wissen in Form von Stichpunkten (key points) sowie die Zusammenfassung des Lernstoffes am Ende der Lektion (to Sum up).

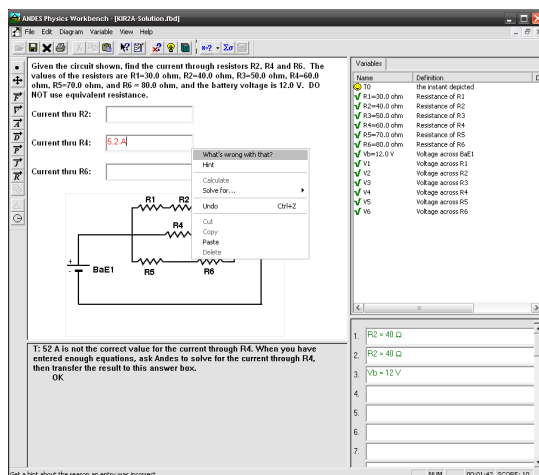


Abbildung 3.7: „Andes Physics Tutor“ gibt Hilfestellung

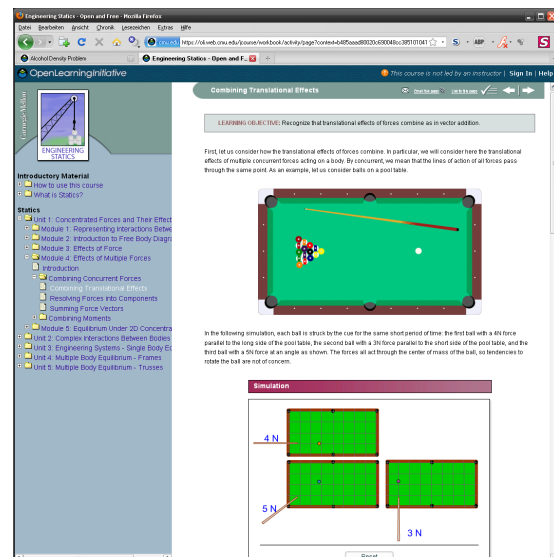


Abbildung 3.8: „Combining Translational Effects“ am Billardtisch in „Engineering Statics“

Die dabei angewandte Problemlösungsprozedur (Problem solving procedure) ist dreistufig und stellt ein nachahmenswertes Konzept dar. Beginnend mit ausgearbeiteten bzw. gelösten Beispielen (s. Abbildung 3.8) (worked-out examples) wird über das

<sup>37</sup> <http://itunes.stanford.edu/>, Verifiziert am: 18.10.2009

<sup>38</sup> <https://oli.web.cmu.edu/jcourse/webui/portal.do>, Verifiziert am: 18.10.2009

gemeinsame Durchdenken eines Problems (walkthrough) mit anschließendem, durch abgestufte Hinweise (hints) unterstützten „learning by doing“ (s. Abbildung 3.9) ein umfassendes Lehr-/Lernangebot didaktisch sinnvoll aufgearbeitet. Die Hinweise stellen eine stufenweise Hilfe an den Kern des zu lösenden Problems dar. Zunächst werden Hinweise gegeben, die den Studierenden die zu Grunde liegenden Ideen oder Prinzipien ins Gedächtnis zurückrufen. Mit dem zweiten Hinweis wird die allgemeine Idee aus dem ersten Hinweis spezifiziert und mit Details des aktuellen Problems verknüpft. Der letzte Hinweis gibt dann die Antwort und erklärt gleichzeitig, wie und warum man zu dieser Antwort kommt. Die Art der Leistungsfeststellung und-überprüfung ist eine weitere didaktisch gut umgesetzte Komponente. Die Leistungsfeststellung erfolgt über die Lösung von variantenreichen Problemen. Dabei werden das formative Assessment genutzt, um selbstreflektive Prozesse beim Studierenden über seine eigene Leistung anzustoßen und das summative Assessment, um in bestimmten Abständen Leistungszwischenstände zu festzustellen.

Bemerkenswert sind die umfangreichen virtuellen Labore in Chemie (s. Abbildung 3.10), die mit Tutorials zum Erlernen des Umgangs mit den virtuellen Laboren ausgestattet sind.

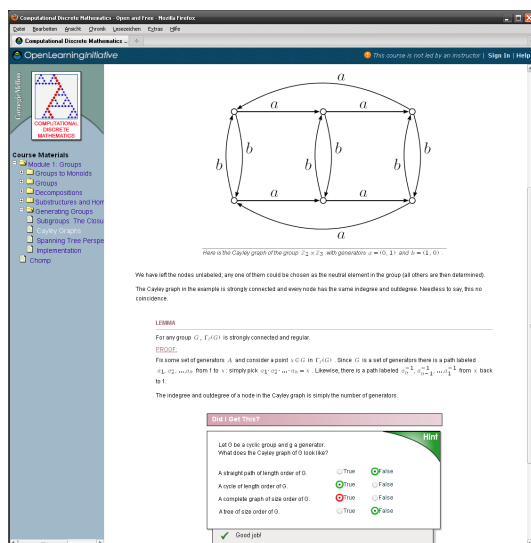


Abbildung 3.9: Integriertes Self-Assessment im Kurs „Computational Discrete Mathematics“

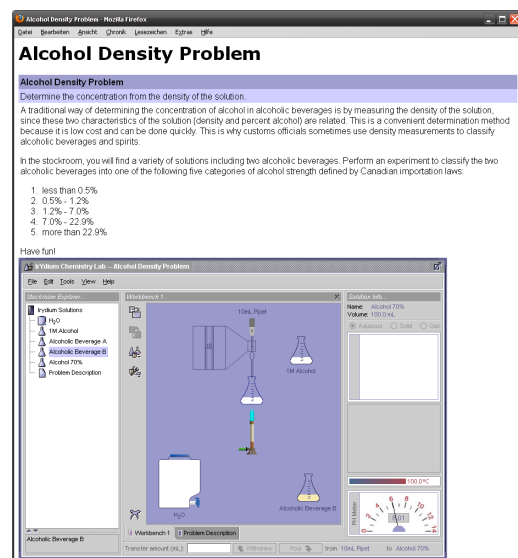


Abbildung 3.10: Alkoholdichtebestimmung einer Lösung im „Virtual chemistry lab course“

Jede Seite innerhalb der Kurs-Struktur hat ein „...carefully articulated learning objective that is independently assessable“<sup>39</sup>. Die Kurs-Struktur entspricht der vom Autor im Kap. 2.3 entwickelten Struktur bei der Einordnung eines RLO in das Schichtenmodell einer webbasierten Lernumgebung. Die Wortbedeutungen werden dabei dem Sprachraum angepasst unterschiedlich benutzt. Die Begriffe beschreiben

<sup>39</sup> <http://oli.web.cmu.edu/openlearning/forstudents/freecourses/engineering-statics>, Verifiziert am: 18.10.2009

aber in ihrem jeweiligen Sprachraum die gleiche Komplexität der Inhaltsstruktur. Zum Vergleich (s. Abbildung 3.11) die im Kap. 2.3 benutzte Struktur und die Struktur, wie sie in den Kursen der Open Learning Initiative genutzt wird. Im Reusable Learning Object sind die auf den Webseiten der Open Learning Initiative enthaltenen interaktiven Elemente als Technical Objects (fachliche Objekte) und die didaktischen Anleitungen, Ziele und Hinweise als Educational Objects (didaktische Objekte) enthalten.

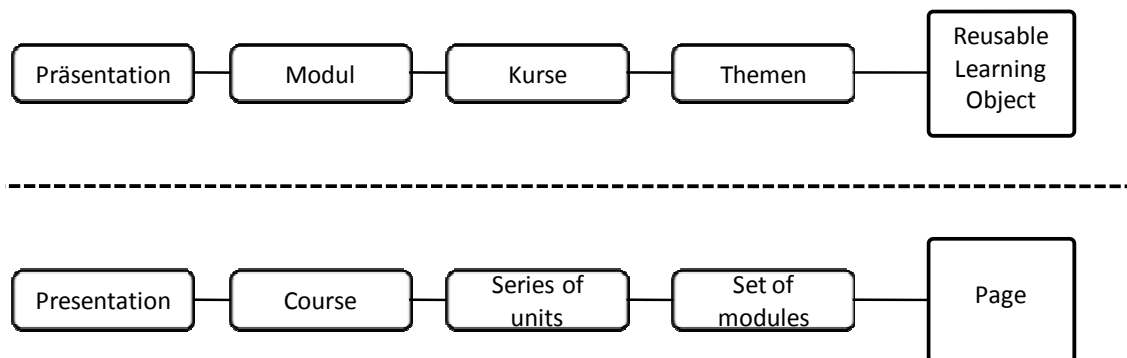


Abbildung 3.11: Strukturbegriffe im Vergleich

#### 3.3.6.4 Zusammenfassung Webbasierte Lernumgebungen im internationalen Sprachraum

Gerade im internationalen Vergleich wäre statt webbasierter Lernumgebung oder virtueller Lernumgebung die Verwendung des gebräuchlichen Fachbegriffs „Open Educational Resources“ (OER) geeigneter. Die Betonung liegt bei den analysierten internationalen Angeboten auf dem Wort „Open“ im Sinne von freiem und kostenlosem Zugang zu Wissensressourcen. Wissen und Inhalte als freie Ressourcen sind äußerst wichtig für die Studierendengewinnung, die wissenschaftliche Öffentlichkeitsarbeit sowie die Glaubwürdigkeit und internationale Anerkennung der Einrichtungen. Mit Support und Zertifizierung gegen Bezahlung wird dagegen das Geschäftsmodell der wirtschaftlich denkenden und handelnden Hochschulen geschützt.

Das MIT, mit dem System der OpenCourseWare, kann hier als Vorreiter einer ganzen Bewegung gesehen werden. Mittlerweile haben über 200 Hochschulen ihre Kurse veröffentlicht und sich im OpenCourseWare Consortium [OpenCourseWare Consortium 2009] vernetzt.

Eine Studie der Initiative „Campus Innovation“ [Goertz und Johanning 2007, S.16] bemerkt dazu:

“Die Analyse zeigt, dass auf dem Gebiet der Open Educational Resources in den letzten Jahren weltweit viel erreicht wurde. Die Heterogenität des Angebots legt allerdings insbesondere zwei Forderungen nahe: Eine bessere Erschließbarkeit der Angebote durch größere Transparenz der Webportale und einen stärkeren Einsatz von Metadaten; Als Grundlage hierfür: eine klarere Definition der zentralen Merkmale von OER-Angeboten (Finanzierungsmodell, Adressatenkreis, Darstellungsformen, Autoren, Zugänge, Fachinhalte).”

### 3.4 Zusammenfassung zum Stand der Technik

Über den Umfang der Inhalte, den Grad der Medialität und Virtualität gibt es bei den hier untersuchten webbasierten Lernumgebungen keine wesentlichen Kritikpunkte. Die am deutlichsten hervortretenden Schwächen sind im Bereich der Integration der geschaffenen Materialien in die langfristige Curriculumsplanung und die unzureichende Metadatennutzung bzw. Standardkonformität zu sehen. Eine fehlende Standardkonformität oder nicht vorhandene Metadaten schließen eine Transfermöglichkeit von Content nicht aus, hemmt aber durch aufwendige Nacharbeiten die schnelle und unkomplizierte Wiederverwertung.

Die in Deutschland, Österreich und der Schweiz verankerten Lernumgebungen sind überwiegend deutschsprachige Angebote. Sobald aber auch ausländische Studieninteressierte zu der Zielgruppen der Hochschulen gehören, sollte zumindest für Einstiegsangebote, Demozugänge etc. eine Übersetzung in englischer Sprache als kleinster gemeinsamer Nenner vorgesehen werden. Gibt es eventuell weitreichende Hochschulpartnerschaften im Bereich Forschung und Lehre, sollte über die Verwendung der jeweiligen Landessprache nachgedacht werden.

Interessant ist die Parallelität der Kritik an der mangelnden Verwendung von Metadaten sowohl bei den internationalen Angeboten [Goertz und Johanning 2007, S.16] als auch bei den in dieser Arbeit untersuchten webbasierten Lernumgebungen.

Kurzfristig gesehen ist der „Overhead“ im Aufwand bei der technischen Implementation, Vergabe, Nutzung und Pflege von standardisierten Metadaten sehr hoch. Langfristig gesehen überwiegen die Vorteile für Ersteller und Nutzer, z.B. Austauschbarkeit sowie vereinfachte Pflege und Erweiterung von Inhalten. Mittlerweile können gängige Lernplattformen, Repositories, Wikis und andere Applikationen beim Import/Export mit Standards wie LOM oder IMS-Paketen problemlos umgehen. Es hat eine Konsolidierung der Technologien und Standards stattgefunden, die nun durch vernetzte Ressourcenanbieter zur vollen inhaltlichen und didaktischen Geltung kommen muss.

## **4 Medientechnische Analyse und Konzeption eines adaptierbaren Prozess- und Vorgehensmodells für die Entwicklung webbasierter Lernumgebungen**

„Das Vorgehen nach dem Wasserfallprinzip stirbt langsam aus. Projekte bewegen sich zu iterativen und inkrementellen Prozessen. Iterationen und Inkremente gab es zwar schon vor der Geburtsstunde der Agilität – nun sind sie allerdings akzeptiert und nicht mehr aus Projekten wegzudenken. In relativ kurzen Iterationen (beispielsweise drei Wochen) zu arbeiten und innerhalb dieser Zeit Analyse, Architektur, Implementierung und Test durchzuführen, sodass am Ende jeder Iteration eine getestete und lauffähige Version einer Software steht, bringt den großen Vorteil mit sich, Feedback schnell beachten zu können.“ [Rupp und Joppich 2009]

Im Abschnitt 2.2 wurde ausgehend von den besonderen Ansprüchen in den Ingenieurwissenschaften an eine webbasierte Lernumgebung vom Autor ein entsprechendes Modell entwickelt. Dieses Modell soll nun bei der generischen Konzeption und Entwicklung eines adaptierbaren Frameworks für webbasierte Lernumgebungen benutzt werden. Die konkrete Umsetzung des Modells anhand der allgemeinen Konzeption wird anschließend am Beispiel GETsoft im Kapitel 5 beschrieben.

### **4.1 Komponenten einer Lernumgebung**

In diesem Abschnitt wird ausgehend von den grundsätzlichen Überlegungen des Abschnitts 2.1 zu den Besonderheiten der Natur- und Ingenieurwissenschaften untersucht, aus welchen sogenannten Bausteinen, Modulen, Teilen oder Komponenten eine Lernumgebung bestehen sollte. Der Begriff Komponente wird hier verwendet, weil er sowohl im Bereich der Softwaretechnik als Teil einer Software benutzt wird, als auch im Bereich der allgemeinen Technik im Sinne von einem Einzelteil eines technischen Gesamtkomplexes. Jede Komponente einer Lernumgebung sollte also eine Entsprechung im Lehr-/Lernmodell haben oder eine sinnvoll begründete neue Form hinzufügen. Im Abschnitt 2.7 (s. Abbildung 2.11) wurden die Lehr- und Lernformen im ingenieur-wissenschaftlichen Bereich genauer ausgeführt.

#### **Was ist das Ziel einer webbasierten Lernumgebung?**

Eine webbasierte Lernumgebung sollte die klassischen „Säulen der Lehre“ durch eine Erweiterung der bekannten Lern- und Testmöglichkeiten unterstützen.

### **Welche Vorteile bringen Online-Angebote für Studierende und Lehrende gegenüber herkömmlichen Lehr-/Lernformen?**

Neben den bekannten Vorteilen des zeit- und raumunabhängigen Lernens sind es vor allem die erhöhten Freiheitsgrade beim selbstgesteuerten Lernen in einer offenen Lernumgebung, welche eine Benutzung interessant machen. Die Möglichkeiten, z.B. zur uneingeschränkten Wiederholung von Lernstoff, die Übung mit parametrisierten Aufgaben und die Vorbereitung auf praktische Aufgaben, sind mit den aktuellen technologischen Mitteln abwechslungsreich umsetzbar. So können komplexe Vorgänge durch anschauliche Animationen leichter erfassbar gemacht werden. Mit der Hilfe von parametrisierten Eingriffsmöglichkeiten in Simulationen wird die (inter)aktive Komponente im Vergleich zu Animationen nochmals erhöht.

Die Stärken des virtuellen Versuchs liegen z.B. in der uneingeschränkten zeitlichen Verfügbarkeit, unbegrenzten Stückzahl, der lediglich virtuellen Beschädigung bei Fehlbedienungen, instruktivem Feedback während der Bedienung, Überprüfbarkeit der Bedienung und der isolierten Untersuchung einer Einzelfunktion, um dann in der Praxis die reale Komplexität zu erforschen [Neundorf, Yakimchuk et al. 2008].

Lernangebote sollten so konzipiert werden, dass verschiedenste Arten und Abstufungen von Rückmeldungen dem Nutzer Hilfestellungen bieten. Ebenfalls sollte eine entsprechend konzipierte Lernumgebung eine studienbegleitende, langfristig gesicherte, individuelle Lernstandsmessung ermöglichen sowie zur konkreten Prüfungsvorbereitung geeignet sein.

Um Inhalte, Daten und Metadaten, Funktionen sowie Werkzeuge gezielt verwalten und nutzen zu können, benötigt man ein strukturiertes Konzept zur Implementation eines Daten-, Objekt-, und Funktionsmanagementsystem. Daten sind neben den Lerninhalten in Form von Lernobjekten verschiedenster Aggregationsstufen ebenfalls Benutzerprofildaten, Benutzertrackingdaten sowie vom Benutzer erzeugte Inhalte. Hinzu kommen diverse Statistiken, Funktionen und Werkzeuge zur Datenaufbereitung sowie Import-/Exportfunktionen von Inhalten und Metadaten. Um ein medien- und plattformübergreifendes Konzept, wie z.B. die Verknüpfung von Printmedien und interaktiven Online-Medien umzusetzen, gibt es bereits verschiedene innovative Ansätze, welche in das Gesamtkonzept als Crossmedia-Komponente einbezogen werden sollten. Wie man das traditionelle Medium Buch und interaktive Online-Medien unter Berücksichtigung eines minimierten Medienbruches verbindet, ist unter [Brehm, Neundorf et al. 2006] und [Brecht, Krömker et al. 2008] anschaulich beschrieben.

Neben den technischen und inhaltlichen Anforderungen sind nach dem Modell der Lernumgebung (vgl. Abbildung 2.3) ebenso Anforderungen aus dem Bereich Didaktik, Organisation und Präsentation einzubeziehen. Neben kooperativen Szenarien bei (örtlich) verteiltem Nutzerkreis und studienbegleitender Betreuung, sollten Betrachtungen zur organisatorischen bzw. institutionellen Integration genauso berücksichtigt werden, wie z.B. die zielgruppengerechte Aufbereitung und Darstellung.

### Was braucht man, um diese Vorteile nutzen zu können?

Ein Entwurf des Autors für die Umsetzung der genannten Vorteile in webbasierte Komponenten ist in Abbildung 4.1 dargestellt.

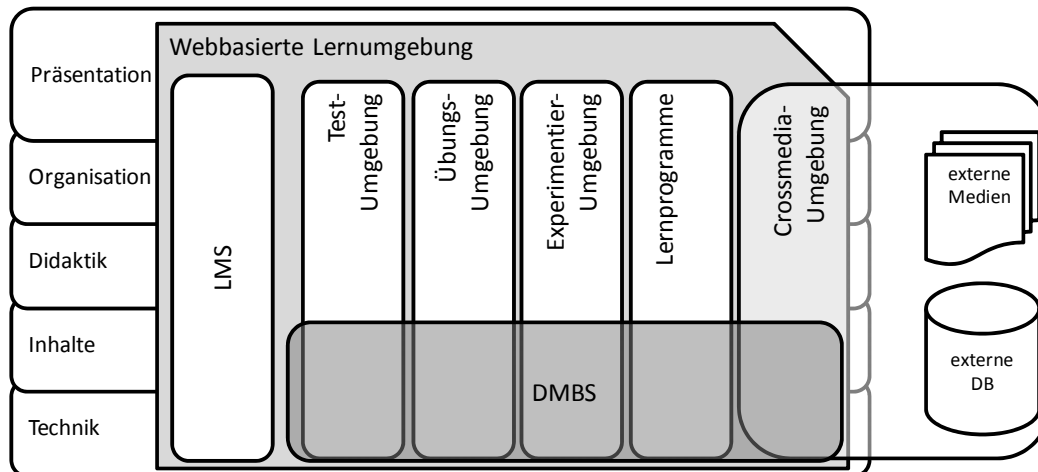


Abbildung 4.1: Ebenen und Komponenten einer Lernumgebung

Ein DBMS bildet in diesem Entwurf die technologische Grundlage für das Management aller Inhalte wie z.B. Lernobjekte. Weiterhin werden ebenfalls Benutzerdaten verwaltet, Import-/Export-Funktionen für Inhalte über eine API angeboten und weitere Services bereitgestellt. Zur Verwaltung und Administration benötigt man eine Administrations-Komponente, welche im Bereich des Managements für das DBMS enthalten sein sollte. Lernprogramme sind als Komponente zur Inhaltsvermittlung mit Ankerreizen durch überschaubare interaktive Übungen, Animationen, Simulationen und Experimente eingebunden. Korrespondierend mit der Inhaltsvermittlung gibt es Verbindungen zu einer Übungs-Umgebung zum Trainieren von typischen Aufgabenstellungen und zu einer Test-Umgebung zur Lernstandsmessung und konkreten Prüfungsvorbereitung. In einer Experimentier-Umgebung sind Szenarien möglich, wie man sich virtuell auf das reale Praktikum oder die fächerspezifische Laborarbeit vorbereiten kann. In einer Crossmedia-Umgebung werden ohne einen Medienbruch zu erzeugen bzw. zum Verlassen der Lernumgebung zu zwingen externe Medien übergreifend eingebunden. Ein LMS ermöglicht es mit kooperativen Werkzeugen entsprechende Lehr-/Lernszenarien zu unterstützen und eine Online-Betreuung sicherzustellen.

### Integrative Systemtrends - Vom Lernmanagementsystem zum Campus- und Studienmanagementsystem

Eine hier zu beobachtende Tendenz ist die Verschmelzung von Komponenten einer Lernumgebung, kooperativen und sozialen Werkzeugen und den Basisfunktionen eines LMS zu einem geschlossenen Angebot. Beispielsweise werden in der kommenden Version 2.0 des LMS moodle verstärkt das Wiki-, Blog-, Messaging-, und RSS-Feed-Modul erweitert. Weiterhin werden zusätzliche, aus Web 2.0-Werkzeugen bekannte Funktionen wie Tagging und Flagging eingeführt sowie Schnittstellen z.B. zu ePortfolios integriert [Moodle.org 2009]. Dieser konsolidierende Trend ist aber

schlussendlich nur die logische Folge der in Abbildung 4.1 dargestellten Komponentenverknüpfung unter Einbeziehung aller Ebenen. Eine Prognose aus dem entworfenen Modell und den aktuellen Trends könnte lauten, dass in naher Zukunft Schnittstellen zu Hochschulverwaltungssystemen und Campus Management Software in die am weitesten verbreiteten LMS integriert werden. Bei der Konzeption sind die in Abschnitt 3.4 ermittelten Faktoren einer erfolgreichen Lernumgebung zu berücksichtigen. Von Beginn an sollten neben reinen technischen Größen eine curriculare Verankerung sowie institutionelle Einbettung als Zielvereinbarung definiert werden. Als Orientierung für vielseitig technisch geprägte Disziplinen können z.B. die allgemeinen Bewertungskriterien des eLearning-Förderfonds der Goethe-Universität Frankfurt/Main (studiumdigitale) [Bremer 2009], die Dual-Mode-Strategie der TU Darmstadt [Offenbartl, Sonnberger et al. 2008] oder die E-Learning-Strategie der TU München [Bode, Rathmayer et al. 2008] genutzt werden.

## 4.2 Evolutionäres Prototyping und Objektorientierter Entwurf als kombiniertes Vorgehensmodell zur System-Entwicklung

Das in Kapitel 2.4 beschriebene Prozessmodell des Prototyping und der evolutionären Entwicklung sollen als Basismodelle unter Berücksichtigung eines objektorientierten Ansatzes genutzt werden, um ein eigenes generisches Vorgehensmodell für die Entwicklung einer webbasierten Lernumgebung zu entwickeln. Ausgehend von den drei allgemeinen übergeordneten Prozessen der Softwareentwicklung wird ein eigenes, detailliertes generisches Vorgehensmodell konzipiert, welches als Entwicklungsgrundlage für komplexe Lernumgebungen genutzt werden kann (vgl. Abbildung 4.2).

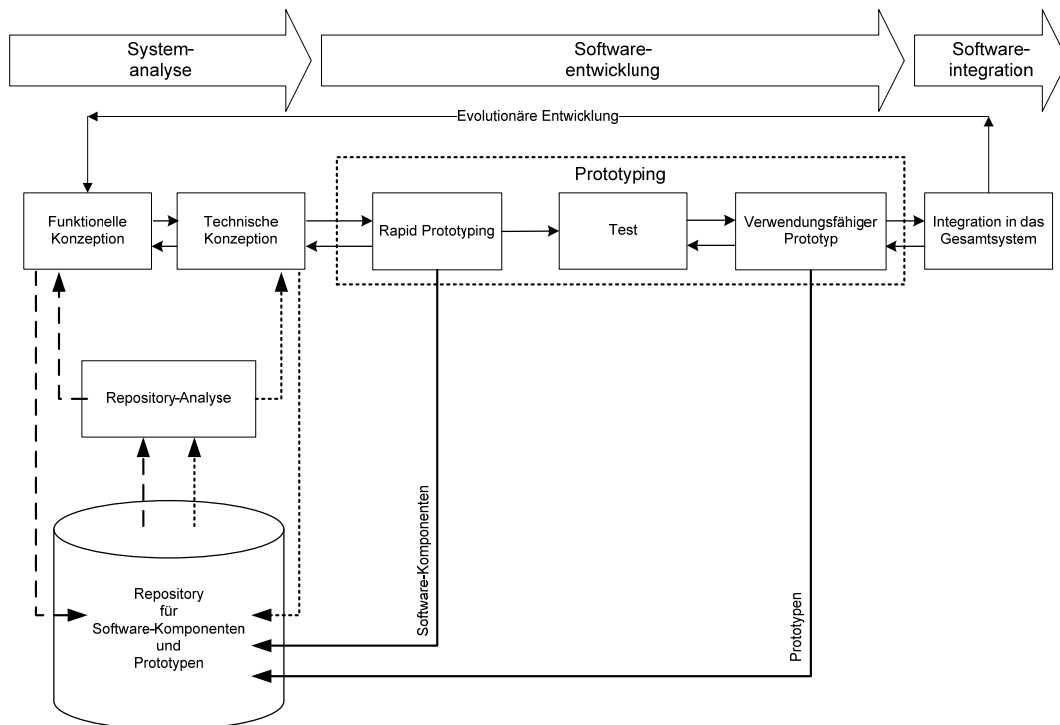


Abbildung 4.2: Kombiniertes Vorgehensmodell zur System-Entwicklung



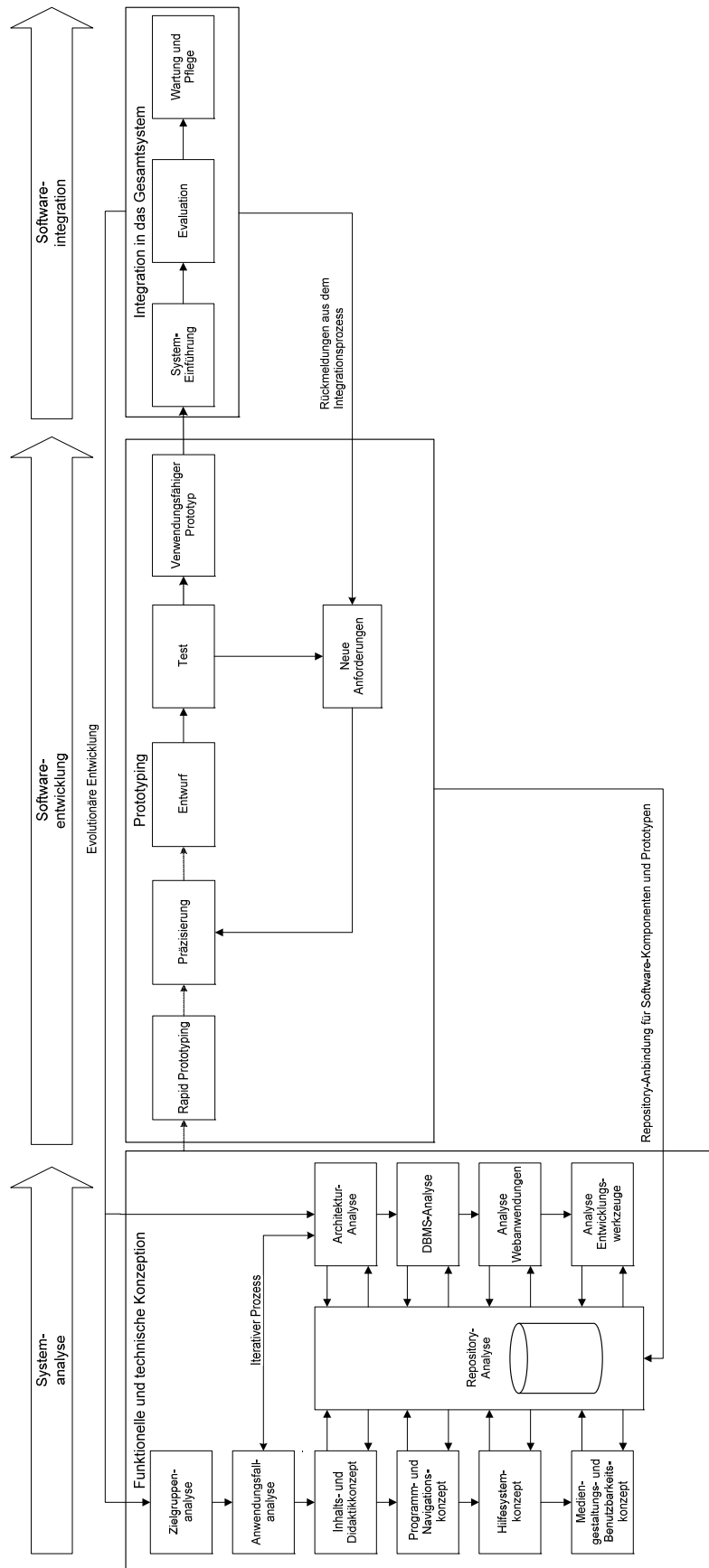


Abbildung 4.3: Vollständiger System-Entwicklungsprozess

### 4.3 Phase Systemanalyse

#### **Zielvereinbarungen, vorbereitende Maßnahmen und Analyse-Werkzeuge**

Bevor mit der Konzeption begonnen wird, sollten klare Ziele, welche mit dem Aufbau eines komplexen Systems wie einer webbasierten Lernumgebungen erreicht werden sollen, definiert werden. Es muss z.B. analysiert werden, welcher Bildungsbedarf [DIN EN ISO/IEC 19796-1 2009, S.25] in welchem Umfang in welchen Gruppen besteht und welche Maßnahmen ergriffen werden müssen, um kurz-, mittel- und langfristig Defizite zu beheben oder Chancen aufzugreifen.

Ein möglicher Weg ist die im Systems Engineering vorgeschlagene IST-SOLL-Vergleichsanalyse [Haberfellner und Daenzer 2002]. Ein Problem bzw. eine Chance macht sich demnach als Differenz zwischen dem aktuellen IST-Zustand und dem angestrebten idealen SOLL-Zustand bemerkbar. Das SE bietet hier neben flexiblen Modellen und Leitfäden auch systematische Ansätze zur Problemlösung und der organisatorischen Abwicklung umfangreicher Projekte.

Ebenfalls eignet sich das aus dem Bereich der Betriebswirtschaft stammende Werkzeug des strategischen Managements, die SWOT<sup>40</sup>-Analyse, um in der Systemanalysephase einen konkreten und übersichtlichen Gesamteindruck der Situation zu erarbeiten.

In der Phase der Systemanalyse sind nach dem vom Autor entwickelten vollständigen Systemkonzept (vgl. Abbildung 4.3) die funktionelle Konzeption, die technische Konzeption und begleitend dazu eine Repository-Analyse durchzuführen. Sollte es noch kein Repository geben aus dem Methoden, Objekte, Software-Komponenten oder Prototypen wiederverwendet werden können, ist eine Analyse von ähnlichen, bereits durchgeführten System-Entwicklungen zweckmäßig. Der Begriff Repository wird hier als Synonym für „digitale Bibliothek“ verwendet. Hinter einem Repository, gerade in der Systemanalyse-Phase, muss sich nicht zwingend ein bestimmtes DBMS befinden. Hierbei kann es sich um ein beliebiges Verzeichnis oder Portfolio zur Speicherung und Beschreibung von digitalen Objekten, Analysen, Studien, Normen, Standards, Werkzeugen, Konzepten, Methoden, Leitfäden, Prozessen und ähnlichen handeln. Das hier verwendete Repository repräsentiert gewissermaßen eine Sammlung von eigenen oder importierten Erfahrungen und Inhalten in Form von digitalen Objekten.

Bereits in dieser frühen Analyse-Phase ist es sinnvoll, neben passenden fachlichen Aspekten, besonders die Kriterien zur Standardkonformität und den Möglichkeiten zum Transfer von Inhalten und/oder Konzepten zu beachten (vgl. Kapitel 3.2).

---

<sup>40</sup> engl. Akronym für Strengths (Stärken), Weaknesses (Schwächen), Opportunities (Chancen, Möglichkeiten) und Threats (Gefahren, Risiken)

### 4.3.1 Funktionelle Konzeption

Die funktionelle Konzeption beginnt mit der Zielgruppenanalyse (User Centered Design) und den daraus abzuleitenden Anwendungsfällen (Use Cases) um anschließend ein entsprechendes Inhalts- und Didaktikkonzept zu entwickeln. Erst dann folgt die Programmkonzeption mit Navigations-, Hilfesystem-, und Mediengestaltungskonzept. Der Prozess der Gestaltung der Benutzbarkeit (Usability) ist ein Ergebnis der genannten vorausgegangen Konzepte und mündet in einem Gestaltungsleitfaden (Styleguide).

#### Zielgruppenanalyse

Eine Zielgruppe ist eine möglichst genau definierte Gruppe potenzieller Benutzer, an welche sich das System richtet. Hier findet sich schon eine erste schwierige Situation im Hochschulbereich. Die Zielgruppe „Lerner“ bzw. „Lernende“, ist alles andere als homogen und leicht erfassbar. Empfehlenswert ist die Einordnung der Zielgruppe in den Student Lifecycle [Schulmeister, Mayrberger et al. 2008]. Der Student Life Cycle (SLC) beschreibt prozessorientiert den Ablauf eines Studiums von der Orientierungsphase des Studieninteressenten bis zum Absolventen bzw. Alumni. Der Autor hat die Ebenensicht für Lernende und Lehrende direkt mit dem SLC-Modell verknüpft.

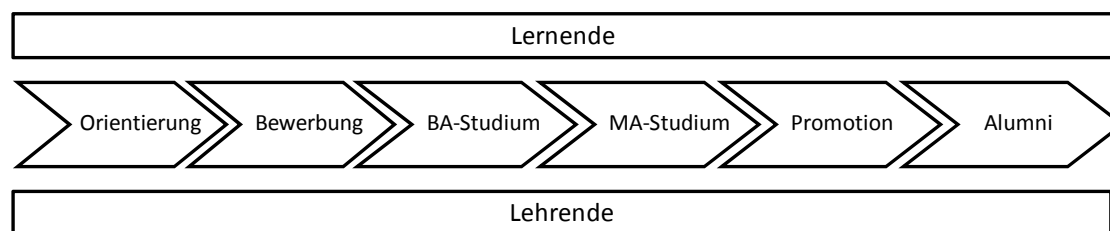


Abbildung 4.4: Student Lifecycle

Durch die in Abbildung 4.4 einbezogenen Ebenen Lehrende/Lernende wird die grundsätzliche Einbindung der hochschuldidaktischen Perspektive ersichtlich.

Mögliche Zielgruppen sind demnach Studieninteressierte (Orientierungsphase), Bewerber (Bewerbungsphase), BA/MA-Studierende (BA/MA-Phase), Doktoranden (Promotionsphase) und Alumni/Absolventen (Alumniphase) welche hier unter dem Sammelbegriff „Lernende“ zusammengefasst sind. Bei den Phasen Orientierung bis Promotion ist die Begriffszuordnung leicht nachvollziehbar. Für Absolventen und bereits länger aus dem Hochschulbetrieb gelöste Personen wird in der Alumniphase der Begriff „Lernende“ im Sinne von „Lebenslanges Lernen“ (LLL) und Weiterbildung verwendet.

Ebenfalls sind z.B. Professoren, Dozenten, Mitarbeiter, Assistenten, Tutoren oder externe Lehrkräfte Bestandteile einer Zielgruppe, hier mit dem Sammelbegriff „Lehrende“ bezeichnet.

Nicht erfasst, aber im Sinne eines „Multiplikators“ durchaus bedenkenswert sind, z.B. Lehrerinnen und Lehrer an Ausbildungseinrichtungen, die neben Gymnasien einen

Hochschulzugang ermöglichen. Weiterhin kann auch eine Unterscheidung zwischen nationalen und internationalen Zielgruppen sinnvoll sein.

Hat man die Zielgruppe oder Zielgruppen ermittelt, ist eine zielgruppenspezifische Untersuchung von

- technischen Aspekten der Lernsituation (u.a. Zugang und Erreichbarkeit, Erfahrungen mit webbasierter Software und Technik),
- inhaltlichen Zielsetzungen und Interessen (u.a. Erwartungshaltung, Motivation, Bildungsstand) sowie bisherigen
- Lern- und Mediennutzungsgewohnheiten (u.a. Fähigkeiten, Erfahrungen mit webbasierter Software und Technik, bevorzugte Lern- und Kommunikationsformen)

zweckmäßig [E-Learning@MV - IT-Initiative Mecklenburg-Vorpommern 2009].

### **Anwendungsfallanalyse und UML**

Ivar Jacobson beschreibt die Anwendungsfallanalyse als:

„A use case is a particular form or pattern or example of usage, a scenario that begins with some user of the system initiating some transaction or sequence of interrelated events.“ [Jacobson 1992]

Er gilt mit dieser Definition als Begründer des Object-Oriented Software Engineering (OOSE). Die Begriffe Anwendungsfall (use case) und Szenario (scenario) sollen in dieser Arbeit synonym verwendet werden.

Die Anwendungsfallanalyse (Use-Case-Analyse) beinhaltet aufbauend auf der Zielgruppenanalyse funktionale Verknüpfungen aus der Benutzersicht. Es wird unter dem Aspekt, wer das System benutzt, ermittelt, was das System für diesen Benutzer bewirken soll. Art und Weise des detaillierten Systemverhaltens werden nicht berücksichtigt. Eine detaillierte Systembeschreibung und die spätere Benutzerakzeptanz stehen somit in mittelbarem Zusammenhang.

Eine exakte Beschreibung von Anwendungsfällen (Anwendungsfalldiagramme) oder Aktivitäten (Aktivitätendiagramme) ist mit der Unified Modeling Language (UML) möglich. UML ist über [ISO/IEC 19501 2005] standardisiert und beschreibt detailliert die für Modellierungen wichtigen Begriffe und möglichen Beziehungen zwischen diesen Begriffen. Vorteile von UML sind z.B. die Visualisierung durch die graphische Notation und die Austauschbarkeit von Modellen über XML Metadata Interchange (XMI). „Ein Use-Case-Diagramm enthält die grafische Darstellung des Systems, der Use-Cases, der Akteure außerhalb des Systems, der Beziehungen zwischen Akteur und Use-Case, oder Use-Cases untereinander sowie Generalisierungen von Akteuren.“ [Rupp, Queins et al. 2007]

## **Inhalts- und Didaktikkonzept**

Im Inhalts- und Didaktikkonzept wird eine fachliche Inhaltsstruktur, welche die Beziehung (Didaktik) zwischen einzelnen Inhaltsteilen festlegt konzipiert. Die Didaktikkonzeption orientiert sich an dem in Kapitel 2.2 vom Autor formulierten Didaktikbegriff als methodisches Verfahren innerhalb von Lehr- und Lernprozessen mit begleitendem Medieneinsatz.

Zunächst sollte eine Materialsammlung unter Nutzung von vorhandenen Quellen (z.B. Repository-Analyse, vgl. Abbildung 4.3) des fachlichen Gebietes durchgeführt werden. Dazu sollten Inhaltsexperten des Fachgebietes eine entsprechende Recherche, Auswahl und Vorstrukturierung und gegebenenfalls Sequenzierung vornehmen. Für ein inhaltliches Konzept können folgende mögliche semantischen Ansätze nach [DIN EN ISO 14915-2 2003, S.13-14] empfohlen werden:

- aufgabenbezogene Struktur
- nutzungsbezogene Struktur
  - o Wichtigkeitsbezogene Struktur
  - o Nutzungshäufigkeitsbezogene Struktur
  - o Nutzungsreihenfolgebezogene Struktur
  - o Übliche (traditionelle) Struktur
- zeitlich geordnete Struktur
  - o Zeitfolgenbezogene Struktur
  - o Verlaufsbezogene Struktur
- informationsmodellbezogene Struktur
  - o Struktur nach logischen Gruppen
  - o Alphabetische Struktur
  - o Allgemeine Granularitätsstruktur
- Kombinationen von Ansätzen für unterschiedliche Nutzung

Eng mit dem Inhaltskonzept verbunden ist das didaktische Konzept. Die beiden Prozesse sollten in engem Bezug zueinander erarbeitet werden. Neben der Orientierung an allgemeinen lerntheoretischen Modellen muss immer die spezielle Fachdidaktik beachtet werden. Ebenso wie bei den Inhalten sollten hier Experten und Erfahrungsträger der fachlichen Disziplin hinzugezogen werden.

Wichtige Checkpunkte sind hier z.B. die Problemverdeutlichung, die Definition von Lernzielen in unterschiedlicher Granularität, nachvollziehbare Handlungsaufforderungen und die Erkenntnissammlung sowie Zwischen- und Abschlusstests zur Wissensstandfeststellung. In den Bereich der Didaktikkonzeption fällt außerdem die

Erarbeitung des Kommunikationskonzeptes mit den einzusetzenden Kommunikationsformen und -werkzeugen. Der Prozess der inhaltlichen als auch der didaktischen Konzeption kann mehrmals iterativ durchlaufen werden, um bei jedem Durchgang eine Verfeinerung vorzunehmen.

### **Programm- und Navigationskonzept**

In der [DIN EN ISO/IEC 19796-1], welche die [DIN PAS 1032-1:2004] inkludiert, wird das Navigationskonzept als ein untergeordneter Teil des Medien- und Interaktionsdesigns behandelt. In dieser Arbeit soll das Navigationskonzept einen eigenständigen Prozess darstellen, da es für eine webbasierte Lernumgebung als besonders wichtig eingeschätzt wird.

Im Programm- und Navigationskonzept muss sich die Konzeptdurchgängigkeit nach Zielgruppe, Anwendungsfällen sowie Struktur des Inhalts und der Didaktik widerspiegeln.

Das Navigationskonzept muss durch seine Konsistenz, Erwartungskonformität, leichte Erlernbarkeit und Selbstbeschreibungsfähigkeit, einfache Fehlerbehandlung sowie eine Individualisierbarkeit überzeugen. Die [DIN EN ISO 14915-2] empfiehlt das vorhandene Inhaltskonzept auf die Navigationsstruktur zu übertragen: „Navigationsstrukturen von Multimedia-Anwendungen können auf der Inhaltsstruktur basieren.“ und „Die Navigationsstruktur sollte einen angemessenen Zugriff auf Inhaltsstrukturen innerhalb einer Multimedia-Anwendung ermöglichen.“ Die durch die Zielgruppenanalyse bekannten Bedürfnisse der Benutzer sollten dabei in die Gestaltung der Navigationsstrukturen einfließen und den „Anforderungen der Aufgaben im Rahmen technischer Einschränkungen entsprechen“.

Bei der Festlegung auf automatische, vorgegebene, benutzerbestimmte oder adaptive Navigationsmethoden müssen u.a. die Benutzer, die zu bearbeitenden Aufgaben und die Art des Inhalts berücksichtigt werden.

Sollen Navigationsmetaphern verwendet werden, ist in der Zielgruppenanalyse eine einzelne Untersuchung dieser Benutzererfahrung notwendig. Navigationsmetaphern sind neben den bekannten linearen Anordnungen, Baum- und Netzwerkstrukturen bzw. Kombinationen davon auch Alltagsmetaphern und Funktionsmetaphern. Beispiele sind hierfür Kartenmetaphern, Gebäudemetaphern, Büro- und Schreibtischmetaphern, virtuelle Bedienelementmetaphern, Zeitmetaphern, Buchmetaphern aber auch Prozessmetaphern wie „Drag & Drop“, „Copy & Paste“ oder „Cut & Paste“. In der Konzeption müssen die Grenzen der Metapher beachtet werden, vor allem in Hinblick auf eine spätere inhaltliche oder didaktische Erweiterung des Systems. Die Metapher sollte den Inhalt funktional, assoziativ und intuitiv unterstützen und die Navigationsaufgabe nicht beeinträchtigen.

Führt der Benutzer Navigationsaktionen aus, sollte dies vom System für den Benutzer deutlich erkennbar gemacht werden. Hilfreich sind hier die Kombination von textlich exakter Information und grafischen Überblicks- oder Fortschrittselementen.

Zu Steuerelementen, Mediensteuerung von Medienobjekten und dynamischen Medien, sowie Verknüpfungen bietet die [DIN EN ISO 14915-2 2003] detaillierte Anleitungen, die am konkreten Beispiel eingearbeitet werden sollten.

### **Navigieren und Suchen**

Navigieren und Suchen sind eng miteinander verknüpft. Oft macht erst eine spezielle Suchmöglichkeit (z.B. verlinktes Glossar) eine effiziente Lösung einer Navigationsaufgabe möglich. Die [DIN EN ISO 14915-2] empfiehlt bei einer Suche nach Elementen, in den Suchergebnissen Verknüpfungen zu den gefundenen Elementen zu hinterlegen. Weitere empfehlenswerte Funktionen sind dynamische Suchfunktionen, wie z.B. die Stichwortsuche beim Eintippen und entsprechende Vorschläge, eine einschränkende Suche innerhalb der bereits bekannten Suchergebnisse, eine Suche über spezielle fachliche Verzeichnisse sowie eine grafische Such(auf)lösung mit einer Sitemap oder Mindmap. Gerade in den ing.-wiss Disziplinen ist es hilfreich, spezialisierte Suchen zu konzipieren. Neben Formelverzeichnissen sind z.B. tabellarische Zusammenfassungen und Korrespondenztabelle mit Suchfunktionen sinnvoll.

### **Hilfesystemkonzept**

Ein Hilfesystem soll Informationen bereitstellen, um Fragen des Benutzers zum System beantworten zu können. Zum einen geht es hierbei um Fehlerproblemlösungen und somit um das Beherrschen des Systems, zum anderen um funktionalen oder inhaltlichen Wissenserwerb. Ein interaktives Hilfesystem kann zusätzlich Assistenten, interagierende Avatare oder intelligente Agenten enthalten. Besonders vorteilhaft für Benutzer eines Systems ist es, kontextbezogene Hilfen anzubieten und Möglichkeiten zum eigenen Annotieren einzubinden. Eine besondere Form der interaktiven Hilfe sind Chats. Für Erstnutzer sind „Guided Tours“ (engl., geführte Rundgänge) empfehlenswert. Möchte man Interessierte für die Lernumgebung begeistern, kann man über eine Zufallsfunktion ausgewählte interessante Angebote anzeigen. Ein fachlicher Experte sollte dafür vorher eine Liste solcher sehenswerten Angebote für die Stationen der Tour hinterlegen.

### **Orientierungs- und Navigationshilfen**

Spezielle Hilfen sind die Orientierungs- und Navigationshilfen. Ebenso wie Navigieren und Suchen miteinander verbunden sind, sind das Hilfesystem und die Suche verknüpft. Das Hilfesystem kann dabei ebenfalls mit Suchfunktionen, Stichworten oder Indexen arbeiten. In traditionellen Medien werden zusätzliche Metainformationen zur Orientierung geliefert. Darunter zählen z.B. Überschriften, Kopf- und Fußzeilen, Seitenzahlen oder eine eigene Symbolik. Auch Positionsangaben sind über die bereits gelesene Seitenanzahl sofort erkenntlich [TU Dresden 2007]. Einige dieser Metainformationen kann man auch sehr gut in webbasierten Systemen einsetzen. So übernehmen „Bookmarks“ die Lesezeichenfunktion, die „History“ bzw. „Chronik“ macht eine selbst gewählte Navigationsreihenfolge nachvollziehbar und rückwärtig

navigierbar. Bei umfangreichen Lernumgebungen empfiehlt sich eine gespeicherte durchsuchbare Chronik mit Kalenderfunktion und Vollständigkeitsanzeige für einzelne Lernabschnitte.

### **Mediengestaltungskonzept**

Das Mediengestaltungskonzept ist eng mit der im Kapitel 2 beschriebenen Contentproduktion verbunden. Beide Prozesse und die entsprechenden Medienproduktionsprozessketten müssen bereits Strategien zur Speicherung, Verwaltung und Wiederverwendung von Medienobjekten enthalten. Ähnlich wie beim Inhaltskonzept empfiehlt der Autor eine vorhergehende Recherche im Repository oder anderen offenen Quellen nach verfügbaren oder als Ausgangsbasis verwendbaren Objekten. An dieser Stelle sollten Entwickler und Mediengestaltungsexperten in den Auswahlprozess, wie in Abbildung 2.10 vorgeschlagen, eingebunden werden.

Die Gestaltung von Medien entsprechend Einsatzart und Medientyp ist detailliert in „Medienproduktion im Internet“, „Handbuch Medienproduktion“, „Grundlagen der Mediengestaltung“ und der Buchreihe „Design für Studium und Beruf“ beschrieben [Klimsa und Krömker 2005; Krömker und Klimsa 2005; Fries 2008; Hammer 2008; Hammer 2009].

Einige als wichtig erachtete Spezialfälle im Mediengestaltungskonzept für ingenieurwissenschaftliche Disziplinen sollen im folgenden Abschnitt diskutiert werden. Es wird kurz das auftretende Problem geschildert, ein aus den empirischen Erfahrungen des Autors verallgemeinerter Lösungsansatz vorgeschlagen und auf weitergehende eigene und weitere Veröffentlichungen verwiesen.

### **Mediengestaltungskonzept für mathematische und physikalische Symbole, Sonderzeichen und einfache Formeln eingebettet im Hyper(Text)**

**Probleme:** Nicht alle Sonderzeichen, Symbole<sup>41</sup> oder Formeln können als HTML-Code eingebettet werden. Die Grafiken sind aufwändig zu erstellen und zu korrigieren.

**Lösungsvorschlag:** Eine Benutzung von MathML-Code [W3C 2003; W3C 2009] zur Beschreibung von allen Sonderzeichen, Symbolen und Formeln. Das System übernimmt das Rendering der eingebetteten MathML-Syntax und generiert eine Ausgabe wahlweise als gerenderte Grafik oder als vom Browser darzustellenden MathML-Code. Native MathML-Unterstützung bietet momentan lediglich die auf Mozilla basierende Browserfamilie und einige Spezialbrowser.<sup>42</sup> Die in den Naturwissenschaften als Quasistandard verwendete Latex-Syntax kann durch geeignete APIs [Bärwinkel, Dürrwald et al. 2006; Dippel und Yakimchuk 2009] in MathML-Code oder direkt in Grafiken konvertiert werden.

---

<sup>41</sup> <http://de.selfhtml.org/html/referenz/zeichen.htm>, Verifiziert am: 04.11.2009

<sup>42</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_web\\_browsers](http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_web_browsers), Verifiziert: 04.11.2009



### **Mediengestaltungskonzept für statische Visualisierung von umfangreichen Formeln**

**Probleme:** Die Darstellung und Korrektur von umfangreichen Formeln ist aufwendig und schwierig.

**Lösungsvorschlag:** Für umfangreiche Formeln sollte ein graphischer Editor<sup>43</sup> [Foster 2001] genutzt werden, der eine einfache numerische und symbolische Eingabe unterstützt. Es sollten Import-/Export-Möglichkeiten für Latex und MathML sowie Möglichkeiten zur grafischen Ausgabe (GIF/JPG) enthalten sein. Umfangreiche Formeln und Gleichungen sollten in einer digitalen Bibliothek bzw. Repository als Lernobjekte gespeichert werden.

### **Mediengestaltungskonzept für statische Visualisierung von chemischen Strukturformeln**

**Problem:** Die Darstellung und Korrektur von umfangreichen chemischen Strukturformeln ist aufwendig und schwierig.

**Lösungsvorschlag:** Für umfangreiche Formeln sollte ein graphischer Editor<sup>44</sup> genutzt werden. Eine Möglichkeit zur grafische Ausgabe (GIF/JPG) und zur Speicherung in anderen verbreiteten Formaten (z.B. MDL, ISIS) sollte integriert sein. Umfangreiche Formeln und Gleichungen sollten in einer digitalen Bibliothek bzw. Repository als Lernobjekte gespeichert werden.

### **Mediengestaltungskonzept für statische Visualisierung von Schaltbildern**

**Problem:** Die Darstellung und Korrektur von Schaltbildern ist aufwendig und schwierig.

**Lösungsvorschlag:** Eine Benutzung von SPICE<sup>45</sup>-kompatiblen grafischen Schaltungseeditoren mit Speichermöglichkeiten in einem Vektorformat für die Schaltpläne ist empfehlenswert. Eine weitere Nutzung der Schaltungen als Arbeitsblatt sollte in die didaktischen Überlegungen einfließen. Eine Weiterverarbeitung der als Vektorgrafik (z.B. SVG, EPS, SWF) exportierten Schaltungen mit entsprechenden Bildbearbeitungsprogrammen<sup>46</sup> vereinfacht die Integration in webbasierte Inhalte über ein Autorensystem für multimediale Inhalte<sup>47</sup> oder einen WYSIWYG-HTML-Editor<sup>48</sup>. Die Schaltbilder und die dazugehörige Vektorgrafik als Instanz des Schaltbildes sollten in einer digitalen Bibliothek bzw. Repository als Lernobjekte gespeichert werden.

---

<sup>43</sup> z.B. MathType für MS Office, OpenOffice Math

<sup>44</sup> z.B. ChemSketch, Symyx Draw (früher ISIS Draw)

<sup>45</sup> z.B. PSpice, Target 3001!, Multisim

<sup>46</sup> z.B. Adobe Illustrator, OpenOffice Draw, Inkscape

<sup>47</sup> z.B. als SWF in Adobe Flash

<sup>48</sup> z.B. als SWF in Adobe Dreamweaver

### **Mediengestaltungskonzept für dynamische und/oder interaktive Visualisierung von 3D-Modellen**

**Problem:** Die Darstellung von 3D-Modellen als Teil eines webbasierten Angebotes ist aufwendig zu entwickeln und schwierig im Browser darzustellen.

**Lösungsvorschlag:** Eine Konvertierung/Export des Modells aus dem Konstruktionsprogramm<sup>49</sup> in VRML/X3D als webfähiges 3D-Format ist notwendig. Der Browser muss mit einem VRML/X3D-Plugin<sup>50</sup> ausgestattet sein. Eine weitere Möglichkeit ist die Einbettung des VRML-Modells in eine JAVA-Umgebung und die anschließende Integration der Ausgabe als JAVA-Applet in das webbasierte Angebot. Dazu wird eine spezielle Entwicklungsumgebung (z.B. Wirefusion<sup>51</sup>) [Cui 2008] benötigt. Speziell für die 3D-Visualisierung von chemischen Strukturen kann ebenfalls mit JAVA-basierten Werkzeugen eine Darstellung (z.B. Jmol<sup>52</sup>) von webfähigen Inhalten erreicht werden [Herrez 2008; Logtenberg 2009].

### **Mediengestaltungskonzept für dynamische und interaktive Visualisierung in Hypervideos**

**Problem:** Gebräuchliches Video ist ein passives Medium, es können keine Interaktionen mit dem Videoinhalt wie z.B. Zusatzinformationen zu Geräten, Messinstrumenten, Versuchsaufbau, Versuchablauf und zu beachtende Ereignisse in einem Experimentalvideo ausgeführt werden.

**Lösungsvorschlag:** Durch eingebettete Objektinteraktionen die über Hotspots ansprechbar sind, kann ein Hypervideo z.B. die Einblendung klickbarer Bereiche oder interaktiver Schaltflächen verwirklichen. Neben der Einbettung von textlichen oder grafischen Zusatzinfos können auch Video im Video oder andere Interaktionen ermöglicht werden. Neben allgemeinen Autorentsystemen wie Adobe Flash oder Webentwicklungssystemen wie Microsoft Web-Plattform<sup>53</sup> für Silverlight-Webanwendungen gibt es viele spezialisierte Anwendungen<sup>54</sup> [Finke 2005; e-teaching.org 2006] für die Hypervideoproduktion.

### **Mediengestaltungskonzept für dynamische und interaktive Visualisierung in Animationen und Simulationen**

**Problem:** Die Visualisierung bzw. Animation der Auswirkungen einer oder mehrerer Parameteränderungen von Funktionen oder Versuchsaufbauten ist oft problematisch. Die Darstellung der Parameterränderungen als Diagramme, Graphen oder virtuelle

---

<sup>49</sup> z.B. Inventor, AutoCad, Maya, SketchUp

<sup>50</sup> [http://www.web3d.org/x3d/vrml/tools/viewers\\_and\\_browsers/index.html](http://www.web3d.org/x3d/vrml/tools/viewers_and_browsers/index.html), Verifiziert am: 04.11.2009

<sup>51</sup> <http://www.demicron.com/wirefusion/>, Verifiziert am: 04.11.2009

<sup>52</sup> <http://jmol.sourceforge.net/>, Verifiziert am: 04.11.2009

<sup>53</sup> <http://www.microsoft.com/web/>, Verifiziert am: 04.11.2009

<sup>54</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Hypervideo#Hypervideo\\_authoring\\_tools](http://en.wikipedia.org/wiki/Hypervideo#Hypervideo_authoring_tools), Verifiziert am: 04.11.2009

Messinstrumente sollten in Echtzeit sofort sichtbar sein, ohne dass angeschlossene CAS oder andere Systeme Ergebnisse über APIs<sup>55</sup> austauschen.

**Lösungsvorschlag:** Hier ist eine objektorientierte Programmierung einer universellen grafischen Darstellungskomponente als Kernapplikation in Flash, Director oder Eclipse empfehlenswert. Ausgestattet mit einer API für den Funktions- und Parameterapparat kann anschließend die Integration des speziellen Funktionsapparates und der Parameter sowie die Ausgabe als webfähiges Format (Flash, ShockWave, Java-Applet, Silverlight) vorgenommen werden.

### **Mediengestaltungskonzept für die Spezialszenarien Mobiles Lernen, Virtuelle Realität, Virtuelles Labor bzw. Kombinationen**

**Problem:** Ein erhöhter bis sehr hoher zusätzlicher Entwicklungsaufwand und spezielle Anpassungen u.a. in Gestaltung und Medienausgabe sind notwendig, um für mobile Endgeräte wie z.B. Netbook, PDA, Mobiltelefon und Smartphone Anwendungen zu erzeugen.

**Lösungsvorschlag:** Es wird ein dreistufiges Szenario-Check-Prozedere vorgeschlagen, welches zusätzlich in die Systemanalyse-Phase bei der Anwendungsfall-Analyse einzubinden ist. Die Phasen sollten sich wie folgt aufbauen:

1. Szenario als Anwendungsfall in der Anwendungsfall-Analyse modellieren
2. Entwicklungsaufwand-Nutzen-Verhältnis abwägen, dabei Zielgruppenanalyse einbeziehen (vor allem technische Ausstattung und typische Nutzungsszenarien der Hauptzielgruppe)
3. bei positivem Ergebnis die Möglichkeiten von XML-Werkzeugen für Inhalterzeugung und Inhaltenmanagement sowie den Einsatz von XSLT für die automatisierte, formatierte Inhalteausgabe für verschiedene Endgeräte prüfen

Zusätzlich sollte bei diesen Szenarien überdurchschnittlich auf eine komponentenbasierte Entwicklung geachtet werden. Die Module und Prototypen sollten in einer digitalen Bibliothek bzw. Repository als Softwarekomponenten gespeichert werden.

### **Usability-Konzept**

Das Usability-Konzept verknüpft die funktionellen und technischen Anforderungen über die Usability-Ziele, welche in entsprechende Handlungsleitfäden (Style Guides) münden. Das Usability-Konzept ist in dem in dieser Arbeit entwickelten Frameworks für webbasierte Lernumgebungen zunächst ein Teilprozess der Systemanalysephase, durchsetzt aber in Form der Style Guides den gesamten Entwicklungsprozess sowie die Integrationsphase. Das Usability-Konzept benutzt die zuvor beschriebenen Teilanalysen bzw. Konzepte zu Zielgruppenanalyse, Inhaltskonzept und die sogenannten generellen Konzepte, hier das Programm- und Navigationskonzept, Hilfesystemkonzept sowie das

---

<sup>55</sup> engl., application programming interface, deutsch, Schnittstelle zur Anwendungsprogrammierung

Mediengestaltungskonzept, zur Entwicklung der Handlungsleitfäden. Das hier benutzte Usability-Modell nach [Mayhew 1999] (vgl. Abbildung 4.5) und das allgemeine Vorgehensmodell der System-Entwicklung (vgl. Abbildung 4.2) sind zueinander kompatibel, die Hauptphasen stimmen überein und die Teilprozesse ergänzen sich. So entspricht die „Requirements Analysis“ nach Mayhew der in dieser Arbeit benutzen Hauptphase der Systemanalyse, der Prozess des Design/Testing/Development stimmt mit der Hauptphase der Softwareentwicklung überein und der Installationsprozess deckt sich mit der Hauptphase der Softwareintegration.

