

Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Klaus Eder

der Naturwissenschaftlichen Fakultät III
Dekan: Prof. Dr. Peter Wycisk

der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

**Aufbau des E-Learning-Systems
- Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung -
bei besonderer Beachtung einer entwicklungsbegleitenden Evaluation**

Dissertation

Zur Erlangung des akademischen Grades
doctor agriculturarum (Dr. agr.)

vorgelegt von

Diplom-Agraringenieurin Regina Daenecke
geb. am 06.05.1974 in Rotenburg (Wümme)

Gutachter: Prof. Dr. J. Spilke
Prof. Dr. H. H. Swalve
Prof. Dr. G. Schiefer

Verteidigung am: 27. Oktober 2008

Halle/Saale 2008

urn:nbn:de:gbv:3-000014546

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=nbn%3Ade%3Agbv%3A3-000014546>]

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis.....	VII
1 Einleitung und Problemstellung	1
2 Literaturübersicht.....	3
2.1 E-Learning.....	3
2.1.1 Begriff, Einordnung, E-Learning-Formen und Blended Learning.....	3
2.1.2 Vor- und Nachteile von E-Learning.....	6
2.2 Struktur von E-Learning-Systemen.....	9
2.2.1 Technische Struktur.....	9
2.2.2 Didaktische Struktur.....	11
2.3 Lerntheorien und deren Zusammenhang zum E-Learning.....	12
2.3.1 Behaviorismus – Lernen durch Verstärkung.....	13
2.3.2 Kognitivismus – Lernen durch Einsicht und Erkenntnis	15
2.3.3 Konstruktivismus – Lernen durch persönliches Erfahren, Erleben und Interpretieren	16
2.4 Entwicklung von E-Learning-Systemen	19
2.4.1 Modelle zur Unterstützung der Entwicklung	19
2.4.2 Entwicklungsphasen von E-Learning-Systemen.....	23
2.5 Evaluation von E-Learning-Systemen	27
2.5.1 Evaluationsmodelle	30
2.5.2 Evaluationsmethoden	32
2.5.2.1 Expertentests	32
2.5.2.2 Nutzertests	35
2.6 Überblick zur Nutzung von E-Learning-Systemen im Agrarbereich.....	37
2.7 Schlussfolgerungen aus dem Literaturstudium	39
3 Untersuchungsgegenstand.....	41
3.1 Das Lehrgebiet „Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung“ ..	41
3.2 Zielgruppen des entwickelten Systems	44
4 Ergebnisse der Systementwicklung	46
4.1 Gliederung des Lernstoffes	46

4.2 Technische Realisierung	52
4.3 Aufbau des E-Learning-Systems.....	55
4.3.1 Nutzeroberfläche und Navigation	55
4.3.2 Inhaltsdarstellung und Übungen.....	57
4.3.3 Einführung, Glossar, Suchfunktion und Hilfe.....	59
4.4 Umsetzung lerntheoretischer Prinzipien im System	61
4.5 Verwendete Lernobjekte	62
4.6 Zusammenhang von Wissensarten und Lernobjekten.....	69
5 Eigene Untersuchungen zur Systemevaluierung.....	72
5.1 Methodenauswahl und Vorgehensmodell der Evaluation.....	72
5.2 Beschreibung des Expertentests	76
5.3 Beschreibung des Nutzertests.....	81
5.4 Beschreibung der Evaluationsteilnehmer.....	84
5.5 Anwendung und Ergebnisse der Evaluationsmethoden auf die Systementwicklung ..	90
5.5.1 Ergebnisse Expertentest I.....	90
5.5.2 Ergebnisse Nutzertest I.....	99
5.5.3 Ergebnisse Expertentest II.....	103
5.5.4 Ergebnisse Nutzertest II	106
5.5.5 Ergebnisse Expertentest III	108
5.5.6 Ergebnisse Nutzertest III.....	109
6 Diskussion und Schlussfolgerungen.....	110
7 Zusammenfassung	119
8 Summary	122
9 Literaturverzeichnis.....	125

Abkürzungsverzeichnis

ADED	-	Agricultural Data Element Dictionary
ADIS	-	Agricultural Data Interchange Syntax
AICC	-	Aviation Industry Computer-based Training Committee
AT	-	Authoring Tool
bzw.	-	beziehungsweise
CBT	-	Computer Based Training
CD	-	Compact Disc
CD- ROM	-	Compact Disc Read-Only Memory
CMS	-	Content Management System
CSCL	-	Computer Supported Cooperative Learning
CSCW	-	Computer Supported Cooperative Work
CW	-	Cognitive Walkthrough
d. h.	-	das heißt
DVD	-	Digital Video Disc
EDV	-	Elektronische Datenverarbeitung
etc.	-	et cetera
e. V.	-	eingetragener Verein
FLV	-	Flash Video
FTP	-	File Transfer Protocol
GIF	-	Graphic Interchange Format
HIT	-	Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere
HTML	-	Hypertext Markup Language
http	-	Hypertext Transfer Protocol
ID	-	Instruktionsdesign
IEEE	-	Institutes of Electrical and Electronics Engineers
ILIAS	-	Integriertes Lern-, Informations- und Arbeitskooperationssystem
ISO	-	Internationale Organisation für Normung
IVM	-	Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung
LKV	-	Landeskontrollverband
LMS	-	Learning Management System
LO	-	Lernobjekt
LTSC	-	Learning Technology Standard Committee

LUFA	-	Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt
MiniDV	-	Mini Digital Video
MLP	-	Milchleistungsprüfung
PC	-	Personal Computer
PDF	-	Portable Document Format
RLO	-	Reusable Learning Object
RTF	-	Rich Text Format
SCORM	-	Sharable Content Object Reference Model
sog.	-	so genannt
Stud-IP	-	Studentischer Internetsupport von Präsenzlehre
swf	-	Shockwave Flash
usw.	-	und so weiter
VIT	-	Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung
vgl.	-	vergleiche
WAICENT	-	World Agricultural Information Centre
WBT	-	Web Based Training
w. V.	-	wirtschaftlicher Verein
WWW	-	World Wide Web
XML	-	Extensible Markup Language
z. B.	-	zum Beispiel
ZWS	-	Zuchtwertschätzung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiel für ein Blended Learning-Konzept (MANDL UND WINKLER, 2004a, S. 22)	6
Abbildung 2: Didaktische Struktur medialer Lernangebote (SCHÜPBACH et al., 2003, S. 25)	12
Abbildung 3: Lernmodell des Behaviorismus bei Unterstellung der klassischen Konditionierung	13
Abbildung 4: Verfahrensschleife eines Übungsprogrammes (LANG UND PÄTZOLD, 2002, S. 26)	15
Abbildung 5: Lernmodell des Kognitivismus	16
Abbildung 6: Lernmodell des Konstruktivismus (BAUMGARTNER UND PAYR, 1994, S. 108).....	17
Abbildung 7: ADDIE-Modell (NIEGEMANN et al., 2004, S. 22).....	20
Abbildung 8: PADDIQ-Modell (NIEGEMANN et al., 2004, S. 47)	21
Abbildung 9: Spiralmodell nach Boehm (BALZERT, 1998, S. 130)	22
Abbildung 10: Unterschiedliche Evaluationstypen.....	29
Abbildung 11: Vier- bzw. Sechs-Ebenenmodell (nach KIRKPATRICK, 1994; SCHENKEL, 2000, S. 62)	31
Abbildung 12: Marktanteil von Lernprogrammen im Jahr 2007, nach Themen sortiert (BITKOM, 2007)	37
Abbildung 13: Datenbeziehungen zwischen Landwirtschaftsunternehmen und deren Partnern im Bereich der Milcherzeugung (DOLUSCHITZ UND SPILKE, 2002, S. 324).....	42
Abbildung 14: Schichtenmodell der Informationsverarbeitung in der Milcherzeugung und informationsseitige Verknüpfung zwischen den Schichten aus Sicht eines landwirtschaftlichen Unternehmens (DOLUSCHITZ UND SPILKE, 2002, S. 26). 47	
Abbildung 15: Hausmodell zur Gliederung des Lerngebietes	49
Abbildung 16: Inhaltsverwaltung der Lernobjekte sowie den zugehörigen Metadaten.....	54
Abbildung 17: Nutzeroberfläche bei Start des E-Learning-Systems (* nur sichtbar beim Berühren eines Lernkomplexes mit dem Mauszeiger) ...	56
Abbildung 18: Fensteraufteilung bei der Inhaltsdarstellung	57
Abbildung 19: Inhaltsdarstellung (Beispiel Lernkomplex A1).....	58
Abbildung 20: Übungsaufgaben.....	59
Abbildung 21: Suchfunktion	60
Abbildung 22: Hilfefunktion.....	60
Abbildung 23: erklärender Text im Video	65
Abbildung 24: realistische und logische Bilder	66

Abbildung 25: Darstellung der Injektion eines Transponders mit animierten GIF-Bildern	67
Abbildung 26: Laktationskurven.....	68
Abbildung 27: Unterschiedliche Wissensarten in Bezug zu den drei Säulen	70
Abbildung 28: Evaluationszyklus bei Nutzung von Experten- und Nutzertest	75
Abbildung 29: Erkennung von Usability-Problemen in Abhängigkeit von der Expertenanzahl (NIELSEN, 1993, S. 156)	77
Abbildung 30: Usabilityheuristiken nach NIELSEN (1993)	79
Abbildung 31: Inhaltsheuristiken	80
Abbildung 32: Ablauf des Nutzertests	83
Abbildung 33: Altersverteilung der Nutzergruppen.....	85
Abbildung 34: Geschlechterverteilung.....	86
Abbildung 35: E-Learning-Erfahrung der Nutzer	86
Abbildung 36: Kenntnisse im Bereich Milcherzeugung	87
Abbildung 37: Inanspruchnahme von Einarbeitungszeit	88
Abbildung 38: Zeitaufwand für den Test des E-Learning-Systems.....	89
Abbildung 39: Startseite und Inhaltsseite Komplex A1 der ersten Testversion	91
Abbildung 40: Usability-Problemerkennung	92
Abbildung 41: Anteil der Probleme (%) nach dem Schweregrad, Expertentest I.....	92
Abbildung 42: Startseite und Inhaltsseite Komplex A1 der zweiten Testversion.....	99
Abbildung 43: Navigationselement.....	101
Abbildung 44: Benutzung der Menüleisten	102
Abbildung 45: Anteil der Probleme (%) nach dem Schweregrad, Expertentest II	104
Abbildung 46: Screenshots aus der Animation: „Das gemischte lineare Modell“	108
Abbildung 47: Verlauf der Anzahl gefundener Probleme in den einzelnen Evaluationsphasen	117

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Lernparadigmen und Softwaretypologie (Baumgartner und Payr, 1994, Blumstengel, 1998)	18
Tabelle 2: Merkmale zur Zielgruppenbeschreibung (in Anlehnung an RISER et al., 2002, S. 101-102; KRÖGER UND REISKY, 2004, S. 93).....	25
Tabelle 3: Lernkomplexe des E-Learning-Systems	51
Tabelle 4: Empfohlene Schriftgrößen in Abhängigkeit des Alters (Nielsen und Loranger, 2006, S. 221)	64
Tabelle 5: Verwendung der Lernobjekte in Abhängigkeit der Wissensarten	71
Tabelle 6: Anzahl der Evaluationsteilnehmer	84
Tabelle 7: Anzahl der Studierenden nach Semesteranzahl	85
Tabelle 8: Nutzerverhalten beim Einsatz neuer Software	87
Tabelle 9: Gestaltungsprobleme Expertentest I, sortiert nach dem Schweregrad.....	94
Tabelle 10: Navigationsprobleme Expertentest I, sortiert nach dem Schweregrad	95
Tabelle 11: Funktionsprobleme Expertentest I, sortiert nach dem Schweregrad.....	96
Tabelle 12: Inhaltsprobleme Expertentest I, sortiert nach dem Schweregrad.....	97
Tabelle 13: Funktionsprobleme Expertentest II, sortiert nach dem Schweregrad	105
Tabelle 14: Inhaltsprobleme Expertentest II, sortiert nach dem Schweregrad	106
Tabelle 15: Vergleich der Evaluationsmethoden	116

1 Einleitung und Problemstellung

Die Entwicklung von Informations- und Kommunikationssystemen hat insbesondere im letzten Jahrzehnt eine rasante Entwicklung genommen. Die damit verbundenen Möglichkeiten haben ein solches Ausmaß in allen gesellschaftlichen Bereichen angenommen, dass die derzeitige gesellschaftliche Epoche als „Informationsgesellschaft“ bezeichnet wird. Ein Ende dieser Entwicklung ist noch nicht absehbar. Eine daraus folgende Konsequenz besteht im Zwang zum lebenslangen Lernen. Fachwissen veraltet in immer kürzeren Abständen (KOHN, 2003, S. 350). ABICHT UND DUBIEL (2003) sprechen von Halbwertszeiten des Schulwissens von 20 Jahren, des Hochschulwissens von 10 Jahren, des beruflichen Fachwissens sogar von fünf Jahren. Verbunden mit der immer weniger begrenzend wirkenden Hard- und Software führte dies auch zu neuen Lernformen, die unter dem Begriff „E-Learning“ inzwischen eine bedeutsame Entwicklung genommen haben. So sind E-Learning-Systeme in vielen Unternehmen zur kostengünstigen Unterstützung von Schulungs- und Weiterbildungsmaßnahmen zu finden. Aber auch in der universitären Ausbildung ist ein vermehrter Einsatz von multimedialen Lernsystemen erkennbar. Die Vorteile für den Einsatz derartiger Systeme liegen hier vor allem in flexibleren und individuelleren Lernmöglichkeiten. Damit ist eine orts- und zeitunabhängige Wissensvermittlung sowie die Chance einer individuellen Steuerung des Lernweges und Kontrolle des Lernfortschrittes gemeint. Ein weiterer Vorteil von E-Learning-Systemen besteht in der leichteren Visualisierung komplexer Lerninhalte, insbesondere auch bei der Nutzung von Animationen und Simulationen.

Bei Beachtung dieser Vorteile wäre eine starke Verbreitung von E-Learning-Systemen zu erwarten. Das gilt auch für den Agrarbereich. Führen doch hier die Arbeitsergebnisse aus den Bereichen der Informations- und Kommunikationstechnologien wie auch der biologischen Forschung zu ständig neuen produktionswirksamen Innovationen. Eine entsprechende Analyse für den Agrarbereich zeigt aber einen äußerst geringen Ausbaustand. Eine Recherche nach „Agrar- und Forstwissenschaften“ beispielsweise bei <http://www.studieren-im-netz.de> ergibt nur 28 Treffer (09.11.2007), wobei nur ein Teil der Angebote die typischen Merkmale von E-Learning-Systemen aufweist. Andere wiederum bestehen lediglich aus aufbereiteten Skripten und Präsentationen. Dabei sollte gerade im Agrarbereich die Vielfalt der biologischen, technischen und ökonomischen Einflussgrößen und die damit verbundene Komplexität zur Nutzung multimedialer Elemente zwingen. Wenn Recherchen zeigen, dass die erwartete Situation nicht vorliegt, so sind als wesentliche Gründe für diese Beobachtungen

die hohen Anforderungen an die Erstellung von E-Learning-Systemen zu sehen. Andererseits müssen auch mangelnde Erfahrungen bei der Umsetzung komplexer Lerninhalte in E-Learning-Systemen als Grund angesehen werden.

Aus diesen Sachverhalten leitet sich eine bedeutende Motivation für die vorliegende Arbeit ab.

Mit dem gewählten Inhalt „Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung“ soll ein Thema bearbeitet werden, bei dem das Zusammenwirken vieler Fachdisziplinen (wie beispielsweise Agrarinformatik, Tierzüchtung, Tierhaltung, Agrartechnik) zu beachten ist und wobei die besondere Herausforderung darin besteht, diese Komplexität bei Nutzung multimedialer Medien abzubilden. Es soll ein E-Learning-System als Lehrangebot sowohl für Studenten in Präsenzveranstaltungen als auch für Absolventen (Berater, Praktiker) in Kombination von Aus- und Weiterbildung entwickelt werden. Dem System kommt aus dieser Sicht eine wichtige Pilotfunktion zu. Im Rahmen des Entwicklungsprozesses erfolgt eine Usability-Bewertung des E-Learning-Systems mit Rückwirkungen auf den Entwicklungsprozess. Die zu gewinnenden technischen und methodischen Erkenntnisse sowie Fähigkeiten sollen die Entwicklung weiterer Systeme erleichtern.

Aus diesen kurz skizzierten Hintergründen leitet sich die Zielstellung der vorliegenden Arbeit ab:

- 1) Es ist zu untersuchen, welche Lerntheorien bei der Umsetzung eines E-Learning-Systems bedeutsam sind und ob eine Kombination der Theorien bereits bei der Planung des Systems zu berücksichtigen ist.
- 2) Es ist der Zusammenhang zwischen Lernobjekten als kleinste Einheit zur Darstellung von Lerninhalten und den Wissensarten zu untersuchen.
- 3) Es ist zu untersuchen, welche Voraussetzungen für eine Wiederverwendbarkeit von Lernobjekten bereits bei deren Erzeugung zu erfüllen sind.
- 4) Zur Sicherung einer hohen inhaltlichen und gestalterischen Qualität des zu erarbeitenden Systems sind Evaluationsmethoden auszuwählen und bei der Systementwicklung zu überprüfen.

2 Literaturübersicht

2.1 E-Learning

Lernen ist wie Rudern gegen den Strom.
Sobald man aufhört, treibt man zurück.

Benjamin Britten

2.1.1 Begriff, Einordnung, E-Learning-Formen und Blended Learning

E-Learning ist ein nicht eindeutig definierter Begriff und es existiert keine übereinstimmende Schreibweise (HIPFL, 2003, S. 7): e-learning, elearning, eLearning, E-Learning, e-Learning etc. Zwar hat sich die europäische Kommission für eLearning entschieden, doch die korrekte deutsche Schreibweise ist nach DUDEN (2006) E-Learning.

Der Begriff E-Learning stammt aus dem englischen „electronic learning“, was übersetzt „elektronisches Lernen“ bedeutet. In der Literatur existieren unterschiedliche Definitionen. Dabei hat sich der Begriff E-Learning nach BAUMGARTNER et al. (2002, S. 4) etabliert als „Überbegriff für alle Arten mediengestützten Lernens und umfasst sowohl Lernen mit lokal installierter Software als auch Lernen über das Internet“. E-Learning kann unterschiedliche Lernformen beinhalten. Die bekanntesten Formen sind laut SCHÜPBACH et al. (2003, S. 9):

- CBT = Computer Based Training,
- WBT = Web Based Training,
- Telelernen = Distance Learning,
- Virtuelle Kooperation.

Im Folgenden werden unter E-Learning alle computerunterstützten, internetbasierten Lernformen verstanden. Dazu zählt auch das Blended Learning, bei dem E-Learning mit Präsenzphasen kombiniert werden.

Auf diese E-Learning-Formen und Blended Learning wird nachfolgend detaillierter eingegangen.

CBT (Computer Based Training)

Als CBT sind Lernangebote zu verstehen, die für den Einsatz von Einzelplatzrechnern oder in internen Netzwerken konzipiert sind und entweder als CD-ROM oder als DVD ausgeliefert werden. Ein Nachteil dieser Variante ist die fehlende Möglichkeit, die entsprechenden Inhalte selbständig aktualisieren zu können, da einmal produzierte CD-ROMs oder DVDs nicht mehr veränderbar sind. Des Weiteren erweist sich die mangelnde Unterstützung der Kommunikation zu den anderen Nutzern als problematisch. Dennoch ist diese Form des E-Learning am weitesten verbreitet und wird von mehr als 80 % der Unternehmen eingesetzt (LANG UND PÄTZOLD, 2002, S. 15).

WBT (Web Based Training)

Damit wird die Umsetzung von CBT für den Einsatz im Internet bezeichnet. Diese Anwendungen laufen auf gängigen Browsern. Im Unterschied zu CBT erlaubt WBT die Einbindung aller computerbasierten Kommunikationsformen wie E-Mail, Chat und Foren. Ferner ist die Aktualisierung von Lerninhalten mühelos und zeitnah durchführbar.

Sowohl CBT als auch WBT können multimedial aufgebaut sein und verschiedene digital aufbereitete Medien wie Text, Audio, Video und Animationen enthalten.

Telelernen – Distance Learning

Telelernen beschreibt eine Lernsituation, in der sich der oder die Lehrer und der oder die Lernenden an voneinander getrennten Orten befinden. Die Trennung kann sowohl räumlich und/oder zeitlich sein. LANG UND PÄTZOLD (2002, S. 34) beschreiben folgende Varianten:

- Ein Seminar wird per Videokonferenz live in verschiedene Seminarräume übertragen. Dabei stehen dem Lehrenden gebräuchliche Mittel wie z. B. Overheadprojektor, Tafel, oder Flipchart zur Verfügung. Die Kursteilnehmer können sich in dieser Variante durch virtuelles „Handheben“ bemerkbar machen und eigene Beiträge einbringen.
- Die Lernenden bearbeiten asynchron ein Seminar, welches im Vorfeld aufgezeichnet wurde und als so genannte Lecture-on-demand ins Netz gestellt wird.

Virtuelle Kooperation

Unter virtueller Kooperation wird eine internetbasierte Unterrichtsform verstanden, bei der die Teilnehmer mit Hilfe von verschiedenen Kommunikations- und Kooperationstools zusammenarbeiten. Synonyme dafür sind CSCL (Computer Supported Cooperative Learning) oder CSCW (Computer Supported Cooperative Work) (SCHÜPBACH et al., 2003, S. 10).

Blended Learning

Blended Learning oder auch hybrides Lernen genannt wird mit „gemischtes Lernen“ übersetzt. Hier wird das Lernen am Computer mit Präsenzphasen verbunden (MANDL UND WINKLER, 2004a, S. 21, SAUTER et al., 2004, S. 68). Diese Kombination verbindet die Effektivität und Flexibilität von E-Learning-Systemen mit den sozialen Aspekten des Präsenzunterrichts. Die Variationsmöglichkeiten für die Kombination von E-Learning mit Präsenzphasen sind sehr vielfältig (REINMANN-ROTHMEIER, 2003). Wie in Abbildung 1 erkennbar, kann ein Präsenzseminar der Vorbereitung einer Selbstlernphase mit Hilfe eines E-Learning-Angebotes dienen. Weiterhin lassen sich die im Selbststudium erarbeiteten Inhalte bei einem Treffen aller Teilnehmer nachbereiten und Unsicherheiten bzw. Fragen klären. Bei diesem Szenario findet ein ständiger Wechsel von Präsenz- und Selbstlernphasen statt. Dabei ist offen, ob die E-Learning-Phase als CBT, WBT, Telelernen oder als virtuelle Kooperation gestaltet wird.

SCHULMEISTER (2001, S. 26) ist davon überzeugt, dass E-Learning an Hochschulen überwiegend in der Form von Hybrid-Veranstaltungen entwickelt wird. Untersuchungen zeigten, dass ausschließliche E-Learning Kurse zu hohen Aussteigerquoten führen. Dieses berichtete auch SCHIEFER (2004, S. 80) für ausschließliche Distance-Learning- Kurse in den USA, die bei den Bewertungen schlechter abschneiden als klassische Präsenzveranstaltungen. MANDL UND WINKLER (2004b, S. 24) weisen darauf hin, dass erst mit Blended Learning ein motiviertes und anwendungsorientiertes Lernen möglich wird. Auch SAILER-BURCKHARDT (2002, S. 47) ist der Meinung, dass es nicht ausreicht, ein WBT nur zur Verfügung zu stellen. Die Autorin betont die Notwendigkeit einer Einführung in das E-Learning-System und die Möglichkeit eines direkten Kontaktes zwischen Lehrenden und Lernenden.

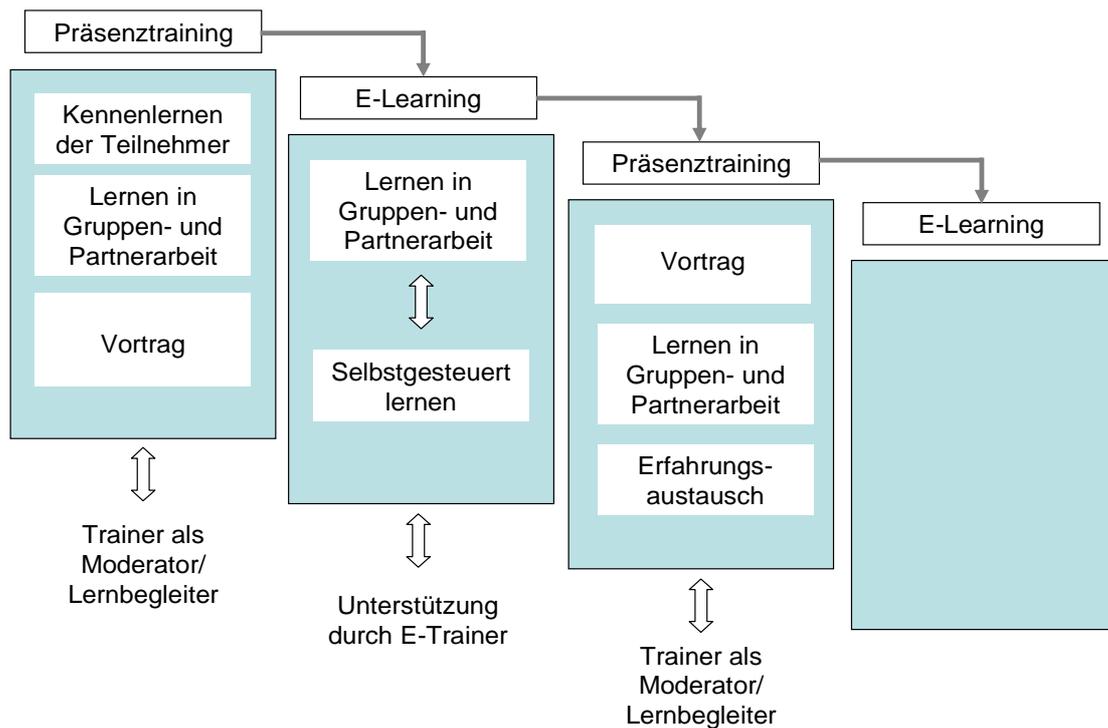


Abbildung 1: Beispiel für ein Blended Learning-Konzept (MANDL UND WINKLER, 2004a, S. 22)

2.1.2 Vor- und Nachteile von E-Learning

Für eine durchdachte Beurteilung von E-Learning-Systemen ist eine Abwägung von Vor- und Nachteilen nötig. Bei der folgenden Darstellung wird eine ähnliche, wie von DA RIN (2005) benannte, jedoch erweiterte Einteilung vorgenommen:

- in eine technisch-formale Ebene;
- in eine methodisch-didaktische Ebene;
- in eine individuell-lernpsychologische Ebene;
- in eine sozialpsychologische Ebene.

Bei der nachfolgenden Zusammenstellung wird auf die Arbeitsergebnisse von SALOMON (2002, S. 19ff), APFLAUER UND REITER (2002, S. 3) und STANGL (2007) zurückgegriffen.

Vorteile

Technisch-formale Ebene:

Auf einer technisch-formalen Ebene sind Audio- und Videodokumente leicht einzubinden, ebenso wie Animationen und interaktive Simulationen. Außerdem sind einmal erstellte Lernobjekte wiederverwendbar.

Methodisch-didaktische Ebene:

E-Learning erlaubt die Visualisierung von komplexen Prozessen, insbesondere durch die Ansprache mehrerer Wahrnehmungskanäle, was bei unterschiedlichen Lernertypen von Vorteil ist. Ein schneller Lernerfolg stellt sich ein, wenn wie bei E-Learning möglich, die Darbietung neu zu erlernender Inhalte im authentischen Kontext erfolgt. Dabei unterstützt E-Learning ein aktiveres Lernen; eine hohe Interaktivität ist möglich und nötig. E-Learning fördert dabei die Schaffung von vernetztem Wissen (Hypermedia). Weiterhin ist ein häufiges Wiederholen des Lernstoffs möglich.

Individuell-lernpsychologische Ebene:

Durch „Learning by doing“ kann in bestimmten Fällen der Lernstoff besser vermittelt werden, als das im „traditionellen“ Lehrbetrieb möglich ist. Insbesondere Lerntypen, die Computer und das Internet einem Buch vorziehen, können durch E-Learning viele Lerninhalte besser aufnehmen oder bereits bekannte Inhalte ergänzend und interaktiv erarbeiten. Weiterhin ermöglicht E-Learning individuelle Bildungsziele zu verwirklichen, d. h., dass die individuellen Bedürfnisse und Ziele des Lernenden stärker berücksichtigt werden können. Das eigene Lerntempo kann gefunden und den Vorkenntnissen entsprechend angepasst werden.

Sozialpsychologische Ebene:

Personen mit körperlichen Einschränkungen, denen bisher ein Besuch klassischer Präsenzveranstaltungen nicht möglich war, steht bei der Nutzung von E-Learning der Zugang zur Weiterbildung offen.

Von großem Vorteil beim E-Learning ist das Lernen ohne Ort- und Zeitbindung sowie die daraus resultierende Unabhängigkeit. Lernender und Lehrender müssen somit nicht mehr zur selben Zeit an einem Ort zusammentreffen, um miteinander zu kommunizieren. Dies geschieht über das Internet – hier vor allem via E-Mail oder Diskussionsforen. Überall dort, wo zumindest ein Computer – allenfalls mit Internetanschluss – zur Verfügung steht, kann orts- und zeitunabhängig gelernt werden. Vor allem Jene profitieren von den Möglichkeiten

des E-Learning, die aufgrund weiter Entfernung ihres Wohnortes oder ihrer Arbeitsstätte keine Kurse oder Lehrgänge in Weiterbildungseinrichtungen belegen konnten.

Zusammengefasst erlaubt E-Learning mehr Eigenverantwortung für den Lernprozess (autonomes Lernen). Gegenüber Präsenzlernen ermöglicht E-Learning das Lernen an jedem beliebigen Ort und zu jeder Zeit. Es ermöglicht weiterhin die Auswahl relevanter Inhalte und damit ein individuell angepasstes Lernen (FRENZEL et al., 2004, S. 15).

Nachteile

Technisch-formale Ebene:

Lange Wartezeiten, die aufgrund des Herunterladens von großen Datenmengen aus dem Internet entstehen können, wirken oftmals demotivierend. Hieraus ergibt sich eine große Abhängigkeit des Nutzens von den technischen Möglichkeiten und die Anwender müssen es häufig erst lernen, mit den verschiedenen Medien umzugehen. Im E-Learning-Bereich gibt es sehr viele Anbieter verschiedenster Produkte, für die es bisher noch keine Qualitätskontrollen gibt. Die Praxis zeigt, dass die Qualitätsunterschiede zum Teil sehr groß sind. Selbst bei qualitativ hochwertigen Produkten ist zu prüfen, ob sie für den gewünschten Anwendungsbereich geeignet sind. Ein weiterer Nachteil ist, dass im E-Learning-Bereich zu wenig Pädagogen arbeiten. Die Technik und die Techniker bestimmen den Markt.

Methodisch-didaktische Ebene:

Eine sofortige didaktische Reaktion der Lehrenden auf eventuelle Fehler bleibt aus. Der Einsatz von Videos, Animationen und Simulationen kann auch kontraproduktiv sein, da unangepasste und zu viele Elemente leichter vom Lernen ablenken. Die Konzentration auf spezifische Lerninhalte muss ein genauer Umgang mit den verschiedenen Publikationsformen vorhergehen. Der Nutzer muss mit den verwendeten elektronischen Medien so vertraut sein, dass der eigentliche Lernprozess durch ihren Einsatz nicht behindert, sondern gefördert wird. Dementsprechend wird die Präsentation der Lerninhalte oft von technischen und nicht von didaktischen Faktoren bestimmt. Aus diesen Gründen besteht die Tendenz eher dazu, E-Learning in Kombination zur Präsenzlehre einzusetzen.

Individuell-lernpsychologische Ebene:

Selbst das beste E-Learning-System erspart niemandem das Lernen. Lernen bleibt nach wie vor ein individueller Prozess, der von den Lernenden selbst ausgeht und von ihnen geleistet werden muss. Es ist daher Selbstdisziplin erforderlich, um von den Vorteilen des E-Learning wirklich profitieren zu können. Weniger Computerinteressierte sind schwerer zu motivieren.

Sozialpsychologische Ebene:

Durch die hohe Individualität besteht bei E-Learning die Gefahr einer möglichen Isolation. Viele soziale Komponenten und gruppenspezifische Lernprozesse werden verhindert. Ein traditionelles Lehrer-Schüler-Verhältnis zur Erfolgshilfe kann aufgrund der rein technischen Anwendung nicht zustande kommen.

2.2 Struktur von E-Learning-Systemen

Um die Dinge ganz zu kennen, muss man um ihre Einzelheiten wissen.

Francois de la Rochefaucauld

2.2.1 Technische Struktur

Zur erfolgreichen Entwicklung von E-Learning-Systemen ist eine klare Strukturierung in Komponenten von großer Bedeutung. Eine klare Struktur ist gerade im Zusammenhang mit einer Diskussion zum Stand der Standardisierung im E-Learning-Bereich unverzichtbar. So geben BAUMGARTNER et al. (2002) und NIEGEMANN et al. (2004) zwar Hinweise über die umzusetzenden Funktionalitäten wie:

- Präsentation von Inhalten,
- Kommunikation,
- Lernerbeobachtung, Übungsaufgaben, Evaluation,
- Benutzerverwaltung, Rechtevergabe und
- Kursverwaltung;

eine Struktur ist daraus aber nicht ableitbar.

Daher schlagen WALTHER et al. (2005) die folgenden Komponenten eines E-Learning-Systems mit der Zuordnung der Funktionalitäten vor:

- **Learning Management System (LMS)** zur Präsentation der Lerninhalte, Evaluation des Lernfortschrittes, Kommunikation zwischen Lehrenden und Lernenden sowie Benutzerverwaltung und Verwaltung des Lernprozesses;
- **Authoring Tool (AT)** zur Umsetzung von Lerninhalten in elektronische Form;
- **Content Management System (CMS)** zur Inhaltsspeicherung sowie Recherche nach inhaltlichen und didaktischen Gesichtspunkten.

Da der Aufbau von E-Learning-Inhalten im Vergleich zu klassischen Lerninhalten oft mit einem hohen Aufwand verbunden ist (BRUGGER, 2001), wird versucht, E-Learning-Inhalte so zu gestalten, dass eine Mehrfachnutzung möglich ist. E-Learning-Inhalte setzen sich aus Lernobjekten (LO) unterschiedlicher Granularitäten zusammen. In der Literatur findet sich eine Reihe von unterschiedlichen Definitionen zu Lernobjekten. Häufig wird die Definition des Learning Technology Standard Committee (LTSC) verwendet. So schreibt das LTSC des Institutes of Electrical and Electronics Engineers (IEEE):

„...a learning object is defined as any entity, digital or non-digital, that may used for learning, education or training“ (LTSC, 2002, S. 6).

WALTHER et al. (2005) verstehen unter einem LO elementare Bestandteile der Präsentation von Lerninhalten und beziehen sich auf Texte, Bilder, Grafiken, Tabellen, Videos und Animationen. Insofern sind LO die kleinsten nachnutzbaren Einheiten.

Um bereits produzierte Lernobjekte wieder verwenden zu können, müssen diese beschrieben werden. Dies geschieht mit Hilfe von Metadaten. Sie beschreiben den Inhalt und die Struktur von Lernobjekten und ermöglichen dadurch die Einordnung in ein passendes Lerngebiet. Somit ermöglicht die Beschreibung von LO durch Metadaten deren Auffinden. Statt von LO wird dann oftmals von „Reusable Learning Objects (RLO)“ gesprochen (DODDS, 2004; POLSANI, 2003).

Soll ein E-Learning-System auch in anderen Lernumgebungen einsetzbar sein, so muss geklärt werden, welche Standards erfüllt werden müssen (SCHÜPBACH et al., 2003, S. 15). Zurzeit gelten als technische Standards AICC (Aviation Industry Computer-based Training Committee) und SCORM (Sharable Content Object Reference Model) (EBERHARDT, 2007). Die ausführliche Beschreibung der Standards ist in WALTHER et al. (2005) nachlesbar.

2.2.2 Didaktische Struktur

Neben der Festlegung der Lernobjekte müssen außerdem inhaltliche und didaktische Aspekte der Präsentation der Lernobjekte am Bildschirm definiert werden. Nach NIEGEMANN et al. (2004, S. 165ff.) müssen folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Informationen über die Lernziele: Am Anfang eines Lernkomplexes erfährt der Nutzer, was er in diesem Abschnitt lernt.
- Sach- und didaktische Strukturierung: Wie soll der Inhalt ausgewählt und strukturiert werden, damit der Benutzer den Inhalt versteht? Weiterhin muss geklärt werden, welche Wissensarten in welchem Umfang und zu welchen Anteilen in einem Komplex verteilt sind (vgl. Kapitel 4.6).
- Hilfen zur Anknüpfung an das Vorwissen: Es sollte darauf hingewiesen werden, welches Vorwissen der Nutzer zu dem Lernkomplex vorweisen soll.
- Zusammenfassung: Es ist zu prüfen, ob eine Zusammenfassung am Ende oder mehrere einzelne, nach jedem größeren Abschnitt, zweckmäßig ist.

Bezüglich der didaktischen Struktur von E-Learning-Systemen kann zwischen vier Grundstrukturen unterschieden werden (SCHÜPBACH et al., 2003, S. 25). In Abbildung 2 sind diese dargestellt.

Bei expositorischen E-Learning-Systemen sind die Inhalte in einer sequenziellen Struktur festgelegt und sollen auch vom Nutzer in einer festgelegten Reihenfolge bearbeitet werden. Diese Struktur ist laut SCHÜPBACH et al. (2003, S. 25) am weitesten verbreitet.

Explorative E-Learning-Systeme eröffnen durch ihre Struktur die freie Wahl der Reihenfolge des Lernens. Es werden unterschiedliche Lernwege eröffnet.

Konstruktive Lernsysteme bauen auf den explorativen Systemen auf, betonen aber den Stellenwert so genannter „kognitiver Werkzeuge“. Diese ermöglichen es dem Nutzer, nicht nur die Reihenfolge des Lernens, sondern auch die Inhalte frei zu bestimmen.

Kommunikation ist für alle Lernsysteme von großer Bedeutung und stellt daher zwangsläufig nicht unbedingt ein eigenständiges Strukturprinzip dar, sondern ist nur eine Komponente eines didaktischen Gesamtkonzeptes (SCHÜPBACH et al., 2003, S. 26).

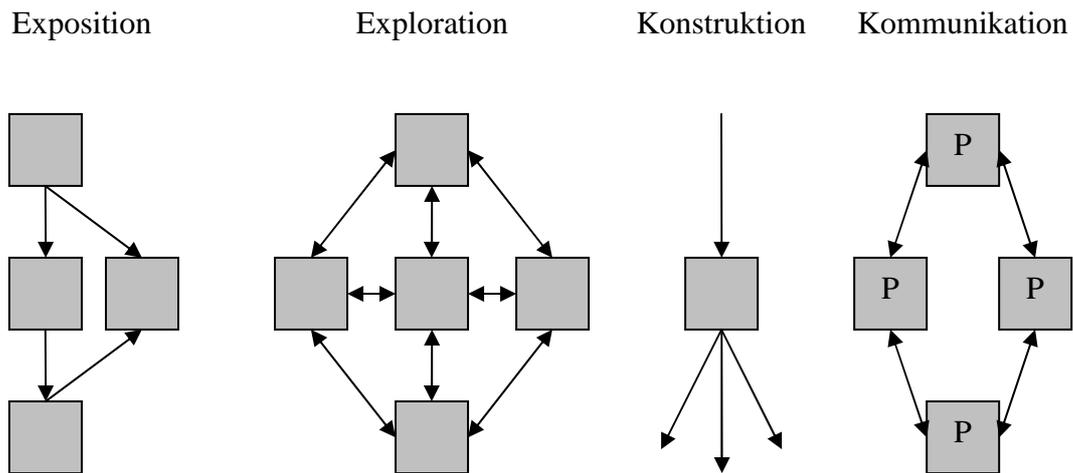


Abbildung 2: Didaktische Struktur medialer Lernangebote (SCHÜPBACH et al., 2003, S. 25)

Diese vorgestellten Strukturen entsprechen auch grob den unterschiedlichen Lerntheorien, die im nächsten Kapitel erläutert werden.

2.3 Lerntheorien und deren Zusammenhang zum E-Learning

Sage es mir – Ich werde es vergessen!
Erkläre es mir – Ich werde mich erinnern!
Lass es mich selber tun – Ich werde verstehen!

Konfuzius

Bei der Entwicklung von E-Learning-Systemen werden zunehmend Lerntheorien berücksichtigt, die Lernprozesse beschreiben und erklären. Lernen wird hierbei als Veränderungsprozess im Verhalten eines Menschen definiert und damit zu einem messbaren Faktor. In der Pädagogik und in der Psychologie sind Lerntheorien zu finden, die unterschiedliche Ansätze zusammenfassen. Die gebräuchlichste Einteilung, die auch im Zusammenhang mit E-Learning häufig verwendet wird, ist eine Unterteilung in behavioristische, kognitivistische und konstruktivistische Lerntheorie (BAUMGARTNER UND PAYR, 1994; KERRES, 1998). Diese drei verschiedenen Sichtweisen führen zu einem ganz unterschiedlichen Verständnis des Lernprozesses (EBERHARDT, 2007) und je nach Lerninhalt,

der vermittelt werden soll, können sich verschiedene lerntheoretische Ansätze oder deren Kombination eignen. Im Folgenden werden die drei Lerntheorien erläutert.