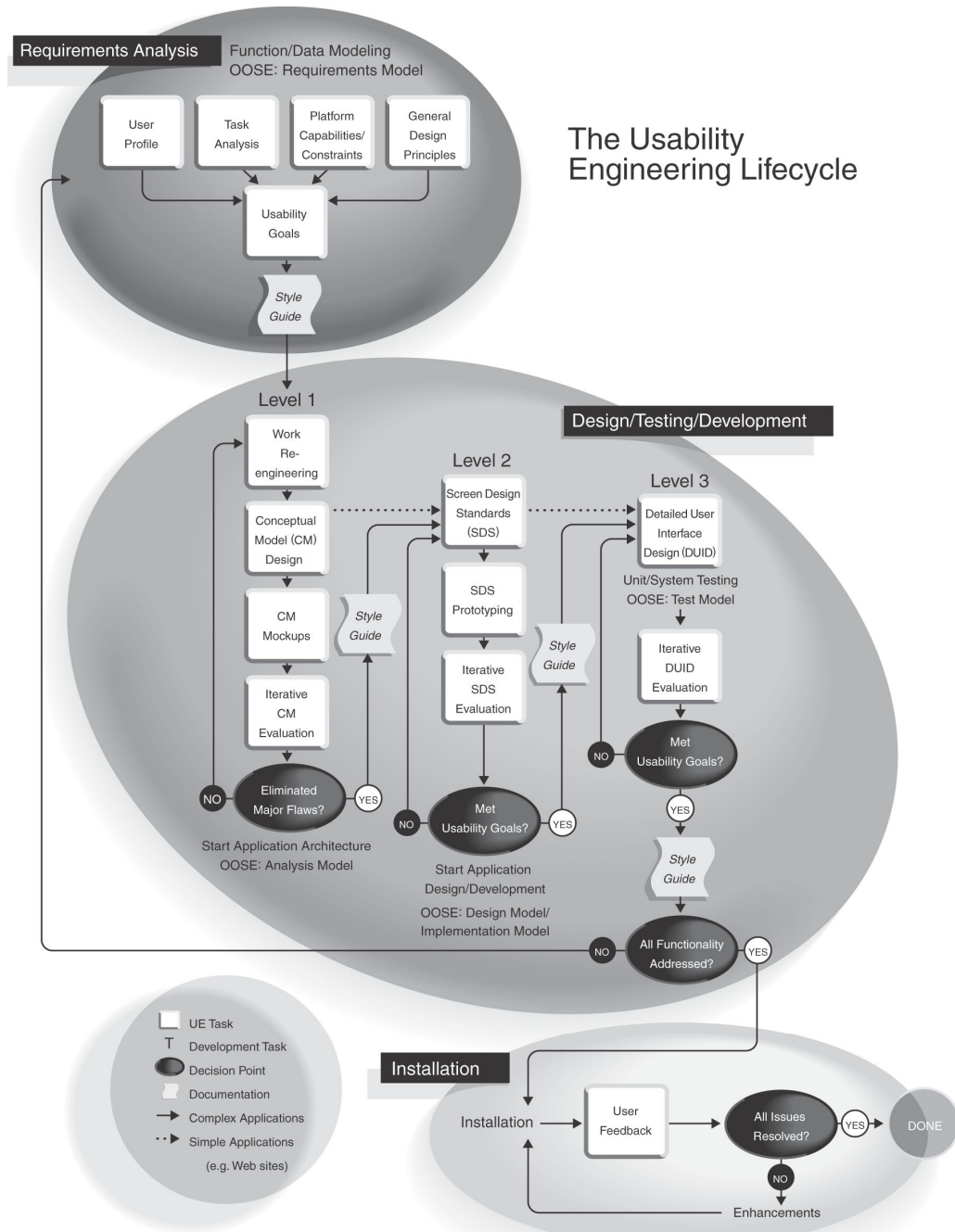


Abbildung 4.5: Usability Engineering Lifecycle nach [Mayhew 1999]

## **Zusammenfassung**

Als Werkzeuge zur Umsetzung der funktionellen Konzeption empfehlen sich die

- Zielgruppenanalyse (ursprünglich ein Marketinginstrument),
- die IST-SOLL-Vergleichsanalyse mit den Methoden des Systems Engineering,
- die SWOT-Analyse mit Adaption auf die Bereiche Requirements Engineering und Systems Engineering sowie
- die Use-Case-Analyse mit UML als grafisches Werkzeug aus dem Bereich des Software Engineering.

Für komplexe Projekte zur Entwicklung webbasierter Software empfiehlt sich grundsätzlich die Nutzung von Normen und Standards als Entwicklungs- und Orientierungshelfer sowie erprobte Handlungsanweisungen. Dazu gehören im Allgemeinen:

- DIN ISO 14915: Software-Ergonomie für Multimedia- Benutzungsschnittstellen
  - o Teil 1: Gestaltungsgrundsätze und Rahmenbedingungen [DIN EN ISO 14915-1 2003]
  - o Teil 2: Multimedia-Navigation und Steuerung [DIN EN ISO 14915-2 2003]
  - o Teil 3: Auswahl und Kombination von Medien [DIN EN ISO 14915-3 2003]
- DIN ISO 13407: Benutzer-orientierte Gestaltung interaktiver Systeme [DIN EN ISO 13407 1999]
- DIN PAS 1032-1:2004 in DIN EN ISO/IEC 19796-1: Aus- und Weiterbildung unter besonderer Berücksichtigung von E-Learning [DIN EN ISO/IEC 19796-1 2009]

Im Speziellen erzwingen z.B. Sicherheitsrichtlinien oder umfassende Barrierefreiheitsanforderungen die Benutzung entsprechender einschlägiger Normen und Standards.

Sinnvoll ist es ebenfalls, bereits erprobte und erfolgreiche Prozessabläufe mit entsprechender Anpassung zu verwenden. Besonders nützlich für die Entwicklung webbasierter Lernumgebungen im Bereich der Ingenieurwissenschaften sind

- der System-Entwicklungsprozess für komplexe Software,
- der Student Lifecycle und der
- Usability Engineering Lifecycle.

### 4.3.2 Technische Konzeption

In der [DIN PAS 1032-1:2004 2004] bzw. [DIN EN ISO/IEC 19796-1 2009, S.34] wird die gesamte Technische Konzeption als nur ein Teil-Prozess im Bereich der „Ermittlung der Rahmenbedingungen und des Kontextes für ein Bildungsprojekt“ behandelt. In dieser Arbeit wird aufgrund des entwickelten Ebenenmodells, der starken Technologieorientierung auch im Bereich der Inhalte und der Wichtigkeit des auf den Learning Object Metadata aufbauenden Repository-Ansatzes eine eigene umfangreichere Prozesskette im technischen Teil der Konzeption entwickelt.

#### Architektur-Analyse

Durch eine Architektur-Analyse ist es möglich, frühzeitig Probleme im Softwareentwicklungs-Zyklus zu erkennen und zu korrigieren. Durch den zunächst erhöhten Abstraktionsgrad ist es ähnlich der Top-Down-Vorgehensweise im Systems Engineering [Haberfellner und Daenzer 2002, S.81] möglich, systematische Zusammenhänge zu finden und in Anwendungsfällen (hier Szenarios genannt) zu definieren. Die Aussage von [Kazman, Abowd et al. 1996]: „The use of scenarios has proven to be an important tool for both communication among a team of developers and for communication between a development team and upper-level managers.“ bestätigt die im Kapitel 2.6 ausgeführte Vorgehensweise zur Contentproduktion. Die dort vom Autor angesprochenen didaktischen Szenarien finden sich letztendlich als Ergebnis-Szenarios der Anwendungsfall-Analyse wieder.

Der Prozess der (Software)Architektur-Analyse orientiert sich an der Software Architectur Analysis Method (SAAM) nach [Kazman, Abowd et al. 1996]. Die benutzte Methode baut in dem hier entwickelten Modell direkt auf die im funktionellen Konzept diskutierte Anwendungsfall-Analyse auf (vgl. Abbildung 4.3).

In Abbildung 4.6 wird in einem Teilausschnitt aus dem Gesamtmodell gezeigt, wie die vom Autor entwickelte Architektur-Analyse im Detail durchgeführt wird und welche Verbindungen es zu den vorbereitenden Prozessen gibt.

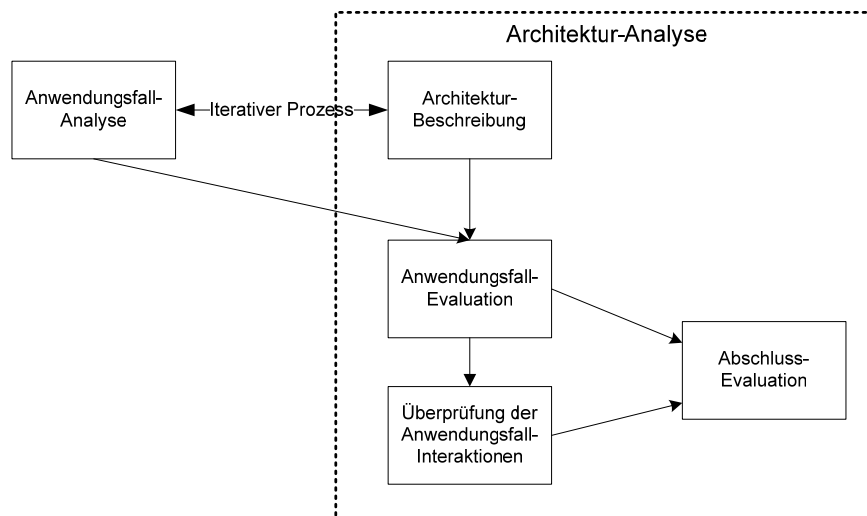


Abbildung 4.6: Architektur-Analyse-Prozess nach SAAM

### **Software Architecture Analysis Method (SAAM)**

Der typische Arbeitsstrukturplan (Work Breakdown Structure) ist in Abbildung 4.6 dargestellt. Ausgangspunkt sind die ermittelten und visualisierten Anwendungsfälle (Use cases bzw. scenarios) welche zu einer ersten Architekturbeschreibung führen. Diese Architekturbeschreibung kann sich ebenso auf die Anwendungsfälle auswirken. Eine Abstimmung erfolgt hier über einen iterativen Prozess.

Sind alle wichtigen Szenarios ermittelt, empfiehlt sich eine Klassifikation und Gruppierung sowie die übersichtliche vergleichende Darstellung dieser Ergebnisse in Tabellen. Anschließend erfolgt die Untersuchung von Szenario-Interaktionen. Dies sind Szenarien, die eine gemeinsame Schnittmenge an Software-Komponenten benutzen. Man spricht von einer starken Kohäsion, wenn wenige Szenario-Interaktionen auftreten. Hierbei ist auf eine Minimierung der Szenarienkonflikte zu achten, also z.B. das die Benutzung einer Software-Komponente durch ein Szenario nicht zum Ausschluss eines anderen Szenarios führt. Ein Szenario sollte ebenfalls möglichst wenige Komponenten betreffen, also eine sogenannte geringe Kopplung haben.

In der Abschlussevaluation erfolgen eine Wichtung der Szenarien nach Relevanz und ein Ranking. Dieser durchaus subjektive Prozess erfordert einen ähnlichen Kommunikations- und Koordinierungsfluss wie in Kapitel 2.6 in Abbildung 2.10 dargestellt.

Die SAAM in Form eines 7-Punkte-Prozesses findet sich in [Pomberger und Pree 2004, S.162-167]. Weitere Software-Architektur-Analyse-Methoden werden vergleichend in [Dobrica und Niemela 2002] diskutiert.

### **Zielplattform-Analyse als Teil der Architektur-Analyse**

Nachdem die Szenarien bzw. Anwendungsfälle mit der SAAM erschlossen wurden, kann eine Zielplattform-Analyse für den Bereich Server und Client vorgenommen werden (vgl. Kapitel 2.1). Prinzipielle Überlegungen für ein Serversystem sollten beinhalten, ob man sich für ein konfektioniertes Systempaket wie z.B. ein LMS, CMS, LCMS oder anderes „All in One“-System entscheidet oder auf eine offene Webserverarchitektur setzt. Findet sich ein Komplettsystem, welches alle bisherigen Anforderungen abdeckt, sollte man darauf achten, dass durch Erweiterungsmöglichkeiten die Integration zukünftiger Szenarien gegeben ist. Weitere Kriterien sind beispielsweise Zugänglichkeit des Quellcodes, Lizenzierungs- und Kostenfragen, Support- und Schulungsangebote oder eine weltweite Entwickler- und Anwendergemeinschaft.

Die Zielplattform-Analyse auf der Clientseite ist abhängig von der Serverarchitektur, wie in Abbildung 2.1 zu sehen ist. Prinzipiell sollte der Aufwand auf der Clientseite für den Anwender minimiert werden, auch wenn dies erhöhten Aufwand bei der Konzeption und Umsetzung der Serverarchitektur bedingt. Jede Spezialisierung in der Ausgabe auf bestimmte Browser mit bestimmten Plugins erhöht die Gefahr von Problemen und den Supportaufwand. Ebenfalls ein gewisses Augenmaß ist bei den

Anforderungen an Technik und Aktualität von Hard- und Software zu beachten. Dies kann aber vorher bei der Zielgruppenanalyse ermittelt werden. Bei einer technikaffinen Zielgruppe wie z.B. ing.-wiss. Studierenden sind erfahrungsgemäß aktuelle Hard- und Software als eigene oder über die Hochschule bereitgestellte Technik verfügbar. Ursprüngliche Browser-Erweiterungen wie Java und Flash können mit Verbreitungsgraden von ca. 80% bei JAVA und ca. 95% bei Flash mittlerweile als Standardplugins angesehen werden [Adobe Systems Incorporated 2009b; StatOWL 2009].

### DBMS-Analyse

Wie in Kapitel 2.5 Datenbanktechnologien bereits ausgeführt, hängt die Wahl des DBMS sehr stark von der zu verwaltenden Struktur und dem Umfang der zu verarbeitenden Daten ab. Der Autor empfiehlt, auf Grundlage eines mehrstufigen Prozesses ein Daten-Abstraktionsmodell als Basis zur DBMS-Auswahl zu entwickeln (vgl. Abbildung 4.7).

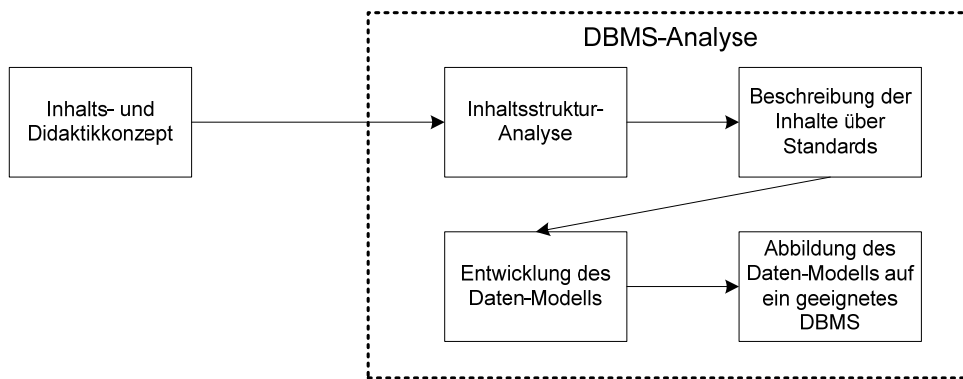


Abbildung 4.7: DBMS-Analyse im Detail

Die Inhaltsstruktur-Analyse benutzt die Ergebnisse des Inhalts- und Didaktikkonzeptes, um möglichst alle verschiedenen Inhaltsobjekte zu ermitteln und zu gruppieren. Für diese Inhaltsobjektgruppen wird im nächsten Schritt untersucht, mit welchen Standards sie sich beschreiben lassen. Im Vordergrund stehen hier die im Kapitel 2.3 diskutierten E-Learning-Standards aber auch Webstandards, wie sie das World Wide Web Consortium (W3C) für webbasierte Inhalte entwickelt. Aufgrund der vorgefundenen Strukturen kann nun ein Daten-Modell auf die Inhalte „gemappt“ („mapping“, engl. für abbilden) werden. Das Daten-Modell selbst ist eine integrierte Sammlung von Konzepten zur Beschreibung und Manipulation von Inhalten, den Beziehungen zwischen den Inhalten sowie den Nebenbedingungen, die sich aus organisatorischen Gründen ergeben.

Zu den grundsätzlichen Überlegungen zur Nutzung eines RDBMS, OO-DBMS oder XML-DBMS vgl. Kapitel 2.5.

Beispielhaft sind vom Autor zwei typische Anwendungsfälle in Abbildung 4.8 aus den allgemeinen Überlegungen konkretisiert dargestellt.



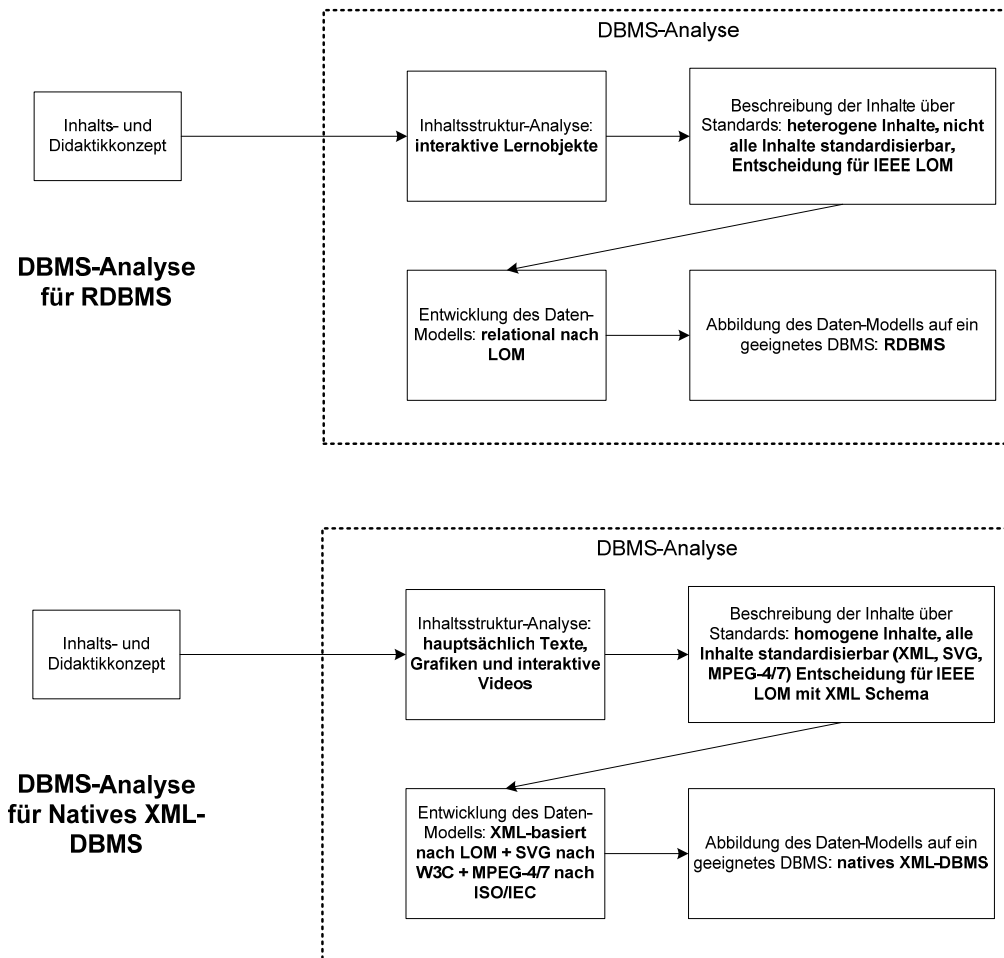


Abbildung 4.8: DBMS-Analyse für zwei Beispielfälle

### Analyse Webanwendungen

Eine sorgfältige Analyse der Webanwendungen ist für eine webbasierte Lernumgebung besonders wichtig, damit möglichst viele Funktionen bereits serverseitig implementiert werden können. Wenn es technisch möglich ist, sollten alle Funktionen in Webanwendungen realisiert werden. Details dazu siehe unter Architektur-Analyse in diesem Kapitel im Abschnitt zur Zielplattform-Analyse. Ergänzend an dieser Stelle sei angemerkt, dass die Verwendung von Spezialplugins auf der Clientseite zur Inhaltsdarstellung zwar grundsätzlich problematisch ist, aber der Nutzen durch die entstehenden Darstellungs- und Gestaltungsmöglichkeiten von speziellen Szenarien überwiegen kann. Beispielhaft sollen hier die Darstellungs- und Interaktionsmöglichkeiten von VRML-basierten 3D-Modellen im Konstruktionsbereich, in der Medizin, Elektrotechnik oder anderen Fächern durch ein VRML-Plugin<sup>56</sup> erwähnt werden. [Cui 2008; Michel 2009; Schleider 2009].

<sup>56</sup> z.B. BS Contact VRML, Cosmo Player, Cortona VRML

Ein anderes anschauliches Beispiel für eine Nutzung von Spezialplugins ist z.B. das Chem3D-Plugin<sup>57</sup> für die Darstellung von 3D-Strukturen von Atomen und Molekülen in der Chemie und der Chemie nahestehenden Fächern [Hantelmann 2009].

Eine Ableitung der Webanwendungen mit einer Aufwandsabschätzung der Entwicklung und Integration kann direkt aus dem funktionellen Konzept erfolgen. Es empfiehlt sich, in der Software-Entwicklungs-Phase mit Programmier-Frameworks zu arbeiten. Frameworks fördern eine objektorientierte Programmierarbeit und integrieren Werkzeuge, welche u.a. den gesamten Software Lifecycle unterstützen<sup>58</sup> und Gruppenarbeit ermöglichen. Details zu den Programmier-Frameworks folgen im nächsten Abschnitt, da es sich hierbei um Entwicklungswerkzeuge handelt.

### Analyse Entwicklungswerkzeuge

Die Werkzeuge für die Entwicklung von webbasierten Lernumgebungen lassen sich in Programmier-Frameworks, Autorensysteme und Werkzeuge zur Medienproduktion einteilen (vgl. Abbildung 4.9).

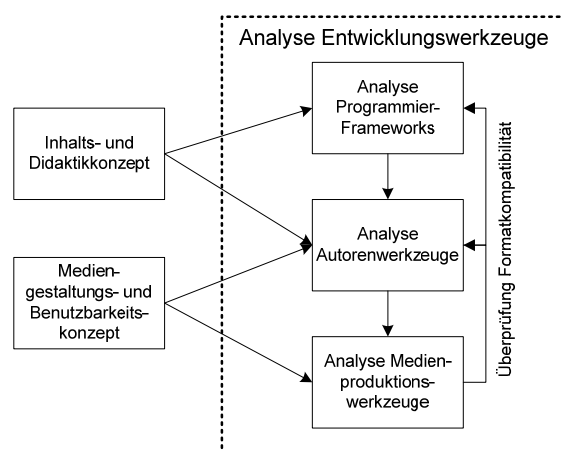


Abbildung 4.9: Analyse der Entwicklungswerkzeuge im Detail

Im Vorgehensmodell ELQ (E-Learning-Qualität) zur systematischen Entwicklung von E-Learning-Angeboten auf Basis der [DIN PAS 1032-1:2004 2004] werden die Bedingungen zum Einsatz von Entwicklungswerkzeugen wie folgt beschrieben: „In Abhängigkeit von den zu erstellenden Medientypen und –formaten müssen geeignete Werkzeuge (Tools) ausgewählt werden, die für die Erstellung und Bearbeitung von Produktionselementen und Lehr-/Lernmedien geeignet sind.“ [E-Learning@MV - IT-Initiative Mecklenburg-Vorpommern 2009]. Diese Auswahl kann ebenfalls mit dem Hilfsmittel Kriterienkatalog, wie im Kapitel 3.1 beschrieben, aber auf Entwicklungswerkzeuge angewandt, durchgeführt werden.

<sup>57</sup> CambridgeSoft Chem Draw and Chem3D Plugins

<sup>58</sup> „...and frameworks that span the entire software development lifecycle, including modeling, development, deployment tools, reporting, data manipulation, testing and profiling.“ <http://eclipse.org/home/categories/index.php?category=enterprise>, Verifiziert am: 09.11.2009

Das eine gezielte Auswahl nicht so einfach zu treffen ist, zeigen die folgenden Betrachtungen des Autors und die Übersichten zu den Programmier-Frameworks, den Werkzeugen zur Medienproduktion und den Autorensystemen. Die Zusammenstellungen sollen als Orientierungshilfe und Ansatz für weitere Recherchen nach eigenen Anforderungen im vielfältigen Angebot an Entwicklungswerkzeugen aufgefasst werden.

### Programmier-Frameworks

Programmiersprache	Framework	typische Anwendungen
JAVA	Eclipse <sup>59</sup> IDE for Java EE Developers; Pulsar for Mobile Java Developers	Echtzeitberechnungen, Interaktionen in JAVA Applets
AJAX (JavaScript + XML)	Eclipse Rich AJAX Platform (RAP) oder ASP.NET AJAX <sup>60</sup>	Dynamische Webseiten, grafische Interaktionen, clientseitige Verarbeitung
PHP	Eclipse for PHP Developers Eclipse mit ZEND Plugin <sup>61</sup>	Dynamische Webseiten, häufig in Verbindung mit DBMS MySQL, serverseitige Verarbeitung
ActionScript, MXML	Adobe Flex Builder <sup>62</sup> unter Eclipse	Statische und dynamische Erzeugung von interaktiven Inhalten als ShockWaveFlash (SWF), grundsätzliche 3D- und A/V-Funktionen
ASP.NET	ASP.NET MVC <sup>63</sup>	Dynamische Webseiten, sehr häufig in Verbindung mit DBMS MSSQL, serverseitige Verarbeitung
Ruby	Ruby on Rails <sup>64</sup>	Dynamische Webseiten
Phyton	Zope <sup>65</sup>	Dynamische Webseiten

Tabelle 4.1: Programmier-Frameworks im Überblick

Die Auswahl der Programmiersprache(n), des zweckmäßigen Frameworks und des Autorensystems erfolgt überwiegend auf Basis der Inhaltskonzeption, die der Werkzeuge zur Medienproduktion nach dem Mediengestaltungskonzept. Eine Überprüfung der Medienformate, welche sowohl mit dem Programmier-Framework als auch mit dem Autorensystem verwendet werden können, erlaubt die einfache Weiterverarbeitung erstellter Medien und verhindert spätere Qualitäts- oder Funktionsverluste durch Formatkonvertierungen.

<sup>59</sup> <http://www.eclipse.org/>, Verifiziert am: 08.11.2009

<sup>60</sup> <http://www.asp.net/ajax/>, Verifiziert am: 08.11.2009

<sup>61</sup> <http://www.zend.com/community/pdt>, Verifiziert am: 08.11.2009

<sup>62</sup> <http://www.adobe.com/products/flex/>, Verifiziert am: 08.11.2009

<sup>63</sup> <http://www.asp.net/mvc/>, Verifiziert am: 08.11.2009

<sup>64</sup> <http://rubyonrails.org/>, Verifiziert am: 08.11.2009

<sup>65</sup> <http://zope2.zope.org/>, Verifiziert am: 08.11.2009

In der Tabelle 4.1 sind einige weit verbreitete und etablierte Frameworks für Webanwendungen und webfähige Inhalte nach Programmiersprachen sortiert zusammengefasst. Für eine detaillierte Übersicht an weiteren Frameworks siehe [Wikipedia.org 2009]. Eclipse z.B. bietet eine Unterstützung von vielen verbreiteten Programmiersprachen für Webanwendungen, mehr als 1000 zusätzlichen Plugins eine sehr große Entwicklergemeinde sowie eine eigene wissenschaftliche Konferenzreihe<sup>66</sup>.

### Autorenwerkzeuge

Unter Autorenwerkzeugen versteht man einzelne Programme zur speziellen Medien-erzeugung, Mediengestaltung oder Medienaggregation sowie Autorensysteme.

### Werkzeuge zur Medienerstellung

Medientyp	Werkzeug	Kosten
Text (DTP)	MS Office (Word)	Ja
	Open Office (Writer)	Nein
	Adobe Acrobat	Ja
Hypertext (HTML-Editor)	Adobe Dreamweaver	Ja
	Open Office Writer (HTML- oder MediaWiki-Export)	Nein
	MS Visual Web Developer Express	Nein
Tabellen, Diagramme	Ingenieurwerkzeuge (Listenausgabe, Grafikexport)	Teilweise <sup>67</sup>
	MS Office (Excel)	Ja
	Open Office (Calc)	Nein
Bilder (Bitmap, Vektor)	Ingenieurwerkzeuge (Grafikexport)	Teilweise
	Adobe Photoshop	Ja
	Adobe Illustrator	Ja
	GIMP	Nein
Bilder (Maps)	MindManager	Ja
	FreeMind	Nein
Formeln	Ingenieurwerkzeuge CAS (MathML, Tex, Grafikexport)	Teilweise
	Open Office (Math)	
	MathType	Ja
	LaTex	Nein

Tabelle 4.2: Werkzeuge zur Medienerstellung im Überblick (Teil 1)

Die Auswahl eines Werkzeuges zur Medienerstellung folgt den Überlegungen aus dem Inhalts-Konzept sowie dem Gestaltungsleitfaden des Mediengestaltungskonzeptes Eine

<sup>66</sup> <http://www.eclipsecon.org>, Verifiziert am: 08.11.2009

<sup>67</sup> kostenfrei sind z.B. Axiom, MuPAD, Yacas (CAS) oder FreePCB, PSpice Student, KiCAD (EDA) oder Calculix, Elmer, DUNE (FEM, MKS)

Übersicht ist in der Tabelle 4.2 und Tabelle 4.3 dargestellt. Nach dem in dieser Arbeit verwendeten Modell eines typischen wiederverwendbaren Lernobjektes (RLO) entspricht die Medienerstellung der Erzeugung eines oder mehrerer Raw Content Items (RCI) als Basis des Assets (vgl. Kapitel 2.3.7).

<b>Medientyp</b>	<b>Werkzeug</b>	<b>Kosten</b>
<b>Audio</b>	Audacity	Nein
	WaveLab	Ja
	Adobe Audition	Ja
<b>Audio (MIDI)</b>	Muse	Nein
	Cubase	Ja
<b>Videoschnittsoftware</b>	Adobe Premiere Pro	Ja
	Apple Final Cut Pro	Ja
	AVID Technology	Ja
	CineFX	Nein
	Blender	Nein
<b>Videowerkzeuge</b>	VirtualDub	Nein
	Super	Nein
	TMPGEnc Free	Nein
<b>Animationen</b>	Ingenieurwerkzeuge (Videsequenzexport)	Teilweise
	Adobe Flash (SWF)	Ja
	MadSwatter (SVG)	Nein
<b>3D-CAD, 3D-Animation</b>	Inventor	Ja
	Pro/ENGINEER	Ja
	AutoCad	Ja
	Maya	Ja
	Blender 3D (VRML, X3D)	Nein
	Wirefusion (VRML + JAVA)	Ja
	Java 3D	Nein
	Project Wonderland (kollaborative virtuelle Welten)	Nein

*Tabelle 4.3: Werkzeuge zur Medienerstellung im Überblick (Teil 2)*

Einige weit verbreitete Werkzeuge zur Medienerstellung kommen aus dem Bereich der freien Software. In der folgenden Tabelle 4.4 sollen die Werkzeuge dargestellt werden, die sich besonders für die Erstellung von webbasierten Inhalten im ing.-wiss. Bereich eignen. Die Eigenschaft, ob eine Software frei, hier im Sinne von lizenzkostenfrei, im Bildungsbereich einsetzbar ist, wurde zusätzlich beachtet.

Autorensysteme (auch Autorenumgebungen genannt) sind ebenfalls Autorenwerkzeuge, jedoch als komplexe Entwicklungs-Umgebungen. Sie vereinen unter einer einheitlichen Oberfläche Werkzeuge zur Medien-Verarbeitung und -Verknüpfung, Medien-Bibliothek oder Repository sowie Synchronisations- und Versionierungs-Werkzeuge.

Bei einigen Autorensystemen ist der Übergang von Programmier-Umgebung zu Autorenumgebung fließend. Es sind Möglichkeiten vorhanden, neben der Mediengestaltung eigene Interaktionen durch die Benutzung von Programmier- oder Skriptsprachen zu implementieren. Diese damit gegebene Flexibilität macht es möglich, die Anforderungen, die sich aus dem Didaktik-Konzept ableiten, zielgerichtet umzusetzen.

In den letzten Jahren hat eine starke Konsolidierung auf dem Markt der professionellen Systeme stattgefunden, so wurde beispielsweise im Jahr 2005 Macromedia von Adobe übernommen. Einige weit verbreitete Autorensysteme zur Erstellung und Verwaltung von webbasierten Inhalten sind in der Tabelle 4.4 dargestellt.

<b>Autorensystem</b>	<b>typischer Einsatzbereich</b>
Adobe Authorware <sup>68</sup>	Erstellung von Kursen und Kurssystemen speziell im E-Learning-Bereich
Adobe ColdFusion <sup>69</sup>	Entwicklung komplexer Internetanwendungen (Unterstützung von SOAP, objektrelationales Mapping, DBMS-Anbindungen), Schnittstellen zum Eclipse-Framework (vgl. Tabelle 4.1), zur Flex-Architektur und zu MS SharePoint
Adobe Director <sup>70</sup>	Erstellung multimedialer Software, interaktive 3D-Anwendungen, Spieleentwicklung
Adobe Dreamweaver <sup>71</sup>	Einsatz für Webdesign, Webentwicklung und Verwaltung von Webseiten, Unterstützung von Skript- und Beschreibungssprachen (z.B. JavaScript, ActionScript, PHP, ASP, JSP, HTML, XML)
Adobe Flash <sup>72</sup>	Erstellung interaktiver, auch serverbasierter Webanwendungen
MatchWare Mediator <sup>73</sup>	Entwicklung von Multimediainhalten, CBT/WBT-Erstellung, Webdesign
SumTotal ToolBook <sup>74</sup>	Entwicklung von interaktivem eLearning Content, Spezialisierung u.a. auf mobile Endgeräte

*Tabelle 4.4: Autorensysteme im Überblick*

<sup>68</sup> <http://www.adobe.com/products/authorware/>, Verifiziert am: 11.11.2009

<sup>69</sup> <http://www.adobe.com/products/coldfusion/>, Verifiziert am: 11.11.2009

<sup>70</sup> <http://www.adobe.com/products/director/>, Verifiziert am: 11.11.2009

<sup>71</sup> <http://www.adobe.com/products/dreamweaver/>, Verifiziert am: 11.11.2009

<sup>72</sup> <http://www.adobe.com/products/flash/>, Verifiziert am: 11.11.2009

<sup>73</sup> <http://www.matchware.com/en/products/mediator/>, Verifiziert am: 11.11.2009

<sup>74</sup> [http://www.sumtotalsystems.com/products/content-creation/tb\\_index.html](http://www.sumtotalsystems.com/products/content-creation/tb_index.html). Verifiziert am: 11.11.2009

### **Zusammenfassung**

Als vom Autor erprobte Prozessabläufe in der technischen Konzeption sind mit den hier gemachten eigenen Adaptionen zu empfehlen

- die Architektur-Analyse nach SAAM mit Zielplattform-Analyse separiert nach Server- und Client-Seite und
- die mehrstufige DBMS-Analyse.

Als erfahrungsgemäß hilfreiche Arbeitsmittel zur Analyse der Entwicklungs-Werkzeuge innerhalb der technischen Konzeption bieten sich

- die Erstellung eines Kriterienkataloges,
- die Separation nach Entwicklungswerkzeuge-Typen,
- die vergleichende Aufstellung der möglichen Varianten in Tabellenform und
- abschließend ein Abgleich mit dem Kriterienkatalog zur Werkzeugefindung

an.

Zu den als unbedingt zu beachtenden Normen und Standards gehören

- E-Learning-Standards, vor allem LOM und SCORM sowie
- W3C-Standards für Web-Architekturen und -protokolle, Web-Design, Web-Applikationen und XML-Technologie.

Diese Standards sollten für eine problemlose Wiederverwendung und Austauschbarkeit von Inhalten und Softwarekomponenten wesentlich strikter befolgt werden, als die vielmehr als Leitfäden zu verstehenden Normen im Bereich Programm-, Navigations- und Hilfesystemkonzept.

Als bedingt anzusehen sind z.B. Standards zur Barrierefreiheit im Internet (Web Content Accessibility Guideline (WCAG<sup>75</sup>)). Hier müssen allgemeiner und technischer Entwicklungsaufwand mit Parametern zur Zielgruppe, Situation und Szenario sorgfältig abgewogen werden. Eine vollständige Barrierefreiheit entspricht einem Ideal, das in webbasierten Lernumgebungen für ing.-wiss. Disziplinen, die mit vielfältigen interaktiven und hochgradig visualisierten Lernobjekten ausgestattet sind, nur mit sehr viel Aufwand möglich ist. Einen Kompromiss stellen Gesamtkonzepte dar, die versuchen, von Beginn an möglichst barrierearm zu sein [Kropf 2007].

### **Abschluss Systemanalysephase**

Nachdem die Systemanalysephase abgeschlossen ist, kann auf Basis der erarbeiteten Analysen, Konzepte und Handlungsleitfäden die Phase der Softwareentwicklung begonnen werden.

---

<sup>75</sup> <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>, Verifiziert am: 11.11.2009

## 4.4 Phase Softwareentwicklung

Wie in Kap. 2.4.2 erörtert, wird für die Entwicklung einer webbasierten Lernumgebung das Prototyping in Verbindung mit einem besonderen inkrementellen Modell, dem evolutionären Prozessmodell, vorgeschlagen.

### Definition Prototyp und Prototyping

Da der Begriff „Prototyp“ und der Prozess „Prototyping“ nicht einheitlich gebraucht werden, sollen in dieser Arbeit die Festlegungen von Pomberger und Pree angewendet werden. Es wird definiert:

„Ein Software-Prototyp ist ein – mit wesentlich geringerem Aufwand als das geplante Produkt hergestelltes – einfach zu änderndes und zu erweiterndes ausführbares Modell des geplanten Software-Produktes oder eines Teiles davon, das nicht notwendigerweise alle Eigenschaften des Zielsystems aufweisen muss, jedoch so geartet ist, dass vor der eigentlichen Systemimplementierung der Anwender die wesentlichen Systemeigenschaften erproben kann. Prototyping umfasst alle Tätigkeiten, die zur Herstellung solcher Prototypen notwendig sind.“ [Pomberger und Pree 2004, S.27]

Die Vorteile des Prototyping sind die Risikominderung durch frühzeitige Testmöglichkeiten, Experimente unter realen Bedingungen mit Nutzereinbeziehung und dadurch eine erfolgreiche Qualitätssicherung und Zielüberprüfung.

Mögliche Nachteile sind, dass die Abfolge aus Test, neuen Anforderungen und Präzisierung zu einem nichtkonvergenten Prozess eskaliert, da ständig neue Features angefordert werden. Damit kann eine Diskussionsphase des Prototyps den gesamten Entwicklungsprozess aufhalten. Prototyping ersetzt ebenfalls nicht die Notwendigkeit der sorgfältigen Durchführung der Phase der Systemanalyse, die im konzeptionellen Aufwand meist hoch ist.

### Spezifizierung des inkrementellen Modells zum evolutionären Prototyping

Das evolutionäre Prozessmodell erlaubt eine Anpassung der Zielsetzungen in den Konzeptionsphasen (s. Abbildung 2.9). In Kombination mit dem (Rapid) Prototyping und der objektorientierten Softwareentwicklung ergeben sich noch weitere Vorteile. Da, wie Abbildung 4.1 zeigt, die hier vorgeschlagene webbasierte Lernumgebung aus Komponenten besteht, ist eine weitere Unterteilung der Komponenten in Module notwendig. Sind diese Module klar umrissen, können sie als Prototypen entwickelt werden. So ist es möglich, gleichzeitig an mehreren Modulen einer Komponente zu arbeiten und diese einzeln sowie zusammen als Komponente zu testen. Ändert sich die Spezifikation oder die Anforderungen an eine Komponente, ist mit dem evolutionären Modell eine passgenaue Adaption möglich, welche sich nicht auf alle Module der Komponente auswirkt, sondern nur zu Änderungen in den jeweiligen Prototypen führt. Das Ziel ist es, einen verwendungsfähigen Prototypen zu entwickeln, welcher in das Gesamtsystem eingepasst werden kann.



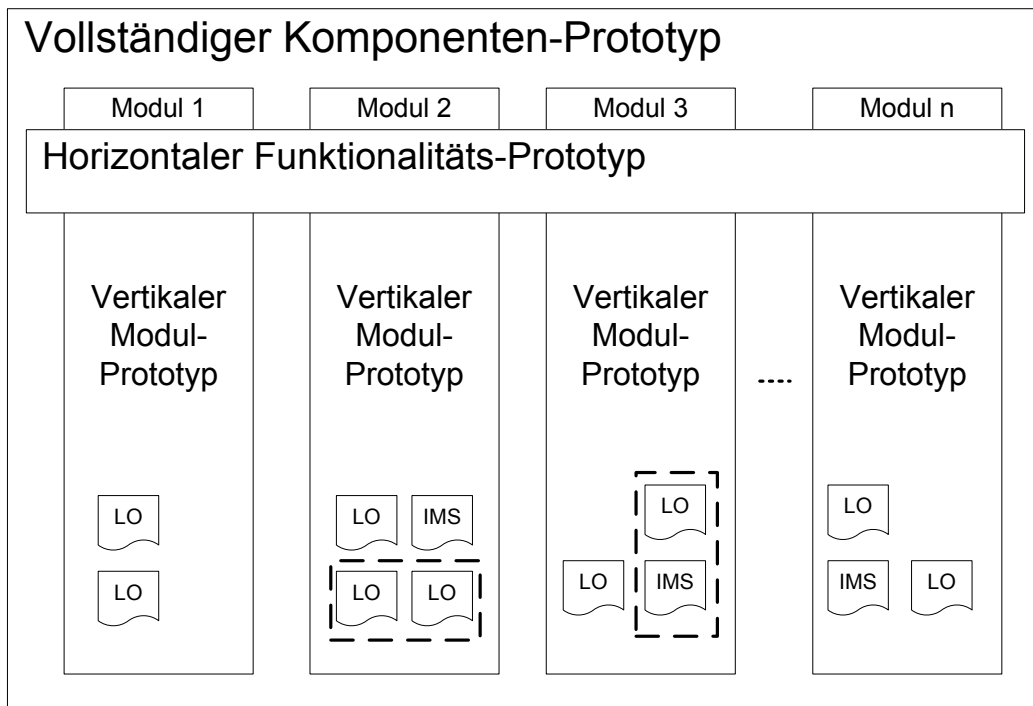


Abbildung 4.10: Typische Prototypenarten für den komponentenbasierten Entwurf

Wie in der Abbildung 4.10 zu erkennen ist, zeichnen sich weitere Merkmale von Prototypen ab. So gibt es mehrere Prototypenarten, die sich nach [Pomberger und Pree 2004, S.28] wie folgt kategorisieren lassen:

- die vollständigen und unvollständigen Prototypen,
- die Wegwerfprototypen und wiederverwendbaren Prototypen,
- die horizontalen und vertikalen Prototypen sowie
- die Demonstrationsprototypen, Labormuster und Pilotsysteme.

Ein vollständiger Prototyp ist hier als Komponenten-Prototyp dargestellt, welcher alle Module einer Komponente aggregiert. Der horizontale Prototyp entspricht den dargestellten Funktionalitäts-Prototypen, der modulübergreifend gleiche Funktionalitäten, wie z.B. das Layout-, Navigations- oder Hilfesystem für mehrere oder im Idealfall alle Module einer Komponente anbietet. Der vertikale Prototyp repräsentiert hier einen Modul-Prototypen mit allen substanziellen Funktionen und Inhalten. Das vom Autor entwickelte Konzept baut darauf auf, dass sowohl Funktionalitäts-Prototypen als auch Modul-Prototypen als wiederverwendbare Prototypen in das Repository abgelegt werden. Es werden dem evolutionären Prototyping entsprechend keine Wegwerfprototypen entwickelt, sondern die Prototypen schrittweise zu fertigen Produkten ausgebaut.

Bevor der eigentliche Entwicklungsprozess diskutiert wird, soll geprüft werden, ob jeder Prototyp auch gleichzeitig ein wiederverwendbares Lernobjekt (RLO) nach der Definition aus Kap. 2.3.7 ist (vgl. Abbildung 2.6). Dazu werden die bereits ermittelten

Merkmale eines RLO mit den Eigenschaften der hier verwendeten drei Prototypenarten abgeglichen. Nur wenn alle Merkmale erfüllt sind, ist ein Prototyp einem RLO gleichzusetzen.

Prototyp- Ausprägung	Komponenten- Prototypen	Modul-Prototypen	Funktionalitäts- Prototypen
<b>Merkmale</b>			
Besteht aus RCIs?	X	X	X
Enthält ein fachliches Objekt (Technical Object)?	X	X	möglich
Enthält ein didaktisches Objekt (Educational Object)?	X	X	-
Durchsetzt Ebene Technik?	X	X	X
Durchsetzt Ebene Inhalt?	X	X	möglich
Durchsetzt Ebene Didaktik?	X	X	-
Ist ein wiederverwendbares Lernobjekt?	ja	ja	nein

*Tabelle 4.5: Einordnung von Prototypen in das Lernobjektmodell*

Wie aus der Tabelle 4.5 zu erkennen ist, sind Komponenten- und Modul-Prototypen nach der in dieser Arbeit verwendeten Definition eindeutig wiederverwendbare Lernobjekte. Den Funktionalitäts-Prototypen fehlt die didaktische Komponente, oft auch der Inhaltsanteil. Der Inhaltsanteil ist aber nicht in jedem Fall eindeutig zu bestimmen, wie z.B. bei Hilfesystemen.

### **Rapid Prototyping**

Den Unterschied zwischen dem klassischen sequentiellen Modell und dem Prototyping erklären [Pomberger und Weinreich 1997, S.27] wie folgt: „Nach der klassischen life-cycle-orientierten Entwicklungsmethodik wird so spät wie möglich implementiert, erst wenn alle Einzelheiten des Spezifikations- und Entwurfsprozesses geklärt sind. Bei Anwendung der prototypingorientierten Entwicklungsmethodik dagegen wird so früh wie möglich (ein Prototyp) implementiert.“

Dieses frühe Ergebnis des Rapid Prototyping-Prozesses wird als Initialprototyp bezeichnet. Dieses erste schnelle (engl. rapid, schnell, rasch, zügig) Resultat dient als Basissystem zur inkrementellen Verbesserung durch mehrere Zyklen.

### **Präzisierungs- und Entwurfsprozess**

Die Unterschiede zum linearen Software Lifecycle-Modell in diesen Prozessen bestehen in der Einführung und Nutzung von zusätzlichen Iterations-Zyklen zur inkrementellen Verbesserung, also der Präzisierung der Anforderungen an die Software (vgl. Abbildung 4.3 ).

**Der erste Zyklus** wurde nach dem Testen des Prototyps integriert, um eine verbesserte Systemspezifikation zu erhalten. Dazu wurden die ermittelten neuen Anforderungen in die Präzisierungsphase zurückgeführt. Dieser Prozess kann mehrmals inkrementell durchlaufen werden, bis das angestrebte Entwicklungsziel erreicht wurde. Ein **zweiter zusätzlicher Zyklus** im Gesamtmodell, der ebenfalls neue Anforderungen an den Prototypen liefert, ergibt sich durch Rückmeldungen aus dem Integrationsprozess, vor allem aus dem dortigen Evaluationsprozess. Mehr zum Evaluationsprozess im Detail im Abschnitt 4.5.

Dieser zweite Zyklus ergänzt die bisherigen bekannten System-Entwicklungsmodelle und bietet eine bewegliche Lösung zur Rückkoppelung der Softwareintegrationsphase mit dem Prototyping-Prozess.

### **Testprozess**

In [Brügge und Dutoit 2004, S.454] wird ein Test definiert als „den systematischen Versuch, in der implementierten Software, Defekte auf geplante Weise zu finden.“ Im Folgenden soll kurz erläutert werden, welche geeigneten Fehlerentdeckungstechniken und Testaktivitäten in einem System-Entwicklungsmodell für webbasierte Lernumgebungen bei der vorrangigen Verwendung vom Prototyping effektiv einsetzbar sind.

Als geeignete Fehlerentdeckungstechniken bieten sich die Fehlersuche (Debugging) und das geplante Testen an. Bei der Fehlersuche bewegt man das System durch möglichst viele Anwendungsfälle um einen fehlerhaften Zustand zu erreichen und so einen algorithmische Defekt zu identifizieren. Das Kennzeichen eines guten Testmodells besteht darin, dass es Testfälle enthält, die Fehler identifizieren helfen, indem man umfangreiche Eingabeverhalten sowie ungültige Eingaben und Grenzfälle erzeugt. Es sollte vermieden werden, Testfälle zu generieren, die wahrscheinlich keine Fehler erzeugen [Brügge und Dutoit 2004, S.457].

Für die verschiedenen Arten von Prototypen bieten sich mit dem geplanten Testen verschiedene Testaktivitäten an.

Durch Benutzbarkeits-Tests (Usability-Tests) wird versucht, Fehler im Bereich der Benutzerschnittstelle und der Bedienbarkeit zu finden. Es können Szenario-Tests, Prototypentests oder, wenn das System weitestgehend fertig gestellt ist, Produkttests durchgeführt werden. Mit Funktionstests werden die Unterschiede zwischen den funktionalen Anforderungen (s. Funktionelles Konzept) und dem tatsächlich entwickelten System ermittelt. Der Komponententest überprüft elementare Objekte in

den typischen Anwendungsfällen. Sind bereits größere Systemteile (hier als Komponenten bezeichnet in [Brügge und Dutoit 2004] wird dem Begriff Subsystem verwandt) fertig gestellt, ist ein Integrationstests empfehlenswert um Fehler in Gruppen von Komponenten zu detektieren. Man beginnt mit zwei Komponenten, prüft die Zusammenarbeit und steigert dann inkrementell die Anzahl der Komponenten bis immer komplexere Systemteile entstehen.

Speziell in der objektorientierten Entwicklung empfehlen sich Regressionstests, d.h. dynamische Tests, die nach einer Änderung des Systems wiederholt durchgeführt werden, um Nebenwirkungen (Seiteneffekte) von Modifikationen aufzuspüren. Zu den Regressionstests gehören nach [Brügge und Dutoit 2004] das Testen von abhängigen Komponenten, riskanten Anwendungsfällen und häufigen Anwendungsfällen.

In der folgenden Tabelle sind typische Prototypen, welche hauptsächlich in der Entwicklung von webbasierten Lernumgebungen benutzt werden, den entsprechenden Testarten zugeordnet (vgl. Abbildung 4.10).

Prototyp- Ausprägung	Komponenten- Prototypen	Modul-Prototypen	Funktionalitäts- Prototypen
<b>Testarten</b>			
Benutzbarkeitstests	X	X	X
Funktionstests	X	X	X
Regressionstests	X	X	-
Komponententests	X	-	-
Integrationstests	X	-	-

*Tabelle 4.6: Testen von verschiedenen Prototypenarten*

Für den Benutzbarkeitstest und den Funktionstest bieten sich expertenbasierte Testmethoden an, da diese zwei Testarten auf alle Prototypenarten angewandt werden können. Als Experten verstehen sich die bereits im Inhalts- und Didaktikkonzept (vgl. Abbildung 4.3) einbezogenen Fachautoren (Domänenexperten), Entwickler und Usabilityexperten. Ebenfalls als Experten im Sinne der Zielgruppe können ausgewählte typische Benutzer eingesetzt werden. Setzt man in einer sehr frühen Phase des Prototyping eine größere Diskussionsrunde mit allen diesen Experten gemeinsam zum Test ein, spricht man nach [Nielsen 1994] von einem Pluralistic Walkthrough als eine Ausprägung der Usability-Inspektions-Techniken. Andere übliche Bezeichnungen sind „Participatory Design Review“, „User-Centered Walkthrough“ oder „Group Walkthrough“.

Wichtig sind in diesen „Gruppensitzungen“ sowohl die Einbeziehung aller am Entwicklungsprozess involvierten Personengruppen als auch die Teilnahme der Benutzer. Sobald der Testprozess ohne neue Anforderungen abgeschlossen ist, steht die dann als verwendungsfähiger Prototyp bezeichnete Software bereit zur Integration.

### **Zusammenfassung und spezielle Anpassungen für die Entwicklung von web-basierten Lernumgebungen in ingenieur-wissenschaftlichen Disziplinen**

Die Besonderheiten des entwickelten Modells liegen neben dem gezielten Einbringen von Iterations-Zyklen in der Nutzung eines objektorientierten Modells auf höherer Ebene. Mit höherer Ebene ist hier das gezielte Wiederverwenden von Prototypen und komplexeren Software-Komponenten gemeint. Die Objektorientierung, definiert über die Eigenschaften Vererbung, Polymorphie und Kapselung, lässt sich auch auf dieser Ebene erkennen. Das Rapid Prototyping kann in dem Zusammenfügen bereits existierender Objekte bestehen und ist somit eine Möglichkeit der schnellen Implementierung.

In dem hier entwickelten Modell muss allerdings bereits in der Systemanalysephase durch die Repository-Analyse berücksichtigt werden, welche Objekte genutzt werden können. Dadurch sind dann aber sehr frühe (Teil)Ergebnisse möglich. Das Rapid Prototyping und der Entwurfsprozess sind eng mit den diskutierten Spezialfällen im Mediengestaltungskonzept für ing.-wiss. Disziplinen verknüpft. Neue zu entwickelnde Objekte müssen auf allgemeine Nützlichkeit geprüft und ihre Funktionen bereitgestellt werden. Die Bereitstellung setzt eine Rückmeldung in das Repository voraus. Hier entsteht eine erhöhte Sorgfaltspflicht im Dokumentationsprozess besonders bei der Neuentwicklung von Software-Komponenten und Prototypen. Aus Sicht des Systems Engineering gilt Prototyping als „Entwurfshilfe“, da hier für komplexe Systeme die Gefahr einer „Quick and Dirty“ Implementation mit einem „Hang zur Improvisation“ [Haberfellner und Daenzer 2002, S.65] dem präferierten sequenziellen Phasenmodell gegenübersteht. Dies ist insofern richtig, da dies die allgemeinen Nachteile des Prototyping schlagwortartig zusammenfasst [Pomberger und Pree 2004, S.32].

Das vom Autor entwickelte erweiterte Modell enthält aber genau aus diesen Gründen als Verbesserung mehrere Iterationszyklen und ergänzt damit das ursprüngliche Prototyping um den Systems Engineering-Ansatz des Versionenkonzeptes. Weiterhin wird die wichtige Systemanalysephase (entspricht der Vor-, Haupt-, und Detailstudie im Systems Engineering) nicht abgeschafft, sondern als Voraussetzung für ein gutes Prototyping ausdrücklich empfohlen.

„Das Phasenmodell, das Versionenkonzept und der Prototyping-Ansatz könnten auf diese Art sogar sinnvoll miteinander verbunden werden [...]“,

fassen [Haberfellner und Daenzer 2002, S.68] zusammen und bestätigen vorausschauend einen möglichen kombinierten Entwurf, wie das hier vom Autor entwickelte Modell.

Der Autor hat gezeigt, dass das Prototyping eine geeignete Softwareentwicklungsart für ingenieur-wissenschaftliche webbasierte Lernumgebungen ist und speziell auf diese Bedürfnisse angepasst werden kann.

Weiter wurde gezeigt, dass mit dem Prototyping und dem objektorientierten Ansatz schnelle Ergebnisse nur möglich sind, wenn in einer sorgfältigen Systemanalysephase

alle Anforderungen und Besonderheiten der ingenieur-wissenschaftlichen Disziplinen berücksichtigt wurden. Der Testprozess wurde insofern vom Autor erweitert, da hier konkret Testarten, die sich für das Prototypentesten eignen, eingesetzt werden. Der bereits im Kap. 2.6 beschriebene Prozess der Teamarbeit in der Contentproduktion lässt sich mit den Mitteln der Expertenevaluation und des Pluralistic Walkthrough im Testprozess weiterführen.

## **4.5 Phase Softwareintegration**

Die Phase der Softwareintegration setzt sich aus den Prozessen System-Einführung, Evaluation sowie Wartung und Pflege zusammen. Innerhalb dieser Prozesse kann es zu verschiedenen Erkenntnissen kommen, welche die Anpassung eines Systemteils notwendig machen. Sind die Anforderungen eher korrektiver Art, können Rückmeldungen aus dem Integrationsprozess in das Prototyping als neue Anforderungen zurückgeführt werden. Die veränderten Anforderungen führen dann zu einer Präzisierung des Entwurfs und einem verbesserten verwendungsfähigen Prototypen.

Ergeben sich im Betrieb gänzlich neue Anforderungen an die ursprüngliche funktionelle und technische Konzeption muss ein Rücksprung zur Systemanalysephase möglich sein. Mit der evolutionären Entwicklung steht hier eine solche Methode zur Verfügung. Die evolutionäre Entwicklung erlaubt explizit solche Veränderungen der Ursprungskonzeption als Feedback aus der Softwareintegrationsphase. Je nachdem, an welcher Stelle eine neue Anforderung ihre Auswirkungen hat, muss die entsprechende Prozesskette aus Analyse und Konzeption erneut durchlaufen sowie angepasst werden. Ein Beispiel ist das Hinzufügen einer neuen Zielgruppe für eine bereits etablierte Lernumgebung. Die evolutionäre Entwicklung führt direkt zum Beginn des Systemanalyseprozesses, zur Zielgruppenanalyse, zurück. Unter der Prämisse der neuen Zielgruppe muss nun die gesamte Systemanalyse und die Softwareentwicklung erneut durchlaufen werden. Bereits vorhandene Ergebnisse lassen sich erfahrungsgemäß wiederverwenden oder adaptieren. Solche evolutionären Wiederholungsprozesse laufen in der Regel wesentlich schneller ab, als der Initialprozess.

### **Systemeinführung**

Der Prozess der Systemeinführung ist an das Ebenenmodell nach Abbildung 4.1 gekoppelt. Er betrifft zum einen die horizontale Integration auf spezifischen Einzel-Ebenen (z.B. Technik) oder die volle Durchdringung aller Ebenen bei der vertikalen Integration (z.B. Komponenteneinführung). Zuerst sollten die Voraussetzungen für den Betrieb der Lernumgebung geschaffen werden. Dazu müssen über ein Unterhaltskonzept die technische Basis, Personen und Mittel zum Betrieb des Systems abgesichert werden. Auf technischer Ebene muss die infrastrukturelle Integration in eine meist übergeordnete Struktur geplant und abgesichert werden. Dann kann die Hard- und Softwareinstallation durchgeführt werden, gefolgt von einem Probetrieb der Komponenten mit Feinabstimmung. Auf organisatorischer Ebene muss die bereits erwähnte curriculare

Verankerung sowie institutionelle Einbettung langfristig geplant und abgesichert werden.

### **Test und Evaluation in der Integrationsphase**

Im Abschnitt zum Prototyping wurden schon einige spezielle Testarten (Benutzbarkeits-Tests, Funktionstests, Regressionstests, Komponententests), welche sich auf einzelne Systemkomponenten oder kleinere Systemteile bezogen, betrachtet. In der Softwareintegrationsphase werden durch Systemtests und Leistungstests die Eigenschaften des Gesamtsystems überprüft. Mit einem Systemtest werden alle Komponenten der Lernumgebung zusammen getestet. Hier sollen Fehler in den typischen Anwendungsfällen im Zusammenspiel der Systemteile detektiert werden. Sowohl für Webanwendungen<sup>76</sup>, Java-Applikationen<sup>77</sup> als auch auf Flash/Flex<sup>78</sup> basierende Software gibt es Möglichkeiten mit Testframeworks ein automatisiertes Testen durchzuführen. Durch Leistungstests kann das Systemverhalten bei besonderen Anforderungen ermittelt werden. Für webbasierte Lernumgebungen empfehlen sich Härtetests, also die Simulation von z.B. sehr hohen Nutzerzahlen und daraus folgender sehr hoher Systemlast sowie Sicherheitstests der Serverarchitektur und der einzelnen Komponenten.

Die Evaluation webbasierter Lernumgebungen soll nach [Niegemann 2004, S.291] in dieser Arbeit wie folgt verstanden werden:

„Wenn von Evaluation gesprochen wird, so geht es darum, ein Bildungsangebot oder eine einzelne Maßnahme hinsichtlich ihrer Qualität, Funktionalität, Wirkung und ihrem Nutzen zu analysieren und zu bewerten.“

Ein mögliches Evaluationsinstrument ist die im Kap. 3.1 genutzte Methode über Kriterienkataloge vgl. [Niegemann 2004, S.307]. Allerdings muss man berücksichtigen, dass der dortige Kriterienkatalog unter der Bedingung der Vergleichbarkeit von vielen fachlich verschiedenen Lernumgebungen entwickelt wurde. Für eine Eigenentwicklung nach dem vom Autor vorgeschlagenen Modell müsste man demnach auch einen eigenen spezifischen Kriterienkatalog entwickeln bzw. einen passenden recherchieren.

Die Evaluation als Teilprozess der Softwareintegration soll hier die gesamte Lernumgebung mit den Wechselwirkungen der Komponenten untersuchen und einen Beitrag zur Optimierung des Gesamtsystems leisten. Der Prozess der Evaluation in dem in der dieser Arbeit entwickelten Modell ist als ein umfangreiches Instrumentarium zur Produktevaluation einer webbasierten Lernumgebung nach der Beschreibung von [Niegemann 2004, S.293] zu verstehen, welcher dort formuliert:

---

<sup>76</sup> z.B. <http://www.web2test.de/>, Verifiziert am: 22.11.2009

<sup>77</sup> z.B. <http://www.qfs.de/>, Verifiziert am: 22.11.2009

<sup>78</sup> z.B. <http://www.riatest.com/>, Verifiziert am: 22.11.2009

„Wird ein konkretes Produkt, also ein multimediales Lernangebot, oder einzelne Komponenten, daraufhin analysiert, ob sie die gesetzten Ziele, z.B. Erwerb von Wissen erreichen, dann spricht man von Produktevaluation.“

Die systematische Datenerhebung während der Evaluation kann mit verschiedenen Erhebungsverfahren durchgeführt werden. [Niegemann 2004, S.300] zählt mit Inhaltsanalyse, Befragung, Beobachtung, Verhaltensrecording und Tests die fünf häufigsten auf. Zu jedem Erhebungsverfahren können verschiedene Methoden durchgeführt werden. Einige besonders für die Evaluation von webbasierten Lernumgebungen geeignete Methoden sind in Tabelle 4.7 aufgeführt. Die Benutzerfreundlichkeit oder hier besser die Lernerfreundlichkeit kann durch Usability-Tests untersucht werden.

Erhebungsverfahren	Ausgewählte Methoden
Inhaltsanalyse	Qualitativ und quantitative Dokumentenanalyse durch externe Gutachter, Kriterienkataloge, Pluralistic Walkthrough
Befragung	Direkte Nutzer- und Gruppenbefragungen, Interviews, Online-Befragungen, Fragebogen
Beobachtung und Verhaltensrecording	szenariobasierte Usability-Tests im Labor, Thinking Aloud Protocol, User-Tracking <sup>79</sup> , Eye-Tracking <sup>80</sup> ,
Tests	Asynchrone und Synchron Remote Usability Tests, Leistungstests

Tabelle 4.7: Erhebungsverfahren und Methoden der Evaluation

Weitere Modelle, Prozeduren und Methoden zu webbasierten Evaluationsmethoden, zur Usability-Evaluation sowie Usability Engineering werden in [Nielsen 2003; Niegemann 2004; Tergan 2004; Nielsen 2005; Dumas und Loring 2008; Mayhew 2008; Rubin und Chisnell 2008] diskutiert.