2.3.1 Behaviorismus – Lernen durch Verstärkung

Der Behaviorismus ist eine Lerntheorie, die von Psychologen entwickelt wurde (MESCHENMOSER, 2002, S. 109). Als Begründer des Behaviorismus gilt John B. Watson, dessen 1914 erschienenes Werk „Behavior“ der Lerntheorie den Namen gab. Hieraus leitet sich die These ab, dass Lernen im Wesentlichen Konditionierung ist. Dabei ist im vorliegenden Sachzusammenhang „Konditionierung“ als das Erlernen von Reiz-Reaktions-Mustern zu verstehen. Im Behaviorismus wird hauptsächlich zwischen zwei Erklärungsansätzen unterschieden, und zwar zwischen der klassischen und der operanten Konditionierung (ARNOLD, 2005, S. 2; SCHULMEISTER, 2007, S. 87).

Bekannt wurde das „Klassische Konditionieren“ durch die Experimente des russischen Physiologen Pawlow mit Hunden (Speichelreflex des Hundes). Auf einen äußeren Reiz folgt eine ausgelöste Reaktion des Organismus. Nur das Verhalten wird beobachtet, die im Inneren ablaufenden Prozesse bleiben unberücksichtigt. Das Gehirn wird dabei als eine „Black Box“ betrachtet (Abbildung 3).



Abbildung 3: Lernmodell des Behaviorismus bei Unterstellung der klassischen Konditionierung

Insbesondere auf den amerikanischen Verhaltensforscher Burrhus Frederic Skinner geht die Theorie des „Operanten Konditionierens“ zurück (KRON UND SOFOS, 2003, S. 86). Diese Theorie basiert auf dem Verstärkungsprinzip. Hat ein Verhalten im Ergebnis einen positiven Einfluss auf ein Individuum, wird es verstärkt, anderenfalls wird es gelöscht (KERRES, 1998, S. 46).

Aufgrund des operanten Verhaltens entwickelte Skinner das „Programmierte Lernen“. Er ging zu Beginn der 60er Jahre davon aus, dass durch die Automatisierung mit Hilfe von „Lernmaschinen“ optimierte Lernerfolge zu erzielen seien. Lange vor Einführung von PCs

zum computerunterstützten Lernen wies SKINNER (1973) auf die „unendliche Geduld“ der Maschinen und auf die Möglichkeit einer Individualisierung des Lerntempos von computergestützten Trainingsprogrammen hin (MESCHENMOSER, 2002, S. 109).

Die Anwendung des Behaviorismus auf ein didaktisches Modell zur Gestaltung von Lernmedien wird als „Programmierte Instruktion“ bezeichnet. Dieses didaktische Modell ist durch folgendes Vorgehen gekennzeichnet: Der gesamte Lernstoff wird in kleine Unterrichtseinheiten zerlegt. Zu jedem Komplex werden Fragen formuliert, die mit hoher Wahrscheinlichkeit von der Zielgruppe richtig beantwortet werden können. Bei der richtigen Antwort erfolgt eine positive Rückmeldung und die Verzweigung zur nächsten Lerneinheit. Bei einer falschen Antwort wird die Lerneinheit wiederholt und gleiche oder ähnliche Fragen werden so oft wiederholt, bis sich der Lernerfolg eingestellt hat (KERRES, 1998). Lernprogramme, die diesem Schema folgen, werden „Übungsprogramme“ bzw. „Drill-and-Practice-Programme“ genannt und sind in Abbildung 4 dargestellt. Einfache Programme zum Lernen von Fakten, wie z. B. dem Lernen von Vokabeln, bis hin zu hoch komplexen Simulatoren, wie z. B. Flugsimulatoren, arbeiten nach diesem Reiz-Reaktions-Prinzip (EBERHARDT, 2007).

Eine Weiterentwicklung der Programmierten Instruktion lieferte Norman Crowder mit den „Verzweigten Programmen“ (KERRES, 1998, S. 48). Diese Lernprogramme geben nicht nur eine Antwort wie „richtig“ oder „falsch“, sondern können auch einen passenden Kommentar bieten. Daran anschließend verzweigt das Programm in Aufgaben, um das Gelernte zu wiederholen. Crowder setzte für seine Lernprogramme in erster Linie Multiple-Choice-Fragen ein (KERRES, 1998, S. 48).

Als Kritik an der Theorie des Behaviorismus sind folgende Punkte anzuführen:

- Der Nutzer ist passiv. Er gibt lediglich Informationen wieder.
- Die Aneinanderreihung von Informationseinheiten (reines Faktenwissen) erweist sich für den Nutzer als „unerträglich stereotyp“ (KERRES, 1998, S. 51).
- Es können nur Lernprozesse erklärt werden, die durch äußeres Verhalten bestimmt werden (MEIR, 2006).

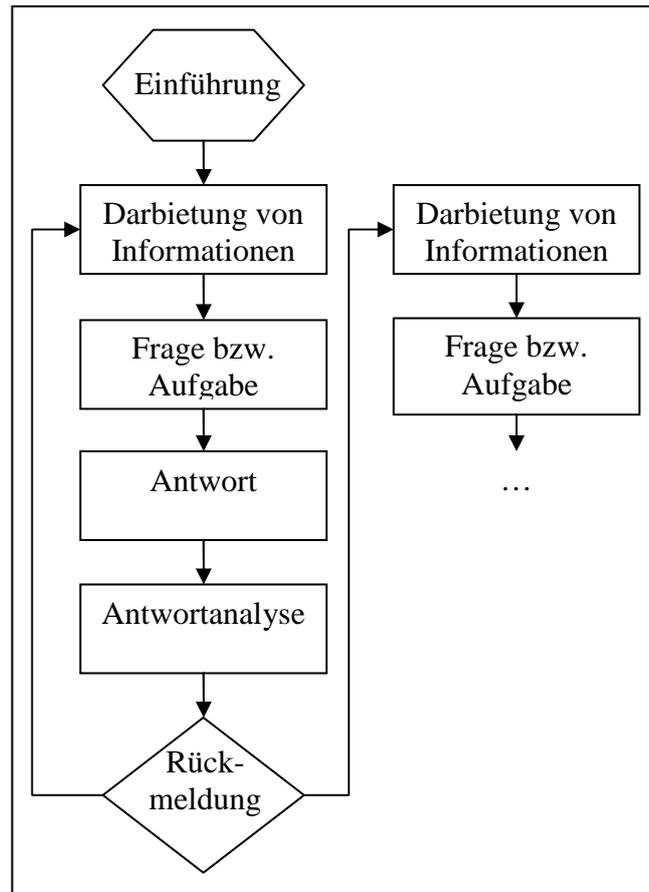


Abbildung 4: Verfahrensschleife eines Übungsprogrammes (LANG UND PÄTZOLD, 2002, S. 26)

2.3.2 Kognitivismus – Lernen durch Einsicht und Erkenntnis

Das lateinische Wort „cognitio“ bedeutet Erkennen, Erkenntnis bzw. die Erkenntnis betreffend. Im Vordergrund des Kognitivismus steht die Verarbeitung von Informationen durch den Menschen und die daraus gewonnene Erkenntnis. Es wird versucht, die Black Box offen zu legen, indem Erkenntnisprozesse mit einbezogen werden. Kognitivistische Lerntheorien beziehen die Informationsverarbeitung des Menschen mit ein. Das aus der elektronischen Datenverarbeitung bekannte Datenverarbeitungsprinzip (EVA: Eingabe, Verarbeitung, Ausgabe) trifft demnach auch bei Menschen zu. Wie in Abbildung 5 ersichtlich, gelangt ein Reiz in das Gehirn (Eingabe), wird verarbeitet (Verarbeitung) und es erfolgt eine Reaktion (Ausgabe).

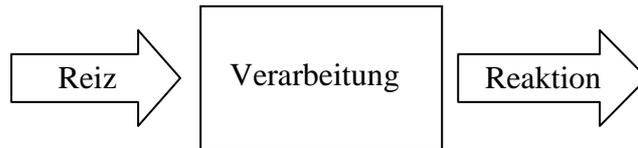


Abbildung 5: Lernmodell des Kognitivismus

Eine zentrale Bedeutung gewinnen die Präsentation und die didaktische Gestaltung der Inhalte, da das Lernen in einer sehr starken Verbindung zu der Art der zu vermittelnden Inhalte steht (MEIR, 2006, S. 13). So stellt bei kognitivistischen Ansätzen auch die Unterscheidung verschiedener Wissensarten einen wesentlichen Aspekt dar (vgl. Kapitel 2.4.2).

Eine Konsequenz des Kognitivismus auf die Gestaltung von E-Learning-Systemen ist die Notwendigkeit zur Förderung des selbstgesteuerten Lernens. Da Wissen von jedem Lernenden auf individuelle Weise aufgenommen wird, muss die Lernumgebung auf die persönlichen Bedürfnisse hin adaptierbar sein. Der Programmablauf soll somit dynamisch gesteuert werden. Es sollte vermieden werden, dem Lernenden den Lerninhalt in starr festgelegter Weise zu präsentieren.

2.3.3 Konstruktivismus – Lernen durch persönliches Erfahren, Erleben und Interpretieren

Der Konstruktivismus ist eine Lerntheorie, bei der das Lernen als aktiver Prozess verstanden wird. Dieser Ansatz geht davon aus, dass jeder Mensch durch seine Sinne die Umwelt bewusst wahrnimmt und in Beziehung mit früheren Erfahrungen zu einem individuellen Wissen konstruiert. Wissen kann nicht von einem anderen Menschen, einem Buch oder einem anderen Medium transferiert werden. Wissen wird demnach immer aktiv erworben. Wie in Abbildung 6 dargestellt, ist das menschliche Gehirn für den Konstruktivismus ein „informationell geschlossenes System“, in dem Wissen konstruiert wird (BAUMGARTNER UND PAYR, 1994, S. 107). Das konstruierte Wissen hilft dem Lernenden schließlich, sich in jeder Situation neu zu orientieren, in dem er lernt, komplexe Aufgaben zu bewältigen.

Hirn ist ein selbstreferentielles,
zirkuläres System;

energetisch offen-
informationell geschlossen

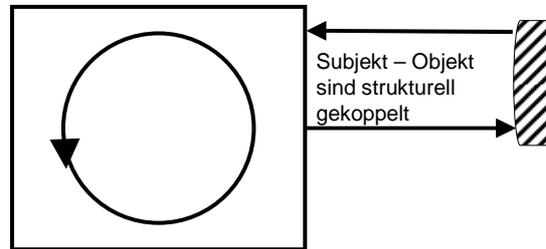


Abbildung 6: Lernmodell des Konstruktivismus (BAUMGARTNER UND PAYR, 1994, S. 108)

Eine Anforderung an E-Learning-Systeme nach dem Konstruktivismus ist, dass die Lernumgebung authentisch gestaltet werden soll. Der Lerninhalt muss in einer hinreichend komplexen und realen Situation präsentiert werden. Weiterhin ist nach dem Konstruktivismus der Lernende aktiv beteiligt (DITTLER, 2003, S. 12). Die aktive, selbstgesteuerte Auseinandersetzung mit dem Lernstoff kann durch den Einsatz von Animationen und Simulationen gefördert werden.

Ein E-Learning-System wird unter konstruktivistischen Gesichtspunkten so gestaltet, dass der Lernweg frei wählbar ist, damit der Lernende zum Lernen angeregt wird. Die Umsetzung dieser Forderung bedeutet auch, dass die Lernenden bereits in den Software-Entwicklungs- und Designprozess einbezogen werden (SCHULMEISTER, 2007, S. 73).

Zusammenfassend werden diese drei Lerntheorien in der Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Lernparadigmen und Softwaretypologie (Baumgartner und Payr, 1994, Blumstengel, 1998)

Kategorie	Behaviorismus	Kognitivismus	Konstruktivismus
Gehirn ist ein	passiver Behälter	informationsverarbeitendes „Gerät“	informationell geschlossenes System
Wissen wird	abgelagert	verarbeitet	konstruiert
Wissen ist	eine korrekte Input-Output-Relation	ein adäquater interner Verarbeitungsprozess	mit einer Situation operieren zu können
Lernziele	richtige Antworten	richtige Methoden zur Antwortfindung	komplexe Situationen bewältigen
Paradigma	Stimulus-Response	Problemlösung	Konstruktion
Strategie	lehren	beobachten und helfen	kooperieren
Lehrer ist	Autorität	Tutor	Coach, Trainer
Feedback	extern vorgegeben	extern modelliert	intern modelliert
Interaktion	starr vorgegeben	dynamisch in Abhängigkeit zum externen Lernmodell	selbstreferentiell, zirkulär, strukturdeterminiert
Programmmerkmale	starrer Ablauf, quantitative Zeit- und Antwortstatistik	dynamisch gesteuerter Ablauf, vorgegebene Problemstellung, Antwortanalyse	dynamisch komplex vernetzte Systeme, keine vorgegebene Problemstellung
Software-Paradigma	Lernmaschine	Künstliche Intelligenz	sozio-technische Umgebungen
„idealer“ Softwaretypus	tutorielle Systeme, Übungsprogramme	adaptive Systeme, ITS	Simulationen, Mikrowelten, Hypermedia

BLUMSTENDEL (1998) ist der Auffassung, dass insgesamt eine stärkere Betonung kognitivistischer und konstruktivistischer Lernkonzepte bei der Realisierung von Lernsystemen wünschenswert ist. Dies betrifft vor allem die Forderung nach einem hohen Grad an Authentizität, multiplen Kontexten und Perspektiven. JONASSEN et al. (1993) empfiehlt Lernumgebungen gerade im universitären Bereich und die damit verbundenen komplexen Lerninhalte an konstruktivistischen Prinzipien auszurichten. ALBRECHT (2003, S. 53) weist allerdings darauf hin, dass jede Lerntheorie in bestimmten Situationen ihre Berechtigung hat. Eine einseitige Festlegung auf eine Position und vollständige Ablehnung anderer Sichtweisen ist deshalb nicht ratsam.

2.4 Entwicklung von E-Learning-Systemen

Man muss nicht nur mehr Ideen haben als andere, sondern auch die Fähigkeit besitzen zu entscheiden, welche dieser Ideen gut sind.

Linus Carl Pauling

2.4.1 Modelle zur Unterstützung der Entwicklung

Um ein E-Learning-System zu gestalten, sind Kenntnisse über didaktische Modelle bzw. des didaktischen Designs notwendig. Oftmals wird in der Literatur diskutiert, ob E-Learning einer eignen Didaktik bedarf oder ob die Grundlagen der allgemeinen Didaktik bzw. Mediendidaktik auf E-Learning-Systeme übertragen werden können. BAUMGARTNER (2003, S. 10) und THISEN (2003, S. 5) vertreten die Ansicht, dass neue Medien keine neue Didaktik erfordern.

In Deutschland wird häufig der Begriff des Instruktionsdesign (ID) synonym zum Didaktischen Design verwendet. Wissenschaftlich eingeordnet wird das Instruktionsdesign heute als eine wissenschaftlich-technologische Teildisziplin der pädagogischen Psychologie bzw. der empirischen Erziehungswissenschaften. Die Grundidee ist die systematische und vor allem differenzierte Anwendung pädagogisch-psychologischer Prinzipien bei der Konzeption von Lernumgebungen (NIEGEMANN et al., 2004, S. 19). Instruktionsdesignmodelle bestehen aus technologischen, inhaltlich-technologischen und operativ-technologischen Aussagen. Die inhaltlich-technologischen Aussagen beinhalten, wie etwas konstruiert werden muss, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Die operativ-technologischen Aussagen beziehen sich auf die Effizienz der Vorgehensweise in der Entwurfsphase. Im Bereich der Planung und Konzeption von Lernumgebungen sind dies insbesondere die Instructional-System-Design-Modelle, die seit den 60er Jahren verwendet werden (NIEGEMANN et al., 2004, S. 20). Der Kern dieser Modelle ist eine systematische Koordination der Entwicklungsphasen Analyse, Design, Entwicklung (Development), Implementierung und Evaluation. Diese Modelle werden ADDIE-Modelle genannt, wobei ADDIE für die Abkürzungen der fünf Entwicklungsphasen steht (Abbildung 7).

Diese lineare Vorgehensweise kann laut NIEGEMANN et al. (2004, S. 47) nur als grobe Orientierung dienen. Es ist davon auszugehen, dass getroffene Entscheidungen während des Entwicklungsprozesses korrigiert und immer wieder neue Anpassungen vorgenommen

werden müssen. Deshalb erweiterte er das ADDIE-Modell mit diversen Revisionsprozessen zu einem sog. PADDIQ-Modell (Abbildung 8).

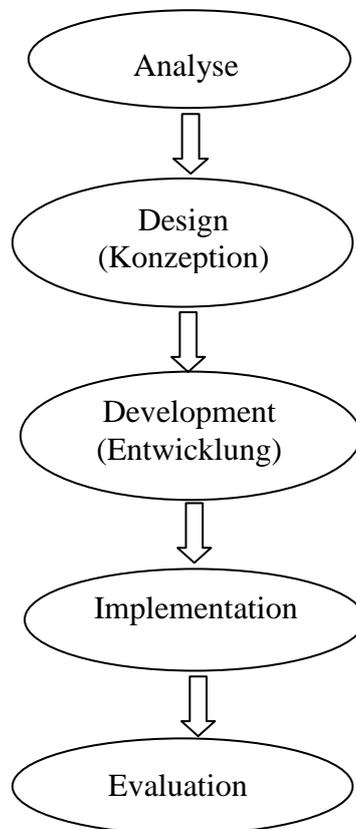


Abbildung 7: ADDIE-Modell (NIEGEMANN et al., 2004, S. 22)

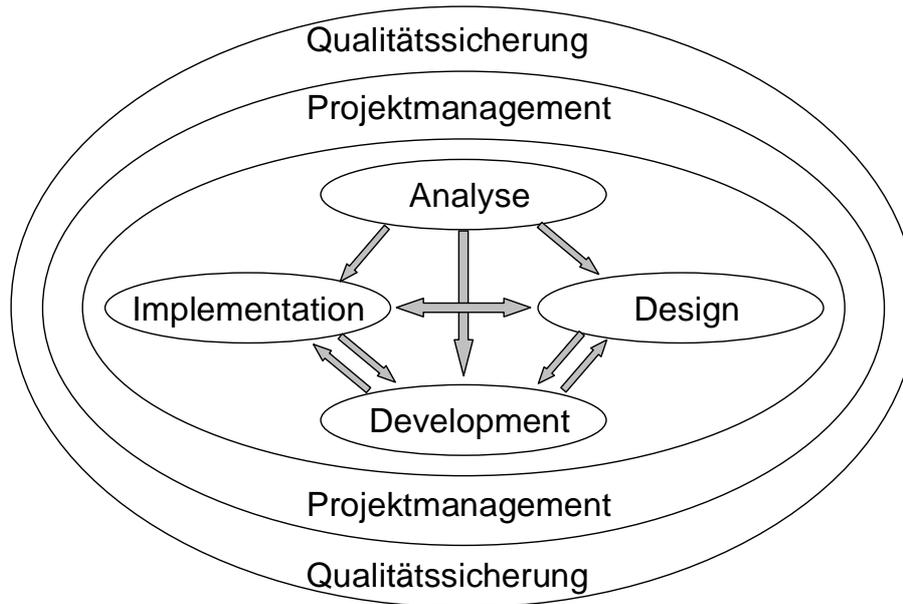


Abbildung 8: PADDIQ-Modell (NIEGEMANN et al., 2004, S. 47)

In diesem Modell werden zwar verschiedene Wechselbeziehungen berücksichtigt, doch ein klares Vorgehen ist nicht mehr erkennbar.

Projekte werden in jüngerer Zeit zumeist als iteratives Zyklusmodell dargestellt, bei dem nach der Evaluation ein neuer angepasster Entwicklungszyklus beginnt. HANSEN (2007, S. 181) vergleicht die Entwicklung von Lernsystemen mit der Software-Entwicklung und kommt zu dem Ergebnis, dass die Anwendung des Spiralmodells von BOEHM (1986) für die Entwicklung von Lernsystemen herangezogen werden kann (Abbildung 9).

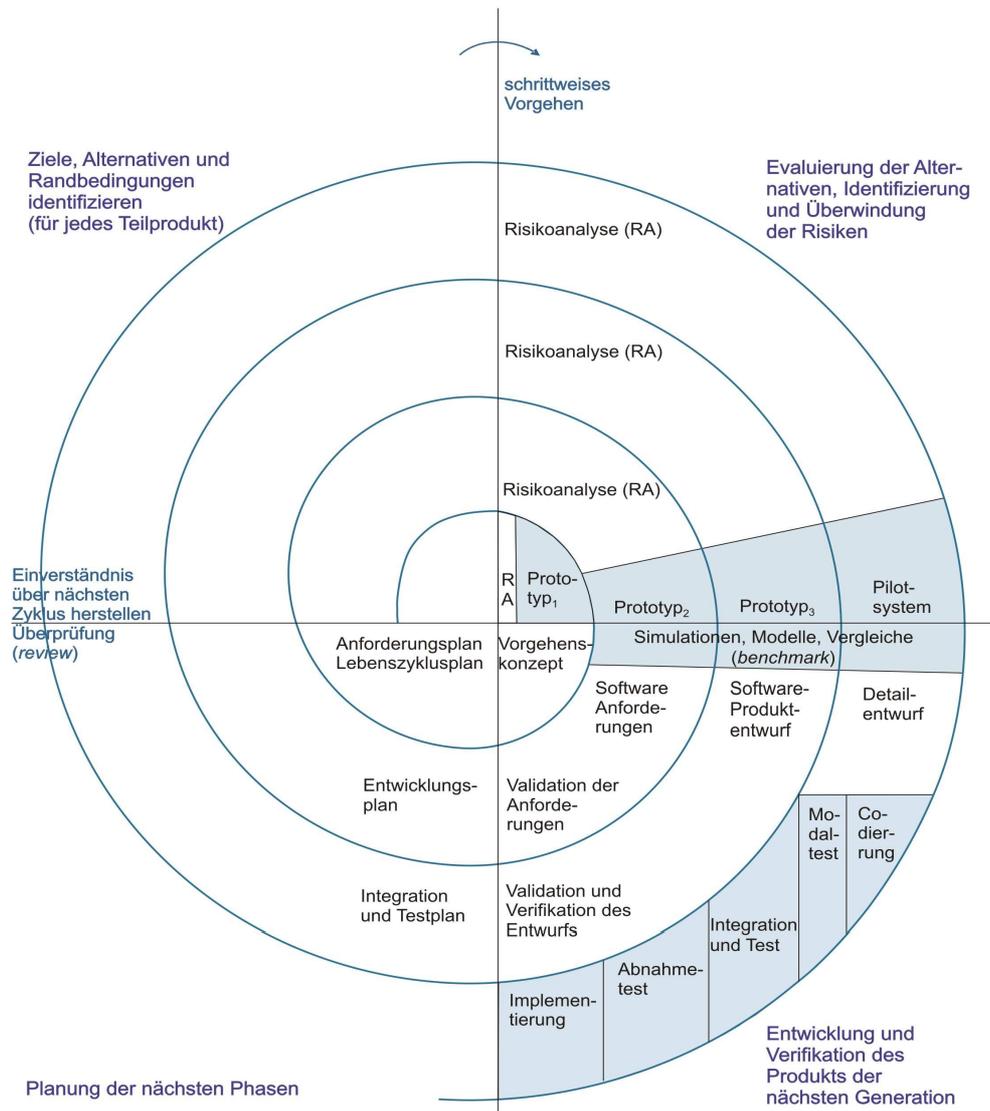


Abbildung 9: Spiralmodell nach Boehm (BALZERT, 1998, S. 130)

Das Spiralmodell besteht aus vier zyklischen Schritten, wobei jeder Zyklus die folgenden Schritte enthält (BALZERT, 1998, S. 129):

- Schritt 1: Identifikation von Zielen, Festlegung von Alternativen und Beschreibung von Randbedingungen;
- Schritt 2: Evaluierung der Alternativen und das Erkennen, Abschätzen und Reduzieren von Risiken;
- Schritt 3: Realisierung und Planung des Prototyps;
- Schritt 4: Planung des nächsten Zyklus.

Zwar ist der Managementaufwand für die Anpassung des Prozessmodells wesentlich höher als bei den anderen Modellen, doch werden durch die formative Evaluation und laufende Anpassung Fehler frühzeitig erkannt und behoben. Die Flexibilität des Modells rechtfertigt daher insbesondere bei größeren Projekten die Anwendung des Spiralmodells (BALZERT, 1998, S. 133).

2.4.2 Entwicklungsphasen von E-Learning-Systemen

Abgeleitet aus den oben erläuterten Modellen werden die fünf Entwicklungsphasen

- Analyse,
- Design,
- Entwicklung,
- Implementierung und
- Evaluation

im Folgenden näher erläutert. Die einzelnen Phasen brauchen dabei nicht sequentiell angelegt werden, sondern können wie im Spiralmodell beschrieben, sich zyklisch wiederholen, so dass das E-Learning-System jederzeit angepasst werden kann.

Analyse

Zu Beginn der Konzeptionsphase ist es wichtig, folgende Bereiche zu analysieren:

- Problem und Bedarf,
- Zielgruppe,
- Inhalte und
- Ressourcen (NIEGEMANN et al. 2004, S. 51).

Die Analyse des Lernstoffes und der Aufgaben hat eine zentrale Funktion im Prozess der Konzeption von Lernmedien (NIEGEMANN et al., 2004, S. 58). Hierbei werden folgende Fragen beantwortet (NIEGEMANN et al., 2004, S. 58-59):

- Welche Fähigkeiten und welches Wissen sind notwendig, um den festgestellten Bedarf zu befriedigen?
- Welche Inhalte sollen vermittelt werden?
- Wie können die Elemente des Lerninhaltes organisiert werden?
- Wie können Aufgaben analysiert werden?

Begonnen wird mit der Themensammlung, die dann gruppiert und hierarchisch gegliedert wird (NIEGEMANN et al., 2004, S. 59). Auch MANDL und WINKLER (2002, S. 35) beschreiben die Notwendigkeit einer Strukturierung und Aufbereitung beispielsweise über Mind Mapping. Der Begriff Mind Mapping stammt aus dem Englischen, wobei „Mind“ mit Gedächtnis und „Map“ mit Landkarte übersetzt werden kann. Mind Maps sind somit „Gedächtnislandkarten“, d. h. eine grafische Darstellungsform, die die Beziehungen zwischen verschiedenen Begriffen aufzeigt (ZINTL, 2006, S. 69).

Wichtig ist auch zu klären, welche Wissensarten eingesetzt werden. Handelt es sich um Faktenwissen oder kommen auch andere Wissensarten zum Einsatz (MAGNUS, 2001, S. 189). In der Literatur existieren unterschiedliche Einteilungen über mögliche Wissensarten (AMELINGMEYER, 2002; ANDERSON, 1996). NIEGEMANN et al. (2004, S. 61) und KERRES (1998, S. 172) unterscheiden zwischen deklarativem, prozeduralem und konditionalem Wissen, während SWERTZ (2004, S. 184) zwischen rezeptiven, interaktiven und kooperativen Wissenseinheiten differenziert. Eine weitere Unterscheidung der Wissensarten ist bei ANDERSON UND KRATHWOHL (2001, S. 239f.) zu finden. Sie ordnen die Wissensarten in Fakten-, Konzept- und Prozesswissen ein. Aufgrund der Wissensarten können laut den Autoren Handlungsempfehlungen gegeben werden. So wird Faktenwissen oft mit dem kognitiven Prozess „Erinnern“ verbunden, Konzeptwissen mit dem kognitiven Prozess „Verstehen“ und Prozesswissen mit dem kognitiven Prozess „Anwenden“ (ANDERSON UND KRATHWOHL, 2001, S. 239).

In einem E-Learning-System werden oft mehrere Zielgruppen angesprochen. Deshalb ist eine präzise Zielgruppenbestimmung als Basis einer adressatengerechten Erstellung von Lernprogrammen unverzichtbar. Eine Auswahl von Merkmalen zur Zielgruppenbeschreibung nach RISER et al. (2002, S. 101-102), KRÖGER UND REISKY (2004, S. 93) ist der folgenden Tabelle zu entnehmen (Tabelle 2):

Tabelle 2: Merkmale zur Zielgruppenbeschreibung (in Anlehnung an RISER et al., 2002, S. 101-102; KRÖGER UND REISKY, 2004, S. 93)

Merkmal	Bemerkung
Größe der Zielgruppen	Die Größe hat Einfluss auf eine spätere Kosten-Nutzen-Kalkulation.
Struktur der Zielgruppen	Homogenität der Zielgruppe
Zusammensetzung der Zielgruppe	Zusammensetzung nach Alter, Geschlecht, Nationalität
Ausbildungsniveau	Aus diesem Punkt lässt sich der Sprachgebrauch ableiten.
fachliche Qualifikationen	Anfänger, Fortgeschrittene, Experten
Erwartungen der Zielgruppe	Grund der Teilnahme, erwartete Ergebnisse
Motivation der Zielgruppe	Zustimmung, Ablehnung, Interesse am Thema

Designanforderungen an E-Learning-Systeme

Die Beachtung von Designanforderungen ist bei der Entwicklung von E-Learning-Systemen zwingend. Mit dem Design wird bestimmt, wie solche Systeme am besten lernförderlich aufbereitet werden können. Wie bedeutsam das Design ist, zeigt beispielsweise die Präsidentenwahl in den USA im Jahr 2000. Die Gestaltung des Wahlzettels war so missverständlich, dass viele Wähler versehentlich für Pat Buchanon stimmten (SWR, 2004).

Die Effektivität des Lernens wird maßgeblich von der Benutzeroberfläche beeinflusst. Die Benutzeroberfläche muss so gestaltet werden, dass die zum Lernen wichtigen Hilfsmittel übersichtlich zur Verfügung gestellt werden, gleichzeitig jedoch nicht vom Lerninhalt abgelenkt wird (SEEL et al., 1998, S. 90). Hilfsmittel sind unter anderem ein Glossar, eine Volltextsuche sowie verschiedene Kommunikationsmittel wie Diskussionsforen oder Chats. Ferner muss für die Benutzung des Lernprogrammes eine Hilfe zur Verfügung stehen, in der alle verwendeten Symbole und der Inhalt des Menüs erklärt werden (PIETZNER, 2002).

Ein didaktisch gelungenes Lernprogramm muss eine intuitive und effiziente Navigation durch den Lerninhalt ermöglichen. So sollte der Nutzer zu jedem Zeitpunkt wissen, wo er sich innerhalb des Systems befindet. Zur Umsetzung dieser Forderung gibt es die Möglichkeit, die aktuelle Seite in Bezug zur Gesamtseitenzahl zu setzen. Der prozentuale Anteil der bereits gelesenen Seiten kann in einem Balken dargestellt werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit,

unter Verwendung eines Baumdiagramms, die aktuelle Seite farbig hervorzuheben (PIETZNER, 2002).

Die farbige Gestaltung ist bei der Entwicklung von E-Learning-Systemen ebenfalls von enormer Wichtigkeit, denn sie hilft, eine angenehme Arbeitsatmosphäre zu schaffen, die zur Bearbeitung der Inhalte motiviert. Weiterhin unterstützt die Farbgestaltung die Gliederung des Lerninhaltes und die Orientierung im Lernprogramm. Für die Präsentation des Inhaltes sind helle Farbtöne geeignet, da ein heller Farbton die Aufmerksamkeit auf sich zieht. (BRUNS UND GAJEWSKI, 2002, S. 66). Die farbige Gestaltung der Menüleiste sollte entweder mit der gleichen Farbe wie der Inhalt oder mit einem dunkleren Farbton erfolgen.

Entwicklung

Nachdem das Design des E-Learning-Systems erarbeitet ist, kann mit der Entwicklung der Lerninhalte begonnen werden. CLARK UND MAYER (2002) formulierten auf Basis empirischer Untersuchungen sechs Gestaltungsprinzipien von E-Learning. Im Folgenden werden diese Prinzipien näher erläutert:

- **Multimediaprinzip:** Text und Grafik in Kombination sind besser verständlich als ausschließlich Text. Voraussetzung ist eine sinnvolle Kombination und Funktionszuweisung. So können Grafiken zur thematischen Organisation, zur Veranschaulichung von Beziehungen oder als Metaphern mit dahinter liegenden Funktionen den Text ergänzen (NIEGEMANN et al., 2004, S. 194).
- **Kontiguitätsprinzip:** Zusammengehörige Worte und Bilder sollen nah beieinander platziert oder integriert dargestellt werden. Text und Bild sollen immer gleichzeitig sichtbar sein, Beschreibungen von Bildelementen mit Linien als zusammengehörend gekennzeichnet werden.
- **Modalitätsprinzip:** Gesprochener Text eignet sich als Erläuterung zu Bildern oder Animationen besser als geschriebener. Die praktische Anwendung des Modalitätsprinzips ist aufgrund der mit der Implementierung verbundenen Kosten sowie der benötigten technischen Gegebenheiten nicht immer möglich (NIEGEMANN et al., 2004, S. 197).

- Redundanzprinzip: Wird Text gleichzeitig gesprochen und geschrieben dargeboten, so beeinträchtigt das die Informationsaufnahme. Dies gilt insbesondere, wenn zusätzlich Bilder auf dem Bildschirm zu sehen sind.
- Kohärenzprinzip: Inhalte, die nicht im Zusammenhang mit dem Thema stehen, sondern einen rein unterhaltenden Charakter haben (z. B. Hintergrundmusik) oder überflüssige Details wiedergeben, beeinträchtigen das Lernen.
- Personalisierungsprinzip: Ein persönlicher Sprachstil, der einer Kommunikation gleicht, unterstützt das Lernen. Auch pädagogische Agenten in E-Learning-Systemen sind, sofern sie nicht nur unterhaltenden Charakter haben, sinnvolle didaktische Elemente (NIEGEMANN et al., 2004, S. 202).

Implementierung

Spätestens mit Abschluss der Entwicklungsphase beginnt die Implementierung. Diese Phase dient der Umsetzung des Konzeptes. Das bedeutet, dass die Ergebnisse der vorherigen Phasen (Analyse, Design und Entwicklung) softwareseitig umzusetzen sind. Somit sind in der Implementierungsphase alle Programmieraktivitäten durchzuführen (BALZERT, 1996, S. 926).

Evaluation

Die Evaluierungsphase stellt den unverzichtbaren Abschluss bei der Entwicklung eines E-Learning-Systems dar. Da in der vorliegenden Arbeit ein Schwerpunkt gerade auf der Evaluation liegt, wird diese Phase ausführlich im nächsten Kapitel erläutert.

2.5 Evaluation von E-Learning-Systemen

Der Begriff der Evaluation hat sich seit den 70er Jahren im Bildungsbereich durchgesetzt und beschreibt die systematische Kontrolle von Qualität, Funktionalität, Wirken und Nutzen (NIEGEMANN et al., 2004). Für Lern- und Informationsprogramme gibt es laut TERGAN (2000, S. 23) keine allgemeingültige Bestimmung des Begriffs „Evaluation“. Er liefert jedoch den folgenden Definitionsversuch: „Evaluation ist die systematische und zielgerichtete Sammlung, Analyse und Bewertung von Daten zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle.“

Sie dient der Beurteilung von Planung, Entwicklung, Gestaltung und Einsatz von Bildungsangeboten bzw. einzelner Maßnahmen dieser Angebote (Methoden, Medien, Programme, Programmteile) unter den Aspekten von Qualität, Funktionalität, Wirkungen, Effizienz und Nutzen“. Die Qualität zielt vorwiegend auf die inhaltliche und didaktische Qualität des E-Learning-Systems.

Im Folgenden wird auf verschiedene Aspekte von Evaluation näher eingegangen.

Ziel von Evaluationen ist es, das zu erarbeitende E-Learning System

- zu stabilisieren,
- zu verbessern,
- Entscheidungen zu treffen, ob die Ziele erreicht sind und
- gegebenenfalls Veränderungen einzuleiten.

Durch eine Differenzierung hinsichtlich der Evaluationstypen soll eine optimale Kombination mit dem jeweiligen Evaluationsziel erreicht werden. Hierbei können verschiedene Evaluationstypen unterschieden werden. Die Differenzierung ergibt sich aus:

- der Durchführung,
- dem Untersuchungszeitpunkt und
- dem Gegenstand.

Eine Übersicht zu den möglichen Evaluationstypen zeigt Abbildung 10. In Abhängigkeit vom Evaluationsziel ist die Auswahl je eines Merkmals der drei Kriterien notwendig. Es kann jedoch auch eine Kombination aus jeweils beiden Merkmalen sinnvoll sein. Im Folgenden werden die in Abbildung 10 dargestellten Merkmale von Evaluationstypen näher beschrieben.

Grundsätzlich wird bezüglich des Untersuchungszeitpunktes zwischen formativer und summativer Evaluation unterschieden.

Die formative Evaluation bewertet die Software im Laufe ihres Entwicklungsprozesses. Das Ziel dieser Evaluationsart ist eine Optimierung der Nutzungsqualität vor Abschluss der Entwicklungsarbeiten (SCHULZ, 2007; HEGNER, 2003, S. 7).

Wird am Ende einer Systementwicklung in einer abschließenden und zusammenfassenden Bewertung eine Evaluation durchgeführt, so wird diese Vorgehensweise als summative Evaluation bezeichnet (HERCZEG, 2004, S. 154).

Als intern wird eine Evaluation bezeichnet, „wenn sie von der gleichen Organisation vorgenommen wird, die auch das Programm selbst durchführt“ (STOCKMANN, 2004, S. 29).

Der Vorteil dieser Variante liegt in der zeitnahen Durchführbarkeit und dem verhältnismäßig geringen Aufwand. Darüber hinaus verfügen die internen Evaluatoren über eine hohe Sach- und Programmkenntnis. Die Schwächen dieser Variante liegen in der fehlenden Unabhängigkeit und Distanz sowie in dem Streben nach positiven Evaluationsergebnissen.

Von einer externen Evaluation wird gesprochen, wenn die Evaluation von Personen durchgeführt wird, „die nicht dem Mittelgeber oder der Durchführungsorganisation angehören“ (STOCKMANN, 2004, S. 29). Das Verhältnis von Vor- und Nachteilen verhält sich hier genau entgegengesetzt zur internen Evaluation.

„Wenn sich die Evaluation auf ein entwickeltes Produkt oder Teile davon bezieht und Aspekte der Qualität, der Wirkungen (z. B. Lernerfolg), der Effizienz und des Nutzens im Vordergrund stehen“ (TERGAN, 2000, S. 27), so wird dieses als Produktevaluation bezeichnet. In der Bewertung eines Produkts können sowohl inhaltliche als auch technische Aspekte einfließen (JOHNS, 2004, S. 69).

Von einer Prozessevaluation wird gesprochen, „wenn bei der Evaluation Aspekte der Planungs- und/oder Entwicklungsprozesse bzw. Vorgehensweisen bei der konkreten Anwendung eines Bildungsangebotes bzw. einzelner Komponenten des betreffenden Angebotes im Vordergrund stehen“ (TERGAN, 2000, S. 26).

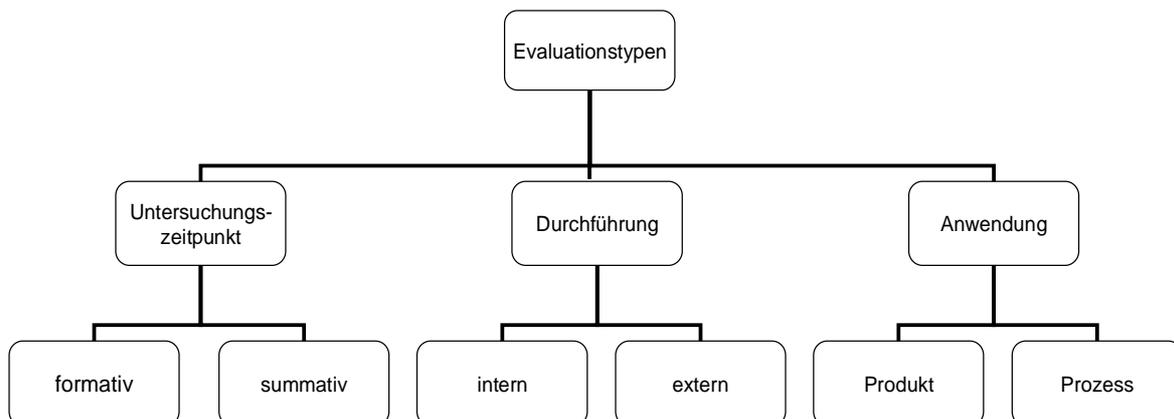


Abbildung 10: Unterschiedliche Evaluationstypen

2.5.1 Evaluationsmodelle

Aus Sicht der Entwickler sind formative Evaluationen besonders wichtig, da deren Ergebnisse die Empfehlungen für die weitere Entwicklung liefern können. Es besteht allerdings kein einheitliches Evaluationsmodell, stattdessen existieren die unterschiedlichsten Modelle nebeneinander (NIEGEMANN et al., 2004, S. 295; WOTTAWA UND THIERGAU, 1990).

Der Amerikaner Donald Kirkpatrick (vgl. KIRKPATRICK, 1987, 1994) zählt zu den ersten Wissenschaftlern, der sich mit der Entwicklung von Techniken zur Evaluation von Trainingsprogrammen beschäftigt hat. Bereits 1959 entwickelte er das mehrstufige Modell „Vier Ebenen der Evaluation“. Es umfasst vier aufeinander aufbauende Evaluationsebenen, die sich in die Stufen

- Reaktionsebene,
- Lernebene,
- Handlungsebene und
- Erfolgsebene

unterteilen lassen (HORTON, 2001, S. 9-10). Im Folgenden werden die vier Ebenen kurz erläutert:

1. Reaktionsebene:

Auf der Reaktionsebene wird das Verhalten der Nutzer des Lernprogramms analysiert und bewertet. Zeigt sich eine positive Resonanz, so ist bereits eine entscheidende Grundvoraussetzung erfolgreichen Lernens erfüllt. Sind die Nutzer unzufrieden, führt dies oft zu Resignation und erschwert die kontinuierliche Bereitwilligkeit zum Lernen (SCHENKEL, 2000, S. 59).

2. Lernebene:

BREITNER (2005, S. 5) versteht unter dem Begriff „Lernen“ die individuelle Aneignung von Fähigkeiten und Kenntnissen. KIRKPATRICK (1994) schlägt vor, durch Lernerfolgstests, die vor und nach der Lerneinheit durchgeführt werden, Wirkung und Erfolg zu ermitteln. Hierbei hat sich ein exakter Vergleich der in den Pre- und Post-Tests gegebenen Antworten zu inhaltlichen Fragen als zweckmäßig erachtet (MAYER et al., 2004, S. 123).

3. Handlungsebene:

In der beruflichen Aus- und Weiterbildung kommt es darauf an, dass das Gelernte auch eingesetzt wird. Auf dieser Ebene wird deshalb die Änderung des Verhaltens evaluiert. Hierbei bieten sich Tests an, die einige Zeit nach der Lernperiode eingesetzt werden. Dabei werden beispielsweise Mitarbeiter befragt, ob sie Verhaltensänderungen des Kollegen bemerkt haben (MAYER et al., 2004, S. 116).

4. Erfolgsebene:

Auf dieser Ebene wird ermittelt, ob das E-Learning-System in seiner Gesamtheit als positiv oder negativ zu bewerten ist und welche Ziele im Einzelnen erreicht wurden.

Dieses „Standard-Modell“ erweiterte SCHENKEL auf sechs Evaluationsebenen. Abbildung 11 zeigt auf der linken Seite die vier Phasen nach KIRKPATRICK und das erweiterte Modell nach SCHENKEL auf der rechten Seite. Auch bei diesem Modell bauen die Ebenen aufeinander auf. Daher ist es wichtig, dass keine Ebene im Evaluationsprozess ausgelassen wird (SCHENKEL, 2000, S. 60-62). SCHENKEL (2000, S. 62) ist der Auffassung, dass eine der Reaktionsebene vorgelagerten Produktebene notwendig ist. Schon bei der Planung und Entwicklung des E-Learning-Systems sollen einzelne Segmente des Programms regelmäßig von unabhängigen Experten evaluiert werden. In der Kosten-Nutzen-Relationsebene erfolgt eine Analyse, bei der ermittelt wird, ob der erwirtschaftete Ertrag des Projektes den Kapitaleinsatz decken kann und sich die Investition in dem vorgegebenen Zeitraum rentiert.

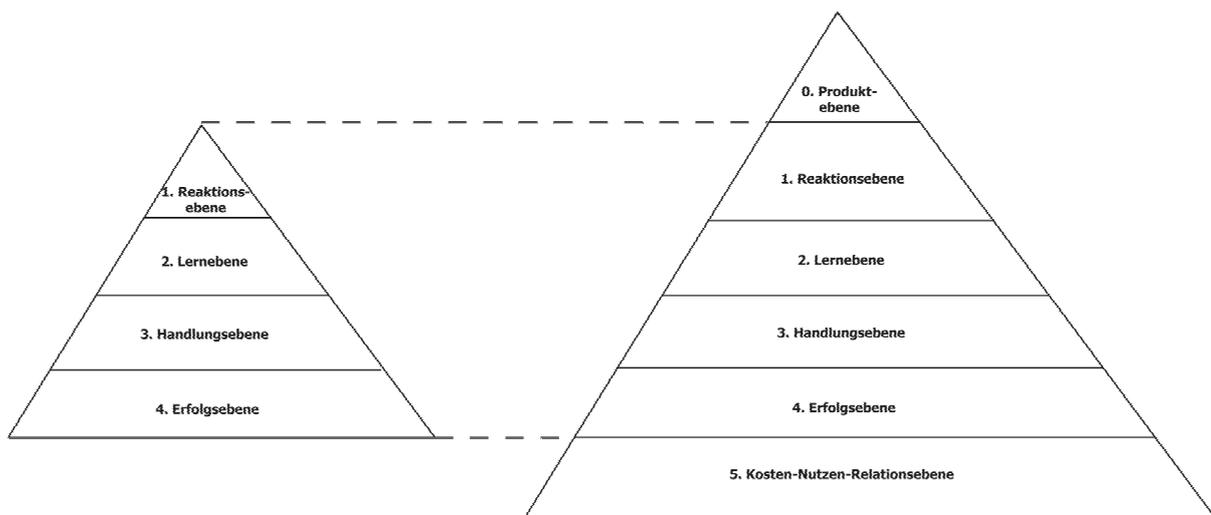


Abbildung 11: Vier- bzw. Sechs-Ebenenmodell (nach KIRKPATRICK, 1994;
SCHENKEL, 2000, S. 62)

2.5.2 Evaluationsmethoden

Mit Evaluationsmethoden wird auf unterschiedliche Weise und in unterschiedlichen Phasen des Entwicklungsprozesses versucht, die Qualität von Lernsoftware einzuhalten (SCHENKEL et al., 2000, S. 11).

Um ein System zu evaluieren, müssen verschiedene Daten erhoben werden. Die meisten Evaluationen von E-Learning-Systemen werden von Usability- und Lernwirksamkeitsmessungen dominiert. Usability wird gemäß der ISO 9241-11 (1998) folgendermaßen definiert: „Usability eines Produktes ist das Ausmaß, in dem es von einem bestimmten Benutzer verwendet werden kann, um bestimmte Ziele in einem bestimmten Kontext effektiv, effizient und zufrieden stellend zu erreichen“. Nach dieser Definition bezieht sich die Usability auf die Benutzbarkeit verschiedener Produkte (SCHWEIBENZ UND THISSEN, 2003, S. 34). Auch PUSCHER (2001, S. 1) und SHNEIDERMANN (2002, S. 126) setzen Usability mit Benutzbarkeit und Benutzerfreundlichkeit gleich.

Anhand der an der Evaluation beteiligten Personengruppen wird grundsätzlich zwischen experten- und benutzerorientierten Methoden unterschieden. Nachfolgend werden diese näher erläutert.

2.5.2.1 Expertentests

Der Expertentest beruht auf dem Grundgedanken, statt durch einen stichprobenhaft zusammengestellten Personenkreis der Zielgruppe, einen bzw. mehrere Experten als Gutachter die Software evaluieren zu lassen. Es gibt eine Reihe von Expertentests, die im Folgenden dargelegt werden.

Der Einsatz dieser Methoden erfolgt mit dem Ziel, möglichst viele Usability- Probleme zu identifizieren und weitere Probleme der Endanwender vorherzusagen. Eine häufige Intention für den Einsatz solcher Methoden ist, dass Experten untersuchen, ob das Produkt hinsichtlich seiner Bedienung leicht zu erlernen ist und ob es bestimmten marktüblichen Standards entspricht (ZIMMER, 2001).

Um die richtige Methode auszuwählen, sollten nach SCHENKEL (2000, S. 57) verschiedene Aspekte berücksichtigt werden:

- Ziel der Untersuchung;
- Gegenstand der Evaluation;
- Einsetzen von Aufgabenszenarien;
- Erfahrung der Prüfer;
- zeitlicher, finanzieller und personeller Aufwand der Methoden;
- Menge der Problemerkennung;
- Bewältigung des Datenaufkommens.

Zum Einsatz von Aufgabenszenarien ist zusätzlich anzumerken, dass je nach gewünschtem Strukturierungsgrad der Untersuchung diese unterschiedlich hilfreich sein können. Besonders gilt dies bei sehr umfangreicher Software, da sich hier mit verschiedenen Aufgabenszenarien auf Kernbereiche der Software konzentriert werden kann.

Eine Übersicht expertenorientierter Methoden gibt NIELSEN (1993). Er zählt zu diesen Methoden:

- die Heuristische Methode,
- die Methode des Cognitive Walkthrough,
- die Methode des Pluralistic Walkthrough und
- die Methode des Feature Inspection.

Nachfolgend werden diese Expertenmethoden erläutert.

Heuristische Methode

Die Heuristische Evaluation ist eine Methode, bei der mehrere Experten die Gebrauchstauglichkeit einer Software an Hand von Richtlinienkatalogen (Heuristiken) untersuchen und beurteilen. Zur Begutachtung werden die folgenden zehn Heuristiken verwendet:

- 1.) erzeuge einfache und natürliche Dialoge;
- 2.) sprich die Sprache des Benutzers;
- 3.) minimiere die „Gedächtnislast“ der Benutzer;
- 4.) sei konsistent;
- 5.) liefere Feedback;
- 6.) stelle klar markierte Ausgänge zur Verfügung;
- 7.) stelle Abkürzungen zur Verfügung;
- 8.) liefere gute Fehlermeldungen;
- 9.) verhüte Fehler und
- 10.) biete Hilfe und Dokumentation.

Bei dieser Methode untersucht jeder Gutachter das zu testende System allein und unabhängig von den anderen Gutachtern. Erst nachdem alle Gutachten abgeschlossen sind, werden die Ergebnisse verglichen.

NIELSEN (1993) zeigte in einem Experiment, dass Usability-Experten mit Hilfe Heuristischer Evaluation mehr Probleme identifizieren als „normale“ Anwender. Die meisten Probleme aber würden von so genannten „Doppelexperten“ gefunden werden. Doppelexperten sind Usability-Experten mit themenspezifischen Wissen.

Cognitive Walkthrough

Die Methode des Cognitive Walkthrough (CW) zählt zu den aufgabenorientierten Methoden. Aufgabenorientiert bedeutet, dass der Experte sich in die Lage eines Anwenders versetzt und ein bestimmtes Aufgabenszenario abarbeitet, in dem er alle dafür nötigen Arbeitsschritte durchführt. Der CW stützt sich auf die Theorie zum explorierenden Lernen (vgl. Kapitel 2.2.2) und Problemlösen. Ein CW sollte einem Nutzertest vorausgehen, damit die offensichtlichen Probleme vor dem Test behoben werden können (LEWIS UND WHARTON, 1997).

Pluralistic Walkthrough

Diese Methode verläuft ähnlich dem Cognitive Walkthrough, doch anstatt von ausschließlichen Experten wird das System von Nutzern, Entwicklern und Experten gemeinsam untersucht. Zusammen werden verschiedene Szenarien durchgespielt, anschließend wird über Schwachstellen sowie mögliche Empfehlungen diskutiert.

Feature Inspection

Bei dieser Untersuchungsmethode werden einzelne Aspekte des Produktes anstelle des gesamten Systems geprüft. Weiterhin werden bei dieser Methode typische Arbeitsaufgaben verwendet, um bestimmte Fehler zu finden (HEGNER, 2003).

2.5.2.2 Nutzertests

NIELSEN (1993) liefert ebenfalls eine Übersicht der nutzerorientierten Methoden. Er zählt zu diesen Methoden:

- die Methode des lauten Denkens;
- die Methode des Constructive Interaction;
- die Coaching Methode;
- die Beobachtung;
- die Videokonfrontation;
- die Fokusgruppen und
- die Fragebögen.

Auch diese Methoden werden nachfolgend erläutert.

Methode des lauten Denkens

Bei dieser Methode wird eine Testperson gebeten, eine Aufgabe bei Nutzung eines Systems zu bearbeiten und dabei laut ihre Gedanken wiederzugeben. Durch diese Verbalisierung der Gedanken können Schwachstellen im System erkannt und analysiert werden, da deutlich wird, wie der Benutzer mit dem System arbeitet.

Constructive Interaction

Diese Methode ist eine Abwandlung des Lauten Denkens. Übersetzt bedeutet „Constructive Interaction“ konstruktive Zusammenarbeit. Bei dieser Variation benutzen zwei Probanden gleichzeitig das zu testende System. Constructive Interaction ist dort am besten angebracht, wo die Möglichkeit besteht, viele Testpersonen zu akquirieren (NIELSEN, 1993).

Coaching Methode

Bei dieser Methode ist es gewollt, dass die Testpersonen mit dem Experimentleiter - dem Coach - interagieren. Bei anderen Verfahren ist der Leiter des Experiments dazu angehalten, so wenig wie möglich zu intervenieren.

Beobachtung

Hier wird der Proband bei der Benutzung des Systems beobachtet und der Experimentleiter und die Protokollanten halten Beobachtungen schriftlich fest.

Videokonfrontation

Vor dem Hintergrund der Sammlung möglichst vieler Daten ist die Videokonfrontation ein gutes Mittel, um zusätzliche Daten über die Schwachstellen eines Lernprogramms zu erhalten. Diese Methode ist dort nützlich, wo es schwierig ist, eine ausreichende Anzahl an Testpersonen zu finden. Bei Nutzung dieser Methode ist es dann möglich, mehr Informationen pro Testperson zu erhalten und den Nachteil des geringen Stichprobenumfangs zumindest teilweise zu kompensieren. Während des Tests wird der Proband von einer Videokamera aufgenommen. Dieses Video-Protokoll kann dann zu einem späteren Zeitpunkt ausgewertet werden.

Fokusgruppen

Fokusgruppen sind moderierte Gruppendiskussionen mit ausgewählten Endbenutzern. Ziel ist es, mit 5-8 Teilnehmern in ca. 2-3 Stunden ein Lernprogramm zu bewerten. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Gruppe möglichst homogen zusammengesetzt ist, damit die Kommunikation nicht erschwert wird.

Fragebögen

Ein Fragebogen ist eine Zusammenstellung von Fragen oder Aussagen. Anhand von Skalen wird die Bewertung der Software durchgeführt.

2.6 Überblick zur Nutzung von E-Learning-Systemen im Agrarbereich

Das Internet hat sich in den letzten Jahren zu einem der beliebtesten Informationsmedien entwickelt. Die Verbreitung nimmt stetig zu und die Benutzerzahlen steigen kontinuierlich. In Deutschland nutzen gemäß einer ARD/ZDF-Online-Studie im Jahr 2007 62,7 % der Bevölkerung das Internet. Im Zusammenhang mit dem Internetboom wurde dem E-Learning ähnliches Potential vorausgesagt. Nach einer Studie des Marktforschungsinstitut GfK und des Branchenverbandes BITKOM soll sich der Umsatz für E-Learning im Jahr 2007 um ca. 16 % ausweiten.

Dabei hat Sprach-Lern-Software einen Marktanteil von 37 %, gefolgt von allgemeinen Lernprogrammen für Kinder (25 % Marktanteil). Lernprogramme für naturwissenschaftliche Themen und Computertraining bekleiden mit jeweils 8 % den vierten Platz (Abbildung 12).

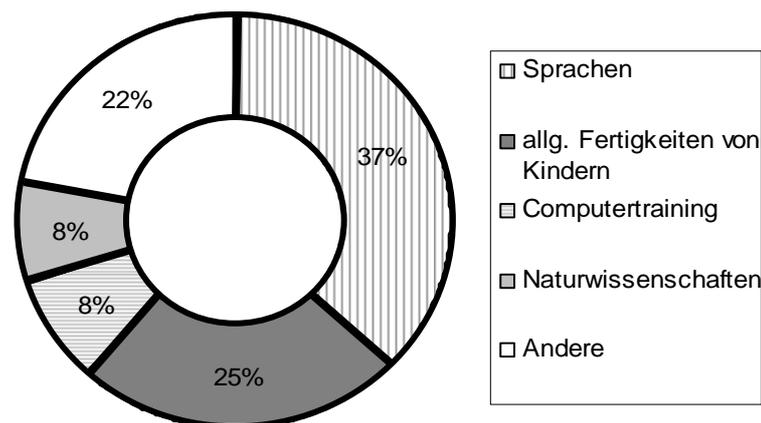


Abbildung 12: Marktanteil von Lernprogrammen im Jahr 2007, nach Themen sortiert (BITKOM, 2007)

Im inländischen Agrarbereich ist nur eine sehr geringe Anzahl von E-Learning-Systemen festzustellen. Eine beispielhafte Übersicht dazu ist bei <http://www.studieren-im-netz.de> zu erhalten. Im Bereich der Agrar- und Forstwissenschaften konnten insgesamt nur 28 Treffer (09.11.2007) nachgewiesen werden. Davon hat nur ein Teil der Angebote (13 Lernsysteme bzw. Module) die typischen Merkmale von E-Learning-Systemen. Viele der anderen Lerninhalte bestehen lediglich aus aufbereiteten Skripten und Präsentationen als Download im PDF-Format. Weiterhin ist der Lernstoff oft im Telegrammstil aufbereitet, der mit Bildern,

interaktiven Elementen und Links zu ergänzenden Informationen versehen wird und im Rahmen von Präsenzveranstaltungen nur angedeutet werden kann (BLAICH, 2007). Alle aufgeführten „Lernprogramme“ werden als Blended Learning angeboten, wobei drei Systeme als CBT und der Rest als WBT konzipiert wurde. Auch beziehen sich die meisten Lernangebote auf den Obst- und Weinbau, den Forstwissenschaften und den Geowissenschaften. Lediglich die Universität Kassel hat mehrere Module (z. B. „Der virtuelle Kuhstall“) entwickelt, die sich mit der Tierhaltung und Nutztierethologie beschäftigen. An dieser Universität wird nicht nur ein digitales Lehrangebot geschaffen, sondern mit dem Modul „Wissenschaftliches Arbeiten mit Multimedia und Internet“ werden Studenten und Lehrende bei der Entwicklung eines E-Learning-Systems mit einbezogen (RAUBUCH, 2007). Die Mehrzahl der aufgeführten Lernsysteme richtet sich an Studierende. Lediglich drei Systeme stehen für die Zielgruppe der Absolventen zur Verfügung. Zulassungsbedingung zur Nutzung des Systems ist ein abgeschlossenes Studium.

Ein weiteres Lernprogramm, das den Charakter eines E-Learning-Systems hat, ist das Lern- und Informationsprogramm „Milchkuhfütterung“, welches von dem aid infodienst Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft e. V. im Jahr 2006 entwickelt wurde. Hier werden komplizierte Sachverhalte mit Hilfe von Animationen und Grafiken aufbereitet und am Ende eines Kapitels kann der Nutzer sein Wissen mittels Übungsaufgaben testen. Dieses E-Learning-System richtet sich gleichermaßen an Praktiker, Berater, Fachlehrer und Studenten.

Auf dem internationalen Sektor sind E-Learning-Systeme im Bereich der Genetik und Molekularbiologie, z. B. an der Cornell University in New York (Genetics for a New Generation) sowie an der Universität Wageningen in den Niederlanden zu finden.

2.7 Schlussfolgerungen aus dem Literaturstudium

Innerhalb der E-Learning-Formen zeigt Blended Learning die besten Eigenschaften für eine erfolgreiche Anwendung im universitären Einsatz. Die Vorteile ergeben sich aus der gemischten Nutzung von vorhandenen Präsenzveranstaltungen, erweitert um die EDV-gestützte Möglichkeit, ergänzendes Wissen zu erarbeiten.

Für die Struktur der zu gestaltenden Lernumgebung findet sich in der Literatur keine eindeutige Empfehlung, da die Gestaltung der Lernumgebung sich an den jeweiligen Bedürfnissen der Lernenden orientieren muss.

Für die Beurteilung der Lerntheorien bleibt festzustellen, dass eine sinnvolle Auswahl durch die Betrachtung der gegebenen Ziele zu erfolgen hat. Es gibt innerhalb der dargestellten Theorien keine generell geeignete Anwendung. Jede Theorie ist in einem bestimmten Anwendungssegment geeignet.

Eine wichtige Schlussfolgerung aus den verschiedenen Lernmodellen ist, dass die Nutzer die Möglichkeit haben sollten, ihren persönlichen Lernweg zu wählen. Eine Modularisierung der Lerninhalte wird dieser Anforderung gerecht und gewährleistet gleichzeitig, dass eine Basisstruktur sichtbar ist und eine Reihenfolge der Inhalte bestehen bleibt.

In der Softwareentwicklung eingesetzt und bewährt, stellt das Spiralmodell nach Boehm (1986) sich auch für die Entwicklung eines E-Learning-Systems als geeignete Vorgehensweise dar.

Die Gliederung der E-Learning-Inhalte in Lernobjekte ist für eine differenzierte Vermittlung von Lerninhalten und für die Standardisierung bedeutend. Auch bieten die Gestaltungsprinzipien Hilfestellungen für die Entwicklung von Lerninhalten.

Die Nutzung von Standards ist für den Agrarbereich von besonderer Bedeutung, da insbesondere wegen knapper Kapazitäten frühzeitig an Mehrfachnutzung und Wiederverwendbarkeit zu denken ist. So leisten die Standards einen wichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit der Entwicklungsarbeiten. Daher ist eine Aufbereitung des

Standardisierungsstandes und seine Umsetzung in die Software zwingende Vorarbeit für die eigentliche Inhaltentwicklung.

Innerhalb des Agrarbereichs ist E-Learning quantitativ und qualitativ vergleichsweise schwach ausgebaut. Daraus folgt, dass bei eigenen Entwicklungen auf methodische Arbeitsergebnisse anderer Fachgebiete aufgebaut werden muss. Weiterhin ist von großer Bedeutung, dass bei der eigenen Systementwicklung methodische Gesichtspunkte im Hinblick auf Nutzbarkeit und Nachnutzbarkeit im Agrarbereich besonders beachtet werden.

Die Anzahl verfügbarer Evaluationsmethoden ist sehr groß. So gibt es eine Vielzahl von Studien, in denen die Evaluationsmethoden nach ihrem Nutzen, ihrer Effizienz und Effektivität untersucht wurden. Beispielsweise sind nach REINMANN-ROTHMEIER UND MANDL (2001, S. 133) Befragungen und Beobachtungen die meist genutzten Untersuchungsinstrumente zur Evaluation von Lernprogrammen. Doch letztendlich wird jede Evaluation von den gegebenen Anforderungen und Rahmenbedingungen mitbestimmt (TERGAN, 2004, S. 134). Diesen Standpunkt vertreten auch REINMANN-ROTHMEIER UND MANDL (2001). Sie sind der Meinung, dass eine Evaluation nie nach einem standardmäßigen Vorgehen erfolgen darf, denn es liegen immer andere Gegenstände und unterschiedliche Ziele der Evaluation zu Grunde. Wichtig ist die Kenntnis der Vor- und Nachteile der Evaluationsmethoden, so dass dieses Wissen bei der Auswahl der Methode zu berücksichtigen ist.

Es erscheint sinnvoll, Experten- und Nutzertests zu kombinieren. Die damit verbundenen Vorteile ergeben sich aus dem Sachverhalt, dass beide Gruppen oft unterschiedliche Schwachstellen entdecken.

Um möglichst frühzeitig Probleme am System zu erkennen, bieten sich formative Evaluationen an.

3 Untersuchungsgegenstand

Die Praxis sollte das Ergebnis des Nachdenkens sein, nicht umgekehrt.

Hermann Hesse

3.1 Das Lehrgebiet „Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung“

Die nachfolgend dargestellten Untersuchungen erfolgen am Beispiel des zu entwickelnden E-Learning-Systems „Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung“ (IVM). Die Milcherzeugung mit ihrer ausgeprägten arbeitsteiligen Organisation erfordert eine intensive informationsseitige Begleitung von Zucht, Produktion und Verarbeitung. So ist die derzeitige Situation durch komplexe Informationssysteme in den beteiligten Unternehmen und einen intensiven Datenaustausch zwischen den beteiligten Partnern gekennzeichnet (SCHULZE et al., 2004, S. 323; SCHULZE et al., 2007). Ein weiteres herausragendes Charakteristikum ist die Nutzung verteilt erfasster Daten in anspruchsvollen mathematisch-statistischen Modellen zur Entscheidungsunterstützung (DOLUSCHITZ UND SPILKE, 2002, S. 323ff; AMMON UND SPILKE, 2005).

Der arbeitsteilige Charakter der Milcherzeugung und die daraus folgende datenseitige Vernetzung ist in Abbildung 13 dargestellt. Wie aus dieser Abbildung ersichtlich ist, beziehen sich die Kommunikationsinhalte auf die Komplexe: Milchgüte, Milchleistungsprüfung, Reproduktion und Bestandsänderung sowie Futterqualität und darauf aufbauende Auswertungen sowie Parameterschätzungen (Zuchtwertschätzung). Entsprechend dieser Aufgabenbereiche sind die Partner Zucht- und Landeskontrollverbände sowie Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalten (LUFA). Weiterhin stellt das Rechenzentrum (Rechenzentrum ZWS) zur Ermittlung der Laktationsleistung und deren Nutzung zu Hochrechnungen sowie die Schätzung von Zuchtwerten einen unverzichtbaren Partner dar. Der Nachweis jeglicher Bestandsveränderungen wird durch das Herkunfts- und Informationssystem Tier (Rechenzentrum HIT) realisiert. Entsprechend ist dieses Rechenzentrum in den direkten Datenaustausch einbezogen. Damit ist ohne Medienbrüche und zusätzlichen Datenerfassungsaufwand die Bereitstellung tierindividueller Leistungsdaten möglich.

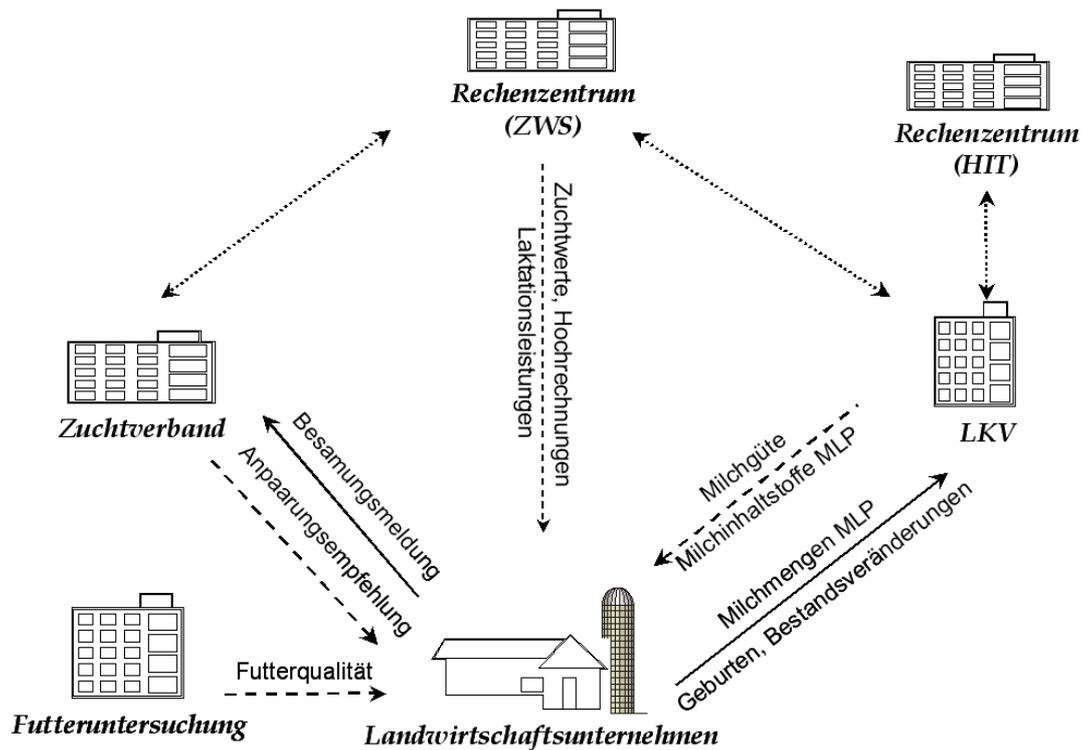


Abbildung 13: Datenbeziehungen zwischen Landwirtschaftsunternehmen und deren Partnern im Bereich der Milcherzeugung (DOLUSCHITZ UND SPILKE, 2002, S. 324)

Einige weitere typische Merkmale der Informationsverarbeitung in der Milcherzeugung sind (SPILKE, 2003a):

- Es existieren spezifische Anwendungssysteme in einzelnen Systemebenen (z. B. Prozess, Unternehmenszweig, Unternehmen) mit intensiver informationsseitiger Kopplung zu anderen Ebenen.
- Es besteht ein großer Bedarf an entscheidungsunterstützender Information für das betriebliche Management von Haltung, Fütterung und Reproduktion. Dies beinhaltet beispielsweise die Generierung täglicher Vorhersageleistungen für Einzeltiere im Rahmen des betrieblichen Informationssystems, die Bereitstellung von Betriebsvergleichsdaten durch Arbeitskreise oder die Schätzung von Zuchtwerten auf nationaler Ebene durch Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w. V. (VIT).
- Die genutzten Modelle, z. B. gemischte lineare Modelle mit teilweise großen Dimensionen, stellen hohe Anforderungen an die Organisation der Datenverarbeitung und Ergebnisinterpretation.

- Die Ergebnisse der entscheidungsunterstützenden Modelle werden auf allen Systemebenen (landwirtschaftliches Unternehmen, regionale und nationale Dienstleister) verwendet.

Abgeleitet aus der beschriebenen Situation und der Komplexität der darzustellenden Lerninhalte stellt sich eine methodische Untersuchung zur inhaltlichen Entwicklung von E-Learning-Systemen an diesem Beispiel als besondere Herausforderung dar.

Eine weitere Begründung für die Wahl des Themengebietes „Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung“ für die Erstellung eines E-Learning-Systems ist die gute Abgrenzbarkeit dieses Themengebietes innerhalb der Agrarinformatik. Insbesondere für dieses Teilgebiet liegt eine gute Stoffstrukturierung und bereits entsprechende Lehrerfahrungen mit multimedialen Elementen vor. Auch aus diesen Gründen ist das Themengebiet besonders für die multimediale Umsetzung geeignet.

3.2 Zielgruppen des entwickelten Systems

Der Einsatz des E-Learning-Systems ist für zwei Zielgruppen vorgesehen: Studierende im Präsenzstudium und Absolventen (Praktiker, Berater) in der Weiterbildung.

Die primäre Zielgruppe stellen Studierende dar. So sollen in der studentischen Ausbildung mit dem Lernprogramm Inhalte der Präsenzveranstaltung vor- oder nachbereitet, vertieft oder in Teilen ersetzt werden. Studierenden soll so die Möglichkeit gegeben werden, die Lerninhalte zeitunabhängig und in selbst gewählter Geschwindigkeit zu rekapitulieren.

Im Wintersemester 2006/2007 fand an der Martin-Luther-Universität im Studiengang Agrarwissenschaften die Umstrukturierung des Diplomstudienganges auf Bachelor- bzw. Masterstudiengang statt. Der Einsatz eines E-Learning-Systems ist daher empfehlenswert und möglich, da durch die Umstrukturierung entstehende Modularisierung der Unterrichtseinheiten ein Gefüge entsteht, das die Zusammensetzung von verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten („Studienrouten“) beinhaltet.

Hochschulen werden verstärkt mit der Herausforderung konfrontiert, neue Methoden und Techniken zu nutzen, um die Kursqualität und deren Flexibilität zu verbessern und dadurch die Erfolgchancen der Absolventen auf dem Arbeitsmarkt zu erhöhen. Der Einsatz von E-Learning an der Hochschule erhöht somit ebenso die Attraktivität der Universität. Auch unter diesem Gesichtspunkt ist die Entwicklung für die Zielgruppe von besonderer Bedeutung. So ist STAWICKI (2004) der Meinung „wer sich neu einschreibt, ist bereits mit Google aufgewachsen; er erwartet von seiner Hochschule eine digitale Lernumgebung“.

Die zweite Zielgruppe sind Absolventen (Praktiker, Berater). Hier soll dem Sachverhalt Rechnung getragen werden, wonach ein beträchtlicher Teil der Führungskräfte in der Milcherzeugung sein Studium vor mehr als 5 Jahren und damit zu einem Zeitpunkt absolviert hat, zu dem ein Großteil der derzeit relevanten Inhalte noch nicht bekannt war. Entsprechend ergibt sich hier ein besonderer Weiterbildungsbedarf.

Die Entwicklung eines E-Learning-Systems soll berücksichtigen, dass Absolventen sich ständig fortbilden und über eine hohe Bereitschaft zum lebenslangen Lernen verfügen müssen. Dies erfordert eine Veränderung der bestehenden Curricula, eine Anpassung der Lehre, vor allem der Lerninhalte und spezialisierte Ausbildungsangebote im Hinblick auf die Weiterbildung.

Hierbei trägt die Universität eine große Verantwortung mit dem Ziel einer Förderung der Qualifikation und Weiterbildung dieser Zielgruppe. Im Rahmen der Weiterbildung ist die Nutzung des Systems im Sinne eines virtuellen Studiums vorgesehen (SPILKE, 2003a).

Da für die zwei Zielgruppen hinsichtlich des Wissenstandes eine ausgeprägte Heterogenität zu erwarten ist, sollte der Lernweg frei wählbar sein (vgl. Kapitel 4.4).

4 Ergebnisse der Systementwicklung

Der Worte sind genug gewechselt, lasst mich auch endlich Taten sehn!

Johann Wolfgang von Goethe (Faust I)

4.1 Gliederung des Lernstoffes

Aufgrund der in Abschnitt 3.1 aufgezeigten Komplexität stellt sich die Gliederung des Lehrgebietes als eine besondere Herausforderung dar. Dabei sind zwei Gliederungsebenen zu berücksichtigen:

- 1) Gliederung entsprechend der Informationspartner (vgl. Abbildung 13)
- 2) Gliederung aus Sicht der Informatik

Zu 1) Gliederung entsprechend der Informationspartner

Ausgangspunkt dieser Gliederung ist das Schichtenmodell (DOLUSCHITZ UND SPILKE, 2002, S. 26), in das sich alle Informationspartner einordnen lassen (Abbildung 14). Die Darstellung beschreibt einerseits eine klare Schichtenstruktur, ebenso aber auch die engen Informationsbeziehungen zwischen den Schichten. Die Beziehungen sind für benachbarte Schichten am ausgeprägtesten und nehmen mit zunehmender Entfernung ab (SPILKE, 2003b, S. 542).

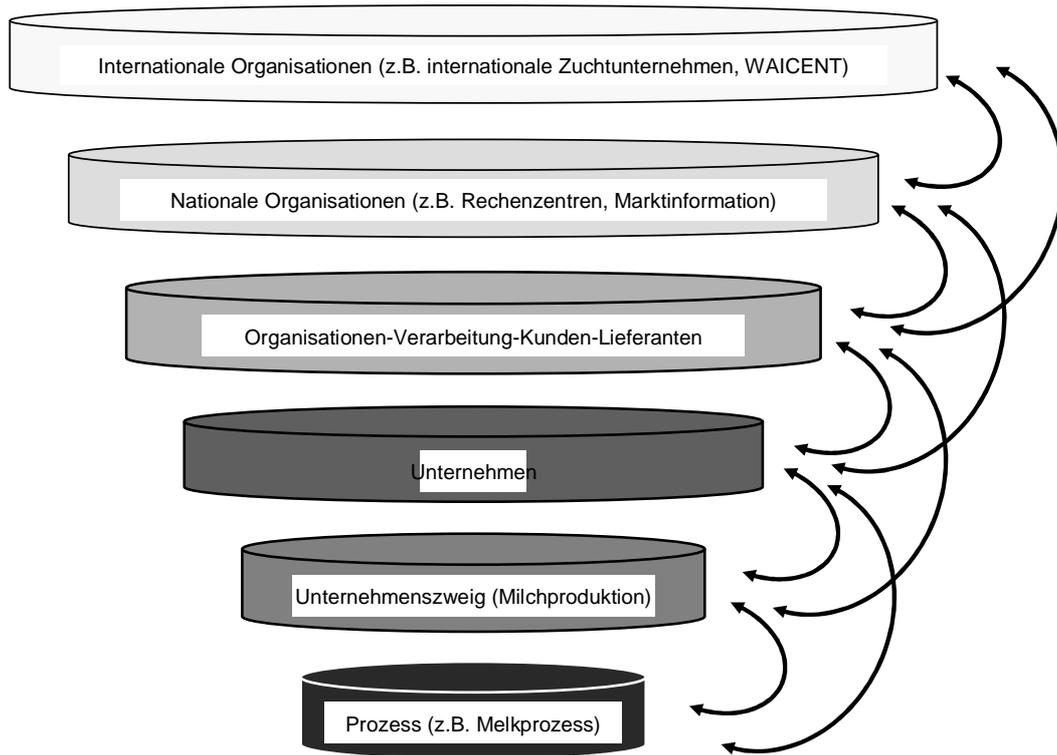


Abbildung 14: Schichtenmodell der Informationsverarbeitung in der Milcherzeugung und informationsseitige Verknüpfung zwischen den Schichten aus Sicht eines landwirtschaftlichen Unternehmens (DOLUSCHITZ UND SPILKE, 2002, S. 26)

Die besondere Bedeutung des Landwirtschaftsunternehmens wird durch die Unterteilung in die Ebenen deutlich. Entsprechend ergeben sich die:

- Prozessebene (z. B. Melken, Füttern),
- Unternehmenszweigebene Milchproduktion,
- Unternehmensebene.

Weiterhin sind für das Landwirtschaftsunternehmen die

- Ebene der regionalen Organisationen (z. B. Landeskontrollverband (LKV), Futterlabor),
- Ebene der Nationalen Organisationen (z. B. Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w. V. (VIT), Rechenzentrum Herkunft- und Informationssysteme für Tiere (HIT)) und die
- Ebene der Internationalen Organisationen (z. B. internationale Zuchtunternehmen, WAICENT)

von besonderer Relevanz.

Intensive Beziehungen bestehen zwischen der Prozess- und der Unternehmenszweigebene. So liefert die Prozessebene (beispielsweise die Technik im Melkstand) einzeltierbezogene Leistungsdaten und sichert somit die Datengrundlage für Herdenmanagementprogramme auf der Unternehmenszweigebene. Diese Daten dienen wiederum der züchterischen Bewertung eines Tieres, seiner Verwandten, aber auch ökonomischer Einschätzungen auf der Unternehmensebene. Die Unternehmenszweigebene liefert andererseits Daten an die Prozesstechnik.

Die Ebene der regionalen Organisationen (z. B. LKV, LUFA, Zuchtverband, Molkereien) beinhaltet wichtige Partner für die äußeren Informationsbeziehungen im Umfeld des Unternehmens.

Auf nationaler Ebene sind für das Unternehmen die Rechenzentren von großer Bedeutung. Das ergibt sich vor allem aus deren Aufgaben im Rahmen der Herkunftssicherung und Zuchtwertschätzung.

Auf nationaler Ebene werden zunehmend Informationsangebote global tätiger Zuchtunternehmen (z. B. Semex Canada) zu verfügbarem Sperma, Embryonen oder Zuchttieren interessant (SPILKE, 2003b, S. 543).

Zu 2) Gliederung aus Sicht der Informatik

Die **vertikale Gliederung** ergibt sich unter dem Aspekt der Agrarinformatik aus den Komponenten:

- Hard- und Softwareausstattung,
- Datenstrukturen, Datenfluss und Datenformate,
- Dokumentation und entscheidungsunterstützende Modelle und Verfahren.

Bei horizontaler Anordnung von 1) und vertikaler Anordnung von 2) ergibt sich eine Darstellung, die im Weiteren „Hausmodell“ (Abbildung 15) genannt wird. Beide Gliederungen durchdringen einander und beschreiben gleichzeitig die Vernetzung zwischen technischen Voraussetzungen und deren fachlicher Nutzung. Aus dieser Aufteilung resultiert ein Raster von Themenkomplexen, welches das Lerngebiet inhaltlich strukturiert. Die einzelnen Schnittpunkte zwischen den Ebenen und Säulen werden als Lernkomplexe bezeichnet. Jeder Lernkomplex besteht aus Lernobjekten und Übungsaufgaben. Die Lernobjekte sind Texte, Bilder, Grafiken, Tabellen, Videos und Animationen (vgl. Kapitel 2.2.1 und Kapitel 4.5).

Das Lerngebiet wird um einführende und die Struktur des Lerngebietes beschreibende Abschnitte und um eine Zusammenstellung des vorausgesetzten Grundlagenwissens ergänzt.