### Wartung und Pflege

Die Wartung umfasst die Anpassung an Änderungs- oder Erweiterungswünsche (adaptive Wartung / proaktive Wartung) der Anwender und an Veränderungen des Umfeldes sowie die Weiterentwicklung (konstruktive Wartung) des Systems. Die Pflege ist die Beseitigung von Fehlern (korrektive Wartung), die im täglichen Gebrauch festgestellt werden. Die beiden Wortbedeutungen „Wartung und Pflege“ werden oft unter „Wartung“ als Einzelbegriff zusammengefasst [Stahlknecht und Hasenkamp 2005, S.214].

---

<sup>79</sup> z.B. Verfolgung von Klickpfaden und Abbruchstellen im Navigationsverlauf

<sup>80</sup> z.B. über Blickpfadanalyse und Dichteverteilung der Sehverweildauer



## **4.6 Begleitende Prozesse**

Abschließend seien noch einige allgemeine Prozesse erwähnt, die den gesamten System-Entwicklungsprozesses begleiten. Unter dem Aspekt der Entwicklung von Software sind zu berücksichtigen:

- das Projektmanagement mit Projektplanung, -verfolgung und –steuerung,
- das Begründungsmanagement für systemrelevante Entscheidungen,
- das Qualitätsmanagement mit den Methoden der Softwareergonomie und Evaluation,
- das Konfigurationsmanagement mit der Versionsverwaltung und dem Änderungsmanagement sowie
- die Dokumentation für die zuvor genannten Punkte, den technischen Bereich sowie die Softwaredokumentation insbesondere die Code-Dokumentation.

## 5 Umsetzung der allgemeinen Konzeption am Beispiel GETsoft

„E-Learning ist in den Ingenieurwissenschaften, wie auch in den meisten anderen Fachrichtungen, ein (noch) relativ selten genutztes Instrument, obwohl der Anteil der Professoren, die der Meinung sind, E-Learning sei nicht praktikabel, gering ist. Dass E-Learning nur vergleichsweise selten angeboten wird, hängt sicherlich auch damit zusammen, dass die Konzeption solcher Angebote sehr aufwändig ist und für die Realisierung neben hoher didaktischer Qualifikation auch technische Expertise notwendig ist.“ [Fischer und Karl-Heinz 2008, S.31]

In diesem Kapitel wird die Umsetzung der generischen Konzeption und Entwicklung einer webbasierten Lernumgebung aus Kapitel 4 für das Fach Grundlagen der Elektrotechnik im Bereich ing.-wiss. Hochschulausbildung beschrieben. Zunächst wird mit der Kurzbeschreibung der webbasierten multimedialen Lernumgebung GETsoft und den enthaltenen Komponenten eine Vorschau auf das Endergebnis geliefert. Dies soll helfen, eine Einordnung der darauffolgenden Analyse, Konzeption und Umsetzung in das Gesamtergebnis zu ermöglichen.

### 5.1 GETsoft im Überblick

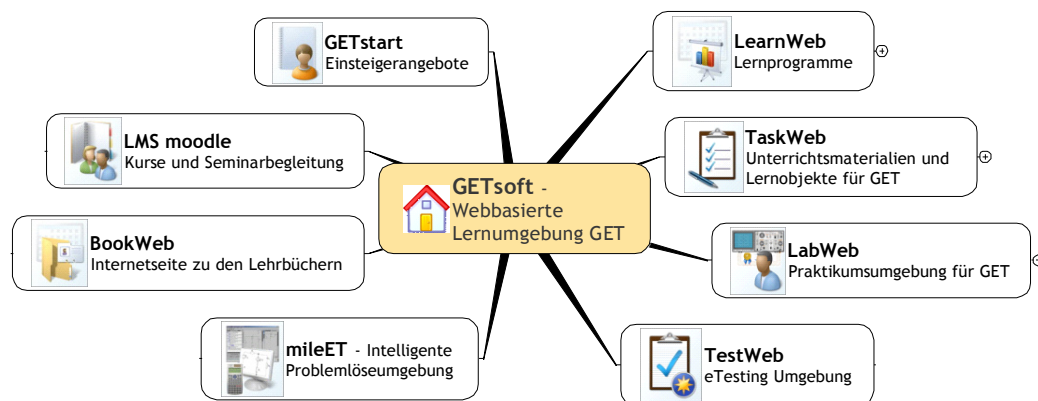


Abbildung 5.11: GETsoft - webbasierte Lernumgebung im Überblick

GETsoft ist als offene webbasierte Lernumgebung für die elektrotechnische Grundlagenausbildung (GET) konzipiert und wird seit mehreren Jahren in verschiedenen Ausbaustufen von Studierenden zum Selbststudium und von Lehrkräften zur Unterrichtsgestaltung an der TU Ilmenau eingesetzt. Bei der elektrotechnischen Grundlagenausbildung spielt die Verbindung zwischen den physikalischen und technischen Erscheinungen mit ihrer mathematischen Beschreibung eine besondere Rolle. Die unterschiedlichen Komponenten der GETsoft-Lernumgebung unterstützen verschiedene

Aspekte der GET-Lehre und des GET-Lernens. Für Interessierte gibt es mit dem Modul GETstart eine Umgebung, die motivierend für die Zielgruppe SchülerInnen und Studieninteressierte ausgewählte Angebote aus der gesamten Lernumgebung präsentiert. Im Bereich LearnWeb werden umfangreiche Lernprogramme für das selbstgesteuerte Lernen angeboten. Die Inhalte decken den Themenbereich Elektrotechnik einer technischen Universität für Ingenieurstudenten vom ersten bis zum dritten Semester ab. Im Bereich TaskWeb werden multimediale und interaktive Lernobjekte (Aufgaben, Arbeitsblätter, Videos etc.) über eine Web-Schnittstelle aus einer LOM-basierten Datenbank angeboten. In der Praktikums Umgebung LabWeb werden neben universitätsspezifischen Anleitungen für die an der TU Ilmenau angebotenen Grundlagenversuche verschiedene virtuelle Instrumente (z.B. virtuelles Oszilloskop), Versuche und Modelle (z.B. virtuelle 3D-Motoren) frei zugänglich angeboten. In der eTesting-Umgebung TestWeb können sich Studierende der TU Ilmenau (und in freigegebenen Bereichen auch Außenstehende) im elektronischen Self-Assessment prüfen und automatisch bewerten lassen. In der als Offline-Anwendung verfügbaren intelligenten Problemlöseumgebung mileET kann der Nutzer in einer pragmatisch-konstruktivistischen Umgebung elektrotechnische Aufgaben lösen. mileET liefert auf studentische Hypothesen während des Problemlösens maßgeschneiderte Hilfen und Erklärungen inklusive kommentierter Lösungswege. Die GETsoft-Komponente BookWeb ist ein Synonym für Lehrbuch und webbasierte Lernumgebung als medienübergreifendes Gesamtkonzept. Eine Schnittstelle ermöglicht, am Rand der Lehrbuchseiten befindliche Hinweise (Ziffernfolge) auf relevante Lernobjekte mit einem Stiftscanner einzulesen oder in ein Feld auf der Webseite einzutippen und dann die Objektanzeige zu aktivieren. Über das hochschuleigene LMS moodle werden für die Studierenden der Universität zusätzlich seminarbegleitende Kurse angeboten.

## 5.2 GETsoft-Komponenten

### Homepage getsoft.net

„getsoft-Punkt-Net“ ist unter den Studierenden und bei den Hochschullehrern der TU Ilmenau<sup>81</sup> das Synonym für ein gelungenes Beispiel, wie mit E-Learning eine moderne Ingenieurausbildung im Sinne von Blended Learning umgesetzt werden kann [Neundorf, Yakimchuk et al. 2006c].

### LearnWeb

LearnWeb enthält die Lernprogramme „Brückenkurs Mathematik“, „Grundbegriffe Zweipole Grundstromkreis“, „Gleichstromnetzwerke“, „Wechselstromnetzwerke“, „Drehstromsystem“, „Transformator“, „Frequenzselektive Schaltungen“, „Wechselstrom-Messbrücken“, „Fourier-Reihen“, „Fourier-Transformation“, „Laplace-

---

<sup>81</sup> GETsoft ist das Vorzeigebeispiel der E-Learning-Angebote der TU Ilmenau: <http://www.tu-ilmenau.de/uni/eLearning.5054.0.html>, Verifiziert am: 17.12.2009

Transformation“ und „Wellenausbreitung auf Leitungen“. Die Lernprogramme untergliedern sich in Kompendium, Aufgaben mit abgestuften Hilfen, Überprüfungs-möglichkeiten und Lösungen, durchgerechnete Beispiele, Experimentierumgebungen, Mathcad-Arbeitsblätter, Glossar und Tools wie Volltextsuche oder spezielle Taschenrechner. Leistungsmerkmale der Lernprogramme sind die Integration von Ingenieurwerkzeugen, angepasste leistungsfähige Feedbackroutinen, hochinteraktive Animationen mit Experimentieranleitungen als Teile der Experimentierumgebungen, Volltextsuche, Fotos und Beschreibung von Bauelementen, Baugruppen und Versuchsaufbauten [Yakimchuk und Neundorf 2005].

### **TaskWeb**

TaskWeb enthält Aufgaben mit integrierter Lösungsüberprüfung, gestuften Hilfen, Links zum Kompendium und zu externen Angeboten, Tools, Streamingvideos, Probeklausuren, Praktikumsanleitungen, Skripte, Links zu didaktisch bewerteten Internetquellen, Vorlesungs- und Übungspläne. TaskWeb ermöglicht eine Stichwortsuche in den Dokumenten und bietet eine dynamische Stichwortliste an. TaskWeb versteht sich als komfortabler webbasierter Zugang zur GETsoft-Datenbank. Entsprechend den Forderungen nach Kompatibilität und Wiederverwendbarkeit sind alle Aufgaben und Lernobjekte mit Metadaten nach dem LOM-Standard ausgezeichnet. Besonderer Wert wurde auf die Vergabe der Stichwörter und der Beschreibungen gelegt. Dies erleichtert Projektpartnern und anderen Interessierten eine schnelle Recherche und den Überblick sowie eine Übernahme in eigene Bestände [Fredrich, Neundorf et al. 2002a; Neundorf und Wagner 2003a].

Der Bereich Vorlesungsvideos und Vorlesungspodcasts enthält mit Start des Sommersemesters 2006 die im jeweils vorherigen Studienjahr aufgenommenen Vorlesungsmitschnitte als Videostreams bzw. Audiopodcast. Diese Mitschnitte sind mit einer kontextbasierten Szenen-Navigation für Streaminvideo an die GETsoft-Datenbank gekoppelt. Die in der Datenbank abgelegten Metadaten zu einzelnen Szenen ermöglichen eine rasche Navigation durch die jeweils 90-minütigen Vorlesungen. Zusätzlich zum Video der Vorlesung sind auch die verwendeten Folien als Arbeitsblätter mit Lückentext/-formeln erhältlich.

### **BookWeb**

BookWeb stellt ein medienübergreifendes Gesamtkonzept für Lehrbuch und webbasierte Lernumgebung dar. Das webbasierte Angebot der Lernumgebung ermöglicht zusätzliche Lernerfahrung, die das Lehrbuch allein nicht bieten kann, und fördert den Transfer des mit dem Lehrbuch Gelernten. Somit wird die Einheit von Lesen, Üben, Experimentieren und Verstehen gewährleistet. Es wurde eine Schnittstellenapplikation realisiert, mit der bestimmte Lernobjekte aus dem Lehrbuch heraus aufrufbar sind [Brehm, Neundorf et al. 2006]. Diese Schnittstelle ermöglicht, am Rand der Lehrbuchseiten befindliche Hinweise (Ziffernfolge) auf relevante Lernobjekte mit einem Stiftscanner einzulesen und ihre Anzeige am Bildschirm zu aktivieren. Zusätzlich können Stichworte aus dem Fließtext eingescannt und vorhandene Lernobjekte der

Lernumgebung über eine Ergebnisliste ermittelt werden. Eine alternative Aufrufmöglichkeit durch manuelle Eingabe der Ziffernfolge bzw. der Stichworte auf der Internetseite unterstützt die Konsistenz des Gesamtsystems bei fehlender Hardware.

### **LabWeb**

In der virtuellen Praktikumsvorbereitung für die elektrotechnische Grundlagenausbildung wurden virtuelle Geräte und virtuelle Versuche zur Vorbereitung auf das GET-Praktikum entwickelt. Die Geräte und die Durchführung werden erläutert und explorativ erfahrbar gemacht [Neundorf, Yakimchuk et al. 2006a]. Alle Geräte werden in einer Flash-Bibliothek als einzelne Module abgelegt, um die Wiederverwertbarkeit als Reusable Learning Objects (RLOs) zu gewährleisten.

### **TestWeb**

TestWeb stellt eine webbasierte Anwendung zur Erstellung, Durchführung, Überprüfung und Bewertung von Online-Tests im ingenieurwissenschaftlichen Umfeld dar. Im TestWeb werden Aufgaben in parametrisierter Form gespeichert, d.h. alle vorzugebenden numerischen Werte einer Aufgabe werden erst bei der Generierung eines Tests dynamisch erzeugt, wobei auf definierte Eigenschaften der Parameter zurückgegriffen wird. Durch die Parametrierung der Aufgaben und durch die auf verschiedenen Kriterien basierende Auswahl von Aufgaben aus einem Pool können Online-Tests gebildet werden, die individuell und annähernd einmalig sind. Als mögliche Antworttypen sind momentan numerische Werteingaben sowie Multiple- oder Single-Choice-Tests einsetzbar. Die Unterstützung weiterer Antworttypen wird ausgearbeitet. TestWeb bestimmt bei der Generierung eines Tests automatisiert alle Lösungen und speichert alle Informationen zum Test in einer Datenbank, so dass der Test jederzeit unterbrochen und später fortgesetzt werden kann. Direkt nach der virtuellen Abgabe des Tests durch den Nutzer werden seine Antworten automatisiert überprüft, der Test bewertet sowie eine Rückmeldung in Form einer Auswertung sowie einer Bewertung der Leistung gegeben [Neundorf, Yakimchuk et al. 2006c; Dippel 2008].

TestWeb wird momentan aufgrund der Erfolge in der Prüfungsvorbereitungsphase mit besonderem Nachdruck wissenschaftlich und inhaltlich ausgebaut [Dippel und Yakimchuk 2009].

### **GETstart**

Im Bereich GETstart der multimedialen Lernumgebung GETsoft befinden sich ausgewählte Beispiele, Aufgaben mit Hilfen, Animationen und Fotos zu Grundlagen der Elektrotechnik. Über bereits bekannte Aufgabenstellungen werden Studieninteressierte, Schülerinnen und Schüler ermutigt, weitere Probleme der Elektrotechnik anzugehen. Im Bereich Schülerangebote offeriert das Fachgebiet GET Schülern und Lehren Angebote die auf die Klassenstufen abgestimmt sind. Viele erfolgreiche „Schnupperkurse Elektrotechnik“ wurden so schon in den Laboren am Fachgebiet GET abgehalten.

### **Kurse in moodle vs. GETsoft**

Das LMS moodle wird zur Unterstützung von Seminaren und zur Prüfungsvorbereitung eingesetzt. moodle bietet eine Reihe von Möglichkeiten für die Kommunikation innerhalb der Lerngruppe, zwischen Lerngruppen und mit einem Betreuer. Es stehen Diskussionsforen, Pinnwände, Chat, Adressbuch & Mail, Gruppen-Mailverteiler und Sofortnachrichten für synchrones und asynchrones Kommunizieren zur Verfügung. Zusätzlich zu den genannten Werkzeugen hat der Dozent die Möglichkeit, über Feedback Bewertungen der Studierenden zu organisieren. Momentan wird an einer Integration von TestWeb in moodle gearbeitet.

Das LMS moodle ist ein weiteres elektronisches Werkzeug zur Unterrichtsergänzung. Am FG GET werden **in** moodle ausgewählte Materialien **aus** GETsoft genutzt. Zusätzlich zur Materialbereitstellung ermöglicht moodle eine umfangreiche organisatorische Aufbereitung des Unterrichts. Sehr nützlich sind ebenfalls die möglichen Wiederverwendbarkeit der Lernräume für die nächsten Semester, die umfangreiche statistischen Auswertungen und die Kommunikationswerkzeuge. Die Integration von moodle als Teil einer umfangreichen offenen webbasierten Lernumgebung in das gesamte Lehr-/Lernkonzept ist also eine ausgezeichnete Ergänzung und Erweiterung der didaktischen Stilmittel [Neundorf 2008].

### **mileET**

mileET ist für die Domäne GET eine innovative pragmatisch-konstruktivistische Lernumgebung, die dem Prädikat „intelligent“ im Sinne der KI gerecht wird. mileET wurde nach der an der Universität Oldenburg (Abteilung Lehr- und Lernsysteme, Prof. Möbus) entwickelten kognitiven Theorie des Wissenserwerbs ISP-DL (Impasse-Succes-Problem Solving-Driven-Learning) konzipiert und am An-Institut OFFIS der Universität Oldenburg implementiert. mileET liefert auf studentische Hypothesen während des Problemlösens maßgeschneiderte Hilfen und Erklärungen inklusive kommentierter Lösungswege [Yakimchuk 2006].

## **5.3 Systemanalyse von GETsoft**

### **5.3.1 Funktionelle Konzeption von GETsoft**

#### **Bildungsbedarf**

Der Bedarf vgl. [DIN EN ISO/IEC 19796-1 2009, S.25] an der TU Ilmenau für eine webbasierte Lernumgebung für Grundlagen der Elektrotechnik ergibt sich aus der Tatsache, dass Offline-Angebote<sup>82</sup> für dieses Fach in den 90iger Jahren einen sehr großen Anklang unter den Studierenden fanden [Wagner, Hammer et al. 1997]. Eine

---

<sup>82</sup> z.B. das Lernprogramm „Grundbegriffe, Zweipole, Grundstromkreis“ und „Fourier-Reihen“ als ToolBook CD-ROM

Umsetzung der bestehenden Lernmodule und eine Umsetzung neuer Inhalte als webbasierte Angebote folgt somit dem technologischen Fortschritt und der verbesserten technischen Grundausrüstung auf Seiten der Studierenden [Hammer, Neundorf et al. 2002] und erstreckt sich auf die Themengebiete der Grundlagen der Elektrotechnik (GET) bzw. Allgemeinen Elektrotechnik (AET) für das erste bis dritte Semester (AET1-3) (s. Themengebiete im Anhang).

### Zielgruppenanalyse und Einordnung in den Student Lifecycle

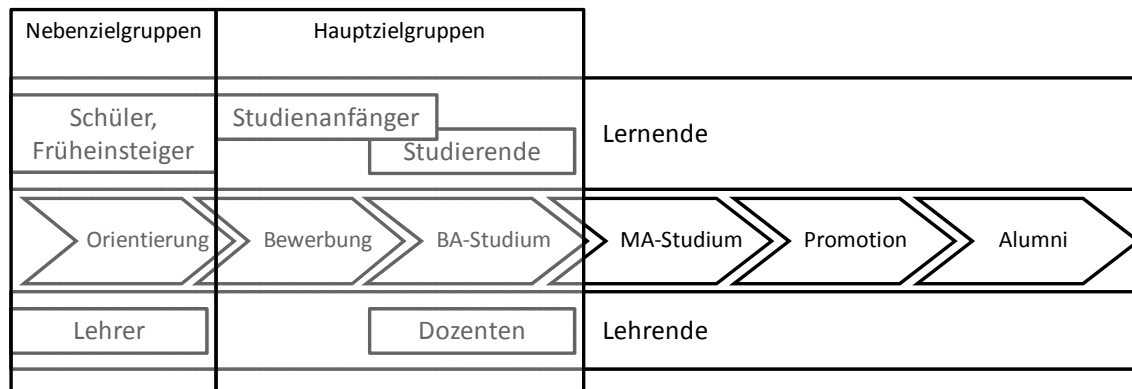


Abbildung 5.1: Zielgruppenanalyse für GETsoft über den Student Lifecycle

Die Hauptzielgruppe bilden die Studienanfänger und Studierenden der ersten drei Semester der Präsenz-Ingenieurstudiengänge an der TU Ilmenau. Weiterhin sind auch die Dozenten, welche die Ingenieursstudenten ausbilden, eine Hauptzielgruppe. Diese Dozenten agieren einerseits als Fachautoren und andererseits über die Lehrveranstaltungen als Multiplikatoren und Vermittler der Angebote zu den Studierenden.

Die Angebote für Studienanfänger sind auch geeignet, eine weitere Zielgruppe, die Schüler und Früheinsteiger, anzusprechen. Diese Zielgruppe, als potenzielle zukünftige Studierende, kann mit geringfügiger Aufbereitung von Einstiegsinhalten direkt bedient werden. Um eine Verbreitung von geeigneten Hochschulinhalt in die schulische Ausbildung zu ermöglichen, ist es erforderlich, die Fachlehrer für naturwissenschaftlich-technische Fächer als Multiplikatoren zu gewinnen.

Nach einer Analyse von verschiedenen Studien [Bernd Kleimann 2008; Fischer und Karl-Heinz 2008; Kleimann 2008; MMB-Institut für Medien- und Kompetenzforschung 2008] zu technischen und inhaltlichen Aspekten der Lernsituation von Studienanfängern und Studierenden sowie deren Lern- und Mediennutzungsgewohnheiten und empirischen Erfahrungen aus eigenen Projekten [Neundorf 2008] lässt sich zusammenfassend in einem IST-SOLL-Vergleich feststellen:

- Die technischen Voraussetzungen zur Nutzung von webbasierten Angeboten auf Seiten der Studierenden sind gegeben.
- Aus Schule und privatem Umfeld werden vielfältige Erfahrungen mit webbasierter Software und Technik mitgebracht.

- Die Medienkompetenz und die Fähigkeiten zur Nutzung der Möglichkeiten web-basierter Lernumgebungen sind nicht umfassend für die gesamte Zielgruppe gegeben, es herrscht an diese Stelle Anleitungsbedarf.
- Die Motivation zur Nutzung webbasierter E-Learning-Angebote entsteht nicht umfassend für die gesamte Zielgruppe aus intrinsischem Antrieb. Das Hochschulumfeld muss einen Motivationsanreiz schaffen, befördern und beständig erhalten bzw. erneuern.
- Das Kommunikationsverhalten für webbasierte Lernumgebungen sollte sich im sinnvollen Maß an den bevorzugten Kommunikationsformen<sup>83</sup> der Zielgruppe orientieren.

Daraus ergibt sich, dass die Schwerpunkte für die Lernsituationsgestaltung der entsprechenden Zielgruppen auf die Punkte 3 - 5 zu legen sind.

### **Anwendungsfall-Analyse für die GETsoft-Komponenten**

Die webbasierte Lernumgebung GETsoft soll das erweiterte Modell der ing.-wiss. Ausbildung (vgl. Abbildung 2.11) unterstützen, welches die Lehr-/Lernumgebung der Präsenzstudierenden abbildet. GETsoft soll für diese Studierende eine Erweiterung und Unterstützung (Blended Learning) der typischen Lehr-/Lernformen anbieten.

Im nächsten Schritt wird nun das erweiterte Modell der ing.-wiss. Ausbildung auf das allgemeine Ebenen- und Komponentenmodell einer Lernumgebung übertragen und komponentenweise mit den zu unterstützenden Lehr-/Lernformen verknüpft. Durch diese Übertragung ergibt sich ein differenziertes Bild typischer Anwendungsfälle für die Zielgruppe der Studierenden (vgl. Abbildung 5.2). GETsoft ist prinzipiell auf das Selbststudium im Sinne eines studentenzentrierten Lernens ausgerichtet.

Jede Komponente der Lernumgebung unterstützt mehrere Lehr-/Lernformen mit unterschiedlich starker Wichtung (durch die Größe der Rechtecke angedeutet) und entsprechende Nutzungsmöglichkeiten. Diese Nutzungsmöglichkeiten (Aktivitäten) als Interaktionen zwischen dem Anwender und der Lernumgebung (System) sollen als Anwendungsfälle komponentenweise kurz beschrieben werden.

---

<sup>83</sup> Instant Messaging, Chat, E-Mail, SMS, Kommunikations- und Wissensplattformen, soziale Netzwerke



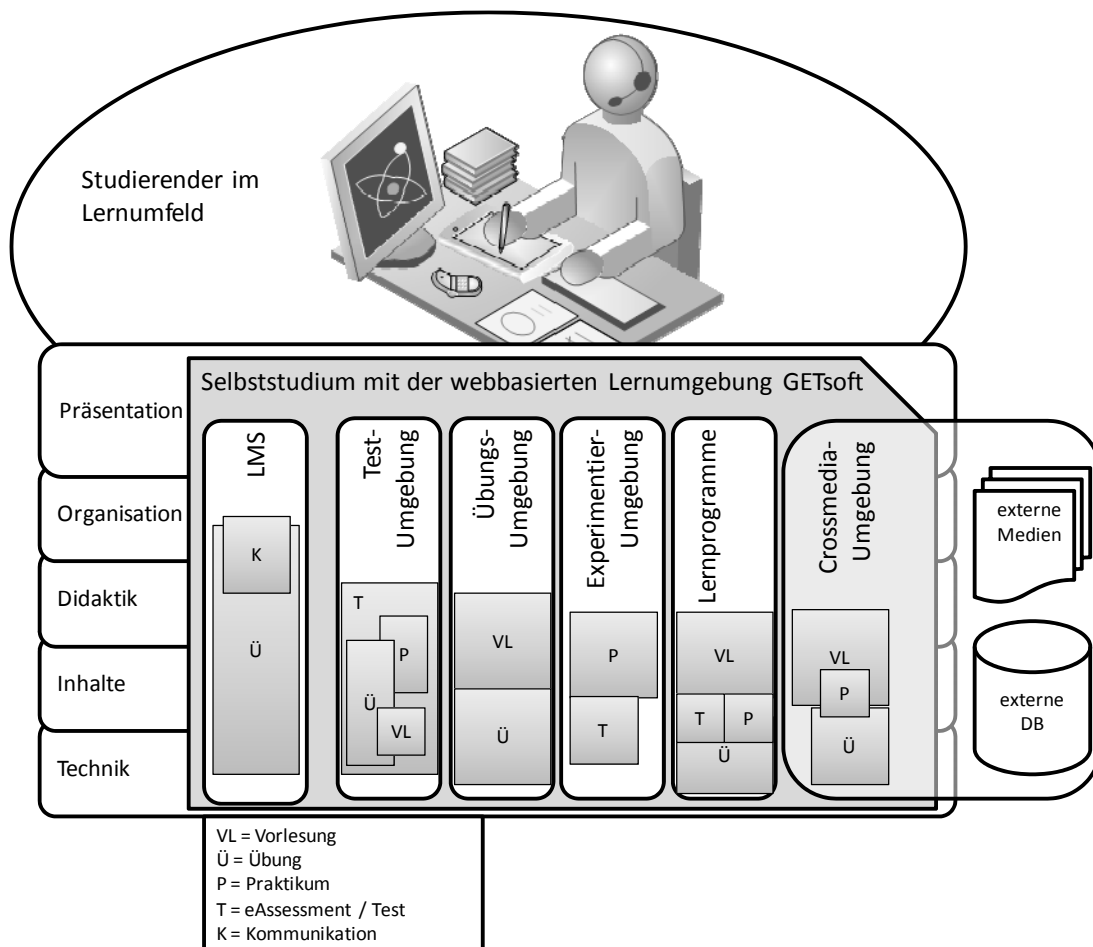


Abbildung 5.2: Lehr-/Lernformen in GETsoft geordnet nach Komponenten

### Anwendungsfälle Komponente LMS

Es ist z.B. deutlich zu erkennen, dass das LMS als übungsbegleitende Komponente hauptsächlich zur Lehrorganisation und Kommunikation konzipiert ist. Der Studierende soll also digitales Lehr-/Lernmaterial zur Übung in strukturierter Form erhalten, bearbeiten und speichern können. Die Erfahrungen zeigen, dass es an einer Campus- und Präsenzuniversität wie der TU Ilmenau mit beständigen Seminargruppen(größen) und wöchentlichen Übungen kaum durchführbar und sinnvoll ist, virtuelle Kooperationsformen über ein LMS durchzusetzen.

„Es findet sich kein entscheidender Grund das virtuelle gemeinsame Lernen einem realen Treffen vorzuziehen. Trotz aller technischen Hilfsmittel der heutigen Lernplattformen ist die Offline-Gruppenarbeit in den Punkten Arbeitsgeschwindigkeit, Unkompliziertheit und unmittelbare Face-to-Face Kommunikation (verbal, nonverbal, Blickkontakt, räumliche Nähe, Zeitverlauf) nicht zu übertreffen. Es wurden Einzelinterviews mit beteiligten Studierenden durchgeführt, die diese theoretischen Überlegungen unterstützen.“ [Neundorf, Yakimchuk et al. 2005, S.4]

In anderen Einsatzszenarien bei verteilt agierenden Teilnehmern, vor allem in der Zielgruppe der Früheinsteiger, haben sich virtuelle Kooperations- und Gruppenarbeitstechniken über die LMS-Komponente als sinnvoll erwiesen [Neundorf 2008].

### **Anwendungsfälle Test-Umgebung**

Die Testumgebung soll die organisatorischen und technischen Voraussetzungen liefern, um eine möglichst große Vielfalt von typischen elektrotechnischen, mathematischen und physikalischen Aufgabenstellungen webbasiert individualisiert zu erstellen, überprüfen und zu speichern. Neben dem reinen Üben müssen die Möglichkeiten der möglichst realen Prüfungssimulation implementiert werden. Weiterhin sollen Ergebniskontrolle, Erfolgsverlauf und statistische Funktionen integriert sein.

### **Anwendungsfälle Übungs-Umgebung**

In der Übungsumgebung müssen Mechanismen vorgesehen werden, um es den Studierenden zu ermöglichen, auf den datenbankbasierten Pool von Lernobjekten gezielt zugreifen zu können. Dazu gehören themenbasierte Suchanfragen z.B. für Übungs- und Klausuraufgaben, aber auch freie Suchmöglichkeiten. Aus der Erfahrung heraus bieten sich ähnlich den „Semesterpaketen“ gedruckter Materialien, von Fachautoren aufbereitete digitale Lernobjektpakete an.

### **Anwendungsfälle Experimentier-Umgebung**

In einer webbasierten virtuellen Experimentierumgebung sollte das Heranführen an technische Geräte über virtuelle Modelle, das Arbeiten mit virtuellen Versuchen und das Abprüfen von Kenntnissen und Fähigkeiten im Vordergrund stehen. Eine Überprüfbarkeit der Bedienung nachgebildeter realer Instrumente soll die Vorbereitung auf reale Versuche erleichtern und Hemmungen im Umgang mit technischen Geräten abbauen helfen.

### **Anwendungsfälle Lernprogramme**

Je nach thematischem Hintergrund und didaktischer Herangehensweise sollte das Erarbeiten von theoretischen Inhalten, das Lösen von Aufgaben, das Experimentieren über Parametervariation, der Umgang mit mathematischen Werkzeugen oder praxisrelevante Schaltungen in den Fokus gerückt werden. Lernprogramme sind geeignet, dem interessierten Studierenden zusätzliche vertiefende Kenntnisse zu vermitteln, welche aufgrund von zeitlichen Beschränkungen in Vorlesung und Übung nicht behandelt werden können.

### **Anwendungsfälle Crossmedia-Umgebung**

Die hier beschriebenen Anwendungsfälle zielen auf die Verknüpfung von klassischen Printmedien wie Skript, Aufgabensammlung und vor allem Lehrbuch mit der webbasierten Lernumgebung ab. Die Nutzung der Printmedien soll durch geeignete Techniken zur Überbrückung des Medienbruchs dazu führen, dass die Studierenden auf weiterführende Angebote aus der webbasierten Lernumgebung aufmerksam gemacht werden. Diese Anregungen aus den Printmedien sollen dazu führen, dass die

Studierenden die Lernumgebung GETsoft aufrufen und die entsprechenden Angebote über eine schnelle und direkte Vermittelungstechnik der Crossmedia-Umgebung präsentiert bekommen.

### **Anwendungsfälle Administration**

Die im Kapitel 4.1 und Abbildung 4.1 unter DBMS erwähnte Administrationskomponente sollte es einem autorisierten Team möglich machen, über eine Webschnittstelle direkt auf das DBMS zugreifen zu können. In diesem Bereich sollten Werkzeuge (z.B. Stapelverarbeitung von Metadaten, parametrisierte Ausgabegeneratoren) und Funktionen (z.B. statistische Auswertungen, Bearbeitung von Auswahloptionen) zur strukturellen Verwaltung der Datenbank und der Daten enthalten sein.

### **Inhalte- und Didaktikkonzept der GETsoft-Komponenten**

Das Inhalte- und Didaktikkonzept für die Lernumgebung GETsoft und ihre Komponenten soll an dieser Stelle nur in einer stark komprimierten aber systematischen Übersicht wiedergegeben werden. Inhaltlich orientieren sich die Komponenten an den Themen der zwei Lehrbücher, die von den Hochschullehrern am Fachgebiet Grundlagen der Elektrotechnik veröffentlicht wurden [Seidel und Wagner 2003; Seidel und Wagner 2006].

Zu jeder GETsoft-Komponente gibt es detaillierte Veröffentlichungen, in welcher inhaltliche und didaktische Konzeptionen ausführlich diskutiert werden, vgl. dazu [Neundorf und Wagner 2004; Yakimchuk und Neundorf 2005; Neundorf, Yakimchuk et al. 2006a; Neundorf, Yakimchuk et al. 2006c; Dippel 2008; Neundorf 2008; Neundorf, Yakimchuk et al. 2008].

**Namensgebung für GETsoft-Komponenten**

<b>Komponente</b>	<b>Inhaltekonzept semantischer Ansatz<sup>84</sup></b>	<b>Didaktikkonzept</b>
<b>moodle</b> (LMS)	Übungsbegleitende Materialien (Folien, Arbeitsblätter, Videos, Animationen etc), ausführliche Quellenempfehlungen, Online-Einführung in elektrotechnische Ingenieurwerkzeuge (Pspice und MathCAD), Online-Schulung zum wiss. Arbeiten; Semantischer Ansatz: hauptsächlich zeitfolgenbezogene Struktur	Kontinuierliche Seminarbegleitung, Ansprech- und Diskussionsmöglichkeiten über IM und Forum, Online-Einführungstests verteilt über die ersten Semesterwochen als Selbsteinschätzungshilfe und Motivationsbasis zum vertieften selbstständigen Arbeiten
<b>TestWeb</b> (Test-Umgebung)	Abdeckung der Themengebiete AET1-3 (vgl. Anhang), Orientierung dazu am Repository der Aufgabensammlung und den Lehrmaterialien Skript und Buch ; Semantischer Ansatz: Aufgabenbezogene Struktur	Abbildung von typischen elektrotechnischen und ing.-wiss. Aufgabenstellungen in eine webbasierte Komponente, automatische und individuelle Erzeugung-, Überprüfung-, und Feedbackfunktionen unterstützen den Selbstlernprozess
<b>TaskWeb</b> (Übungs-Umgebung)	Themengebiete AET1-3 (vgl. Anhang), Orientierung dazu am Repository der Aufgabensammlung und den Lehrmaterialien Skript und Buch ; Semantischer Ansatz: Aufgabenbezogene Struktur + Struktur nach log. Gruppen	offene Komponente zum selbst-gesteuerten Lernen nach eigenen Bedürfnissen, Unterstützung über themenbasierte und freie Suchfunktionen für aufgabenbasierte Materialien durch ein DBMS
<b>LabWeb</b> (Experimentier-Umgebung)	Themengebiete des GET-Praktikums (vgl. Anhang) ; Semantischer Ansatz: Aufgabenbezogene Struktur + Verlaufsbezogene Struktur + Struktur nach logischen Gruppen	Didaktikmix aus Instruktionsdesign und konstruktivistischen Ansätzen, teilweise schrittweise Anleitung und Überprüfung und frei steuerbare Konstruktions- und Messaufgaben
<b>LearnWeb</b> (Lern-programme)	Themengebiete AET1-3 (vgl. Anhang), Orientierung dazu am Repository der Aufgabensammlung und den Lehrmaterialien Skript und Buch ; Semantischer Ansatz: Aufgabenbezogene Struktur + Struktur nach logischen Gruppen + Wichtigkeitsbezogene Struktur	Freie Lernpfadbearbeitung nach studentischen Bedürfnissen, Theorie-, Experimentier-, Verzeichnis-, oder Aufgabenteil unabhängig voneinander bearbeitbar aber aufeinander verweisend
<b>BookWeb</b> (Crossmedia-Umgebung)	Themengebiete AET1-3 (vgl. Anhang), Orientierung dazu am Buch ; Semantischer Ansatz: Übliche (traditionelle) Struktur	Aufbereitete Empfehlungen aus dem Lehrbuch verweisen auf spezielle Angebote in der Lernumgebung
<b>DB AdminWeb</b>	Technische Administration, Organisation und Management der Datenbank, Datenbankinhalte und Metadaten	Keines (DB AdminWeb ist für normale Benutzer nicht sichtbar)

Tabelle 5.1: Inhalte- und Didaktikkonzept für GETsoft nach Komponenten

Im Inhalte- und Didaktikkonzept sind die konkreten Eigennamen der Komponenten und des LMS genannt, welche im weiteren Verlauf als Bezeichnungen verwendet werden.

---

<sup>84</sup> nach DIN EN ISO 14915-3

### **Programm- und Navigationskonzept am Beispiel LearnWeb und TaskWeb**

Das Programm- und Navigationskonzept soll stellvertretend für die Komponenten von GETsoft, bis auf die LMS-Komponente<sup>85</sup>, am Beispiel der Lernprogramme erläutert werden. Als LMS kommt moodle zum Einsatz, welches ein eigenes Programm- und Navigationskonzept mitbringt. Die übungsbegleitenden AET-Kurse in moodle wurden, soweit wie die Konfigurationsoptionen dies erlaubten, an das GETsoft Navigationskonzept angepasst.

Mit 12 eigenen Modulen ist die Lernprogramm-Komponente LearnWeb die umfangreichste von GETsoft und daher als beispielhaft zu betrachten. Die Konzeptionen anderer Komponenten richteten sich daran aus.

Das Programm- und Navigationskonzept richtet sich nach der Empfehlung der [DIN EN ISO 14915-2 2003] (vgl. Kapitel 4.3.1), die vorhandene Inhaltsstruktur auf die Navigation zu übertragen. Die semantischen Ansätze der DIN wurden vom Autor mit den Designempfehlungen für Webseiten von [Krug 2006] für ein übersichtliches und schnell erfassbares Seitenlayout kombiniert. Der Selbstbeschreibungsfähigkeit der Navigation in den Lernprogrammen wurde bei der Entwicklung hohe Priorität eingeräumt. Um zusätzliche Erklärungen zur Benutzung der Navigation zu vermeiden, wurden keine Navigationsmetaphern eingesetzt. Verlinkungen sind grundsätzlich farblich hervorgehoben und werden beim Berühren mit dem Mauszeiger durch Zeigeränderung und Unterstreichung des Links deutlich grafisch angezeigt.

Die folgenden Fragen im Zusammenhang mit der Navigationserstellung nach [Krug 2006, S.85] wurden beachtet:

1. Welche Webpräsenz ist das? („What site is this? (Site ID)“)
2. Auf welcher Unterseite befinde ich mich? („What page am I on? (Page name)“)
3. Welche Hauptsektionen gibt es auf dieser Webpräsenz? („What are the major sections of this site? (Sections)“)
4. Welche Möglichkeiten habe ich auf dieser Ebene? („What are my options at this level? (Local navigation)“)
5. Wo kann ich sehen, wo ich mich genau befinde? („Where am I in the scheme of things? (“You are here” indicators)“)
6. Wie kann ich etwas suchen? („How can I search?“)

Zunächst wurde ein Grobkonzept für die Navigation innerhalb eines Lernprogramms entwickelt und die Antworten der obigen Fragen im Feinkonzept eingearbeitet. Es

---

<sup>85</sup> Zum Einsatz kommt das LMS moodle, welches ein eigenes Programm- und Navigationskonzept mitbringt. Die übungsbegleitenden Kurse in moodle wurden, soweit es die Konfiguration erlaubte, an das GETsoft Navigationskonzept angepasst.

wurde die grundsätzliche vertikale Ausrichtung der Navigation gewählt, im Feinkonzept aber durch die Einbringung des Seitenindikators um einen zusätzlichen horizontalen Balken ergänzt. Diese Art der erweiterten Navigation wird für Webpräsenzen mit vielen Unterseiten und dadurch vielen Links zu diesen Unterseiten empfohlen. Weiterhin ist eine vertikale Navigationsleiste nahezu beliebig durch entsprechende Menüpunkte erweiterbar, ohne wie bei horizontaler Ausrichtung, das Navigationsdesign ab einer bestimmten Menüpunkteanzahl zu zerstören. Darüber hinaus wird ein eventuelles vertikales Scrolling weniger störend empfunden als ein horizontales Scrolling<sup>86</sup>. Ferner sind aktuelle Mauseingabegeräte und Touchpads in der Mehrzahl mit Techniken zum vertikalen Scrollen ausgerüstet. Das Suchen in den Inhalten der Lernprogramme wird auf verschiedene Arten unterstützt. Neben einer Volltextsuche gibt es verlinkte Glossare und detaillierte Verzeichnisse z.B. für Formeln, Beispiele, Arbeitsblätter u.ä. Zusammenstellungen. Die Sitemap stellt hier eine Kombination aus Navigations- und Suchhilfe dar. Dieses als generisches Konzept einzustufende Navigationskonzept wurde und wird für alle webbasierten Komponenten der Lernumgebung GETsoft eingesetzt. Es wird als Teil des Repositories verwandt. Teilweise wurden in der weiteren Entwicklung grafische Anpassungen (z.B. neue Farbschemas) und navigations-technische Verbesserungen (z.B. bei den Menü- und Untermenüdarstellungen) oder Erweiterungen (z.B. Indikator auch am Seitenende) vorgenommen. Ein Beispiel für eine spätere Erweiterung neben grafischen und technischen Verbesserungen ist das Programm- und Navigationskonzept für TaskWeb. Dort wurde eine kontextsensitive Sidebar am rechten Rand hinzugefügt, in der abhängig vom Contentbereich zusätzliche Hinweise, z.B. für die Möglichkeiten der verschiedenen Suchformulare, eingeblendet werden (vgl. Abbildung 5.3 und Abbildung 5.4).

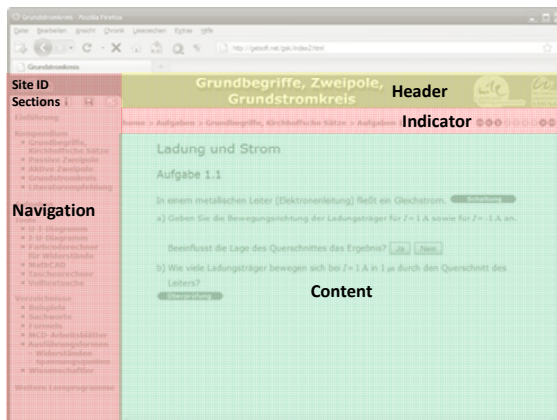


Abbildung 5.3: Programm- und Navigationskonzept für die Lernprogramme

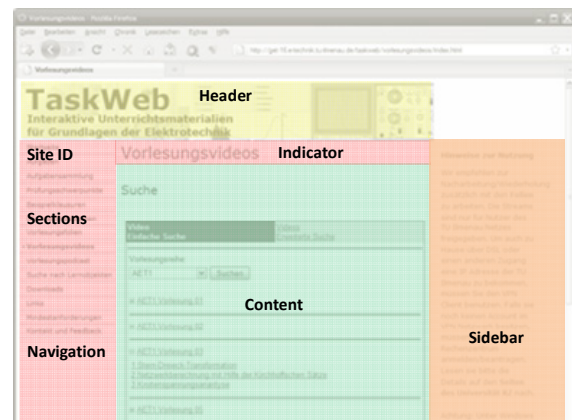


Abbildung 5.4: Erweitertes Programm- und Navigationskonzept für TaskWeb

<sup>86</sup> „**Avoid horizontal scrolling** on Web pages and minimize it elsewhere.“ „On the Web, users expect vertical scrolling. As with all standard design elements, it's better to meet user expectations than to deviate.“ Jakob Nielsen's Alertbox, July 11, 2005, <http://www.useit.com/alertbox/20050711.html>, Verifiziert am: 29.11.2009

## Hilfesystemkonzept an Beispielen aus LearnWeb

Beispiele aus dem Lernprogramm „Grundbegriffe, Zweipole, Grundstromkreis“

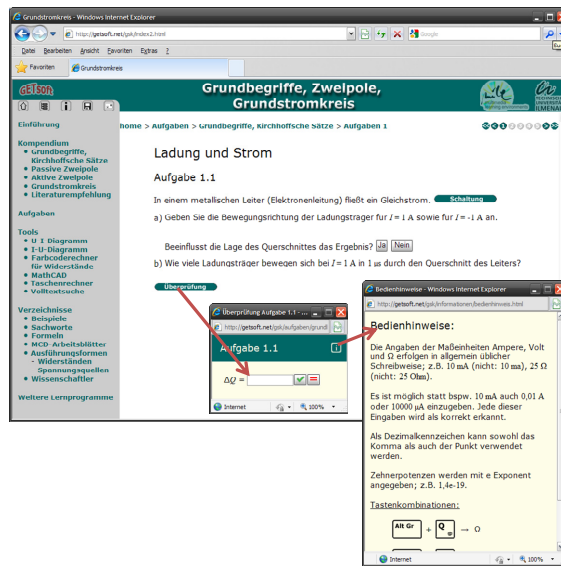


Abbildung 5.5: Kontextsensitive Hilfe zur Wert- und Einheiteneingabe

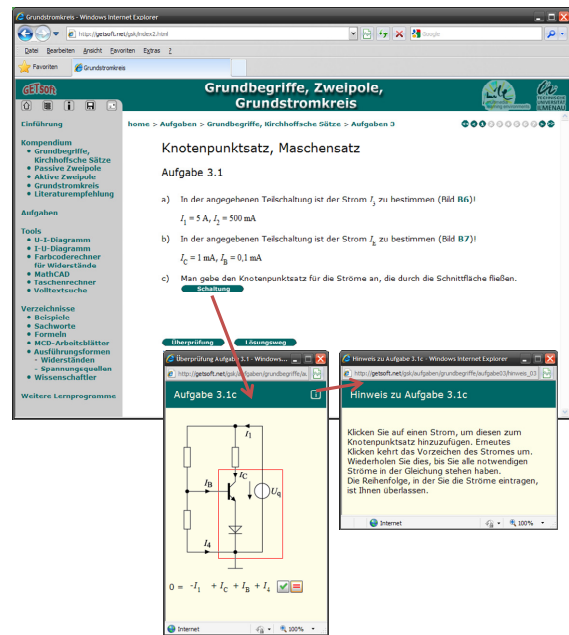


Abbildung 5.6: Kontextsensitive Hilfe zur Syntaxeingabe

Beispiel aus dem Lernprogramm „Brückenkurs GET-Mathematik“

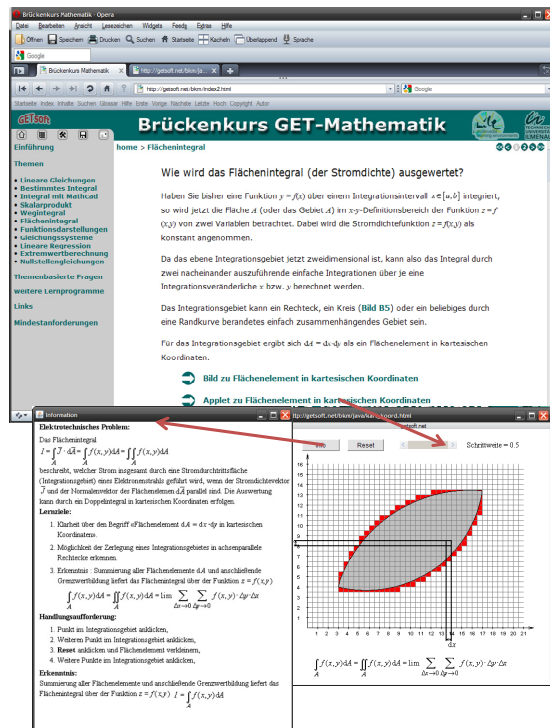


Abbildung 5.7: Kontextsensitive Hilfen zur Wissensverarbeitung

Beispiel aus dem Lernprogramm „Wellenausbreitung auf Leitungen“

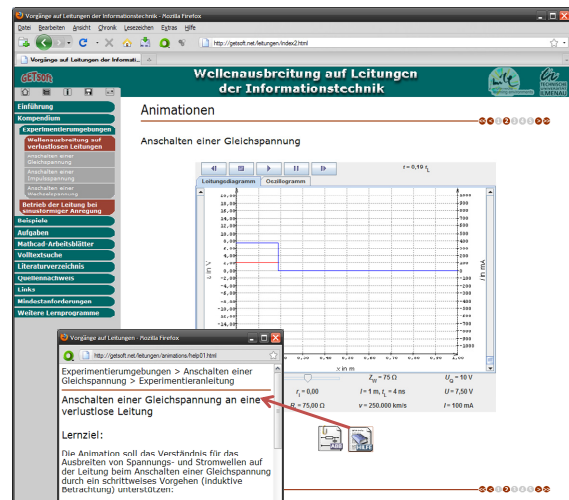


Abbildung 5.8: Kontextsensitive Hilfen zur Wissensverarbeitung

Da wie im Programm- und Navigationskonzept bereits dargestellt, der Selbstbeschreibungsfähigkeit der Navigation hohe Priorität eingeräumt wurde, gibt es wenige bis keine Hilfen, die die Navigation und Programmbedienung an sich erklären. Zu den Bedingungen, die eine Nutzung der Lernprogramme ermöglichen, gibt es Hilfen in Form von Informationen zu den technischen Voraussetzungen.

Die umfangreichsten Hilfen gibt es bei der direkten Interaktion mit den Lernprogrammen, z.B. kontextsensitive Hilfen zur Werte-, Einheiten-, und Syntaxeingabe bei Aufgaben oder zur Wissensverarbeitung in Form von abgestuften Hilfetexten (vgl. Abbildung 5.5 - Abbildung 5.8). Häufig wiederkehrende Hilfen (z.B. allgemeine Anleitungstexte, Bedienhinweise) wurden im Repository abgelegt und konnten somit für weitere Module wiederverwandt werden.

### **Mediengestaltungs- und Benutzbarkeitskonzept an Beispielen aus GETsoft**

#### **Autorenleitfaden (User Style Guide)**

Um eine einheitliche Form der Inhalte sicherzustellen, gibt es einen selbstentwickelten Autorenleitfaden, in dem festgelegt wurde, wie die Fachautoren ihr Lehrmaterial möglichst einfach, schnell und effektiv produzieren können. Es werden eine Entwicklungsumgebung für Autoren definiert sowie den Autoren Werkzeuge und Hilfsmittel zur Verfügung gestellt. Im konkreten Fall GETsoft bedeutet dies, dass die Autoren Drehbücher bzw. Storyboards mit der Textverarbeitung MS Word erstellen. Dabei werden alle mathematischen Ausdrücke wie z.B. Formeln, Variablen und Symbole mit MathType als professioneller Formeleditor eingebunden. Mit MathType erstellte Formeln können durch einen automatisierten Stapelverarbeitungsprozess direkt aus der Textverarbeitung im Grafikformat GIF oder als MathML-Code zur weiteren Verarbeitung gespeichert werden. Das GIF-Format bietet in jedem Browser eine originalgetreue Darstellung der Ausdrücke. Es erlaubt durch die Farbpalettenbegrenzung auf wenige Werte eine effektive Speicherung der zum größten Teil in S/W gehaltenen mathematischen Ausdrücke. Durch die unzureichende MathML-Unterstützung auf dem Browsermarkt ist auch aktuell eine zumindest alternative Darstellung von mathematischen Ausdrücken durch Grafiken unumgänglich.

Der vom Autor entwickelte User Style Guide ist ein erprobtes Beispiel im GETsoft-Entwicklungsprozess wie das Repository eingesetzt wurde. Der Autorenleitfaden wurde iterativ um neue oder geänderte Hinweise modifiziert und anschließend im Repository abgelegt. Das im Kapitel 4.3 beschriebene Verständnis vom Repository als digitale Bibliothek wird hier deutlich herausgestellt.



## **Empfehlungen im Autorenleitfaden**

Folgende Empfehlungen wurden im Autorenleitfaden aufbereitet:

1. Entwicklungsumgebung: Programme und Ansprechpartner für Support
2. Gestaltung: Empfehlungen und Vorgaben zu Formatierungen von Text, Erstellung von Grafiken, Bildern, Diagrammen, Formeln
3. Struktur: Verzeichnisstruktur- und Dateinamenskonventionen
4. Metadaten: Vorgaben an ein Metadaten set nach LOM (vgl. Abbildung 5.18)
5. Vorlagen (Templates): Dokumentvorlage für Word, Formatvorlage für MathType
6. Beispiele: Umsetzungsbeispiel für Metadaten mit Optionenvorgaben für Metadaten (z.B. Haupt-/Unterthemen, Dokumentenarten (Learning Resource Type)), Beispieldateien für Grafiken, Bilder, Diagramme

Um den Produktionsaufwand abschätzen zu können, sind die Autoren angehalten, eine Abschätzung des Umfangs ihrer Textseiten, Formeln, Bilder, Animationen, Aufgaben und Aufgabenbeispiele abzugeben. So kann der Aufwand eines Moduls zumindest grob eingeschätzt und im Gesamtproduktions- und Projektplan positioniert werden. Ein kontinuierlicher „Contentfluss“ wird durch definierte Abgabetermine der Autoren und Kommunikation mit dem Produktionsteam planbar (vgl. Abbildung 2.10). Dies ist wichtig, um in der Produktion der Medien keine Extremsituationen in Form von Leerlauf oder Mehrarbeit zu erhalten. In einem weiteren Layout- und Design-Styleguide sind vor allem designspezifische Faktoren definiert. Das Layout (dazu gehört auch eine intuitive Navigation) des Projektes wird hier festgelegt, um spätere grobe und aufwendige Änderungen im Design zu vermeiden. [Hammer, Neundorf et al. 2002]

## **Kombiniertes Mediengestaltungskonzept am Beispiel Lernprogramm Transformator**

Anhand der Entwicklung sehr komplexer Beispiele von Lernobjekten soll die kombinierte Umsetzung der Mediengestaltungsempfehlungen aus Kapitel 4.3.1 mit Hilfe des Autorenleitfadens dargestellt werden.

Das hier vorgestellte Beispiel visualisiert über eine Animation die im Text erläuterten und mit Formeln dargestellten Zusammenhänge bei der Konstruktion des Zeigerdiagramms der Spannungen und Ströme für das vollständige Ersatzschaltbild des Transformators. Die Mediengestaltungskonzepte für die statische Visualisierung von umfangreichen Formeln und Schaltbildern sowie für die dynamische und interaktive Visualisierung in Animationen und Simulationen mussten hier kombiniert und umgesetzt werden. In dem vom Fachautor in Word erstellten Drehbuch für die inhaltliche Gestaltung und didaktischen Prinzipien zum Transformator wurden die

Texte gemäß des Autorenleitfadens mit Formeln und Symbolen über MathType eingebunden (F).

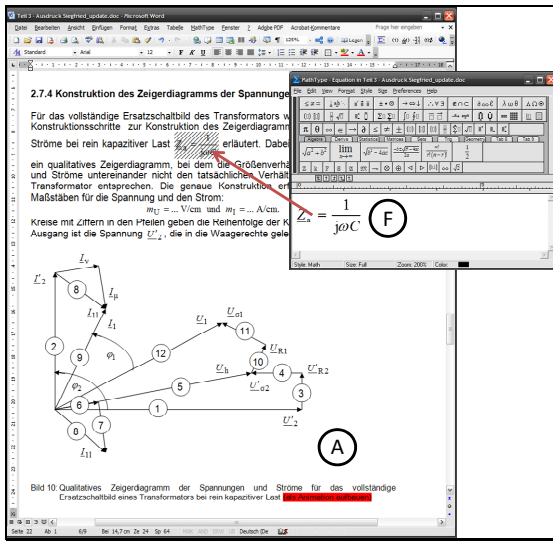


Abbildung 5.9: Drehbuch mit Formeln und Skizze für das Lernprogramm Transformator

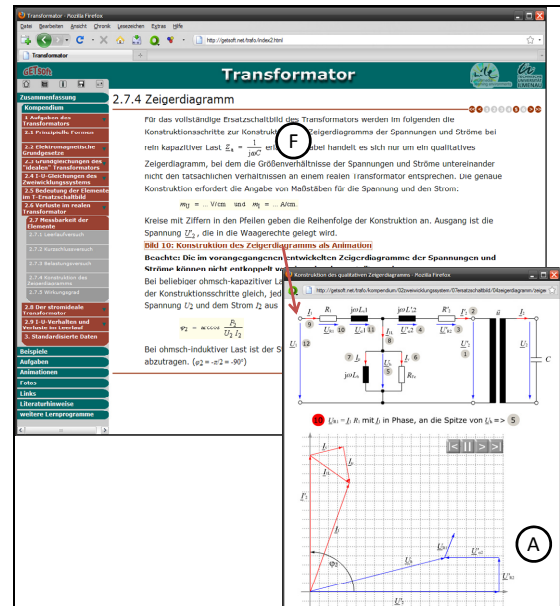


Abbildung 5.10: Umgesetztes Drehbuch im Lernprogramm Transformator

Die zusätzlich gewünschte Animation wurde vom Autor als Grafik im Drehbuch skizziert (A) und anschließend mit einer Nummerierung als Ablauf für die Animation erläutert. Das Schaltbild wurde unter Verwendung einer selbst erstellten digitalen Bauteilebibliothek in Adobe Illustrator als Vektorgrafik umgesetzt.

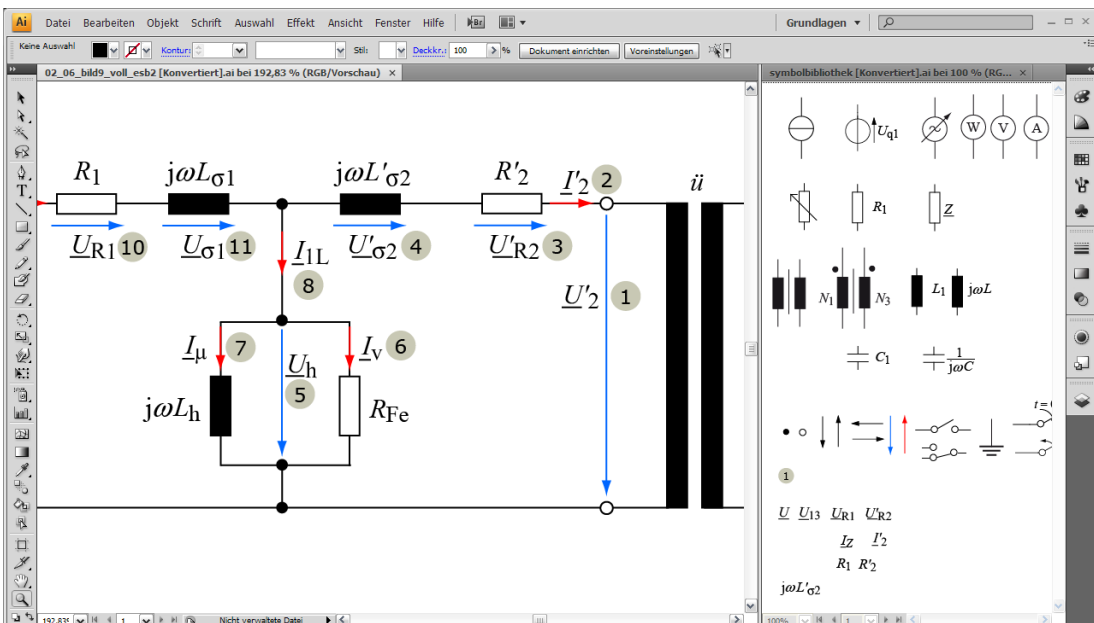


Abbildung 5.11: Schaltbilderstellung und Bauteilebibliothek

Damit konnte eine anschließende verlustlose Weiterverarbeitung im Vektorbildformat SWF in Adobe Flash erfolgen. Ein digitales Mock-up<sup>87</sup> wurde für einen Teil der Animation erstellt und in Kommunikation mit dem Autor für alle Schritte der Animation autorisiert. Die Zusammenhänge der Anzeige der Schaltbildelemente und der entsprechende Zeigerbildaufbau wurden in Flash umgesetzt und in das Lernprogramm Transformator über die Autorenumgebung Dreamweaver eingearbeitet (vgl. Abbildung 5.10).

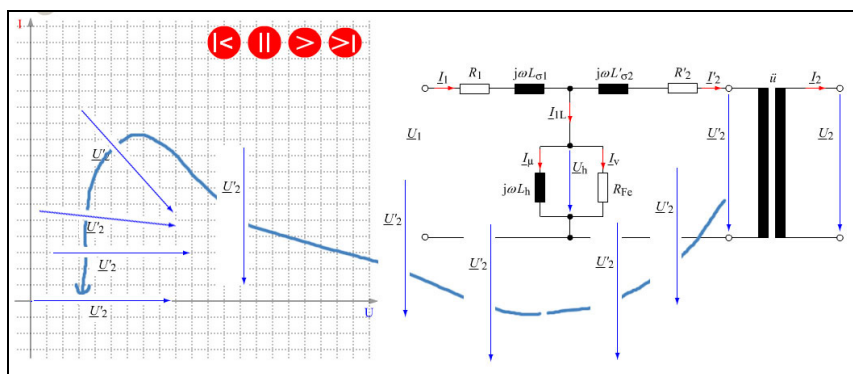


Abbildung 5.12: Digitales Mock-up für die Zeigerbildanimation

### Mediengestaltungskonzept für interaktive 3D-Modelle und virtuelle Objekte

Das Mediengestaltungskonzept für GETsoft gibt auch für Spezialscenarien entsprechende Empfehlungen, die iterativ aus Teilprojekten und -entwicklungen entstanden sind. Es gibt bei der Erstellung virtueller Objekten und Laboren relativ wenige generische Ansätze für die Entwicklung von Lernobjekten in den ing.-wiss. Disziplinen. Sehr viele Entwicklungen sind hochgradig aufwendige Spezialentwicklungen und Insellösungen mit geringem Transferpotenzial. Bei den drei folgenden Beispielen wurde versucht, jeweils einen eigenen Ansatz zu entwickeln, welcher es auch in anderen Disziplinen möglich machen sollte, ähnliche Szenarien zu gestalten.