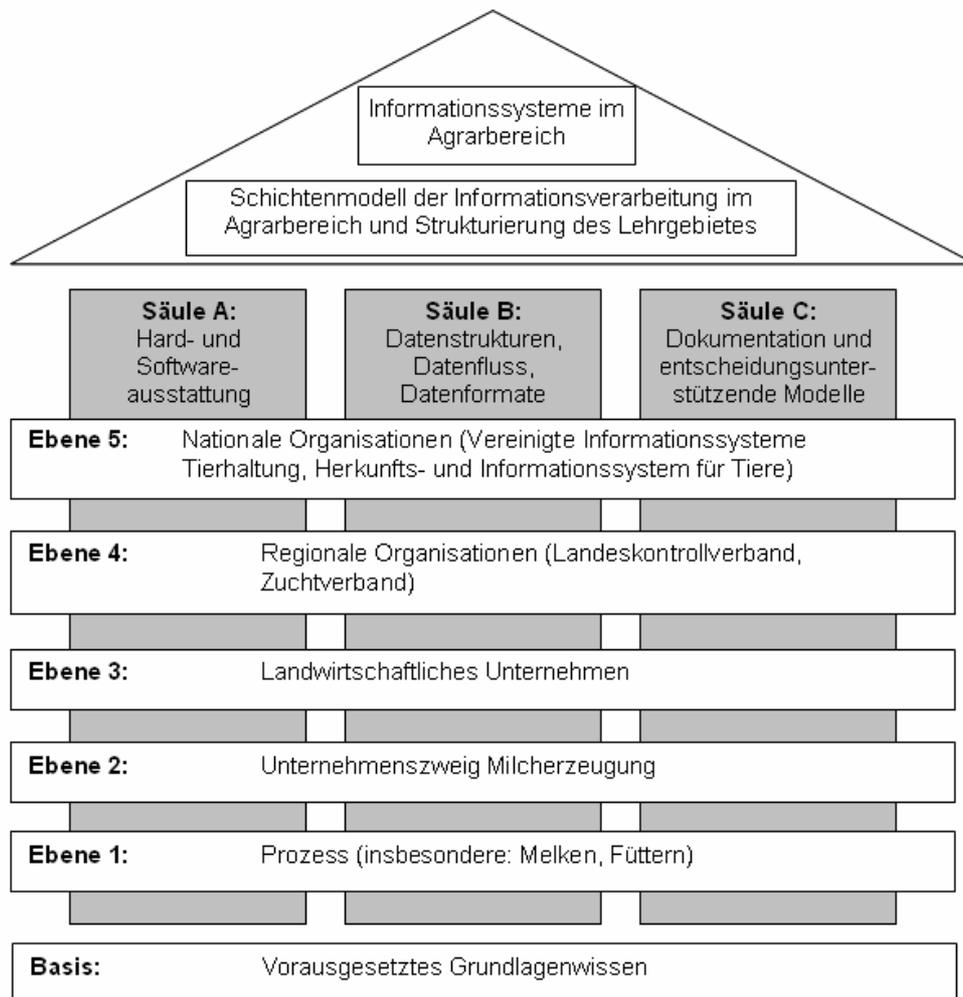


Abbildung 15: Hausmodell zur Gliederung des Lerngebietes

Basierend auf der Gliederung des Lerngebietes wurde der Aufbau der Programmstruktur vorgenommen (Tabelle 3). Wie in Tabelle 3 zu erkennen, wurde die modulare Struktur der Inhalte berücksichtigt.

Für die Auswahl des Lernstoffes und die Gliederung der Inhalte war es zunächst notwendig, konkrete Lernziele zu formulieren. Nur so konnte die Fülle des Lernmaterials reduziert und in den begrenzten Raum von Lernkomplexen eingearbeitet werden. Begleitet wurde dieser Prozess von der Frage: Welche Fakten soll der Nutzer nach der Bearbeitung eines Lernkomplexes kennen und welche Zusammenhänge soll er verstanden haben?

Die Erstellung der eigentlichen Inhalte begann mit einem Entwurf der einzelnen Seiten eines Lernkomplexes. Dafür wurden zunächst „Drehbücher“ mit einer Textverarbeitungssoftware erstellt. Das Drehbuch beschreibt, welche Lernobjekte auf welche Weise und in welcher Reihenfolge erscheinen sollen. Dabei wurde jede Bildschirmseite auf einer Drehbuchseite schematisch umgesetzt (vgl. MAIR, 2005). Nach der Drehbucherstellung wurden die Lerninhalte so verfasst und bearbeitet, wie sie in dem Lernprogramm erscheinen sollten. Dazu wurden bereits im Voraus Format und Schriftgröße entsprechend des verfügbaren Platzes auf der späteren Lernkomplexseite ausgewählt. Diese Vorgehensweise ermöglichte, die Lernkomplexe didaktisch klar und logisch aufzubauen und im Anschluss mit der Autorensoftware zu realisieren.

Tabelle 3: Lernkomplexe des E-Learning-Systems

Systemebenen	A Hard- und Software	B Datenstrukturen, Datenfluss, Datenformate	C Dokumentation und entscheidungs- unterstützende Modelle
5. Nationale Organisationen	A5 Beispiel VIT	B4 Datenstrukturen, Datenaustauschformate und Datenfluss (ADIS – ADED, XML), Datenfluss zwischen Partnern LKV – VIT	C5 Dokumentationsaufgaben, Generierung von Zuchtwerten, (Datenvoraussetzungen, mathematisch- statistisches Modell, Anwendung und Interpretation)
4. Regionale Organisationen	A4 Beispiel LKV, Datenerfassung Labor	B3 Datenstrukturen, Datenaustauschformate, Datenfluss zwischen den Partnern Unternehmen – LKV (Milchgüte) Unternehmen – LKV (Milchleistungsprüfung)	C4 Dokumentationsaufgaben, Generierung von Betriebsvergleichen (Datenvoraussetzungen, Anwendung und Interpretation)
3. Unternehmen	A3 Buchführung und Controlling	B2 Datenstrukturen, Datenaustauschformate, Datenfluss in Unternehmen, Herdenmanagementprogramm, Buchführung und Controlling	C3 Dokumentationsaufgaben, Generierung von Herdenleistungen zur Unterstützung des Quotenmanagements (Datenvoraussetzungen, mathematisch- statistisches Modell, Anwendung und Interpretation)
2. Unternehmenszweig	A2 Herdenmanagementprogramme, Zuchtmanagementprogramme	B1 Datenstrukturen, Datenaustauschformate, Datenfluss Melkstand zu Managementprogramm, Futterautomat zu Managementprogramm	C2 Dokumentationsaufgaben, Generierung von Vorhersagefunktionen (Datenvoraussetzungen, mathematisch- statistisches Modell, Anwendung und Interpretation)
1. Prozess	A1 Tieridentifikation, automatische Melksysteme		C1 Nutzung der generierten Daten zur Prozesssteuerung

4.2 Technische Realisierung

Neben der Planung des Lernkonzeptes, der Programmstruktur und der Zielgruppenbestimmung wird in der technischen Realisierung das E-Learning-System als Computer Based Training (CBT) und als Web Based Training (WBT) angelegt.

- Online-Variante zur Nutzung über das Internet (WBT): Zur Nutzung dieser Variante ist ein üblicher Webbrowser notwendig. Die Installation der beiden Browser-Plugins für Adobe Authorware und Adobe Flash Player muss möglich sein. Der Start des Systems erfolgt über eine klassische HTML-Webseite, in der ein Authorware- Objekt eingebettet ist.
- CD-Variante zur Offline-Nutzung (CBT): Diese Variante kann eingesetzt werden, falls keine Internetverbindung verfügbar ist. Sie ist mit der Online-Variante inhaltlich und funktional identisch. Einzige Ausnahme sind die Übungen (siehe unten), die sich in beiden Varianten unterscheiden. Ausgeliefert wird das CBT auf CD-ROM oder per FTP.

Die technische Umsetzung orientiert sich an der Struktur von WALTER et al. (2005) (vgl. Kapitel 2.2.1) und besteht aus den Komponenten:

- Learning Management System (LMS),
- Authoring Tool (AT) und
- Content Management System (CMS).

Diese Elemente werden im Folgenden aufgezeigt.

Learning Management System (LMS):

Als LMS wird ILIAS eingesetzt. ILIAS hat die Vorteile, als Open Source zur Verfügung zu stehen und den SCORM-Standard zu unterstützen. ILIAS wurde an der Universität Köln entwickelt. Inzwischen beteiligen sich auch andere Universitäten und freie Softwareentwickler an der Weiterentwicklung. An der Universität Halle-Wittenberg wird ILIAS zusammen mit dem zur Verwaltung von Lehrveranstaltungen dienenden System Stud-IP (Studentischer Internetsupport von Präsenzlehre) eingesetzt. So besteht die Möglichkeit, durch Übernahme der Benutzerkonten Stud-IP mit Lernmodulen in ILIAS zu verbinden. Dadurch wird erreicht, dass die Funktionalitäten eines LMS über Stud-IP verfügbar sind (WALTHER et al., 2005).

Authoring Tool (AT):

Die Inhalte werden mit dem Autorensystem Adobe Authorware entwickelt. Dieses Autorenprogramm bietet die Möglichkeit, die Lernobjekte Texte, Bilder, Grafiken, Tabellen, Videos und Animationen in verschiedenen Formaten abzuspielen bzw. darzustellen. Die Texte können beispielsweise im Rich Text Format (RTF) importiert werden (VON OHR et al., 2001, S. 205). Die Anordnung der Lernobjekte erfolgt mit Hilfe von Bausteinen, die als Symbole in einem Graphen abgelegt werden, der die logische Struktur eines Lernkomplexes repräsentiert. Auf diese Weise können Seitenobjekte, bewegte graphische sowie interaktive Elemente erzeugt werden. Die zugehörige Steuerung wird durch den Graphen als Flussdiagramm abgebildet (WALTHER et al., 2006a).

Authorware enthält allerdings nicht alle Funktionen, die in einem multimedialen Lernprogramm enthalten sein sollten. Folgende zusätzliche Funktionen wurden selbst programmiert und in Authorware eingebunden:

- Glossar;
- Navigation;
- Übungen am Ende eines Lernkomplexes.

Die Oberfläche des E-Learning-Systems wurde selbst programmiert, um somit die graphische Abbildung der Lernkomplexe und deren Nutzung für die Navigation im System zu ermöglichen.

Die Kommunikation mit dem LMS erfolgt über eine von ILIAS zur Verfügung gestellte Schnittstelle, über welche Daten über den Lernenden und seinen Lernfortschritt ins LMS aufgenommen werden können. Damit ist das LMS in der Lage, dem Lernenden Informationen über seinen Lernfortschritt zurückzumelden (WALTHER et al., 2005).

Content Management System (CMS):

Lernobjekte mit den dazugehörigen Metadaten sollten in einem Content Management System abgelegt werden. Dadurch erfolgt eine Trennung von Inhalten und Plattform, um die Wiederverwendbarkeit und Auffindbarkeit der Inhalte zu sichern. Weiterhin können dadurch die Recherchemöglichkeiten nach bestimmten Inhalten, Lernobjekten, technischen Voraussetzungen etc. erleichtert werden (Abbildung 16). Dennoch liefert der Inhalt wenige Informationen über die Einsatzmöglichkeiten. Es ist nicht möglich, über eine Recherche des Inhaltes herauszufinden, welche Lernziele für welche Zielgruppe mit dem Lernobjekt erreicht

werden sollen. So werden auch Angaben über die Zielgruppe (z. B. Alter, Vorwissen) in den Metadaten bereitgestellt, um nach diesen recherchieren zu können.

Die kleinste Einheit ist dabei ein Lernobjekt. Doch über die Komplexität entscheidet der Entwickler selbst. So können Lernobjekte oder auch gesamte Lernkomplexe gespeichert werden.

The screenshot shows a web application interface for 'InVerMi-Inhaltsverwaltung'. The main heading is 'Lernobjekt speichern'. Below the heading, there is explanatory text about saving learning objects and their metadata, including a note about file size (max. 40MB) and file types (zip, swf, fla). The form contains three input fields: 'Lernobjekt:*', 'Metadaten:*', and 'Quelldatei:', each with a 'Browse...' button. A red error message states 'Die mit * gekennzeichneten Felder müssen ausgefüllt werden!'. A 'speichern' button is located below the form. The footer contains the copyright information: '© Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 2006 | Version 1.0.1 |'.

InVerMi-Inhaltsverwaltung

[Startseite](#)

Lernobjekt speichern

[Recherche](#)

Lernobjekt speichern

Hier können Lernobjekte und ihre Metadaten im System gespeichert werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die Quelldateien abzulegen. Das ist beispielsweise bei Flash-Filmen sinnvoll, die als swf-Dateien im Browser ausgeführt werden, aber nur als *.fla bearbeitet werden können.

Lernobjekte, die aus mehreren Dateien bestehen, sollten als zip-Datei gepackt hochgeladen werden.

(max. Dateigröße: 40MB)

Lernobjekt:*

Metadaten:*

Quelldatei:

Die mit * gekennzeichneten Felder müssen ausgefüllt werden!

© Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 2006 | Version 1.0.1 |

Abbildung 16: Inhaltsverwaltung der Lernobjekte sowie den zugehörigen Metadaten

4.3 Aufbau des E-Learning-Systems

4.3.1 Nutzeroberfläche und Navigation

Die Nutzeroberfläche (Abbildung 17) besteht aus den Elementen Einführung, Glossar, Suche im Inhalt, Lernfortschritt und Hilfe als funktionelle Navigation und dem Haus als Überblick über die Inhaltskomplexe und als zentrales Navigationselement in den Inhalten. Dieses „Hausmodell“ wurde mit der proprietären integrierten Entwicklungsumgebung Adobe Flash Version 8 Pro entwickelt und kann variabel zur Organisation beliebiger Inhalte genutzt werden. Das wird dadurch erreicht, indem die Implementierung des Hausmodells durch Anpassung einer externen Datenquelle die Darstellung einer beliebigen Anzahl von Säulen und Spalten einschließlich deren Bezeichnungen ermöglicht (WALTHER et al., 2006b). Bei Anwahl der funktionellen Navigationselemente wird der entsprechende Inhalt angezeigt.

Es wurde darauf geachtet, dass das Navigationsmenü symbolisch mit Hilfe der Kuh „Berta“ dargestellt wurde. Dieses Symbol findet sich an mehreren Stellen in dem E-Learning-System wieder, was sich positiv auf die Wiedererkennung auswirkt.

Der Menüpunkt Lernfortschritt ist nur bei Einbindung des E-Learning-Systems in ein LMS nutzbar. Dieser Menüpunkt ermöglicht die Nutzerverwaltung und die Erfassung des Lernfortschritts der Lernenden. In einer lokal genutzten CD-Version wird diese Funktion nicht unterstützt.

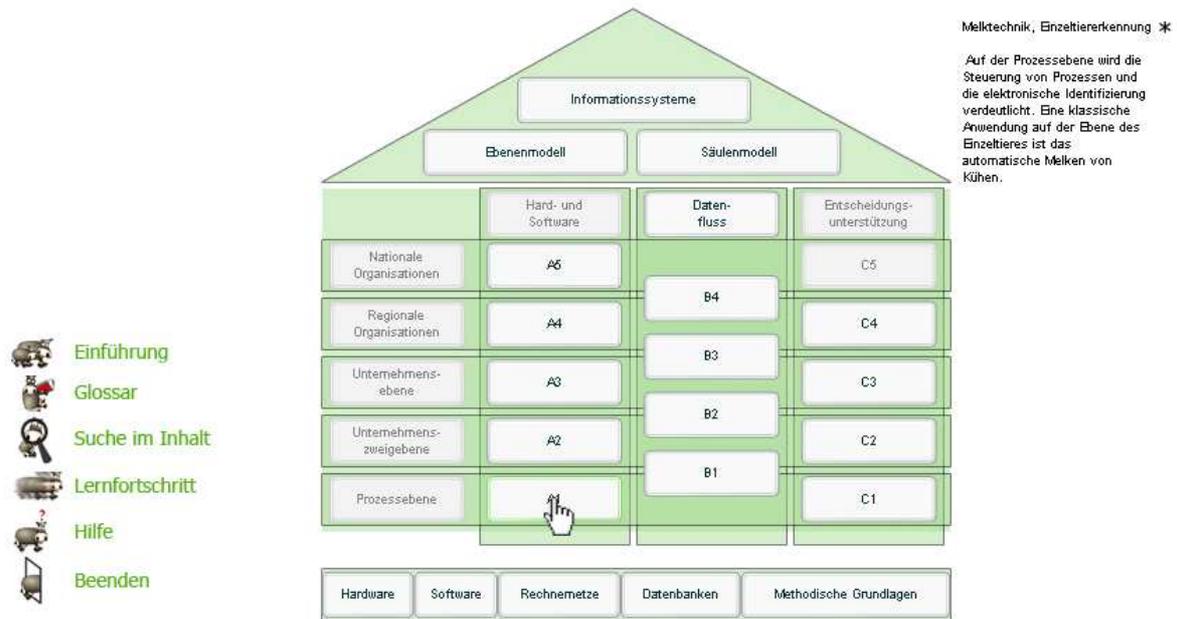


Abbildung 17: Nutzeroberfläche bei Start des E-Learning-Systems

(* nur sichtbar beim Berühren eines Lernkomplexes mit dem Mauszeiger)

Der Zugang zu den Lernkomplexen erfolgt über die Schaltflächen des Hauses (Abbildung 17). Berührt der Mauszeiger die Schaltflächen, dann erscheint als zusätzliche Orientierungshilfe rechts oberhalb des Hauses ein erklärender Text zum jeweiligen Komplex. Die Schaltflächen der Ebenen und Säulen sowie des Daches und der Basis sind selbsterklärend beschriftet, während für die eigentlichen Lernkomplexe vereinfachte Bezeichnungen verwendet wurden. Dabei wurden die Ebenen von unten nach oben nummeriert und die vertikalen Gliederungselemente (Säulen) mit Großbuchstaben bezeichnet. So entsteht eine Matrixstruktur. Daraus resultiert die einfache Bezeichnung der Lernkomplexe, z. B. A3 zur Bezeichnung der Hard- und Softwareausstattung auf der Unternehmensebene.

Nach Auswahl eines Komplexes durch Anklicken der Schaltfläche im Haus erscheint dessen Inhaltsdarstellung.

Die Elemente Einführung, Glossar, Suche und Hilfe werden in Kapitel 4.3.3 näher erläutert.

4.3.2 Inhaltsdarstellung und Übungen

Die Inhaltsdarstellung innerhalb eines Lernkomplexes erfolgt entsprechend der in Abbildung 18 dargestellten Fensteraufteilung. Die maximale Pixelanzahl für die Inhalte sind 650 x 514 (Breite x Höhe). Die linke Navigationsleiste ist 252 x 570 Pixel und die obere Menüleiste 940 x 100 Pixel groß. Damit beträgt die Gesamtgröße 940 x 670 Pixel (Abbildung 18).

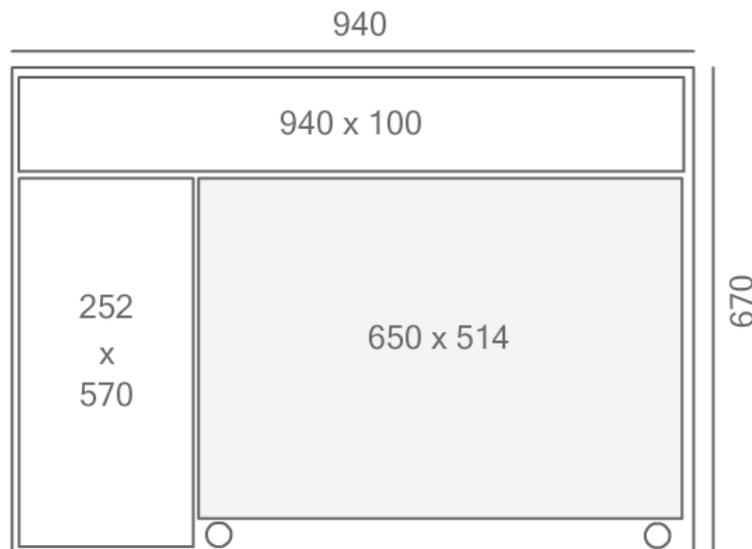


Abbildung 18: Fensteraufteilung bei der Inhaltsdarstellung

Dieses Layout wurde gewählt, da zu Beginn der Entwicklung des E-Learning-Systems im Jahr 2004 die meisten Bildschirme eine Bildschirmauflösung von 1024 x 768 Pixel nutzten (ONESTAT, 2004). Nach Abzug betriebssystemspezifischer und webbrowsertypischer Symbol- und Menüleisten ist somit die bestmögliche Darstellung auf dem Bildschirm gegeben.

Die Inhaltsdarstellung erfolgt im rechten Bereich der Fensteraufteilung (Abbildung 19). Der Hintergrund wurde weiß gestaltet, da Blickbewegungsstudien gezeigt haben, dass ein solcher Hintergrund die Aufmerksamkeit der Betrachter stärker auf sich zieht (LANG UND PÄTZOLD, 2002, S. 63). Links davon befindet sich die zum Lernkomplex gehörige inhaltliche Struktur in Form einer Navigationsleiste. Diese ermöglicht eine freie Abschnittswahl innerhalb eines Lernkomplexes.

Oberhalb befindet sich eine Zeile zur funktionellen Navigation, in der sich die Menüpunkte von der Startseite wieder finden. In der linken oberen Ecke ist das Haus in verkleinerter Form dargestellt und steht auch bei der Inhaltsdarstellung als Navigationshilfe zur Verfügung. Der

jeweils aktive Lernkomplex ist darin farblich hervorgehoben, so dass der Nutzer jederzeit eine Orientierung bekommt, in welchem Lernkomplex er sich befindet.

Die erste Seite eines Lernkomplexes hat sowohl eine didaktische als auch eine organisatorische Funktion. Sie soll einen Überblick über das Thema geben, durch ansprechende Gestaltung beim Nutzer Interesse wecken und ihn motivieren. Außerdem soll diese Seite bei komplexen Inhalten notwendiges Vorwissen nennen.

Navigation Einführung Glossar Suche im Inhalt Lernfortschritt Hilfe Beenden

Sensor und Prozessrechner
- **Einleitung**
- Worum geht es?
- Was ist ein Sensor?
- Was ist ein Prozessrechner?
Tieridentifikation
- Nutzen
- Ohrmarkenvergabe
Tierkennzeichnung
- Tierkennzeichnungsarten
- RFID
- Transponder am Hals oder am Fuß
- injizierte Transponder
- Bolus
- Elektronische Ohrmarke
- Technische Details
- Unterscheidungskriterien 1
- Unterscheidungskriterien 2
- weitere Tierkennzeichnungsmethoden
Melksysteme
- Einleitung
- Kannenmelkanlagen
- Rohmelkanlagen
- Fischgrätenmelkstand
- Side-by-Side Melkstand
- Tandemmelkstand
- Melkkarussell
- Melkroboter:
- Funktion einer Einboxenanlage
- Handhabungssystem
- Verfahrensablauf
- Datenerfassung und -speicherung
Übung
- Übung starten

Prozesssteuerung in der Milchviehhaltung

Die technische Entwicklung in der Landwirtschaft hat in den letzten Jahren enorme Fortschritte gemacht, beispielsweise bei den vollautomatisierten Fütterungsanlagen und computergestützten Melksystemen als auch bei der Tierverkehrsdatenbank für die Registrierung und die Rückverfolgbarkeit der Tiere. Bei sämtlichen Entwicklungen spielt die elektronische Tieridentifikation eine immer wichtigere Rolle.

Mit der Veränderung des Verbraucherverhaltens und der Nachfrage nach „sicheren“ Lebensmitteln – vor allem durch die starke Sensibilisierung der BSE-Krise im Jahre 2000 und durch die MKS-Fälle – wird es immer wichtiger, ein fälschungssicheres Kennzeichnungsmittel zu entwickeln. Fälschungssicher heißt: Es muss gewährleistet sein, dass Kennzeichnungen nicht dupliziert oder ausgetauscht werden können. In der EU war die Einführung der Tierdatenbanken eine Folge der Anforderungen durch die Prämienregelung, der Seuchenbekämpfung und der Sicherung der Herkunft im Zuge der Qualitätsfleischerzeugung.

In diesem Kapitel lernen Sie die Steuerung von Prozessen in der Milchviehhaltung mit Hilfe von Sensoren bis hin zur Automatisierung von Abläufen kennen.

Quelle: VIT

Abbildung 19: Inhaltsdarstellung (Beispiel Lernkomplex A1)

Innerhalb eines Lernkomplexes wird sich mit Hilfe der Pfeile am unteren Rand oder durch die Wahl eines Unterpunktes im Menü am linken Rand bewegt.

Durch Klicken auf das **Haussymbol** (links oben) wird der aktuelle Lernkomplex verlassen und zur zentralen Übersicht mit dem Haus als zentralem Navigationsmittel zurückgekehrt.

Am Ende eines Lernkomplexes sind thematisch passende **Übungsaufgaben** zu finden. Diese Aufgaben dienen zur Überprüfung von Lernfortschritten und zur Reflexion für die Nutzer. Es werden Auswahlaufgaben (Multiple-Choice-, Single-Choice-Fragen) und Zuordnungsaufgaben verwendet (Abbildung 20).



Abbildung 20: Übungsaufgaben

Wenn mehr als 5 Antworten existieren, werden Multiple- und Single-Choice-Fragen zweiseitig dargestellt. Damit wird eine Gesamtzahl von 10 Antworten für diese beiden Fragetypen möglich. Bei den Zuordnungsfragen sind nicht mehr als 5 Begriffe/Zuordnungen möglich, da die Darstellung sonst überladen wirkt. In der CD-Version werden die jeweiligen Punkte lokal beim Nutzer gespeichert und in einer Zusammenfassung dargestellt. Bei der Online-Variante werden die Punkte an das LMS ILIAS übertragen und dort in einem Lernerprofil nutzerspezifisch gespeichert.

4.3.3 Einführung, Glossar, Suchfunktion und Hilfe

In der **Einführung** wird das Lerngebiet erläutert. Weiterhin wird hier eine Begründung gegeben, warum gerade diese Inhalte in einem E-Learning-System dargestellt sind.

Im **Glossar** befinden sich die im E-Learning-System gebrauchten Fachausdrücke und Abkürzungen mit ihren dazugehörigen Erläuterungen in alphabetischer Ordnung. Die Inhalte des Glossars sind bei der Inhaltserstellung über eine externe Datendatei (XML- Datei) zu pflegen.

Bei der **Suchfunktion** handelt es sich um eine Volltextsuche, die jedes Vorkommen einer beliebigen Buchstabenkombination findet und diese Textstellen farbig hervorhebt (Abbildung 21). Das Suchergebnis listet alle identifizierten Vorkommen des Suchbegriffes auf und kann zur Navigation zwischen diesen genutzt werden.

Agricultural Data Interchange Syntax (ADIS)

Um Daten in ADIS zu kodieren, wird ein Wörterbuch nach ADED benötigt, welches der Sender zum Kodieren (verschlüsseln) der Nachricht oder Datei und der Empfänger zum Dekodieren (entschlüsseln) benötigt. Das Wörterbuch enthält die genaue Definition der übermittelten Objekte und Attributwerte. Jedes Attribut ist durch eine 8-stellige Nummer eindeutig kodiert. Damit stellt ADIS spezielle Anforderungen an das Wörterbuch.

Zeilentypen

Eine ADIS-Datei ist zeilenweise aufgebaut. Pro Zeile wird ein bestimmter Zeilentyp definiert und gibt an, welche Daten in der Zeile enthalten sein sollen. Die Zeilentypen sind durch Großbuchstaben angegeben werden.

Folgende Zeilentypen sind in ADIS definiert:

Zeilentyp	Bezeichnung
D	Definition
V	Value
E	End of File
C	Comment
S	Search
R	Request
F	File
I	Include
O	Output
T	Termination
Z	Physical

Zur Übertragung von Daten wird typischerweise eine D-Zeile (Definitionszeile) geschrieben, die beschreibt, welche Daten in welcher Form in der Datei stehen. Es folgen beliebig viele V-Zeilen (Wertzeilen), welche die eigentlichen Daten enthalten.

Abbildung 21: Suchfunktion

In der **Hilfe** werden der Aufbau des E-Learning-Systems und die Benutzung der graphischen Benutzeroberfläche erläutert (Abbildung 22).

Die "funktionelle Navigation"

Die unten abgebildete Navigationsleiste kehrt im gesamten Programm immer wieder. Es handelt sich hierbei um Schaltflächen, die im gesamten Programm auftauchen, egal wo sie sich befinden. Unter Punkt (1), der Einführung finden sie eine kurze Beschreibung des Lehrgebietes. Im „Glossar“ (2) finden Sie alphabetisch geordnet, die im Programm gebrauchten Fachausdrücke und die dazugehörigen Erläuterungen. Der Punkt „Suche im Inhalt“ (3) wird auf der nächsten Seite beschrieben. Die Überwachung des Lernfortschritts soll später unter dem gleichnamigen Punkt erfolgen (4). Innerhalb der „Hilfe“ (5) befinden sie sich im Moment. Mit der Schaltfläche „Beenden“ (6) können Sie das Programm jederzeit verlassen.

- 1 Einführung
- 2 Glossar
- 3 Suche im Inhalt
- 4 Lernfortschritt
- 5 Hilfe
- 6 Beenden

Abbildung 22: Hilfefunktion

4.4 Umsetzung lerntheoretischer Prinzipien im System

In dem entwickelten E-Learning-System wurde eine Hybridisierung der drei Lerntheorien (vgl. Kapitel 2.3) umgesetzt. Das ermöglicht, die einzelnen Vorzüge jeder Theorie zu verwenden. Die Gliederung des Lehrgebietes in Anlehnung an die Hausstruktur ermöglicht die Nutzung durch Lernende im Sinne einer konstruktivistischen Lernauffassung (vgl. Kapitel 2.3.3). Der Schwerpunkt liegt nicht in einem vorgegebenen Weg zur Vermittlung von Inhalten, sondern der Lernweg ist für die Nutzer weitgehend frei wählbar. Die Verwendung der Hausstruktur als zentrales Navigationselement ermöglicht somit unterschiedliche Lernwege und damit ein den Bedürfnissen der Lernenden angepasstes selbstorganisiertes Lernen. Ebenso ermöglicht die Suchfunktion die freie Gestaltung des Lernweges, da durch die Recherche zu individuellen Themen ein persönlicher Lernweg eröffnet wird. Außerdem kann durch die Suchfunktion der Nutzer selbst sein Lernen bestimmen, indem er selbständig nach Themen recherchiert, über die er sich informieren möchte. Die Rolle des Lehrenden ist in dem E-Learning-System „Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung“ nur auf Anregung und Betreuung beschränkt. Damit wird den unterschiedlichen Ansprüchen der Lernenden (Studenten und Praktiker) Rechnung getragen. Das ist gerade im Hinblick auf das zu erwartende heterogene Vorwissen von Bedeutung. Solange es sich um Studenten eines Semesters handelt, kann im Normalfall mit einer Homogenität gerechnet werden. Da dieses E-Learning-System aber für Studenten mehrerer Semester und zudem für Praktiker konzipiert wurde, wird eine sehr differenzierte Nutzung des Lernprogramms erfolgen.

Kognitive Lerntheorien werden vor allem bei der realitätsnahen Darstellung von Lerninhalten eingesetzt. Das E-Learning-System bettet die Lerninhalte in konkrete Anwendungskontexte der Agrarinformatik ein und regt die Lernenden mit Hilfe von Animationen an, Zusammenhänge zu entdecken. Weiterhin wird am Anfang eines Lernkomplexes jeweils erläutert, was den Lernenden in diesem Sektor erwartet. Diese Einführung in ein Thema findet bei kognitiven Lerntheorien Anwendung. Die Übungen am Ende eines Kapitels haben einen behavioristischen Hintergrund. Die Übungen werden mit Hilfe von Auswahl- und Zuordnungsaufgaben durchgeführt (Kapitel 4.3.2). Diese Aufgabenarten weisen gerade durch ihre Praktikabilität einen entscheidenden Vorteil auf. Der Lernende erhält dabei nur eine Rückmeldung, ob die Eingabe korrekt ist oder nicht. Im Falle eines kognitiven Einsatzes würde der Lernende eine kommentierte Rückmeldung erhalten.

4.5 Verwendete Lernobjekte

Die vertikale Gliederung in Säulen nach den Gebieten Hard- und Software, Datenflüsse und -formate sowie entscheidungsunterstützende Modelle und Verfahren hat zur Folge, dass abhängig von der jeweils anderen Art der Inhalte unterschiedliche didaktische Ansätze und daraus resultierend auch verschiedene multimediale Darstellungen erforderlich sind.

Der Einsatz von Lernobjekten hat verschiedene Aspekte:

- Lernobjekte sollen motivieren, so dass die Lerneraktivität positiv beeinflusst wird.
- Der fachgerechte Einsatz von Lernobjekten soll zur Unterstützung der Wissensvermittlung dienen, indem die verwendeten Lernobjekte das Verständnis des Lerninhaltes erleichtern.

Es gilt als didaktisch bewiesen, dass positive Emotionen nicht nur die Wahrnehmung, sondern auch die Speicherung im Langzeitgedächtnis verbessern (WISWEDE, 2004, S. 387). Positive Emotionen entstehen durch:

- einen interessanten Aufbau und Design der Inhalte;
- Dynamik und Bewegung in den Inhalten durch Animationen oder Videos;
- eine abwechslungsreiche Aufbereitung der Inhalte und
- die aktive Einbindung des Lerners durch Animationen oder Simulationen.

Für die Inhaltserstellung bedeutet dies, durch den gezielten Einsatz der Lernobjekte das Lernen positiv zu beeinflussen.

Bei der Erstellung der Lerninhalte wurden folgende Lernobjekte eingesetzt (vgl. Kapitel 2.2.1 und Kapitel 4.1):

- Texte;
- Bilder, Grafiken, Tabellen;
- Videos und
- Animationen.

Im Folgenden werden die in dem E-Learning-System verwendeten Lernobjekte vorgestellt.

Text

Das Lernobjekt „Text“ bezeichnet die Inhaltserstellung in Textform. Derartige Lernobjekte bedürfen einer sorgfältigen Auswahl der zu erstellenden Inhalte. So ist Text am Bildschirm anstrengender und 20 bis 30 % langsamer zu lesen als auf dem Papier (LANG UND PÄTZOLD, 2002, S. 67, WENDT, 2003, S. 189).

Die Gründe dafür können eine niedrige Bildschirmauflösung, Bildschirmflimmern oder ein geringer Kontrast sein. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass Nutzer dazu neigen, Texte am Bildschirm zu überfliegen als sie Wort für Wort zu lesen. Werden sie dann noch mit längeren Textpassagen konfrontiert, sinkt die Bereitschaft zum Lesen des Textes erheblich (NIELSEN, 2000, S. 104 ff.).

Deshalb wurde in dem E-Learning-System darauf geachtet, dass Texte kurz und prägnant verfasst sind. Das ist vor allem auch deshalb von Bedeutung, da trotz der zu beachtenden Beschränkungen Texte als Lernobjekt im Allgemeinen eine große Bedeutung haben. Das gilt auch für das vorliegende E-Learning-System. Die Formatierung des Textes erfolgte einheitlich:

- Schriftart: Tahoma
- Schriftgröße: 14 pt Überschriften
10 pt Standard- und Quelltext
- Hervorhebungen: Fettdruck in Fließtext
Farbig in Animationen
- Zeilenabstand: einfacher Zeilenabstand
- Textausrichtung: linksbündig

Es gibt keine Schriftart und Schriftgröße, die alle Benutzer gleich gut anspricht. Generell ist es besser, einen größeren Schriftgrad zu wählen. NIELSEN UND LORANGER (2006, S. 221) empfehlen in Abhängigkeit des Alters die in Tabelle 4 zusammengestellten Schriftgrößen.

*Tabelle 4: Empfohlene Schriftgrößen in Abhängigkeit des Alters
(Nielsen und Loranger, 2006, S. 221)*

<u>Benutzertyp</u>	<u>Punktgröße</u>
allgemeines Publikum	10-12
ältere Menschen und Menschen mit visueller Beeinträchtigung	12-14
kleine Kinder und andere Leseanfänger	12-14
Teenager/Junge Erwachsene	10-12

Da die Nutzergruppe unter allgemeines Publikum und junge Erwachsene fällt, wurde die Schriftgröße 10 Punkt gewählt.

Bezüglich der Schriftart wurde eine serifenlose Schrift verwendet. NIELSEN UND LORANGER (2006, S. 233) und MAIR (2005, S. 125) geben an, dass auf Bildschirmen serifenloser Text am schnellsten gelesen werden kann. Weiterhin empfehlen diese Autoren, im Zweifelsfall immer Verdana zu nehmen, da diese Schriftart die am besten lesbare Online-Schrift ist. Weil die Schriftart Tahoma nahezu identisch mit der Verdana ist, sie aber einen geringeren Buchstabenabstand hat, fiel bei der Texterstellung im E-Learning-System die Entscheidung für diese Schriftart.

Um eine hohe Lesbarkeit zu gewährleisten, wurde schwarzer Text auf weißem Hintergrund verwendet. Diese Farbkombination bietet den höchsten Kontrast. Für die Lesbarkeit und das Erscheinungsbild ist auch die Textausrichtung bedeutend. Im E-Learning-System wurde linksbündiger Text eingesetzt, was auch von LANG UND PÄTZOLD (2002, S. 68) empfohlen wird. Diese Ausrichtung ist optimal lesbar, da die Wortabstände stets gleich bleiben und in unseren Kulturen von links nach rechts gelesen wird.

Weiterhin wurde darauf geachtet, dass das Scrollen (mehrseitige Texte führen notwendigerweise zu einem seitlichen Rollbalken) sparsam eingesetzt wird, da es von den Probanden als störend empfunden wurde. In diesem Zusammenhang ist die Studie von BUREY et al. (1982) interessant. Sie untersuchten die Auswirkungen der Windowing- und Scrolling-Technik beim Lesen von längeren Bildschirmtechniken. Windowing bringt jeweils die gesamte Abbildung auf eine Seite, während bei Scrolling hingegen das Fenster statisch bleibt und sich nur der Text bewegt. Die Studie zeigte, dass die Nutzer die Windowing-Technik bevorzugen und mit ihr schneller arbeiten können als mit der Scrolling-Technik.

In dem E-Learning-System wurde nur geschriebener Text verwendet, da die Vertonung der Texte einen erheblichen technischen Aufwand voraussetzt. In den Videofilmen und in den Animationen wurden zusätzlich erklärende Texte abgebildet (Abbildung 23).

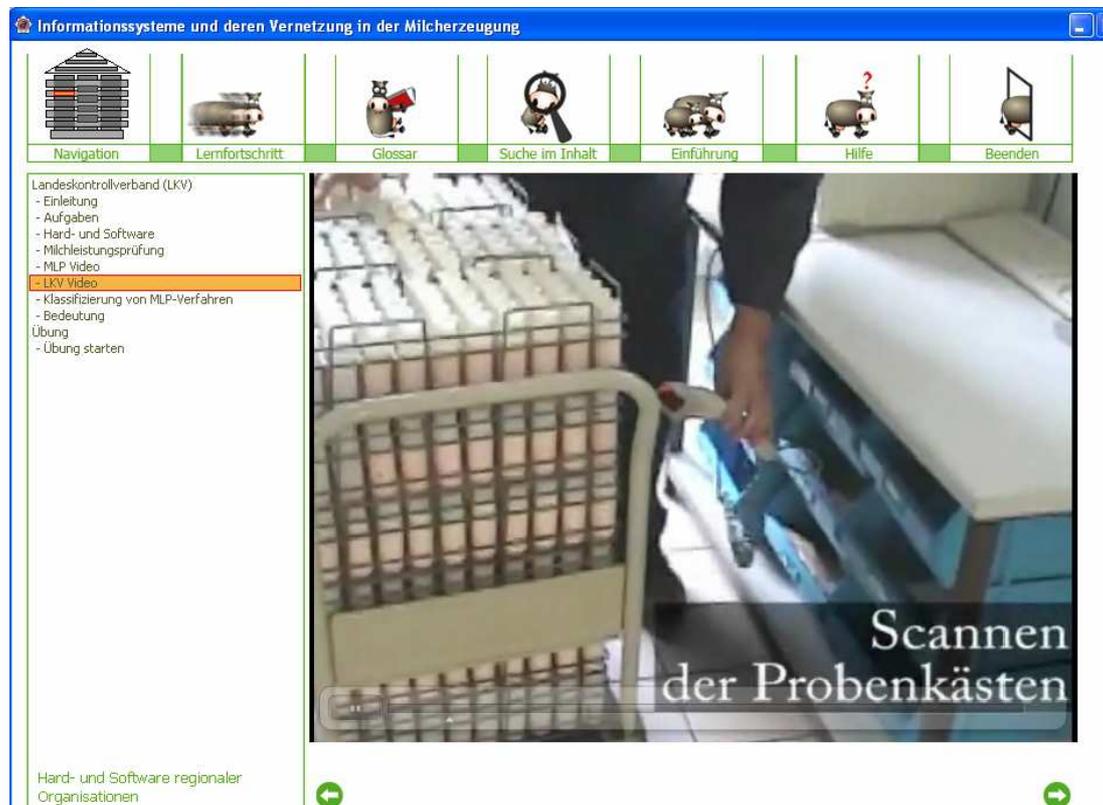


Abbildung 23: erklärender Text im Video

Bilder, Grafiken und Tabellen

„Ein Bild sagt mehr als tausend Worte“ Studien über die Speicherung und Wiedergabe von Bildern und Texten belegen, dass Informationen aus Bildern einfacher und schneller entnommen werden als aus Texten (KRISTÖFL et al., 2006, S. 36). Da der Bildschirm für umfangreiche Texte wenig geeignet ist, kommt Bildern im E-Learning eine besondere Bedeutung zu (NIEGEMANN et al., 2004, S. 176). Oft können komplexe Zusammenhänge mit Bildern übersichtlicher gestaltet werden. So sind Bilder, Grafiken und Tabellen eine Ergänzung und teilweise auch eine Alternative zu Texten.

Bilder werden in realistische Bilder (z. B. Fotografien, Gemälde, Comics, Strichzeichnungen, Landkarten und Stadtpläne) und logische Bilder (z. B. Tabellen, Diagramme) unterschieden (BALLSTAEDT, 1997, S. 10).

Realistische Bilder visualisieren sehr konkret Objekte oder Situationen, während logische Bilder auf einfache und übersichtliche Weise komplexe Zusammenhänge veranschaulichen.

Bilder, Grafiken und Tabellen verfügen über einen hohen Wiedererkennungswert (NIEGEMANN et al., 2004).

In dem E-Learning-System sind sowohl realistische Bilder als auch logische Bilder (Abbildung 24) zu finden.



Zeilentyp	Bezeichnung
D	Definition
V	Value
E	End of logical file
C	Comment
S	Search
R	Request
F	File
I	Include
O	Output
T	Terminate
Z	Physical end of file

Abbildung 24: realistische und logische Bilder

Videos

Videos dienen in dem Lernprogramm zur Darstellung realer Vorgänge. In dem E-Learning-System befinden sich zwei selbst gedrehte, geschnittene und unvertonte Videos. Ein Video zeigt die Milchprobennahme bei der Milchleistungsprüfung im Melkstand. Ein weiteres Video zeigt die Untersuchung der Milchproben im Labor. Diese Videos wurden mit einer Handkamera auf einem Stativ gedreht. Die Aufzeichnungen wurden schließlich von der MiniDV-Aufnahme auf einen Rechner übertragen. Die Rohfilme hatten eine Filmlänge von ca. 20 min. Diese wurden anschließend mit Hilfe eines Videoschnittprogramms geschnitten und mit Titeln versehen. Dadurch war es möglich, den Film in Sequenzen zu zerschneiden und Standbilder, Blenden (mit Effekten) und Titel zu erzeugen. Das fertig geschnittene Video wurde anschließend mit Adobe Flash in eine Videodatei im Format FLV enkodiert.

Ein zentraler Flash-Containerfilm lädt beim Start einen Flashfilm, der die Filmsteuerung enthält und den Flash-Video-Film, der das eigentliche Filmmaterial enthält. Die Filmsteuerung verfügt über die Funktionsknöpfe *Play* und *Pause* und über einen interaktiven Fortschrittsbalken.

Animationen

Prozesse oder Vorgänge, die beispielsweise als Video kaum darstellbar sind, können als Animation visualisiert werden (LANG UND PÄTZOLD, 2002). Die Funktionen von Animation sind Dekoration, Aufmerksamkeitslenkung, Motivation, Präsentation, Verdeutlichung und Übung (NIEGEMANN et al., 2004).

Mit Animationen wird der Neigung vieler Anwender besonders entsprochen, Informationen über visuelle Reize aufzunehmen und zu verarbeiten.

In dem E-Learning-System werden unterschiedliche Animationen eingesetzt, die in einfache, komplexe und interaktive Animationen unterteilt werden.

Einfache Animationen werden mit animierten GIF-Bildern realisiert. Dabei werden mehrere Einzelbilder einer GIF-Datei in einer definierten Reihenfolge abgespielt. Ein Beispiel ist die Darstellung der Injektion eines Transponders beim Rind unter dem Dreiecksknorpel (Abbildung 25).

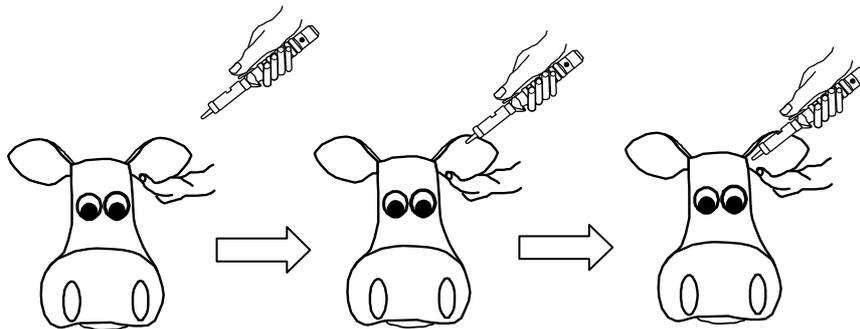


Abbildung 25: Darstellung der Injektion eines Transponders mit animierten GIF-Bildern

Komplexe Animationen wurden im E-Learning System mit der Adobe Flash Entwicklungsumgebung erzeugt. Flash erstellt Animationen im Shockwave Flash Format (.swf). Ein Beispiel für eine komplexe Animation ist die Verdeutlichung der Datenentstehung beim Melken. Dabei wurde mit Hilfe einer Comic-Animation dargestellt, welche Daten beim Melken erhoben werden und wie daraus ein ADIS/ADED-Datensatz entsteht.

Ein weiteres Beispiel ist die Visualisierung des Aufbaus des gemischten linearen Modells. Damit kann die für Lernende meist schwer verständliche Modellbildung visualisiert werden. Der Aufbau des Modells erfolgt dabei schrittweise. So werden die Bestandteile und Einflussgrößen des mathematischen Modells durch die Animation und mit farbiger

Hervorhebung nacheinander hinzugefügt. Dieser Entstehungsprozess ist von dem Lernenden beliebig oft wiederholbar.

Ein weiterer Typ animierter Darstellungen sind solche, die mit einer bestimmten Form von Interaktivität für den Benutzer ausgestattet sind. Diese Animationen fördern die aktive Arbeit des Nutzers am Computer und bieten verschiedene Funktionen. Diese sind zu motivieren, zu informieren, Verstehen und Behalten zu fördern sowie ein Feedback zu geben (NIEGEMANN ET AL., 2004, S. 110).

Ein Beispiel für eine **interaktive Animation** in dem E-Learning-System ist die Darstellung des Verlaufs der Laktationskurve. Die Milchleistungsmerkmale unterliegen einem typischen, biologisch begründeten Laktationsverlauf (FAHR et al., 2003). Dieser Verlauf kann mit entsprechenden mathematischen Modellen beschrieben und graphisch dargestellt werden (Abbildung 26). Die Animation verfügt über die folgende Funktionalität:

- Der Anwender kann auswählen, für welche Laktationen die Funktionsverläufe gezeichnet werden sollen (1., 2., 3. Laktation oder Teile davon).
- Der Anwender kann auswählen, für welches Merkmal der Funktionsverlauf gezeigt wird (Milchmenge, Fettgehalt oder Eiweißgehalt).
- Der Anwender kann wählen, welche Parameter geändert werden sollen. Die Parameter der Funktion sind mittels Schieberegler veränderbar. Somit können direkt die Auswirkungen der Parameteränderung beobachtet werden.
- Die Ausgangswerte jeder Funktion sind wieder herstellbar.

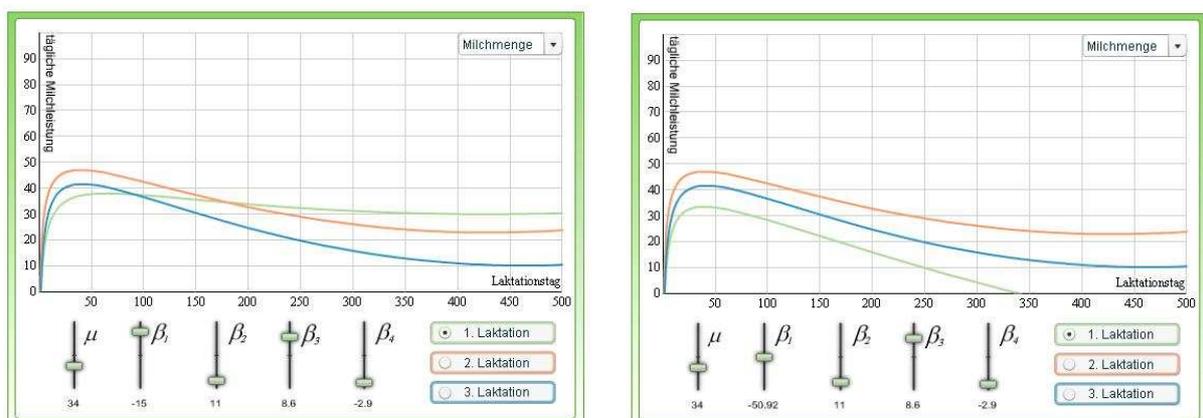


Abbildung 26: Laktationskurven

4.6 Zusammenhang von Wissensarten und Lernobjekten

Die im E-Learning-System eingesetzten Lernobjekte unterscheiden sich unter anderem durch die Art des zu vermittelnden Wissens voneinander. Wie bereits in Kapitel 2.4.2 erwähnt, gibt es unterschiedliche Auffassungen über mögliche Einteilungen nach Wissensarten. Im vorliegenden Sachzusammenhang ist es von besonderer Bedeutung, ob es einen Zusammenhang von Wissensarten und den bevorzugt zu verwendeten Lernobjekten gibt. Für diese Betrachtung ist die Einteilung der Wissensarten in Anlehnung an ANDERSON UND KRATHWOHL (2001, S. 239 f.) besonders geeignet und wird nachfolgend verwendet:

- Faktenwissen,
- Zusammenhangwissen und
- Methoden- und Handlungswissen.

Faktenwissen liefert dem Nutzer reine Fakten oder präsentiert themenspezifische Szenarien in Form eines Überblicks oder einer Zusammenfassung. Faktenwissen kann beispielsweise durch einfaches Auswendiglernen erworben werden.

Zusammenhangwissen versorgt den Anwender mit Argumenten, mit denen Fakten belegt werden.

Methoden- und Handlungswissen hilft dem Anwender, sich in themenspezifischen Methoden Wissen anzueignen.

Wird die Struktur des E-Learning-Systems betrachtet, so ergibt sich ein deutlicher Zusammenhang der Wissensarten zu den Säulen (Abbildung 27).

Während die Inhalte zu Hard- und Software (Säule A) im Wesentlichen aus (repetierbarem) Faktenwissen bestehen, so sind die Inhalte zu Datenflüssen und -formaten (Säule B) von übergreifendem Zusammenhangwissen geprägt. Die Inhalte zu entscheidungsunterstützenden Modellen und Verfahren (Säule C) sollen sowohl Wissen zu den jeweiligen (hauptsächlich mathematisch-statistischen) Methoden selbst als auch zur spezifischen Anwendung der Methoden im jeweiligen Lernkomplex bzw. in anderen Lernkomplexen vermitteln (Methoden- und Handlungswissen).

Entsprechend erfolgte auch eine differenzierte Nutzung von Lernobjekten. Die Differenzierung ergibt sich aus der bereits erwähnten inhaltlichen Gliederung des Systems in die Säulen und einer damit verbundenen differenzierten Wichtung der Wissensarten.

Diese Zuordnung ist nicht im Sinne einer Deckungsgleichheit, sondern im Sinne einer ungefähren Entsprechung zusehen.

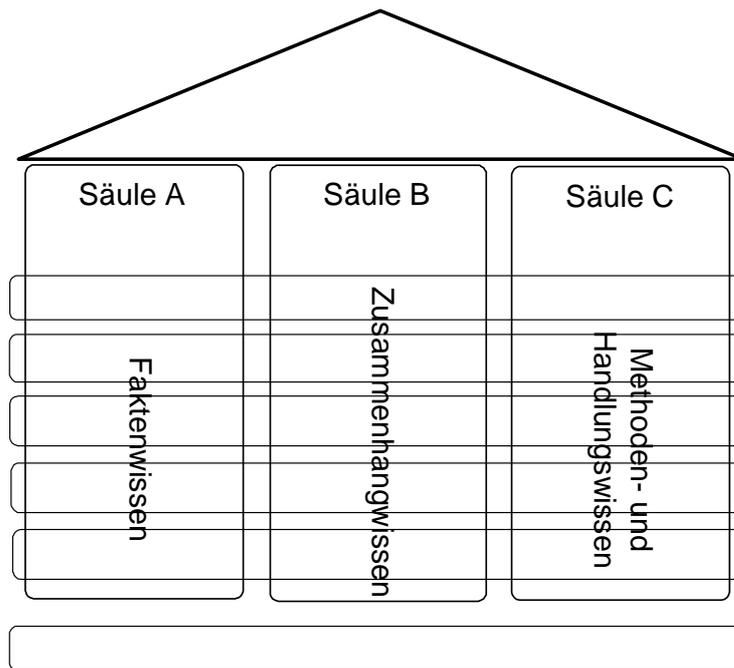


Abbildung 27: Unterschiedliche Wissensarten in Bezug zu den drei Säulen

Wie in Tabelle 5 erkennbar, wird für die Vermittlung von **Faktenwissen** häufig auf Text in Kombination mit Bildern, Grafiken und Tabellen zurückgegriffen. Weiterhin werden auch Videos und Animationen ohne Interaktivität eingesetzt, um Prozesse realitätsnah darzustellen.

Dieselben Lernobjekte werden auch bei der Vermittlung von **Zusammenhangwissen** eingesetzt. Bei dieser Wissensart wurden jedoch keine Videos eingesetzt.

Für die Vermittlung von **Methoden- und Handlungswissen** werden Bilder, Grafiken und Tabellen vergleichsweise weniger eingesetzt. Hier haben jedoch die Animationen (mit und ohne Interaktivität) eine überragende Bedeutung. Mit Hilfe von Animationen hat der Nutzer die Möglichkeit, komplexe Sachverhalte besser zu verstehen. „Text“ wird bei dieser Wissensart ebenfalls eingesetzt.

Tabelle 5: Verwendung der Lernobjekte in Abhängigkeit der Wissensarten

	Faktenwissen	Zusammenhang- wissen	Methodenwissen/ Handlungswissen
Text	●	●	●
Bilder/Grafiken/Tabellen	●	●	●
Audio	○	○	○
Video	●	○	○
Animation ohne Interaktivität	●	●	●
Animation mit Interaktivität	○	○	●
Tests	Keine Differenzierung		

(● vermehrt ● mittel ○ gering eingesetzt)

5 Eigene Untersuchungen zur Systemevaluierung

Es ist nicht genug zu wissen, man muss auch anwenden; es ist nicht genug zu wollen, man muss auch tun.

Johann Wolfgang von Goethe

5.1 Methodenauswahl und Vorgehensmodell der Evaluation

Im letzten Kapitel (Kapitel 4) wurde ausführlich die Systementwicklung erläutert. Dabei wurden die technische und didaktische Entwicklung sowie die Gestaltung des Lerninhaltes beschrieben. Damit wurden bereits Gestaltungsmöglichkeiten erläutert, deren Beachtung für die Erzeugung qualitativ hochwertiger E-Learning-Systeme unverzichtbar ist. Letztlich entscheidet die Qualität, ob virtuelle Bildungsangebote langfristig erfolgreich sind (EHLERS, 2002). Im folgenden Kapitel geht es darum, die Evaluation des E-Learning-Systems „Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung“ zu beschreiben. Dabei stehen sowohl methodische Gesichtspunkte der Durchführung der Evaluation als auch die eigentlichen Evaluationsergebnisse im Mittelpunkt.

Das Ziel der Evaluation des E-Learning-Systems ist die Verbesserung des Systems durch das Aufdecken von inhaltlichen und technischen Mängeln, fehlenden Informationen, Struktur- und Navigationsproblemen. Derartige Probleme sind oftmals dafür verantwortlich, dass die Nutzer das System nicht akzeptieren. Weiterhin werden mit Hilfe der Evaluation nicht nur Verbesserungsvorschläge analysiert, sondern auch die Stärken des E-Learning-Systems beibehalten bzw. weiter ausgebaut (ARNOLD et al., 2004). Die Bewertung des Systems soll als formative Selbstevaluation noch während der Entwicklungsarbeiten geschehen, um rechtzeitig und ohne zusätzlichen Ressourcenverbrauch Fehler und Unstimmigkeiten zu beheben. Je später Fehler und Unstimmigkeiten erkannt werden, umso höher sind die Kosten für ihre Beseitigung (BOEHM, 1981). Speziell für die Evaluation im E-Learning gibt es bislang noch keine umfassenden und geschlossenen Konzepte (STOCKMANN, 2004; SCHÄFFER, 2002).

Wie in Kapitel 2.5.2 beschrieben, stehen für die Evaluation verschiedene Methoden zur Verfügung. Im vorliegenden Anwendungsfall soll sowohl ein Test mit Experten als auch mit Personen aus der Zielgruppe durchgeführt werden. Damit lassen sich umfassende

Informationen über das System gewinnen. Entsprechend sind Methoden für einen Expertentest und einen Nutzertest auszuwählen.

Bezüglich der Methodenwahl wurden folgende Auswahlkriterien berücksichtigt:

- Anzahl der Personen

Mit zunehmender Anzahl an Personen ist auch eine Zunahme erkannter Probleme zu erwarten. Dennoch muss die Personenzahl begrenzt werden. So ist es gerade beim Expertentest wichtig eine solche Methode auszuwählen, die nur eine minimale Expertenzahl erfordert, da es schwierig ist Experten zu finden, die sich in der Thematik auskennen, zeitlich zur Verfügung stehen und zudem kostengünstig sind.

Die Anzahl der Testpersonen beim Nutzertest ist kein so einschränkender Faktor wie beim Expertentest. Es besteht meistens keine Schwierigkeit, Testpersonen zu akquirieren. Trotzdem sollte bei der Auswahl der Evaluationsmethode die Anzahl erforderlicher Testpersonen berücksichtigt werden, da auch der Aufwand für die Auswertung zu beachten ist.

- Ortsunabhängigkeit der Personen

Unter Berücksichtigung der räumlichen Distanz zwischen den Experten ist bei der Auswahl der Evaluationsmethode zu berücksichtigen, dass die Experten das System selbstständig evaluieren müssen. Dieses Kriterium ist bei den Nutzertests weniger relevant, da die potentiellen Nutzer, im vorliegenden Fall die Zielgruppe Studenten und Absolventen (Praktiker), in Nähe der Systementwicklung anzutreffen sind.

- Zeitverfügbarkeit

Dieses Kriterium ist sowohl für die Experten als auch für die Nutzer wichtig.

- Menge der Problemerkennung

Ein weiteres Auswahlkriterium ist die Anzahl der mit einer Methode zu erkennenden Probleme. Es ist die Methode auszuwählen, mit der viele der Probleme zu erkennen sind. So ist für die Heuristische Methode, im Vergleich zu den anderen Methoden, die Aufdeckung einer größeren Anzahl an Schwachstellen zu erwarten (NIELSEN, 1993).

- Bewältigung des Datenaufkommens

Die Methoden sollten so gewählt werden, dass der Aufwand der Ergebnisaufbereitung in einem angemessenen Verhältnis zum Nutzen der Evaluation steht (DeGEval, 2005).

Diese angeführten Auswahlkriterien waren ausschlaggebend dafür, die Heuristische Methode als Expertentest und die Coaching Methode als Nutzertest zur Bewertung von Design und Inhalt des E-Learning-Systems zu verwenden. Die Vorteile dieser Methoden gegenüber anderen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Beide Methoden können bereits in einem frühen Entwicklungsstadium eingesetzt werden.
- Es werden bei beiden Methoden eine geringe Anzahl Testpersonen benötigt. Der Vorteil weniger Probanden ist auch im geringeren Auswertungsaufwand zu sehen.
- Es liegen innerhalb kurzer Zeit Ergebnisse in Form qualitativer Aussagen vor.
- Der geringere Aufwand für die Auswertung der erhobenen Daten bewahrt die Vorteile von deren frühzeitiger Erhebung, da schon während der Testphase die gefundenen Probleme kategorisiert und bei der weiteren Systementwicklung berücksichtigt werden können.
- Es werden keine aufwendigen Test-Infrastrukturen benötigt.

Im Folgenden wird das für die Evaluation des E-Learning-Systems „Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung“ gewählte Vorgehen erläutert.

Die Evaluation wurde als formative, also den Entwicklungsprozess begleitende und unterstützende, Evaluation durchgeführt. Sie ist damit Teil des gesamten Entwicklungsprozesses und verlief in Zyklen, in denen jeweils ein Expertentest und ein Nutzertest nacheinander durchgeführt wurden. Somit handelte es sich hierbei um eine mehrstufige, kombinierte Evaluation.

Der erste Usability- und Inhaltstest wurde gemäß der Heuristischen Methode (vgl. Kapitel 2.5.2.1 und Kapitel 5.2) mit Experten des Fachgebietes vorgenommen. Nach der unmittelbaren Implementierung der erarbeiteten Verbesserungsvorschläge und der Behebung der Schwachstellen ist eine neue Version des Systems erstellt worden. In der zweiten Evaluation prüften Personen aus der Zielgruppe entsprechend der Coaching Methode (vgl. Kapitel 2.5.2.2 und Kapitel 5.3) das E-Learning-System. Stellte sich nach diesem Test heraus, dass die Qualitätsziele nicht erreicht sind, so folgte die Erstellung einer neuen Version, die dann wiederum erneut der Prüfung durch Experten unterworfen wurde. Da die Evaluation den

Entwicklungsprozess des gesamten Systems begleitete, enthielten die neuen Programmversionen neue Inhalte und Funktionen, die ebenfalls zu evaluieren waren. Eine Wiederholung dieser Schritte erfolgte, bis die Qualitätsziele erreicht worden sind. Diese Evaluation geht somit iterativ vor und die Ergebnisse der Evaluation werden in den Entwicklungsprozess zurückgekoppelt. Die daraus resultierenden Systemveränderungen werden zu einem späteren Zeitpunkt erneut evaluiert. Somit ist eine Einflussnahme auf das System noch während der Entwicklung besser gewährleistet. Schwachstellen und Fehler werden erkannt, Fehlentwicklungen können frühzeitig festgestellt werden und eine entsprechende Reaktion ist möglich. Der Evaluationszyklus ist in Abbildung 28 dargestellt.

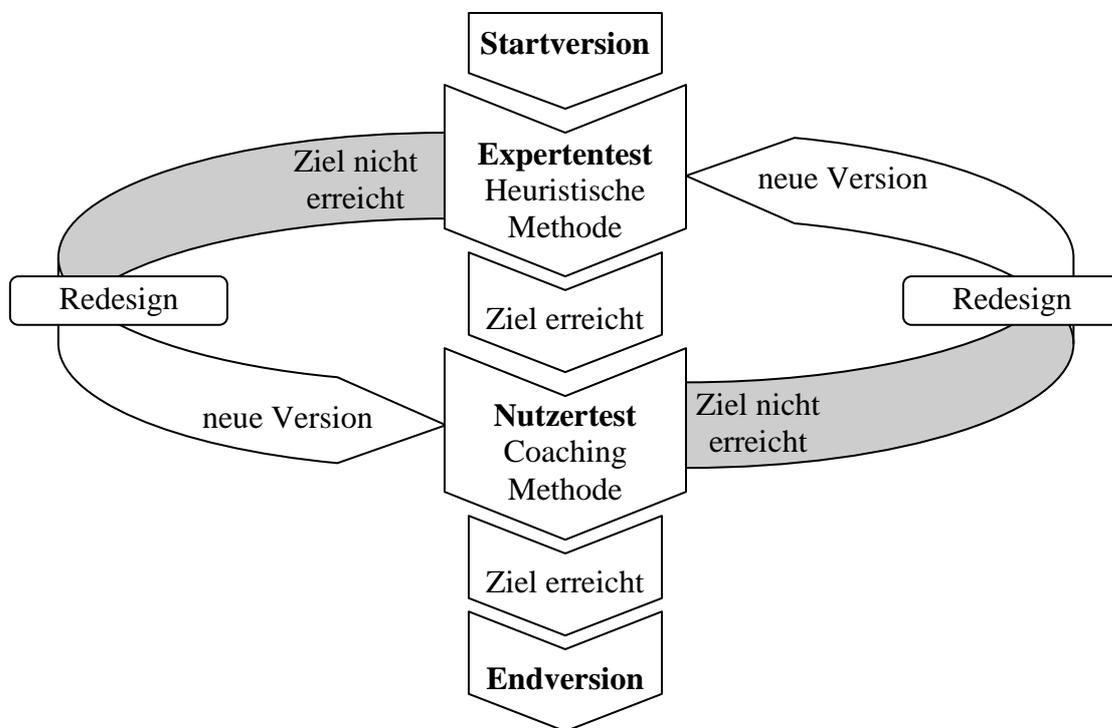


Abbildung 28: Evaluationszyklus bei Nutzung von Experten- und Nutzertest

Der hier betrachtete Evaluationsprozess ist Teil des gesamten Entwicklungsprozesses des E-Learning-Systems, welcher im vorliegenden Fall nach einem evolutionären Schema abläuft (GROB und SEUFERT 1996). Nach GLINZ (2006) ist ein solches Vorgehen hauptsächlich dann angebracht, wenn die Anforderungen an das zu entwickelnde System nicht von vornherein präzise zu formulieren sind, sondern bei jedem Zyklus geändert bzw. konkretisiert werden. Das trifft im vorliegenden Fall insbesondere durch die Ergebnisse der Evaluation zu.

Die Evaluation begann im Sommersemester 2005 und endete im Sommersemester 2007.

5.2 Beschreibung des Expertentests

Im Folgenden werden die wesentlichen Aspekte beschrieben, die bei der Durchführung des Expertentests von Bedeutung sind.

Expertentests erfordern eine ausführliche Planung. Neben der genauen Festlegung der Vorgehensweise sind die Auswahl und Anzahl der Experten zu organisieren sowie die Aufgabenstellungen zu formulieren. Weiterhin ist zu klären, zu welchem Zeitpunkt der Expertentest durchgeführt wird und ob bei jedem weiteren Test die Experten beibehalten werden oder aber bei jedem neuen Zyklus ein Expertenwechsel stattfindet. Weiterhin ist schon im Voraus abzuklären, welche technische Ausstattung bei den Experten verfügbar ist, so dass der Test ohne Komplikationen durchgeführt werden kann.

Bei der Auswahl der Experten ist wichtig, dass die Personen Kenntnisse und Erfahrungen hinsichtlich der zu untersuchenden Thematik haben. Da gleichzeitig der Inhalt und die Handhabbarkeit des E-Learning-Systems zu evaluieren waren, kamen nur so genannte Doppexperten in Frage. Als Doppexperten gelten Personen, die sowohl mit der Thematik als auch mit der Softwareentwicklung vertraut sind. Im vorliegenden Fall konnten Doppexperten gewonnen werden, die ausgebildete Agrarwissenschaftler und in der Softwareentwicklung tätig sind. Weiterhin haben die Experten unentgeltlich das System mehrmals evaluiert. Die Motivation der Experten das System zu evaluieren war vor allem ihr eigenes Interesse an dem E-Learning-System.

Die Anzahl von Experten ist bei der Evaluierung von großer Bedeutung. Jedoch gibt es in der Literatur unterschiedliche Angaben bezüglich der erforderlichen Expertenzahl. So zeigte NIELSEN (1993, S. 156) in einem Experiment, dass der prozentuale Zuwachs an identifizierten Usability-Problemen ab der sechsten Testperson so gering ist, dass Aufwand und Nutzen für weitere Testpersonen in keinem Verhältnis stehen würden (Abbildung 29). Er empfiehlt, eine Heuristische Evaluation mit drei bis fünf Experten durchzuführen. Dann kann eine Problemerkennung von etwa 75 % erwartet werden. So konnte Nielsen in einer Untersuchung zeigen, dass bereits ein einzelner Experte ca. 35 % der Probleme findet (NIELSEN, 1993, S. 156) (vgl. Abbildung 29).

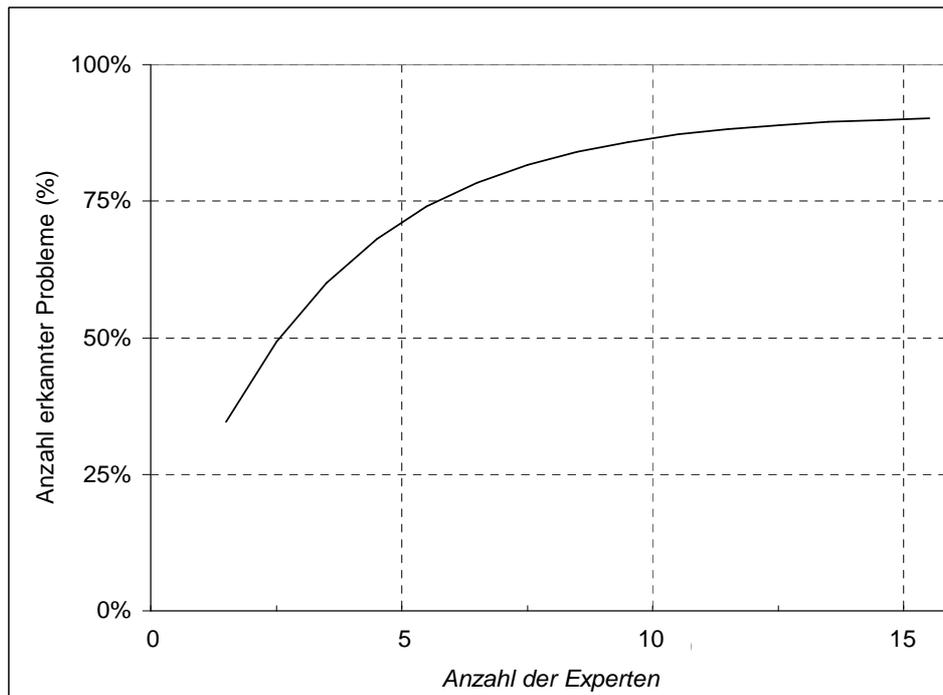


Abbildung 29: Erkennung von Usability-Problemen in Abhängigkeit von der Expertenanzahl (NIELSEN, 1993, S. 156)

LEWIS UND RIEMAN (1994) gelangten zu einem anderen Ergebnis. Diese Autoren stellten fest, dass fünf Testpersonen nur 55 % der Probleme entdeckten. Um mindestens 80 % der Probleme zu finden, waren mindestens zehn Personen notwendig. Die unterschiedlichen empirischen Ergebnisse erklären sich aus der Zusammensetzung der Experten und der Spezifik des zu evaluierenden Systems.

Im vorliegenden Fall wurde das E-Learning-System als Kompromiss aus diesen Befunden mit Hilfe von sechs Experten evaluiert. Da drei Experten in der zweiten und dritten Evaluationsphase zeitlich nicht zur Verfügung standen, konnten die weiteren Evaluationsphasen nur mit drei Experten durchgeführt werden.

Wie in Kapitel 2.5.2.1 beschrieben, gehört die Heuristische Methode zu den expertenorientierten Evaluationsmethoden. Sie geht davon aus, dass Experten bis zu einem gewissen Maße die Probleme der Endanwender aufgrund ihrer Expertise vorhersagen können. Außerdem wird eine große Anzahl von Problemen erkannt. Bei der Heuristischen Methode erhalten die Gutachter so genannte Heuristiken (Richtlinienkataloge). Für die vorliegenden Untersuchungen wurden die Heuristiken nach Inhalt und Usability getrennt. Anhand dieser Richtlinien können die Experten den Inhalt, das Design und die Benutzerfreundlichkeit des Systems untersuchen und Schwachstellen aufdecken. MOLICH UND NIELSEN (1990), die

ursprünglich die Heuristische Evaluation entwickelt haben, stellten eine Liste von neun Heuristiken auf, die NIELSEN (1994) um einen Punkt ergänzt hat.

Diese zehn Usabilityheuristiken wurden für die vorliegende Evaluation verwendet (Abbildung 30). Zur Untersuchung des Inhaltes des E-Learning-Systems wurde analog dazu eine Liste mit zehn Inhaltsheuristiken zusammengestellt (Abbildung 31). Die Aufstellung der Heuristiken wurde in Mind Maps dargestellt, um dem Eindruck einer unterschiedlichen Gewichtung vorzubeugen. In der Mitte der Grafik befindet sich das zentrale Thema (Inhalts- und Usabilityheuristiken). Nach außen sind verschiedene Hauptäste (die jeweils zehn Heuristiken) mit weiteren Unterästen (die dazugehörigen Erklärungen) dargestellt. Diese Heuristiken erhielten die Experten eine Woche vor Beginn des Tests, damit sie sich im Voraus mit diesen auseinandersetzen konnten. Vor dem ersten Test wurde eine mündliche Einweisung durchgeführt. Es wurde darauf hingewiesen, dass die Heuristiken lediglich als Grundlage für den Test dienen sollten. So war es den Experten überlassen, gegebenenfalls die Heuristiken anzupassen. Deshalb kam es vor, dass weitere Punkte vermerkt wurden.

In den nachfolgenden Testphasen wurde auf eine Einweisung verzichtet, da den Experten der Ablauf bekannt war. Ihnen wurden lediglich die Quelle der neuen Internetadresse mitgeteilt oder eine CD-ROM mit der neuen Version des E-Learning-Systems zugesandt und die Heuristiken übermittelt. Die Experten untersuchten schließlich unabhängig voneinander das Programm unter Verwendung der Heuristiken. Es ist wichtig, dass die Experten das System separat untersuchen, um so eine unabhängige und unbeeinflusste Prüfung zu gewährleisten. Die Ergebnisse des Tests wurden von den Testpersonen in einem Protokoll festhalten. Die aufgeführten Probleme der Experten wurden um Doppelnennungen bereinigt und zu einer gemeinsamen Problemliste zusammengefasst. Diese Probleme wurden anschließend durch die Experten nach ihrem Schweregrad beurteilt.

Es wurde folgende Bewertungsskala verwendet (in Anlehnung an NIELSEN, 1994):

- 0 Ich stimme nicht zu, dass dies überhaupt ein Problem ist.
- 1 Nur ein kosmetisches Problem, braucht nicht behoben werden, solange keine zusätzliche Zeit zur Verfügung steht.
- 2 Kleines Problem, Behebung erhält geringe Priorität.
- 3 Mittleres Problem, erhält mittlere Priorität.
- 4 Großes Problem, sollte unbedingt behoben werden.
- 5 Katastrophe.

Danach wurde die Problemliste nach den Gesichtspunkten „Anzahl der Probleme“, „Überschneidungen/Einfachnennungen“ und „Schweregrad“ analysiert, so dass eine Prioritätenliste erstellt werden konnte, nach der die Probleme abgearbeitet wurden.

Die Heuristische Methode ist besonders gut geeignet, um grobe und schwerwiegende Mängel aufzudecken. Ein Schwachpunkt dieser Methode ist, dass Personen aus der Zielgruppe nicht mit einbezogen werden. Weil mit der Heuristischen Methode jedoch sehr viele Probleme herausgefunden werden, sollte sie verwendet werden, bevor ein Nutzertest durchgeführt wird. So wird das System von groben Fehlern befreit und kann in einem Nutzertest effektiv getestet werden.

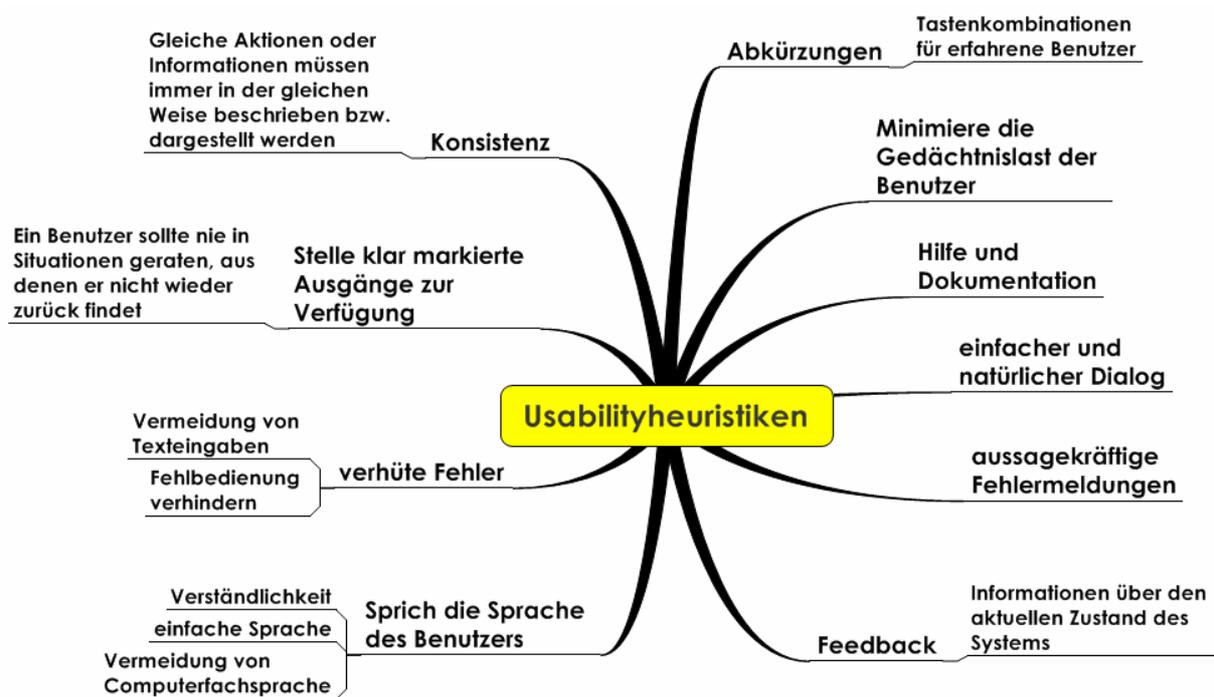


Abbildung 30: Usabilityheuristiken nach NIELSEN (1993)

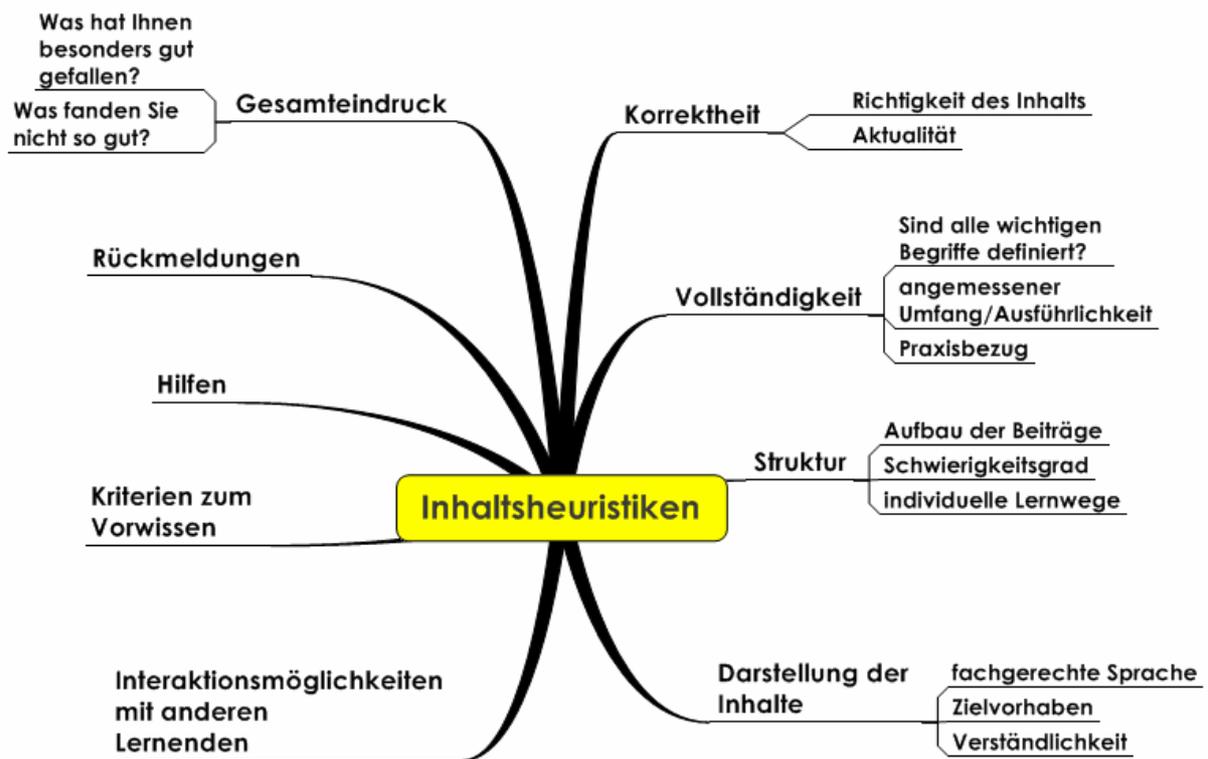


Abbildung 31: Inhaltsheuristiken

Die Vorgehensweise der Experten beim Testen des E-Learning-Systems war annähernd gleich. Wie bereits erwähnt, erhielten die Experten eine Woche vor dem Test die Heuristiken, damit sie sich mit diesen bereits im Vorfeld vertraut machen konnten. Es wurde bezüglich der Heuristiken nicht nachgefragt, so dass davon auszugehen ist, dass diese selbsterklärend waren. Zu Beginn verschafften sich die Testpersonen einen Überblick, um dann die einzelnen Kapitel nacheinander durchzuarbeiten. Bei Auffälligkeiten wurden diese sofort zu den jeweiligen Heuristiken notiert. Am Ende des Tests schauten sich die Experten die Heuristiken nochmals an, um eventuell fehlende Anmerkungen zu ergänzen.

5.3 Beschreibung des Nutzertests

Die Planung des Nutzertests verlief ähnlich wie bei dem Expertentest. Aus zeitlicher Sicht war zu berücksichtigen, dass der Nutzertest mit Studenten (erste und dritte Evaluationsphase) während der Vorlesungszeit stattfinden musste. Im Unterschied zu dem Expertentest wurde beim Nutzertest darauf geachtet, immer neue Testpersonen in den jeweiligen Evaluationsphasen einzusetzen, damit einerseits Personen aus den unterschiedlichen Zielgruppen das System testen können und andererseits um zu sehen, ob das verbesserte System den Ansprüchen der Zielgruppe gerecht wird und intuitiv bedienbar ist.