### Interaktive Visualisierung von 3D-Modellen

Im Desktopbereich gibt es viele Möglichkeiten, 3D-Modelle darzustellen, zu manipulieren und Diagramme parameterabhängig berechnen zu lassen. Man bedient sich hier 2D/3D-CAD und -Modellierung häufig in Kombination mit CAS oder selbstgeschriebenen Programmen. Um gleiche Funktionalitäten auch für webbasierte Angebote bereitstellen zu können, ist bei der hier vorgeschlagenen Vorgehensweise kein höherer Aufwand notwendig. Mit dem entwickelten Arbeitsprozess in Kombination mit spezialisierter Software sowie der Benutzung von gängigen 3D-Formaten und Webstandards gibt es eine Möglichkeit, um schnell, flexibel und mit überschaubarem Aufwand eine solche Umsetzung durchzuführen.

<sup>87</sup> In der Softwareentwicklung ist ein Mock-up ein einfacher grafisch aufbereiteter Prototyp der Benutzerschnittstelle.

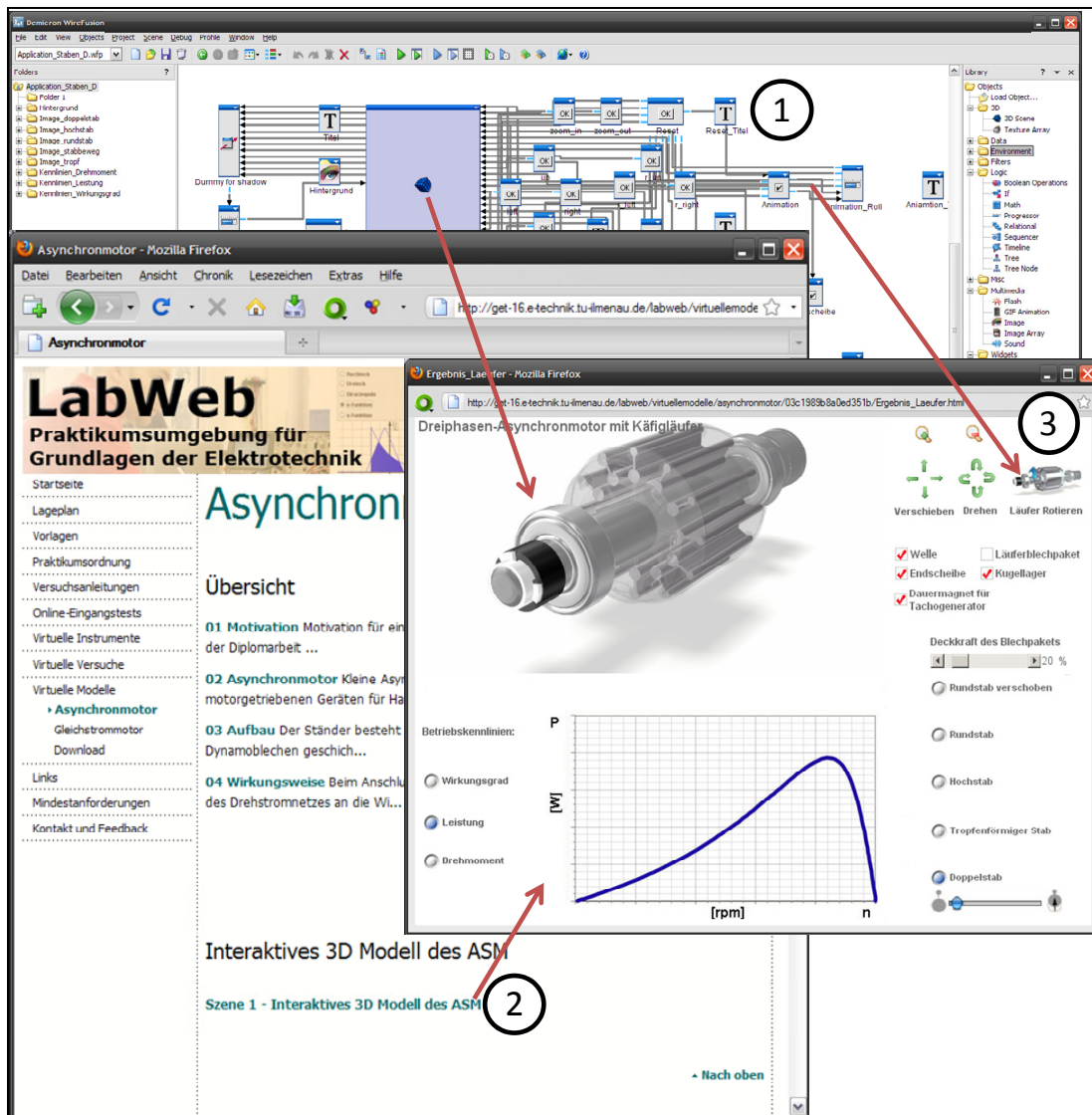


Abbildung 5.13: Verarbeitungsprozess für das 3D-Modell des Asynchronmotors

Zunächst muss ein detailliertes 3D-Modell des darzustellenden Objektes vorliegen (z.B. aus AutoCAD oder Inventor), wobei jedes später über Parametervariation zu manipulierende Teilobjekt sorgfältig modelliert sein muss. Dieses Gesamtmodell muss in eine VRML-Datei konvertiert werden. Eine reine VRML-Datei wäre durchaus im Browser über ein entsprechendes Zusatz-Plugin darstellbar und auch eingeschränkt steuerbar. Aber Parametervariationen, die definierte Effekte auf Teilobjekte oder Gruppen von Objekten haben, sind in dieser Form nicht umsetzbar. Um solche Effekte zu erreichen, muss z.B. über die Software WireFusion das VRML-Modell in eine Java-Umgebung eingebettet werden. WireFusion erkennt einzelne Teilobjekte im VRML-Modell und kann diese sowohl über gängige Standardroutinen (geometrische Operationen, Transparenz, Teilobjekt sichtbar/unsichtbar etc.) als auch eine Java-API ansprechen sowie die Geometriedarstellung adaptiv in 3D und Echtzeit verändern. Die Programmierung erfolgt über grafische Blöcke ① oder bei Implementation eigenen Programmcodes über Codeblöcke mit Schnittstellen zu den anderen Programmblöcken.

Parameteränderungen können auf diese Weise in einem jederzeit beweglichen 3D-Modell dargestellt und mit den dazugehörigen Kennlinien verknüpft werden. Diese Methode liefert ein voll manipulierbares 3D-Modell eingebettet in eine webbasierte Lernumgebung ②. Das Ergebnis kann als Java-Applet ③ oder Standalone-Java-Anwendung exportiert werden. Bei dem heutigen Verbreitungsgrad des Java-Plugins von ca. 80% in Webbrowsern ist ein Java-Applet als webbasiertes Lernobjekt die beste Wahl.

Diese Art von 3D-Modellen wird in GETsoft für die Komponente der Experimentierumgebung LabWeb eingesetzt.

In Abbildung 5.13 ist der Asynchronmotor als interaktives 3D-Modell und Lernobjekt dargestellt, siehe dazu [Cui 2008].

## **Virtuelle Instrumente und Geräte**

### **Erweiterte Virtualität**

Innerhalb der als virtuelle Realität bezeichneten Modellierung gibt es verschiedene Abstufungen. Ein Beispiel für die erweiterte Virtualität zeigt ein Modul aus der Komponente der Experimentierumgebung LabWeb. Hier wurde ein reales Abbild in Form eines Digitalfotos des „Analog Multimeter METRAHIT 1A“ mit Flash um virtuelle Komponenten und Funktionen erweitert, um so ein webbasiertes Lernobjekt zu schaffen (vgl. Abbildung 5.14). Neben Einblendungen von Texten in die Fotografie ist der Messbereichsschalter bedienbar, und der Zeiger reagiert entsprechend auf dessen Einstellungen. Ein Messgerät oder anderes technisches Gerät äußerlich komplett digital nachzubilden ist sehr aufwendig, eine Kombination mit dem realen Bild spart an dieser Stelle den Zeichenaufwand. Wenn man die Routinen zur Zeigerdarstellung, Messbereichsermittlung etc. entsprechend generisch programmiert, kann man diese Funktionen bei einer Änderung des Instrumententyps leicht anpassen und wiederverwenden. Diese Art der erweiterten Virtualität ist gut geeignet, wenn der Lernende noch keinen Erstkontakt mit diesen Geräten hatte und garantiert durch die realitätsgetreue digitale Abbildung einen hohen Wiedererkennungswert.

### **Virtuelle Realität**

Die virtuelle Realität als computergenerierte, interaktive Umgebung soll an dem Beispiel eines am Fachgebiet entwickelten virtuellen Oszilloskops dargestellt werden (vgl. Abbildung 5.15). Durch die hohe Anzahl möglicher Schalter-, Drehknopf-, und Bedienelemente-Einstellungen ist ein Originalbild mit überlagerten virtuellen Elementen nicht sinnvoll. Es müsste für jede mögliche Regelstellung ein eigenes hochauflösendes Bild hinterlegt werden. Ein empfehlenswerter Ansatz bei komplexen Geräten ist die vollständige digitale Gestaltung des Geräteäußeren mit einem vektorbasierten Zeichenprogramm und der objektbasierten Einzelerstellung aller als notwendig erachteten Bedienelemente. Virtuelles Modell muss nicht bedeuten, dass zwingend jedes Element des Originals detail- und funktionsgetreu nachgebildet werden muss. Wie in der Modellbildung allgemein üblich, gilt auch hier, nur das abzubilden,

was dem Erkenntnisprozess der zu beobachtenden Realität förderlich ist. Ist man sich der zu vermittelnden Erkenntnisse klar, kann man diese in den Mediengestaltungsprozess einfließen lassen, notwendige Details und Funktionen konzipieren und schließlich umsetzen.



Abbildung 5.14: Erweiterte Virtualität am Beispiel Analog Multimeter



Abbildung 5.15: Virtuelle Realität am Beispiel Oszilloskop

Am Beispiel des virtuellen Oszilloskops verdeutlicht heißt das, dass nur die Funktionen implementiert wurden, die später durch Testmodule interaktiv abgefragt werden sollten. So kann man die Amplituden der beiden Kanäle ändern, Zeiteinstellungen wechseln und viele weitere Grundfunktionen verändern. Details wie Focus oder Intensität wurden aber z.B. nicht umgesetzt, weil der Aufwand hier in keinem Verhältnis zum Nutzen stand und diese Funktionen auch nicht abgefragt werden sollten. Das komplette Zeichnen eines Gerätes als virtuelles Modell ist zunächst sehr aufwendig. Hilfreich sind hier reale Bilder als „Abpauschvorlage“ in einem entsprechenden vektorbasierten Programm. Sind das Modell und die separaten Bedienelemente gezeichnet, kann es z.B. mit Flash oder Director sukzessive um die benötigten interaktiven Funktionen erweitert werden. Dazu sollten vorher die unbedingt notwendigen (must have) und erweiterten (nice to have) Funktionalitäten erfasst und nach Rang geordnet werden. Durch diese Methode kann man schrittweise den anvisierten Virtualisierungsgrad des Modells erreichen und später erweitern [Neundorf, Yakimchuk et al. 2008].

### 5.3.2 Technische Konzeption

#### Architektur-Analyse für GETsoft nach SAAM

In der Architektur-Analyse wird aufbauend auf der Konzeption der Anwendungsfall-Analyse in Kapitel 4.3.2 und deren Umsetzung für GETsoft in Kapitel 5.1.1 eine systematische Klassifikation direkter Anwendungsfälle (können unmittelbar umgesetzt werden) und indirekter Anwendungsfälle (erfordern Systemänderungen / Neuentwicklungen) nach SAAM durchgeführt. Nach einer Wichtung und der Ermittlung von Kohäsions- und Kopplungsgrad wird die Softwarearchitektur für GETsoft beschrieben.

Folgende Schwerpunkte wurden bei der Umsetzung von GETsoft durch Projektleitung, Fachautoren und Entwickler gesetzt:

- Direkte Anwendungsfälle für LearnWeb umsetzen
- Indirekte Anwendungsfälle für TaskWeb umsetzen
- Indirekte Anwendungsfälle für BookWeb umsetzen
- Indirekte Anwendungsfälle für LabWeb umsetzen
- Indirekte Anwendungsfälle für TestWeb und moodle umsetzen

Bis auf die Komponenten moodle und BookWeb ist die Kopplung der GETsoft-Komponenten gering. Da die Komponenten moodle und BookWeb innerhalb von GETsoft als themenspezifische Materialaggregatoren bzw. direkte Inhalts-Vermittler zu anderen Komponenten auftreten, ist hier die Kopplung höher. Die Kohäsion ist in allen Komponenten als sehr stark einzustufen. Einen Sonderplatz nehmen die Administrationsfälle ein, welche natürlich direkt sehr viele andere Anwendungsfälle berühren. Unmittelbare administrative DBMS- und Daten-Eingriffe sind daher immer mit äußerster Sorgfalt und einer Folgenbetrachtung sowie einer Risikoabschätzung auf mögliche direkte oder indirekt betroffene Anwendungsfälle der anderen Komponenten durchzuführen.

### Software-Architektur für GETsoft

Mit einer Abweichung und einer Ergänzung ist die Software-Architektur für GETsoft (vgl. Abbildung 5.16 und Abbildung 4.1 im Kapitel 4.1) sehr nahe am Modell.

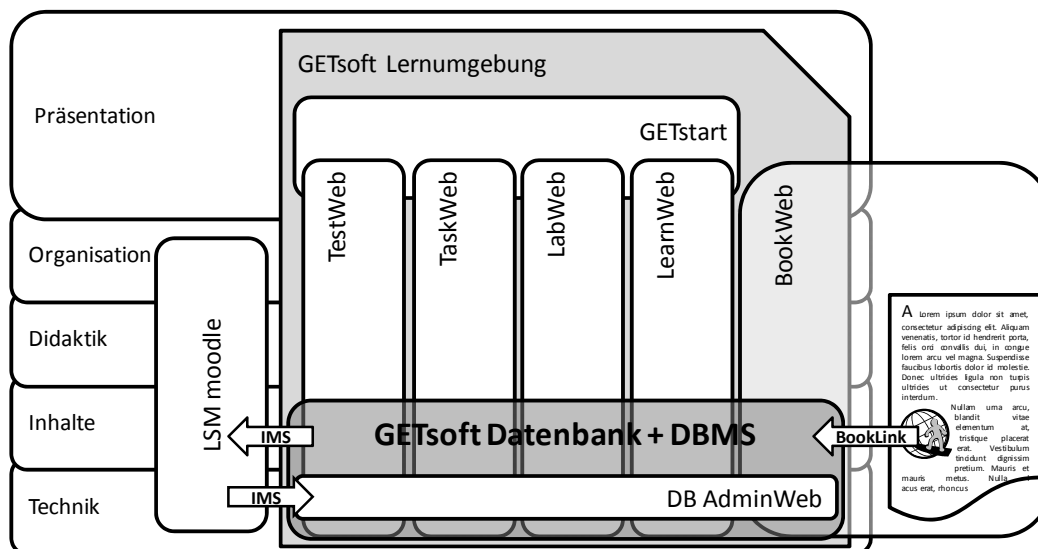


Abbildung 5.16: Software-Architektur für GETsoft

Die Abweichung betrifft die Integration der LMS Komponente in die Lernumgebung. Dies konnte bei GETsoft nicht vollständig umgesetzt werden. Ein Grund besteht darin, dass das LMS moodle im Rechenzentrum der Hochschule gehostet wird und es so keinen technisch-organisatorischen sowie administrativen Zugang gibt, der eine

softwaretechnische Integration in GETsoft ermöglicht. Als erstes LMS kam 2004/05 metacoon [Neundorf, Yakimchuk et al. 2005] zum Einsatz, welches aber 2006/07 durch moodle als hochschulweites Angebot für eine fachgebietsübergreifende Lernplattform ersetzt wurde. Im Allgemeinen wird eine Hochschule nur ein LMS für alle Interessenten zur Verfügung stellen, da ein eigenes projektbezogenes Hosting eines LMS sehr aufwendig und teuer ist. Das LMS moodle wird dementsprechend als externe Komponente mit einer API zur Lernumgebung GETsoft genutzt. Über diese API können mit moodle IMS Content Packages importiert oder exportiert werden. Da sowohl die GETsoft-Datenbank als auch die IMS Content Package Spezifikation auf dem Metadatenstandard LOM aufbauen, gestaltet sich der Austausch unkompliziert.

Je nach Ressourcenverfügbarkeit wurden GETsoft-Komponenten parallel entwickelt. In Abbildung 5.17 ist ein Ausschnitt aus einem Projektplan von 2002/2003 aus der ersten Phase der GETsoft-Entwicklung dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass sich entsprechend der Schwerpunktsetzung im vorherigen Abschnitt zunächst

- LearnWeb mit fünf Lernprogrammen (grün),
- TaskWeb (blau),
- BookWeb (rot) und die GETsoft-Projekthomepage (orange)

in Planung bzw. bereits in Umsetzung befanden. Später folgten weitere Module für LearnWeb, Inhalte für LabWeb, TestWeb und Anwendungsfälle für moodle.

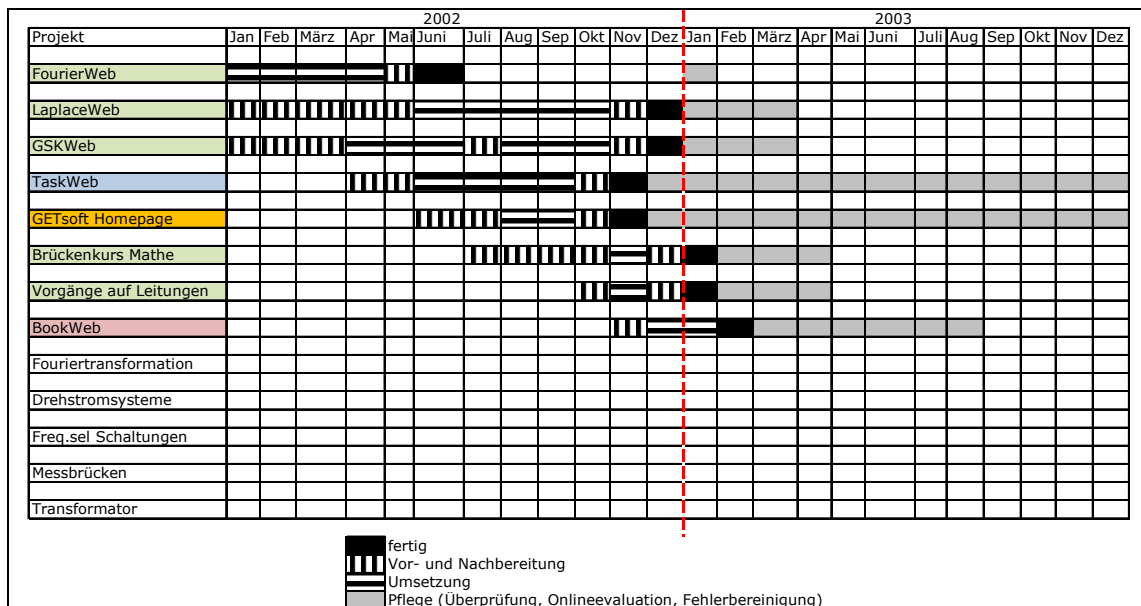


Abbildung 5.17: Projektplan GETsoft 2002/2003



## Datenbankmanagementsystem-Analyse

### Inhaltsstrukturanalyse von Quellenmaterial und zu erstellenden Lernobjekten

Die DBMS-Analyse erfolgt nach der im Kapitel 4.3.2 entwickelten Vorgehensweise (vgl. Abbildung 4.8). Zusätzlich wurde untersucht, mit welchen möglichen XML-Standards die vorhandenen und zu entwickelnden Inhalte beschrieben werden können. Eine Übersicht über die am häufigsten benutzten Inhaltstypen und deren standardisierten Beschreibungen findet sich in nachfolgender Tabelle.

Vorliegendes Quellenmaterial bzw. zu erstellender Inhalt	Möglicher XML-Standard	In GETsoft eingesetzter Standard / Format
Texte / Tabellen in Word-, Excel-, PDF-, HTML-Dateien	XHTML	HTML, CSS
Weitere Dokumente wie Folien, Skripte etc in PDF-Dateien	XHTML + SVG, event. mit eingebetteten Binärformaten	HTML, CSS + GIF, JPG, SWF
Bilder, Grafiken, Diagramme im Vektorformat	SVG	SWF
Bilder, Grafiken, Diagramme im Bitmapformat	keine Entsprechung (Binärformat möglich)	GIF, JPG
Schaltbilder	SVG (grafische Beschreibung)	PSpice (semantische Beschreibung), SWF (grafische Beschreibung)
Formeln	MathML (semantische Beschreibung)	GIF (grafische Beschreibung)
Videos	MPEG-4/7	WMV, MPEG, RM, FLV
Arbeitsblätter aus CAS	keine Entsprechung (Binärformat möglich)	MathCAD, mathematica Notebook
3D-Modelle	X3D, VRML	VRML (in Java-Applets eingebettet)
Interaktive Lernobjekte	SVG + SMIL	Flash + ActionScript
	SVG + SMIL	Director + Lingo
	XSP	Java-Applets

Tabelle 5.2: Inhaltsstrukturanalyse

### XML-Standards und ihre Einsatzfähigkeit für GETsoft-Lernobjekte

Laut Tabelle 5.2 scheint es zunächst als könnten alle Inhalte problemlos mit vorhandenen XML-Standards beschrieben werden, besonders SVG + SMIL und MathML sehen erfolgversprechend aus. Praktische Tests des Autors und Entwicklungsteams haben gezeigt, dass es z.B. bei den besonders wichtigen Gruppen der interaktiven Lernobjekte keine alltagstaugliche Lösung ist, auf SVG zu setzen. Weder gibt es professionelle Autorenumgebungen noch konkrete und erfolgreiche Anwendungen in E-Learning sowie in anderen Bereichen. SVG wird im Internet Explorer nur durch ein Plugin unterstützt. In anderen Browser-Engines gibt es einen Unterstützungsgrad der aktuellen SVG-Spezifikation 1.1 von ca. 60% bei Mozilla über Safari und Google

Chrome mit ca. 80% bis zu 95% bei Opera<sup>88</sup>. Der Verbreitungsgrad der Browser dagegen liegt mit Opera, Google Chrome und Safari zusammen bei gerade 9,5%, bei Internet Explorer sowie Mozilla jeweils bei ca. 45%.<sup>89</sup> Hält man hier die ca. 99% Verbreitungsgrad des Flash-Plugins [Adobe Systems Incorporated 2009a] dagegen, welches 100% aller möglichen Flash + ActionScript-Funktionalitäten unterstützt, wird die zögerliche Umsetzung des SVG-Standards bei den Herstellern von Browser-Engines klar. Ein ähnliches Problem gibt es mit MathML. Native MathML-Unterstützung bieten momentan lediglich die auf Mozilla basierende Browserfamilie und einige Spezialbrowser<sup>90</sup>. Der möglichen Nutzung der XML-Standards MathML und SVG stehen somit die tatsächlichen Gegebenheiten und technischen Voraussetzungen konträr gegenüber.

Die interaktiven Möglichkeiten, die Java bietet, könnten durch XSP auch XML-kompatibel eingesetzt werden. Der Vorteil, des so in XHTML eingebetteten Java-Codes, ist die direkte Lesbarkeit des Quellcodes. Der wesentlich größere Nachteil aber ist, dass der eingebettete Java-Code während des Ladens der Seite kompiliert werden muss. Da das Laden des clientseitigen Java-Plugins ebenfalls einige Zeit in Anspruch nimmt, würde beim Benutzer insgesamt eine große „Ladelücke“ im Anwendungsablauf entstehen. Die Inhaltskonzeption und das Mediengestaltungskonzept von GETsoft sehen daher einen pragmatischen Ansatz vor. Die Erstellung aller Vektorgrafiken erfolgt mit dem Grafikwerkzeug Adobe Illustrator und die Einbettung in den Webseiten als exportierte Flash-Grafiken. Da alle Bilder als Quelldateien vorliegen kann zu einem geeigneten Zeitpunkt ein Stapelexport aller Grafiken als SVG-Dateien erfolgen. Durch einen geeigneten Konverter könnten alle SWF-Dateien mit ihren SVG-Entsprechungen in den Webseiten ersetzt, gleichzeitig als Lernobjekte mit Metadaten versehen sowie in eine DBMS eingetragen werden. Ein ähnliches Vorgehen ist für die verwendeten mathematischen Ausdrücke vom GIF-Format zu MathML-Syntax denkbar.

Mit der Entscheidung für dieses praktisch anwendbare Vorgehen sind damit zunächst heterogene Formate für die Lerninhalte zu verarbeiten. Wie in Kapitel 4.3.2 erläutert und in Abbildung 4.9 dargestellt eignet sich dafür am besten ein relationales Datenmodell und ein dafür geeignetes relationales Datenbankmanagementsystem (RDBMS).

---

<sup>88</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/SVG>, Verifiziert am: 07.12.2009

<sup>89</sup> <http://www.w3b.org/tag/browserwatch>, Verifiziert am: 07.12.2009

<sup>90</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_web\\_browsers](http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_web_browsers), Verifiziert am: 04.11.2009

## Umsetzung der Metadaten-Implementation

„One of the first steps in planning a meta-data implementation is to identify all the meta-data elements the implementation will need to support.“ [IMS Global Learning Consortium 2004, 4.1 Planning]

Das LOM-Metadaten-set ist mit 45 einzelnen Metadaten sehr umfangreich (vgl. Kapitel 2, Abbildung 2.4). Man muss bei der Verwendung von Metadaten auch berücksichtigen, dass nicht alle Angaben automatisiert eingetragen werden können. Es muss also in fast allen Fällen ein Autor Angaben eintragen bzw. nachkorrigieren. Einige Metadaten und ihre Parameter sind zudem nicht objektiv ermittelbar. So sind z.B. bei Schwierigkeits-einstufungen („difficulty“) und benötigter typischer Lernzeit („typical learning time“) immer Diskussionen im Fachautorenteam zu erwarten. Sind die Angaben aus Lerner-sicht oder Lehrendersicht zu vergeben? Was bedeutet es, wenn ein Interaktionstyp („interactivity type“) mit „exposed“ gekennzeichnet wird? Dies und mehr sollte bei der Konzeption berücksichtigt werden um ausufernde Erfassungsvorgänge und anschließende Diskussionen zu vermeiden oder zu reduzieren.

Eine Begrenzung auf die im konkreten Anwendungsbereich vorwiegend auftretenden Metadaten bestätigt eine größere Studie zur Anwendung des LOM-Standards, die „LOM Survey“ [Friesen 2004]. Es wurde ermittelt, dass sich 80% der verwendeten Metadaten auf die Bereiche „general“, „technical“, „educational“ und „classification“ beschränken.

Wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist, wurden auch für GETsoft die meisten Metadaten aus dem Bereich „general“, „educational“ und „technical“ übernommen und durch eigene spezielle GETsoft-Metadaten ergänzt.

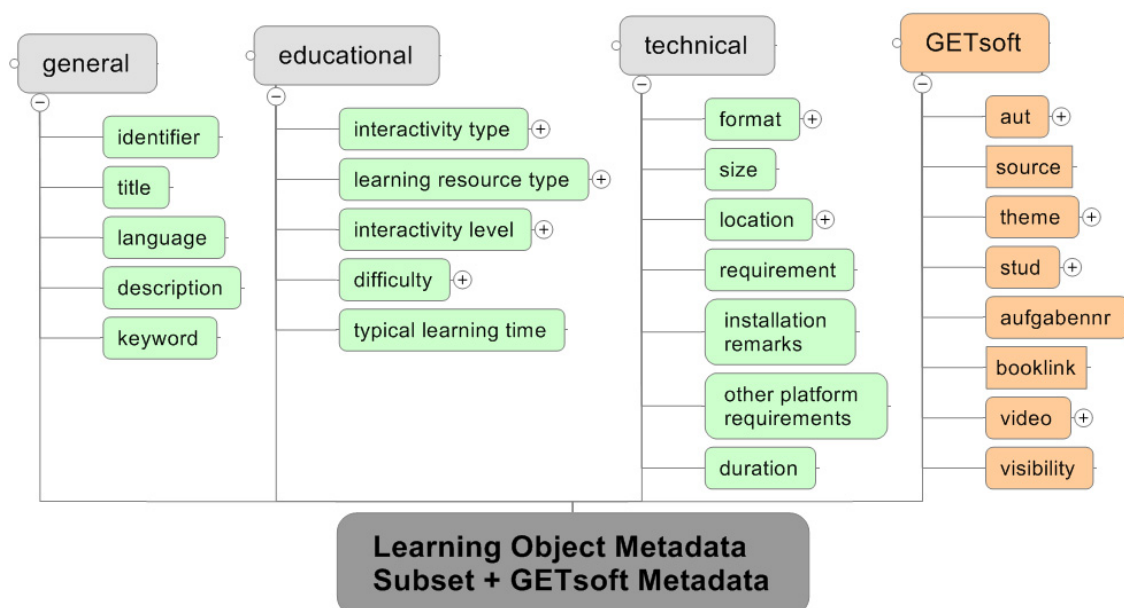


Abbildung 5.18: LOM-Subset und ergänzende GETsoft-Metadaten

Für eine Verwendung in GETsoft wurde vorher an einer repräsentativen Anzahl und Auswahl typischer Lernobjekte geprüft, welche Angaben zwingend notwendig, welche wünschenswert sind und auf welche eventuell verzichtet werden kann. Dabei hat sich herausgestellt, dass neben einigen verzichtbaren Angaben (z.B. „lifecyle“, „meta-metadata“ oder „rights“) für das GETsoft-Umfeld einige spezielle Metadaten für elektrotechnische Lernobjekte fehlten. Es wurden daher die nötigen spezifischen Metadaten hinzugefügt. Die Metadaten sind in Tabelle 5.3 gelistet und kurz beschrieben.

<b>GETsoft-Metadaten</b>	<b>Kurzbeschreibung</b>
aut	Enthält spezielle Autorenangaben
source	Nennt die Herkunft eines Lernobjektes
theme	Ordnet ein Lernobjekt einem elektrotechnisches Haupt- und Unterthema zu
stud	Ordnet das Lernobjekt nach Studiengang und Semester ein
aufgabennr	Enthält die Aufgabennummer einer Aufgabe aus der Übungsumgebung
booklink	Spezifiziert über einen Zahlencode aus BookWeb einen Link innerhalb von GETsoft
video	Enthält zusätzliche Informationen für die Aufbereitung von szenenbasierten Informationen für Streamingvideos
visibility	legt die Sichtbarkeit eines Lernobjekts für den normalen Anwender fest

*Tabelle 5.3: GETsoft-Metadaten*

## Relationales Datenmodell aus Designansicht für die GETsoft-Datenbank

Abgeleitet aus der funktionellen und technischen Konzeption sowie der Festlegung auf ein relationales DBMS wird in Abbildung 5.19 die Designansicht des relationalen Datenmodells präsentiert. Nach dieser Transformation auf das Designschema sind die systemspezifischen Datentypen und ihre referenzierenden Eigenschaften definiert.

Im folgenden Schritt der Analyse der Webanwendungen kann dann das konkrete Produkt für das RDBMS ausgewählt werden.

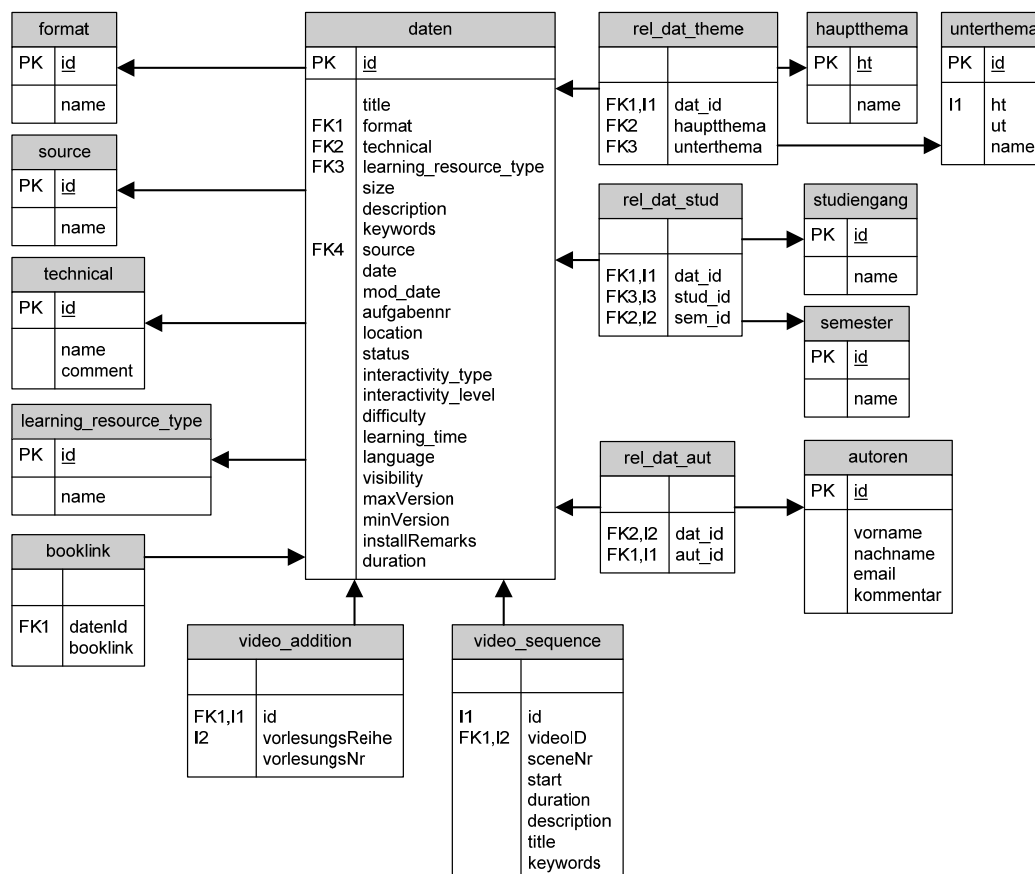


Abbildung 5.19 Relationales Datenmodell aus Designansicht für GETsoft

## Analyse der Zielplattform und Webanwendungen für den GETsoft-Server

Wie in Kapitel 2 und in Abbildung 2.1 bereits beschrieben, wird für eine webbasierte Lernumgebung eine entsprechende Client-Server-Architektur benötigt. Auf der serverseitigen Vermittlungsebene werden demnach ein Webserver, Datei- und A/V-Streamingserver, ein Skriptinterpreter sowie ein DBMS benötigt. Als Server-Zielplattform wurde die Linux-Distribution Fedora<sup>91</sup> ausgewählt. Die Fedora-Entwickler streben an, ein an Funktionen umfangreiches System anzubieten und dabei keine proprietäre oder patentbehaltete Software in die Distribution aufzunehmen. Der Aktualisierungs-

<sup>91</sup> <http://fedoraproject.org/de/>, Verifiziert am: 06.12.2009

zyklus ist mit Updatezyklen von ca. sechs Monaten relativ kurz. Durch die hohe Verbreitung von mehreren Millionen Installationen im Hochschulbereich und bei professionellen Hostinganbietern<sup>92</sup> gibt es eine aktive und umfangreiche Community. Die Zusammenstellung der benötigten Webanwendungen spricht für ein LAMP-Produktions- und Entwicklungssystem. LAMP steht für **L**inux, **A**pache, **M**ySQL und **P**HP (häufig auch Python oder Perl) als Webanwendungen. Zusätzlich gibt es mit phpMyAdmin ein erprobtes webbasiertes Werkzeug mit einer grafischen Benutzeroberfläche zur Verwaltung des RDBMS MySQL. Weitere Dienste und Bibliotheken sind FTP-Support (Dateiserver), Komprimieren/Dekomprimieren von Daten (zlib), dynamische Erzeugung und Manipulation von Grafiken (GD Library), Zertifikatsverwaltung und kryptographische Funktionen (openssl) und eine DOM-/XML-API (libxml2). Die eigentliche 19“-Server-Hardware wurde in einen klimatisierten „Network and Service Point“ der TU Ilmenau eingebunden und unterliegt damit den sicherheitstechnischen Anforderungen des Rechenzentrums sowie einer Hochgeschwindigkeitsanbindung ins Deutsche Forschungsnetz (DFN). Administrative Dienstleistungen wie automatische Backups, zentral gesteuerte Firewall oder unterbrechungsfreie Stromversorgung sichern das System ab.

### **Empfehlungen für den Client**

Da GETsoft als webbasierte Lernumgebung konzipiert und entwickelt wurde, gibt es keine clientseitige Empfehlung für eine bestimmte Systemplattform. Es wird entsprechend den im Kapitel 4.3.2 genannten Argumenten für einen Minimierungsaufwand auf der Anwenderseite lediglich ein aktueller Webbrowser mit JavaScript, Flash- und Java-Plugin empfohlen. GETsoft ist somit als plattformunabhängig einzuordnen.

### **Verwendung von Entwicklungs-, Medienproduktions- und Medienbearbeitungswerkzeugen für GETsoft**

Die Verwendung der Entwicklungswerkzeuge für das Programmierframework und die Autorenumgebungen folgen den Empfehlungen aus Kapitel 4.3.2. Das Programmierframework Eclipse (OpenSource) wird zur Entwicklung von interaktiven Anwendungen mit JAVA und für AJAX eingesetzt. Ebenfalls wird Eclipse, benutzt um die serverseitige Skripte in PHP zu entwickeln und um umfangreiche Programmierungen mit ActionScript zu managen. Für kleinere Entwicklungen oder Anpassungen von ActionScript wurde das Autorenwerkzeug Flash genutzt. Für die Entwicklung interaktiver Lernobjekte wie Animationen, Simulationen und virtuelle Instrumente wurden neben Flash auch Director eingesetzt. Für die Webseitenverwaltung, Text- und Seitengestaltung sowie Programmierung in (X)HTML und für kleinere Skript-Anpassungen in PHP wurde die Autorenumgebung Dreamweaver eingesetzt. Für die Produktion und die Bearbeitung von Medienobjekten (Assets) wurden ebenfalls professionelle Werkzeuge und Autorenumgebungen

---

<sup>92</sup> <http://www.pro-linux.de/news/2008/13500.html>, Verifiziert am: 06.12.2009

eingesetzt. Neben den allgemein bekannten und Programmpaketen von Microsoft, Adobe und Corel<sup>93</sup> wurden einige spezielle Ingenieurwerkzeuge genutzt. Vor allem CAS wie MathCAD und Mathematica sowie die EDA-Software PSPICE. Neben den kommerziellen Programmen wurden einige interessanter freie Werkzeuge genutzt. Die Tabelle 5.4 gibt einen Überblick, welche Werkzeuge zur Erstellung welcher Medientypen eingesetzt wurden.

Medientyp	Werkzeug	(Web)-Formate
Text (WYSIWYG DTP)	MS Office (Word), Adobe Acrobat, OpenOffice <sup>94</sup>	DOC, DOCX, PDF
Hypertext (WYSIWYG HTML-Editor)	Adobe Dreamweaver	<b>HTML, XHTML, PHP, JS</b>
Tabellen, Diagramme	CAS (MathCAD, Mathematica)	MCD, NB
	MS Office (Excel)	XLS, XLSX, PDF
Bilder (Bitmap, Vektor)	CAS (MathCAD, Mathematica)	<b>BMP, GIF, JPG</b>
	Adobe Photoshop, Illustrator, Corel Draw	<b>AI, SWF, SVG, PSP</b>
Bilder (Mindmaps)	MindManager	MMAP, BMP, <b>GIF, JPG</b> , WMF
Formeln	MathType	<b>GIF, MathML</b>
Audio	Audacity <sup>95</sup>	<b>WAV, MP3</b>
Videoschnittsoftware	AVID, Adobe Premiere	AVI, MPEG
Videobearbeitung/-konvertierung	VirtualDub <sup>96</sup> , Super <sup>97</sup> ,	Alle Videoformate, <b>FLV</b>
	Windows Media Encoder	<b>WMV</b>
	RealProducer	<b>RM</b>
Animationen	Adobe Flash, Adobe Director, CAS (MathCAD)	<b>SWF, SVG, DCR, AVI</b>
3D-CAD, 3D-Animation	Inventor, Maya	<b>IPT, MB, VRML, X3D</b>
	Wirefusion (VRML + JAVA)	<b>JAR</b>

Tabelle 5.4: Medienproduktionswerkzeuge für GETsoft

Hervorzuheben sind hier für die Audioproduktion Audacity (OpenSource), für die einfache Videobearbeitung VirtualDub (OpenSource), für Videokonvertierung Super (Freeware) sowie OpenOffice.org Portable (OpenSource) als direkt von USB-Stick startbare Office-Suite.

<sup>93</sup> MS Office, Adobe Creative Suite, Corel Draw

<sup>94</sup> <http://de.openoffice.org/downloads/oooportable.html>, Verifiziert am: 12.12.2009

<sup>95</sup> <http://audacity.sourceforge.net>, Verifiziert am: 12.12.2009

<sup>96</sup> <http://virtualdub.sourceforge.net>, Verifiziert am: 12.12.2009

<sup>97</sup> <http://www.erightsoft.com/SUPER.html>, Verifiziert am: 12.12.2009

## 5.4 Softwareentwicklung für GETsoft

Aufbauend auf der Definition von Prototyp und Prototyping aus Kapitel 4.4 werden repräsentative Beispiele der Softwareentwicklung von GETsoft diskutiert. Einige Umsetzungen haben bereits bei der Beschreibung des Hilfesystemkonzeptes und des Mediengestaltungskonzeptes als Nachweise gedient.

### 5.4.1 Prototyp und Prototyping in der GETsoft-Entwicklung

Im speziellen Bereich der webbasierten Entwicklung spricht man beim Prototyping von Webseiten von den „pixographen“ Prototypen. Damit ist ein Prototyp gemeint, der einige der aufbereiteten Inhalte, den Navigations- und Styleguide der Webseiten umfasst und das grafische Layout enthält [Hammer 2009, S.241].

#### Beispiel für einen horizontalen Prototypen (Funktionalitäts-Prototyp)

Ein anschauliches Beispiel für einen horizontalen pixographen Prototypen, welcher modulübergreifend Funktionen bereitstellt, ist die Navigationskomponente von GETsoft (vgl. Abbildung 4.11). Gleichzeitig soll hier auch der Begriff der evolutionären Entwicklung in Kombination mit dem Prototyping verdeutlicht werden.

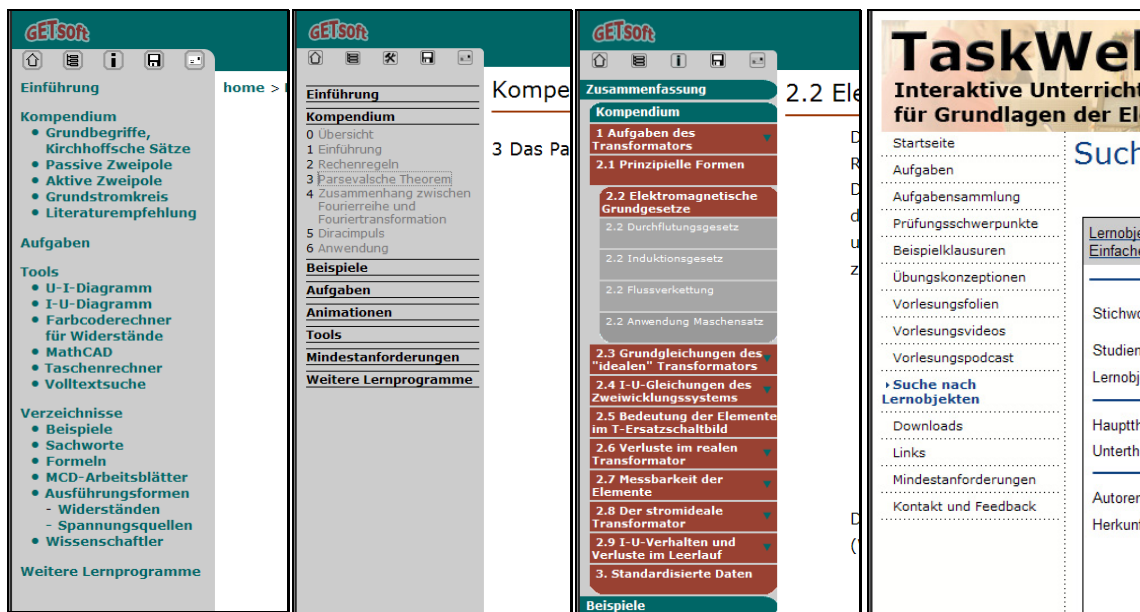


Abbildung 5.20:  
Einfache  
HTML-  
Navigation

Abbildung 5.21:  
Einfache  
JavaScript-  
Navigation

Abbildung 5.22:  
Komplexe  
JavaScript-  
Navigation

Abbildung 5.23:  
CSS-basierte  
Navigation

Zu Beginn der Entwicklung von GETsoft wurden reine HTML-Links ohne verzweigende Struktur eingesetzt (Abbildung 5.4). Die Stylesheet-Templates waren dem damaligen grünlastigen Corporate Identity (CI) der TU Ilmenau angepasst. Die Unterteilung der Webseiten in Banner, Navigation und Inhaltsbereich wurde durch Frames in einem Frameset umgesetzt.



Die gestiegenen Anforderungen an die Navigationskomplexität machten bald darauf eine einfache JavaScript gesteuerte Menüstruktur für zunächst maximal zwei Ebenen notwendig (Abbildung 5.21). Die Stylesheet-Templates und die Frame-Struktur wurden wiederverwendet.

Eine nächste Etappe in dieser Entwicklung stellt die Navigation mit komplexer Menüstruktur dar. Das aktuelle Menü erscheint hierbei ausgeklappt (Abbildung 5.22). Das verwendete JavaScript erlaubt eine gesteuerte Menüstruktur für eine beliebige Ebenenanzahl. Die Stylesheet-Templates und die Frame-Struktur wurden auch hier wiederverwendet. Dieses Entwicklungs-Verfahren entspricht einem iterativen Verbesserungsprozess in Kombination mit Prototyping gemäß dem in Kapitel 4.2 entwickelten Modell.

Die bisher letzte Anpassung entspricht einer größeren Anpassung, also dem Modell nach einer evolutionären Entwicklung, da sich die neuen Anforderungen auf die konzeptionelle Phase auswirken. Es wird eine Rückkopplung in die Systemanalysephase hergestellt. Dort werden die bereits beschriebenen Prozesse „Programm- und Navigationskonzept“ erneut durchlaufen und in den weiteren Entwicklungsprozess überführt.

Die Ausgangssituation hatte sich verändert, Probleme mit Suchmaschinen, das komplizierte Direct-Linking von untergeordneten Webseiten und daraus folgendem Deep-Linking<sup>98</sup> ohne Anzeige der vollständigen Frame-Struktur machten eine von Frames unabhängige Lösung notwendig. Eine Möglichkeit wäre der massive Einsatz von JavaScript zur Erkennung der eigenen Frame-Struktur<sup>99</sup> einer Seite und der darauf folgende Aufruf der fehlenden Frames mit den entsprechenden Seiten gewesen. Ein anderer und technisch sauberer Ansatz ist die Verwendung von CSS<sup>100</sup> zur Navigationsgestaltung. Nachdem immer mehr Webbrowserhersteller eine verbesserte CSS-Unterstützung<sup>101</sup> implementierten, konnte diese Technik intensiv eingesetzt werden. Für weitere Entwicklungen wurde daher eine Navigationsstruktur ohne Frames unter Verwendung der CSS-Designmöglichkeiten entwickelt (Abbildung 5.23), aber das prinzipielle Navigationskonzept weiter verwandt. Ein weiteres Problem wurde gewissermaßen nebenbei gelöst. Durch die Weiterentwicklung von Monitoren mit hohen Auflösungen wurde aus der zunächst praktischen dynamischen Seiten- und Textanpassung mit der Zeit ein ergonomischer Nachteil. Die dynamische Textanpassung erzeugte sehr lange Textzeilen mit großer Zeichenlänge auf Monitoren mit hohen Auflösungen und verlangte dadurch vom Benutzer eine gesteigerte Lesekonzentration oder eine Größenanpassung des Browserfensters. Mit der

---

<sup>98</sup> <http://de.selfhtml.org/html/frames/layouts.htm>, Verifiziert am: 13.12.2009

<sup>99</sup> <http://aktuell.de.selfhtml.org/artikel/javascript/dyn-frames/>, Verifiziert am: 13.12.2009

<sup>100</sup> <http://www.w3.org/TR/CSS2/>, CSS2 (Cascading Style Sheets) befinden sich mit Level 2 Revision 1 im Spezifikationsprozess, CSS3 befindet sich in Entwicklung, Verifiziert am: 14.12.2009

<sup>101</sup> <http://www.webdevout.net/browser-support-css>, Verifiziert am: 14.12.2009

Verwendung des neuen CSS-Templates wurden daher feste Breiten für Textbereiche nach ergonomischen Aspekten festgelegt [Fries und Witt 2002, S.130 ff.]. Gleichzeitig wurden die inzwischen neuen Farben (blau und orange) aus dem Corporate Design-Handbuch [TU Ilmenau 2008] der TU Ilmenau eingearbeitet.

Dieses Navigationsdesign und -layout wird seither für alle Neuentwicklungen eingesetzt (z.B. GETstart). Ältere Module werden sukzessive überarbeitet (z.B. TaskWeb, LabWeb).

### Beispiele für vertikalen Prototypen (Modul-Prototypen)

Ein Beispiel für einen vertikalen Prototypen ist die modulbasierte Entwicklung der Komponente LearnWeb. In LearnWeb sind die GETsoft-Lernprogramme als einzelne Module enthalten. Als Vorlage für jedes Lernprogramm diente ein Modul-Prototyp, sozusagen eine „Lernprogramm-Schablone“. Darin enthalten sind, neben der vollständigen Navigationslösung, Vorlagen für alle Basisseiten eines typischen Lernprogramms, das Stylesheet-Template, das Iconset, Grafikvorlagen für Schaltflächen und alle für die Lernprogramme entwickelten JavaScript-Funktionen innerhalb einer JavaScript-Bibliothek.

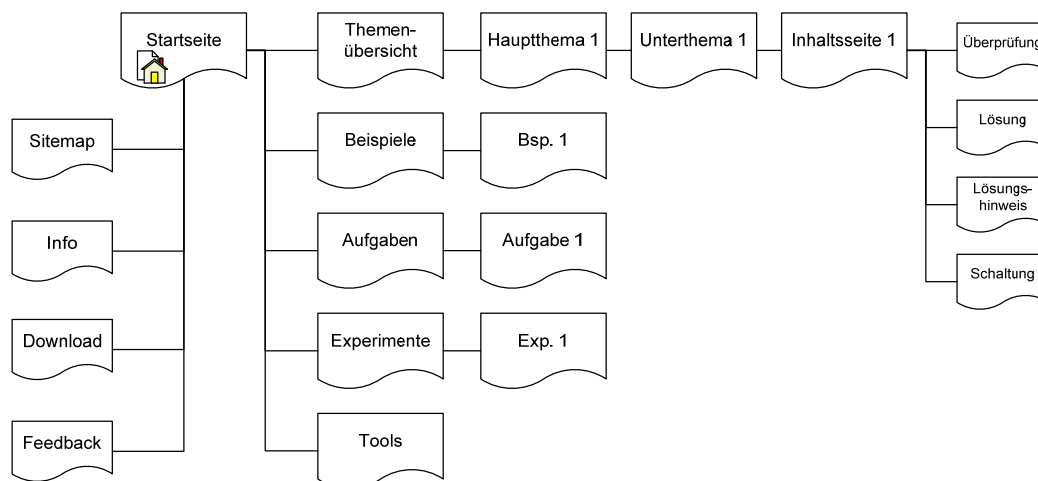


Abbildung 5.24: Modul-Prototyp für LearnWeb in der Seitenübersicht

Für jede Seite in Abbildung 5.24 gibt es eine Beispielseite im Modul-Prototypen für eine mögliche Umsetzung, welche schnell an die speziellen Bedürfnisse mit dem Autorensystem Dreamweaver angepasst werden kann. Durch die Verwendung der Modul-Prototypen war es möglich, eine parallele Entwicklung von mehreren Lernprogrammen durchzuführen und gleichzeitig die Anforderungen der Konzeption sowie des CI einzuhalten. Verbesserungen und neue Funktionen flossen in den allgemeinen Modul-Prototypen und damit in das Repository zurück. Die hier sichtbare stark lineare Struktur des Modul-Prototyps weicht in der Umsetzung des konkreten Lernprogramms einer vernetzten Struktur. So sind u.a. sehr häufig Aufgaben mit den inhaltlich passenden Themen oder konkreten Rechenbeispielen verknüpft.

### Beispiel für einen unvollständigen Prototypen

Ein unvollständiger Prototyp ist nach [Pomberger und Pree 2004, S.28] eine Software, „die es gestattet, die Brauchbarkeit und Machbarkeit einzelner Aspekte (zum Beispiel Benutzungsschnittstelle, Systemarchitektur, Systemkomponenten) des geplanten Systems zu untersuchen.“ Ein solcher Prototyp soll anhand der Umsetzung zum virtuellen Analogmessgerät (vgl. Abbildung 5.14) vorgestellt werden. Mit diesem Lernobjekt sollten die grundsätzlichen Einstell- und Ablesevorgänge an einem analogen Multimeter abgeprüft werden. Später sollte die Integration in Module der LabWeb oder TestWeb-Komponente erfolgen. Der Prototyp wurde in ca. 15 Iterationsstufen in Flash so weit fertig gestellt, dass alle Überprüfungsrountinen funktionierten und Schnittstellen zur Kommunikation mit anderen Komponenten vorhanden waren. Als einzelnes abgeschlossenes Lernobjekt ist der Prototyp nicht voll einsatzfähig, also unvollständig, da im Statusfenster Debug-Meldungen und Werte (vgl. Abbildung 5.25, gelbes Infofenster) angezeigt werden. Die Routinen, Funktionen und virtuellen Elemente können dabei auf ein beliebiges analoges Messgerät dieser Geräteklasse übertragen werden. Unter Ausnutzung dieser Möglichkeiten wird der Prototyp in TestWeb als einzelne Testaufgabe erfolgreich eingesetzt.



Abbildung 5.25: Unvollständiger Prototyp - Interaktives Analog Multimeter

### Beispiele für wiederverwendbare Prototypen

Einen wiederverwendbaren Prototypen charakterisiert, dass wesentliche Teile bei der Implementierung in ein Zielsystem oder bei der Entwicklung eines anderen Systems übernommen werden können [Pomberger und Pree 2004]. Dieser Prototyp wurde bei der GETsoft-Entwicklung für alle Komponenten mit verschiedenen Technologien sehr häufig eingesetzt. Exemplarisch sollen ausgewählte Beispiele für die Entwicklungen in Flash, Director und Java beschrieben werden.

**Flash**

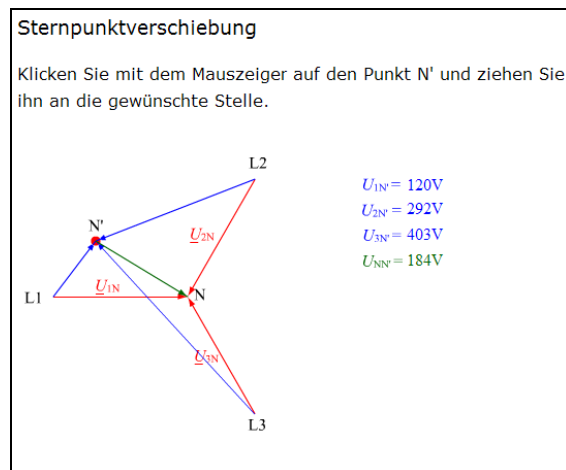


Abbildung 5.26: Zeigerbild-Animation im Lernprogramm Drehstromsystem

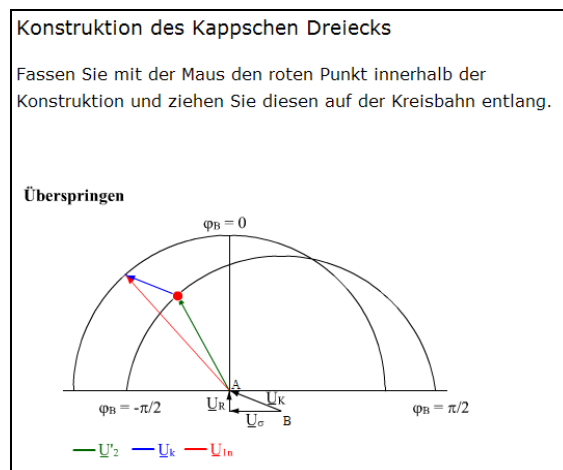


Abbildung 5.27: Zeigerbild-Animation im Lernprogramm Transformator

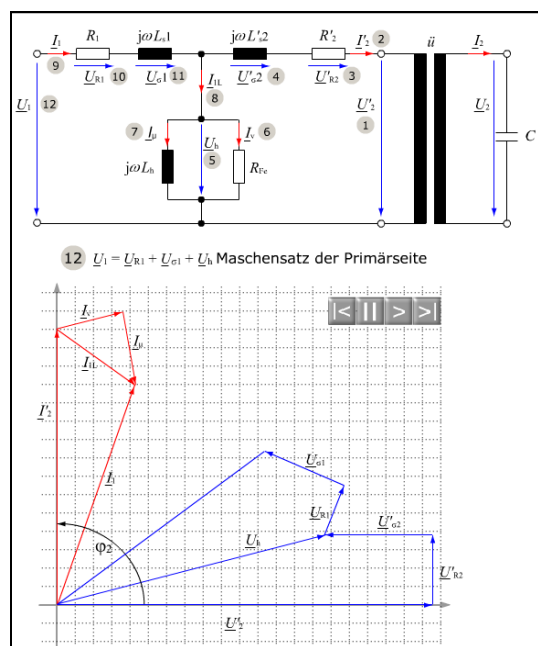


Abbildung 5.28: Konstruktion Zeigerdiagramm des vollständigen Ersatzschaltbildes des Trafos

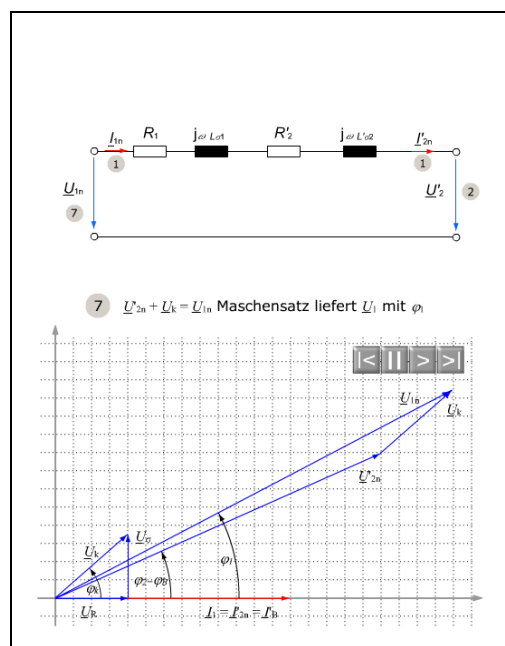


Abbildung 5.29: Konstruktion Zeigerdiagramm der Spannungen und Ströme des stromidealen Trafos

Mit dieser Flash-Entwicklung sollte es nach Vorgabe des Fachautors möglich sein, durch Ziehen eines Punktes mit der Maus mathematisch verknüpfte Zeiger als veränderte Zeigerbildkonstruktion zu bewegen. Der zunächst für das Lernprogramm Drehstromsystem entwickelte Prototyp (vgl. Abbildung 5.26) konnte mit wenigen Modifikationen für ein ähnliches Konstruktionsproblem im Lernprogramm Transformator (vgl. Abbildung 5.27) wiederverwendet werden. Die Größe der interaktiven Animationen betragen nach der Kompilierung in das Vektorformat SWF gerade 2.616 Byte für die Drehstromsystem-Animation und 5.616 Byte für die Transformator-

Animation, welche ein zusätzliches selbstlaufendes Intro enthält. Noch deutlicher wird die Wiederverwendung anhand eines Konstruktions-Prototypen von qualitativen Zeigerdiagrammen, ebenfalls aus Lernprogramm Transformator (vgl. Abbildung 5.28 und Abbildung 5.29). Das Grundgerüst mit Platz für Schaltbild (oben) und Erläuterung der Animationsschritte (mittig) sowie das Hauptfeld mit Koordinatensystem (unten) bleibt gleich. Die konkrete Schaltung, die Erläuterungstexte und das Zeigerbild werden entsprechend eingepasst.

## Director

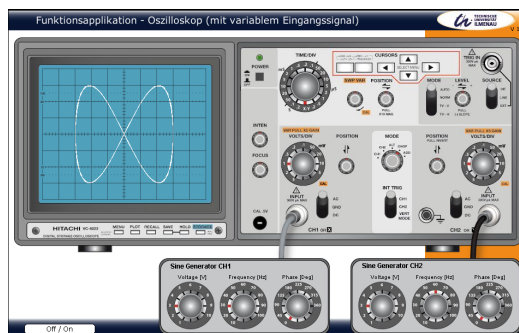


Abbildung 5.30: Vollständiges virtuelles Oszilloskop für Lissajous-Figuren

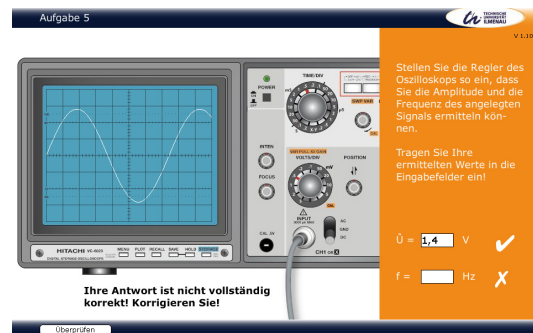


Abbildung 5.31: Teil des interaktiven Oszilloskops innerhalb einer Mess-Aufgabe

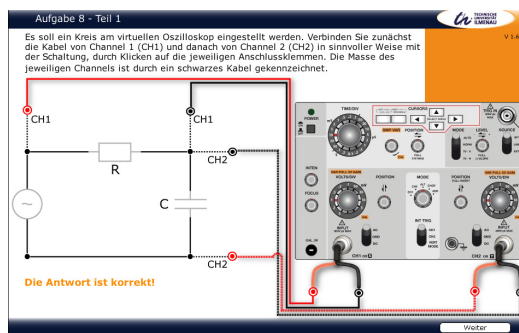


Abbildung 5.32: Teil des interaktiven Oszilloskops innerhalb einer Verschaltungs-Aufgabe



Abbildung 5.33: Teil des interaktiven Oszilloskops innerhalb einer Einstell-Aufgabe

Eine etwas andere Perspektive für wiederverwendbare Prototypen ergibt sich bei der Betrachtung des virtuellen Oszilloskops<sup>102</sup>. Dort wurde angeregt, ein möglichst funktionsreiches virtuelles Modell des Oszilloskops als Prototyp zu entwickeln (vgl. Abbildung 5.30). Einerseits sollten so im Rahmen des Medienprojektes die Möglichkeiten und Grenzen des virtuellen Modells sowie der Autorenumgebung Director ausgetestet werden. Andererseits sollten von diesen umfangreichen Prototypen ausgehend, einzelne (Funktions-)Teile in konkrete didaktisch herunter gebrochene, überprüfbare Aufgaben integriert werden (vgl. Abbildung 5.31 - Abbildung 5.33).