Die Verwendung der Coaching Methode setzt voraus, dass im Vorfeld geklärt werden muss, welche Person als Coach fungiert und welche Personen das Protokoll schreiben. Der Coach sollte das E-Learning-System gut kennen, um auftretende Probleme lösen zu können, jedoch nach Möglichkeit nicht selbst Entwickler des Systems sein, um die Versuchspersonen nicht unbewusst zu beeinflussen.

Weiterhin ist der gesamte Ablauf der Evaluation zu planen und der Ort des Nutzertests festzulegen.

Da es sich bei den potentiellen Nutzern des E-Learning-Systems um Studierende der Agrarwissenschaften und um Berater sowie Landwirte handelt, sollte auch dieser Personenkreis zum Test herangezogen werden. DUMAS und REDISH (1994, S. 23) vertreten auch diesen Standpunkt: „The people who come to test the product must be members of the group of people who now use or who will use the product“. Bei den Studenten handelte es sich um Studenten im Hauptstudium mit der Fachrichtung Tierproduktion. Eine weitere Testphase wurde mit Personen durchgeführt, die bereits ihr Studium der Agrarwissenschaften abgeschlossen hatten.

Die erste und dritte Testphase wurde mit Studenten im Hauptstudium Fachrichtung Tierproduktion durchgeführt und die zweite Testphase wurde mit Absolventen vorgenommen. Stellvertretend für diese Zielgruppe kamen Doktoranden und wissenschaftliche Angestellte zum Einsatz.

Die Coaching Methode ist wie bereits in Kapitel 2.5.2.2 erwähnt ein Nutzertest. Bei dieser Methode testet ein Nutzer das System anhand verschiedener Aufgaben und stellt dem Coach (Experimentleiter) alle aufkommenden Fragen. Die Nutzer testen das System separat, damit sie einander nicht beeinflussen können. Nach einer Begrüßung der Testperson wurden deren persönlichen Daten erhoben. Dabei wurden das Alter und das Geschlecht erfasst und es wurde

ermittelt, ob die Testperson Erfahrungen im Bereich der Milcherzeugung hatten und ob bereits mit anderen Lernprogrammen gearbeitet wurde. Wichtig war, den Testpersonen zu erläutern, dass nicht ihre Fähigkeiten, sondern allein das System getestet wird. So traf NIELSEN (1996) folgende Aussage: „Users feel a tremendous pressure to perform, even when they are told that the purpose of the study is to test the system and not the user“. Obwohl den Testpersonen übermittelt wurde, dass sie nicht getestet werden, war deren Aufregung zu registrieren.

Einführend wurde der Proband darauf hingewiesen, dass er keine Hilfsmittel benutzen, sondern stattdessen den Coach fragen sollte. Aufgrund der von den Probanden gestellten Fragen konnten so Informationsengpässe und Probleme des Systems festgestellt werden.

Anschließend wurde erläutert, wozu das E-Learning-System dient und welches Ziel mit ihm erreicht werden soll. Weiterhin wurde der Testablauf erklärt.

Zu Beginn der Evaluation wurden dem Nutzer fünf Testfragen gestellt, um das Vorwissen zu prüfen. Eine weitere Frage wurde zur Systembenutzung gestellt, d. h. wie die Testpersonen beim Erlernen neuer Software vorgehen. Die anschließenden Aufgaben für die Testpersonen wurden in Suchaufgaben und in inhaltliche Aufgaben unterteilt. Bei den Suchaufgaben musste der Proband verschiedene Inhalte oder Funktionen im System lokalisieren. Dabei wird er ganz beiläufig mit der Navigation vertraut gemacht und es wurde beobachtet, ob und wie sich der Proband mit der Navigation zurechtfindet. Im zweiten Teil des Tests wurde davon ausgegangen, dass die Person hinreichend mit dem System vertraut ist. Entsprechend wurden hier inhaltliche Aufgaben gestellt. Nach Bearbeitung der inhaltlichen Aufgaben durch die Testpersonen bekam der Nutzer am Ende des Tests dieselben Fragen gestellt, die bereits am Anfang gestellt wurden, um so den Lernerfolg zu protokollieren (vgl. Kapitel 2.5.1).

Weiterhin kann anhand der Antworten des Coachs untersucht werden, wie erfahrene Benutzer mit Problemen umgehen und sie lösen (NIELSEN, 1993, S. 199-200). Dennoch ist diese Methode auf den unerfahrenen Nutzer fokussiert und darauf, die Informationslücken der Zielgruppe aufzudecken. Somit ist es möglich, bessere Anleitungen und Hilfen zu schreiben oder, je nach Schwere der Probleme, ein notwendiges Redesign festzustellen. Prägnante Äußerungen und Handlungen der Testpersonen sowie auffällige Probleme mit dem System werden von den Protokollanten notiert und können gleichzeitig kategorisiert und bewertet werden.

Außerdem konnten die Protokollanten Tastendrucke und Mausclicks der Probanden registrieren, da der Testcomputer an einen Beamer angeschlossen war und das E-Learning-System auf eine Leinwand projiziert wurde. Somit waren die Handlungen der Probanden

nachvollziehbar. Nach dem Test tragen die Protokollanten und der Experimentleiter ihre Erfahrungen und Beobachtungen zusammen, um sie gemeinsam in der Nachbereitungsphase zu analysieren.

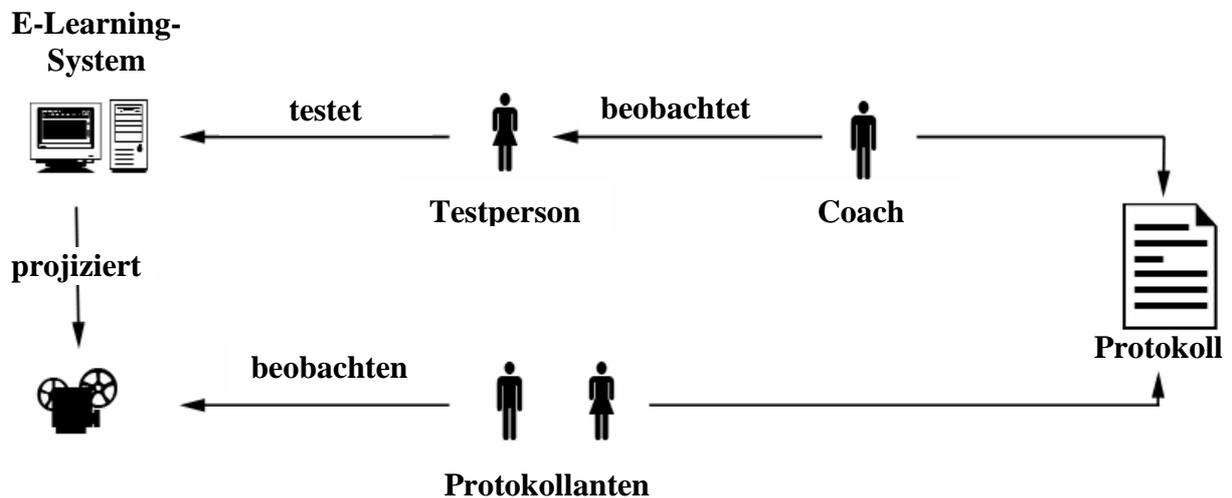


Abbildung 32: Ablauf des Nutzertests

Den dritten Nutzertest hat die Autorin der vorliegenden Arbeit mit den Studierenden allein durchgeführt, da nur ein kleiner Lernabschnitt getestet wurde, während beim ersten und zweiten Test das komplette E-Learning-System getestet wurde.

Am Ende des Nutzertests wurden die Testpersonen interviewt, d. h. sie konnten die positiven und die negativen Eindrücke mitteilen, die ihnen beim Testen aufgefallen sind. Weiterhin wurde gefragt, ob die Probanden das E-Learning-System benutzen würden.

5.4 Beschreibung der Evaluationsteilnehmer

In diesem Kapitel werden einige allgemeine Daten der Evaluationsteilnehmer präsentiert. Der Schwerpunkt der Beschreibung liegt dabei bei den Nutzern. Die Darstellung der Experten wurde bereits in Kapitel 5.2 vorgenommen. Wie in diesem Kapitel erläutert, handelt es sich bei den Experten um Doppelpersonen. Die Experten sind in unterschiedlichen Unternehmen tätig und verfügen über mindestens 15 Jahre Berufserfahrung. Ein Experte ist in einem Softwareunternehmen für Tierhaltung, -zucht und Ackerbau, ein Experte arbeitet in einem Landeskontrollverband und vier Experten sind in einem Rechenzentrum tätig. Die Tabelle 6 gibt einen Überblick über die Anzahl der Evaluationsteilnehmer.

Tabelle 6: Anzahl der Evaluationsteilnehmer

Evaluation Semester	Phase 1		Phase 2		Phase 3	
	Expertentest	Nutzertest	Expertentest	Nutzertest	Expertentest	Nutzertest
	SS 05	WS 05/06	SS 06	WS 06/07	SS 07	SS 07
Anzahl	6	10	3	10	3	14

Beschreibung der Testpersonen der Nutzertests

Die Stichprobe bildet die potentiellen Nutzer des E-Learning-Systems ab. Die erste und dritte Evaluationsphase wurde von Studierenden der Agrarwissenschaft, der Hauptnutzerguppe vom E-Learning-System „Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung“, vorgenommen. Die zweite Evaluationsphase wurde mit Doktoranden und wissenschaftlichen Angestellten durchgeführt.

Nachfolgend werden die Gruppen zusammengefasst:

- 58 % Studierende im Hauptstudium Fachrichtung Tierproduktion,
- 38 % Doktoranden,
- 4 % wissenschaftliche Angestellte.

Die Studierenden der beiden Gruppen lagen im gleichen Altersbereich, das Durchschnittsalter war nahezu identisch. So lag das Durchschnittsalter der Studenten bei 23,8 Jahren in der ersten und bei 23,3 Jahren in der dritten Evaluationsphase. Der zweite Evaluationszyklus wurde mit Personen durchgeführt, die bereits ihr Studium der Agrarwissenschaften

abgeschlossen haben. Das Durchschnittsalter dieser Personen betrug 27,2 Jahre (Abbildung 33).

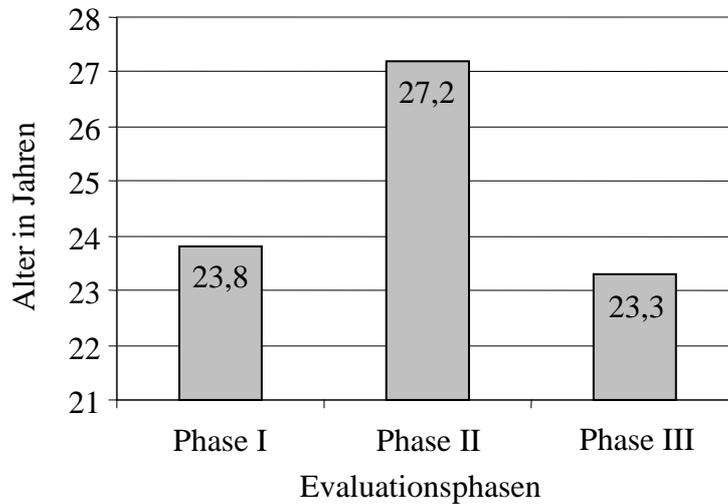


Abbildung 33: Altersverteilung der Nutzergruppen

Weiterhin wurde bei den Studierenden die Semesterzahl abgefragt. Die Auswertung ergab, dass Studenten aus dem 5. Semester bis zum 9. Semester verfügbar waren. Die Mehrheit der Studenten befand sich im 6. Semester (58 %).

Tabelle 7: Anzahl der Studierenden nach Semesteranzahl

Semesterzahl	Anzahl Studierende (%)
5. Semester	17
6. Semester	58
7. Semester	4
9. Semester	21

Der Anteil der weiblichen Testpersonen ist in allen Evaluationsphasen höher als der der männlichen Probanden (Abbildung 34). Diese Geschlechteraufteilung entspricht nicht ganz der allgemeinen Geschlechterstruktur der Studenten der Agrarwissenschaften. Zwar sind in dem Studiengang mehr weibliche (54 % - Immatrikulationsjahr 1997 bis 2006) als männliche (46 %) Studenten, doch ist der Anteil der weiblichen Studenten nicht so hoch wie der Anteil der Testpersonen.

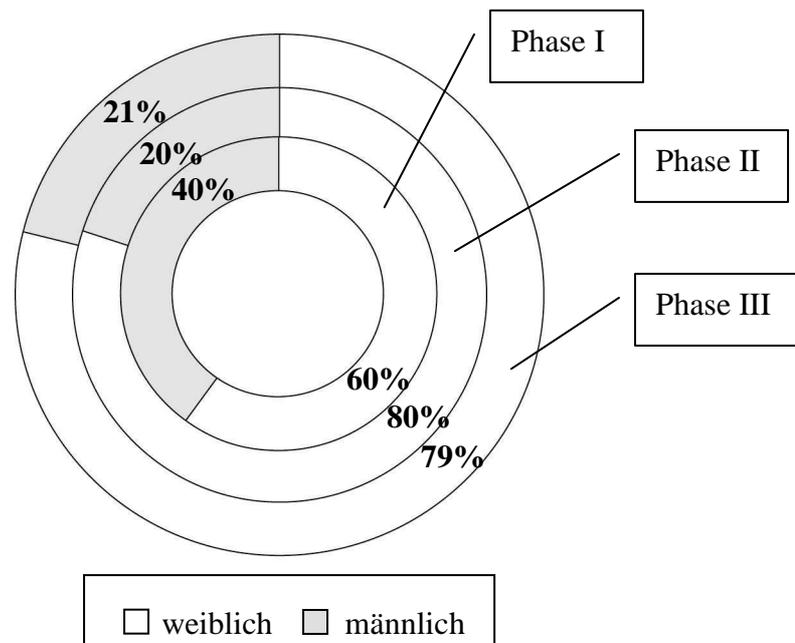


Abbildung 34: Geschlechterverteilung

E-Learning-Erfahrung der Nutzer

Die meisten Nutzer (73,5%) hatten keine Erfahrung mit Lernprogrammen. Lediglich 6 % hatten öfter mit Lernprogrammen gearbeitet und 20,5 % hatten geringe Erfahrung damit. Die Erfahrungen mit anderen Lernprogrammen beschränkten sich jedoch auf Vokabel- und Schreibmaschinentrainer oder auf Mathematiklernprogramme. Da bei den Nutzern Lernprogramme nicht oft eingesetzt wurden, liegt die Vermutung nahe, dass sie bei der Bewertung des zu evaluierenden E-Learning-Systems wenige Vergleiche ziehen konnten.

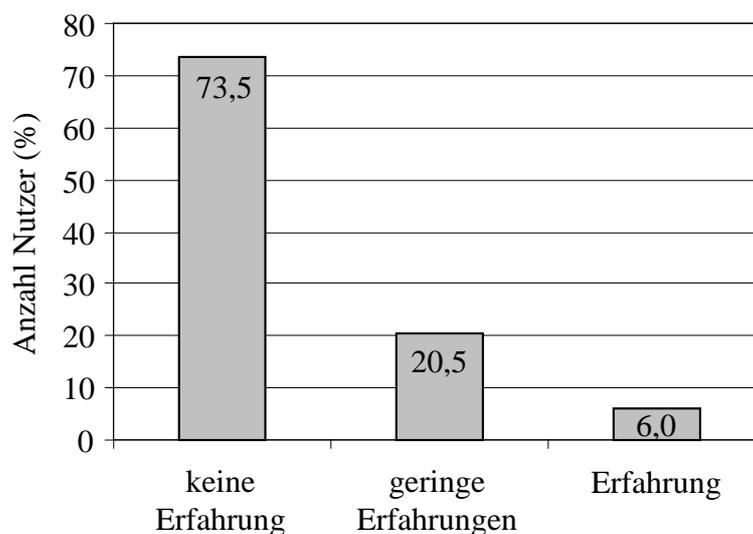


Abbildung 35: E-Learning-Erfahrung der Nutzer

Einschätzungen der Kenntnisse im Bereich der Milcherzeugung

Die Selbsteinschätzung der Testpersonen hinsichtlich ihrer Kenntnisse im Bereich Milcherzeugung fiel unterschiedlich aus. In der ersten Evaluationsphase waren alle Probanden der Meinung, dass sie Kenntnisse in diesem Bereich besitzen würden, während in der zweiten und dritten Evaluationsphase 40 % und 36 % der Probanden annahmen, keine Kenntnisse in diesem Themenkomplex zu haben.

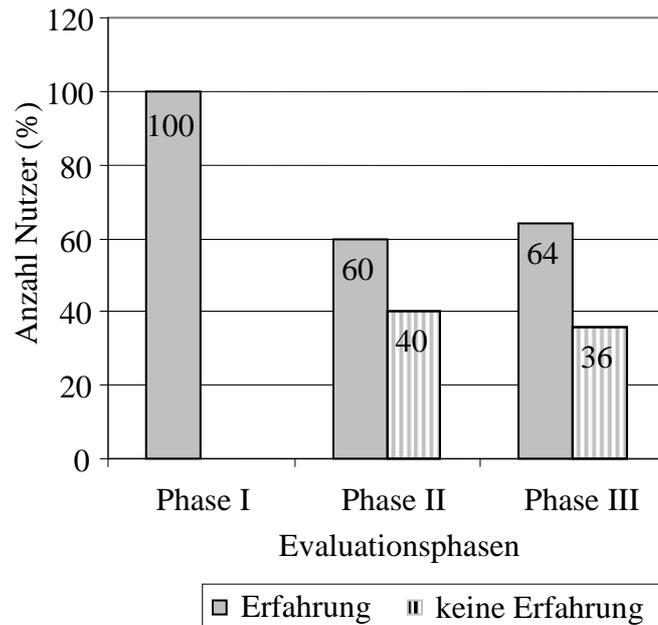


Abbildung 36: Kenntnisse im Bereich Milcherzeugung

Verhalten der Testpersonen beim Einsatz neuer Software

Die Mehrheit der Testpersonen begann sofort nach dem Prinzip „learning by doing“ mit der neuen Software zu arbeiten. Der Rest der Probanden hat erst die Einführung gelesen oder um persönliche Beratung gebeten.

Tabelle 8: Nutzerverhalten beim Einsatz neuer Software

	Phase I	Phase II	Phase III
learning by doing	60 %	80 %	86 %
Einführung lesen	40 %	0 %	0 %
persönliche Beratung	0 %	20 %	14 %

Zeitaufwand der Evaluation für die Nutzer

- Einarbeitungszeit

Im Durchschnitt haben die Nutzer in der Evaluationsphase I eine Einarbeitungszeit von 24 Minuten und in der Evaluationsphase II von 30 Minuten benötigt. Die Zeitspanne reichte von 2 Minuten bis 1:52 Stunden. Dieses „Angebot“ einer Einarbeitungszeit nahmen in beiden Evaluationsphasen 80 % der Nutzer an.

In der dritten Evaluationsphase war es nicht erforderlich, dass sich die Testpersonen mit dem E-Learning-System vertraut machen, da sie nur eine Animation testen sollten.

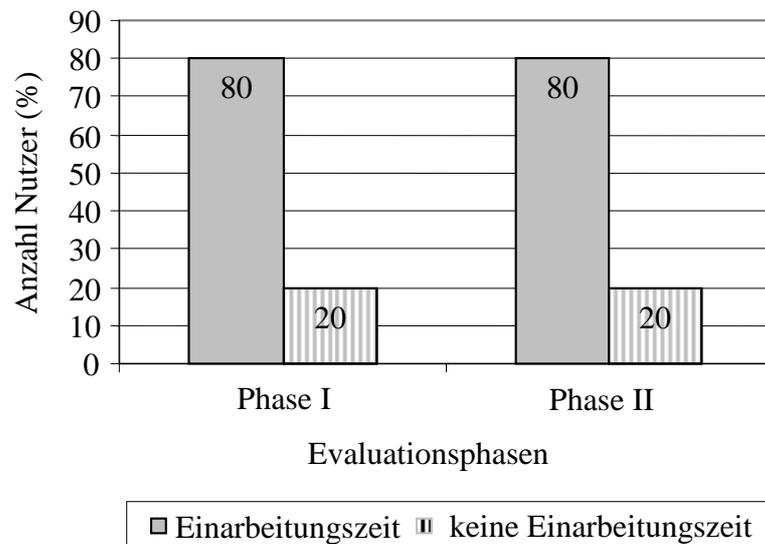


Abbildung 37: Inanspruchnahme von Einarbeitungszeit

- Testzeit

Im Durchschnitt haben sich die Testpersonen 80 Minuten in der ersten Evaluationsphase und 83 Minuten in der zweiten Evaluationsphase Zeit genommen, um das E-Learning-System zu testen. Die Mehrheit hat das gesamte E-Learning-System mindestens 60 Minuten genutzt. Somit ist davon auszugehen, dass die Testpersonen das System mit der notwendigen Gewissenhaftigkeit bewertet haben. Der Zeitaufwand der dritten Evaluationsphase muss wieder gesondert betrachtet werden, da nur ein Teil eines Lernkomplexes (Animation des gemischten linearen Modells) getestet werden sollte. In diesem Testzyklus testeten die Probanden im Durchschnitt 38 Minuten. Die exakten Zeitangaben sind in Abbildung 38 dargestellt.

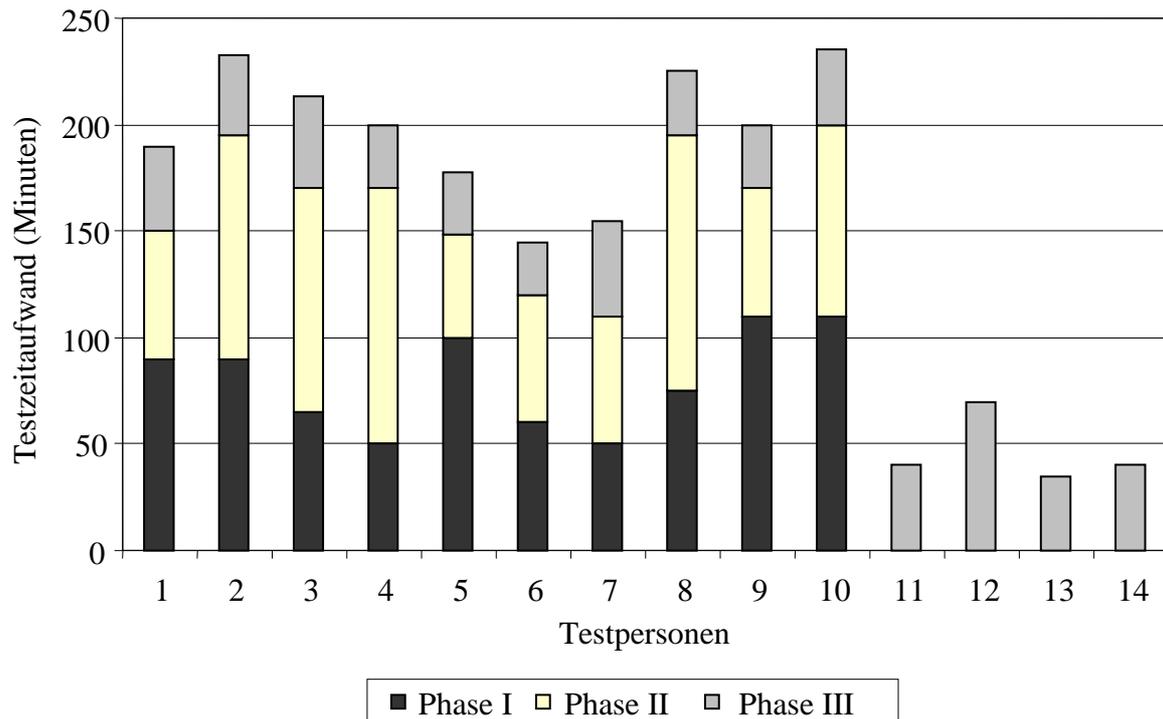


Abbildung 38: Zeitaufwand für den Test des E-Learning-Systems

Vorkenntnisse im Bereich der Milcherzeugung

Bezüglich des Vorwissens zum Lerninhalt Milcherzeugung verfügt die Mehrheit der Testpersonen über Kenntnisse zu diesem Themenkomplex. Zu Beginn des Tests wurden, wie bereits in Kapitel 5.3 erwähnt, fünf Fragen gestellt, um das Vorwissen im Bereich der Milcherzeugung zu erfahren und zu bewerten. Vier Fragen konnten alle Testpersonen ziemlich korrekt beantworten. Lediglich eine Frage blieb von allen Testpersonen unbeantwortet.

5.5 Anwendung und Ergebnisse der Evaluationsmethoden auf die Systementwicklung

Fehler sind nützlich, aber nur, wenn man sie schnell findet.

John Maynard Keynes

Um das E-Learning-System zu optimieren und Anpassungen vorzunehmen, wurde das Lernprogramm regelmäßig evaluiert (vgl. Kapitel 5.1). Die Evaluation erstreckte sich über einen Zeitraum von drei Jahren und drei Evaluationszyklen. Der Evaluationsgegenstand der ersten und zweiten Evaluationsphase war das gesamte E-Learning-System „Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung“ und in der dritten Evaluationsphase wurde die Animation des gemischten linearen Modells bewertet.

Ziel der Evaluation war es, herauszufinden,

- ob und wenn ja, welche Probleme bei der Bedienung des E-Learning-Systems aufgetreten sind,
- wie die Testpersonen die didaktische Qualität beurteilen,
- wie zufrieden die Nutzer mit der optischen Gestaltung sind,
- welche konkreten Kritikpunkte und Verbesserungsvorschläge geäußert werden und
- wie die Nutzer das E-Learning-System insgesamt bewerten.

Nachfolgend werden nun die Evaluationsergebnisse der Experten- und Nutzertests vorgestellt.

5.5.1 Ergebnisse Expertentest I

Wie in Kapitel 5.1 erwähnt, wurde die erste Testversion des E-Learning-Systems mit Experten getestet. Die Abbildung 39 zeigt die Startseite und die erste Inhaltsseite des Komplexes A1 der ersten Version.

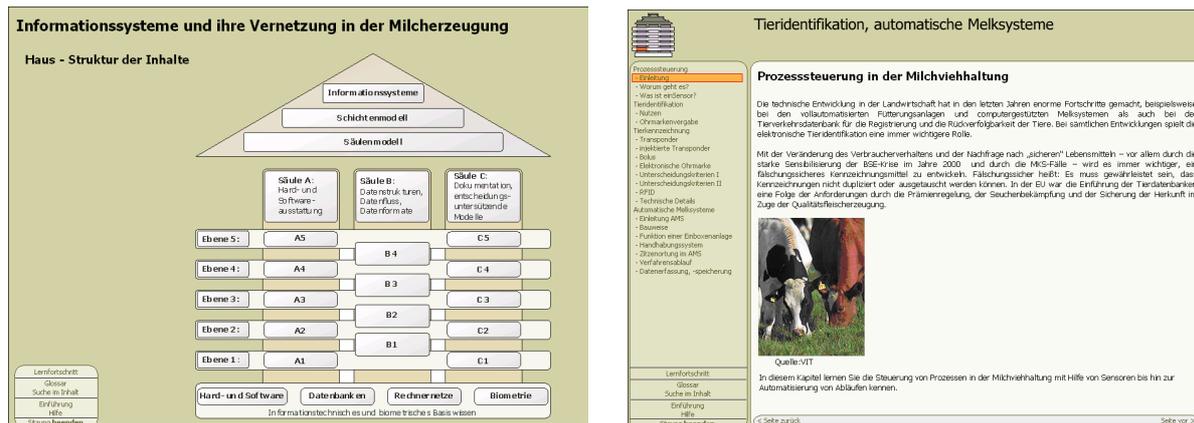


Abbildung 39: Startseite und Inhaltsseite Komplex A1 der ersten Testversion

Als Gutachter wurden in der ersten Evaluationsphase sechs Doppelpertenten eingesetzt. Insgesamt haben diese Experten nach dem ersten Testdurchgang zahlreiche Schwachstellen am E-Learning-System identifiziert (34 Usability- und 53 Inhaltsprobleme). Dabei werden Probleme, die von mehreren Experten genannt wurden, nur einfach gezählt. Auffällig ist, dass die Experten teilweise sehr unterschiedliche Probleme fanden. Von den 34 Usabilityproblemen wurden insgesamt 20 Probleme (59 %) nur von jeweils einem Experten, 14 Probleme (41 %) von zwei oder mehreren Experten und kein Problem von allen sechs Experten gefunden. Bei den inhaltlichen Problemen ist die gleiche Tendenz zu erkennen. Dies unterstützt die Aussage von NIELSEN (1993), wonach es nötig ist, eine Heuristische Evaluation mit drei bis fünf Experten durchzuführen (vgl. Kapitel 5.2).

Die durchschnittliche Usability-Problemerkennung bei Betrachtung von 1 bis 6 Experten ist in Abbildung 40 dargestellt. Die Einzelwerte für die Durchschnittsbildung ergibt sich dabei aus

$$\binom{6}{K} \text{ mit } K = 1, \dots, 6 \text{ Experten.}$$

Es wurde deutlich, dass die Anzahl neu hinzukommender Probleme mit jeder weiteren Testperson geringer wurde.

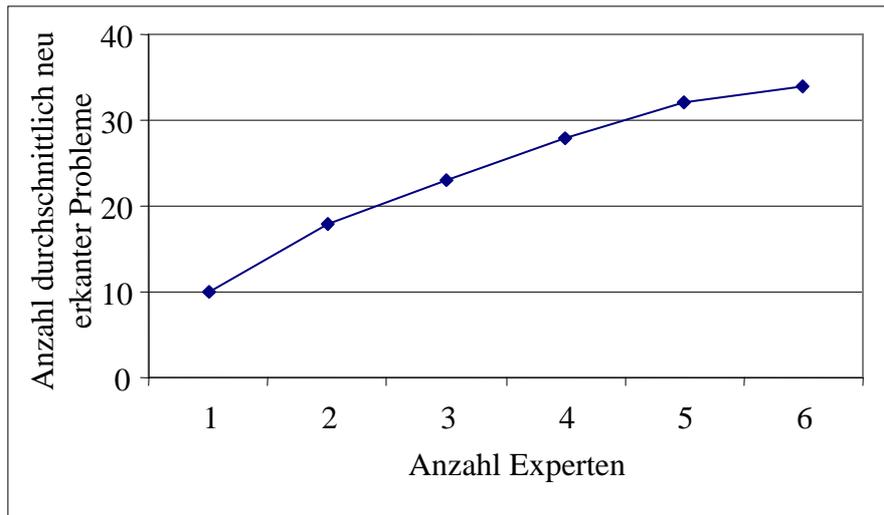


Abbildung 40: Usability-Problemerkennung

In Abbildung 41 wird die Beurteilung der Probleme nach der vorgegebenen Schweregradskala dargestellt. Die meisten Probleme wurden mit dem Schweregrad 3 bis 3,9 bewertet. Weiterhin ist zu erkennen, dass die inhaltlichen Probleme schwerwiegender bewertet wurden als die Usability-Probleme. Die hohe Anzahl der schwerwiegenden Probleme verdeutlicht die Angemessenheit der Untersuchung.

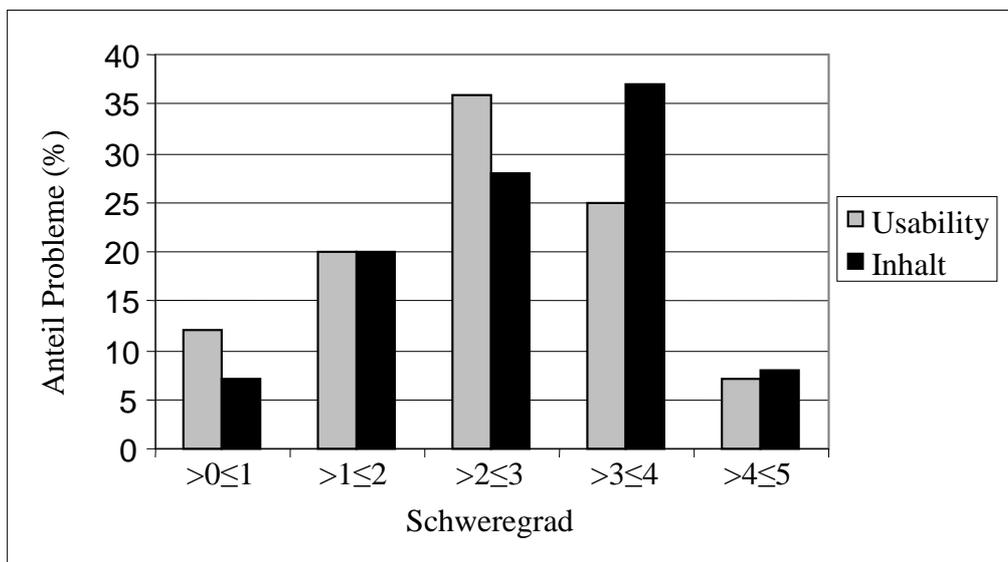


Abbildung 41: Anteil der Probleme (%) nach dem Schweregrad, Expertentest I

Im Folgenden werden die Probleme exemplarisch vorgestellt. Dabei erfolgt eine Unterteilung in die verschiedenen Kategorien

- Gestaltung,
- Navigation,
- Funktionalität,
- Inhalt und
- Konsequenzen.

Gestaltung

Da bei der Ersterstellung des E-Learning-Systems kein ausgebildeter Grafiker bzw. Mediendesigner zum Projektteam gehörte, war dieser Punkt für eine eventuelle Erstellung einer zweiten Version von besonderer Bedeutung. Damit konnte entschieden werden, ob die Gestaltung des Systems den Anforderungen der Testpersonen genügt oder ob ein Mediendesigner das Programm überarbeiten sollte.

Die Bewertung der Gestaltung des E-Learning-Systems durch die Experten offenbarte bedeutsame Mängel. Tabelle 7 stellt die Gestaltungsprobleme sowie deren Schweregrad dar. Gerade die Auswahl der Farbgebung wurde von 50 % der Experten bemängelt. Die andere Hälfte der Experten machte bezüglich der Farbauswahl keine Angaben. Nachdem die Probleme nach ihrem Schweregrad bewertet wurden, stellte sich heraus, dass dieses Problem auch ein schwerwiegendes Problem ist. Aber auch die fehlenden Übungsaufgaben am Ende eines Lernkomplexes, die zu kleine Schrift und die langsam laufende Animation waren gravierende Schwachstellen. In der ersten Testversion war bereits eine Animation enthalten. Die Animation zeigt, welche Daten beim Melken erfasst werden und wie daraus ein ADIS/ADED-Datensatz entsteht.

Mit einem Schweregrad von 3,2 wurden die nicht erkennbaren „Weiter-“ und „Zurückbuttons“ im E-Learning-System, die feste Bildschirmauflösung und die nicht erkennbaren „Weiter“- und „Zurückbuttons“ in der Animation bewertet. Hinzu kam, dass die Experten die fehlenden Angaben von Seitenzahlen bemängelten. Dies führte dazu, dass die letzte Seite nicht erkannt wurde. Die Menge an Informationen pro Bildschirmseite wurde von 33 % der Experten als zu groß angesehen. Die restlichen Experten bewerteten die Menge an Informationen pro Bildschirmseite als optimal.

Weiterhin wurde beanstandet, dass die Bilder zu undeutlich sind, keine einheitlichen Überschriften in der Navigationsleiste und im Text vorhanden sind, der Schrifttyp ungeeignet ist und unterschiedliche Schrifttypen verwendet wurden.

Insgesamt wurde nach dem ersten Expertentest festgestellt, dass die Gestaltung des E-Learning-Systems stark überarbeitet werden musste.

Tabelle 9: Gestaltungsprobleme Expertentest I, sortiert nach dem Schweregrad

Problem	Anzahl Experten (%)	Schweregrad
E-Learning-System zu grau	50	3,5
fehlende Übungsaufgaben am Lernkomplexende	33	3,5
zu kleine Schrift	17	3,4
Film läuft zu langsam	67	3,3
feste Bildschirmauflösung	17	3,2
„Weiter“- bzw. „Zurück“-Buttons nicht erkennbar	50	3,2
„Weiter“- „Zurück“-Buttons im Film nicht erkennbar	50	3,2
fehlende Angabe von Seitenzahlen	17	3,0
zu viel Inhalt auf einer Seite	33	3,0
fehlendes Feedback auf der letzten Seite	33	2,6
undeutliche Bilder	17	2,6
Bedeutung von „Fettdruck“ unklar	33	2,5
keine Einheitlichkeit von Überschriften in der Navigationsleiste und im Text	17	2,5
Schrifttyp ungeeignet	17	2,3
fehlender Hinweis, wenn Filmabschnitt beendet ist	50	2,3
verschiedene Schrifttypen	33	1,4

Navigation

Die Navigation stellt gerade bei komplexen Lerninhalten eine Funktionalität von zentraler Bedeutung dar. Daher war die Bewertung des im Zusammenhang mit dem vorliegenden E-Learning-System entwickelten Hausmodells von besonderer Bedeutung.

Das Hausmodell als Navigationselement wurde als sehr gut empfunden (83 %). Die Experten waren der Meinung, dass mit Hilfe des Hausmodells ein einfaches Navigieren möglich ist. Lediglich ein Experte erkannte das Haus nicht als Navigationshilfe. Von 83 % der Experten wurde jedoch bemängelt, dass die Lernkomplexe nur mit Buchstaben und Zahlen beschriftet wurden. Somit ist nicht erkennbar, welche Inhalte sich hinter den jeweiligen Komplexen verbergen. Ein Experte gab an, dass der aktuelle Lernkomplex, in dem sich der Nutzer befindet, nicht im Hausmodell angezeigt wird. Dieses Problem war nicht erklärbar, da diese Funktion sonst einwandfrei arbeitete.

Tabelle 10: Navigationsprobleme Expertentest I, sortiert nach dem Schweregrad

Problem	Anzahl Experten (%)	Schweregrad
aktuelle Position wird im Haus nicht angezeigt	17	3,8
Navigation mittels Querverbindungen im Text nicht möglich	33	3,5
Haussymbol als Navigation nicht erkannt	17	3,1
fehlende Kennzeichnung der Lernkomplexe	83	3,1

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Bedienbarkeit des E-Learning-Systems als gut beschrieben wird, denn durch diese Hausstruktur ist es möglich, dass der Nutzer nicht linear vorgehen muss. Die Ergebnisse des Expertentests zeigen aber auch, dass die gefundenen Probleme schwerwiegende Probleme sind, die unbedingt behoben werden müssen. Somit wurde das Hausmodell noch einmal überarbeitet.

Funktionalität

Bei E-Learning-Systemen ist es von großer Bedeutung, dass die Nutzer mit dem System zuverlässig arbeiten und vor allem auch schnell und intuitiv die Funktionalitäten erkennen können. Auch bei der Funktionalität wurden einige Mängel festgestellt. So funktionierte beispielsweise bei 33 % der Experten die Suchfunktion nicht, im Glossar fehlte ihnen ein Verweis zu den einzelnen Stichworten und es wurde bemängelt, dass besuchte Komplexe

nicht markiert wurden. Aufgrund der Vielzahl der in der Tabelle 11 dargestellten Probleme mussten einige Funktionalitäten überarbeitet werden.

Tabelle 11: Funktionsprobleme Expertentest I, sortiert nach dem Schweregrad

Problem	Anzahl Experten (%)	Schweregrad
Suchfunktion funktioniert nicht	33	3,7
Glossar: fehlender Verweis zu den einzelnen Stichworten	33	3,7
besuchte Komplexe werden nicht markiert	33	3,3
nicht deutlich erkennbar, wie man zum ELS kommt	17	3,1
Page up / Page down Taste funktioniert nicht	17	3,0
www-Adressen können als Link nicht aufgerufen werden	17	2,8
fehlende Druckfunktion	17	2,7
Mausrad nicht nutzbar	67	2,5
Hinweis auf verwendetes Softwareprodukt stört	33	2,4
fehlende Hilfe und Dokumentation	17	2,3
keine Maximierung / Minimierung der Seiten nach Aufruf der „Einführung“	17	2,0
keine Markierung von Textstellen möglich	17	1,8
Cursortasten funktionieren nicht	33	1,8
keine Tastenkombination möglich	17	1,3

Inhalt

In diesem Abschnitt wird die Menge an Informationen und die Qualität der Texte bewertet.

Es wurden zwar 53 Inhaltsprobleme gefunden, doch teilweise waren diese nur Anmerkungen. Beispielsweise gab es Anmerkungen zu fehlenden Erklärungen, zu ändernden Überschriften oder zu Rechtschreibfehlern. Deshalb werden die Inhaltsprobleme hier nicht einzeln aufgelistet, sondern die am schwerwiegendsten eingeschätzten Probleme werden in der Tabelle 12 aufgeführt. Allgemein wurde der Inhalt als sehr gut empfunden. Gerade die Animationen wurden als gelungen dargestellt. So waren sich die Experten einig, dass die Verständlichkeit des Inhaltes gegeben ist. Doch waren 33 % der Experten der Meinung, dass es denkbar ist, dass der Inhalt für Studenten und Nichtwissenschaftler teilweise nicht so leicht verständlich ist.

Da die Experten sich fachlich sehr gut in der Thematik auskennen, sollten sie auch den Inhalt auf Richtigkeit überprüfen. Bis auf einige Anmerkungen wurde von den Experten der Inhalt als korrekt eingestuft.

Mit dem sachlogischen Aufbau waren 83 % der Experten zufrieden. Lediglich 17 % waren der Meinung, dass die Struktur verbessert werden müsste.

Die Hälfte der Experten vermisste eine direkte Übersicht der Lernkomplexe.

Tabelle 12: Inhaltsprobleme Expertentest I, sortiert nach dem Schweregrad

Problem	Anzahl Experten (%)	Schweregrad
Text für Zielgruppe nicht verständlich	33	3,7
kein sachlogischer Aufbau des Inhaltes	17	3,0
Rechtschreibfehler	50	3,0
direkte Übersicht der Lernkomplexe fehlt	50	2,9

Die inhaltliche Qualität von dem E-Learning-System konnte als gut eingestuft werden, wobei die Struktur des Inhaltes und die Formulierungen noch einmal überarbeitet werden musste.

Konsequenzen aus Expertentest I für die Überarbeitung

Das E-Learning-System wurde aufgrund der Ergebnisse des ersten Expertentests intensiv mit den folgenden Schwerpunkten überarbeitet:

- Gestaltung: Der erste Schritt bestand darin, das System grafisch neu zu gestalten und eine Mediendesignerin in das Entwicklungsteam aufzunehmen. Zur Neugestaltung gehörten die neue Farbgestaltung der Nutzeroberfläche und die Verbesserung der Qualität von gescannten Bildern und Grafiken. Die Navigation sollte in der Hinsicht modifiziert werden, das das Aufrufen aller im System integrierten Komponenten (Glossar, Suche im Inhalt etc.) über eine Navigationsleiste am oberen Seitenrand möglich ist. Bisher nicht vorhandene Übungsaufgaben zur Leistungsabfrage wurden eingefügt. Die Geschwindigkeit von Animationen wurde überprüft und verändert, die bisher unauffälligen „Weiter“- und „Zurück“-Buttons wurden farblich deutlich hervorgehoben. Die Überschriften wurden auf eine einheitliche Formatvorlage umgestellt. Textfelder wurden aufgrund von Übersichtlichkeit in ihrer Größe begrenzt.
- Navigation: Auf der Navigationsebene wurde die Erkennbarkeit der Inhalte der einzelnen Lernkomplexe verbessert. Diese Aufgabenstellung wurde durch eine „Mouse Over“-Funktionalität gelöst. Das bedeutet, dass bei Bewegung des Mauszeigers über einen Lernkomplex ein erklärender Text in der rechten Bildschirmecke erscheint.
- Funktionalität: Die bisher nicht vollständige Suchfunktion wurde vervollständigt. Die ausgewiesenen Internetadressen wurden verlinkt. Verschiedene aufgetretene Mängel wie z. B.
 - eine fehlende Druckfunktion,
 - keine Nutzbarkeit des Mousrades oder
 - keine Möglichkeit der Benutzung von Tastenkombinationenkonnten nicht geändert werden, da die eingesetzte Autorensoftware dieses nicht umsetzen konnte.
- Inhalt: Die Textpassagen wurden hinsichtlich ihres Ausdrucks und ihrer Verständlichkeit überarbeitet. Nicht vorhandene sachlogische Textstrukturen wurden neu strukturiert bzw. umgestellt. Rechtschreibfehler wurden behoben. Zu verschiedenen Inhalten wurden Anmerkungen und Ergänzungen einzelner Experten aufgenommen und eingearbeitet.

5.5.2 Ergebnisse Nutzertest I

Entsprechend der Darstellung in Kapitel 5.1 (vgl. Abbildung 28) erfolgte neben dem Expertentest auch ein Nutzertest. Die in Abbildung 28 dargestellte Folge führte dazu, dass als Gegenstand für den ersten Nutzertest die zweite und damit verbesserte Version dient. Außerdem wurde diese Version um zwei Videofilme erweitert. Ein Video zeigt die Durchführung der Milchleistungsprüfung, das zweite Video zeigt die Untersuchung der Milchproben im Labor.

Wie in Kapitel 5.5.1 ausführlich dargestellt, ergab der erste Expertentest die Notwendigkeit der Überarbeitung des gesamten E-Learning-Systems von einer Mediendesignerin. Diese überarbeitete Version wurde von der ersten Studentengruppe evaluiert. Abbildung 42 zeigt die überarbeitete Startseite und Inhaltsseite des Komplex A1 der zweiten Version.

Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung
Haus - Struktur der Inhalte

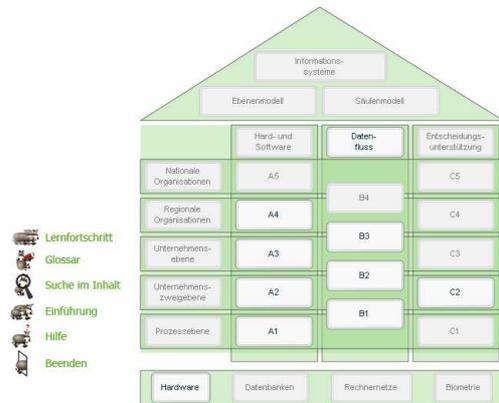


Abbildung 42: Startseite und Inhaltsseite Komplex A1 der zweiten Testversion

Gestaltung des E-Learning-Systems

Da die Farbauswahl der ersten Testversion von den Experten bemängelt wurde, wurde das E-Learning-System in einem angenehmen Grünton gestaltet. Diese Farbauswahl hatte mehrere Gründe.

- Die Farbe Grün wird mit der Landwirtschaft assoziiert.
- Die Farbe Grün hat eine beruhigende Wirkung. Das findet seinen Niederschlag ebenso im Bereich der Medizin, denn es gilt als erwiesen, dass die grüne Operationskleidung eine beruhigende Wirkung auf die Patienten ausstrahlt (WESEMEIER, 2007).
- Weiterhin wirkt die Farbe Grün absorbierend und ist weitestgehend blendfrei.

Die farbige Gestaltung des E-Learning-Systems wurde von den Nutzern zu 80 % als sehr gut empfunden. 20 % wünschten sich eine intensivere Farbe.

Da die Schriftgröße nicht geändert wurde, war es für das Entwicklungsteam wichtig zu wissen, ob die Nutzer dieses bemängeln würden. In diesem Punkt waren sich 20 % einig, dass die Schriftgröße zu klein gewählt wurde. Da jedoch 80 % mit der Schriftgröße einverstanden waren, wurde die gewählte Schriftgröße nicht verändert. Bei dieser Entscheidung wurde auch berücksichtigt, dass eine Anpassung der einzelnen Seiten im E-Learning-System einen großen Aufwand erfordert.

Wie bei dem Expertentest I wurde auch beim Nutzertest I die fehlende Möglichkeit der Vollbildanzeige des E-Learning-Systems kritisiert. Dieses kann der Anwender jedoch durch die Änderung der Pixel (hohe Bildschirmauflösung) steuern.

Die in der zweiten Version verbesserten Bilder und Grafiken wurden als gut empfunden. Lediglich eine Testperson konnte einige Bildausschnitte nicht deutlich erkennen. Oftmals wurde von den Studenten erwähnt, dass die Bilder das Verständnis des Textes erleichtern. Weiterhin wurde die Menüleiste am oberen Bildrand und die Begrüßungsseite als sehr positiv eingestuft.

Basierend auf den Ergebnissen des ersten Nutzertests kann gezeigt werden, dass der Einsatz der Mediendesignerin zu einem deutlichen Fortschritt bezüglich der Gestaltung des E-Learning-Systems geführt hat. So wurden in dieser Evaluationsphase keine wesentlichen Mängel dokumentiert. Auch die „Weiter“- und „Zurück“-Pfeile wurden gut akzeptiert.

Navigation

Das Haus wurde von allen Studenten als zentrales Navigationselement erkannt und als sehr übersichtlich empfunden und bewertet. Das ist auch darin begründet, dass die einzelnen Lernkomplexe nach der Weiterentwicklung in der neuen Version mit einem übersichtlichen Text erklärt wurden, wenn der Mauszeiger über einen Komplex bewegt wird.

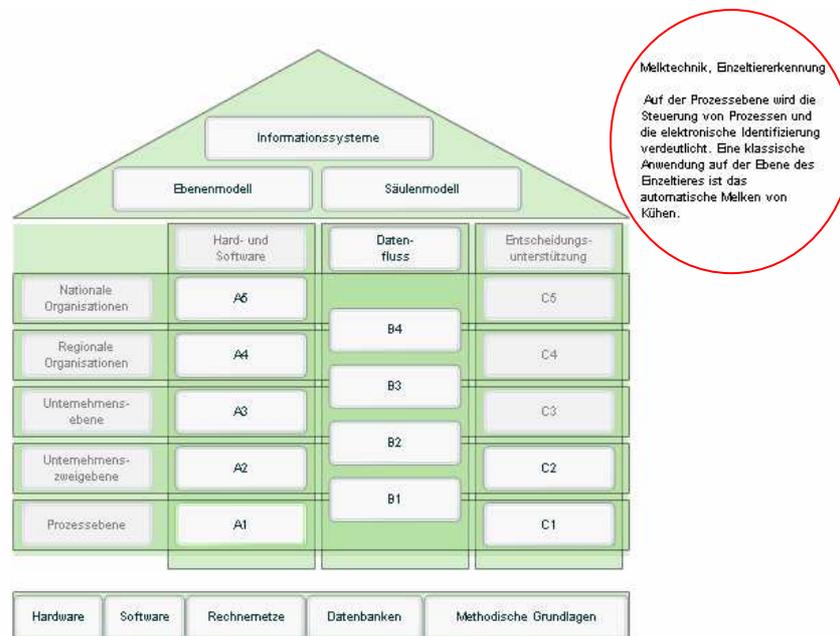


Abbildung 43: Navigationselement

Interessant war, dass 50 % der Nutzer nur die linke globale Menüleiste und 50 % beide (linke und obere) Menüleisten benutzten.

Innerhalb der Seiten verwendeten 60 % der Nutzer die unteren Pfeile, während sich 40 % durch die Wahl eines Unterpunktes im Menü am linken Rand bewegten.

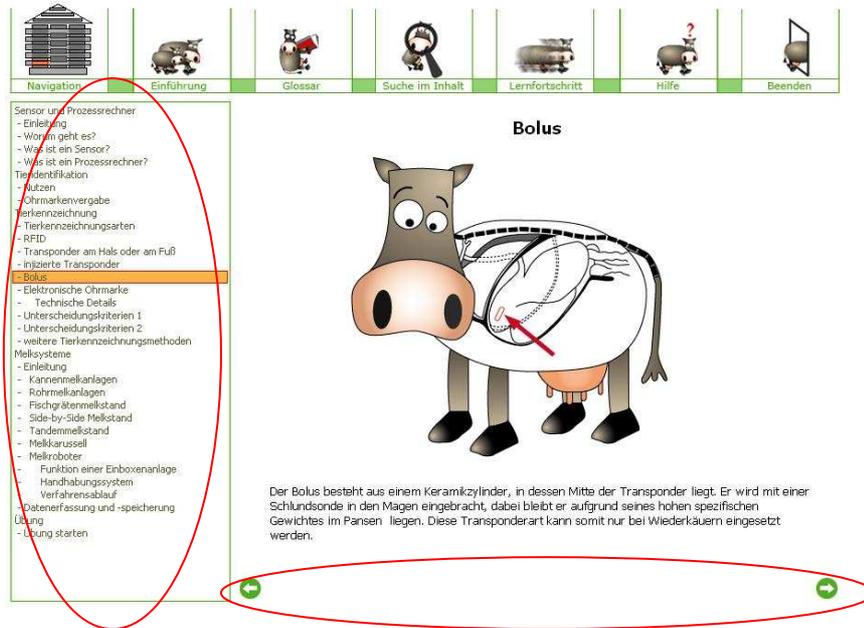


Abbildung 44: Benutzung der Menüleisten

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Nutzer keine Navigationsprobleme festgestellt haben. Daraufhin wurde beschlossen, dass das zentrale Navigationselement nicht mehr verändert wird.

Funktionalität

Bezüglich der Funktionalität wurde von den Testpersonen die Funktionen „Suche im Inhalt“ und das Glossar als sehr gut eingestuft. Der in diesem Zusammenhang festgestellte Mangel war, dass das Glossar laut einer Testperson nur wenige Begriffe enthält. Dieses müsste somit erweitert werden. Ein weiteres Problem war, dass über das Glossar nicht direkt in den Inhalt gelangt werden konnte.

Bei der Funktion „Suche im Inhalt“ wurde der Wunsch geäußert, dass dort ein Hinweis erscheinen soll, in welchem Kapitel die Inhalte zu finden sind. Ein weiterer Mangel an dieser Funktion ist, dass der gesamte Suchbegriff eingegeben werden musste und es nicht ausreicht, ein Wortfragment einzugeben. Dieses war für eine Testperson ein großes Problem, da diese Person Legastheniker ist.

Inhalt

Bezüglich des Inhaltes waren die meisten Schwachstellen Verständnisprobleme, die auf einzelne unklare Erklärungen im System und auf einen zu hohen Schwierigkeitsgrad einiger Inhalte zurückzuführen sind. Als besonders gelungen wurden integrierte Grafiken, Bilder, Videos sowie Animationen empfunden. Kleine Schwachstellen waren z. B. die zu kurze Texteinblendung im „MLP-Video“ oder die fehlende Vertonung der Videos.

Konsequenzen aus Nutzertest I für die Überarbeitung

Insgesamt stieß das E-Learning-System bei den Studenten auf große Akzeptanz. Da es fast keine Beanstandungen bei der Navigation gab, wird nachfolgend der Schwerpunkt auf die Gestaltung, die Funktionalität und die Inhalte gelegt. Im Ergebnis von Nutzertest I ergaben sich die folgenden Änderungen:

- Gestaltung: Die mehrfach als zu klein empfundene Schriftgröße der Texte wurde zwar als änderungswürdig erachtet, jedoch wurde die Anpassung aufgrund des erheblichen Zeitaufwandes nicht durchgeführt. Dieses Problem kann dadurch behoben werden, dass in der Hilfefunktion die optimale Bildschirmauflösung beschrieben wird.
- Funktionalität: Das nur mit geringen Stichworten bestückte Glossar wurde vervollständigt. Eine Verlinkung der Stichworte mit den auftretenden Textpassagen war mit dem verwendeten Autorenprogramm nicht möglich. Die Suche mittels Wortfragmenten konnte ebenfalls nicht realisiert werden, da das Autorenprogramm dieses nicht unterstützt.
- Inhalt: Schwierige Textpassagen wurden überarbeitet. Teilweise wurde der Text durch eine Animation ersetzt. Außerdem mussten die Videos optimiert werden. So sollte zusätzlich eine Steuerungsleiste eingebaut werden, um den Film zu steuern. Da alle Studenten die am Ende gestellten Übungsaufgaben besser beantworten konnten als am Anfang des Tests, konnte ein bedeutsamer Wissenszuwachs nachgewiesen werden.

5.5.3 Ergebnisse Expertentest II

Der zweite Expertentest konnte, wie in Kapitel 5.1 erwähnt, mit nur drei Doppelsexperten durchgeführt werden, da die anderen drei Experten zeitlich nicht zur Verfügung standen. Dabei stellte sich jedoch die Frage, ob drei Experten für die Prüfung des Lernprogramms ausreichen. NIELSEN (1993) erscheint die Anzahl von drei Experten als untere Grenze für die Heuristische Evaluation akzeptabel.

In dieser Version waren die verbesserten Videos und die Animation zur Darstellung der Injektion eines Transponders unter dem Dreiecksknorpel enthalten. Die Videos enthielten nun längere Texteinblendungen und eine Steuerungsleiste. Die einfache Animation wurde zusätzlich zum Text erstellt, da viele Testpersonen nicht einordnen konnten, wo das Scutulum (Dreiecksknorpel) zu finden ist, obwohl es beschrieben wurde.

Insgesamt wurden nur sehr wenige Schwachstellen am E-Learning-System festgestellt. Lediglich acht Usability- und nur drei Inhaltsprobleme wurden entdeckt. Interessant ist, dass kein Problem von den drei Experten gemeinsam gefunden wurde. Die Beurteilung der Probleme nach der vorgegebenen Schweregradskala (Abbildung 45) zeigt, wie bereits beim ersten Expertentest, dass die meisten Probleme mit einem hohen Schweregrad bewertet wurden.

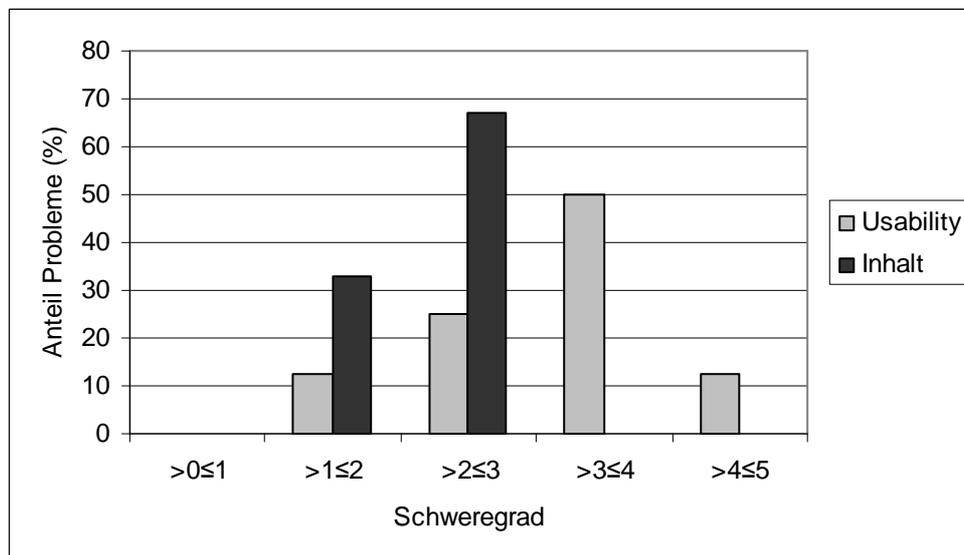


Abbildung 45: Anteil der Probleme (%) nach dem Schweregrad, Expertentest II

Gestaltung

Durch die Ergebnisse der ersten Evaluationsphase wurde das E-Learning-System komplett neu gestaltet. Deshalb war es besonders wichtig zu wissen, ob die Neugestaltung des Lernprogramms den Experten zugesagt hat.

Die Bewertung der Gestaltung durch die Experten fiel sehr positiv aus. Kein Experte hatte Gestaltungsprobleme entdeckt. Somit hat sich der Aufwand der Mediendesignerin auch aus Sicht der Bewertung durch die Experten gelohnt und die Gestaltung wird nicht weiter verändert.

Navigation

Bezüglich der Navigation wurden ebenso keine Schwachstellen mehr beobachtet. Das im ersten Evaluationszyklus identifizierte Problem, wonach nicht erkennbar ist, was sich hinter jedem Lernkomplex befindet, wurde in diesem Expertentest nicht genannt.

Somit wird das „Hausmodell“ nicht mehr geändert.

Funktionalität

Alle Probleme, die in dem Expertentest II entdeckt wurden, waren Schwachstellen in der Funktionalität. Wie in Tabelle 13 ersichtlich, wurde ein Problem sogar mit dem Schweregrad 5 bewertet. Dieses Problem war, dass das Lernprogramm bei einer Testperson ungewollt beendet wurde, als diese die Hilfefunktion aufrufen wollte. Auch weitere erkannte Schwachstellen wurden mit einem hohen Schweregrad beurteilt.

Tabelle 13: Funktionsprobleme Expertentest II, sortiert nach dem Schweregrad

Problem	Anzahl Experten (%)	Schweregrad
Absturz beim Aufruf der Hilfefunktion	33	5
Suchfunktion funktioniert nicht	33	4
Hilfefunktion ist nicht eingebunden	33	4
Abspielen des Videos nicht möglich	33	4
kein Weiterkommen mit der „Pfeil-Weiter-Taste“ in C2 vom Laktationsverlauf zur Vorhersagefunktion	33	3,5
nicht erkennbar, wann die letzte Seite erreicht ist	33	3
Lernfortschrittfunktion nicht vorhanden	33	2,5
keine Tastenkombination möglich	33	2

Inhalt

Da der Inhalt in der Evaluationsphase I kaum Mängel vorwies, wurde er auch in der zweiten Evaluationsphase als sehr gut empfunden. Lediglich drei Schwachstellen sind den Experten aufgefallen, die in der Tabelle 14 aufgeführt werden.

Tabelle 14: Inhaltsprobleme Expertentest II, sortiert nach dem Schweregrad

Problem	Anzahl der Experten (%)	Schweregrad
Testfragen in Säule A fehlen	33	3
Rechtschreibfehler	33	2,3
ein Programmanbieter in Tabelle im Komplex A2 fehlt	33	2

Konsequenzen aus Expertentest II für die Überarbeitung

Für die Gestaltung und Navigation wurden in dem Expertentest II keine neuen Mängel festgestellt.

- Funktionalität: Die Hilfefunktion wurde eingebunden. Diese Schwachstelle wurde schon in der ersten Evaluationsphase bemängelt. Doch aus Zeitgründen war es bis zum Test nicht möglich, dieses Problem zu beheben. Weiter wurde die Lernfortschrittfunction erarbeitet. Instabilitäten des E-Learning-Systems konnten nicht abgestellt werden, da bei weiteren Versuchen diese Fehler nicht erneut auftraten.
- Inhalt: Die bemängelten inhaltlichen Probleme konnten vollständig beseitigt werden.

5.5.4 Ergebnisse Nutzertest II

Die neu erstellte vierte Version des E-Learning-Systems wurde nun von Personen getestet, die bereits ihr Studium absolviert haben. Entsprechend der Erklärungen in Abschnitt 5.3 sind diese Testpersonen die Nutzergruppe II des Lernprogramms.

Gestaltung

In dieser Testgruppe bemängelte eine Testperson die Farbauswahl des E-Learning-Systems. Nach Einschätzung einer Person war das Lernprogramm zu hell. Doch die restlichen Testpersonen waren mit der Farbe einverstanden, so dass die Farbe nicht verändert wurde.

Weitere Kritikpunkte waren zum einen die zu kleine Schriftgröße (50 % der Testpersonen) und zum anderen, dass keine Möglichkeit besteht, das Lernprogramm als Vollbild anzuzeigen (20 % der Testpersonen).

Die Bilder, Grafiken, Videos und Animationen wurden von allen Testpersonen als sehr gut empfunden. Sie würden sich sogar noch mehrere Animationen in dem E-Learning-System wünschen. Ebenfalls wurde vermerkt, dass die Kombination von Text mit den anderen Lernobjekten das E-Learning-System interessanter gestaltet.

Navigation

Das „Haus“ wurde von 90 % der Testpersonen als zentrales Navigationselement erkannt. Lediglich eine Person hatte Probleme mit der Navigation. Erst durch das Eingreifen des Coaches konnte der Proband mit Hilfe des Hauses im E-Learning-System navigieren.

Funktionalität

Die Funktionen „Suche im Inhalt“, Hilfe und das Glossar wurden von allen Probanden als sehr hilfreich empfunden. Probleme bei der Programmstabilität gab es bei einer Testperson, da dort eine Animation (Laktationskurve) zwar gestartet wurde, aber nach diversen Veränderungen der Parameter, keine neuen Befehle mehr angenommen hat. Das übrige E-Learning-System konnte jedoch weiter ordnungsgemäß genutzt werden.

Inhalt

Der Inhalt wurde von allen Testpersonen als sehr gut empfunden, jedoch waren einige Details störend. Zum einen war z. B. ein Kapitel zu detailliert beschrieben, einige Begriffe wurden nicht eindeutig erklärt und die Texteinblendungen der Videos waren noch immer zu kurz.

Konsequenzen aus Nutzertest II für die Überarbeitung

Nach diesem Testdurchlauf war sich das Entwicklungsteam einig, dass dies die letzte Evaluation des gesamten E-Learning-Systems ist und dass im nächsten Zyklus nur die neu hinzukommende Animation evaluiert werden sollte. Dieser Entschluss ergab sich aus der Analyse der Ergebnisse des Nutzertestes II, da nur noch sehr wenige Schwachstellen gefunden wurden und es sich hierbei im Wesentlichen um eine Wiederholung der bereits mit vorherigen Tests aufgedeckten Probleme handelte und diese nicht ohne großen Aufwand geändert werden konnten.

5.5.5 Ergebnisse Expertentest III

Wie im letzten Kapitel beschrieben, wurde in der nächsten Evaluationsphase nur eine Animation getestet. Dabei wurde unter anderem der Frage nachgegangen, wie die Animation die Verstehens- und Behaltensleistung beeinflusst. Den Testpersonen wurde eine Animation zum Thema „Das gemischte lineare Modell“ angeboten (Abbildung 46). Mit Hilfe dieser Animation wird die für die Nutzer meist schwer verständliche Modellbildung visualisiert. Das Modell wird schrittweise aufgebaut. Im ersten Schritt werden die Einflussgrößen des Modells nacheinander eingefügt. Der zweite Schritt erklärt die Datenherkunft (Prozessebene, Managementebene). Der nachfolgende Modellaufbau geschieht schrittweise bis zur Matrixschreibweise und zu den allgemeinen Modellgleichungen. Im weiteren Schritt wird mit Hilfe eines konkreten Beispiels gezeigt, wie die Milchleistung einzeltierbezogen vorausgeschätzt wird.

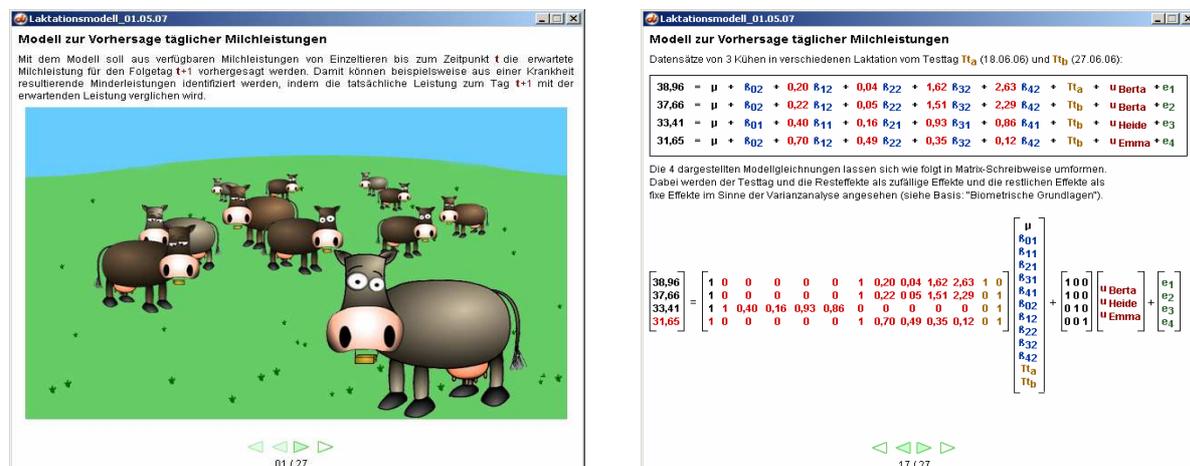


Abbildung 46: Screenshots aus der Animation: „Das gemischte lineare Modell“

Die Experten fanden keine Schwachstellen bezüglich der Usability. Lediglich drei Rechtschreibfehler wurden entdeckt. Insgesamt ist dieser Test sehr positiv verlaufen. Alle Experten empfanden diese Animation als sehr gelungen. Deshalb wurde die Animation auch nicht mehr, außer der Korrektur der Rechtschreibfehler, verändert. Somit konnte diese Version ohne Veränderungen von den potentiellen Nutzern getestet werden.

5.5.6 Ergebnisse Nutzertest III

Der Nutzertest III wurde, wie in Kapitel 5.4 beschrieben, mit Studenten durchgeführt. Die Beurteilung der Animation durch die Studenten fiel ebenfalls positiv aus. Die befragten Nutzer waren sich einig, dass der Aufbau der Modellgleichungen verständlich ist. Bei Nutzung des gemischten linearen Modells gaben die Testpersonen an, dass mit Hilfe dieser Animation die komplexen Zusammenhänge deutlicher werden. Das zeigte sich auch darin, dass alle gestellten Fragen am Ende des Nutzertests richtig beantwortet wurden. In einer abschließenden Gesamteinschätzung gaben alle Studenten an, dass sie das E-Learning-System nutzen würden, auch wenn es kostenpflichtig wäre. Gerade zur Vor- bzw. Nachbereitung der Präsenzveranstaltungen ist das Lernprogramm förderlich.

Die einzige Kritik bestand darin, dass die Funktion der verfügbaren Pfeile unter der Animation (vgl. Abbildung 46) nicht richtig erkannt wurde. 29 % der Nutzer waren der Meinung, dass das Benutzen der äußeren Pfeile zur Folge hat, dass die letzte Seite der Animation erreicht wird. Als Konsequenz ergibt sich daraus, dass die Funktion der Pfeile in der Hilfe beschrieben werden muss.

6 Diskussion und Schlussfolgerungen

Mit der vorliegenden Arbeit wird die inhaltliche Entwicklung und Evaluierung von E-Learning-Systemen am Beispiel „Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung“ beschrieben.

Die Motivation für diese Themenstellung folgte aus dem bekannten Sachverhalt, wonach die Nutzung von E-Learning mit Vorteilen, aber auch mit bedeutsamen Nachteilen verbunden ist (vgl. Kapitel 2.1.2). Danach bestehen bedeutsame Vorteile:

- in der leichteren Visualisierung von komplexen Lerninhalten, insbesondere durch Nutzung von Animationen,
- in der Möglichkeit einer zeit- und ortsunabhängigen Wissensvermittlung, um so den unterschiedlichen Lerngewohnheiten des Nutzers gerecht zu werden und
- in der Chance einer individuellen Steuerung des Lernweges und Kontrolle des Lernfortschrittes.

Bei Beachtung dieser Vorteile wäre zu erwarten, dass E-Learning-Systeme weit verbreitet sind. Doch Deutschland gleicht hinsichtlich des Einsatzes computerunterstützter Lernangebote eher einem Entwicklungsland (BACK, 2004). Dieses ist, wie bereits in Kapitel 2.6 erwähnt, für den Agrarbereich besonders zutreffend. So sind im Agrarbereich deutliche Defizite bezüglich der Entwicklung von E-Learning-Systemen zu erkennen. Dabei sind gerade an den Hochschulen den Lehrenden als auch den Lernenden die Vorteile des E-Learning durchaus bewusst. Die dennoch beobachtete Situation eines geringen Einsatzes wird jedoch verständlich, wenn die mit E-Learning verbundenen Nachteile betrachtet werden.

Bedeutsame Nachteile sind vor allem:

- der direkte Kontakt zwischen Lehrenden und Lernenden fehlt,
- die Anforderungen an die Selbstdisziplin der Lernenden sind hoch,
- die Aufwendungen für die Entwicklung von E-Learning-Systemen sind hoch und
- die Anwendung von E-Learning ist nur für komplexe Lerninhalte mit einem hohen Visualisierungsbedarf gerechtfertigt.

Der erstgenannte Nachteil „fehlender Kontakt“ kann durch eine Kombination von E-Learning mit Präsenzveranstaltungen im Sinne eines „Blended Learning“ nahezu aufgehoben werden. Damit verbunden ist auch eine starke Reduzierung des zweiten Nachteils, da mit Blended

Learning eine stärkere direkte Motivation der Lernenden verbunden ist. Der weiterhin genannte Nachteil ist eher als Hemmnis zu bezeichnen und betrifft den enormen Entwicklungsaufwand für E-Learning-Systeme, während der letztgenannte Nachteil als Beschränkung aus inhaltlicher Sicht anzusehen ist.

In Kenntnis dieser Zusammenhänge wird versucht, bereits bei der Konzipierung des vorliegenden Systems

- die Vorteile auszuschöpfen und
- die Nachteile (Hemmnisse) durch die Unterstützung einer nachhaltigen Entwicklung für das vorliegende, aber auch künftig zu entwickelnde Systeme, zu mildern.

Entsprechend resultierte für die vorliegende Arbeit die Zielstellung für das zu entwickelnde E-Learning-System

- den Zusammenhang zwischen Lernobjekten und Lerninhalten zu untersuchen sowie die Wiederverwendbarkeit der Lernobjekte zu sichern,
- den Zusammenhang zwischen Lernobjekten und Wissensarten zu untersuchen,
- Lerntheorien auszuwählen und deren Kombination zu prüfen und
- dem Ansatz nachzugehen, durch eine entwicklungsbegleitende Evaluation eine hohe gestalterische und inhaltliche Qualität zu sichern und dafür verfügbare Evaluationsmethoden auszuwählen und zu prüfen.

Der mit der Nutzung von E-Learning-Systemen verbundene Vorteil einer besseren Abbildung komplexer Sachverhalte muss auch dahingehend interpretiert werden, dass nur bei komplexen Inhalten die Anwendung von E-Learning sinnvoll ist. Dabei bietet gerade der Agrarbereich mit seinen vielfältigen biologischen, ökonomischen und technischen Einflussgrößen und der damit verbundenen Komplexität gute Möglichkeiten zur Nutzung multimedialer Elemente. Unter diesem Gesichtspunkt wurde das Lehrgebiet „Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung“ gewählt. Dieses Lehrgebiet ist innerhalb der Agrarinformatik gut abgrenzbar, da für dieses Teilgebiet bereits eine gute Stoffstrukturierung und entsprechende Lehrerfahrungen mit multimedialen Elementen vorliegen. Daher erschien dieses Themengebiet besonders für die multimediale Umsetzung geeignet.

Zusammenhang zwischen Lernobjekten und Wissensarten sowie Wiederverwendbarkeit von Lernobjekten

Eine Voraussetzung für die erfolgreiche Entwicklung und den Einsatz eines E-Learning-Systems ist die Aufbereitung der Lerninhalte und die detaillierte Strukturierung des Lernstoffes. Dabei erwies sich die Strukturierung bis auf die Ebene der Lernobjekte (LO) als unverzichtbar. Die Betrachtung der LO als kleinste Struktureinheiten ist vor allem in Zusammenhang mit zwei Gesichtspunkten bedeutsam:

- im Zusammenhang mit einer standardisierten Dokumentation der LO als Grundlage einer Wiederverwendung und
- im Zusammenhang mit einer gezielten Zuordnung der LO zu Wissensarten.

Zunächst soll der erstgenannte Gesichtspunkt besprochen werden. Wie bereits betont, zwingt der enorme Entwicklungsaufwand für LO von vornherein, den Aspekt der Wiederverwendbarkeit zu berücksichtigen. Das gilt wegen der knappen Entwicklungsressourcen besonders für den Agrarbereich. Wiederverwendbarkeit bedeutet die mehrfache Verwendung von LO in anderen Lehrveranstaltungen. Für die Mehrfachnutzung ist es aber zwingend, internationale Entwicklungen auf dem Gebiet der Standardisierung zu berücksichtigen, die im SCORM-Standard ihren Niederschlag finden. Entsprechend ist die SCORM-Unterstützung durch Autorenwerkzeuge und Learning Management Systeme zwingend. Das begründet auch die Entscheidung für Authorware als das zum Zeitpunkt des Entwicklungsbeginns einzig verfügbare Autorenwerkzeug mit SCORM-Unterstützung.

Aufgrund der Entwicklungszeit von vier Jahren ist hinsichtlich der Softwareentwicklung und auch gerade im Hinblick auf Autorenwerkzeuge bis zum heutigen Tage eine rasante Entwicklung bezüglich der Anzahl von Autorensoftware festzustellen. Ein Umschwenken der zum Entscheidungszeitpunkt getroffenen Wahl der Software erschien jedoch nicht sinnvoll. Die wissenschaftliche Begleitung des Projektes zeigte, dass die getroffene Wahl ausreichend für die gewünschte Zielerfüllung ist. Um die Pflege und Weiterentwicklung von E-Learning-Systemen in ihrem Aufwand gering zu halten und daneben an Entwicklungen für die Anwenderfreundlichkeit teilzunehmen, ist es von großer Wichtigkeit, bei der Entscheidung für die Software auf Anbieter mit stetiger Entwicklung ihrer Produkte zu achten. Authorware als Autorenwerkzeug erfüllt mit kleinen Ausnahmen (vgl. Kapitel 4.2) die Anforderungen an die Erstellung von E-Learning-Systemen.

Ebenfalls zur Einhaltung des SCORM-Standards fiel die Entscheidung für ILIAS als ein Learning Management System. Dieses System hat zusätzlich noch den Vorteil, als Open

Source zur Verfügung zu stehen (vgl. Kapitel 4.2). Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass ILIAS an der Martin-Luther-Universität in das System Stud.IP (Studienbegleitender Internetsupport von Präsenzlehre) integriert ist.

Der Gesichtspunkt der Wiederverwendung hat auch zwingende Konsequenzen für den Aufbau des gesamten E-Learning-Systems und begründet die an anderer Stelle entwickelte Struktur von E-Learning-Systemen mit den Bestandteilen Learning Management System (LMS), Autorenwerkzeug (AT) und Content Management System (CMS) (WALTHER et al., 2005). Daraus folgt, dass die umfangreiche SCORM-Dokumentation nur dann hilfreich ist, wenn gleichzeitig über ein CMS auch eine Ablage und Recherche der LO möglich sind. Dazu wurde ein eigenes CMS erarbeitet. Diese Inhaltsverwaltung ist intuitiv bedienbar und auch für Autoren ohne Programmierkenntnisse leicht bedienbar. Auf die medienneutrale Datenhaltung wurde dabei besonderer Wert gelegt. Das bedeutet, dass die LO unabhängig vom Datenformat archiviert werden können.

Die Betrachtung der LO als kleinste Struktureinheit erwies sich aber auch aus der Sicht einer gezielten Zuordnung zu Wissensarten als sehr vorteilhaft. Wird die LO-Gliederung betrachtet, so zeigt sich ein von Text bis Animation zunehmender Entwicklungsaufwand. Bei gleichzeitiger Betrachtung der Wissensarten Faktenwissen, Zusammenhangwissen und Methoden- und Handlungswissen ergab sich eine spezifische Bedeutung der LO für diese Wissensarten (vgl. Kapitel 4.6). Faktenwissen wurde vor allem mit Hilfe von Text in Kombination mit Bildern, Grafiken und Tabellen vermittelt. Bei der Vermittlung von Zusammenhangwissen wurden dieselben Lernobjekte eingesetzt. Anspruchsvolles Methoden- und Handlungswissen konnte am Besten mit Hilfe von Animationen, insbesondere mit der Möglichkeit der Interaktivität, dargestellt werden. Wie bereits mehrfach erwähnt, begrenzt der enorme Aufwand für die Entwicklung von Animationen deren Nutzung und zwingt zu deren Wiederverwendbarkeit.

Der gefundene Zusammenhang zwischen LO und Wissensarten kann bei der Planung künftiger E-Learning-Systeme genutzt werden.

Umsetzung von Lerntheorien

Die Debatte um die Lerntheorien zeigt, dass in unregelmäßigen Abständen jeweils andere Sichtweisen dominieren. In dem vorliegenden E-Learning-System hat sich die Mischung der drei vorgestellten Lerntheorien (Behaviorismus, Kognitivismus und Konstruktivismus) als sinnvoll erwiesen. Wie in Kapitel 2.3 beschrieben, hat jede Lerntheorie ihre Stärken und Schwächen. Die zu wählende Lerntheorie hängt von der jeweiligen Wissensart ab.

Trotz zahlreicher Kritik an der behavioristischen Lerntheorie eignet sie sich hervorragend um einfaches Faktenwissen zu vermitteln und das Wissen mit Hilfe von Multiple-Choice Aufgaben abzufragen. Diese einfachen Übungsaufgaben sind in einem E-Learning-System gut nutzbar, da der Anwender sofort eine positive oder negative Rückmeldung erhält und die erhaltene Punktzahl jederzeit in dem Menüpunkt Lernfortschritt abgerufen werden kann.

Kognitive Lerntheorien wurden vor allem bei der realitätsnahen Darstellung von Lerninhalten eingesetzt. Das E-Learning-System bettet die Lerninhalte in konkrete Anwendungskontexte der Agrarinformatik ein und regt die Lernenden mit Hilfe von Animationen an, Zusammenhänge zu entdecken.

Weiterhin sollte Lernen mit digitalen Medien immer durch konstruktives Lernen unterstützt werden, da die konstruktive Lerntheorie die Bedeutung von selbstgesteuertem und entdeckendem Lernen betont. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass viele Anwender nicht an selbstorganisiertes Lernen gewöhnt sind. Um einen negativen Einfluss auf die Lernmotivation zu vermeiden, sollte die Lernfähigkeit gezielt gefördert und die Anwender schrittweise an ein eigenverantwortliches Lernen herangeführt werden. Gerade E-Learning eignet sich dazu, Lernenden den Lerninhalt handlungsorientiert anzubieten. Dieses ermöglicht eine schnelle Umsetzung des Gelernten.

Bei der Planung und Entwicklung eines E-Learning-Systems sollte sich nicht auf die Anwendung nur einer Lerntheorie begrenzt werden, sondern die Erkenntnisse verschiedener Lerntheorien für die verschiedenen Wissensarten gezielt nutzen, wie es in der vorliegenden Arbeit getan wurde.