<sup>102</sup> Das virtuelle Oszilloskop wurde im Rahmen eines Medienprojektes von zwei Medientechnikstudenten (Sven Mayer und Marco Niehaus) innerhalb des Fachgebietes Grundlagen der Elektrotechnik entwickelt und vom Autor betreut.

## Java-Applets

Einen weiteren Aspekt eröffnet die Betrachtung der Prototypen bei der Entwicklung mit Java. Java als grundsätzlich objektorientierte Sprache impliziert das Wiederverwenden von Funktionen und Klassen. Beispielsweise wurde angeregt objektorientierte Klassen für die Berechnung und Zeichnung von Signalfunktionen, Koeffizienten und Spektren zu einem wiederverwendbaren „Allround-Prototyp“ zusammenzufassen. Damit musste lediglich die darzustellende und zu berechnende mathematische Beschreibung geändert werden, um ein neues Ergebnis in Form eines Java-Applets zu erzeugen<sup>103</sup>. Die hier besprochenen Java-Prototypen haben ebenfalls eine evolutionäre Entwicklung durchlaufen. Nachdem in einer ersten Version (vgl. Abbildung 5.34) Einschränkungen in der Flexibilität bei der Verwendung weiterer mathematischer Beschreibungen auftraten, wurden mit der Weiterentwicklung (Abbildung 5.35) sowohl die mathematischen Beschreibungsklassen als auch die Labelbeschreibungen ausgelagert.

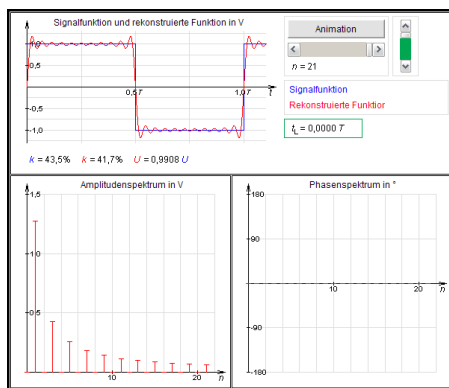


Abbildung 5.34: Java-Applet Fourier-Synthese für Rechteckfunktion (1. Generation)

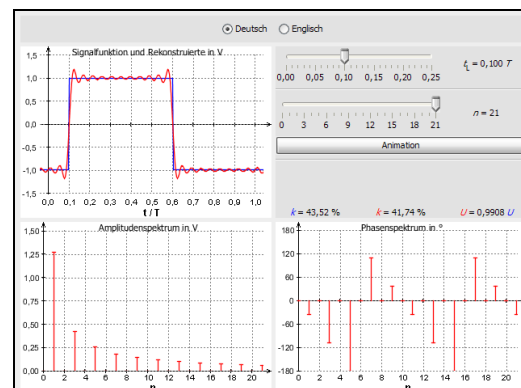


Abbildung 5.35: Java-Applet Fourier-Synthese für Rechteckfunktion (2. Generation)

Dies ermöglichte neben der schnellen Neukompilierung von weiteren Java-Applets mit anderen Signalfunktionen die parallele Lokalisation aller Fourier-Applets in Englisch. Der Ablauf im Prozess- und Vorgehensmodell ähnelt der bereits im Beispiel für den horizontalen Prototypen gezeigten Methode, allerdings mit mehr Auswirkungen auf die funktionelle Konzeption. Die Änderungen beziehen sich durch das Hinzufügen einer zweiten Sprache auf die Zielgruppen und damit auf eine Erweiterung der Anwendungsfälle sowie die Modifikation der Programmkonzeption durch konsequente und vollständige Klassenauslagerungen.

Solche umfangreichen funktionellen Änderungen bewirken im Feedback auf die Konzeptions- und Analysephase Änderungen in einigen Prozessabläufen. So ändert sich die Zielgruppe, die Anwendungsfälle werden vielfältiger und das Programm- und Navigationskonzept müssen angepasst werden.

<sup>103</sup> Die Umsetzung in Java erfolgte von Daniel Rohe als studentische Hilfskraft am Fachgebiet Grundlagen der Elektrotechnik und wurde vom Autor mit koordiniert.

## Testen der Prototypen

Das Testen der Prototypen orientiert sich an den im Kapitel 4.4 vorgestellten Test- und Evaluierungsverfahren. Eine gängige Methode während der Entwicklung ist das begleitende Debugging, welches zu den Fehlerentdeckungstechniken gehört. Damit kann man technisches und funktionelles Fehlverhalten aufdecken und algorithmische Defekte beheben. Der Entwickler kann so schon gängige Testfälle abprüfen und einen Großteil von Fehlern in den bereits erwähnten Iterationszyklen (vgl. Zusammenfassung im Kapitel 4.4) beheben.

In einer nächsten Teststufe wurden die Prototypen innerhalb des Autoren- und Entwicklerteams im Pluralistic-Walkthrough-Verfahren gemeinsam getestet, um so unterschiedliche Sichtweisen und Anforderungen einzubringen.

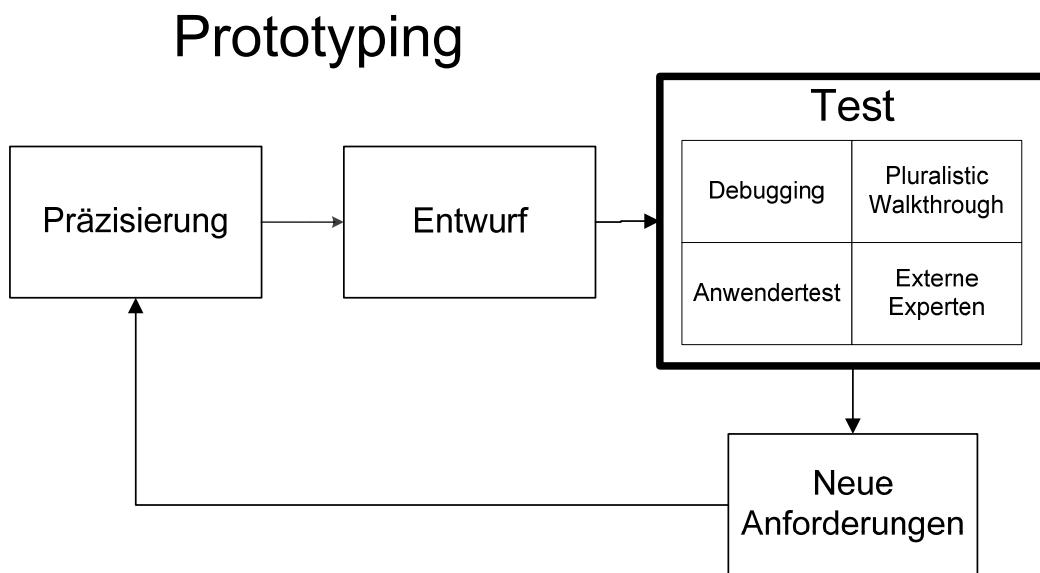


Abbildung 5.36: Testprozess im Prototyping (Ausschnitt aus dem Gesamtmodell)

Um die entwickelte Software direkt in der Zielgruppe zu testen, wurden häufig Betaversionen für abgegrenzte Zielgruppen freigeschaltet. Die Testzielgruppe wurde zur Benutzung animiert und ihr Feedback ausgewertet. Im universitären Umfeld eignen sich dazu besonders die wöchentlichen Vorlesungs- und Seminargruppen. Sehr häufig befinden sich innerhalb dieser Gruppen Studierende, die sehr engagiert neue Lehr-/Lernangebote wahrnehmen. Diese wurden gezielt angesprochen, um in Einzelinterviews detaillierte Rückmeldungen zu Benutzungsaspekten und inhaltlichen Fragestellungen zu bekommen.

Teilweise wurden bereits bei den Prototypen-Tests externe Experten involviert. So wurden im „mile“-Projekt<sup>104</sup> GETsoft-Entwicklungen von den Fachautoren der Partner-Universitäten in Dresden und Magdeburg begutachtet.

Eine GETsoft-spezifische Adaption und Verfeinerung des Prototyping-Prozesses im Hinblick auf den Testprozess ist in Abbildung 5.36 zu sehen, welcher einen Ausschnitt des gesamten System-Entwicklungsprozesses nach Abbildung 4.3 darstellt.

#### 5.4.2 Funktionalitäten und Schnittstellen der GETsoft-Datenbank

Ziel ist es, die Lernobjekte mit ihren Metadaten in einer Datenbank zu erfassen, damit sie ohne großen Aufwand administriert, bearbeitet und genutzt werden können. Weiterhin sollte auch die Möglichkeit bestehen, die Datenbank um weitere Objekte zu erweitern. Wie im Abschnitt Analyse der Zielplattform bereits ausgeführt, überzeugt die Datenbank MySQL zur Speicherung der Daten, im Zusammenspiel mit der Skriptsprache PHP zur Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe der Daten. Die Interaktion mit dem Nutzer erfolgt über einen ganz normalen Webbrowser. Es ist somit nicht notwendig, zusätzliche Software zu installieren. Die Daten werden in die Kategorien Lernobjekte, Aufgaben, Videos mit Szenen und BookLinks unterteilt. Das Kernstück der Datenbank ist die Tabelle „daten“ (vgl. Abbildung 5.19). Hier werden alle wichtigen Informationen zu einem Lernobjekt gespeichert. Um die Datenbank möglichst generisch zu gestalten, werden in der Tabelle „daten“ größtenteils nur IDs gespeichert, die auf den eigentlichen Eintrag verweisen.

Für die Nutzung, Bearbeitung und Administration der Datenbank existieren verschiedene Nutzergruppen: der normale Nutzer, die Autoren und die Administratoren. Die Autoren sind für die Eingabe und Wartung des Inhaltes der Datenbank verantwortlich. Dafür steht ein eigenes speziell auf die GETsoft-Datenbank zugeschnittenes Content-Management-System (CMS)<sup>105</sup> zur Verfügung, womit der Fachautor auch ohne Programmier- und HTML-Kenntnisse Objekte in die Datenbank einfügen, ändern und löschen kann (DB AdminWeb). Die Daten werden schon während der Eingabe auf Fehler und Inkonsistenz überprüft, was die Integrität der Daten sichert. Wo es möglich ist, werden Metadaten bereits bei der Eingabe automatisiert erhoben, wie z.B. bei der Erkennung der Dateigröße, Erstellungs-/Änderungsdatum oder Dateityp.

Der Administrator verwaltet die Datenbank, erstellt regelmäßige Backups und sorgt für die Sicherheit. Hierfür stehen ihm diverse Werkzeuge, wie z.B. phpMyAdmin oder eigene Spezial-Skripte zur Verfügung (vgl. Tabelle 5.5). Aktuell befinden sich in der

---

<sup>104</sup> "mile - multimedia learning environment", (NMB, BMBF, 08NM073A-D, 06/01 - 03/04), [http://www.medien-bildung.net/projekte/15/produkte\\_projekt\\_uebersicht\\_german.php](http://www.medien-bildung.net/projekte/15/produkte_projekt_uebersicht_german.php), Verifiziert am: 17.12.2009

<sup>105</sup> Einen Großteil der Skripte für die Verwaltung der GETsoft-Datenbank wurde von der studentischen Hilfskraft Thomas Bärwinkel unter Anleitung des Autors umgesetzt.



GETsoft-DB 289 Aufgaben, 227 Lernobjekte, 27 Vorlesungsvideos a 90min mit insgesamt 154 beschriebener Szenen und 39 BookLinks. Die Ausbildung in den ingenieurtechnischen Disziplinen ist stark an Aufgaben orientiert, was sich in der hohen Anzahl dieser Lernobjekte widerspiegelt. Speziell für die Aufgaben und deren Verwaltung existieren auch einige Spezialeskripte (vgl. Tabelle 5.5).

### Automatische Metadatenextraktion

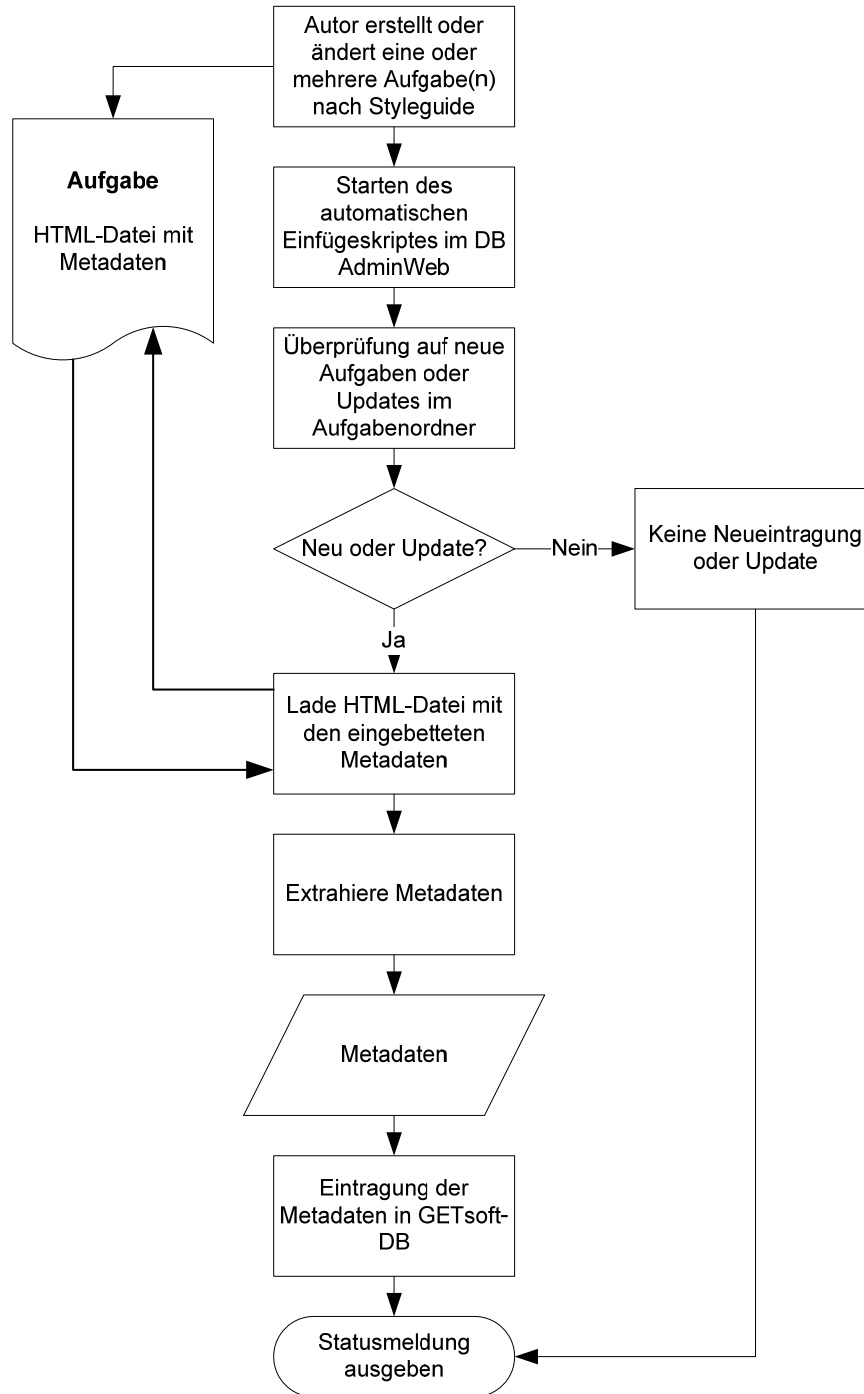


Abbildung 5.37: Automatische Einfügen neuer Aufgaben in die GETsoft-DB

Eine besondere Herausforderung beim Aufbereiten von Aufgaben ist dabei die Heterogenität und Komplexität dieser Lernobjekte. Verbale, graphische und mathematische Inhalte mit unterschiedlichen Schwierigkeitsniveaus werden dabei zu Problemstellungen kombiniert und müssen vom System verarbeitet werden. Um den Erfassungsprozess der Metadaten weitgehend zu automatisieren, wurde der Aufgabenproduktionsprozess sowie der Prozess der Dateneinpfege aufeinander abgestimmt (vgl. Abbildung 5.37).

	Admin/Autor						Nutzer					
	S	Ü	D	B	N	L	S	Ü	D	B	N	L
<b>Objekttyp</b>	<b>Objekt-Administration</b>						<b>Objekt-Nutzung</b>					
Lernobjekte	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-
Aufgaben	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-
Videos/Szene	x/x	x/x	x/x	x/x	x/x	x/x	x/x	x/x	x/-	-	-	-
BookLink	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
<b>Metadatum</b>	<b>Auswahl-/Optionslisten bearbeiten</b>											
Hauptthema	-	x	x	x	x	x	-					
Unterthema	-	x	x	x	x	x						
Studiengang	-	x	x	x	x	x						
Autoren	-	x	x	x	x	x						
Dateitypen	-	x	x	x	x	x						
Herkunft	-	x	x	x	x	x						
Programme	-	x	x	x	x	x						
Lernobjekttyp	-	x	x	x	x	x						
<b>Übersichtsart</b>	<b>Übersichten generieren</b>											
Online-Eingangstest	-	x	-	-	-	(x)	-					
Statistik	-	x	x	-	-	(x)						
Verbindungsdetails	x	x	x	-	-	(x)						
Zugriffszähler	-	x	-	x	(x)	x						
<b>Funktion</b>	<b>Spezialskripte für Aufgaben-Stapelverarbeitung</b>											
Aufgaben auto. einfügen	-	-	-	x	-	-	-					
Aufgaben-Stichwortliste erzeugen	-	x	-	-	-	-						
Aufgabendetails ausgeben	-	x	x	-	-	-						
Aufgaben Reset	-	-	-	-	-	x						

Tabelle 5.5: Funktionalitäten der GETsoft-Datenbank

Einen Überblick über die wichtigsten Funktionalitäten der GETsoft-Datenbank separiert nach Anwendergruppen gibt Tabelle 5.5. Eine Zusammenfassung einiger spezieller

Werkzeuge sowie Auskunft über die Anwendung der Funktionalitäten in anderen GETsoft-Komponenten über adaptierte Benutzerschnittstellen gibt Tabelle 5.6.

Der Nutzer hat die Möglichkeit, über Suchmasken und Stichwortsuche die für ihn relevanten Lernobjekte aus der Datenbank zu extrahieren. Dafür stehen ihm zwei verschiedene Suchmöglichkeiten zur Verfügung. Zum einen die Stichwortsuche, für Nutzer die genau wissen nach was sie suchen und zum anderen die Nutzergeführte Suche, bei der man über Dropdownlisten das Suchergebnis mit vorgegebenen Inhalten aus der Datenbank eingrenzen kann.

Funktion	Weitere Werkzeuge	
	Admin/Autor	Nutzer
Linkgenerator	x	-
Erzeugung von Übungskonzeptionen	x	-
Anzeigen von Übungskonzeptionen	x	x
Import/Export von IMS-Paketen	x/x	-/x
Kontextbasierte Stichwortliste	x	x
Einfache und erweiterte Suchmöglichkeiten für Lernobjekte und Aufgaben	x	x
<b>GETsoft-Komponente</b>	<b>Funktionalitäten der GETsoft-DB Benutzerschnittstellen</b>	
DB-Admin Web	Administration, Management	-
LearnWeb	Aufgaben	
TaskWeb	Aufgaben, Klausuren, Übungskonzeptionen, Vorlesungsfolien, Vorlesungsvideos, Vorlesungspodcasts, allgemeine Lernobjekte	
LabWeb	Online-Eingangstest	
TestWeb	- (eigene DB im DBMS)	
BookWeb	BookLink	
GETstart	Aufgaben, Übungskonzeptionen (über TaskWeb)	
LMS moodle	IMS-Pakete Import/Export	-

Tabelle 5.6: Werkzeuge und Schnittstellen der GETsoft-Datenbank

Für weitere detaillierte Einsatzbeschreibungen, technische Ausführungen und Anwendungsszenarien siehe [Neundorf und Wagner 2003b; Neundorf und Wagner 2004; Yakimchuk und Neundorf 2005; Bärwinkel, Dürrwald et al. 2006; Brehm, Neundorf et al. 2006; Neundorf, Yakimchuk et al. 2006c].

### 5.4.3 Lösungsansätze bei der Lokalisation von Lernobjekttypen

Unter Lokalisierung in der Softwareentwicklung versteht man die Übersetzung und Anpassung von Inhalten in bestimmte lokale Gegebenheiten, zumeist in eine andere Sprache. Eine Lokalisierung bietet sich an, wenn man während der Definition der Zielgruppen und der Anwendungsfälle feststellt (vgl. Kapitel 4.3.1), dass man z.B. zur Studierendengewinnung international auftreten möchte. In GETsoft wurde das Lernprogramm „Fourier-Reihen“ vollständig ins Englische übersetzt<sup>106</sup>. Die Lokalisation erfolgte aufgrund von Interesse der University of Central Florida und dem dortigen College of Engineering & Computer Science, mit dem die TU Ilmenau wissenschaftliche Kontakte unterhält. Gleichzeitig war es eine gute Gelegenheit spezielle wissenschaftliche Methoden und Prozesse zur Lokalisation von verschiedensten Lernobjekten zu evaluieren sowie Erfahrungen auf diesem Gebiet zu sammeln. Zunächst benötigt man erfahrene Übersetzer mit Kenntnissen der Fachsprache sowie einem Grundverständnis technischer und naturwissenschaftlicher Zusammenhänge. Es muss ein gewisser Erfahrungsschatz vorhanden sein, um z.B. aus der deutschen Wortgruppe „nichtsinusförmige periodische Erregung“ oder „Eisenverlustwiderstand“ das korrekte englische Äquivalent zu übersetzen. Vergessen sollte man daneben nicht die alltäglichen Begriffe wie z.B. Datums- und Zeitangaben. Noch mehr als im eigentlichen Entwicklungsprozess ist die enge Kooperation der Übersetzer mit Fachautoren und Medienproduzenten notwendig. Gerade dem Medienproduzenten stellen sich völlig neue Herausforderungen bei der Erstellung von mehrsprachigen Materialien oder bei der Übersetzung vorhandener Inhalte.

Die wichtigsten vom Lernobjekttyp abhängigen Schwierigkeiten wurden erfasst, kategorisiert und Problemlösungen entwickelt. Die Lösungsansätze, die bei der Lokalisation von „Fourier-Reihen“ zu „Fourier-Series“ vom Autor entwickelt wurden, sind in Tabelle 5.7 zusammengefasst.

---

<sup>106</sup> Das Lernprogramm wurde unter der Anleitung des Autors von der studentischen Hilfskraft Christian Lukaschik übersetzt.

Lernobjekttyp	Übersetzung	Problem(e)	Lösung	Aufwand 0=keiner, 3=hoch
HTML-Seite (inkl. Tooltips, Kommentare)	Ja/Text	-	-	0 - 1
Java-Scripte	Ja/Text-Ausgaben	Quellcodebearbeitung notwendig	Programmierer mit Minimalkenntnissen JS	1 - 2
Vektorgrafik	Ja/Beschriftung	-	-	1
Formel (MathML)	Ja/Bezeichnungen	-	-	1
MathCAD Arbeitsblatt	Ja/Kommentare	Momentan keine engl. Version MathCAD Explorer	-	1
Formeln (Grafik)	Ja/Bezeichnungen	manchmal andere Bezeichnungen für physikalische Größen im Gebrauch	in MathType anpassen und exportieren	1, wenn Vorlage aus MathType vorhanden
Schaltbilder (Grafik)	Nein	andere Schaltzeichen-Symbolik	im Programm Schaltzeichen-Bibliothek wechseln, Schaltbild exportieren	1
Java-Applet	Ja/Beschriftungen	Quellcodebearbeitung und erneutes Kompilieren notwendig, Programmierer erforderlich	erfahrener Programmierer	2 - 3
Bitmapgrafik	Ja/Beschriftung	Pixelbilder können nur mit hohem Aufwand geändert werden	Bitmapgrafik mit Aufwand ändern oder Grafik als Vektorbild neu zeichnen	3
Video	Ja/Audio	Nachvertonung komplett neu, sehr hoher Material und Zeitaufwand, Rohmaterial oft nicht verfügbar	O-Ton übersetzen, erneute Aufnahmen mit Native Speaker, Nachbearbeitung Ton, Video neu schneiden und kodieren	3
Audio	Ja/Audio	Nachvertonung komplett neu, sehr hoher Material und Zeitaufwand	O-Ton übersetzen, erneute Aufnahmen mit Native Speaker, Nachbearbeitung	3

Tabelle 5.7: Lokalisation nach Lernobjekttypen

## **Ansätze und Möglichkeiten der mehrsprachigen generischen Entwicklung**

Zunächst muss unterschieden werden, ob vorhandenes Material lokalisiert oder ob eine Neuentwicklung mehrsprachig konzipiert werden soll. Diese grundsätzliche Problematik ist sorgfältig in der funktionellen Konzeption abzuwägen. Nachträgliche Erweiterung auf eine oder mehrere weitere Sprachen verursachen sehr hohen strukturellen Änderungsaufwand. Prinzipiell ist eine generische Benutzung von Platzhaltern für Texte und Beschriftungen ratsam. Damit kann die Selektion der Sprache über Auswahl der entsprechenden Platzhalter erfolgen. Diese Platzhalter verweisen auf getrennt vom Inhalt abgelegte String-Ausdrücke, folgen also einem Verweisprinzip. Die XML-Technologie ist hier durch die grundsätzliche Trennung von Struktur und Syntax als vorteilhaft für solch ein Vorhaben einzuschätzen. Die Probleme der XML-Beschreibungsfähigkeit für viele Lernobjekttypen (vgl. Abschnitt zu XML-Standards und ihre Einsatzfähigkeit für GETsoft-Lernobjekte) und die teils stark ausgeprägte mangelnde Browserunterstützung einiger XML-Standards stehen einem durchgängigen XML-basierten Konzept für GETsoft auch unter dem Sprachenaspekt noch im Weg. Die Tendenz zu verbesserter XML-Standardkonformität von Medieninhalten sowie entsprechender Programmier- und Autorenumgebungen gibt Anlass zu Optimismus für zukünftige GETsoft-Entwicklungen.

## **5.5 Softwareintegration von GETsoft**

Die Einführung von GETsoft entspricht einem kontinuierlichen Prozess, da seit der ersten webbasierten Veröffentlichung beständig neue Angebote konzipiert, entwickelt und in die Lernumgebung eingepasst wurden. Die Integration durchläuft dabei für jeden neuen Baustein das Ebenenmodell (vgl. Abbildung 4.1).

### **5.5.1 Systemeinführung**

Zunächst muss das neue Angebot, das neue Modul oder die neue Komponente in der technischen Basis verankert werden. Die Inhalte sind wie bei zusätzlichen Lernprogrammen für LearnWeb bereits vorhanden und mit einem didaktischen Konzept verknüpft. Andere Komponenten wie LabWeb oder TestWeb sind mit Containern vergleichbar, die beliebig mit passenden Lernobjekten oder neuen Modulen gefüllt werden können. Neue Angebote müssen, um nachhaltig wirksam zu sein, auch organisatorisch eingebunden werden. Im universitären Umfeld bedeutet dies vor allem, dass neue Angebote aktiv in den Lehrbetrieb und langfristig in das Curriculum eingebunden werden müssen.

### **Aktive Einbindung und Vorbildwirkung**

Eine aktive langfristige Einbindung in den Lehrbetrieb kann nur bei voller Unterstützung durch das Dozenten- und Autorenteam sowie der Leitungsebene funktionieren. Eine Vorbildwirkung der Dozenten bei der Nutzung von GETsoft innerhalb der Vorlesung oder des Seminars haben großen Anteil an der Verbreitung

unter den Studierenden. So ist es z.B. für die GETsoft-Lernumgebung mittlerweile selbstverständlich, dass in der Studieneinführungswoche eine eigene Einführungsveranstaltung für alle ca. 600 – 700 Studienanfänger angeboten wird. Dort wird sowohl informativ auf die vielfältigen Möglichkeiten des Selbststudiums mit GETsoft hingewiesen als auch auf die verpflichtenden Anteile oder die Möglichkeiten der Prüfungsvorbereitung. Dieses Informationsangebot präsentiert zielgruppengerecht ein spezielles Angebot für die Studienanfänger und legt die Grundlagen für die spätere Verwendung in Vorlesungen, Seminaren und anderen Lehr-Lernszenarien.

### 5.5.2 Evaluation

Die Evaluation von GETsoft nach der Einführung wurde ähnlich wie beim Test der Prototypen von Entwicklern, Expertengruppen, Fachautoren und der Zielgruppe durchgeführt.

#### Externe Evaluationsexperten

Zusätzlich wurde für die Integrationsphase eine externe Evaluation durch didaktische Experten organisiert. So wurde z.B. TaskWeb in einer Untersuchung des Teams um Prof. Peter Baumgartner<sup>107</sup> evaluiert. Konkrete Anreize aus dieser Evaluation konnten dabei umgesetzt werden und führten z.B. zu einem vereinfachten Navigationsaufbau und speziellen Sichten auf die Lernobjekte statt einem allumfassenden Suchformular.

#### Projektinternes Evaluationsteam

Weiterhin wurde z.B. wie in [Aslanski, Döring et al. 2002] beschrieben das Lernprogramm Fourier-Reihen einer umfangreichen Evaluation mit verschiedenen Methoden unterzogen und daraus ein Styleguide für weitere Lernprogramm-Module abgeleitet. Auch hier konnten konkrete Anreize gesammelt und in eine Verbesserung des evaluierten Lernprogramms zurückgeführt und bei der Entwicklung neuer Module beachtet werden. Beispielweise wurde die Symbolik vereinfacht und ein reduziertes Iconset entworfen, welches auch aktuell im Einsatz ist. Auch im Bereich der inhaltlichen Darstellung konnten einige Mängel, wie fehlende Suchfunktionen oder aus studentischer Sichtweise unübersichtlich angeordnete Elemente korrigiert werden.

### 5.5.3 Wartung und Pflege

Neben den in den Wartungs- und Pflegeprozessen üblichen Aufgaben wie Korrekturen oder Aktualisierungen, gab es einige besondere Herausforderungen bei den Umstellungen der Diplomstudiengänge auf den Bachelorstudiengang. Da diese Umstellung organisatorische Prozesse betraf, welche nach dem hier entwickelten Ebenenmodell eng mit Inhalt und Didaktik verbunden sind, mussten auch auf diesen Ebenen Anpassungen

---

<sup>107</sup> Zum damaligen Zeitpunkt war Prof. Baumgartner an der Universität Innsbruck berufen und Partner im „mile“-Projekt. Prof. Baumgartner lehrt heute an der Donau-Universität Krems. <http://www.donau-uni.ac.at/imb>, Verifiziert am: 17.12.2009

vorgenommen werden. Dies betraf z.B. Umstrukturierungen bei der Übungsumgebung TaskWeb. TaskWeb ist seitdem nicht mehr studiengangszentriert, sondern richtet sich nach den angebotenen Lehrveranstaltungen aus. Besonders deutlich ist dies bei den Übungskonzeptionen zu sehen, wo Aufgaben nach einer Vorlage automatisch aus der GETsoft-Datenbank für den Seminarbetrieb zusammengestellt werden. Von ursprünglich ca. 10 Konzeptionen für die verschiedenen Studiengänge werden nur noch drei für die angebotenen Lehrveranstaltungen AET 1 – 3 benötigt.

### **Aktualisierungsarten**

Aktualisierungen und kleine Anpassungen machen den Großteil der Wartung und Pflege von GETsoft aus. Es soll hier zwischen zeit- und inhaltsabhängigen Aktualisierungsarten unterschieden werden. So wird u.a. innerhalb eines Studienjahres eine Sammlung von geringfügigen Fehlermeldungen oder Korrekturen zur Aufgabensammlung und anderen Inhalten angelegt.

Die zeitabhängigen Aktualisierungen lassen sich in folgende Aktualisierungszyklen einteilen:

- Semesterabhängige Aktualisierungen, wie z.B.:
  - Änderungen an den Übungskonzeptionen
  - Änderungen an seminarbegleitende Kurse in moodle
  - Änderungen am Vorlesungsskript
- Aktualisierungen vor dem neuen Studienjahr, wie z.B.
  - Abarbeitung der Fehler-/Korrektursammlung
  - Aktualisierung der gedruckten Aufgabensammlung

Ständig gepflegt werden z.B. allgemeine Informationen über Neuentwicklungen und aktuelle Informationen mit einem RSS-Feed<sup>108</sup>.

Inhaltsabhängige Aktualisierungen stehen im Zusammenhang mit der Überprüfung von Ergebnissen aus anderen Projekten des GETsoft-Teams und ob diese in GETsoft integrierbar sind. Liegen solche Ergebnisse vor wird eine Zuführung zum Systementwicklungsprozess bzw. Systemintegrationsprozess geprüft und umgesetzt.

---

<sup>108</sup><http://get-16.e-technik.tu-ilmeneau.de/getsoft/assets/rss/getsoft.xml>, Verifiziert am: 17.12.2009



### Das Verlinkungsproblem

Andere Aktualisierung betreffen die relativ schwierigen Überprüfungen von externen Links. Bindet man solche Angebote bewusst didaktisch ein, muss man sie einer ständigen Kontrolle unterziehen. Dazu gehört die Überprüfung von Fragen, wie z.B.:

- Sind die Angebote noch vorhanden? (Verification)
- Gibt es allgemeine Änderungen auf der verlinkten Webseite? (Modification)
- Ist die inhaltliche Übereinstimmung geblieben? (Content Verification)
- Wurde das Angebot an eine andere Stelle im Netz verschoben? (Relocation)

Weiterhin kann es auch passieren, dass bisher kostenlose Angebote kostenpflichtig werden. Alle diese Probleme legen nahe, so viel Eigenentwicklung wie möglich zu betreiben, um sich inhaltlich als auch rechtlich abzusichern. Allzu schnell sind Domainnamen verkauft und beinhalten dann dubiose Inhalte, die dem „Verlinker“ als Mitstörer rechtliche Probleme<sup>109</sup> bereiten können.

Ebenso wie im Softwareentwicklungsprozess muss im Wartungs- und Pflegeprozess ständig überprüft werden, ob ein Update oder eine neue Version der Anwendungssoftware eine problemlose Nutzung der Lernumgebung ermöglicht. Da man in den seltensten Fällen alle Kombinationen von Software prüfen kann, sollte man hier die Anwender offensiv mit einbeziehen. Eine immer erreichbare spezielle E-Mail-Adresse oder ein anonymes Kontaktformular zur Fehlermeldung sind hier einfache aber schnelle und effektive Mittel zur Sicherung sowie zur Verbesserung der Softwarequalität.

---

<sup>109</sup><http://www.heise.de/newsticker/meldung/OLG-Muenchen-bestaetigt-Link-Verbot-gegen-Heise-217423.html>, Verifiziert am: 17.12.2009

## 5.6 Blended Learning Einsatzszenarien mit GETsoft

Typische Einsatzszenarien die mit GETsoft unterstützt werden können, sind hauptsächlich die sogenannten Blended Learning Szenarien. Blended Learning kombiniert medial angereicherten Präsenzunterricht mit E-Learning-Szenarien zu einer Mischung aus „beiden Welten“.

Es folgen nun in Kurzübersicht einige ausgewählte und erprobte Blended Learning Einsatzszenarien, die auf GETsoft aufbauen und im Hochschulunterricht an der TU Ilmenau für den Bereich Elektrotechnik erprobt sind.

### **Vorlesung – medial erweitert**

- Virtuelle Vorlesungsexperimente
- Animationen und Simulationen

### **Übungen – personalisiert zugeschnitten**

- Lösen personalisierter Aufgaben zur Übungsvorbereitung
- Übungsdurchführung mit individuellen Lösungshilfen
- Intelligente Problemlösungsumgebung

### **Praktikum – virtuell unterstützt**

- Virtuelle Messgeräte bedienen lernen
- Virtuelle personalisierte Experimente durchführen
- Online-Eingangstests absolvieren

### **Selbststudium – umfangreich unterstützt**

- Anleitung und Unterstützung des Selbststudiums durch Lernprogramme
- Studienbegleitende Leistungsstimulierung/-kontrolle
- Lösen personalisierter Aufgaben und deren automatisierte Bewertung

### **Prüfungsvorbereitung -**

- Virtuelle Experimente zur Prüfungsvorbereitung
- Individuelles Aufgabenlösen mit Lösungshilfen in einer eAssessment-Umgebung
- Intelligente Problemlösungsumgebung

## 6 Transfer-, Vernetzungs- und Verbreiterungsmodelle mit GETsoft

In diesem Kapitel sollen einige Modelle vorgestellt werden, die es auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene geschafft haben, GETsoft für andere Zielgruppen zu erschließen. Daneben werden einige aussichtsreiche Ansätze entwickelt, um fachspezifische Wissensressourcen zu vernetzen.

### 6.1 Transfer- und Vernetzungsmodelle

„Transfer kann expliziert gefördert werden, in dem auf Anwendungsmöglichkeiten und Besonderheiten der Anwendung des Gelernten in bestimmten Situationen ausdrücklich hingewiesen wird.“ [Niegemann 2004, S.112]

Was Niegemann hier auf multimedial aufbereiteten Lernstoff bezieht, lässt sich für den Transfer ebenso auf ganze Komponenten oder praktische Erfahrungen im E-Learning Umfeld ausdehnen. Oft erschließen sich erst über Best-Practice Beispiele und erfolgreiche Pilotprojekte eigene Nutzungsideen. Der Transfer sowie die gleichzeitige Vernetzung mit anderen E-Learning-Akteuren sind hier eng, teilweise untrennbar, miteinander verknüpft.

#### 6.1.1 Vor-Ort-Verstetigung innerhalb der TU Ilmenau

Die Erfahrungen, die bei der Konzeption, Entwicklung und Integration von GETsoft als Lernumgebung und Projekt gemacht werden konnten, stellen ein hohes Potenzial an Wissen in Theorie und Kenntnissen in der Praxis an der TU Ilmenau dar. Weitere Fachgebiete haben hier in ihren Fachbereichen mit eigenen Projekten ebenfalls Erfahrungen gesammelt. Um dieses Wissen aufzubereiten und an der Hochschule konzentriert verfügbar zu machen, wurde zunächst eine „AG E-Learning“ ins Leben gerufen aus der 2005 das „Kompetenzzentrum eLearning-Dienste“ (KeLD) als Teil des Universitäts-Rechenzentrums hervorging. Der Autor ist hier Gründungsmitglied und Vertreter der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Ilmenau.

„Das Kompetenzzentrum eLearning-Dienste (KeLD) an der TU Ilmenau dient der Bündelung von fachübergreifenden und -spezifischen Kompetenzen und Erfahrungen auf dem Gebiet des eLearning im Allgemeinen sowie der Konzeption, Didaktik und Produktion multimedialer Lehr- und Lernmaterialien im Speziellen.“<sup>110</sup>

---

<sup>110</sup> Selbstbeschreibung auf <http://www.tu-ilmenau.de/uni/KeLD.7045.0.html>, Verifiziert: 23.12.2009

Das KeLD als virtuelle Einrichtung vereint Kolleginnen und Kollegen aus allen Fakultäten mit Interesse am technologie- und didaktikgetriebenen E-Learning sowie innovativen Lehr- und Lernmethoden mit neuen Medien. Neben universitätsinternen Praxis-Workshops wird seit einigen Jahren der erfolgreiche „Workshop für Multimedia in Bildung und Wirtschaft“<sup>111</sup> (ISSN:1610-1014) in dieser Umgebung organisiert. Die KeLD-Mitglieder betreuen gemeinsam wissenschaftlicher Arbeiten und stellen Projektanträge für regionale und nationale Drittmittelprojekte<sup>112</sup>. So konnte erreicht werden, dass die ursprünglich am Fachgebiet Grundlagen der Elektrotechnik als Teil von GETsoft entwickelte eAssessment Umgebung TestWeb durch Drittmittelfinanzierung weiter ausgebaut wurde und als Endprodukt der gesamten Universität<sup>113</sup> zur Verfügung steht. Durch die interdisziplinäre Ausrichtung des KeLD werden immer wieder andere fachliche und lerntheoretische Aspekte fokussiert bearbeitet, Ergebnisse öffentlich publiziert sowie in hochschulinternen Arbeitsgruppen weiterverwendet. Diese Vernetzung und Strukturierung innerhalb der Hochschule stellt einen wichtigen Aspekt der Nachhaltigkeit, nicht nur von GETsoft, dar. Nur so können Know-How und Projektergebnisse verstetigt sowie nutzbringend für andere transferiert werden. Besonders bei der

- Entwicklung von eLearning Anwendungen mit verschiedensten Werkzeugen,
- Entwicklung von Konzeptionen zur Unterstützung des Präsenzunterrichts mit E-Learning Komponenten und
- Erweiterung von moodle um fehlende Funktionalitäten und
- eAssessment als prüfungsrelevante Szenarios

gibt es mit GETsoft erstklassige Vorleistungen und Best-Practice Beispiele für die gängigen Lehr-/Lernszenarien an einer technischen Universität. Die im Kapitel 5 gezeigten konkreten Umsetzungen konnten hier schon häufig als Referenzbeispiele für ähnliche Einsatzszenarien in anderen Fächern herangezogen werden.

### 6.1.2 Regionaler und überregionaler Transfer von GETsoft-Inhalten

„Das Bildungsportal Thüringen bündelt Informationen über wissenschaftliche Weiterbildungsangebote aller Thüringer Hochschulen, sowie Initiativen und Projekte im Bereich des eLearning. Sie finden hier aktuelle Angebote der Universitäten Jena, Ilmenau, Weimar und Erfurt, der Hochschule für Musik in Weimar sowie der Fachhochschulen Jena, Erfurt, Schmalkalden und Nordhausen.“<sup>114</sup>

---

<sup>111</sup> <http://www.tu-ilmenau.de/uni/eLearning-Workshop.7044.0.html>, Verifiziert: 23.12.2009

<sup>112</sup> <http://www.tu-ilmenau.de/uni/TestWeb.testweb.0.html>, Verifiziert: 23.12.2009

<sup>113</sup> Es ist für 2010 eine Integration in moodle geplant.

<sup>114</sup> Selbstbeschreibung auf <http://www.bildungsportal-thueringen.de>, Verifiziert: 23.12.2009

Das Bildungsportal Thüringen (BPT) bietet durch seine Struktur, Reichweite und weiterführende Kooperationen eine optimale Ausgangsbasis um eine Verbreiterung von GETsoft zu ermöglichen. GETsoft hat im BPT mit dem Schnellzugriff <http://www.bildungsportal-thueringen.de/getsoft/> eine eigene, schnell erreich- und kommunizierbare Unterseite. Die Metadaten werden jährlich vom GETsoft-Team aktualisiert. Das BPT veröffentlicht mit der Broschüre „Wissenschaftliche Weiterbildung der Thüringer Hochschulen“ jährlich ein regional etabliertes Druckwerk<sup>115</sup> mit einer Auflage von 5.000 Exemplaren. GETsoft bildet dort als freie und offene webbasierte Lernumgebung ein herausragendes Angebot im ing.-wiss. Bereich [bildungsportal-thueringen.de 2009, S.31]. Der Autor ist Projektvertreter für GETsoft im BPT, pflegt die Metadaten im Portal und ist für Supportanfragen zuständig. Da das BPT vielseitig vernetzt ist, bietet es für GETsoft eine ausgezeichnete Multiplikatorfunktion an. Ein Beispiel für eine solche Multiplikatorfunktion ist die Kooperation des BPT mit dem Thüringer Schulportal (TSP). Das TSP ist über das BPT auf geeignete naturwissenschaftliche Inhalte aus den Hochschulen aufmerksam geworden. Speziell die leicht separierbaren GETsoft-Lernobjekte bieten hier inhaltliche Substanz und didaktisch erprobte elektrotechnische Fachinhalte an. GETsoft-Inhalte, die bereits im BPT eingepflegt sind, können direkt über die portalinterne Schnittstelle ins TSP transferiert werden. Andere einzelne Lernobjekte können über den IMS-Pakete Export der GETsoft-Datenbank ausgetauscht werden (vgl. Kapitel 5.1.2, Software-Architektur für GETsoft).

### 6.1.3 Ansatz für ein bundesweites fachspezifisches Portal für ET

Das Fachgebiet Grundlagen der Elektrotechnik arbeitete mit dem Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (VDE) beim Aufbau eines bundesweiten E-Learning-Portals für Weiter- und Ausbildung in der Elektrotechnik und Informationstechnik zusammen. Am Fachgebiet GET wurde vom Autor das vom VDE in Auftrag gegebene Pflichtenheft entwickelt. Zu den Anforderungen des VDE an das Portalkonzept gehören Funktionalitäten zur Erfassung von Lernobjekten, zu E-Learning-Angeboten und Nutzerdaten sowie zur Recherche nach allen Portalinhalten. Weitere geforderte Funktionalitäten sind die Personalisierung und Verwaltung des Nutzerkontos. Angemeldete Nutzer können über ein Bewertungs- und Kommentar-system die Angebote des Portals evaluieren [Neundorf und Schanz 2005]. Das Portal gliedert sich nahtlos in das Content Management System des VDE ein. Erfahrungen aus der GETsoft-Entwicklung für webbasierte Lernumgebungen konnten direkt in die Portal-Entwicklung einfließen. Das Konzept des VDE-Portals bot eine Chance zur deutschlandweiten prominenten Verbreiterung von Lernobjekten aus GETsoft als Best-Practice Beispiele.

---

<sup>115</sup> Weiterbildungsheft als PDF auf den Seiten des BPT:

<http://www.bildungsportal-thueringen.de> >> Infothek >> Downloads >> Weiterbildungsheft

### 6.1.4 GETsoft als bundesweites Referenzbeispiel

„Bei der Auswahl orientieren wir uns an den Kriterien Didaktik, Gestaltung, curriculare Einbindung und Übertragbarkeit. Die hier zusammengestellten Beispiele weisen hinsichtlich eines oder mehrerer Merkmale Vorbildcharakter auf. Sie sollen über existierende mediengestützte Lehr-/Lernanwendungen informieren und Ihnen helfen, eigene Ideen für Ihre Lehre zu entwickeln.“<sup>116</sup>

Das Informationsportal „e-teaching.org“ sieht sich als bundesweiter Anlaufpunkt für E-Learning-Aktive der Hochschulen und ist in dieser Community sehr bekannt. GETsoft ist dort unter 23 anderen das einzige E-Learning-Angebot im Bereich Ingenieurwissenschaften mit dem Schwerpunkt in der Disziplin Elektrotechnik. Bei einer weiteren Einschränkung auf umfassende Lernumgebungen bleiben neben GETsoft lediglich 12 andere Angebote übrig [e-teaching.org 2009a].

### 6.1.5 GETsoft-Lernobjekte im europaweiten Kontext

Das EU Projekt Individualized Learning Enhanced by Virtual Reality<sup>117</sup> (IDENTITY) schlägt ein innovatives Modell vor, welches E-Learning, Virtuelle Realität (VR), und Frontaltraining kombiniert und dabei eine individuelle pädagogische Begleitung (per Online-Verbindung oder asynchron mit Hilfe eines Tutors und eines virtuellen Kursraummanagements oder alternativ durch traditionelles direktes Eingreifen). Der Autor, als lokaler Projektmanager des multinationalen Projektes, koordinierte an der TU Ilmenau die entsprechenden Entwicklungen.

Der vorgeschlagene Ansatz zielt darauf, die praktischen Fähigkeiten der Studierenden für Labortätigkeiten zu verbessern, die vom Lehrplan bei bestimmten technischen Disziplinen verlangt werden, ohne dass Zugang zu realer Ausrüstung besteht. GETsoft konnte hier im Bereich LabWeb mit Erfahrungen der Lernobjektentwicklung eingebracht und weiterentwickelt werden. Durch die geforderte Mehrsprachigkeit von EU-Projektergebnissen stehen somit Lernobjekte in Englisch und Deutsch zur Verfügung. Alle Lernobjekte sind sowohl in GETsoft als auch im projekteigenen VR-Ressourcen-Zentrum (VR-LRC)<sup>118</sup> frei verfügbar und offen zugänglich. Das VR-LRC ist ein strukturiertes, standardkonformes und expandierbares Lern-Ressourcen-Repository, welches mit geeigneten VR-Anwendungen und E-Learning Produkten gefüllt ist, die von den öffentlichen und privaten Europäischen Projektpartnern bereitgestellt werden.

Die TU Ilmenau und das Moskauer Energetische Institut (MEI) verbinden eine langjährige Partnerschaft, u.a. mit dem Fachgebiet GET. Am MEI wurde 1998 die

---

<sup>116</sup> Referenzbeispiele unter <http://www.e-teaching.org/praxis/referenzbeispiele>, Verifiziert am: 30.12.2009

<sup>117</sup> Projekt ID: 229930-CP-1-2006-1-RO-MINERVA-M, <http://iesc.unitbv.ro/identity/>

<sup>118</sup> <http://vr-lrc.dibe.unige.it/repository/the-technical-university-of-ilmenau>, Verifiziert am: 04.01.2010

„Deutsche Ingenieur fakultät am Moskauer Energetischen Institut (TU)“<sup>119</sup> gegründet. Zur Vorbereitung auf die mündlichen, in Deutsch abzuhaltenden, Prüfungen am MEI werden die GETsoft-Lerninhalte eingesetzt. Vor allem die auch offline nutzbaren Lernprogramme und die aufgezeichneten Vorlesungsvideos sind hier flexibel einsetzbar und helfen den Studierenden bei der Prüfungsvorbereitung in der fremden Fachsprache.

## 6.2 Verbreiterungsmodelle

Verbreiterungsmodelle stellen Chancen dar, weitere Zielgruppen zu erschließen. Dazu gehören Angebote für Schülerinnen und Schüler zur Studien- und Berufsorientierung, hochschulübergreifende Angebote sowohl für Studierende als auch Dozenten sowie Weiterbildungsangebote für interne und externe Lehrende.

### 6.2.1 Berufsorientierung

Das „Naturwissenschaftlich-technisches Kurssystem für Studiengänge an der TU Ilmenau“ (NAWITUR) ist eine effiziente Möglichkeit für Schülerinnen und Schüler zur Studienwahl und zur Berufsorientierung für naturwissenschaftlich-technische Fächer. Die Zielstellung ist die Gewinnung von mehr Gymnasiasten für naturwissenschaftlich-technische Fachrichtungen in Thüringen durch aktive Teilnahme am Kurssystem NAWITUR. Damit wird eine wirklich begründete Entscheidung durch Kennlernen der Realität eines Studiums möglich. Das System besteht aus drei Komponenten:

- Zeigen attraktiver technischer Anwendungen und Methoden zur Motivierung der potentiellen Studenten
- Lernen durch medial gestützte Präsenzlehre im Hörsaal und PC-Laboren sowie online-gestütztes Selbststudium von universitätsrelevanten Fachinhalten, um das Fachwissen für das Abitur zu erweitern und um die Zahl der enttäuschten Studienabbrecher zu verringern
- Besuch von Hochtechnologiefirmen der Region zum Zeigen von „Ingenieuren im Einsatz“, um die Berufsvorstellungen und den späteren Einsatz als Ingenieur zu konkretisieren

Die Vorlesungen und Praktika finden auf dem Campus der TU Ilmenau statt. Die Teilnehmer lernen den universitären Alltag mit seinen Möglichkeiten für junge Menschen kennen. Sie erhalten ein externes Login der TU Ilmenau und sind damit zur Online-Kommunikation mit den Dozenten sowie zur Nutzung aller webbasierten Dienste der Universität befähigt. Das Kurssystem schließt mit einer Online-Überprüfung des erworbenen Wissens ab und die Teilnehmer erhalten ein Zertifikat. Der Autor als Mitinitiator des Projektes entwickelte und administrierte den Lernraum der „NAWITURienten“ im LMS moodle der TU Ilmenau. In Blended Learning

---

<sup>119</sup> <http://www.mpei.ru/lang/eng/eg/gm/gm.asp>, Verifiziert am: 10.01.2010

Unterrichtseinheiten wurden verschiedene Szenarien mit den NAWITURienten erfolgreich erprobt. Es konnte gezeigt werden, dass ausgewählte GETsoft-Lernobjekte erstens problemlos in moodle integrierbar sind und zweitens leicht für die Zielgruppe der angehenden Studierenden anpassbar sind. Vorhandene Materialien anderer Fächer wurden aufgearbeitet und ebenfalls in moodle bereitgestellt. Die Kurse in moodle können in ihrer Gesamtheit im Aufbau, Organisation, Inhalten, Tests und Aufgabenabgaben exportiert werden und stellen somit ein wiederverwendbares Lernobjekt höchsten Komplexitätsgrades dar. Seit dem WS2008/09 konnte das erfolgreiche NAWITUR-Konzept auf die FH Jena<sup>120</sup> ausgedehnt werden. Weitere Details zur Konzeption von Lernräumen mit moodle und praktische Umsetzungen u.a. mit NAWITUR finden sich in [Neundorf 2008].

### 6.2.2 Studienorientierung

GETstart<sup>121</sup> ist eine Teilkomponente von GETsoft, die gezielt naturwissenschaftlich interessierte Schülerinnen und Schüler ab der 7. Klasse anspricht. GETstart wurde vom Autor im Sinne einer Zielgruppenerweiterung und Verbreiterung als Teil von GETsoft entwickelt. Es wurden bereits vorhandene GETsoft-Lernobjekte wiederverwendet und einige spezielle Lernobjekte neu entwickelt. Über GETstart als Ausgangspunkt werden am Fachgebiet inhaltlich auf die Klassenstufe abgestufte Schülerkurse mit E-Learning und praktischen Anteil in den Laboren des Fachgebietes gehalten. Die Verknüpfung von gezielten E-Learning Einsatz z.B. beim Üben mit virtuellen Instrumenten mit anschließender praktischer Anwendung unterstreicht die Blended Learning Konzeption von GETsoft.

Ein spezielles Angebot für Schülerinnen am FG GET ist mittlerweile integraler Bestandteil der „Sommeruniversität für Schülerinnen“ an der TU Ilmenau<sup>122</sup>. Im Prinzip werden ähnliche Inhalte und Versuche wie bei den bereits genannten Schülerkursen angeboten. Da die Schülerinnengruppen erfahrungsgemäß sehr heterogene Klassenstufen (9. – 12.) beinhalten, wird auf kleine Gruppengrößen (6-12) geachtet und immer mit zwei Dozenten betreut. GETsoft und GETstart ermöglicht es den Dozenten z.B. bei Rechenaufgaben Schülerinnen individuell Aufgaben mit angepassten Schwierigkeitsgraden je nach Klassenstufe zuzuordnen. Bewährt hat sich die Zuteilung von 2er-Teams im realen Praktikum mit niedriger/hoher Klassenstufe, da sich dort die Schülerinnen untereinander besser helfen können.

Ein weiteres Spezialangebot gliedert sich in die „Sommer Sprachkurse für Studierende von ausländischen Hochschulen“ mit Interesse an einem Weiterstudium in Ilmenau ein. Ausländische Studierende mit bereits einem Abschluss und Deutschkenntnissen durchlaufen im Rahmen eines umfangreichen Programms verschiedene fachliche Stationen an

---

<sup>120</sup> <http://gostudy.fh-jena.de/24-0-Maschinenbau.html>, Verifiziert am: 05.01.2010

<sup>121</sup> <http://getstart.getsoft.net/>, Verifiziert am: 07.01.2010

<sup>122</sup> <http://www.thueko.de/>, Verifiziert am: 05.01.2010



der TU Ilmenau. Am Fachgebiet Elektrotechnik werden in den Kursen viele praktische Versuche durchgeführt, um die Studierenden für ein Studium mit elektrotechnischen Inhalten zu begeistern. GETsoft spielt hier in der Vorbereitungsphase insofern eine entscheidende Rolle, es mit den englischsprachigen E-Learning Angeboten möglich ist, vorhandene Sprachbarrieren innerhalb der Fachsprache abzubauen und die Studierenden an die deutschsprachigen Angebote heranzuführen. Da es die englischsprachigen Angebote in gleicher Form und Struktur auch in Deutsch gibt, hilft ein Umschalten zwischen den Versionen dem Sprachverständnis und fördert das Interesse am Inhalt.

### 6.2.3 Hochschulübergreifendes Verbreiterungsmodell in Hessen

Die Fachhochschule Fulda bietet vor dem Semesterbeginn einen Vorkurs Elektrotechnik an. Dieser dient der besseren Vorbereitung und der allgemeinen Wiederholung von relevanten ET-Inhalten. Die Studierenden sollen so besser auf ein technisches Studium vorbereitet werden. Präsentiert wird der kostenfreie Kurs in der „Studentenecke“ im Bereich „ET-Kompass“ des Fachbereiches ET. Dieser Vorkurs wurde vom Autor im E-Learning Bereich und einem weiteren erfahrenen Kollegen im Präsenzunterricht durchgeführt. Die Gesamtdauer beträgt zwei Wochen, wobei die erste Woche als Präsenzunterricht mit 1-2h ergänzenden Onlineanteil konzipiert ist und die zweite Woche ausschließlich als E-Learningkurs. Als LMS kommt das moodle System der FH Fulda zum Einsatz. Wieder konnten GETsoft-Lernobjekte im LMS verwendet und auf die neue Situation angepasst werden. Da der Vorbereitungskurs auch Inhalte zu Grundlagen der Energietechnik<sup>123</sup> enthielt, mussten diese zunächst entwickelt und anschließend in moodle integriert werden. Die Erfahrungen aus der Erstellung von GETsoft-Lernobjekten konnten bei diesem fachlich verwandten Fach leicht adaptiert und angewandt werden. Diese für den Bereich Grundlagen der Elektrotechnik und damit GETsoft neuen Inhalte fließen über die GETsoft-Datenbank zurück in die Lernumgebung und bereichern diese um weitere Themen der Elektrotechnik.

Der gesamte Kurs konnte als wiederverwendbares Lernobjekt mit höchster Komplexität exportiert werden und stellt einen weiteren interessanten Ansatz zum Austausch und Nutzung von GETsoft-Inhalten dar. Ein Kurs dieser Art könnte nun ähnlich dem besprochenen NAWITUR-Kurs innerhalb kürzester Zeit über das LMS der TU Ilmenau angeboten werden. Da die TU Ilmenau ein eigenes Vorkursprogramm<sup>124</sup> anbietet, könnte mit einem solchen bereits erprobten Kurs ein weiteres Angebot im Bereich Elektrotechnik etabliert werden.

---

<sup>123</sup> z.B. Einheiten und Größen der Energietechnik, Berechnungen am Energieflussbild, Umrechnung von Energieformen, Solarzellen als Spannungsquelle, Wirkungsgrad von Solarzellen

<sup>124</sup> <http://www.tu-ilmenau-service.de/Vorkurse.3768.0.html>, Verifiziert am: 07.01.2010

#### 6.2.4 Hochschulübergreifendes Verbreiterungsmodell in NRW

Die FH Aachen und die FH Köln adaptierten und integrierten GETsoft-Inhalte über ein eigenes moodle LMS in E-Learning Lehr- und Lernszenarien. Über das Centrum für eCompetence in Hochschulen NRW (CeC) wurden Kontakte zu Hochschulen in NRW hergestellt und die rechtlichen Rahmenbedingungen der Nutzung von GETsoft-Inhalten abgestimmt. Das CeC beurteilt in einem Gutachten [Kreplin 2005] die GETsoft-Komponenten wie folgt:

„Die Recherche des CeC ergab, dass das im BMBF-Projekt „mile“ erstellte umfangreiche Material, das auf dem GETsoft-Server der TU Ilmenau zur Verfügung steht, ausgezeichnet in das angestrebte Blended Learning Konzept passt. Die eigenen Skripte der Hochschullehrer werden durch eLearning-Komponenten ergänzt. Die Vorlesung kann durch einen Mix aus Selbstlernphasen und seminaristischen Präsenzveranstaltungen ersetzt werden.“

Speziell zum Inhalt und den Möglichkeiten des Import/Export bemerkt das Gutachten:

„Der Import des Contents hat sich als unproblematisch erwiesen, [...]. Es wurden lediglich kleinere Anpassungen im Hinblick auf die inhaltliche Gestaltung der Einführungsseiten und die Ersetzung einiger direkter Links zur TU Ilmenau notwendig. Die Lernplattform Moodle wird am Rechenzentrum der Universität Duisburg-Essen gehostet.“

Die Einbindung in ein eigenes LMS war ein wichtiger Aspekt dieser Verbreiterungsmaßnahme, da der Support und die Kommunikation mit den zahlreichen Kurs Teilnehmern abgesichert werden musste. Mit den moodle eigenen Kommunikationswerkzeugen wie Forum, Wiki und Chat waren die Fachhochschulen in der Lage, persönliche Betreuung unter Verwendung von extern entwickelten Inhalten anzubieten.

#### 6.2.5 Hochschulübergreifendes Verbreiterungsmodell in Rumänien

Im Rahmen des EU Projektes IDENTITY (Individualized Learning Enhanced By Virtual Reality) (s. auch 6.1.5) entstanden zahlreiche Module rund um das virtuelle Oszilloskop. Projekthinhalte war u.a. eine englischsprachige „Summer School“ für Studierende der Transilvania University of Brasov (Rumänien) abzuhalten. In einem Blended Learning Kurs wurden vom Autor elektrotechnische Inhalte mit Hilfe der entwickelten Module vermittelt. Das in diesem Projekt genutzte LMS ist eine modifizierte moodle Installation, das „Enhanced Individualized Learning Environment“ (EILE). Im Mittelpunkt der „Summer School“ standen Anwendungen aus den Themenbereichen Virtuelle Realität und Fernversuch. 22 Studenten aus allen Semesterstufen nahmen daran teil (7 weibliche Studenten, 15 männliche Studenten). Als wichtigstes Ergebnis der „Summer School“ wurde in einer anschließenden Befragung genannt, neue Erkenntnisse aus den Themengebieten Elektrotechnik/Elektronik gewonnen zu haben.

Die Teilnehmer bewerten als Stärken der „Summer School“ folgende Punkte:

- die Anwendung moderner Lehrmethoden,

- die Nutzung einer E-Learning Plattform (moodle),
- Kooperation und Kommunikation mit europäischen Lehrenden,
- die Möglichkeit, ihr Wissen selbst zu überprüfen und Nutzung der realisierten VR- und Remote-Anwendungen.

Dieser Kurs wurde von der rumänischen Plattform exportiert und in das LMS der TU Ilmenau importiert. Der Kurs wurde um einige zusätzliche Anleitungen erweitert und kann so als reiner englischsprachiger Selbstlernkurs zum Thema Oszilloskop genutzt werden.

### **6.2.6 VDE Seminarangebote als Ansatz für Weiterbildung**

Der VDE (Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.) bietet ein umfangreiches Weiterbildungsangebot für Elektrofachkräfte, Ingenieure und Führungskräfte an. Für das VDE Seminarangebot 2006 wurden am Fachgebiet unter dem Hauptthema „Moderne Methoden und Gebiete der Allgemeinen Elektrotechnik“ die Weiterbildungsangebote „Schaltungsentwurf und -simulation mit PSpice“, „Problemlösen mit Mathematica“, „Aufgabenlösen mit Mathcad“, „Automatische Messwerterfassung und –auswertung mit Matlab“, „Komplexe Rechnung zur Analyse von Wechselstromschaltungen und Fourier-Reihen-Darstellung periodischer Funktionen“, „Fourier-Transformation und Laplace-Transformation zur Analyse von Schaltvorgängen“, „Ausgewählte Probleme der Signalerkennung (Basismodul)“, „Ausgewählte Probleme der Mustererkennung (Aufbaumodul)“ entwickelt.

Zu zwei Präsenztagen sind anschließend vier Wochen tutoriell betreutes Lernen und Aufgabenlösen mit der Lernumgebung GETsoft vorgesehen. Die Präsenzveranstaltungen werden genutzt, um neben den Inhalten und Methoden der Themen in das Arbeiten mit den Inhalten und Werkzeugen der Lernumgebung einzuführen. Für den VDE sind dies die ersten Seminare mit Präsenzlehranteilen und Phasen mit netzgestütztem Lernen mit virtueller Betreuung. Für GETsoft sind dies die ersten Seminare die auf dem Gebiet der Weiterbildung entwickelt wurden.

### **6.2.7 E-Learning Fortbildungskurse**

In Kooperation mit dem Thüringer Institut für Lehrerfortbildung, Lehrplanentwicklung und Medien (ThILLM) wurden Kurse zur Weiterbildung von Lehrern durchgeführt. Themenschwerpunkte hierbei sind die Vermittlung der Erfahrungen bei der Nutzung von didaktischen Szenarien mit E-Learning Unterstützung (Blended Learning) in der Hochschulausbildung und aktuelle technologische Entwicklungen. Als besonders attraktiv für die gymnasiale Ausbildung wurden von den Lehrern die Innovationen bei der Nutzung von virtuellen Instrumenten und eAssessment-Methoden eingeschätzt. Diese Angebote lassen sich besonders gut am Übergang von gymnasialer Oberstufe zur Hochschule einsetzen, da sie das Ende des einen mit dem Anfang des anschließenden Ausbildungsweges verbinden. Die Lehrer wirken hier als Multiplikatoren bei der

Verbreitung solcher Angebote. Mit der Verwendung des Thüringer Schülerportals schließt sich somit ein Kreislauf bei dem Einsatz von geeigneten GETsoft-Lernobjekten aus der Hochschule in der Oberstufe.

Ein spezialisiertes Fortbildungsangebot wurde 2009 für die Kollegen vom Institut für Experimentalphysik der TU Ilmenau am Fachgebiet GET durchgeführt. Als Bestandteil des bundesweiten „5. Workshop der Vorlesungsassistenten Physik“ wurde ein Kurs zu virtuellen Instrumenten und eAssessment im Elektrotechnik-Praktikum durchgeführt. Der Fokus lag hier auf den Erfahrungen, Methoden und Ergebnissen von E-Learning als Vorbereitung sowie als Eingangstest für praktische physikalische bzw. elektrotechnische Versuche. Mit der GETsoft-Komponente LabWeb konnten hier umfassende Beispiele vorgeführt, diskutiert und als Anregung für eigene Nutzung mitgegeben werden.

Die Kurs-Angebote für auswärtige Lehrende dienen neben der Verbreiterung sowie dem Marketing der eigenen E-Learning-Produkte natürlich auch immer der internen und externen Vernetzung.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

### 7.1 Zusammenfassung der Dissertation

Es ist gelungen ein systematisches durchgängiges Prozess- und Vorgehensmodell zur Entwicklung von webbasierten Lernumgebungen mit Fokus auf die Ingenieurwissenschaften vorzulegen. Dabei wurden die wissenschaftlichen Erkenntnisse aus den Bereichen des Systems Engineering, des Software Engineering, der Medieninformatik, der Medientechnik, der Medienproduktion, der Medien- und Fachdidaktik, des Mediendesign sowie die Standards dieser Bereiche interdisziplinär verknüpft. Das eigens für webbasierte Lernumgebungen entwickelte Ebenenmodell nutzt auf allen beteiligten Ebenen entsprechendes Grundlagenwissen und wird - wenn erforderlich - um eigene Ideen erweitert.

Als wesentliche Neuerungen wären zu nennen:

- Objektorientiertes Rapid Prototyping mit iterativen und evolutionären Methoden als Kern des Softwareentwicklungsprozesses,
- ein Paradigmenwechsel von der stringenten linearen Softwareentwicklung zum agilen Prozess mit Rückkopplungsmöglichkeiten,
- ein Repository für verschiedene Prototypenarten und wiederverwendbare Lernobjekte als zentraler Bestandteil der Softwareentwicklung sowie
- ein standardkonformes RDBMS als zentraler Bestandteil des Lernobjekt-Managements einer webbasierten Lernumgebung mit verschiedenen Komponenten.
- Als konkrete Ergebnisse des Prozess- und Vorgehensmodells wären z.B. zu nennen:
  - die deutliche Verkürzung der Entwicklungszeiten von Lernobjekten,
  - viele spezielle Mediengestaltungskonzepte für ing.-wiss. Szenarien,
  - praxiserprobte Vorgehensweisen mit übertragbaren Handlungsleitfäden und Style Guides sowie
  - standardkonforme, wiederverwendbare, austauschbare, offene und erweiterbare Lernobjekte.

Was sich deutlich aus den untersuchten Lernumgebungen (vgl. Kap. 3) und den eigenen Erfahrungen ableiten lässt, ist:

- die klare Professionalisierung der E-Learning-Entwicklung von Inhalten,
- die Verankerung von fachlichen und didaktischen Vorgehensweisen,
- die Konsolidierung und Konvergenz von Prozessmodellen und Werkzeugen,
- die stetige Vernetzung sowie
- die verstärkte Nutzung von offenen Standards und Systemen.

Vor allem der letzte Punkt verläuft immer noch zu langsam. Weder durchdringen einige seit vielen Jahren vom W3C verabschiedete Standards vollständig notwendige Produktionswerkzeuge noch sind selbst aktuellste Systeme vollständig kompatibel (vgl. Kap. 5.1.2).

Offenheit für Standards, Systeme und Inhalte wird vielerorts leider als Gefahr für die eigene Institution statt als Chance auf Vernetzung und Communitybuilding aufgefasst.

Welche Faktoren spielen aber nun eine Rolle um eine webbasierte Lernumgebung erfolgreich zu entwickeln, zu etablieren und Vernetzung als Chance zur Weiterentwicklung zu sehen?

## 7.2 Ausblick

### Erfolgsfaktoren für webbasierte Lernumgebungen



Abbildung 7.1: Erfolgsfaktoren für webbasierte Lernumgebungen in ing.-wiss. Disziplinen

Als wichtigsten Faktoren sind hier der politische Wille der Länderregierung und vor allem der einzelnen Hochschulen zu sehen, im Bundesland selbst und darüber hinaus eine offene Vernetzungspolitik zu betreiben und internationale Kooperationen anzustreben. Speziell die organisatorischen Faktoren an der Hochschule sind ausschlaggebend für den Erfolg einer vernetzungsbereiten Lernumgebung.

Neben der allgemeinen Anerkennung von E-Learning-Szenarien als didaktische Lehrmethode sind besonders die curriculare Verankerung der Lernumgebung, die Mitarbeiterförderung und -schulung am System sowie der gesicherte Support (Technische Absicherung, Support für Nutzer, Autoren, Dozenten) bedeutend.

Die Entwicklung und der Support kosten natürlich Geld und so sind wirtschaftliche Faktoren im Spannungsdreieck von „Aufwand – Nutzen – Kosten“ zu beachten. Weiterhin spielen hier Wirtschaftlichkeitsmodelle mit Aspekten der Nachhaltigkeit, Vermarktung und Fortführung von Projekten eine Rolle. Weitere Faktoren, wie z.B. die wissenschaftliche Einbettung des interdisziplinären Forschungsfeldes „E-Learning“ als institutionalisierter Bereich der Hochschule tragen wesentlich zu einer Verstetigung bei. Eine erfolgreiche Durchsetzung benötigt ständige Präsenz und damit Präsentation von Ergebnissen. Diese Ergebnisse entstehen häufig aus Verbreiterungs- oder Vertiefungsprojekten rund um E-Learning und müssen an der Hochschule im wissenschaftlichen Rahmen publiziert sowie öffentlich zugänglich gemacht werden. Nur über wissenschaftliche Transparenz, freien Zugang zu neuen Erkenntnissen und Inhalten sowie eine offene Kommunikationspolitik können sich Projektlösungen als „Kristallisationskerne“ für hochschulweite Angebote zu neuen Technologien, Inhalten und didaktische Modellen herausbilden.

### **Offene Wissensressourcen als Zukunftsmodell**

Offene Wissensressourcen im Englischen als „Open Educational Resources“ (OER) bezeichnet werden von der OECD<sup>125</sup> wie folgt beschrieben:

“The definition of OER currently most often used is “digitised materials offered freely and openly for educators, students and self-learners to use and reuse for teaching, learning and research”. OER includes learning content, software tools to develop, use and distribute content, and implementation resources such as open licences.” [OECD - Centre for Educational Research and Innovation 2007, S.10]

Damit liegt die OER-Definition relativ nahe an der für Lernobjekte (vgl. Kap. 2.3.5) mit der Erweiterung auf die offene Lizenzierung. Ähnlich äußerten sich deutsche Förderer, wie das BMBF und der DLR, über die Ergebnisse der NMB-Projekte.

„Besonders ist hier darauf zu verweisen, dass die Förderergebnisse in Deutschland im Rahmen von Forschung und Lehre allen Hochschulen kostenfrei zur Verfügung stehen.“ [BMBF 2004]

---

<sup>125</sup> Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD, engl.: Organisation for Economic Co-operation and Development)

Im Kap. 3.3.6 wurde dargelegt, dass die offene Nutzung von Lernressourcen international bereits sehr verbreitet ist. Auch in Deutschland gibt es verschiedene Ansätze mit Open Repositories zunächst die Infrastruktur für den Zugang zu offenen Wissensressourcen zu schaffen. Das Projekt CampusContent<sup>126</sup> als DFG-Leistungszentrum für E-Learning soll hier den Rahmen für Fachgemeinschaften, Lehrende, Lernende und Bildungsorganisationen geben. GETsoft-Inhalte sind problemlos in solche Portale integrierbar, da schon früh auf Offenheit und Standardkonformität geachtet wurde. Die Integration in das Bildungsportal Thüringen oder das Thüringer Schülerportal (vgl. Kap. 6.1.2) sind hier als erste erfolgreiche Schritte der Verbreiterung zu sehen.

Open Access (engl., freier Zugang) als Begriff für eine offene Wissenschaftskommunikation, Zugang zu den Ergebnissen öffentlicher Förderung, Interdisziplinarität und weltweitem Forschungstransfer ist ein weiterer Baustein für eine offene Wissenschaftskultur. Spricht man von Open Educational Resources, Open Repositories oder Open Access muss man ebenfalls von Open Content (engl, freie Inhalte) sprechen.

Open Content bezeichnet mehr eine Philosophie als eine strenge Lizenz. Freie Inhalte aus GETsoft sind im Verständnis dieser Arbeit alle Lernobjekte, welche zur nichtkommerziellen Aus- und Weiterbildung verändert und genutzt werden dürfen. Diese Interpretation bedient sich der sogenannten Creative Commons Lizenz<sup>127</sup>, die eine Namensnennung vorschreibt, eine nichtkommerzielle Nutzung und eine Weitergabe von bearbeiteten Inhalten nur unter der gleichen Lizenz erlaubt.

So wie die Infrastruktur von GETsoft, viele Entwicklungswerkzeuge und damit viele Inhalte nur durch die Benutzung von Open Source (vgl. Kap. 5.1.2) möglich gemacht wurden, so sollen freie GETsoft-Lernobjekte dazu beitragen, Wissen in die Open Community zurückzugeben (vgl. Kap. 6.1.5).

Der OECD-Report "Giving Knowledge for Free: The Emergence of Open Educational Resources" bringt deutlich zum Ausdruck wie die Zukunft der offenen Wissensressourcen eingeschätzt wird:

"This calls for management of institutions to consider the risk of doing nothing. Higher education institutions are advised to have an information technology strategy which includes, among other things, how the institution should deal with the opportunities and threats posed by the OER movement." [OECD - Centre for Educational Research and Innovation 2007]

Open Educational Resources werden in der Bildungsbranche ähnlich der Open Source-Bewegung in der Softwareindustrie tiefgreifende Veränderung bewirken. GETsoft kann sich hier gut gerüstet für die Zukunft sehen.

---

<sup>126</sup> <http://www.campuscontent.de>, Verifiziert am: 10.01.2010

<sup>127</sup> <http://de.creativecommons.org/>, Verifiziert: 10.01.2010



## Weiterentwicklung von GETsoft

Ein Schwerpunkt bei der weiteren Entwicklung von GETsoft wird die Vernetzung, der Austausch sowie die nationale und internationale Kooperation mit anderen Institutionen sein.

Ein weiteres wichtiges Ziel für den Fachbereich, die Fakultät und die gesamte TU Ilmenau ist die Studierendengewinnung auf nationaler und internationaler Ebene. Zur Unterstützung der internationalen Studienwerbung könnten weitere mehrsprachige Angebote aus den vorhandenen Modulen und Lernobjekten erzeugt werden.

GETsoft kann besonders gut am Übergang von Schule zu Hochschule zur Studienwerbung eingesetzt und in Kooperation, z.B. mit dem BPT und Thillm (vgl. Kap. 6.1.2), ausgebaut werden.

Einige GETsoft-Komponenten bieten sich an, um für weitere an der TU Ilmenau geplante Studienformen wie z.B. Duales Studium oder Fernstudium aufbereitet und in das Curriculum integriert zu werden.

Es sollen nun kurz einige ausbaufähige Szenarien skizziert werden, die momentan nur als Ideen existieren oder als erste Ansätze in GETsoft vorhanden sind.

Da Mitschriften, Skripte und Bücher ein wichtiger Bestandteil der Blended Learning Szenarien in GETsoft sind, wäre es interessant, Ansätze die eine enge Verknüpfung von Off- und Onlinemedien erlauben, weiterzuentwickeln. Vor allem die stärkere Verknüpfung von Print- und Onlinemedien steht hier im Fokus. E-Books und StreamBook [Brecht, Krömker et al. 2008] sowie neueste Technologie-Entwicklungen auf dem Markt der flexiblen<sup>128</sup>, leichtgewichtigen<sup>129</sup> E-Book-Reader und Tablet-PCs<sup>130</sup> sind hier vielversprechend. Erste Erfahrungen mit der GETsoft-Komponente BookWeb können an dieser Stelle eingebracht werden

Neben dem Ausbau von neuen Ideen sollen bereits im Einsatz erprobte Ansätze weiterentwickelt werden. Hierzu gehört die Gruppe der eAssessment-Szenarien für die Online-Eingangstests und Vorbereitung auf das GET-Praktikum sowie die Prüfungsvorbereitung. An dieser Stelle ist die höchste Motivation der Studierenden zu beobachten, da die Wissensüberprüfung direkte Auswirkung auf die Noten haben kann.

Im Bereich der Visualisierung und Simulation von komplexen Vorgängen gibt es ebenfalls noch Entwicklungsmöglichkeiten. Technische Magnetkreise oder Elektrostatische Feldanordnungen z.B. sind für die Studierenden im ersten Semester besonders herausfordernde Themen. Die Probleme bei der Behandlung der oft schwer vorstell-

---

<sup>128</sup> Farbige E-Paperdisplays, <http://www.mirasoldisplays.com/ereader>, Verifiziert am: 10.01.2010

<sup>129</sup> Dual-Display E-Book-Reader, <http://www.entourageedge.com/devices/entourage-edge.html>, Verifiziert am: 10.01.2010

<sup>130</sup> Tablet-PC-Neuheiten von Asus, Fujitsu, HP und Lenovo, <http://www.heise.de/mobil/meldung/Tablet-PC-Neuheiten-von-Asus-Fujitsu-HP-und-Lenovo-896360.html>, Verifiziert am: 10.01.2010

baren verschiedenen Feldanordnungen könnten über die typischen GETsoft-Komponenten erläutert, visualisiert und abgeprüft werden.

Interessant gestalten sich erste Ansätze aus der GETsoft-Komponente TestWeb, die in die Richtung von Personal Learning Environment (PLE) [Schaffert und Hilzensauer 2008] zielen. Die Idee, dass sich der Nutzer seine eigene Lernumgebung aus angebotenen und externen Komponenten schafft, ist hier prinzipiell integrierbar. So könnte man z.B. direkt aus der eAssessment-Umgebung heraus Empfehlungen für thematisch passenden GETsoft-Komponenten von TestWeb generieren lassen und im Nutzerprofil verankern.

Lernumgebungen sind im Allgemeinen aber nur ein Teil der gesamten Hochschulinfrastruktur (z.B. eCampus der TU Ilmenau<sup>131</sup>) und der dazugehörigen Verwaltungssystemen (z.B. HIS). Als Fundamente eines technologiegestützten Student Lifecycle können das technologiegestützte Lernen und Lehren sowie die technologiegestützte Organisation und Verwaltung im Überbegriff webbasierte Dienste zusammengefasst werden.

Wenn aber fachspezifische Lernumgebungen, LMS, PLE sowie weitere webbasierte Dienste das Fundament bilden, was könnte, sollte oder müsste darauf aufbauen?

---

<sup>131</sup> <http://www.tu-ilmenau.de/unirz/eCampus.550.0.html>, Verifiziert am: 10.01.2010

### 7.3 Vision eines hochschulweiten technologiegestützten Campus-Management-Systems

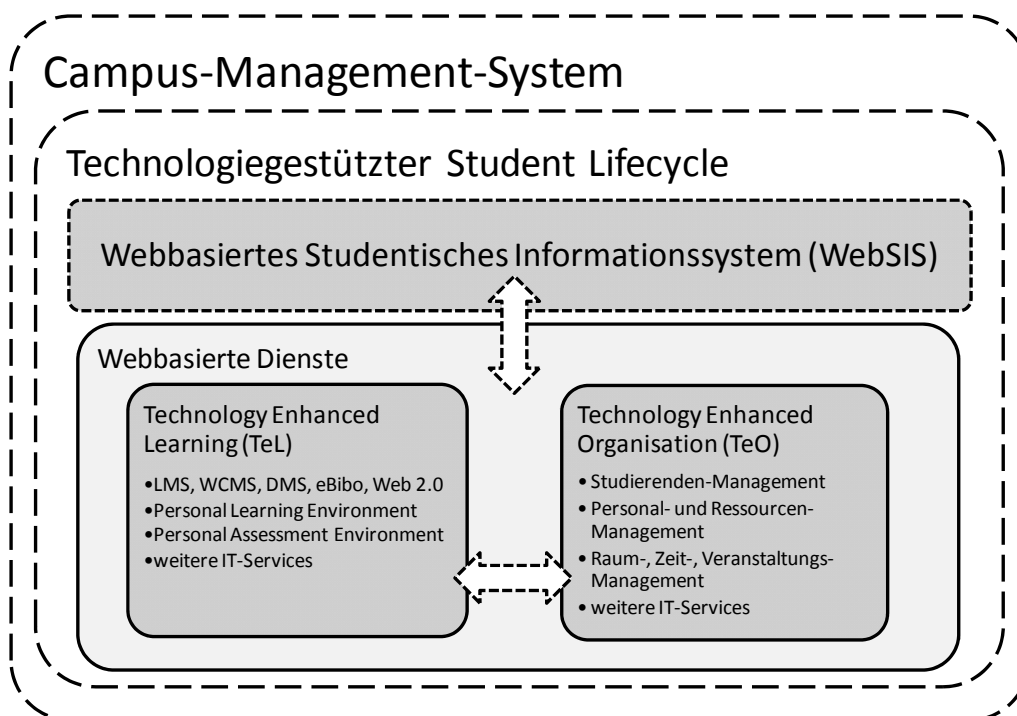


Abbildung 7.2: Vision eines hochschulweiten technologiegestützten Campus-Management-Systems

Die absehbare Konvergenz der Systeme (s. gestrichelte Linien in Abbildung 7.2) sowie ein Verschmelzen, Verzahnen und Verbinden der allgemeinen und speziellen webbasierten Dienste aus den Bereichen Lehre, Forschung und Hochschulverwaltung muss, z.B. mit einem Studierendenportal oder Hochschulportal, gebündelt werden. Für das technologiegestützte Management des Student Lifecycle bieten in Deutschland bisher nur wenige Anbieter komplette Lösungen an (z.B. HIS<sup>132</sup> und SAP<sup>133</sup>). Solche webbasierten Informationssysteme sind natürlich genauso für Mitarbeiter der Hochschule interessant, könnten doch so auch Verwaltungsfunktionen gebündelt und personalisiert angeboten werden.

Idealerweise soll ein auftretender Studieninteressent entsprechend seiner Präferenzen und seines realistisch eingeschätzten Könnens geworben und durch geeignete Informationen sowie Betreuung für ein Hochschulstudium gewonnen werden. Dazu zählen individuelle Informationsprogramme, Selbsteinschätzungstest und die persönliche Betreuung von Seiten der Universität. Konnte ein Studieninteressierter gewonnen werden, muss sich die Bewerbungsphase so unbürokratisch wie möglich direkt anschließen. Vorteilhaft wäre bereits in diesen ersten Phasen die Nutzung eines

<sup>132</sup> <http://www.his.de/abt1/ab01>, Verifiziert am: 10.01.2010]

<sup>133</sup> <http://www.sap.com/germany/industries/highered/index.epx>, Verifiziert am: 10.01.2010

Customer-Relationship-Managements (CRM) für den Bereich Studium. Man spricht in diesem Zusammenhang von einem Student-Relationship-Management-System (StRM). Nach [Weinmann 2007] hat ein StRM folgende Aufgaben:

„StRM ist eine studierendenorientierte Hochschulphilosophie, die mit Hilfe moderner Informations- und Kommunikationstechnologien versucht, auf lange Sicht durch ganzheitliche und differenzierte Marketing-, Auswahl-, Betreuungs- und Servicekonzepte fruchtbare Beziehungen im Sinne der Ausbildung und Forschung zwischen Hochschule und Studierenden aufzubauen und zu festigen.“

Zusammengefasst sollte sich für den potenziellen Studierenden also ein auf seine Bedürfnisse abgestimmtes individuelles Betreuungs- und Informationssystem der Hochschule präsentieren, welches auch sofortige persönliche Kontakte bei detaillierten Anfragen zulässt.

Zusätzlich zu den vorausgegangenen Anforderungen an ein solches Informationssystem müssen in den Phasen BA- und MA-Studium weitere inhaltliche und organisatorische Ergänzungen folgen. Den Studierenden muss z.B. ermöglicht werden einen einheitlichen Zugang zu ihren Prüfungsergebnissen, der Noten- und Lernmaterialverwaltung, Raum-, Zeit- und Veranstaltungsplanung, sowie Zugänge zu CMS, DMS<sup>134</sup>, LMS und Lernumgebungen der Hochschule und dem zentralen Einschreibesystem zu bekommen. Für die MA-Phase ist eine Unterscheidung nach Studierenden die an der Hochschule ihren BA-Abschluss absolviert haben und nach MA-Studierenden von außerhalb wichtig. Eigene Studierende müssen in dem System konsequent weitergeführt, externe Studierende ab ihrer Interessenbekundung eingebunden werden. Hier wiederholen sich Prozesse aus der Orientierungs- und Bewerbungsphase, die phasendediziert für die MA-Vorgänge angepasst werden müssen. Die Schaffung eines Vertrauensverhältnisses über sehr gute informelle und individuelle Serviceleistungen ist besonders bei den zahlenmäßig geringeren MA-Bewerberzahlen wettbewerbsentscheidend für die Hochschule. Ähnliche Überlegung sind für die Phasen Promotion, Alumni und berufsbegleitende Weiterbildung anzustellen.

Kombiniert man das studentische Informations- und Verwaltungssystem mit dem Organisations- und Verwaltungssystem der Hochschule spricht man übergeordnet vom Campus-Management-System.

---

<sup>134</sup> DMS = Document-Management-System

## 8 Literaturverzeichnis

- Adobe Systems Incorporated: Adobe Flash Player Version Penetration. Verifiziert am: 2009-10-09 ([http://www.adobe.com/products/player\\_census/flashplayer/version\\_penetration.html](http://www.adobe.com/products/player_census/flashplayer/version_penetration.html))
- Adobe Systems Incorporated: Flash Player penetration (Plugin comparison). Verifiziert am: 05.10.2009 ([http://www.adobe.com/products/player\\_census/flashplayer/](http://www.adobe.com/products/player_census/flashplayer/))
- ADL SCORM 2004, Ausgabe: 2009. *Sharable Content Object Reference Model (SCORM)*.
- AICC, Ausgabe: *Aviation Industry Metadata Description*.
- Aslanski, K., Döring, N., et al.: *Try Outs von multimedialen Lernprogrammen am Beispiel der elektrotechnischen Grundlagenausbildung*. In: Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft, TU Ilmenau: 2002
- Auinger, A., Auinger, F., et al.: *Content Production for E-Learning in Engineering*. In: International Journal of Emerging Technologies in Learning (I-JET). (2007) Heft 2,
- Balzert, H.: *Lehrbuch der Softwaretechnik*. Heidelberg: Spektrum Akad. Verl., 2008
- Barritt, C., Lewis, D.: *Reusable Learning Object Strategy*. 2000
- Bärwinkel, T., Dürrwald, F., et al.: *Einsatz von OpenSource Technologien in der webbasierten Lernumgebung GETsoft*. In: Workshop on E-Learning (WeL), HTWK Leipzig: 2006
- Baudry, A.: *Architecture of an E-Learning System with Embedded Authoring Support*. In: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2002, Montreal, Canada: AACE, 2002
- Baumgartner, P.: *Didaktik und Reusable Learning Objects (RLO's)*. In: Campus 2004 - Kommen die digitalen Medien an den Hochschulen in die Jahre?, Waxmann, 2004
- Baumgartner, P., Kalz, M.: *Wiederverwendung von Lernobjekten aus didaktischer Sicht*. In: Auf zu neuen Ufern! E-Learning heute und morgen, Waxmann, 2005
- Bernd Kleimann, M. Ö., Marc Göcks: *Studieren im Web 2.0 - Studienbezogene Web und E-Learning-Dienste*. 2008
- bildungsportal-thueringen.de: *Wissenschaftliche Weiterbildung der Thüringer Hochschulen*. Erfurt: Thüringer Kultusministerium, 2009
- BMBF: Der MEDIDA-PRIX 2001 geht an "MathePrisma". Verifiziert am: 2008-09-01 (<http://www.bmbf.de/press/470.php>)
- BMBF: *Kursbuch eLearning 2004*. Sankt Augustin: DLR-Projektträger, 2004
- Bode, A., Rathmayer, S., et al.: *Die E-Strategie der Technischen Universität München in E-Strategy*. Strategisches Informationsmanagement für Forschung und Lehre, Münster: Waxmann Verlag, 2008,
- Bradley, C. und Boyle, T.: *The design, development, and use of multimedia learning objects*. In: Journal of Educational Multimedia and Hypermedia. (2004) Heft 13, S.371-389
- Bräunig, S.: *Konzeption und Realisierung einer webbasierten Lernumgebung für die Signal- und Mustererkennung*. Diss. TU Ilmenau, 2006
- Brecht, R., Krömker, H., et al.: „StreamBook“ - ein Online Reader für multimediale E-Books in digitalen Bibliotheken. In: Mensch & Computer 2008 – Viel mehr Interaktion, Lübeck: Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2008
- Brehm, C., Neundorf, V., et al.: *BookLink : die Verbindung von Lehrbuch und Lernumgebung*. In: Europäische Jahrestagung der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft, Zürich: Waxmann, 2006
- Bremer, C.: *eLearning durch Förderung promoten und studentische Projekte als Innovationspotential für die Hochschule*. In: Tagungsband der GMW-Jahrestagung, Berlin: Waxmann Verlag, 2009

- Brix, T., Döring, U., et al.: *Digitale Mechanismen- und Getriebebibliothek - Eine multimediale Informationsbasis für Forschung, Lehre und Industrie*. In: Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft, TU Ilmenau: 2004
- Brügge, B. und Dutoit, A. H.: *Objektorientierte Softwaretechnik. Mit UML, Entwurfsmustern und Java*. 2. Aufl., München u.a.: Pearson Studium, 2004
- Bücking, J.: *Organisation elektronischer Prüfungen an der Universität Bremen*. In: HIS-Workshop "Elektronische Prüfungen an Universitäten", 2008
- Bundesinstitut für Berufsbildung: Wissenslandkarte. Verifiziert am: 2009-09-08 (<http://www.bibb.de/de/wlk.htm>)
- Bungenstock, M., Baudry, A., et al.: *The Construction Kit Metaphor for a Software Engineering Design of an E-Learning System*. In: World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2002, Denver, Colorado, USA: AACE, 2002
- Burger, P., Stubenrauch, R., et al.: *Zur Weiterentwicklung der rechneruntergestützten Übungsplätze im Lehrgebiet "Grundlagen der Elektrotechnik" an der Technischen Hochschule Ilmenau*. In: Technische Hochschule. (1987) Heft 32, No. 3, S.103-106
- Chilian, G., Henkel, V., et al.: *Audiovisuelle Online-Lehrmaterialien für die Konstruktionsausbildung (Projekt: Pro-Teach-Net)*. In: Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft, 2003
- Cui, J.: *Entwicklung eines interaktiven virtuellen 3D-Modells eines Asynchronmotors*. Diplomarb. TU Ilmenau, 2008
- Dahme, C. und Hesse, W.: *Evolutionäre und kooperative Software-Entwicklung*. In: Informatik-Spektrum. (1997) Heft 20, S.3-4
- Dellnitz, M.: math-kit - Ein multimedialer Baukasten für die Mathematik-Ausbildung im Grundstudium. Verifiziert am: 2009-10-10 (<http://www.math.uni-paderborn.de/~mathkit/>)
- Derr, K., Fried, T., et al.: *MathX3 - Online-Selbsttest zur Basiskompetenz Mathematik* In: Zeitschrift für Hochschulentwicklung (ZFHE). (2009) Heft 4,
- digita: digita - Deutscher Bildungsmedien Preis. Verifiziert am: 2009-09-24 (<http://www.digita.de/>)
- Ausgabe: 2008-09. *DIN EN ISO 9241-151*.
- DIN EN ISO 9241-151, Ausgabe: 2008. *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 151: Leitlinien zur Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für das World Wide Web*.
- DIN EN ISO 13407, Ausgabe: 2000. *Benutzer-orientierte Gestaltung interaktiver Systeme*.
- DIN EN ISO 14915-1, Ausgabe: 2003. *Software-Ergonomie für Multimedia- Benutzungsschnittstellen - Teil 1: Gestaltungsgrundsätze und Rahmenbedingungen*.
- DIN EN ISO 14915-2, Ausgabe: 2003. *Software-Ergonomie für Multimedia- Benutzungsschnittstellen - Teil 2: Multimedia-Navigation und Steuerung*.
- DIN EN ISO 14915-3, Ausgabe: 2003. *Software-Ergonomie für Multimedia- Benutzungsschnittstellen - Teil 3: Auswahl und Kombination von Medien*.
- DIN EN ISO/IEC 19796-1, Ausgabe: 2009. *Informationstechnik - Lernen, Ausbilden und Weiterbilden - Qualitätsmanagement, -sicherung und -metriken - Teil 1: Allgemeiner Ansatz*.
- DIN PAS 1032-1:2004, Ausgabe: 2004. *Aus- und Weiterbildung unter besonderer Berücksichtigung von e-Learning - Teil 1: Referenzmodell für Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung; Planung, Entwicklung, Durchführung und Evaluation von Bildungsprozessen und Bildungsangeboten*.
- Dippel, H. C., Neundorf, V., Yakimchuk: *TestWeb – eine webbasierte Umgebung zur Klausurvorbereitung mittels individueller Online-Tests in ingenieur-wissenschaftlichen Fächern*. In: Workshop on e-Learning (WeL), HTWK Leipzig: 2008
- Dippel, H. C. und Yakimchuk, V.: *Spezielle Interaktivitätsformen einer E-Assessment-Umgebung am Beispiel "Grundlagen der Elektrotechnik"* In: DeLFI - 7. e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik, Berlin: 2009
- Dittler, U.: *E-Learning. Einsatzkonzepte und Erfolgsfaktoren des Lernens mit interaktiven Medien*. Oldenborg, 2003

- Dobrica, L. und Niemela, E.: *A survey on software architecture analysis methods*. In: IEEE Transactions on Software Engineering, 2002
- Downes, S.: *Smart Learning Objects*. In: Learning Place Online. (2002) Heft 1,
- Dumas, J. S. und Loring, B. A.: *Moderating usability tests. Principles and practices for interacting*. Amsterdam u.a.: Morgan Kaufmann/Elsevier, 2008
- E-Learning@MV - IT-Initiative Mecklenburg-Vorpommern: Das Vorgehensmodell ELQ zur systematischen Entwicklung von E-Learning-Angeboten auf Basis der DIN PAS 1032-1:2004. Verifiziert am: 2009-11-14 (<http://www.elearning-mv.de/EIQHH/>)
- e-teaching.org: Hypervideo. Verifiziert am: 2009-11-14 (<http://www.e-teaching.org/didaktik/gestaltung/visualisierung/hypervideo>)
- e-teaching.org: Aus der Praxis - Referenzbeispiele: GETsoft. Verifiziert am: 2009-12-21 (<http://e-teaching.org/praxis/referenzbeispiele/getsoft>)
- e-teaching.org: Referenzbeispiele - mathe online. Verifiziert am: 2009-10-08 (<http://e-teaching.org/praxis/referenzbeispiele/matheonline>)
- e-teaching.org: Referenzbeispiele - MathePrisma. Verifiziert am: 2009-10-08 (<http://e-teaching.org/praxis/referenzbeispiele/matheprisma>)
- e-teaching.org: Referenzbeispiele - MATRIXX. Verifiziert am: 2009-10-08 (<http://www.e-teaching.org/praxis/referenzbeispiele/MATRIXX>)
- Eberlein, D., Enss, V., et al.: "Next Generation" in der eLearning Technologie: Wandel am Beispiel des Virtuellen Wissensraum "Mumie" Verifiziert am: 2009-10-10 (<http://www.mumie.net/publications/next-generation-plattform.pdf>)
- Embacher, F. und Oberhumer, P.: *New Media in Mathematics Training*. In: Interactive Computer Aided Learning (ICL), Villach/Austria: Kassel University Press, 2002
- Engelhardt, M., Hildebrand, A., et al.: *Automatisierte Augmentierung von Lernobjekten in einer semantischen Interpretationsschicht der HyLOS Plattform*. In: Lucke, Ulrike (Hrsg.); Tavangarian, Djamshid (Hrsg.): DeLFI. (2005) Heft 3, S.105–116
- Enss, V., Holschneider, M., et al.: *MathletFactory: A Component Framework and Authoring Environment for Mathematical Applets in Interactive eLearning Platforms*. In: Interactive Computer Aided Learning (ICL), Villach/Austria: Kassel University Press, 2005
- ETH Zürich: Online-Prüfungen - Einsatzszenarien. Verifiziert am: 25.08.2009 (<http://www.net.ethz.ch/services/onlinepruefungen/szenarien>)
- Ferber, F. und Hampel, T.: *mechANIma - ganzheitliche Sicht auf neue Medien in der Mechaniklehre*. In: Informatik und Ausbildung, GI-Fachtagung 98, Informatik und Ausbildung, Springer-Verlag, 1998
- Ferber, F. und Müller, W. H.: mechANIma Online. Verifiziert am: 2009-10-11 (<http://mechanima-lab.upb.de>)
- Fincke, S., Wuttke, H.-D., et al.: *Das Bildungsportal Thüringen - Einsatz von Metadaten und neuen Medien zur Unterstützung von Weiterbildungsprozessen*. In: Scientific Reports, Journal of the University of Applied Science Mittweida. (2004) Heft Nr. 8, S.20-23
- Finke, M.: *Unterstützung des kooperativen Wissenserwerbs durch Hypervideo-Inhalte* Diss. TU Darmstadt, 2005
- Finsterbuch, H., Rettig, K., et al.: *Ansätze für ein wissensbasiertes Lehrsystem GET*. In: Technische Hochschule. (1990) Heft 35, No. 3, S.119-122
- Fischer, L. und Karl-Heinz, M.: *Acht Jahre nach Bologna – Professoren ziehen Bilanz*. 2008
- Fischer, M. R.: *CASEPORT: Systemintegrierendes Portal für die fallbasierte Lehre in der Medizin*. In: 6. Workshop der GMDS AG Computergestützte Lehr- und Lernsysteme in der Medizin, FH Ulm: 2002
- Foster, K. R.: *Mathtype 5 with mathML for the WWW*. In: Spectrum, IEEE. (2001) Heft 38, S.64-64
- Fredrich, H., Knauff, U., et al.: *Webbasierte Präsentation elektrotechnischer Phänomene*. In: Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft, TU Ilmenau: 2003

- Fredrich, H., Neundorf, V., et al.: *TaskWeb - eine webbasierte Aufgabensammlung, integriert in multimediale Lernumgebungen für die Elektrotechnik*. Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft. 94-96, 2002a
- Fredrich, H., Neundorf, V., et al.: *TaskWeb - eine webbasierte Aufgabensammlung, integriert in multimediale Lernumgebungen für die Elektrotechnik*. In: Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft, 2002b
- Fredrich, H., Neundorf, V., et al.: *Einsatz von Video für das Blended Learning in den Grundlagen der Elektrotechnik*. In: Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft, TU Ilmenau: 2004
- Fries, C.: *Grundlagen der Mediengestaltung : Konzeption, Ideenfindung, Visualisierung, Bildaufbau, Farbe, Typografie*. 3., überarb. und erw. Aufl., München: Fachbuchverl. Leipzig im Carl-Hanser-Verl, 2008
- Fries, C. und Witt, R.: *Mediengestaltung : Konzeption, Kommunikation, Visualisierung, Bildaufbau, Farbe, Typografie ; mit Website*. In: (2002) Heft S.206 S
- Friesen, N.: *Final Report on the International LOM Survey*. In: ISO/IEC JTC1 SC36. (2004) Heft 871,
- Frommer, A. und Krivsky-Velten, S.: *MathePrisma*. Münster: Waxmann-Verlag, 2004
- Gartner Research: *Hype Cycle for E-Learning*. 2006
- Gesellschaft zur Förderung der Digitalen Mechanismen- und Getriebebibliothek e. V.: *Digitale Mechanismen- und Getriebebibliothek - DMG-Lib*. Verifiziert am: 2009-10-11 (<http://www.dmg-lib.org>)
- Geueke, M. J.: *Beschreibung von computerunterstützten Lernumgebungen in der Medizin unter besonderer Berücksichtigung von Qualitätsmerkmalen*. Diss. Universität Duisburg-Essen, 2004
- Goertz, L. und Johanning, A.: *Open Educational Resources an internationalen Hochschulen – eine Bestandsaufnahme*. 2007
- Griffel, F.: *Componentware : Konzepte und Techniken eines Softwareparadigmas*. 1. Aufl., Heidelberg: dpunkt Verlag GmbH, 1998
- Gunner, T.: *Adaptivität im E-learning: Benutzer-und Inhaltsmodellierung mit IMS LIP& IEEE Lom*. Diplomica Verlag GmbH, 2008
- Haberfellner, R. und Daenzer, W. F.: *Systems engineering : Methodik und Praxis*. 11., durchges. Aufl., Zürich: Verl. Industrielle Organisation, 2002
- Hagemann, H.-J.: *INGMEDIA – Lernsoftware für technische und physikalische Praktika in Ingenieurstudiengängen*. In: Workshop E-Learning: NMB-Projekte in den Ingenieurwissenschaften, Dessau: 2003
- Hametner, K., Jarz, T., et al.: *Qualitätskriterien für E-Learning*. 2006
- Hammer, N.: *Mediendesign für Studium und Beruf: Grundlagenwissen und Entwurfssystematik in Layout, Typografie und Farbgestaltung*. Springer, 2008
- Hammer, N.: *Webdesign für Studium und Beruf: Webseiten planen, gestalten und umsetzen*. Springer, 2009
- Hammer, S., Neundorf, V., et al.: *Von der Off- zur Online-Lernumgebung : Grundlagen der Elektrotechnik*. In: Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft, TU Ilmenau: 2002
- Hantelmann, K.: *CHEMGAROO – Chemie lernen multimedial*. In: Grundlagen Multimedialen Lehrens und Lernens (GML<sup>2</sup>), Berlin: Center für Digitale Systeme (CeDiS), Freie Universität Berlin, 2009
- Hefft, K.: *Kein Mathe-Schock mehr am Studiumsbeginn - Elf Semester Erfahrungen mit dem Heidelberger Online-Kurs „Mathematischer Vorkurs zum Studium der Physik“*. In: Workshop für Multimedia in Bildung und Wirtschaft, TU Ilmenau: 2006
- Heger, M. und Kock, W.: *INGMEDIA, blended learning im Laborpraktikum - ein hochschuldidaktisches Projekt*. in Hochschuldidaktik an Fachhochschulen, neue Ansätze in der Lehre aus den Fachhochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen, Bielefeld Bertelsmann Verlag, 2004, S.169-176



- Hehl, J.: *Rich Media eLearning: Grundlagen, Standards, Marktübersicht Learning Management Systeme und eLearning Umfrage*. GRIN Verlag, 2007
- Heid, J., Hanebeck, B., et al.: *Different Learning and Assessment Scenarios using the Campus Virtual Patient System*. In: Bio-Algorithms and Med-Systems. (2009) Heft 5,
- Henkel, V. und Kloppenburg, J.: *The Collection of Mechanisms within the Digital Mechanism and Gear Library (DMG-Lib) – A Knowledge Base for Engineers, Scientists and Students*. In: Proceedings of the 53rd International Scientific Colloquium (IWK), TU Ilmenau: 2008
- Herrez, A.: *How to Use Jmol to Study and Present Molecular Structures*. Morrisville, NC: Lulu Enterprises, 2008
- Höllner, H. und Reisinger, P.: *Wiki Based Teaching and Learning Scenarios at the University of Vienna*. In: World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2008, AACE, 2008
- Hörber, G.: Erstellung von modularisierten Multimedia-Unterlagen für die wissenschaftliche Weiterbildung im Fachgebiet Maschinenbau (teachING). Verifiziert am: 2009-10-11 (<http://www.htw-berlin.de/Forschung/Forschungskatalog/Projekt.html?id=578>)
- Huwendiek, S.: CAMPUS-Software. Verifiziert am: 2009-10-15 (<http://www.medizinische-fakultaet-hd.uni-heidelberg.de/CAMPUS-Software.109992.0.html>)
- IEEE 1484.12.1-2002, Ausgabe: 2002. *Final Draft Standard for Learning Object Metadata*.
- IEEE 1484.12.3-2005, Ausgabe: 2005. *IEEE Standard for Learning Technology-Extensible Markup Language (XML) Schema Definition Language Binding for Learning Object Metadata*.
- IMS Global Learning Consortium: IMS Meta-data Best Practice Guide for IEEE 1484.12.1-2002 Standard for Learning Object Metadata. Verifiziert am: 2009-08-25 ([http://www.imsglobal.org/metadata/mdv1p3pd/imsmd\\_bestv1p3pd.html](http://www.imsglobal.org/metadata/mdv1p3pd/imsmd_bestv1p3pd.html))
- Informationsdienst Wissenschaft e.V. (IDW): Auf dem Weg zum Fernstudium "Chemieingenieurwesen". Verifiziert am: 2009-10-13 (<http://idw-online.de/de/news166118>)
- ISO 15836:2009, Ausgabe: 2009-02. *Information and documentation - The Dublin Core metadata element set*
- ISO/IEC 19501, Ausgabe: 2005. *Informationstechnik - Offene verteilte Verarbeitung - Vereinheitlichte Modellierungssprache (UML) Version 1.4.2*
- Issing, L. J. und Klimsa, P.: *Information und Lernen mit Multimedia und Internet : Lehrbuch für Studium und Praxis*. In: (2002a) Heft S.XIX, 585 S.
- Issing, L. J. und Klimsa, P.: *Information und lernen mit Multimedia und Internet: Lehrbuch für Studium und Praxis*. Beltz, 2002b
- Jacobson, I.: *Object-oriented software engineering : a use case driven approach*. Wokingham u.a.: Addison-Wesley u.a., 1992
- Jayaswal, B. K. und C. Patton, P.: *Design for Trustworthy Software: Tools, Techniques, and Methodology of Developing Robust Software*. Prentice Hall, 2006
- Kazman, R., Abowd, G., et al.: *Scenario-based analysis of software architecture*. In: Software, IEEE. (1996) Heft 13, S.47-55
- Kesper, H., Schön, L.-H., et al.: *Multimedia Learning Module and Traditional Lecture: Mutual Improvement*. In: World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications (EDMEDIA) 2004, Lugano, Switzerland: 2004
- Kleber, M.: *Das Multimediale Lernnetz Bauphysik*. In: do-it.software-forschungstag - Aktuelle Trends in der Softwareforschung, Fraunhofer IRB Verlag, 2004
- Kleimann, B.: *Kapazitätseffekte von E-Learning an deutschen Hochschulen*. 2008
- Klimsa, P.: *Neue Medien und Weiterbildung : Anwendung und Nutzung in Lernprozessen der Weiterbildung*. In: (1993) Heft S.XIX, 363 S
- Klimsa, P. und Krömker, H.: *Medienproduktion für Internet*. Wiesbaden : VS Verl. für Sozialwiss., 2005
- Knolmayer, G. F.: *E-Learning Objects*. In: Wirtschaftsinformatik 2004, 2004

- Kreplin, B.: *Gutachten des Centrum für eCompetence in Hochschulen NRW (CeC) für die Lernumgebung GETsoft*. 2005
- Kretzschmar, O. und Dreyer, R.: *Medien-Datenbank- und Medien-Logistik-Systeme : Anforderungen und praktischer Einsatz*. München u.a.: Oldenbourg, 2004
- Kritzenberger, H.: *Multimediale und interaktive Lernräume*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2005
- Krömker, H. und Klimsa, P.: *Handbuch Medienproduktion : Produktion von Film, Fernsehen, Hörfunk, Print, Internet, Mobilfunk und Musik*. 1. Aufl., Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss., 2005
- Kropf, S.: *Barrierefreie wiederverwendbare Lernobjekte*. Diplomarb. TU Ilmenau, 2007
- Krug, S.: *Don't Make Me Think! A Common Sense Approach to Web Usability, Second Edition*. New Riders Publishing, Berkeley, California USA, 2006
- Kultusminister Konferenz: *Erklärung des Präsidenten der Kultusministerkonferenz, Minister Henry Tesch, zur Weiterentwicklung der Bachelor- und Masterstudiengänge an den Hochschulen*. 2009
- Latchman, H. A., Salzmann, C., et al.: *Information technology enhanced learning in distance and conventional education*. In: IEEE transactions on education, New York, NY: IEEE Education Society, 1999
- Leven, F. und Klar, R.: *CAMPUS: Ein CBT/WBT-System für die fallbasierte Aus-, Weiter- und Fortbildung in der Medizin*. in E-Learning für die Hochschule - Erfolgreiche Ansätze für ein flexibleres Studium, Münster: Waxmann, 2003, S.107-125
- Logtenberg, J.: *Multi-user interaction with molecular visualizations on a multi-touch table*. Diss. University of Twente, 2009
- Lückel, J.: *Interaktive Lernumgebung für mechatronische Systeme - ModuLX*. Verifiziert am: 2009-10-11 (<http://www.medidaprix.org/projekte/projektodb/medida.2008-03-18.140535-543>)
- Mayhew, D. J.: *The usability engineering lifecycle*. In: CHI '99 extended abstracts on Human factors in computing systems, Pittsburgh, Pennsylvania: ACM, 1999
- Mayhew, D. J.: *The usability engineering lifecycle. A practitioner's handbook for user interface design*. [Nachdr.], San Francisco, Calif. u.a.: Morgan Kaufmann, 2008
- McGreal, R.: *Learning objects: A practical definition*. In: International Journal Of Instructional Technology And Distance Learning. (2004) Heft 1, S.21
- Melis, E.: *ActiveMath: Research Topics - All Publications*. Verifiziert am: 2009-10-08 (<http://www.activemath.org/Research/AllPublications>)
- Merrill, M. D.: *Knowledge objects and mental models*. In: International Workshop on Advanced Learning Technologies (IWALT), 2000
- Mertsching, B.: *math-kit - Ein multimedialer Baukasten für die Mathematik-Ausbildung im Grundstudium* Verifiziert am: 2009-10-08 (<http://www.math-kit.de/>)
- Meyer, J.: *Evaluation von E-Learning aus erwachsenenpädagogischer Perspektive*. GRIN Verlag, 2008
- Michel, H.: *Anbindung eines Fahrzeugmodells an die FASP*. Diplomarb. TU Ilmenau, 2009
- MMB-Institut für Medien- und Kompetenzforschung: *Digitale Schule - wie Lehrer Angebote im Internet nutzen (BMBF Studie)*. 2008
- Moodle.org: *Roadmap - Version 2.0*. Verifiziert am: 2009-11-14 ([http://docs.moodle.org/en/Roadmap#Version\\_2.0](http://docs.moodle.org/en/Roadmap#Version_2.0))
- Müller, W. H. und Ferber, F.: *Technische Mechanik für Ingenieure : mit zahlreichen Bildern sowie einer Multimedia-CD-ROM "Technische Mechanik mit mechANIma" ; für die Bachelor-Ausbildung geeignet*. 3., neu bearb. Aufl., München u.a.: Fachbuchverl. Leipzig im Hanser-Verl., 2008
- Murmann, L., Bohne, M., et al.: *physik multimedial – Multimediale Selbstlerneinheiten für das Studium der Physik im Nebenfach*. In: Physik und Didaktik in Schule und Hochschule. (2003) Heft PhyDid 2/2, S.100-105
- Nagel, C. C.: *eLearning im physikalischen Anfängerpraktikum*. Diss. Universität Wien, 2009

- Neundorf, V.: *Konzeption eines Datenbanksystemes zur Organisation audiovisueller Szenen und Realisierung eines Prototypen am Beispiel "MPEG-4 VRML-Profile"*. Diplomarb. TU Ilmenau, 2002
- Neundorf, V.: *Lernräume in moodle - Anwendungsbeispiele für typische Lehr-/Lernsituationen*. In: Workshop Multimedia in Bildung und Wirtschaft, TU Ilmenau: 2008
- Neundorf, V. und Schanz, M.: *Design and development of a LOM based e-learning portal for electrical engineering*. In: Interactive Computer Aided Learning (ICL), Villach / Austria: 2005
- Neundorf, V. und Wagner, E.: *Multimedia learning environment for principles of electrical engineering - GETsoft. International Symposium on Theoretical Electrical Engineering (ISTET)*. Stettin: 527-530, 2003a
- Neundorf, V. und Wagner, E.: *Multimediale Lernumgebung Grundlagen der Elektrotechnik - GETsoft. Workshop on E-Learning*. HTWK Leipzig: 2003b
- Neundorf, V. und Wagner, E.: *Multimediale Lernumgebung GET-soft - Lernen, Üben, Kommunizieren*. In: Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft, TU Ilmenau: 2004
- Neundorf, V., Yakimchuk, V., et al.: *Virtueller Lernraum AET 3 : erste Erfahrungen mit dem LCMS metacoon in der elektrotechnischen Ingenieur-Ausbildung*. In: Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft, 2005
- Neundorf, V., Yakimchuk, V., et al.: *GETsoft/LabWeb - Experimentierumgebung für Studienanfänger*. In: Workshop Multimedia in Bildung und Wirtschaft. (2006a) Heft S.117-124
- Neundorf, V., Yakimchuk, V., et al.: *Außergewöhnliche Testtypen in der webbasierten Lernumgebung GETsoft. Workshop on e-Learning (WeL)*. HTWL Leipzig: 2008
- Neundorf, V., Yakimchuk, V., et al.: *GETsoft/LabWeb - A virtual electrical engineering laboratory for first-year students*. In: Interactive Computer Aided Learning (ICL), Villach / Austria: 2006b
- Neundorf, V., Yakimchuk, V., et al.: *Webbasierte multimediale Lernumgebung GETsoft an der TU Ilmenau*. In: Ingenieur-Nachrichten. (2006c) Heft 1, S.4-7
- Niegemann, H. M.: *Kompodium E-Learning*. Berlin u.a.: Springer, 2004
- Nielsen, J.: *Usability inspection methods*. In: Conference companion on Human factors in computing systems, Boston, Massachusetts, United States: ACM, 1994
- Nielsen, J.: *Designing Web Usability*. 2., überarb. Aufl, Frankfurt am Main: Zweitausendeins, 2003
- Nielsen, J.: *Usability engineering*. [Nachdr.], Amsterdam u.a.: Kaufmann, 2005
- Oberhuemer, P.: Learning Object Metadata für mathe online – ein Entwurf. Verifiziert am: 2009-10-08 (<http://www.mathe-online.at/nml/doku/metadata.html>)
- OECD - Centre for Educational Research and Innovation: *Giving Knowledge for Free: The Emergence of Open Educational Resources*. 2007
- Offenbartl, S., Sonnberger, J., et al.: *Die Dual-Mode-Strategie der Technischen Universität Darmstadt*. in E-Strategy. Strategisches Informationsmanagement für Forschung und Lehre, Waxmann Verlag, 2008, S.173-190
- OpenCourseWare Consortium: Home Page - OpenCourseWare Consortium. Verifiziert am: 2009-10-15 (<http://www.ocwconsortium.org/>)
- Patricia Rogers, Gary Berg, et al.: *Encyclopedia of Distance Learning Second Edition*. Hershey, New York: Information Science Reference, 2009
- Plum, W.: *Standards als Grundlage für die Kooperationsfähigkeit von Weiterbildungsdatenbanken*. In: DIN-Mitteilungen 10-2003. (2003) Heft 10, S.5-9
- Pomberger, G. und Pree, W.: *Software Engineering : Architektur-Design und Prozessorientierung*. 3., völlig überarb. Aufl., München u.a.: Hanser, 2004
- Pomberger, G. und Weinreich, R.: *Qualitative und quantitative Aspekte prototypingorientierter Software-Entwicklung – Ein Erfahrungsbericht*. In: Informatik-Spektrum. (1997) Heft 20, S.33-37
- Projekträger Neue Medien in der Bildung + Fachinformation: Projekt-Archiv Steckbrief: Mumie - Modulare Lernumgebung für die mathematische Ausbildung von Ingenieuren. Verifiziert am: 2009-10-08 ([http://www.medien-bildung.net/projekte/23/projekt\\_23.php](http://www.medien-bildung.net/projekte/23/projekt_23.php))

- Rettig, K.: *Ansätze zur Realisierung intelligenter Lehrsysteme in der universitären Ausbildung : eine interaktive Lernumgebung im Fachgebiet "Grundlagen der Elektrotechnik" der TU Ilmenau*. Diss. TU Ilmenau, 1997
- Rubin, J. und Chisnell, D.: *Handbook of usability testing. How to plan, design, and conduct effective tests*. 2. ed., Indianapolis, Ind.: Wiley, 2008
- Rüdel, C.: *Neue Wege in der Prüfungskultur*. In: HIS-Workshop "Elektronische Prüfungen an Universitäten", 2008
- Rugen, G.: *Methodik und Didaktik multimedialen Lernens im Internet und auf CD- ROM - Eine Untersuchung zur Evaluation der Lernmaterialien und Lernsoftware Lego-Mindstorms und Erstellung eines Kriterien Katalogs zur Bewertung der Software*. Diss. Universität Bielefeld, 2004
- Ruhr-Universität Bochum: BORAKEL - Das innovative Online-Beratungstool der Ruhr-Universität Bochum. Verifiziert am: 25.08.2009 (<http://www.ruhr-uni-bochum.de/borakel/>)
- Rupp, C. und Joppich, R.: *Requirement Engineering in Zeiten der Agilität*. In: iX Special - Programmieren heute. (2009) Heft 1/2010, S.85-88
- Rupp, C., Queins, S., et al.: *UML 2 glasklar*. Hanser Fachbuch, 2007
- RWTH Aachen: SelfAssessments der RWTH Aachen. Verifiziert am: 25.08.2009 (<http://www.assess.rwth-aachen.de/>)
- Salvador Sanchez und Sicilia, M.-A.: *On the Semantics of Aggregation and Generalization in Learning Object Contracts*. In: IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2004
- Schaffert, S. und Hilzensauer, W.: *On the way towards Personal Learning Environments: Seven crucial aspects*. In: elearningpapers. (2008) Heft 9, S.1-11
- Schleider, S.: *Medizinstudenten auf virtueller Visite*. Verifiziert am: 2009-10-15 (<http://www.doit-online.de/cms/do+it.themen/Bildung+%b6+Karriere?detailid=7859>)
- Schmidt, A.: *Kontextgesteuertes E-Learning in Unternehmensumgebungen: Der "Learning in Process"-Ansatz*. In: Deutsche E-Learning Fachtagung der Gesellschaft für Informatik (Delfi), 2004
- Schön, L.-H. und Kesper, H.: *Schlussbericht „Physik 2000“*. 2005
- Schulmeister, R.: *Didaktisches Design aus hochschuldidaktischer Sicht - Ein Plädoyer für offene Lernumgebungen*. In: Didaktik und Neue Medien : Konzepte und Anwendungen in der Hochschule, Münster u.a.: Waxmann, 2004a
- Schulmeister, R.: *Welche Qualifikationen brauchen Lehrende für die „Neue Lehre“? Versuch einer Eingrenzung von eCompetence und Lehrqualifikation*. In: Hochschulen im digitalen Zeitalter. Innovationspotenziale und Strukturwandel - education quality forum 2004, Keil-Slawik, R., Kerres, M., 2004b
- Schulmeister, R.: *Der „Student Lifecycle“ als Organisationsprinzip für E-Learning*. In: eUniversity-Update Bologna, Waxmann, 2007
- Schulmeister, R., Mayrberger, K., et al.: *Didaktik und IT-Service-Management für Hochschulen. Referenzrahmen zur Qualitätssicherung und -entwicklung von eLearning-Angeboten*. Bremen/Hamburg: 2008
- Seel, N. M.: *Psychologie des Lernens: Lehrbuch für Pädagogen und Psychologen*. Stuttgart: UTB (Uni-Taschenbücher), 2003
- Seidel, H.-U. und Wagner, E.: *Wechselstromtechnik, Ausgleichsvorgänge, Leitungen*. 3., neu bearb. Aufl., München u.a.: Hanser, 2006
- Seidel, H. U. und Wagner, E.: *Gleichstrom, Felder, Wechselstrom*. 3., neu bearb. Aufl., München u.a.: Hanser, 2003
- Seiler, R.: *Mit der MUMIE durchs Nadelöhr* In: Konferenz über Grundfragen multimedialen Lehrens und Lernens (GML<sup>2</sup>), FU Berlin: 2008
- Slawik, K.: *Medi@Thing - Ein didaktischer Ansatz zum ko-aktiven Lernen* In: Hochschuldidaktik der Informatik : HDI2008 – 3. Workshop des GI-Fachbereichs Ausbildung und Beruf / Didaktik der Informatik, Universität Potsdam: Universitätsverlag Potsdam, 2008

- Stahlknecht, P. und Hasenkamp, U.: *Einführung in die Wirtschaftsinformatik*. 11., vollst. überarb. Aufl., Berlin u.a.: Springer, 2005
- StatOWL: Web Browser Plugin Market Penetration and Global Usage. Verifiziert am: 08.11.2009 ([http://www.statowl.com/plugin\\_overview.php?l=1&&interval=month&chart\\_id=16&fltr\\_br=&fltr\\_os=&fltr\\_se=&fltr\\_cn=&chart\\_id=10&timeframe=custom|2009-06|2009-06](http://www.statowl.com/plugin_overview.php?l=1&&interval=month&chart_id=16&fltr_br=&fltr_os=&fltr_se=&fltr_cn=&chart_id=10&timeframe=custom|2009-06|2009-06))
- Stausberg, J.: *Kostenfreie Lernmodule für die medizinische Aus-, Weiter- und Fortbildung*. In: Deutsches Ärzteblatt. (2005) Heft Jg. 102, S.A 2136
- Steve Bratt, T. B.-L.: World Wide Web Consortium. Verifiziert am: 29.12.2008 (<http://www.w3.org/>)
- Technische Universität Ilmenau: *Prüfungsordnung. Allgemeine Bestimmungen – für Studiengänge mit dem Studienabschluss „Bachelor“*. 2008
- TELERAT GmbH und Hartlep, R.: *Von der Papier- zur Online-Prüfung - Erfahrungen einer medizinischen Universität*. In: Workshop Multimedia in Bildung und Wirtschaft, TU Ilmenau: 2006
- Tergan, S.-O.: *Realistische Qualitätsevaluation von E-Learning*. in Evaluation von E-learning: Zielrichtungen, methodologische Aspekte, Zukunftsperspektiven, Münster: Waxmann Verlag, 2004, S.246
- The Dublin Core® Metadata Initiative: Dublin Core Metadata Initiative. Verifiziert am: 26.08.2009 (<http://dublincore.org/>)
- The XML Guild: *Advanced XML Applications from the Experts at The XML Guild*. 1st, Course Technology PTR, 2006
- TU9 German Institutes of Technology: SelfAssessment international. Verifiziert (<http://www.global-assess.rwth-aachen.de/tu9/>)
- TU Dresden: TUD - E-Learning - Beratungsmodul - Didaktische Aspekte - Navigation. Verifiziert am: 2009-11-14 (<http://elearning.tu-dresden.de/beratungsmodul/e4/e17/e309/e330>)
- Corporate design, Ausgabe: 2008. *Technische Universität Ilmenau - Corporate design*.
- Tyczynski, T.: Scholar - Elektrotechnik. Verifiziert am: 2009-10-15 (<http://www.scholar.de>)
- Unger, L.: math-kit - Ein multimedialer Baukasten für die Mathematik-Ausbildung im Grundstudium. Verifiziert am: 2009-10-08 (<http://algebramcs.fernuni-hagen.de/mathkit-hagen/index.htm>)
- Unger, L., Bauch, M., et al.: *math-kit: Ein multimedialer Baukasten für die Mathematikausbildung im Grundstudium*. In: Softwaretechnik-Trends. (2004) Heft 24, S.62-71
- Universität Gießen: E-Klausur wiki - Einsatzberichte. Verifiziert am: 25.08.2009 (<http://wiki.uni-giessen.de/eklausur/index.php/Einsatzberichte>)
- Uskov, V.: *Design, development and teaching of innovative Web-based introductory "Computer Information Systems" course*. In: Frontiers in Education (FIE), 2002
- Verbundes Norddeutscher Universitäten: SelfAssessment für zukünftige Studierende. Verifiziert am: 25.08.2009 (<http://www.selfassessment.uni-nordverbund.de/>)
- W3C: Mathematical Markup Language (MathML) Version 2.0 (Second Edition). Verifiziert am: 2009-11-14 (<http://www.w3.org/TR/MathML/>)
- XML v1.0, Ausgabe: 2008. *Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition)*.
- W3C: Mathematical Markup Language (MathML) Version 3.0 (Working Draft). Verifiziert am: 03.11.2009 (<http://www.w3.org/TR/MathML3/>)
- Wagner, E., Hammer, S., et al.: *Präsentation: Lernumgebung Grundlagen der Elektrotechnik*. In: Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft, TU Ilmenau: 1997
- Wagner, E., Neundorf, V., et al.: *Von rechnerunterstützten Übungsplätzen zur multimedialen Lernumgebung GETsoft*. In: Workshop Multimedia in Bildung und Wirtschaft, TU Ilmenau: 2005
- Wagner, E. und Rettig, K.: *Eine interaktive Lernumgebung im Fachgebiet Grundlagen der Elektrotechnik an der TU Ilmenau*. In: Workshop Multimediale Informations- und Kommunikationssysteme, TU Ilmenau: 1996

- Wehling, M.: *Multimediale Netzwerke im Bauwesen: Anwendung, Akzeptanz und Übertragbarkeit*. Cuvillier Verlag, 2008
- Weinmann, D.: *Student Relationship Management - Grundlagen und ein Systementwurf nach ARIS für ein Studierendenbeziehungsmanagement an deutschen Hochschulen*. Diss. Universität Heidelberg, 2007
- Wikipedia.org: Comparison of web application frameworks. Verifiziert am: 2009-11-08 ([http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison\\_of\\_web\\_application\\_frameworks](http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_web_application_frameworks))
- Wiley, D. A.: The Instructional Use of Learning Objects - Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. Verifiziert am: 2009-08-23 (<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>)
- Williams, H. E.: *Web Database Applications with PHP and MySQL*. O'Reilly Media, Inc., 2004
- Wissenschaftsrat: Empfehlungen zur Qualitätsverbesserung von Lehre und Studium. Verifiziert am: 27.08.2009 (<http://www.wissenschaftsrat.de/texte/8639-08.pdf>)
- Worth, A.-M.: *MATRIX – für einen reibungslosen Studieneinstieg Mathetraining für das Ingenieurstudium X<sup>2</sup>*. In: insider - Hauszeitschrift der Fachhochschule Köln. (2006) Heft 01/2006, S.13-15
- Wuttke, H.-D.: *A workflow to produce and reuse learning objects*. In: Frontiers in Education (FIE), 2006
- Yakimchuk, V.: *Entwicklung einer intelligenten computergestützten Lernumgebung für die elektrotechnische Grundlagenausbildung*. Diss. TU Ilmenau, 2006
- Yakimchuk, V. und Neundorf, V.: *Lernumgebung GETsoft - 5 Jahre Entwicklung und Einsatz in der elektrotechnischen Grundlagenausbildung*. In: Workshop on E-Learning (WeL), HTWK Leipzig: 2005
- Zimmerhofer, A., Heukamp, V. M., et al.: *Ein Schritt zur fundierteren Studienfachwahl – webbasierte Self-Assessments in der Praxis*. In: reportspsychologie. (2006) Heft 31, S.62-69
- Zimmermann, K., Weiß, M., et al.: *Multimediale Lehrsoftware "Technische Mechanik"*. In: Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft, 1999
- Zimmermann, K., Weiß, M., et al.: *Multimediale Lehrsoftware "Mechatronik"*. In: Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft, 2001
- Zimmermann, K., Weiß, M., et al.: *Lehrsoftware im Fachgebiet Technische Mechanik*. In: Workshop Multimedia für Bildung und Wirtschaft, 2004

## 9 Anhang

### 9.1 Anhang zu Kapitel 3 - Erfassungsbögen Kriterienkatalog

Projektname, Einrichtung, URL		
<b>Kurzbeschreibung</b>		
Ausgewählte Leistungsmerkmale		
Screenshot		
Präsentation	Aktualität	
	Darstellung des Inhaltes	
	Benutzerführung und Navigation	
	Zielgruppenspezifischer Auftritt	
Organisation	Grad der Zugangsbarriere	
	Umfang der (interdisziplinären) Kooperation	
	Integrationsgrad Curriculum	
	Transfermöglichkeiten	
Didaktik	Zielgruppenorientierung	
	Grad der Aktivität	
	Unterstützte Lehr/Lernformen	
	Grad der Virtualität	
	Grad der Synchronizität	
Inhalte	Standardkonformität	
	Grad der Wiederverwendbarkeit	
	Grad der Medialität	
	Mehrsprachigkeit	
	Technologien und Formate	
Technik	Verfügbarkeit	
	Technologieschwelle	
	Technologien	

### 3.3.1 Physik

#### 3.3.1.1 INGMEDIA

**Screenshot**

The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window displaying a course page titled 'Widerstaende - Messgeräte'. The page header includes the course title and author 'Prof. Dr. Hagemann'. The main content area is titled 'Messgeräte' and features two images of electronic equipment: a digital multimeter (Agilent 34401A) and a DC power supply (Agilent E3631A). Below these images is a section for 'Zusatzhardware: Bauelemente Umschalter DUT-MUX', which includes two photographs of the hardware, one labeled 'von vorn' (front view) and the other 'von oben (Abdeckung entfernt)' (top view with cover removed). A left-hand navigation menu lists various topics related to electrical measurements and testing. The footer of the page provides contact information and design credits.

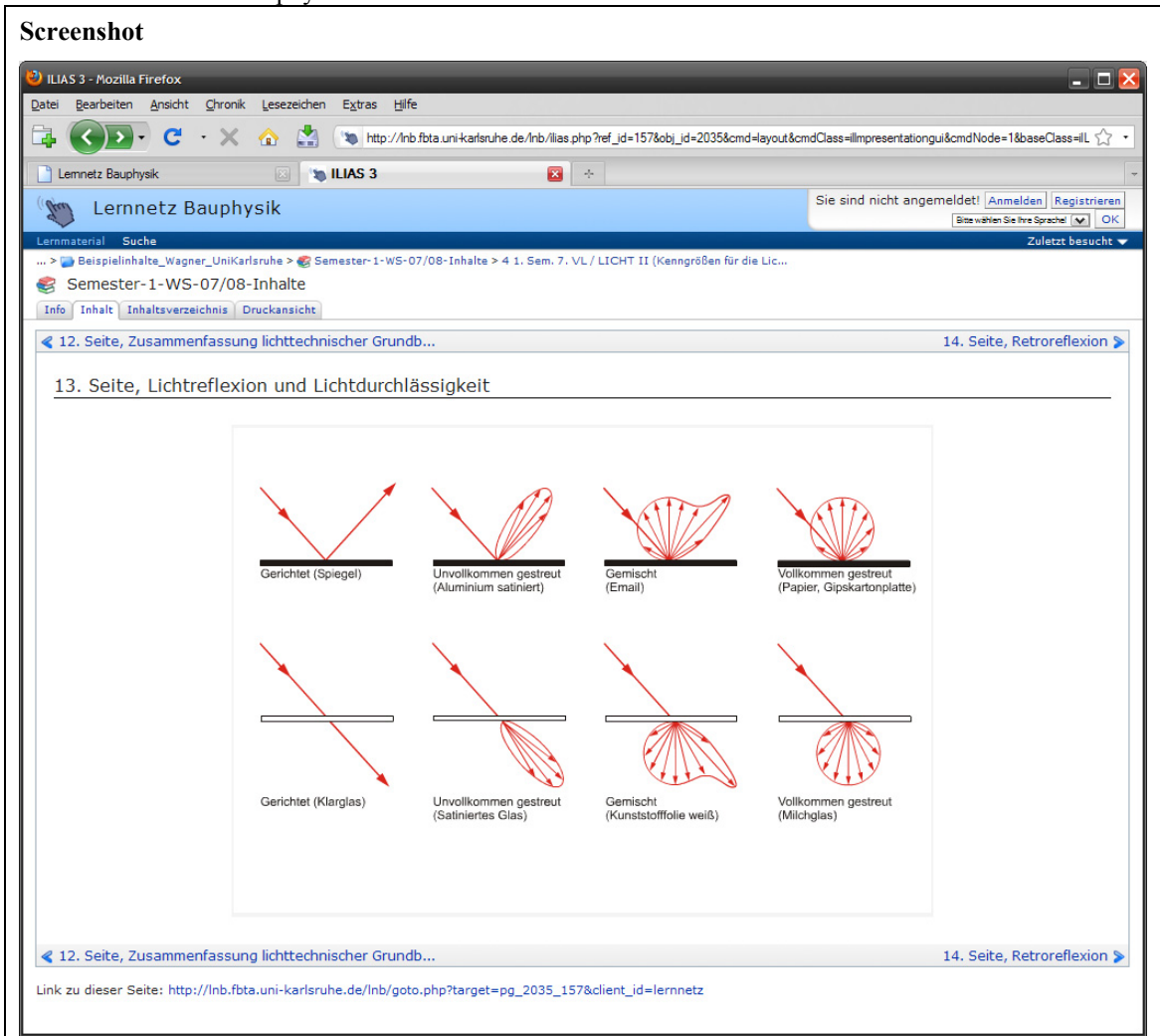
Präsentation	Aktualität	Auf äußerer Webseite nicht ersichtlich (letzte Meldung vom 4.12.03), in LMS vermerkt
	Darstellung des Inhaltes	Eigenes ILIAS Template
	Benutzerführung und Navigation	Eigenes ILIAS Template, Standardnavigationspanel im Kopf- und linkem Seitenbereich mit eigener einfacher Symbolik, umfangreiches Hilfesystem
	Zielgruppenspezifischer Auftritt	Ja (z.B. persönlicher Schreibtisch, Notizen, zweckmäßige, sachliche Oberfläche, Symbolik)
Organisation	Grad der Zugangsbarriere	Eingeschränkt, Login der Universität Köln für die ILIAS Plattform erforderlich ( <a href="http://www.e-learning.uni-koeln.de/">http://www.e-learning.uni-koeln.de/</a> ) oder Login ohne Registrierung über <a href="http://re.ingmedia.fh-aachen.de">http://re.ingmedia.fh-aachen.de</a>
	Umfang der (interdisziplinären) Kooperation	FH Aachen, FU Hagen, FH Kaiserslautern, Universität Essen, FH Lippe, FH Ulm
	Integrationsgrad Curriculum	Voll, Regelbetrieb seit 02/2003, Neugestaltung der Praktika



	Transfermöglichkeiten	Hochschulen nutzen gemeinsame Lernplattform, Transfer für andere Hochschulen möglich über LMS Export
Didaktik	Zielgruppenorientierung	Studierende
	Grad der Aktivität	mittel, Mischformen (z.B. File Sharing, Forum)
	Unterstützte Lehr/Lernformen	Schwerpunkt Praktikum sowie selbstgesteuertes Lernen
	Grad der Virtualität	Mittel, integrierte Veranstaltung
	Grad der Synchronizität	Mittel, Mischformen (z.B. Forum, Chat)
Inhalte	Standardkonformität	SCORM, LOM, AICC, QTI (ILIAS), DublinCore (INGMEDIA Materialien)
	Grad der Wiederverwendbarkeit	mittel, über Exportfunktionen aus ILIAS
	Grad der Medialität	Hoch, z.B. Simulationen, Animationen, Filme, spezielle Audioformen (Tonsignale)
	Mehrsprachigkeit	Keine, Praktikum sehr speziell an Curriculum angepasst
	Technologien und Formate	Java, JavaScript, Flash, HTML, VRML, Video, Audio (Tonsignale, Sprache)
Technik	Verfügbarkeit	Ja, direkt über Webseite an der FH Aachen und dortigem LMS ILIAS (Anmerkung: ehemalige Projekturl <a href="http://www.ingmedia.de">www.ingmedia.de</a> nicht mehr verfügbar)
	Technologieschwelle	mittel, Browser mit VRML-PlugIn und Java-Engine notwendig
	Technologien	LMS ILIAS

3.3.1.2 Lernnetz Bauphysik

Screenshot



Präsentation	Aktualität	eigene Seite "Aktuelle Aktivitäten", Stand 06/2009
	Darstellung des Inhaltes	Entspricht LMS Vorgaben ILIAS
	Benutzerführung und Navigation	Entspricht LMS Vorgaben ILIAS
	Zielgruppenspezifischer Auftritt	Nein, Entspricht LMS Vorgaben ILIAS
Organisation	Grad der Zugangsbarriere	Eingeschränkt, Login der ILIAS Plattform der Universität Karlsruhe erforderlich ( <a href="http://lhb.fbta.uni-karlsruhe.de/">http://lhb.fbta.uni-karlsruhe.de/</a> ), ausgesuchte Inhalte („Beispielinhalte für Gastbesucher“) frei zugänglich
	Umfang der (interdisziplinären) Kooperation	Projektphase: Bauphysik-Lehrstühle der Universitäten Darmstadt, Karlsruhe, Kassel, Stuttgart und Weimar sowie der FH Biberach, weitere Inhalte: Universität Wuppertal, TU Dresden, FH Düsseldorf
	Integrationsgrad Curriculum	Voll, seit 2004 in Vorlesungen, Seminare, Selbststudium,
	Transfermöglichkeiten	Hochschulen nutzen gemeinsame Lernplattform, Transfer für andere Hochschulen möglich über LMS Export

Didaktik	Zielgruppenorientierung	Studierende
	Grad der Aktivität	Hoher Aktivitätsgrad mit partizipatorischen Lernen angestrebt,
	Unterstützte Lehr/Lernformen	Vorlesung, Übung/Seminare, selbstgesteuertes Lernen, kooperatives Lernen
	Grad der Virtualität	Zwischenstufe von Integrierte Veranstaltung und virtuellen Seminar besonders durch webfähigen Projekteditor
	Grad der Synchronizität	asynchron
Inhalte	Standardkonformität	Eigenes XML-Format, kein LOM obwohl ähnliches Prinzip wie LOM entwickelt wurde (über ILIAS: SCORM, AICC, IMS-QTI und LOM)
	Grad der Wiederverwendbarkeit	Ja, indirekt als Bausteine (entspricht einem mit Metadaten versehenen LO) API notwendig, (über ILIAS: SCORM, AICC, IMS-QTI und LOM)
	Grad der Medialität	Hoch, webbasierte CAD-Editor, virtuelle Labore
	Mehrsprachigkeit	Teilweise
	Technologien und Formate	Java, JavaScript, Flash, SVG, HTML
Technik	Verfügbarkeit	Ja, direkt über Webseite
	Technologieschwelle	Mittel, Browser mit Java-Engine und SVG Unterstützung notwendig
	Technologien	Eigenes DBMS, HTML

3.3.1.3 Physik 2000

**Screenshot**

**2.1 Energieverlust aufgrund von Ionisation**

Alle geladenen Teilchen verlieren beim Durchgang durch Materie Energie an die Elektronen der Atome (Abb. 2.1). Der mittlere Energieverlust pro Weglänge hängt von den Eigenschaften des Mediums und von der Geschwindigkeit des Teilchens ab (Bethe-Bloch-Formel):

$$\frac{dE}{dx} = \frac{D \cdot Z \cdot \rho \cdot z^2}{A \cdot \beta^2} \left[ \frac{1}{2} \ln \left( \frac{2m_e c^2 \beta^2 \gamma^2 \Delta T_{max}}{I^2} \right) - \beta^2 + \delta_{corr} \right] \quad (2.1)$$

(Bedeutung der Größen in der Bethe-Bloch-Formel)

Tabelliert findet man im allgemeinen den auf die Dichte normierten Energieverlust:

$$\frac{dE}{\rho dx} \text{ in den Einheiten } \frac{\text{MeV cm}^2}{\text{g}} \quad (2.4)$$

In Abb. 2.2 ist die typische Abhängigkeit des Energieverlustes von der Energie wiedergegeben. Bei kleinen Energien dominiert der  $1/\beta^2$ -Term, bei hohen dem  $\ln \gamma^2$ -Term. Der Anstieg bei hohen Energien ist ein relativistischer Effekt; die transversale Komponente des elektrischen Feldes wächst mit  $\gamma$ . Die Reichweite des Feldes wird allerdings begrenzt durch die Abschirmwirkung der umgebenden Atome ('Dichteeffekt': Sättigung von  $dE/dx$  bei hohen Energien). Zwischen dem  $1/\beta^2$ -Abfall und dem relativistischen Anstieg liegt ein breites Minimum um  $\gamma = 3,6$  beziehungsweise  $\beta = 0,96$ . Die  $\beta$ - oder  $\gamma$ -Abhängigkeit wird für die Teilchenidentifikation benutzt: Teilchen mit unterschiedlicher Masse haben aber bei gleichem Impuls unterschiedliches  $\beta$  und  $\gamma$ . Dadurch verschieben sich die  $dE/dx$ -Kurven als Funktion des Impulses für verschiedene Massen. Der Impuls geladener Teilchen kann durch Ablenkung in einem Magnetfeld gemessen werden. In Abb. 2.3 sind  $dE/dx$ -Messungen für verschiedene Teilchensorten gezeigt.

**Abbildung 2.2:** Die charakteristische Abhängigkeit des mittleren Energieverlustes von  $\beta$  oder  $\gamma$  bei gegebener Masse.

Präsentation	Aktualität	Angaben zur letzten Änderung verfügbar
	Darstellung des Inhaltes	Nüchtern, sachlich, „pure-HTML“ (es wurde mittels Konverter von LATEX zu HTML transferiert), unzureichende Usability
	Benutzerführung und Navigation	2-Panel-Navigation links und oben, Prinzip „elektronisches Buch“ mit Navigationsindex umgesetzt
	Zielgruppenspezifischer Auftritt	für die Zielgruppe Studierende zu nüchtern, keine Vorteile gegenüber gutem Buch erkennbar, zu wenig Interaktivität/Medialität
Organisation	Grad der Zugangsbarriere	Hoch, Seiten schwer auffindbar, mehrfache Verlinkungen bis zum Zugang zum LMS EWS (Electronic Workspace) der TU Dortmund, dort Registrierung und Passwort notwendig, Module im EWS nicht unter gleichen Namen wie bei HU Berlin auffindbar
	Umfang der (interdisziplinären) Kooperation	HU Berlin, Universitäten Bonn, Dortmund, Jena, Rostock und Siegen
	Integrationsgrad Curriculum	Niedrig, Erweiterung der Seminare während Projektphase, keine Angaben für danach
	Transfermöglichkeiten	Wenige, über Kurse im LMS EWS
Didaktik	Zielgruppenorientierung	Studenten im Hauptstudium
	Grad der Aktivität	Niedrig, Studenten arbeiten Lehrtexte durch (online/offline), bearbeiten Übungsaufgaben (offline)
	Unterstützte Lehr/Lernformen	Vorlesung, Übung/Seminare, Selbststudium
	Grad der Virtualität	Mittel, verpflichtende wöchentliche Online-Besprechung
	Grad der Synchronizität	Asynchron bis auf Onlinebesprechung
Info	Standardkonformität	Keine Angaben möglich (reine HTML Seiten)

	Grad der Wiederverwendbarkeit	Niedrig, hoher Bearbeitungsaufwand für andere Szenarien
	Grad der Medialität	Niedrig, Grafiken, wenige Applets
	Mehrsprachigkeit	keine
	Technologien und Formate	LATEX, HTML, PDF, (wenige) JAVA-Applets dienen als interaktive Graphiken
Technik	Verfügbarkeit	Projekt URLs ( <a href="http://www.physics2000.de/">http://www.physics2000.de/</a> und <a href="http://www.physics2000.net">http://www.physics2000.net</a> ) sind nicht mehr verfügbar, Zugang erst nach Recherche über Forschungsseite des Fachgebietes, von ursprünglich vier Kursen sind noch drei verfügbar, dies aber nicht stabil
	Technologieschwelle	niedrig
	Technologien	HTML

3.3.1.4 Physik multimedial

**Screenshot**

The screenshot shows a web browser window with the URL [http://www.idn.uni-bremen.de/cvpmi/content/fehlerrechnung/show.php?modul=2&aid=861d44995d10db37bc350a48c910d712&date=2021&file=10&right-upt6\\_right1.html](http://www.idn.uni-bremen.de/cvpmi/content/fehlerrechnung/show.php?modul=2&aid=861d44995d10db37bc350a48c910d712&date=2021&file=10&right-upt6_right1.html). The page title is "Varianz des Mittelwertes". The content includes the following text:

**Varianz des Mittelwertes**

Ebenso wie es einen Wert für das Streuen um den errechneten Mittelwert, die Standardabweichung, gibt, existiert eine Größe die angibt, wie "sicher" der errechnete Mittelwert ist. Diese Größe heißt **Varianz des Mittelwertes**  $m^2$ , deren Wurzel  $m$  auch als **Standardabweichung des Mittelwertes** bezeichnet wird.

Zur Berechnung wird die Gleichung

$$m = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

verwendet, wobei  $s$  die Standardabweichung ist und  $n$  wieder die Anzahl der durchgeführten Messungen.

**Beispiel**

Die Größe  $m$  ist somit ein Maß für die Genauigkeit des Mittelwertes. Die **Genauigkeit des Mittelwertes erhöht sich mit zunehmender Anzahl der Messungen**.

Dieser Sachverhalt soll nun illustriert werden. Das folgende Applet zeigt eine fortlaufende Messung der Schrittlänge eines Männchens. Sie werden beobachten, dass die einzelnen Schrittlängen voneinander abweichen (Standardabweichung). Ferner werden Sie sehen, dass mit zunehmender Anzahl der Messungen der Mittelwert immer genauer wird, d.h. er pendelt sich langsam auf einen Wert von ungefähr 680 mm ein.

Das Männchen geht zuerst einige Schritte, ohne dass eine Anzeige von Mittelwert und Standardabweichung erfolgt.

[Applet starten](#)

The screenshot also shows a histogram of individual measurements in millimeters. The x-axis is labeled "Einzelmessung in Millimeter" and ranges from 580 to 760. The y-axis represents frequency. The histogram bars are blue with their respective frequencies labeled on top: 2, 1, 7, 14, 20, 19, 26, 19, 9, 11, 3. A red circle highlights the mean value: "Mittelwert= 679mm Anzahl=133 Stand=21".

Präsentation	Aktualität	Änderungshistorie verfügbar, letzter Eintrag 2003 (zu Plattformanpassungen, keine Datumsangaben zu Inhalten)
	Darstellung des Inhaltes	Eigene Oberfläche mit intuitiver Symbolik, übersichtlicher Anordnung, guter Usability, gängige Designprinzipien wurden beachtet

	Benutzerführung und Navigation	Vertikales Split-Screen-Prinzip zur Darstellung und Informationsvermittlung, integrierte Hilfe- und Glossarfunktionen (z.B. Wort im Text markieren, Glossarsymbol zeigt den Begriff im Glossar an)
	Zielgruppenspezifischer Auftritt	Lockerer, gut designter Auftritt mit ansprechenden Grafikelementen trifft das Profil von Studierenden und Schülern
Organisation	Grad der Zugangsbarriere	Für einige Module frei, für einige Module Registrierung erforderlich, für systematische Verwendung im Unterricht entstehen Kosten für Universitäten/Hochschulen (für Schulen kostenfrei)
	Umfang der (interdisziplinären) Kooperation	Projektgruppe (Universität Bremen, Universität Greifswald, Universität Hamburg, Universität Oldenburg, Universität Rostock), Kooperationspartner (TU Berlin, Universität Düsseldorf, FH Gelsenkirchen, Universität Potsdam, Universität Rostock, San Diego State University), seit 2004 Providing und Weiterentwicklung durch das Institut for Science Networking Oldenburg GmbH, 60 Kurse wurden im WS06/07 von 6 Universitäten und 5 Schulen durchgeführt
	Integrationsgrad Curriculum	Voll integriert, z.B. Universität Bremen bis SS2007 direkt in alle Veranstaltungen, danach Zugriff auf die Module über LMS StudIP
	Transfermöglichkeiten	Nicht vorgesehen, da Module/Kurse mit Plattformnutzung verkauft werden, Möglichkeit der Verlinkung auf freie Einheiten
Didaktik	Zielgruppenorientierung	Studierende, SchülerInnen
	Grad der Aktivität	Mittel, aktive Lernangebote sind vorhanden, in eigener Plattform E-Mail, Forum, Chat möglich
	Unterstützte Lehr/Lernformen	Vorlesung, Übung/Seminar, Selbstlernen
	Grad der Virtualität	Integrierte Veranstaltung
	Grad der Synchronizität	Mischformen, Foren, E-Mail, Chat
Inhalte	Standardkonformität	Keine Angaben
	Grad der Wiederverwendbarkeit	Niedrig, hoher Bearbeitungsaufwand für andere Szenarien in eigenen Systemen
	Grad der Medialität	Hoch, z.B. Visualisierungen über Animationen und Filme, interaktive Simulationen, Tonbeispiele
	Mehrsprachigkeit	Teilweise, Funktionalitäten der Plattform in deutsch und englisch, Erfassung von englischsprachigen Internetangeboten im Bereich „Medien-LiLi“ (LiLi = Datenbank für Links zu Lerninhalten der Physik)
	Technologien und Formate	HTML, PDF, Flash, JavaScript, Java-Applets, Videos (MPEG, AVI),
Technik	Verfügbarkeit	Ja, direkt über Webseite
	Technologieschwelle	Mittel, Browser mit Java-Engine und Video-Unterstützung notwendig, Anmerkung: Es wird ein Technologiekompatibilitätstest über die Webseite angeboten.
	Technologien	HTML, Flash, JAVA,

## 3.3.1.5 eLearnPhysik

## Screenshot

The screenshot shows a web browser window displaying the 'Materialien - Wiki der Fakultät für Physik Universität Wien'. The browser's address bar shows the URL 'https://elearning.mat.univie.ac.at/physikwiki/index.php/Materialien'. The page has a blue header with the faculty logo and a navigation sidebar on the left. The main content area includes a notice about a system update, a title 'Materialien (Open Educational Resources)', and several sections: 'Inhaltsverzeichnis' (Table of Contents), 'Materialien im Wiki', 'Seiten' (Pages), and 'Dateien (Dokumente, Bilder, Mathematica-Notebooks etc.)' (Files). The sidebar contains links for navigation, eLearning, ePraktika, eLearnPhysik, search, and tools.

Präsentation	Aktualität	„What’s new?“ Webseite, letzter Eintrag zum WS09/10
	Darstellung des Inhaltes	wiki-typisch, übersichtlich, sachlich
	Benutzerführung und Navigation	wiki-typische Navigationsstruktur
	Zielgruppenspezifischer Auftritt	Studierende und Studienanfänger werden direkt angesprochen
Organisation	Grad der Zugangsbarriere	Insgesamt eingeschränkt: Freier Zugang zu den meisten Materialien inkl. Wiki-Videos, Demo-Zugang zum Online-Praktikum, aber Zugang zu den sehr vielen Experimentalvideos nur mit Login über das Langzeitarchivierungssystem (Digital Asset Management System) der Universität
	Umfang der (interdisziplinären) Kooperation	Keine, auf Physik-Fakultät beschränkt, nach Projektende angestrebt
	Integrationsgrad Curriculum	Volle Integration in den Regelbetrieb
	Transfermöglichkeiten	Sehr gute Nachnutzungsmöglichkeiten durch Beschreibung der Materialien als Open Educational Resources mit entsprechender Lizenzform (Creative Commons, GNU oder gemeinfrei)
D	Zielgruppenorientierung	Studierende und Studienanfänger

	Grad der Aktivität	Hoch, aktive Lernprozessgestaltung durch kooperative Arbeiten und Materialerstellung
	Unterstützte Lehr/Lernformen	Vorlesung, Übung/Seminar, Praktikum, Selbststudium
	Grad der Virtualität	Integrierte Veranstaltung
	Grad der Synchronizität	Mischformen, Foren, E-Mail, Wiki, Kommentarfunktionen
Inhalte	Standardkonformität	Es wird kein E-Learning Standard unterstützt, die Wikisoftware (MediaWiki) kann XML-konform Texte exportieren, Medien sind als Raw Content Items (RCI) in ihren ursprünglichen Format herunterladbar
	Grad der Wiederverwendbarkeit	Teilweise, Anpassungen notwendig
	Grad der Medialität	Hoch, Audio, Video, CAS-Integration
	Mehrsprachigkeit	Teilweise, über externe Materialien
	Technologien und Formate	Wiki, HTML, Flash, SVG, Mathematica Notebooks
Technik	Verfügbarkeit	Ja, direkt über Wiki-Seite
	Technologieschwelle	Niedrig, Browser mit Flash/SVG Unterstützung genügt
	Technologien	MySQL/PHP (MediaWiki), Flash-Videostreaming (Wiki-Video), HTML



## 3.3.2 Mathematik

## 3.3.2.1 MathePrisma

**Screenshot**

**Ableitung (Ableitung 2)**

**Auf die Plätze fertig los!** Für die Berechnung der Geradensteigung benötigt man **zwei** Punkte der Funktion. Die Tangente berührt den Graphen aber in nur **einem** Punkt an der Stelle  $x_0$ . Also wählt man einen weiteren Punkt der Funktion, den man beliebig nahe an  $x_0$  schiebt.

**Momentaufnahme**

Gegeben sei die Funktion  $f$  mit  $f(x) = x^2$ .  
Gesucht ist die **Tangentensteigung** an der Stelle  $x_0=1$ .

Mit Hilfe der Differenzenquotienten

$$a_1(x) = \frac{f(x) - f(1)}{x - 1} = \frac{x^2 - 1}{x - 1}$$

nähern wir uns  $x_0=1$ .

Beobachte, wie sich die **Sekantensteigung** der **Tangentensteigung** nähert, wenn sich der **grüne Punkt** dem **roten Punkt** nähert.

Je geringer man den Abstand von  $x$  zu  $x_0$  wählt, desto sicherer kann man sein, dass die **Tangentensteigung** an der Stelle  $x_0$  den Wert  hat.

Bewege den grünen Punkt.

Startseite Quiz 1 2 Lösung Moment 1 2 Ableitung 1 2 3 Regeln 1 2

Präsentation	Aktualität	Änderungsdatum bei jedem Modul angegeben, eigener Newsletter
	Darstellung des Inhaltes	Eigenes LMS mit Templatesystem, Module sehen sich von der Oberfläche her ähnlich, übersichtliche sachliche Präsentation, Autoren haben genügend gestalterische Freiheiten
	Benutzerführung und Navigation	Navigation und Lernpfadführung wird durch das Templatesystem gestellt, für alle Module gleich, freie Anwahl aller Materialien möglich, es gibt kein (automatisches) Glossar, allgemeines Hilfesystem im MathePrisma-Stil als Lernmodul umgesetzt, eigene lokale Suche, für Autoren eigenes „teachTool“ mit Tutorial im MathePrisma-Stil
	Zielgruppenspezifischer Auftritt	Design auf Zielgruppe (SchülerInnen Mittelstufe – Studierende) ausgerichtet, Visualisierungen und visualisierte Erläuterungen mit anschaulichen Beispielen aus dem Alltagserfahrungsschatz der Zielgruppe stehen im Mittelpunkt
Organisation	Grad der Zugangsbarriere	Freier Zugang mit Download-Möglichkeiten einzelner Module oder alle Module
	Umfang der	Projekt der Arbeitsgruppen Didaktik und Angewandte Informatik

	(interdisziplinären) Kooperation	im Fachbereich C / Mathematik der Universität Wuppertal, Kooperation mit mathe-online.at
	Integrationsgrad Curriculum	nicht in planmäßige Lehr/Lernformen integriert, aber als zusätzliches Angebot verfügbar, Module sind zunächst lehrplanunabhängig, eignen sich zur Integration in Unterrichtsstunden oder im Rahmen von thematischen Projekten zum Selbststudium
	Transfermöglichkeiten	Über freien Modul-Download gegeben, Verwendung von Teilmaterialien sind mit den Autoren abzuklären
Didaktik	Zielgruppenorientierung	Schüler und Schülerinnen ab Jahrgangsstufe 11, Lehrer, Mathematik- und Informatik-AGs, Studenten und Studentinnen
	Grad der Aktivität	Rezeptiv, keine kooperativen Werkzeuge vorhanden (Übergang in aktiv nur bei gemeinsamer Nutzung und Besprechung im Lernszenario Schulunterricht)
	Unterstützte Lehr/Lernformen	Unterstützung von Schulunterricht, Vorlesung, Studienseminaren und Selbstlernen
	Grad der Virtualität	hoch, über viele und vielfältige kleine integrierte Experimente und beeinflussbare Visualisierungen, Filme und Animationen
	Grad der Synchronizität	Asynchron
Inhalte	Standardkonformität	Keine Angabe, eigene LMS Entwicklung
	Grad der Wiederverwendbarkeit	teilweise, Anpassungen zur weiteren Nutzung in anderen Kontexten oder Systemen notwendig
	Grad der Medialität	Hoch, interaktive Applets, Videos, Bildfolgen
	Mehrsprachigkeit	Keine
	Technologien und Formate	HTML, JavaScript, Java, Flash
Technik	Verfügbarkeit	Ja, direkt über Webseite oder lokal über Download
	Technologieschwelle	Niedrig
	Technologien	Webserver (LAMP/WAMP) für HTML

3.3.2.2 mathe online

Screenshot

Skalarprodukt - Puzzle - Mozilla Firefox

http://www.mathe-online.at/tests/vect2/skalarprodukt.html

Skalarprodukt - Puzzle

Tests

mathe online

Puzzle

### Skalarprodukt

Ordnen Sie mit der Maus die Grafiken den Werten der Skalarprodukte "(roter Vektor) · (blauer Vektor)" zu! Nehmen Sie, wenn Sie es wünschen, ein Blatt Papier zur Hand, um die Skalarprodukte zu berechnen. Der Button "Zurücksetzen" stellt die Ausgangsposition mit zufällig platzierten Kästchen wieder her. Die Auswertung durch ein Punktesystem erfolgt unterhalb des Puzzles.

= Richtig

=

=

=

=

=

Sie haben  von 21 erreichbaren Punkten erzielt.

[Informationen zum Punktesystem](#)

Mathematische Hintergründe zu diesem Test  
[Vektoren 2](#)

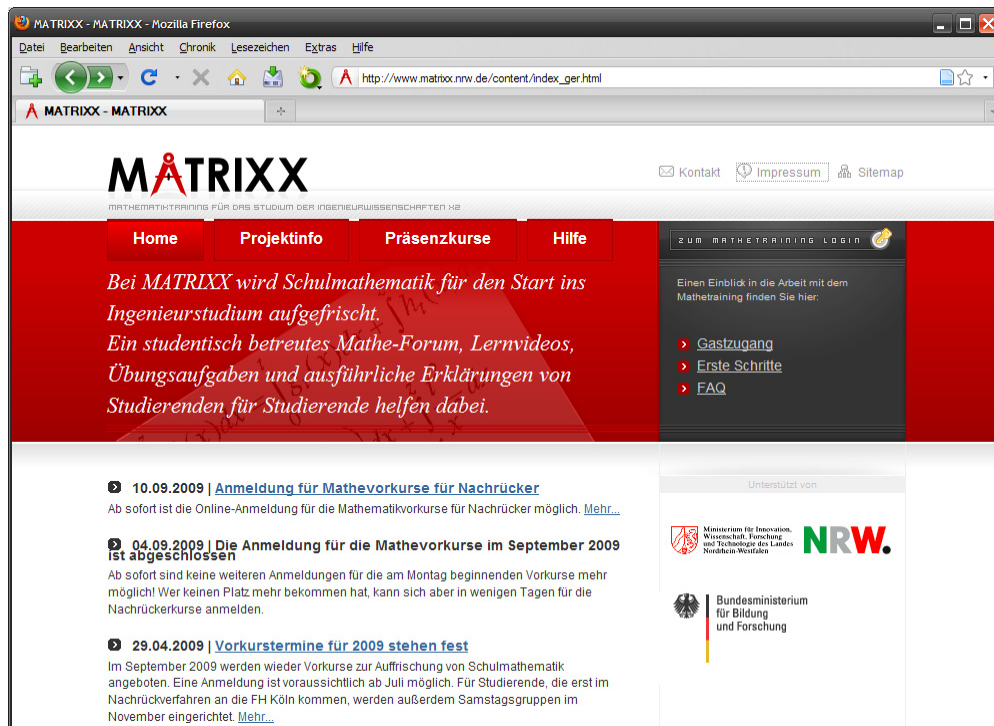
[Zur Test-Übersichtsseite](#)  
[Zur Galerie](#)  
[Zu den Mathematischen Hintergründen](#)  
[Zum Lexikon](#)  
[Zu den Mathe-Links und Online-Werkzeugen](#)  
[Zur Welcome Page](#)

Präsentation	Aktualität	Ja, Statusmeldung wird auf Startseite angezeigt
	Darstellung des Inhaltes	Nüchtern, sachlich, Module sehen sich von der Oberfläche her ähnlich
	Benutzerführung und Navigation	Umfangreiches Hilfesystem und verschiedene Tutorials zur Nutzung und Erstellung von Lernmaterialien, Dialogsystem P.E.S (Problemerkennungssystem), Navigation gewöhnungsbedürftig, da an verschiedenen Stellen Navigationselemente integriert sind (zunächst mittig, dann unten und oben, dies auch nicht durchgängig)

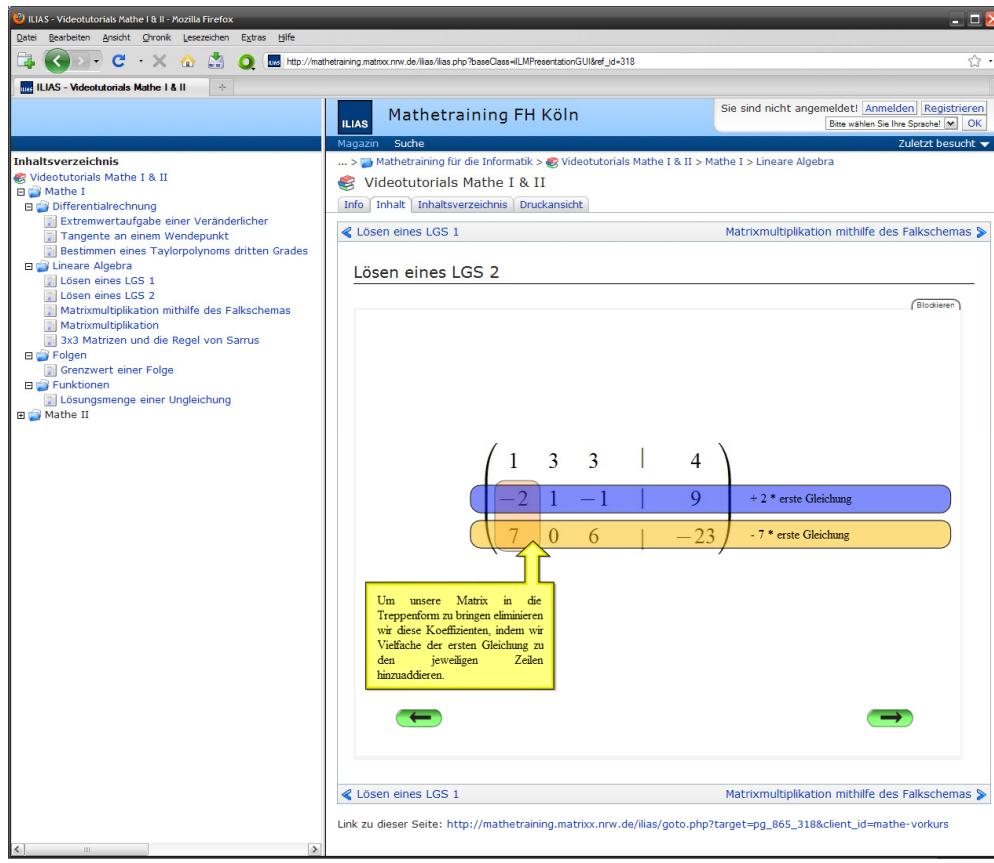
	Zielgruppenspezifischer Auftritt	Keine besonderen Anpassungen an Zielgruppen „one-size-fits-all-Layout“
Organisation	Grad der Zugangsbarriere	Freier Zugang mit Download-Möglichkeiten
	Umfang der (interdisziplinären) Kooperation	Umfangreiche Kooperationen mit Hochschulen, Schulen und Erwachsenenbildungsträgern, insgesamt 14 Projekte in EU, zur Netzworkebildung und OpenAccess, Details: <a href="http://mathe-online.at/projekte.html">http://mathe-online.at/projekte.html</a>
	Integrationsgrad Curriculum	Durch den hohen Umfang nach Bedarf (vollständig) integrierbar in Vorlesung, Übung bzw. Schulunterricht sowie im Bereich des selbstgesteuerten Lernens
	Transfermöglichkeiten	Vielfältige Möglichkeiten durch Open Access Courses (Open Studio), Verwendung von Kurs-Teilen, einzelnen Medien oder didaktischen Szenarien anderer (erstellte Lernpfade), umfangreiche Werkzeuge zur Nutzung frei, Galerie für die multimedialen Lerneinheiten u.v.m.
Didaktik	Zielgruppenorientierung	SchülerInnen, Studierende von (pädagogischen) Fachhochschulen, Universitäten
	Grad der Aktivität	Rezeptiv, Lerntagebücher und Diskussionsforen vorhanden, aber laut Einsatzbericht kaum genutzt
	Unterstützte Lehr/Lernformen	Unterstützung von Schulunterricht, Vorlesung, Übungen, Projekt/Studienseminaren und Selbstlernen an Hochschulen
	Grad der Virtualität	Hängt vom Integrationsgrad der Lerninhalte ab, kann als hoch angesehen werden, über viele und vielfältige kleine integrierte Experimente, Animationen und beeinflussbare Visualisierungen, Clips, Puzzles und interaktive Tests
	Grad der Synchronizität	Asynchron
Inhalte	Standardkonformität	Keine Angabe auf Webseite (Entwurf für eine LOM Verwendung für mathe online vorhanden) [Oberhuemer 2004]
	Grad der Wiederverwendbarkeit	teilweise, Anpassungen zur weiteren Nutzung in anderen Kontexten oder Systemen notwendig
	Grad der Medialität	Hoch, interaktive Applets, Videos, Bildfolgen
	Mehrsprachigkeit	(fast) vollständig, englische Version für größten Teil der Inhalte verfügbar (Ergebnisse der EU Projekte)
	Technologien und Formate	HTML, JavaScript, Java, Flash
Technik	Verfügbarkeit	Ja, direkt über Webseite oder lokal über Download
	Technologieschwelle	Mittel, Browser mit Java-Engine Unterstützung notwendig
	Technologien	Webserver (LAMP/WAMP) für HTML, für Open Studio PERL

3.3.2.3 MATRXXX - Mathematiktraining für das Ingenieurstudium X<sup>2</sup>

Screenshot 1 (Einstiegsseite)



Screenshot 2 (LMS ILIAS)



Präsentation	Aktualität	Ja, Nachrichtenübersicht direkt auf Einstiegsseite
	Darstellung des Inhaltes	Einstiegsseite: moderne, übersichtliche und farblich gut gestaltete Webseite, Portal: Entspricht LMS Vorgaben ILIAS
	Benutzerführung und Navigation	Entspricht LMS Vorgaben ILIAS, Erste Schritte und weitere Tutorials als vertonte Animationen/Screencasts
	Zielgruppenspezifischer Auftritt	Nein, Entspricht LMS Vorgaben ILIAS
Organisation	Grad der Zugangsbarriere	Eingeschränkt, Login der ILIAS Plattform der FH Köln erforderlich ( <a href="http://mathetraining.matrixx.nrw.de/ilias/">http://mathetraining.matrixx.nrw.de/ilias/</a> ), ausgesuchte Inhalte frei zugänglich (z.B. Mathetraining für die Informatik)
	Umfang der (interdisziplinären) Kooperation	FH Köln gemeinsam mit der Deutschen Sporthochschule Köln
	Integrationsgrad Curriculum	Voll, für die Vorbereitungsphase (Vorkurse) seit 2005
	Transfermöglichkeiten	Hochschulen nutzen gemeinsame Lernplattform, Transfer für andere Hochschulen möglich über LMS Export
Didaktik	Zielgruppenorientierung	angehende Erstsemester in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen, Studienanfänger der Wirtschaftswissenschaften
	Grad der Aktivität	Mischform, Kooperationswerkzeuge von LMS ILIAS nutzbar (Forum, Lerngruppen)
	Unterstützte Lehr/Lernformen	selbstgesteuertes Lernen, kooperatives Lernen
	Grad der Virtualität	Integrierte Veranstaltung, virtuelle Gruppenarbeitsräume, Chat
	Grad der Synchronizität	asynchron
Inhalte	Standardkonformität	über ILIAS: SCORM, AICC, IMS-QTI und LOM
	Grad der Wiederverwendbarkeit	Hoch über ILIAS
	Grad der Medialität	Niedrig, (die Videotutorials genannten Lerneinheiten sind durchklickbare Folien im Flashfilmformat), es gibt einige ausgewählte Szenen von Mitschnitten der Präsenzkurse als WMV-Videos sog. "knowledge nuggets"
	Mehrsprachigkeit	keine
	Technologien und Formate	JavaScript, Flash, HTML, PDF, Video (WMV)
Technik	Verfügbarkeit	Ja, direkt über die Webseite
	Technologieschwelle	niedrig
	Technologien	Webserver (LAMP/WAMP) für LMS ILIAS und HTML

3.3.2.4 math-kit

Screenshot

The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window displaying a website. The address bar shows the URL <http://www-math.upb.de/~mathkit/inhalte/KomZahlen/preview/index.html>. The page title is "Sammlung von Bausteinen zu komplexen Zahlen". A sidebar on the left contains a navigation menu with the following items:

- 1 Motivation
- 2 Theorie
  - 2.1 Definitionen
  - 2.2 Eigenschaften
  - 2.3 Gaußsche Zahlenebene
  - 2.4 Eulersche Formel und Polarkoordinaten
  - 2.5 Rechenregeln
    - 2.5.1 kart. Koordinaten
    - 2.5.2 Polarkoordinaten
  - 2.6 Potenzen und Wurzeln
    - 2.6.1 Beispiel:  $z^6=1$
    - 2.6.2 Beispiel:  $z^3=27i$
- 3 Exploration
  - 3.1 Applet (kartesisches Koordinatensystem)
    - 3.1.1 Übungsaufgaben
  - 3.2 Applet (mit Polarkoordinaten)
    - 3.2.1 Übungsaufgaben
- 4 Anwendungsbeispiele
  - 4.1 Harmonische Schwingungen
    - 4.1.1 Graphische Betrachtung
    - 4.1.2 Experimentelle Betrachtung
    - 4.1.3 Analytische Betrachtung

The main content area is titled "Rechnen mit komplexen Zahlen (Kartesische Koordinaten)". It features a complex plane applet with a grid. The horizontal axis is labeled "Re" (Real) and the vertical axis is labeled "Im" (Imaginary). Three vectors originate from the origin: a red vector labeled "a", a red vector labeled "b", and a yellow vector labeled "c = a - b". To the right of the applet is a control panel titled "Arithmetische Form" with input fields for:

- a =  $3.0 + i^1 1.0$
- b =  $2.0 - i^1 1.0$
- c = a - b
- =  $1.0 + i^2 2.0$

Below the applet, there is a "Visualisierung" section with a "Zoom" slider and a "Hilfe" button. The copyright notice "Copyright 2002 by Helmut Wieseing" is visible at the bottom of the applet area.

Präsentation	Aktualität	News direkt auf der Startseite (letzter Eintrag 02/2005)
	Darstellung des Inhaltes	Nüchtern, sachlich, Module sehen sich von der Oberfläche her ähnlich (Templatesystem)
	Benutzerführung und Navigation	Einfaches, sachliches, drei-geteiltes Navigationssystem mit Banner/Infoleiste, Navigationspanel links und Content-Panel rechts, Navigation wird durch das das Autoren-Werkzeug von math-kit (Lyssa) vorgegeben
	Zielgruppenspezifischer Auftritt	Nein, Bausteine sind gestalterisch wenig beeinflussbar
Organisation	Grad der Zugangsbarriere	Freier Zugang, Registrierung für Autorenwerkzeug erforderlich
	Umfang der (interdisziplinären) Kooperation	FU Hagen, Universität Bayreuth, Hamburg, Paderborn, Sciface GmbH & Co. KG
	Integrationsgrad Curriculum	nicht in planmäßige Lehr/Lernformen integriert, aber als zusätzliches Angebot verfügbar „Soll z.B. in einer Vorlesung zusätzlich zu den Folien oder einer Beamer-Projektion ein komplexer Sachverhalt durch eine Multimedia-Komponente verdeutlicht werden, kann ein Baustein aus math-kit entnommen und integriert werden.“, „math-kit unterstützt Studierende beim Selbststudium durch ein eigenes Portal. Hier können sie

		verschiedene Elemente zur Exploration, Übung mit direkter Erfolgskontrolle und Präsentation verwenden.“ [Mertsching 2009, s. unter Rundgang, Rollen und Prozesse]
	Transfermöglichkeiten	Durch „Lizenz für Freie Inhalte“ Transfermöglichkeiten gegeben, CD-ROM mit allen Projektergebnissen auf Anfrage erhältlich
Didaktik	Zielgruppenorientierung	Lehrende, Studierende
	Grad der Aktivität	Rezeptiv, keine Kooperationsmöglichkeiten
	Unterstützte Lehr/Lernformen	Hauptsächlich Selbststudium, Bausteine auch für Vorlesung und Seminare/Übungen geeignet
	Grad der Virtualität	Integrierte Veranstaltung
	Grad der Synchronizität	asynchron
Inhalte	Standardkonformität	IMS Content Packaging, LOM, SCORM
	Grad der Wiederverwendbarkeit	Hoch
	Grad der Medialität	Gemischt, z.B. interaktive Applets
	Mehrsprachigkeit	Keine bei Inhalten (englische Projektseite)
	Technologien und Formate	HTML, JavaScript, Java, Flash
Technik	Verfügbarkeit	Ja, direkt über Webseite
	Technologieschwelle	Mittel, Browser mit Java-Engine Unterstützung notwendig
	Technologien	Webserver (LAMP/WAMP) für HTML



## 3.3.2.5 MUMIE

## Screenshot

**MUMIE - Multimediale Mathematikausbildung**  
 TU Berlin · Institut für Mathematik

Startseite · Kurse · DB-Browser · Admin · Konto
Angemeldet als: admin · Abmelden

### Aufgabenblatt: Integralrechnung

[Zusammenfassung](#) · [Kurs](#)

**Inhalt**

- P 1: Unbestimmtes Integral
- P 2: Bestimmtes Integral
- P 3: Anwendungen Integralrechnung

### Aufgabe 3

### Anwendungen Integralrechnung

Punkte: 10

Berechnen Sie den Flächeninhalt A zwischen dem Graphen der Funktion  $f(x) = \frac{1}{15} \cdot x^3 - \frac{1}{3} \cdot x^2 - \frac{3}{5} \cdot x + 5$  im Intervall  $[-2, +2]$  und der x-Achse.

$A = \frac{938}{45} \approx 20.84$	<input type="radio"/>
$A = \frac{986}{45} \approx 21.91$	<input type="radio"/>
$A = \frac{196}{9} \approx 21.78$	<input type="radio"/>
$A = \frac{164}{9} \approx 18.22$	<input type="radio"/>
Keine der obigen Antworten trifft zu.	<input type="radio"/>

Präsentation	Aktualität	Statusanzeige, eigene Newsseite,
	Darstellung des Inhaltes	klar, schlicht, Module sehen sich von der Oberfläche her ähnlich (Templatesystem)
	Benutzerführung und Navigation	übersichtliches, geradliniges, drei-geteiltes Navigationssystem mit Banner/Infoleiste, Navigationspanel links und Content-Panel rechts, Navigation wird durch das das Autoren-Werkzeug von Mumie vorgegeben
	Zielgruppenspezifischer Auftritt	Ansatzweise, die Mumie als Maskottchen tritt immer wieder in Grafiken auf, ansonsten eher sachlich (Anpassung wäre in Grenzen (Styles der Templates) möglich)
Organisation	Grad der Zugangsbarriere	Eingeschränkt, Registrierung erforderlich (Demo-Zugang frei verfügbar)
	Umfang der (interdisziplinären) Kooperation	Mumie Group (TU Berlin, TU München, RWTH Aachen, Universität Potsdam)
	Integrationsgrad Curriculum	Vollständig, Vorlesung, Übung/Seminare, Tutorien, selbstgesteuertes Lernen (Projekt TUMULT)
	Transfermöglichkeiten	Vielfältig, für Inhalte und Systemarchitektur

Didaktik	Zielgruppenorientierung	Studierende, Lehrende/Autoren
	Grad der Aktivität	Mischformen, sehr viele rezeptive Lernformen, einige aktive Lernformen (Tutorienanbindung, eTutoren)
	Unterstützte Lehr/Lernformen	Lernerzentriertes Selbststudium, Selfassessment, kooperatives Lernen
	Grad der Virtualität	Integrierte Veranstaltung
	Grad der Synchronizität	Mischformen meist Asynchron (in Teamwork-Szenarien synchron)
Inhalte	Standardkonformität	Keine Unterstützung von E-Learning Standards, eigenes XML-Format
	Grad der Wiederverwendbarkeit	Teilweise, Wiederverwendung ist vorgesehen und wird unterstützt, Anpassungen zur weiteren Nutzung in anderen Kontexten sind notwendig
	Grad der Medialität	Hoch, Java-Applets (Mathlets), dynamische Demos/Trainings,
	Mehrsprachigkeit	Vollständig für Inhalte, Projektseite ausschließlich in englisch
	Technologien und Formate	Nutzung von semantischen Netzen mit mathematischen Taxonomien, JavaScript, Java, HTML, MathML (XML), Flash, HTML, MATLAB-Anbindung (in Arbeit)
Technik	Verfügbarkeit	Ja, direkt über Webseite
	Technologieschwelle	(sehr) hoch, spezieller Browser (Firefox) mit speziellen mathematischen Schriftarten für MathML Darstellung notwendig (aufwendige Systeminstallation, Adminrechte erforderlich), Java-Engine Unterstützung notwendig
	Technologien	Webserver (Apache, DMBS Postgres) und Java Application Server (JAPS, mit Tomcat und Cocoon-Framework, erweitert um MUMIE-spezifische Komponenten)

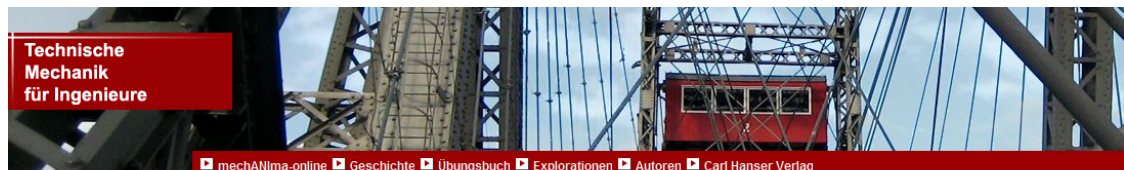
3.3.3 Maschinenbau

3.3.3.1 mechANIma, Universität Paderborn und TU Berlin

Buchcover



Screenshot



- mechANIma
- TechnischeMechanik
- Einführung Mechanik
- Tacoma Narrows Bridge
- Statik
- Festigkeitslehre
- Dynamik
- Kontinuumsmechanik
- Energiemethoden

- Quergedacht
- Mechanik-Wiki
- Geschichte

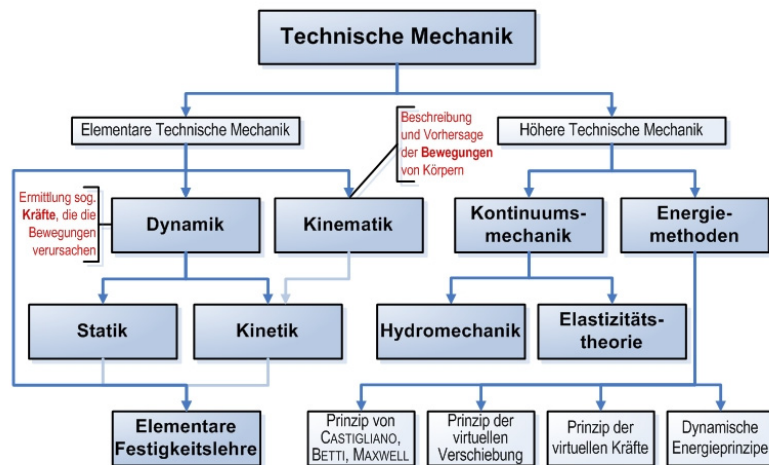
- Impressum
- Vorwort
- News

Einführung in die Themengebiete der Technischen Mechanik

Die Mechanik als Teilgebiet der Physik ist unerlässlich, wenn es darum geht, konkrete ingenieurwissenschaftliche Probleme zu lösen. Das Gebiet der Technischen Mechanik wird nach seiner Grundaufgabe – der Untersuchung von Kräften und Bewegungen – in Kinematik und Dynamik unterteilt.

Die Kinematik beschäftigt sich ausschließlich mit dem zeitlichen und geometrischen Bewegungsablauf und ist ein essentielles Werkzeug, um die in der Dynamik betrachteten Kräfte und die dadurch verursachten Bewegungen zu untersuchen. Dabei befasst sich die Statik mit den Kräften und dem Gleichgewicht als Sonderfall der Ruhe, während die Kinetik tatsächliche Bewegungen unter der Wirkung von Kräften untersucht.

Ein weiterer umfassender Bereich der Technischen Mechanik ist die Festigkeitslehre. Hier wird beispielsweise die Stabilität eines Trag- oder Bauwerks mit Hilfe der in der Statik und Dynamik ermittelten Kräfte untersucht.



Präsentation	Aktualität	Ja, über Newsseite und Fehlerlisten zu den Printwerken
	Darstellung des Inhaltes	Übersichtliche Präsentation mit durchgängiger Methode
	Benutzerführung und Navigation	Keine eigenes Hilfesystem (Glossar-Wiki im Aufbau), einige FAQs, einfaches, sachliches, drei-geteiltes Navigationssystem mit Banner/Infoleiste oben, Navigationspanel links und Content-Panel rechts, Nutzung von Knowledge-Maps zur visuellen Navigation durch die komplexen Themen
	Zielgruppenspezifischer Auftritt	Ja, Studierende werden direkt angesprochen, kurze, persönlich wirkende Ansprachen zu jedem Kapitel, Auflockerungen in Form von Bildern, Anekdoten, Zitaten und Witzen
Organisation	Grad der Zugangsbarriere	Freier Zugang, auch ohne Printmedium
	Umfang der Kooperation	Universität Paderborn, TU Berlin, Carl Hanser Verlag
	Integrationsgrad Curriculum	Voll, Vorlesung, Übungs/Seminar
	Transfermöglichkeiten	keine Transfermöglichkeiten kommuniziert, wahrscheinlich problematisch durch Verlagsbindung
Didaktik	Zielgruppenorientierung	Studierende von Ingenieursstudiengängen
	Grad der Aktivität	Mischformen, sehr viele rezeptive Lernformen, einige aktive Lernformen z.B. Mechanik-Wiki
	Unterstützte Lehr/Lernformen	Lernerzentriertes Selbststudium, komplexes problembasiertes Lernen mit einer Baggerkonstruktion, einzelne Lerneinheiten auch für direkte Einbindung in Vorlesung und Seminare/Übungen geeignet, Selfassessment in Verbindung mit dem Übungsbuch und Klausuren
	Grad der Virtualität	Integrierte Veranstaltung
	Grad der Synchronizität	asynchron
Inhalte	Standardkonformität	Keine Angabe
	Grad der Wiederverwendbarkeit	teilweise, Anpassungen zur weiteren Nutzung in anderen Kontexten oder Systemen notwendig
	Grad der Medialität	Hoch, interaktive Applets, Videos, „Explorationen“ und zusätzliche Lernprogramme als lokale Programme als .exe (Windows-Applikation) oder .jar (Java-Applikation), Animationen, Simulationen
	Mehrsprachigkeit	keine
	Technologien und Formate	Video (ASF, AVI, Flashvideo), JAR- und EXE-Applikationen, PDF, animiertes GIF,
Technik	Verfügbarkeit	Ja, direkt über Webseite
	Technologieschwelle	Mittel, spezieller Videoplayer erforderlich für ASF-Dateien erforderlich „Anmerkung: es wird explizit der Internet Explorer empfohlen, Webseite funktioniert aber mit anderen Browsern ohne Einschränkungen, z.B. Firefox
	Technologien	Webserver, Open sTeam-Engine <sup>135</sup> für Wiki

<sup>135</sup> <http://www.open-steam.org/>, Verifiziert am: 11.10.2009, „sTeam ist eine Open Source (GPL) Umgebung für den Aufbau und die Pflege virtueller Wissensräume.“

Digitale Mechanismen- und Getriebebibliothek (DMG-Lib)

Screenshots

The screenshot shows a web browser displaying a document from the DMG-Lib website. The document is titled "1.1. Beispiele ebener Getriebe" and contains technical information about planar mechanisms. It includes the following text and equations:

**1.1. Beispiele ebener Getriebe**

In den folgenden Beispielen wird der Aufbau und die Funktion von praktisch ausgeführten Getrieben erläutert. Außerdem wird ein kinematisches Schema entwickelt und der Laufgrad bestimmt.

**1.1.1. Kurbelgetriebe**

Antriebsgelenke für einen Scheibenwischer (Bild 1.1/1)

Das Kurbelgetriebe enthält ausschließlich Drehgelenke. Die unaustrittsbahnglied 5 wird in einem großen Schwinge umgeformt, mit dem der Wischbel verbunden ist. Mit  $n = 6$ ,  $g = 7$  und  $l = 7$  ist  $F = 1$ .

**Bild 1.1/1: Scheibenwischer**

Handantrieb eines Hochdruckventils (Bild 1.1/2)

Betrachtet man von der räumlichen Bewegung zwischen Schraube und Mutter nur die Längsverchiebung, so liegt ein ebenes Kurbelgetriebe mit Dreh- und Schiebegliedern vor. Für die ebene Bewegung bildet die Spindel mit ihrer Führung am Glied B ein Glied. Der Antrieb ist die Längskomponente der Relativbewegung zwischen Spindel 7 und Mutter 6. Man beachte, daß z. B. bei A zwei Drehgelenke, nämlich zwischen den Gliedern 4 und 5 sowie zwischen 4 und 6, zusammenfallen. Damit wird  $n = 8$ ,  $g = 10$  und  $l = 10$ , also  $F = 1$ .

**Equations:**

$$F = 3(n-1) - 3g + \sum_{i=1}^k f_i \quad (1.0/1)$$

$$F = 3(n-1) - 2g \quad (1.0/2)$$

**Interaktiv:**

Interaktive Animation starten (zum Starten auf nebenstehende Abbildung klicken)

**Bedienung:** Durch Ziehen der Maus bei gedrückter linker Maustaste kann die Abbildung im Dokument bewegt werden. Doppelklick auf die Abbildung im Dokument lässt die Animation automatisch ablaufen.

**Hinweis: Interaktives Java-Applet**  
Bei Klick auf die nebenstehende Abbildung wird ein Java-Applet in das Buch eingebettet. Bitte haben Sie einen Augenblick Geduld, das Laden der Animation kann mehrere Sekunden dauern. Sollten Sie kein Java-Plugin in Ihrem Browser installiert haben, so können Sie es hier [downloaden](#).

The screenshot shows a video player on the DMG-Lib website. The video is titled "Getriebe im Alltag" and is an interactive hypervideo. The player shows a man holding a green object, with a diagram of a mechanism overlaid. The diagram is a four-bar linkage with joints labeled 1, 2, 3, and 4.

**Getriebe im Alltag**  
Interaktives Hypervideo

**Dreieckslenker nach Roberts**

In einem Rasierapparat eines bekannten Herstellers ist zum Beispiel der Dreieckslenker nach Roberts enthalten. Dieser führt den Messerkopf parallel zur Scherlinie, wodurch das Barthaar geschneit wird.

**Strukturelle Merkmale**

Getriebedimension: eben  
Anzahl Getriebeglieder: 4  
enthaltene Grundgetriebe: Koppelgetriebe

Mehr Informationen dazu in der DMG-Lib  
Mechanismenbeschreibung  
Buch [Video fortsetzen](#)

**Im Film gezeigte Gegenstände**

- Rasierapparat
- Garagentor
- Möbelcharmer
- Scheibenwischer
- Türschlösser
- Ventilsteuerung

Gesamter Film	Qualität	Spieldauer
DMG-Lib Film "Wissen in Bewegung"	(High) (Low)	32:47 min
Kapitelwahl	Qualität	Spieldauer
Intro	(High) (Low)	1:20 min
Was?	(High) (Low)	7:12 min
Was?	(High) (Low)	7:36 min
Warum?	(High) (Low)	14:39 min

Präsentation	Aktualität	Ja, direkt über Startseite zu Nachrichten und Veranstaltungen
	Darstellung des Inhaltes	Eigenes CMS mit Templatesystem, Module sehen sich von der Oberfläche her ähnlich, übersichtliche sachliche Präsentation, Autoren haben genügend gestalterische Freiheiten
	Benutzerführung und Navigation	Navigationsrahmen wird durch das CMS gestellt, für alle Module gleich, freie Anwahl aller Materialien möglich, es gibt kein (automatisches) Glossar, kein allgemeines Hilfesystem, allgemeine Suchfunktion über Kategorien, erweiterte Suche mit Details, spezielle Suchfunktionen für Inhalte (Getriebe), Anmerkung: eine auf Topic-Map basierende semantische Navigation befindet sich im Aufbau
	Zielgruppenspezifischer Auftritt	Angesprochene Zielgruppen sind sehr heterogen, sachliches Design passt entsprechend, Anmerkung: Streaming-Books mit visualisierten Erläuterungen und interaktiven anschaulichen Beispielen auf Zielgruppe Studierende, Lehrende zugeschnitten
Organisation	Grad der Zugangsbarriere	Freier Zugang
	Umfang der (interdisziplinären) Kooperation	TU Ilmenau, RWTH Aachen, TU Dresden
	Integrationsgrad Curriculum	nicht in planmäßige Lehr/Lernformen integriert, aber als zusätzliches Angebot verfügbar, Inhalte sind zunächst lehrplanunabhängig, eignen sich zur Integration in die Lehre oder im Rahmen von thematischen Projekten zum Selbststudium
	Transfermöglichkeiten	Vielfältig, für Inhalte und Systemarchitektur, Lizenzen vor allem der Inhalte sind zu beachten
Didaktik	Zielgruppenorientierung	Lehrende, Studierende, Konstrukteure, Historiker, Autoren, Interessierte
	Grad der Aktivität	Rezeptiv, keine kooperativen Werkzeuge für Nutzer vorhanden (Übergang in aktiv nur bei gemeinsamer Nutzung und Besprechung im Lernszenario Seminare), Anmerkung: TMwiki im Aufbau
	Unterstützte Lehr/Lernformen	Unterstützung von Vorlesung, Studienseminaren und Selbststudium
	Grad der Virtualität	(sehr) hoch, über viele und vielfältige integrierte Experimente, Simulationen und beeinflussbare Visualisierungen, Hypervideo und Animationen
	Grad der Synchronizität	Asynchron
Inhalte	Standardkonformität	Dublin Core <sup>136</sup> (DC) mit inhaltserschließenden Metadaten (Subjects), Dewey Decimal Classification (DDC), Terminologie nach der International Federation for the Theory of Machines and Mechanisms (IFTOMM)
	Grad der Wiederverwendbarkeit	teilweise, Anpassungen zur weiteren Nutzung in anderen Kontexten oder Systemen notwendig (z.B. API für DC-Metadaten nach LOM)
	Grad der Medialität	Hoch, Hypervideo, StreamBook-Technologie, Virtuelles Museum, Interaktiver Zeitstrahl, Augmented Image Sequenzen

<sup>136</sup> vgl. Kap. 2.3.4 Dublin Core (DC)

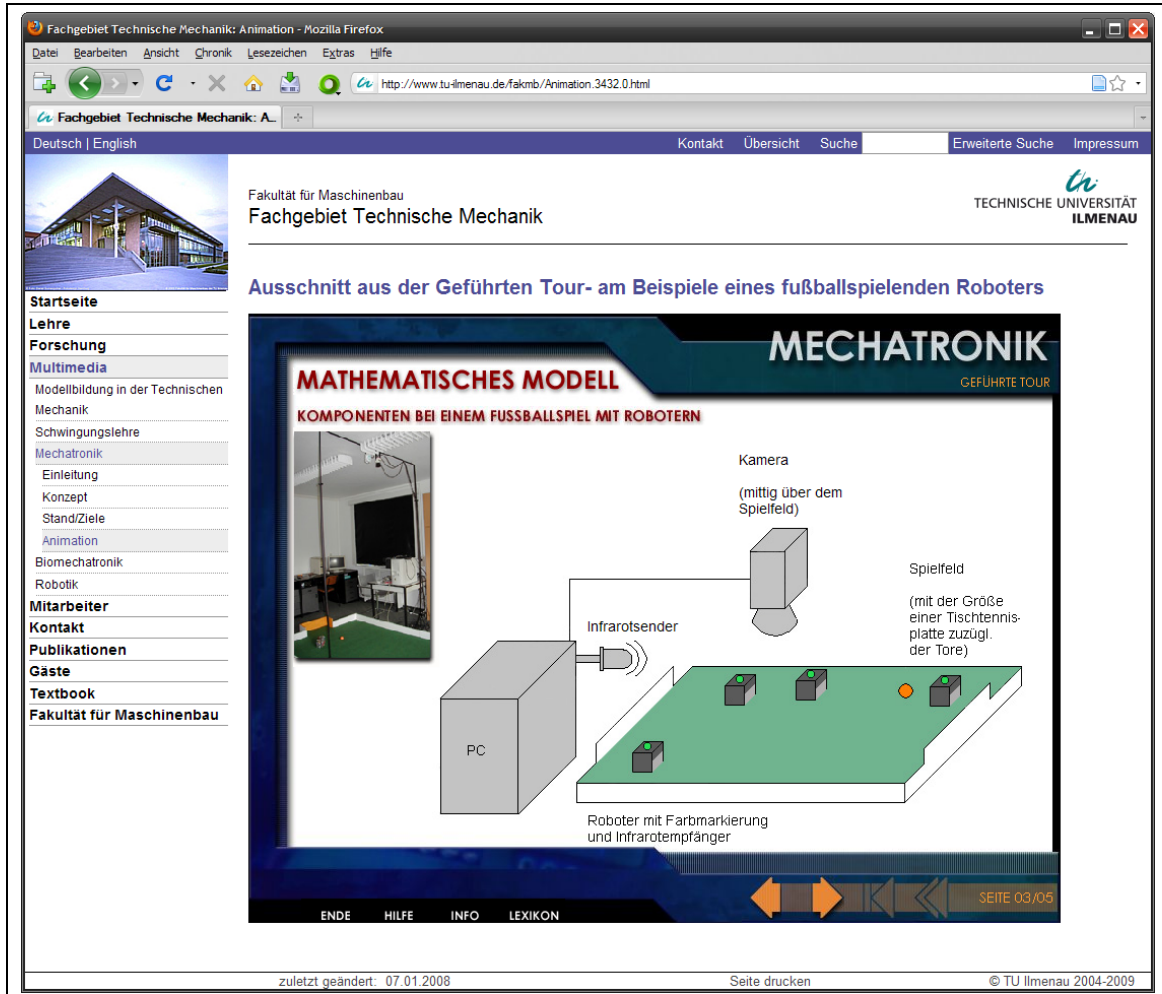
	Mehrsprachigkeit	Teilweise, Englisch für allgemeine Informationen und Metadaten der Inhalte
	Technologien und Formate	HTML, JavaScript, Java, Flash, PDF, Videos, Streaming-Book
Technik	Verfügbarkeit	Ja, direkt über Webseite
	Technologieschwelle	Mittel, Browser mit Java-Engine Unterstützung notwendig
	Technologien	Webserver (Apache, DMBS MySQL) und Java Application Server (JAPS, mit Tomcat und Cocoon-Framework), Java Server Pages (JSP)

### 3.3.3.2 Lehrsoftware im Fachgebiet Technische Mechanik, TU Ilmenau

#### Buchcover



#### Screenshot



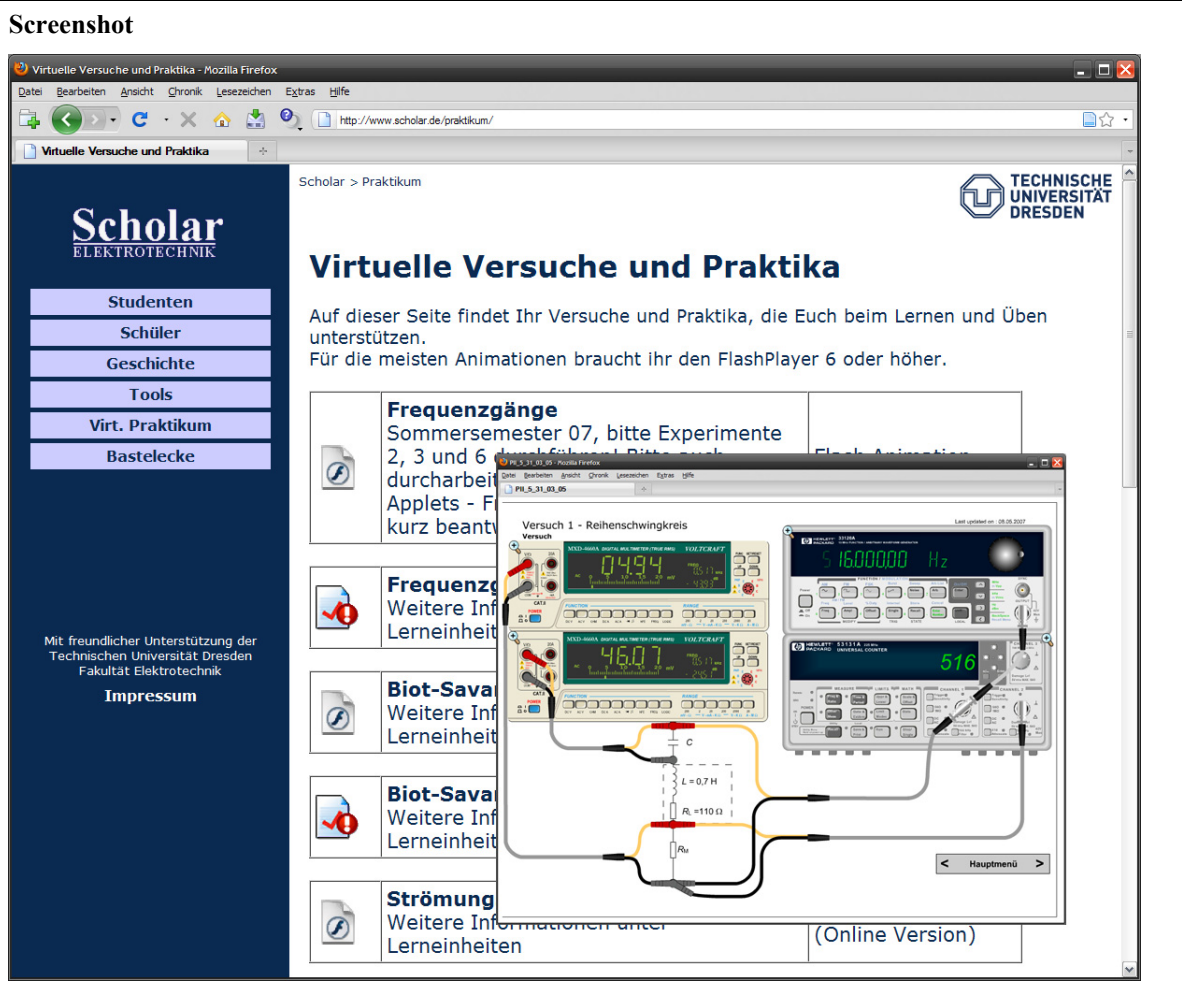
Präsentation	Aktualität	Änderungsdatum bei jeder Seite angegeben
	Darstellung des Inhaltes	Integriert in universitäres CMS (Typo3), Module sehen sich von der Oberfläche her ähnlich,
	Benutzerführung und Navigation	Navigation für alle Module ähnlich, sequenzielle Navigation mit Vor-/Zurück-Buttons, Glossar integriert, allgemeines Hilfesystem im Lernmodul umgesetzt, keine Suche
	Zielgruppenspezifischer Auftritt	Design auf Zielgruppe (Studierende, Studienanfänger) ausgerichtet, Visualisierungen und visualisierte Erläuterungen mit anschaulichen Beispielen aus dem Alltagserfahrungsschatz der Zielgruppe stehen im Mittelpunkt
Organisation	Grad der Zugangsbarriere	Freier Zugang zu ausgewählten Modulen
	Umfang der (interdisziplinären) Kooperation	TU Ilmenau, FH Schmalkalden, FH Jena
	Integrationsgrad Curriculum	teilweise integriert in einige planmäßige Lehr/Lernformen, Module eignen sich zur Integration in Vorlesung, Seminar oder im Rahmen von thematischen Projekten zum Selbststudium
	Transfermöglichkeiten	Selbstentwickelte Tools als Open Source, keine Angabe zu den Inhalten
D	Zielgruppenorientierung	Studierende, Studieninteressierte, Lehrende



	Grad der Aktivität	Rezeptiv, keine kooperativen Werkzeuge für Nutzer vorhanden (Übergang in aktiv nur bei gemeinsamer Nutzung und Besprechung im Lernszenario Seminare),
	Unterstützte Lehr/Lernformen	Unterstützung von Vorlesung, Studienseminaren und Selbststudium, RemoteLab, Virtuelle Labore
	Grad der Virtualität	hoch, über viele und vielfältige integrierte Experimente und beeinflussbare Visualisierungen, Filme und Animationen, fernsteuerbare Roboter
	Grad der Synchronizität	Asynchron
Inhalte	Standardkonformität	Keine Angabe
	Grad der Wiederverwendbarkeit	teilweise, Anpassungen zur weiteren Nutzung in anderen Kontexten oder Systemen notwendig
	Grad der Medialität	Hoch, interaktive Flash-Anwendungen und Java-Applets, Videos
	Mehrsprachigkeit	Teilweise, englische Materialien, Video und interaktive Materialien in Verbindung mit einem englischsprachigen Buch zu „Motion Systems“ über Webseite verfügbar
	Technologien und Formate	Flash, Director (ShockWave), Quicktime-Video, Java, JavaScript, HTML
Technik	Verfügbarkeit	Direkt über Webseite
	Technologieschwelle	mittel, Browser mit Java-Engine und ShockWave Unterstützung notwendig, Quicktime-Videocodec erforderlich
	Technologien	Webserver für HTML, .NET Technologie mit WebServices für Robotersteuerung

3.3.4 Elektrotechnik

3.3.4.1 Scholar, privat (TU Dresden)



Präsentation	Aktualität	Aktuelles zum Studium über Unterpunkt „Studenten“
	Darstellung des Inhaltes	sachliche, übersichtliche und farblich auf das CI der TU Dresden abgestimmte Webseite
	Benutzerführung und Navigation	Einfaches, sachliches, zwei-geteiltes Navigationssystem mit Banner/Infoleiste, Navigationspanel links und Orientierungsleiste mittig oben sowie Content-Panel mitte,
	Zielgruppenspezifischer Auftritt	Schüler, Studienanfänger und Studierende werden direkt angesprochen
Organisation	Grad der Zugangsbarriere	Freier Zugang
	Umfang der (interdisziplinären) Kooperation	Keine Angaben
	Integrationsgrad Curriculum	nicht in planmäßige Lehr/Lernformen integriert, aber als zusätzliches Angebot verfügbar, Scholarangebot wird nicht über die

		Seite der Professur für Grundlagen der Elektrotechnik der TU Dresden <sup>137</sup> verlinkt
	Transfermöglichkeiten	Über freien Modul-Download gegeben, Verwendung von Teilmaterialien sind mit den Autoren abzuklären
Didaktik	Zielgruppenorientierung	Studierende der TU Dresden, Interessierte und Studierende anderer Hochschulen, Schüler und Schülerinnen, Bastelbegeisterte
	Grad der Aktivität	Rezeptiv, keine kooperativen Werkzeuge vorhanden (Übergang in aktiv nur bei gemeinsamer Nutzung und Besprechung im Lernszenario Seminar bzw. Schulunterricht)
	Unterstützte Lehr/Lernformen	Selbststudium, Praktikum
	Grad der Virtualität	hoch, über viele und vielfältige kleine integrierte Experimente und beeinflussbare Visualisierungen und Animationen
	Grad der Synchronizität	Asynchron
Inhalte	Standardkonformität	Keine Angaben
	Grad der Wiederverwendbarkeit	teilweise, Anpassungen zur weiteren Nutzung in anderen Kontexten oder Systemen notwendig
	Grad der Medialität	Hoch, interaktive virtuelle Instrumente und Versuche, Applets oder Videos
	Mehrsprachigkeit	Teilweise, für einige virtuelle Praktikumsversuche
	Technologien und Formate	HTML, JavaScript, Java, Flash
Technik	Verfügbarkeit	Ja, direkt über Webseite oder lokal über Download
	Technologieschwelle	Niedrig


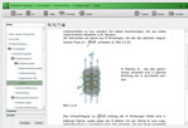

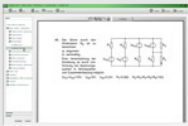
<sup>137</sup> <http://www.iee.et.tu-dresden.de/iee/ge/>, Verifiziert am: 16.10.2009





## 3.3.4.2 IGET Multimedia, Universität Magdeburg

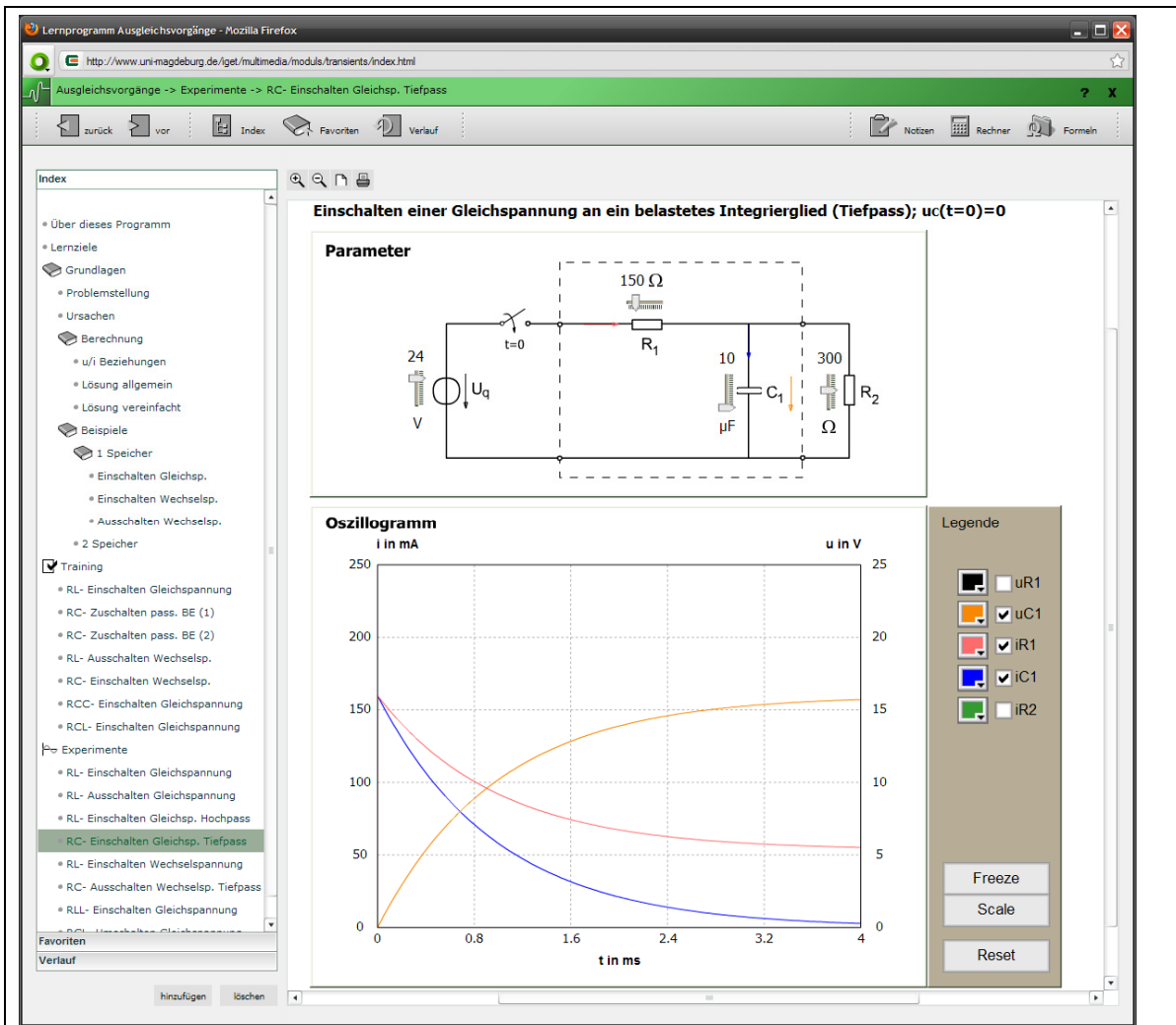
## Screenshot

Die aufgeführten Lernprogramme entstanden innerhalb des MILE-Projekts in einer Kooperation der Uni Magdeburg, der TU Ilmenau und der TU Dresden. Sie dienen der Vor- und Nachbereitung von Vorlesung, Übung und Praktikum. Des weiteren lassen sie sich auch zur Prüfungsvorbereitung nutzen. Wir wünschen ihnen ein kurzweiliges und erfolgreiches Lernen!

Die meisten aufgeführten Lernprogramme nutzen Flash™ zur Darstellung. Falls bei ihnen Probleme in der Darstellung auftreten sollten, aktualisieren sie das Browser-Plugin. [Download Flash](#)

Thema	Beschreibung	Aktionen
 Ausgleichsvorgänge	Lernprogramm zur Berechnung von Ausgleichsvorgängen in linearen Netzen (Lösung im Zeitbereich). Dieses Lernprogramm enthält interaktive Experimente und Beispielaufgaben mit Lösungshilfen.	<a href="#">Hier starten</a> <a href="#">Download</a>
 Induktionsvorgänge	Lernprogramm zur Berechnung von Induktionsvorgängen. Dieses Programm enthält 3D-Animationen, Video-Experimente sowie Beispielaufgaben mit Lösungshilfen.	<a href="#">Hier starten</a> <a href="#">Download</a> <a href="#">Skript</a>
 Video-Demonstrationen	Lernprogramm mit Orientierungswissen zu den Themen: Elektrostatik, Elektrische Strömungsfelder und Magnetische Felder. Dieses Programm entstand mit freundlicher Zusammenarbeit der TU Dresden.  Für die Nutzung ist eine Standard-DSL-Verbindung (768kbit) oder besser erforderlich.	<a href="#">Hier starten</a>
 Aufgabensammlung GET	Aufgaben zum Seminar Grundlagen der Elektrotechnik. Die Aufgabensammlung enthält Lösungen aber keine erweiterten Hilfen. Wenn sie Hilfe beim Lösen der Aufgaben benötigen, nutzen sie bitte die aufgeführten Lernprogramme.	<a href="#">Hier starten</a>



Präsentation	Aktualität	Keine Angaben auf der Einstiegsseite, in jedem Modul auf der Startseite
	Darstellung des Inhaltes	Eigenes flashbasiertes XML-CMS mit Templatesystem, Module sehen sich von der Oberfläche her ähnlich, übersichtliche sachliche Präsentation, Autoren haben genügend gestalterische Freiheiten
	Benutzerführung und Navigation	Navigation und Lernpfadführung wird durch das Templatesystem gestellt, für alle Module gleich, sachliches, drei-geteiltes Navigationssystem mit Banner/Inforeiste, Navigationspanel links und Content-Panel rechts freie Anwahl aller Materialien möglich, Indexfunktion, Favoritenspeicherung, Notizzettelfunktion, allgemeines Hilfesystem
	Zielgruppenspezifischer Auftritt	Design auf Zielgruppe (gymnasiale Oberstufe, Studierende) ausgerichtet
Organisation	Grad der Zugangsbarriere	Freier Zugang mit Download-Möglichkeiten einzelner Module
	Umfang der (interdisziplinären) Kooperation	im interdisziplinären BMBF-Projekt mile u.a. mit TU Dresden, TU Ilmenau und Universität Erfurt
	Integrationsgrad Curriculum	nicht in planmäßige Lehr/Lernformen integriert, aber als zusätzliches Angebot verfügbar

	Transfermöglichkeiten	Über freien Modul-Download gegeben, Verwendung von Teilmaterialien sind mit den Autoren abzuklären
Didaktik	Zielgruppenorientierung	Schüler und Schülerinnen der gymnasialen Oberstufe, Studierende
	Grad der Aktivität	Rezeptiv, keine kooperativen Werkzeuge vorhanden
	Unterstützte Lehr/Lernformen	Unterstützung von Schulunterricht, Vorlesung, Studienseminaren und Selbstlernen, Prüfungsvorbereitung
	Grad der Virtualität	hoch, über viele und vielfältige integrierte Experimente und beeinflussbare Visualisierungen, Filme und Animationen, Trainingsmodus zur Aufgabenlösung
	Grad der Synchronizität	
Inhalte	Standardkonformität	Keine Angaben, Anmerkung: jedes verwendete Inhalts-Objekt ist als separates Flash-Objekt verfügbar/wiederverwendbar
	Grad der Wiederverwendbarkeit	teilweise, geringe Anpassungen zur weiteren Nutzung in anderen Kontexten oder Systemen notwendig
	Grad der Medialität	Hoch, interaktive Flashanwendungen und Werkzeuge, interaktive 3D Animationen, Video(experimente), Bilder
	Mehrsprachigkeit	keine
	Technologien und Formate	Flash, HTML
Technik	Verfügbarkeit	Ja, direkt über Webseite oder lokal über Download
	Technologieschwelle	Niedrig
	Technologien	Webserver für HTML

## 3.3.5 Chemie und Medizin

## 3.3.5.1 CHEMGAROO® Educational System

## Screenshot

Lerneinheit: Drug Design am Beispiel eines HIV-Protease-Inhibitors - Penicillin - ChemgaPedia - Mozilla Firefox

http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/drug\_design/hiv\_protease.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/drug\_

CHEMGAROO

Mindmap | Forum | Kontakt

« Zurück Weiter »

dünnen Film des Bakteriums *Micrococcus luteus* überzogen. Daraufhin kommt es zu einer Hoherbildung um die Schimmelpilzkolonie infolge einer Wachstumshemmung des Bakteriums. B. Der deutsche Name Pinselschimmel rührt von den typischen pinselförmigen asexuellen Sporenlagerer der Penicillium-Arten her.

**Struktur von Penicillin G**

Abb. 2 2D-Struktur

Abb. 3 3D-Grundgerüst

**Die Wirkweise von Penicillin**

Penicillin gehört zu den  $\beta$ -Lactam-Antibiotika und wird entweder in Form von Benzylpenicillin oder Penicillin G injiziert oder oral als Phenoxymethylpenicillin oder Penicillin V verabreicht. Penicillin und Penicillin-Derivate wirken auf die Zellteilung von Bakterien. Diese Wirkstoffe hemmen die bakterielle D-Alanin-Transpeptidase, die für die Zellwandssynthese, genauer gesagt die Quervernetzung der  $\Rightarrow$  Peptidoglycane, essenziell ist. Das erklärt auch das Wirkungsspektrum dieser Gruppe von Antibiotika, die für  $\Rightarrow$  Gram-positive Bakterien, nicht aber für Gram-negative Bakterien eingesetzt werden können. Gram-negative Bakterien haben, anders als Gram-positive Keime, zusätzlich eine äußere Membran, die den Zugang des Antibiotikums zur erheblich dünneren  $\Rightarrow$  Peptidoglycan-Schicht behindert.

Penicillin ist bakteriozid, wirkt aber nur auf wachsende Zellen und muss daher lange Zeit eingenommen werden. Eine Kombiantionstherapie mit Penicillin und Antibiotika, die das Wachstum von Bakterien hemmen, ist daher kontraindiziert. Bakterien entwickeln leicht Resistenzen gegen Penicillin-Derivate, in dem sie z.B.  $\beta$ -Lactamasen synthetisieren und Penicillin spalten, so dass immer neue  $\beta$ -Lactam-Antibiotika entwickelt werden müssen.

Abb. 4 Kalottenmodell von Penicillin G

Google-Anzeigen

Coli Bakterien

Penicillin

HIV Infektion

HIV Ansteckung

FIZ CHEMIE BERLIN  
Fachinformationszentrum Chemie GmbH

Präsentation	Aktualität	Newsseite und Newsticker auf der Startseite
	Darstellung des Inhaltes	übersichtliche sachliche Präsentation, drei-geteiltes Navigationssystem mit Banner/Infoleiste im Kopf, Navigations- und Suchpanel links und Content-Panel rechts, umfangreiches Hilfesystem, präsent schnelle und einfache Suche, Anmerkung: Einblendung von inhaltsabhängiger Google-Werbung im Textformat im unteren Navigationsbereich sowie im unteren und oberen Contentpanelbereich
	Benutzerführung und Navigation	Interaktive Mindmaps zur schnellen und übersichtlichen Navigation
	Zielgruppenspezifischer Auftritt	Keine Zielgruppenspezifik

Organisation	Grad der Zugangsbarriere	Freier Zugang zur interaktiven multimedialen Enzyklopädie ChemgaPedia, weitere Angebote kostenpflichtig (ChemgaNet, ChemgaCourse, ChemgaMedia)
	Umfang der (interdisziplinären) Kooperation	Im ursprünglichen Leitprojekt VS-C (Vernetztes Studium Chemie) mehr als 16 Partner, aktuell Kooperationen mit 13 deutschen Chemie-Fachbereichen, am FIZ ist eine eigene Redaktion beschäftigt, 160 Fachautoren und Multimedia-Entwickler
	Integrationsgrad Curriculum	voll, Einbindung in Lehrbetrieb an den Universitäten aus Projektzeiten, als wichtigster Teil des berufsbegleitenden Fernstudiums Chemieingenieurwesen durch FIZ Chemie Berlin und oncampus [Informationsdienst Wissenschaft e.V. (IDW) 2006], Kooperation Uni Karlsruhe für Studienvorbereitungskurse, Kooperation Uni Leipzig für Kompaktkurs Technische Chemie, Fortbildungskurse GDCh
	Transfermöglichkeiten	Vielfältig, auf Anfrage beim FIZ Chemie Berlin
Didaktik	Zielgruppenorientierung	Als bundesweites Leitprojekt auf Breitenwirkung und alle Zielgruppen angelegt
	Grad der Aktivität	Mischform, abhängig vom benutzen Teil des CHEMGAROO Systems, in der ChemgaPedia z.B. nur Forum, in (kostenpflichtigen) Kursen des Teils ChemgaCourse Kooperationswerkzeuge von LMS moodle nutzbar (Forum, Lerngruppen, etc.)
	Unterstützte Lehr/Lernformen	selbstgesteuertes Lernen, Fernstudium, einzelne ChemgaPedia-Lernobjekte auch für Vorlesung und Seminare/Übungen, Projekte geeignet
	Grad der Virtualität	Integrierte Veranstaltung, bei Fernstudium Virtuelle Veranstaltung
	Grad der Synchronizität	Mischformen
Inhalte	Standardkonformität	SCORM für moodle-Kurse bei ChemgaCourse, bei Lernobjekte aus ChemgaPedia Verwendung über AGBs geregelt
	Grad der Wiederverwendbarkeit	Hoch, für Kurse aus ChemgaCourse, mittel für Teile aus ChemgaPedia
	Grad der Medialität	Hoch, Java-Applets, 3D Molekül-Modelle, Animationen, Videos
	Mehrsprachigkeit	Teilweise englisch, ständiger Ausbau der englischen Teile, Übersichtsseite für englische Angebote
	Technologien und Formate	Flash, Java und Java 3D, MDL Chime (Browserplugin für 3D Modelle), Shockwave, MathML, VRML
Technik	Verfügbarkeit	Ja, direkt über Webseite
	Technologieschwelle	Hoch, bei intensiver Nutzung aller medialen Angebote (extra Plugin für Java 3D, ShockWave, MathML und VRLM notwendig)
	Technologien	Webserver, Java/Java 3D, VRML, LMS moodle



## 3.3.5.2 Medizin – Zentrum für virtuelle Patienten

Screenshot		
Präsentation	Aktualität	Ja, Über aktuelle Publikationen, RSS-Feed
	Darstellung des Inhaltes	Einstiegsseiten der Fakultät: übersichtliche sachliche Präsentation, vier-geteiltes Navigationssystem mit Banner/Infoleiste im Kopf, Navigationspanel links und Content-Panel mittig und Such-/Indexpanel und Kontextinformationen rechts  CAMPUS-Player: übersichtliche Präsentation, großes Hauptpanel mit virtueller Praxis, unten Navigations/Fortschrittsbereich zur Fallbehandlung, extra Fenster für weitere Informationen nach Bedarf, eigene Symbolik/Iconsystem
	Benutzerführung und Navigation	Zielgerichtet für Fallbehandlung in der Medizin, kontextabhängige Hilfen, viel Feedback
	Zielgruppenspezifischer Auftritt	Auftritt für Studierende konzipiert
Organisation	Grad der Zugangsbarriere	freier Zugang zu vielen Beispielfällen über die Webseite oder über CASEPORT
	Umfang der (interdisziplinären) Kooperation	Kooperation (15 Partner) mit CASEPORT (www.caseport.de) „Portal für die fallbasierte Lehre in der Medizin“

	Integrationsgrad Curriculum	Voll, Vorbereitung des Einsatz im medizinischen Praxisalltag
	Transfermöglichkeiten	vielfältig, in eigene Fallbeispiele integrierbar
Didaktik	Zielgruppenorientierung	Studierende
	Grad der Aktivität	hohe (simulierte) Aktivitäten in (virtueller) Kooperation mit dem Patienten und dem Auswertesystem (virtuelle Labore etc.)
	Unterstützte Lehr/Lernformen	Hauptsächlich Selbststudium für Problem orientiertes Lernen (POL), problemlösendes Denken insbesondere für die Medizin das differentialdiagnostische Denken, auch direkt in Vorlesung, Übungen, Projekten einsetzbar, Unterstützung medizinischer Lernzielkataloge
	Grad der Virtualität	(sehr) hoch, neben Videos und Animationen sehr viele 3D Modelle von Patienten mit interaktiven frei wählbaren Bereichen an denen freie Untersuchungsmethoden (z.B. ICD 10 Diagnosen, Letsymptome etc.) vorgenommen werden können
	Grad der Synchronizität	asynchron
,Inhalte	Standardkonformität	AICC und SCORM, LOM
	Grad der Wiederverwendbarkeit	hoch
	Grad der Medialität	Hoch, interaktive 3D Modelle, Videos, Animationen, Bilder(folgen)
	Mehrsprachigkeit	Teilweise, (über EU-Projekt eViP <sup>138</sup> (electronic VirtualPatients) erfolgt Übersetzung in englisch, niederländisch, schwedisch, polnisch und rumänisch)
	Technologien und Formate	Java, Java3D, VRML, Flash, HTML
Technik	Verfügbarkeit	direkt über Webseite
	Technologieschwelle	Mittel, Browser mit VRML-Plugin und Java-Plugin erforderlich
	Technologien	CASEPORT: Webserver mit SOAP-, LDAP-Schnittstellen zur angeschlossenen LMS und Systemen, Fallkernrepräsentation in XML

<sup>138</sup> <http://www.virtualpatients.eu/>, Verifiziert am: 15.10.2009

### 3.3.6 Webbasierte Lernumgebungen im internationalen Sprachraum

#### 3.3.6.1 MITOPENCOURSEWARE, Massachusetts Institute of Technology

**Power Supply Design | National Semiconductor - WEBENCH® Power Designer Online Power Supply Design & Simulation Software Tool - Mozilla Firefox**

http://www.national.com/analog/power/webench

**National Semiconductor** PRODUCTS DESIGN ORDER COMPANY

Home→Power Management

## WEBENCH® POWER DESIGNER

**Power Supply Design at Your Fingertips!**

The WEBENCH environment provides the end-to-end power supply design design and prototyping tools you need to create power supplies or DC-DC converters that meet your power supply design requirements. WEBENCH tools enable designers to solve switching power supply design problems before a prototype is built, alleviating the time and trouble associated with traditional power supply design methods. The WEBENCH toolset can also be used as a device selection tool to find the best voltage regulator, switching regulator, switched capacitor, mosfet controller, or LDO for your application or power supply solution. Many new parts are fully supported such as the new LM2267x, LM2268x and LM315x SIMPLE SWITCHER and LM20xxx Full-Featured PowerWise® Buck Regulators and Controllers.

**WEBENCH® Designer** My Designs

LVDs	ADC	Sensors	PLL	All
Power	LED	Amps	Audio	Filters

Enter your power supply design requirements:

Vin (V)	Min	Max
	14.0	22.0
Output	Vout (V)	Iout (A)
	3.3	2.0
Ambient (°C)	30	

View Advanced Options

V out	I out
Output 2	Output 3

On/Off Pin  No  Yes  Ignore

Error Flag  No  Yes  Ignore

Sync Pin  No  Yes  Ignore

Coupon Id

**Start Design**

### WEBENCH Power Designer Demonstration ( Turn the Knob! )

**Optimization Tuning**

**BOM Cost**  
Footprint **\$8.23** Efficiency **90%**

400 mm<sup>2</sup>

Decrease footprint    Increase efficiency

Turn knob to optimize design

**Footprint**

Best Efficiency

Optimized BOM Cost

Smallest Footprint

**Efficiency**

**BOM Cost**

**Thermal Simulation**

### DESIGN

My WEBENCH® Designs

You are not signed-on. Please sign-on here to access all features of the WEBENCH® Tools.

WEBENCH Power Designer Preview

Switchers Made Simple

The screenshot shows the MIT OpenCourseWare website for the course "6.002 Circuits and Electronics" in Spring 2007. The browser window title is "MIT OpenCourseWare | Electrical Engineering and Computer Science | 6.002 Circuits and Electronics, Spring 2007 | Home - Mozilla Firefox". The URL is "http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Electrical-Engineering-and-Computer-Science/6-002Spring-2007/CourseHome/index.htm".

The page features a navigation bar with links for Home, Courses, Donate, About OCW, Help, and Contact Us. A search bar is also present. The main content area includes a breadcrumb trail: Home > Courses > Electrical Engineering and Computer Science > Circuits and Electronics > Course Home.

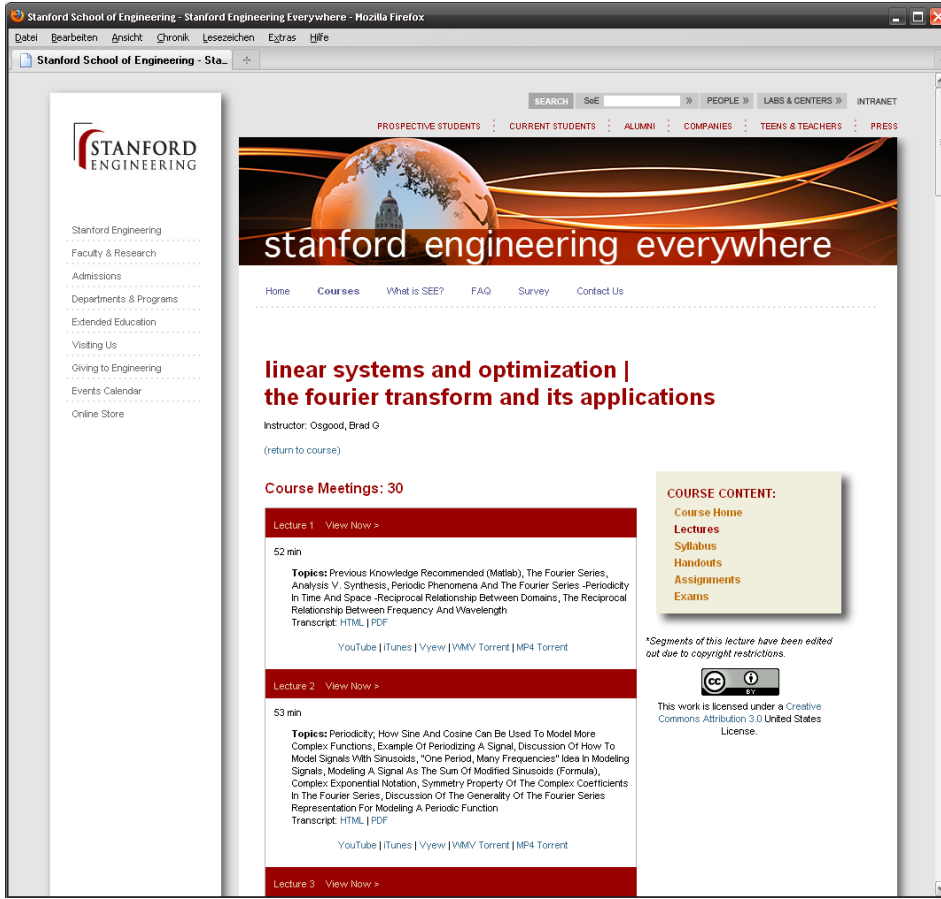
The course title "6.002 Circuits and Electronics" is prominently displayed, along with the text "As taught in: Spring 2007". A "DONATE NOW" button is visible on the right. Below the title is an image of a green printed circuit board (PCB) with various components. To the right of the image, the course level is listed as "Undergraduate" and the instructor as "Prof. Anant Agarwal".

The "Course Features" section lists: Video lectures, Subtitles/Transcript, Interactive simulation, Assignments (no solutions), Exams (no solutions), and Course Highlights. The "Course Highlights" section states: "This course features a complete set of [lecture notes and videos](#) and descriptions of live demonstrations shown during class, along with lab assignments and many other materials used by students in the course. The course textbook was also coauthored by the professors."

The "Course Description" section explains that 6.002 is designed to serve as a first course in an undergraduate electrical engineering (EE) or electrical engineering and computer science (EECS) curriculum. It introduces the fundamentals of the lumped circuit abstraction, covering topics like resistive elements, networks, independent and dependent sources, switches, MOS transistors, digital abstraction, amplifiers, energy storage elements, and dynamics of first- and second-order networks. The course is worth 4 Engineering Design Points and was created collaboratively by Prof. Anant Agarwal and Jeffrey H. Lang.

The required textbook is "Foundations of Analog and Digital Electronic Circuits" by Prof. Anant Agarwal and Jeffrey H. Lang, published by Morgan Kaufmann.

3.3.6.2 Stanford Engineering Everywhere & Stanford on iTunes



## 3.3.6.3 Open Learning Initiative

**IRidium Chemistry Lab -- Alcohol Density Problem**

File Edit Tools View Help

**Stockroom Explorer...**

- Irydium Solutions
  - H<sub>2</sub>O
  - 1M Alcohol
  - Alcoholic Beverage A
  - Alcoholic Beverage B
  - Alcohol 70%
  - Problem Description

**Workbench 1**

**Solution Info...**

Name: Alcohol 70%  
Volume: 100.0 mL

Aqueous  Solid  Gas

100.0°C

PH Meter

Transfer amount (mL):  Withdraw Pour from 10mL Pipet to Alcohol 70%

**ANDES Physics Workbench - [KIR2A-Solution.fbd]**

File Edit Diagram Variable View Help

Given the circuit shown, find the current through resistors R2, R4 and R6. The values of the resistors are R1=30.0 ohm, R2=40.0 ohm, R3=50.0 ohm, R4=60.0 ohm, R5=70.0 ohm, and R6 = 80.0 ohm, and the battery voltage is 12.0 V. DO NOT use equivalent resistance.

Current thru R2:

Current thru R4:

Current thru R6:

What's wrong with that?  
Hint  
Calculate  
Solve for ...  
Undo Ctrl+Z  
Cut  
Copy  
Paste  
Delete

**Variables**

Name	Definition	Di
T0	the instant depicted	
✓ R1=30.0 ohm	Resistance of R1	
✓ R2=40.0 ohm	Resistance of R2	
✓ R3=50.0 ohm	Resistance of R3	
✓ R4=60.0 ohm	Resistance of R4	
✓ R5=70.0 ohm	Resistance of R5	
✓ R6=80.0 ohm	Resistance of R6	
✓ Vb=12.0 V	Voltage across BaE1	
✓ V1	Voltage across R1	
✓ V2	Voltage across R2	
✓ V3	Voltage across R3	
✓ V4	Voltage across R4	
✓ V5	Voltage across R5	
✓ V6	Voltage across R6	

T: 5.2 A is not the correct value for the current through R4. When you have entered enough equations, ask Andes to solve for the current through R4, then transfer the result to this answer box.  
OK

1.   
2.   
3.   
4.   
5.   
6.   
7.

Get a hint: about the reason an entry was incorrect

NUM 00:01:42 SCORE: 10

Engineering Statics - Open and Free - Mozilla Firefox

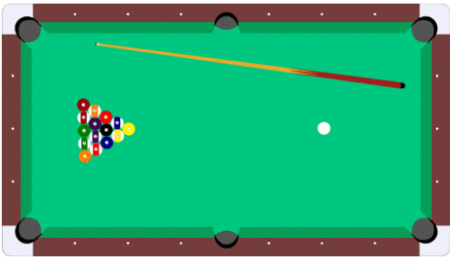
https://oil.web.cmu.edu/course/workbook/activity/page?context=b485aaad80020c690048cc385101041

OpenLearningInitiative

Combining Translational Effects

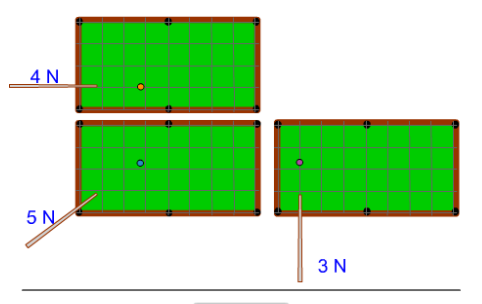
LEARNING OBJECTIVE: Recognize that translational effects of forces combine as in vector addition.

First, let us consider how the translational effects of forces combine. In particular, we will consider here the translational effects of multiple concurrent forces acting on a body. By concurrent, we mean that the lines of action of all forces pass through the same point. As an example, let us consider balls on a pool table.



In the following simulation, each ball is struck by the cue for the same short period of time: the first ball with a 4N force parallel to the long side of the pool table, the second ball with a 3N force parallel to the short side of the pool table, and the third ball with a 5N force at an angle as shown. The forces all act through the center of mass of the ball, so tendencies to rotate the ball are not of concern.

**Simulation**

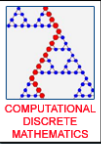


Reset

Computational Discrete Mathematics - Open and Free - Mozilla Firefox
Computational Discrete Mathematics

OpenLearningInitiative
This course is not led by an instructor | Sign In | Help

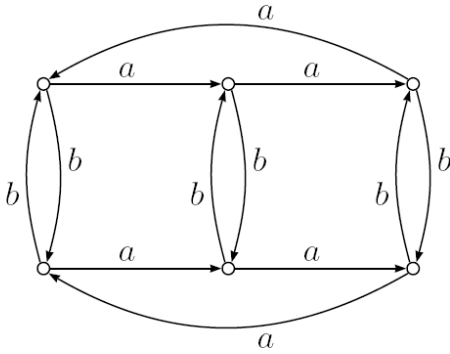
Carnegie Mellon



**COMPUTATIONAL  
DISCRETE  
MATHEMATICS**

**Course Materials**

- Module 1: Groups
  - Groups to Monoids
  - Groups
  - Decompositions
  - Substructures and Homomorphisms
  - Generating Groups
  - Subgroups: The Closure
  - Cayley Graphs
  - Spanning Tree Perspective
  - Implementation
  - Chomsky



Here is the Cayley graph of the group  $\mathbb{Z}_2 \times \mathbb{Z}_3$  with generators  $a = (0, 1)$  and  $b = (1, 0)$ .

We have left the nodes unlabeled; any one of them could be chosen as the neutral element in the group (all others are then determined). The Cayley graph in the example is strongly connected and every node has the same indegree and outdegree. Needless to say, this no coincidence.

**LEMMA**

For any group  $G$ ,  $\Gamma_r(G)$  is strongly connected and regular.

PROOF:

Fix some set of generators  $A$  and consider a point  $x \in G$  in  $\Gamma_r(G)$ . Since  $G$  is a set of generators there is a path labeled  $a_1, a_2, \dots, a_n$  from 1 to  $x$ : simply pick  $a_1, a_2, \dots, a_n = x$ . Likewise, there is a path labeled  $a_n^{-1}, a_{n-1}^{-1}, \dots, a_1^{-1}$  from  $x$  back to 1.

The indegree and outdegree of a node in the Cayley graph is simply the number of generators.

**Did I Get This?**

Let  $G$  be a cyclic group and  $g$  a generator. What does the Cayley graph of  $G$  look like?

A straight path of length order of  $G$ .

A cycle of length order of  $G$ .

A complete graph of size order of  $G$ .

A tree of size order of  $G$ .

True  False

True  False

True  False

True  False

Hint

✓ Good job!



## 9.2 Anhang zu Kapitel 5 -Themenfelder Allgemeine Elektrotechnik

<p><i>Buch</i> Kap./Abschn. 1</p>	<p><i>Aufgabensammlung, Datenbank</i> Haupt- und Unterthemen Elektrische Netze bei Gleichstrom 01 Ladung, Strom, Spannung, Widerstand, Leistung 02 Temperaturabhängigkeit des Widerstandes 03 Grundstromkreis 04 Anwendung der kirchhoffschen Sätze 05 Superpositionsprinzip 06 Zusammenschaltungen passiver Netze 07 Ersatzspannungsquelle, Ersatzstromquelle 08 Knotenspannungsanalyse 09 Maschenstromanalyse 10 Nichtlineare Gleichstromnetze 11 Elektrisches Erwärmen 12 Wärmeberechnungen, Dimensionierung 13 Umformung elektrischer Energie in mechanische Energie 14 Umformung elektrischer Energie in chemische Energie 15 durchgerechnete Beispiele/Komplexaufgaben</p>	<p>7</p>	<p>Spezielle Schaltungen und Baugruppen der Wechselstromtechnik 01 Komplexe Schaltungen mit frequenzselektiven Eigenschaften 02 Brückenschaltungen 03 Drosselspule 04 Transformator 05 Drehstromsystem 06 Asynchronmotor 07 durchgerechnete Beispiele/Komplexaufgaben</p>
<p>1.1 1.2</p>	<p>7.1 7.2 7.3 7.4 7.5 7.6</p>	<p>7 8</p>	<p>01 Bestimmung von Vierpolparametern 02 Analyse von Vierpolzusammenschaltungen 03 Betriebsparameter und Wellenparameter 04 durchgerechnete Beispiele/Komplexaufgaben</p>
<p>1.3</p>	<p>Netzwerke bei nichtsinusförmiger periodischer Erregung 01 Überlagerungssatz bei Mischspannungen und mehrwelligen Erregungen 02 Berechnung von Fourier-Koeffizienten 03 Kennwerte nichtsinusförmiger periodischer Funktionen 04 Lineare Verzerrung 05 Nichtlineare Verzerrung 06 durchgerechnete Beispiele/Komplexaufgaben</p>	<p>9</p>	<p>Grundzüge der Vierpoltheorie 01 Bestimmung von Vierpolparametern 02 Analyse von Vierpolzusammenschaltungen 03 Betriebsparameter und Wellenparameter 04 durchgerechnete Beispiele/Komplexaufgaben</p>
<p>2</p>	<p>Elektrisches Feld 01 Strömungsfeldanordnungen 02 Elektrostatistische Feldanordnungen, elektrischer Fluss, Flussdichte, Stoffe im Feld 03 Kondensator, Kapazitätsberechnungen 04 Zusammenschaltung von Kondensatoren 05 Auf- und Entladen von Kondensatoren 06 Energie und Kräfte im elektrostatischen Feld 07 durchgerechnete Beispiele/Komplexaufgaben</p>	<p>10</p>	<p>Netzwerke bei nichtsinusförmiger nichtperiodischer Erregung 01 Fourierttransformation 02 Laplace-Transformation, Hin- und Rücktransformation 03 Berechnung von Schaltvorgängen 04 durchgerechnete Beispiele/Komplexaufgaben</p>
<p>3</p>	<p>Stationäres magnetisches Feld 01 Kraftwirkungen, Magnetflussdichte, Magnetfluss 02 Durchflutungsgesetz, magnetische Feldstärke, Spannung 03 Stoffe im Magnetfeld 04 Berechnung technischer Magnetkreise 05 durchgerechnete Beispiele/ Komplexaufgaben</p>	<p>11</p>	<p>Vorgänge auf Leitungen der Informations- und Energietechnik 01 Parameter der verlustlosen Leitung, Ausgleichsvorgänge 02 Betrieb bei sinusförmiger Anregung 03 durchgerechnete Beispiele/Komplexaufgaben</p>
<p>4</p>	<p>Elektromagnetische Induktion 01 Induktionsgesetz 02 Berechnung von Induktivitäten 03 An- und Abschalten von Induktivitäten 04 Magnetisch verkoppelte Spulen, gegenseitige Induktivität 05 durchgerechnete Beispiele/Komplexaufgaben</p>	<p><b>Themengebiete Praktikum</b> GET 1 Vielfachmesser, Kennlinien und Netzwerke GET 2 Messungen mit dem Digitalspeicheroszilloskop GET 3 Schaltverhalten an C und L GET 4 Spannung, Strom, Leistung im Drehstromsystem GET 5 Messbrücken GET 6 Frequenzverhalten einfacher Schaltungen GET 7 Gleichstrommaschine GET 8 Technischer Magnetkreis GET 9 Messung der Kraft-Weg-Kennlinien von Gleichstrommagneten</p>	<p>11</p>
<p>5</p>	<p>Kräfte und Energie im Magnetfeld 01 Kraftwirkungen auf Leiteranordnungen, Drehmomente 02 Energie und Kraftwirkungen 03 Kraft auf Pole 04 Wirkprinzipien von Gleichstrommaschinen 05 durchgerechnete Beispiele/Komplexaufgaben</p>	<p>6</p>	<p>Passive und aktive Zweipole Methoden zur Netzwerkberechnung Statisches Verhalten und Schaltverhalten von Kondensatoren</p>
<p>6</p>	<p>Wechselstromnetze bei einwelliger Erregung 01 Wechselstromschaltungen im Zeitbereich 02 Netzwerkberechnung mittels „Symbolischer Methode“ 03 Leistungsrechnungen 04 Zeigerdiagramme 05 Schaltungen mit gegenseitigen Induktivitäten 06 Ortskurven 07 Einfache Schaltungen mit frequenzselektiven Eigenschaften 08 durchgerechnete Beispiele/Komplexaufgaben</p>	<p>6.1, 6.2 6.3 6.4 6.5 6.6</p>	<p>GET 1-1 GET 1-2 GET 1-3</p>

## **Erklärung gemäß Anlage 1 der Promotionsordnung**

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet.

Weitere Personen waren an der inhaltlich-materiellen Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich hierfür nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberater oder anderer Personen) in Anspruch genommen.

Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalte der vorgelegten Dissertation stehen.

Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ich bin darauf hingewiesen worden, dass die Unrichtigkeit der vorstehenden Erklärung als Täuschungsversuch angesehen wird und den erfolglosen Abbruch des Promotionsverfahrens zu Folge hat.

Ilmenau, 12.01.2010  
(Ort, Datum)

.....  
(Unterschrift)

## Thesen

1. Webbasierte Lernumgebungen im ingenieur-wissenschaftlichen Bereich stellen besondere Anforderungen an Vermittlung, Visualisierung und Überprüfung von Wissen.
2. Das fünfstufige Ebenenmodell (Technik, Inhalte, Didaktik, Organisation, Präsentation) ist besonders gut für die Abbildung von webbasierten Lernumgebungen geeignet.
3. Der E-Learning Standard „Learning Objects Metadata“ (LOM) ist am besten für eine Verwendung von „Reusable Learning Objects“ (RLO) geeignet.
4. Das entwickelte RLO-Modell lässt sich optimal im Ebenenmodell verorten.
5. XML-basierte Datenbankmanagementsysteme (DBMS) sind nicht grundsätzlich zu bevorzugen. Die Auswahl des DBMS muss anhand der zu verwaltenden Struktur und des Umfangs der zu verarbeitenden Daten abgewogen werden.
6. Kriterienkataloge sind nach genauer Einzelkriterienanalyse geeignet, Lernumgebungen einzuordnen und zu bewerten.
7. Es gibt kein einzelnes KO-Kriterium.
8. Die Kriterien müssen sich ebenfalls am Ebenenmodell einer Lernumgebung ausrichten, um aussagekräftig zu sein.
9. Kriterien können voneinander abhängig oder auch referenzierend sein.
10. In Vergleich zu Mathematik- und Physik-Angeboten ist die Elektrotechnik im Grundlagenbereich deutlich unterrepräsentiert. Physikangebote mit Elektrotechnikanteilen können diese Lücke nicht schließen.
11. Schlüsselfaktoren zum dauerhaften Erfolg einer Lernumgebung sind u.a. die organisatorische Verankerung, Umfang und Qualität der Inhalte sowie gesicherter Support.
12. Stringente lineare Phasenmodelle aus der allgemeinen Softwareentwicklungstheorie sind für die Entwicklung von webbasierten Lernumgebungen nicht geeignet.
13. Evolutionäres Prototyping in Kombination mit objektorientierten Entwurf stellt ein modernes, planbares und flexibles Vorgehensmodell zur Entwicklung von Lernumgebungen im ingenieur-wissenschaftlichen Bereich dar.
14. Prototyping ersetzt nicht eine fundierte Systemanalysephase.
15. Ein XML-DBMS sollten nur verwendet werden, wenn alle Inhalte mit XML-Standards über ein Daten-Modell abgebildet werden können. Anderenfalls sind OO-DBMS oder RDBMS vorzuziehen.
16. „Das Phasenmodell, das Versionenkonzept und der Prototyping-Ansatz könnten auf diese Art sogar sinnvoll miteinander verbunden werden [...]“ [Haberfellner und Daenzer 2002, S.68]

17. Der Prozess der Systemeinführung ist an das Ebenenmodell gekoppelt. Er betrifft zum einen die horizontale Integration auf spezifischen Einzel-Ebenen (z.B. Technik) oder die volle Durchdringung aller Ebenen bei der vertikalen Integration (z.B. Komponenteneinführung).
18. „E-Learning ist in den Ingenieurwissenschaften, wie auch in den meisten anderen Fachrichtungen, ein (noch) relativ selten genutztes Instrument, obwohl der Anteil der Professoren, die der Meinung sind, E-Learning sei nicht praktikabel, gering ist.“  
[Fischer und Karl-Heinz 2008, S.31]
19. Wiederverwendbare Prototypen können die aufwändige wiederholte Mediengestaltung von komplexen Lernobjekten reduzieren.
20. Der LOM-Standard ist nicht ausreichend für die Beschreibung spezieller Fachinhalte.
21. Verschiedene Verlinkungsproblematiken (Verification, Modification, Content, Verification, Relocation) legen nahe, soviel wie möglich Eigenentwicklung zu betreiben, um sich inhaltlich als auch rechtlich abzusichern.
22. Der erfolgreiche Transfer sowie die gleichzeitige Vernetzung mit anderen E-Learning-Akteuren sind fest miteinander verknüpft.
23. Zielgruppen am Anfang (Studienorientierung) und am Ende (Weiterbildung) des Student Lifecycle rücken zunehmend in den Fokus von Online-Angeboten.
24. Mehrsprachigkeit von Angeboten gewinnt im Zuge der Internationalisierung der Hochschulen und der verstärkten internationalen Studienwerbung stark an Bedeutung.
25. Spezialisierte Weiterbildungsportale sind als Multiplikatoren unbedingt erforderlich.
26. GETsoft-Inhalte sind geeignet, um Kurse und Lernräume in beliebigen standardkonformen Lernmanagementsystemen zu unterstützen.
27. Rapid Prototyping ist geeignet, um Lernobjekte und Komponenten einer Lernumgebung effektiv und effizient zu entwickeln.
28. Die Prinzipien der Objektorientierung in der Softwareentwicklung und der Theorie von wiederverwendbaren Lernobjekten ergänzen sich.
29. Hochschulpolitische Faktoren sind für langfristigen Erfolg von Lernumgebungen wichtiger als technische Perfektion.
30. Open Educational Resources (offene Wissensressourcen), Open Access (freier Zugang), Open Content und Creative Commons Lizenzen (freie Inhalte) sind die globalen Verbreiterungsmodelle der Zukunft.