Entwicklungsbegleitende Evaluation

Verbunden mit dem enormen Entwicklungsaufwand für E-Learning-Systeme folgt der Zwang zu einer entwicklungsbegleitenden Evaluation. Das kann durch die eigenen Untersuchungen nachdrücklich unterstrichen werden. Zu Recht ist daher die Evaluation als essentieller Bestandteil der Gestaltung und Entwicklung von Lernprogrammen zu sehen. Aus Sicht der Entwickler sind formative, also entwicklungsbegleitende, Evaluationsansätze besonders

wichtig. Demgegenüber steht jedoch ein Mangel an entwicklungsbegleitenden Evaluationsansätzen, die den spezifischen Anforderungen an E-Learning-Systemen gerecht werden. Die häufig anzutreffende Skepsis gegenüber dem Nutzen einer Evaluation ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass viele Evaluationsansätze keine konkreten Ergebnisse erbringen oder die Ergebnisse erst nach Abschluss eines Projektes vorliegen. Deshalb sollten Evaluationsansätze eingesetzt werden, die rechtzeitig Informationen bereitstellen. Für eine Evaluation stehen verschiedene Methoden zur Verfügung (vgl. Kapitel 2.5.2). In der vorliegenden Arbeit wurden Experten- und Nutzertests durchgeführt. Tabelle 15 stellt die verschiedenen Evaluationsmethoden noch einmal in einer Übersicht dar.

Die Entscheidung für die Heuristische Methode als Expertentest und die Coaching Methode als Nutzertest gegenüber den weiteren in Tabelle 15 dargestellten Methoden lassen sich wie folgt zusammenfassend begründen:

- Die Einsetzbarkeit in einem frühen Entwicklungsstadium.
- Die Anzahl der Testpersonen ist gering. Der Auswertungsaufwand kann effizient gestaltet werden.
- Qualitative Aussagen können in kurzer Zeit getroffen werden.
- Frühzeitige Erhebungen ermöglichen schnelle Entwicklungsanpassungen.
- Die Test-Infrastrukturen sind nicht aufwändig.

Ein weiteres Auswahlkriterium war die Anzahl der mit einer Methode zu erkennenden Probleme. Gerade die Heuristische Methode findet im Vergleich zu den anderen Methoden die meisten Schwachstellen.

Wie in Tabelle 15 zu erkennen ist, bezieht die Heuristische Methode jedoch keine Nutzer mit ein. Dieser Nachteil wird von der Coaching Methode aufgehoben.

Die Evaluation verlief in sog. Zyklen, in denen jeweils ein Expertentest und ein Nutzertest nacheinander durchgeführt wurden. Bereits nach dem ersten Evaluationszyklus hat sich die Tauglichkeit der gewählten Evaluationsmethoden gezeigt. So ist es mit geringem personellen und zeitlichen Aufwand möglich, eine Vorstellung über die Schwachstellen des E-Learning-Systems zu gewinnen und darauf aufbauend, effektiv die notwendigen Änderungen am System hinsichtlich Design und Inhalt vorzunehmen.

Tabelle 15: Vergleich der Evaluationsmethoden

Methode	Vorteile	Nachteile	Schwierigkeiten	Benötigte Nutzer
Heuristische Methode	findet die meisten Probleme; benötigt nur 3-5 Experten	bezieht keine echten Nutzer mit ein	Experte sollte erfahren sein	keine
Cognitive Walkthrough	genaue Untersuchung des Systems, findet die Gründe für die Fehler	bezieht keine echten Nutzer mit ein; findet nur ca. 40 % der Probleme, hoher Aufwand	kann ermüdend sein und auf unnütze Details eingehen	keine
Pluralistic Walkthrough	wie Cognitive Walkthrough, bezieht Nutzer mit ein	hoher Aufwand	Entwickler muss direkte (oft harte) Kritik ertragen können	mindestens 1 Nutzer
Feature Inspection	geeignet, um zu untersuchen, inwieweit der Benutzer Neuerungen akzeptieren könnte	nur einzelne Aspekte werden getestet und nicht das gesamte System	Experte sollte erfahren sein	keine
Lauter Denken	erfasst das Missverständnis des Nutzers am genauesten; sehr effizient	eher unnatürlich für Nutzer; findet nur ca. 40 % der Probleme	sollte aufgezeichnet werden	3-5
Constructive Interaction	natürlicher für die Testpersonen als beim „Lauten Denken“	Aufzeichnungen eines solchen Tests könnten irreführend sein, wenn die zwei Personen verschiedene Methoden des Lernens verfolgen	sollte aufgezeichnet werden	3-5
Coaching Methode	wird von den Testpersonen natürlicher als „Lauter Denken“ und „Constructive Interaction“ empfunden, motivierend für Testpersonen	Coach ist oftmals nicht ganz neutral	benötigt einen Coach und einen Beobachter	3-5
Beobachtung	zeigt die wahren Anforderungen der Nutzer in einer natürlichen Umgebung	keine Kontrolle durch den Experimentleiter	sollte aufgezeichnet werden	3 oder mehr
Videokonfrontation	Aussagen sind informativer als beim „Lauten Denken“	Videaufnahmen können die Testpersonen hemmen	sehr aufwendig	3-5
Fokusgruppen	spontane Reaktion und Gruppendynamik	schwer zu analysieren	schwierig einen Termin zu vereinbaren	5-8 pro Gruppe
Fragebögen	subjektive Benutzerwünsche; leicht wiederholbar	Pilot-Test notwendig, wenige Probleme werden entdeckt	braucht ausreichend viel Bestätigung, um signifikant zu sein	> 30

Die gewählte Vorgehensweise, wonach den Problemen ein Schweregrad zugeordnet wurde, erlaubte die Abarbeitung der Mängel entsprechend einer Prioritätenliste. Teilweise machten die Evaluatoren zur Behebung der Mängel bereits konkrete Vorschläge, die für ein Redesign nutzbar waren.

Die Ergebnisse der Experten- und Nutzertests belegen, dass das E-Learning-System nach Durchführung einer formativen Evaluation bereits nach der ersten Evaluationsphase nur noch geringe Probleme aufwies. Lagen bei dem ersten Evaluationstest noch viele Probleme vor, so war das Lernprogramm schon vor dem ersten Nutzertest deutlich verbessert (Abbildung 47). Weiterhin ist in dieser Abbildung zu erkennen, dass die gefundenen Fehler mit jedem Test geringer wurden. Es wurden in dieser Abbildung nur die ersten zwei Evaluationsphasen berücksichtigt, da in der dritten Evaluationsphase nur ein Teil des E-Learning-Systems bewertet wurde.

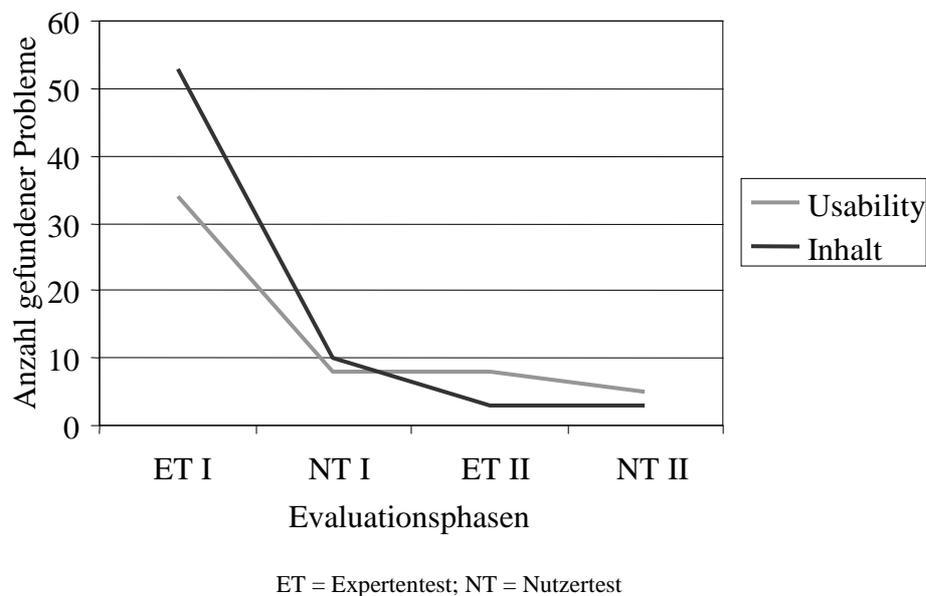


Abbildung 47: Verlauf der Anzahl gefundener Probleme in den einzelnen Evaluationsphasen

Ebenso konnten durch die Evaluation auf Basis der Expertenurteile und Nutzerbefragungen die Inhalte besser vermittelt werden. Die Überarbeitung der Oberflächen und der Navigationselemente brachte erhebliche Erleichterungen bezüglich der Handhabung des E-Learning-Systems. Die Navigation im E-Learning-System wurde vollständig neu entwickelt, da die Navigation in dem Autorensystem Authorware nur über einen statischen Aufbau mit lediglich linearen Vor- und Rücksprüngen verfügte. Für das vorliegende Lerngebiet war dieses jedoch nicht ausreichend, da die Themengebiete komplex miteinander vernetzt sind. Die Gestaltung der Benutzeroberfläche war keine triviale Aufgabe. Das Navigationselement

sollte als Leitsystem fungieren, den Anwender durch das E-Learning-System führen und ihn dabei nicht kognitiv überlasten. Letzteres würde zu einer Desorientierung führen und somit kontraproduktiv sein. So sollte der Anwender jederzeit wissen, wo er sich in dem System befindet. Die Evaluation hat hierbei gezeigt, dass sich das Hausmodell zur Navigation in dem E-Learning-System hervorragend eignet. Weiterhin kann dieses wieder verwendbare Navigations- und Orientierungselement für beliebige Lerninhalte genutzt werden. Es steht als Open Source unter <http://flashhouse.sourceforge.net> zur Verfügung und kann somit auch auf andere Sachverhalte übertragen werden. Weiterhin wurde das Hausmodell so implementiert, dass Anpassungen leicht möglich sind.

Die Kombination der LO in unserem System wurde von 80 % der Probanden positiv bewertet. Die am Ende der Nutzertests gestellten Lernkontrollfragen bewiesen die Wirksamkeit der Wissensvermittlung durch das E-Learning-System. So wurden 75 % der vor der Systemnutzung unbekanntenen Lernkontrollfragen richtig beantwortet.

Die Positionierung und Inhalte der verwendeten Videos wurden ausnahmslos positiv bewertet. Betont wurden vor allem die realitätsnahen Abläufe. Die aus der Evaluation resultierenden Hinweise der Nutzer führten zu einem nachträglichen Einbau einer Steuerung der Videos, um die Videos anzuhalten oder zurückzuspulen. Wegen der Unvertontheit der Videos in dem E-Learning-System wurden Schrifteinblendungen zur Erklärung von Prozessen verwendet. Bemängelt wurde teilweise die zeitlich zu kurze Schrifteinblendung. Dieser Mangel konnte ohne großen Aufwand von den Entwicklern behoben werden.

Animationen (sowohl einfache als auch interaktive) wurden durchgehend positiv bewertet. Ein Anteil von 60 % der Nutzer fordert den Einbau weiterer Animationen.

Von einem hohen Anteil der Testpersonen (77 %) wurden die Texte positiv bewertet, da sie kurz, prägnant und verständlich verfasst sind. Die Hälfte der Anwender wies darauf hin, dass sie das E-Learning-System nicht benutzen würden, wenn ausschließlich Text im E-Learning-System vorhanden wäre. Für die Lesbarkeit ist die Schriftgröße des Textes von enormer Wichtigkeit. So wünscht sich die Mehrheit der Testpersonen (69 %) eine größere Schriftgröße.

Durch eine formative Evaluation war es möglich, unter wissenschaftlicher Begleitung in kurzer Zeit ein funktionsfähiges und den aktuellen Anforderungen genügendes E-Learning-System zu erstellen, so dass dieses Vorgehen für ähnliche Entwicklungsarbeiten zur Nachnutzung empfohlen werden kann.

7 Zusammenfassung

Die Zielstellung der vorliegenden Arbeit war es, methodische Untersuchungen zur Entwicklung von E-Learning-Systemen vorzunehmen. Am Beispiel des E-Learning-Systems „Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung“ wurde der Zusammenhang von Lernobjekten und Lerninhalten untersucht, eine bewusste Auswahl und Kombination von Lerntheorien vorgenommen sowie geprüft, wie mit Hilfe einer entwicklungsbegleitenden Evaluation eine hohe inhaltliche und gestalterische Qualität des Systems zu sichern ist. Dazu waren entsprechende Evaluationsmethoden auszuwählen und zu prüfen.

Die Entwicklung von E-Learning-Inhalten ist mit einem hohen Aufwand verbunden. Daher war die strikte Einhaltung von Standards zur Sicherung der Nachnutzbarkeit und der leichteren Aktualisierbarkeit von Inhalten zwingend. Das entwickelte E-Learning-System besteht aus den Komponenten Learning Management System (LMS), Authoring Tool (AT) und Content Management System (CMS). Die Umsetzung eines Lerninhaltes erfolgte als aggregiertes Lernobjekt (LO), das mit dem LMS ILIAS zusammenarbeitet. Für jedes dieser LO wurde ein SCORM konformer Datensatz mit Metadaten erzeugt. LO sind in dem E-Learning-System die kleinsten Struktureinheiten und beziehen sich auf Texte, Bilder, Grafiken, Tabellen und Animationen. Authorware als Authoring Tool wurde für die Herstellung von LO verwendet. Darüber hinaus wurde für die Ausgestaltung der Themen aufgrund ihrer inhaltlichen Komplexität verstärkt auf Animationen zurückgegriffen, die mit Flash erstellt wurden. Aufgrund des großen Erstellungsaufwandes dieser LO wurde besonderen Wert auf deren Wiederverwendbarkeit gelegt. Über ein CMS ist es möglich, LO abzulegen und nach diesen bei Nutzung der entsprechend des SCORM-Standards erzeugten Metadaten zu recherchieren. Damit wird die mehrfache Verwendung desselben LO über das LMS unterstützt.

Bei der Entwicklung des E-Learning-Systems erfolgte eine differenzierte Nutzung der LO. Die Differenzierung ergibt sich aus der unterschiedlichen Bedeutung der Wissensarten. Zur Vermittlung von Fakten- und Zusammenhangwissen wurden vor allem Text in Kombination mit Bildern, Grafiken und Tabellen eingesetzt. Methoden- und Handlungswissen konnte am besten mit Hilfe von Animationen dargestellt werden.

Mit Hilfe der Kombination der unterschiedlichen LO konnte das E-Learning-System effizient gestaltet werden. Die Systementwicklung zeigte, dass die an der zu vermittelnden Wissensart orientierte gezielte Nutzung von LO zu einer wirksamen Unterstützung des Lernprozesses führte.

Um den Lernprozess zu unterstützen war es auch von besonderer Wichtigkeit, Lerntheorien gezielt zu nutzen. In dem vorliegenden E-Learning-System hat sich eine Kombination der drei Lerntheorien (Behaviorismus, Kognitivismus und Konstruktivismus) als sinnvoll erwiesen. So war es möglich, die einzelnen Vorteile jeder Lerntheorie zu nutzen. Dabei eignete sich die Lerntheorie des Behaviorismus hervorragend, um Faktenwissen zu vermitteln und das Wissen am Ende eines Lernkomplexes mit Hilfe von Multiple-Choice-Aufgaben abzufragen. Die Lerntheorie des Kognitivismus wurde zur realitätsnahen Darstellung von Lerninhalten eingesetzt. So konnte mit Hilfe von Animationen der Lernende angeregt werden, Zusammenhänge zu entdecken. Die Lerntheorie des Konstruktivismus wurde durch das Hausmodell als zentrales Navigationselement im E-Learning-System unterstützt. Das Hausmodell ermöglicht die freie Gestaltung des Lernweges, so dass ein selbstangepasstes und selbstorganisiertes Lernen möglich war.

Für den erfolgreichen Einsatz eines E-Learning-Systems ist die Sicherung der Nutzerakzeptanz und des Lernerfolges von großer Bedeutung. Zu diesem Zweck wurde das E-Learning-System durchgehend entwicklungsbegleitend evaluiert. Nach einer Analyse der verschiedenen Evaluationsmethoden wurde die Heuristische Methode für den Expertentest und die Coaching Methode für den Nutzertest ausgewählt.

Beide Methoden ermöglichten mit vergleichsweise geringem personellen und zeitlichen Aufwand eine Vorstellung über die Schwachstellen des E-Learning-Systems wie inhaltliche Mängel, fehlende Informationen, Strukturprobleme, Navigationsprobleme und technische Mängel zu gewinnen. Darauf aufbauend konnten notwendige Änderungen am System hinsichtlich Design und Inhalt gezielt vorgenommen werden. Die gewählten Methoden der Evaluation zeigten eine hohe Wirksamkeit bei der Schwachstellenerkennung und sind daher auch für eine Nachnutzung zu empfehlen.

Die Evaluation verlief in mehreren Zyklen, in denen jeweils ein Expertentest und ein Nutzertest nacheinander durchgeführt wurden. Diese Schritte wurden solange wiederholt, bis die vom Projektteam vorgegebenen Qualitätsziele erreicht waren. Somit ging diese Evaluation iterativ vor, d. h., Ergebnisse der Evaluation wurden in den Entwicklungsprozess

zurückgekoppelt, darauf basierende Änderungen wurden dann zu einem späteren Zeitpunkt erneut evaluiert. Somit war eine kontinuierliche Einflussnahme auf das System noch während der Entwicklung gewährleistet.

Die Evaluation zeigte, dass die gefunden Schwachstellen schon nach der zweiten Evaluationsphase so gering waren, dass in der dritten Phase nicht mehr das gesamte E-Learning-System, sondern nur noch eine neu hinzukommende Animation getestet werden musste.

Das entwickelte E-Learning-System „Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung“ wurde für Studenten der Agrarwissenschaften konzipiert. Es unterstützt die Studenten bei der Vor- bzw. Nachbereitung der Vorlesungen der Agrarinformatik und wurde als Blended Learning angelegt. Weiterhin ist es für die Weiterbildung von Absolventen geeignet.

Nach Umsetzung der theoretischen und praktischen Voraussetzungen sowie dem Abschluss der dritten Evaluationsphase konnte das E-Learning-System bis zur Anwendungsreife entwickelt werden.

8 Summary

The objective of this study was to carry out methodical tests on the development of e-learning systems. Using the example of the e-learning system, “Information Systems in Dairy Farming”, the interconnection of learning objects and learning contents was examined and a methodical selection and combination of learning theories was undertaken and tested to establish how the high quality of the contents and design of the system could be guaranteed, using an evaluation carried out concomitantly with the development of the project. Achieving these aims entailed selecting and testing appropriate evaluation methods.

Since the development of e-learning contents involves a great deal of expense, it was imperative strictly to observe standards for ensuring that the contents could be reused and updated easily. The e-learning system that has been developed comprises the following components: Learning Management System (LMS), Authoring Tool (AT) and Content Management System (CMS). Learning contents were implemented in the form of aggregated learning objects (LO) that act in concert with the LMS ILIAS. A SCORM-compliant data set with metadata was produced for each of these learning objects. Learning objects are the smallest structural units in the e-learning system and relate to texts, pictures, graphics, tables and animations. Authorware was used as an authoring tool for the production of learning objects. Extensive use was also made of animations produced by Flash in designing the topics, because of the complexity of their contents. Particular importance was attached to the reusability of the learning objects in view of the great expense involved in their design and development. It is possible to file learning objects via a CMS and to search for them using the metadata produced in accordance with the SCORM standard, thereby supporting the multiple use of the same learning object via the LMS.

A differentiated use of the learning objects was used in developing the e-learning system. The differentiation results from the varying importance of the types of knowledge. Text in combination with pictures, graphics and tables was primarily used for conveying factual and contextual knowledge. Methods and procedures were best conveyed by animations.

With the help of the combination of the different learning objects, it was possible to design the e-learning system efficiently. The system development showed that the targeted use of learning objects geared to the type of knowledge to be conveyed led to an effective support of the learning process.

In order to support the learning process, it was also particularly important to use learning theories in a targeted way. A combination of the three learning theories (behaviourism, cognitivism, and constructivism) proved advantageous in this e-learning system, enabling the individual advantages of each learning system to be utilised. In this respect, the learning system of behaviourism proved to be excellent for conveying factual knowledge and for recalling knowledge at the end of a learning complex with the help of multiple choice tasks. The learning theory of cognitivism was used for the realistic representation of learning contents, with the learners being stimulated to discover connections with the help of animations. The learning theory of constructivism was supported by the house model as a central navigation element in the e-learning system. The house model gives learners a free hand in designing the learning path, enabling them to structure and organise themselves learning geared to their own needs.

Ensuring user acceptance and learning success is of great importance if an e-learning system is to be used successfully. To that end, a continuous evaluation of the e-learning system was conducted concomitantly with the development. Following an analysis of the different evaluation methods, the heuristic method and the coaching method were selected for the expert test and the user test respectively.

Both methods identified weak spots in the e-learning system, such as defects in contents, missing information, structural problems, navigation problems and technical defects, at comparatively little expense in terms of staff costs and time. Building on this information, it was possible to make the necessary design and content changes to the system in a targeted way. The methods of evaluation chosen proved to be extremely effective in identifying weak spots and are therefore also to be recommended for subsequent use.

The evaluation was carried in several cycles, with both an expert test and a user test being carried out in succession in each of the cycles. These steps were repeated until the quality goals set by the project team had been attained. This evaluation thus proceeded iteratively, i.e. the results of the evaluation were fed back into the development process, with the changes based on that process then being re-evaluated at a later point. This enabled a continuous control to be exerted on the system right at the development stage.

The evaluation showed that by the end of the second evaluation phase the weak spots identified were of such a minor nature that it was no longer necessary to test the entire e-learning system in the third phase, but only a new, additional animation.

The e-learning system “Information Systems in Dairy Farming” has been designed for agricultural science students. It supports students in the preparations and follows-up to lectures on agricultural information technology and has been designed as blended learning. It is also suitable for the advanced training of graduates.

After implementation of the theoretical and practical requirements and the completion of the third evaluation phase, it was possible to develop the e-learning system to the point where it could be put into use.

9 Literaturverzeichnis

- ABICHT, L.; DUBIEL, G. (2003): E-Learning in der beruflichen Weiterbildung. In: Peters, S. (Hg.): Lernen und Weiterbildung als permanente Personalentwicklung. Band 1. Veröffentlichung zur Ringvorlesungsreihe „Innovationsfaktor Weiterbildung in der Wirtschaft“. Rainer Hampp-Verlag. München, Mering, S. 157-170.
- ALBRECHT, R. (2003): E-Learning in Hochschulen. Die Implementierung von E-Learning an Präsenzhochschulen aus Hochschuldidaktischer Perspektive. Dissertation. http://www.dissertation.de/index.php3?active_document=/FDP/3898256863.pdf (letzter Zugriff: 04.10.2007).
- AMELINGMEYER, J. (2002): Wissensmanagement: Analyse und Gestaltung der Wissensbasis von Unternehmen, Deutscher Universitäts-Verlag.
- AMMON, C.; SPILKE, J. (2005): Comparison of fixed-and random-regression models using different functional approaches of lactation curves for milk yield forecasts. In (Boaventura Cunha, J.; Morais, R., Hrsg.): EFITA/WCCA 2005 / Conference of the European Federation for Information Technology in Agriculture, Food and Environment and World Congress on Computers in Agriculture and Natural Resources Joint Conference Proceedings (Vila Real, Portugal), Univ. de Trás-os-Montes e Alto Douro, 25.-28.07.2005, S. 630-635.
- ANDERSON, J. R. (1996): Kognitive Psychologie. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg.
- ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R. (2001): A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Addison Wesley Longman. New York.
- APFLAUER, R.; REITER, A. (2002): Vorwort der Redaktion. In: Baumgartner, P.; Häfele, H.; Maier-Häfele, K. (2002): E-Learning: Didaktische und technische Grundlagen. Sonderheft des bm:bwk 5/2002. Austria.
- ARNOLD, P. (2005): Einsatz digitaler Medien in der Hochschullehre aus lerntheoretischer Sicht. www.e-teaching.org/didaktik/theorie/lerntheorie/arnold.pdf (letzter Zugriff: 12.11.2007).
- ARNOLD, P.; KILIAN, L.; THILLOSEN, A.; ZIMMER, G. (2004): E-Learning. Handbuch für Hochschulen und Bildungszentren. Didaktik, Organisation, Qualität. BW Bildung und Wissen. Nürnberg.
- BACK, A. (2004): Deutschland hinkt beim E-Learning hinterher. In: Newsletter E-Learning 1/2004, 4. Jahrgang <http://www.learningcenter.unisg.ch> (letzter Zugriff: 08.01.2007).
- BALLSTAEDT, S. P. (1997): Wissensvermittlung. Die Gestaltung von Lernmaterial. Beltz Psychologische Verlags Union. Weinheim.

- BALZERT, H. (1996): Lehrbuch der Software-Technik. Software-Entwicklung. Spektrum Akademischer Verlag. Berlin, Heidelberg.
- BALZERT, H. (1998): Lehrbuch der Software-Technik. Software-Management, Software-Qualitätssicherung, Unternehmensmodellierung. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin.
- BAUMGARTNER, P. (2003): Didaktik, eLearning-Strategien, Softwarewerkzeuge und Standards- Wie passt das zusammen? In: Baumgartner, P.; Franzen, M. (Hrsg.): Mensch und E-Learning. Beiträge zur Didaktik und darüber hinaus. Aarau / Schweiz.
- BAUMGARTNER, P.; PAYR, S. (1994): Lernen mit Software. Reihe Digitales Lernen; Österreichischer Studien Verlag, Innsbruck.
- BAUMGARTNER, P.; HÄFELE, H.; MAIER-HÄFELE, K. (2002): E-Learning: Didaktische und technische Grundlagen. Sonderheft des bm:bwk 5/2002. Austria.
- BITKOM (2007): Markt für Lernsoftware zieht kräftig an. http://www.bitkom.org/48430_48445.aspx (letzter Zugriff: 08.11.2007).
- BLAICH, R. (2007): Veranstaltungs-Web des Instituts für Sonderkulturen und Produktionsphysiologie der Universität Hohenheim. <https://www.uni-hohenheim.de/lehre370/index.htm> (letzter Zugriff: 25.11.2007).
- BLUMSTENGEL, A. (1998): Entwicklung hypermedialer Lernsysteme http://dsor.upb.de/~blumstengel/main_index_titel.html (letzter Zugriff: 28.08.2007).
- BOEHM, B. (1981): Software Engineering Economics. Prentice-Hall.
- BOEHM, B. (1986): A Spiral Model of Software Development and Enhancement. In: ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, Vol.11.
- BREITNER, M. H. (2005): Multimedia und technologiebasierte Lehr- und Lernangebote. http://www.iwi.uni-hannover.de/lv/mtll_ss05/MTLL060605.pdf (letzter Zugriff: 08.11.2007).
- BRUGGER, R. (2001): Die Erstellung von wiederverwendbaren Inhalten für Web-basierte Kurse. http://diuf.unifr.ch/people/brugger/papers/01_gmwtagung/content-reuse.html (letzter Zugriff: 08.11.2007).
- BRUNS, B.; GAJEWSKI, P. (2002): Multimediales Lernen im Netz - Leitfaden für Entscheider und Planer. 2. Auflage Springer Verlag. Berlin.
- BUREY, K.F.; BOYLE, J. M.; EVEY, R. J.; NEAL, A. S. (1982): Windowing versus scrolling on a visual display terminal. In: Human Factors, 24, S. 385-394.
- CLARK, R. C.; MAYER, R. E. (2002): E-Learning and the science of instruction. Proven Guidelines for consumers and designers of multimedia learning. Jossey-Bass/Pfeiffer. San Francisco.

- DEGEVAL (2005): Standards für Evaluation. http://www.degeval.de/index.php?class=Calimero_Webpage&id=9025#D (letzter Zugriff: 08.11.2007).
- DITTLER, U. (2003): E-Learning. Einsatzkonzepte und Erfolgsfaktoren des Lernens mit interaktiven Medien. Oldenbourg Verlag. München, Wien.
- DODDS, P. (2004): Sharable Content Object Reference Model (SCORM)- Content Aggregation Model (CAM) Version 1.3.1 (Specification). <http://www.adlnet.gov/downloads/index.aspx> (Zugriff: 09.11.2007).
- DOLUSCHITZ, R.; SPILKE, J. (2002): Agrarinformatik. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart.
- DUDEN (2006): Die deutsche Rechtschreibung. Dudenverlag.
- DUMAS, J. S.; REDISH, J. C. (1994): A Practical Guide To Usability Testing. 2nd edition. Norwood, Ablex Publishing. NJ.
- EBERHARDT, J. (2007): www.lernsite.de/glossarindex.php (letzter Zugriff: 15.11.2007).
- EHLERS, U. (2002): Qualität beim E-Learning: Der Lernende als Grundkategorie bei der Qualitätssicherung. In: Deutsche Gesellschaft für Erziehungswissenschaft (Hrsg.) Medienpaed.com – Onlinezeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung.
- FAHR, R.-D.; LENGERKEN V., G. (2003): Handbuch Milcherzeugung. Grundlagen- Prozesse- Qualitätssicherung. Deutscher Fachverlag.
- FRENZEL, N.; FREHSE, P.; HEINIG, R.; PENZKOFER, T. (2004): Entwicklung von E-Learning im Pharmabereich unter dem Aspekt des Situierten Lernens. <https://www-user.tu-chemnitz.de/~hren/Bericht.pdf> (letzter Zugriff: 14.09.2007).
- GLINZ, M. (2006): Software-Engineering. Kapitel 13: Prozesse und Prozessmodelle. http://www.ifi.unizh.ch/serg/fileadmin/downloads/teaching/courses/software_engineering_ws0607/fohlen/Kapitel_13_Proz_u_Prozmod_01.pdf (letzter Zugriff: 15.11.2007).
- GROB, H. L.; SEUFERT, S. (1996): Vorgehensmodelle bei der Entwicklung von CAL-Software. Arbeitsbericht. Arbeitsbereich: Institut für Wirtschaftsinformatik. Münster.
- HANSEN, S. (2007): Bedarfsgerechte Lehr-Lernarrangements. Zielgruppen- und ressourcenorientierte Planung von Inhalten, Methoden und Medien. Dissertation. Josef Eul Verlag, Lohmar.
- HEGNER, M. (2003): Methoden zur Evaluation von Software. IZ-Arbeitsbericht Nr. 29. http://www.gesis.org/Publikationen/Berichte/IZ_Arbeitsberichte/pdf/ab_29.pdf (letzter Zugriff: 17.10.2007).

- HERCZEG, M. (2004): Software-Ergonomie. Grundlagen der Mensch-Computer-Kommunikation. Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- HIPFL, I (2003): Handbuch eLearning in den Geisteswissenschaften. Projekt „EMIL“, Elektronische Medien in der Lehre der Geisteswissenschaften. http://grips.uni-graz.at/material/emil_handbuch.pdf (letzter Zugriff: 20.08.2007).
- HORTON, W. (2001): Evaluating E-Learning. American Society for Training & Development (ASTD).
- JOHNS, H. (2004): Verteilte Kooperation in der Hochschullehre-Evaluation im „multimedialen Verbundprojekt, Hochschulen für Gesundheit“. In: Meister, D.; Tergan, S.-O.; Zentl, P. (Hrsg.). Evaluation von E-Learning-Zielrichtungen, methodologische Aspekte, Zukunftsperspektiven. Waxmann. Münster.
- JONASSEN, D. H.; MAYES, T.; MC ALEESE, R. (1993): A manifesto for a constructive approach to uses of technology in higher education. In: Duffy, T. M.; Lowyck, J.; Jonassen, D. H.; Welsh, T. M. (Hrsg.): Designing environments for constructive learning. Springer. Berlin.
- KERRES, M. (1998): Multimediale und telemediale Lernumgebungen. Konzeption und Entwicklung, Oldenbourg Verlag. München.
- KIRKPATRICK, D. L. (1987): Evaluation. In: Craig, R. L. (Ed.): Training and Development Handbook. Mc Graw- Hill. New York.
- KIRKPATRICK, D.L. (1994): Evaluating training programs: The four levels. US: Berrett-Koehler. San Francisco.
- KOHN, W. (2003): E-Learning in der D.A.S.-Versicherung - Ein Erfahrungsbericht. In: Dittler, U. (Hrsg.): E-Learning. Einsatzkonzepte und Erfolgsfaktoren des Lernens mit interaktiven Medien. Oldenbourg Verlag. München, Wien.
- KRISTÖFL, R.; SANDTNER, H.; JANDL, M. (2006): Qualitätskriterien für E-Learning - Ein Leitfaden für Lehrer/innen, Lehrende und Content-Ersteller/innen. <http://www.bildung.at/ext/bmbwk/downloads.php> (letzter Zugriff: 18.10.2007).
- KRÖGER, H.; REISKY, A. (2004): Blended Learning - Erfolgsfaktor Wissen. In: Meder, N. (Hrsg.). Wissen und Bildung im Internet. Band 6. Bertelsmann Verlag. Bielefeld.
- KRON, F. S.; SOFOS, A. (2003): Mediendidaktik. Neue Medien in Lehr- und Lernprozessen. Ernst Reinhardt Verlag. München, Basel.
- LANG, M.; PÄTZOLD, G. (2002): Multimedia in der Aus- und Weiterbildung. Grundlagen und Fallstudien zum netzbasierten Lernen. Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst GmbH & Co. KG. Köln.

- LEWIS, C.; RIEMAN, J. (1994): Task-Centered User Interface Design. <ftp://ftp.cs.colorado.edu/pub/distribs/clewis/HCI-Design-Book/> (letzter Zugriff: 18.12.2007).
- LEWIS, C.; WHARTON, C. (1997): Cognitive Walkthroughs. In: Helander, M. G.; Landauer, T. K.; Prabhu, P. (Hrsg.): Handbook of Human- Computer Interaction. Elsevier Science B.V. Amsterdam.
- LTSC (2002): Draft Standard for Learning Object Metadata. http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf (letzter Zugriff: 09.11.2007).
- MAGNUS, S. (2001): E-Learning. Die Zukunft des digitalen Lernens im Betrieb. Gabler Verlag. Wiesbaden.
- MAIR, D. (2005): E-Learning - Das Drehbuch. Handbuch für Medienautoren und Projektleiter. Springer Verlag. Heidelberg, Berlin.
- MANDL, H.; WINKLER, K. (2002): Neue Medien als Chance für problemorientiertes Lernen an der Hochschule. In: Issing, L. J.; Stärk, G. (Hrsg.): Studieren mit Multimedia und Internet. Ende der traditionellen Hochschule oder Innovationsschub?, Waxmann Verlag. Münster.
- MANDL, H.; WINKLER, K. (2004a): eLearning zwischen Euphorie und Ernüchterung: Auf dem Weg zu einer neuen Lernkultur. In: Roters, G.; Turecek, O.; Klingler, W. (Hrsg.): E-Learning. Trends und Perspektiven. Schriftenreihe der Baden-Badener Sommerakademie (Bd. 4, S.19-26). Vistas. Berlin.
- MANDL, H.; WINKLER, K. (2004b): Vom E-Learning zum Blended Learning – Trends und zukünftige Entwicklungen. In: Schiefer, G.; Wagner, P.; Morgenstern, M.; Rickert, U. (Hrsg.): Integration und Datensicherheit - Anforderungen, Konflikte und Perspektiven. Referate der 25. GIL Jahrestagung, 8.-10. September 2004. Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings Volume P-49. Bonn.
- MAYER, T.; PFÄNDER, C.; WELLMANN, A. (2004): Evaluation vom Bedarf bis zum Transfer: Einsatz eines webbasierten Werkzeugs zur Qualitätssicherung in der Bildung. In: Tergan, S.-O.; Schenkel, P. (Hrsg.): Was macht E-Learning erfolgreich? Grundlagen und Instrumente der Qualitätsbeurteilung. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg.
- MEIR, S. (2006): http://lehrerfortbildungbw.de/elearning/moodle/unterricht/material/2_meir_9-19.pdf (letzter Zugriff: 18.10.2007).
- MESCHENMOSER, H. (2002): Lernen mit Multimedia und Internet. In: Bönsch, M.; Kaiser, A. (Hrsg.): Basiswissen Pädagogik. Unterrichtskonzepte und –techniken. Band 5. Schneider Verlag. Hohengehren.

- MOLICH, R.; NIELSEN, J. (1990): Improving A Human-computer Dialogue. In: Communications of the ACM, 33 (3). S. 338-348.
- NIEGEMANN, H. M.; HESSEL, S.; HOCHSCHEID-MAUEL, D.; ALANSKI, K.; DEIMANN, M.; KREUZBERGER, G. (2004): Kompendium E-Learning. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg.
- NIELSEN, J. (1993): Usability Engineering. Morgan Kaufmann Publishers.
- NIELSEN, J. (1994): Heuristic Evaluation. In: Nielsen, J.; Mack, R. (Hrsg.): Usability Inspection Methods. John Wiley & Sons. New York.
- NIELSEN, J. (1996): Putting the User in User-Interface Testing. IEEE Software, Vol.13, Nr.3, pp. 89-90.
- NIELSEN, J. (2000): Designing Web Usability. New Riders. Indianapolis.
- NIELSEN, J.; LORANGER, H. (2006): Prioritizing Web Usability. New Riders. Indianapolis.
- ONESTAT (2004): <http://www.onestat.com> (letzter Zugriff: 28.06.2006).
- PIETZNER, V. (2002): Lernkontrolle im „Vernetzten Studium-Chemie“ – Entwicklung und Evaluation eines Konzepts am Beispiel des Kapitels „Addition von Halogenen an Doppelbindungen“. Dissertation. http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?idn=965380912&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=965380912.pdf. (letzter Zugriff: 09.11.2007).
- POLSANI, P. R. (2003): Use and Abuse of Reusable Learning Objects (Nr. 164). Journal of Digital Information. <http://jodi.tamu.edu/Articles/v03/i04/Polsani/> (letzter Zugriff: 09.11.2007).
- PUSCHER, F. (2001): Das Usability-Prinzip: Wege zur benutzerfreundlichen Website. dpunkt-Verlag. Heidelberg.
- RAUBUCH, M. (2007): Konzept und Realisierung eines interdisziplinären e-Learning Angebotes. <http://www.uni.kassel.de/hrz/db4/extern/elearning/latest/FB11/einl/einlindx.html> (letzter Zugriff: 25.11.2007).
- REINMANN-ROTHMEIER, G. (2003): Didaktische Innovation durch Blended Learning. Leitlinien anhand eines Beispiels aus der Hochschule. Hans Huber Verlag. Bern.
- REINMANN-ROTHMEIER, G.; MANDL, H. (2001): Virtuelle Seminare in Hochschule und Ausbildung. Hans Huber Verlag. Bern.

- RISER, U.; KEUNEKE, J.; HOFFMANN, B.; FREIBICHLER, H. (2002): Konzeption und Entwicklung interaktiver Lernprogramme. Kompendium und multimedialer Workshop Lernen interaktiv. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg.
- SAILER-BURCKHARDT, R. (2002): IntEgrated Learning. SmartBooks. Kilchberg.
- SALOMON, G. (2002): Hochschulbildung und die Herausforderung des Informationszeitalters. In: Issing, L. J.; Stärk, G. (Hrsg.): Studieren mit Multimedia und Internet. Ende der traditionellen Hochschule oder Innovationsschub? Medien in der Wissenschaft. Band 16. Waxmann Verlag. Münster.
- SAUTER, A. M.; SAUTER, W.; BENDER, H. (2004): Blended Learning. Effiziente Integration von E-Learning und Präsenztraining. Luchterhand.
- SCHÄFFER, E. (2002): Konzept zur Evaluation von E-Learning Angeboten im Rahmen von VISU (Virtuelle Saar-Universität).
www.ceval.de/de/downloads/workpaper/workpaper4.pdf (letzter Zugriff: 18.10.2007).
- SCHENKEL, P. (2000): Ebenen und Prozesse der Evaluation. In: Schenkel, P.; Tergan, S.-O.; Lottmann, A. (Hrsg): Qualitätsbeurteilung multimedialer Lern- und Informationssysteme. Evaluationsmethoden auf dem Prüfstand. BW Bildung und Wissen. Verlag und Software GmbH. Nürnberg.
- SCHENKEL, P.; TERGAN, S.-O.; LOTTMANN, A. (2000): Einführung und Überblick. In: Schenkel, P.; Tergan, S.-O.; Lottmann, A. (Hrsg): Qualitätsbeurteilung multimedialer Lern- und Informationssysteme. Evaluationsmethoden auf dem Prüfstand. BW Bildung und Wissen. Verlag und Software GmbH. Nürnberg.
- SCHIEFER, G.; HAUSEN, T. (2004): E-Learning - Integration von Technologie und Ausbildungskonzepten - erste Erfahrung aus Pilotprojekten. In: Schiefer, G.; Wagner, P; Morgenstern, M.; Rickert, U. (Hrsg): Integration und Datensicherheit - Anforderungen, Konflikte und Perspektiven. Referate der 25. GIL Jahrestagung, 8.-10. September 2004, Lecture Notes in Informatics (LNI)- Proceedings Volume P-49. Bonn.
- SCHULMEISTER, R. (2001): Szenarien netzbasierten Lernens. In: Wagner, E.; Kindt, M. (Hrsg.): Virtueller Campus. Szenarien – Strategien - Studium. Münster.
- SCHULMEISTER, R. (2004): Didaktisches Design aus hochschuldidaktischer Sicht.
http://www.izhd.uni-hamburg.de/pdfs/Didaktisches_Design.pdf (letzter Zugriff: 07.09.2007).
- SCHULMEISTER, R. (2007): Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie – Didaktik - Design. Oldenbourg Verlag. München, Wien.

- SCHULZ, U. (2007): Usability-Evaluation. In: <http://www.bui.fh-hamburg.de/pers/ursula.schulz/webusability/evaluation.html> (letzter Zugriff: 13.11.2007).
- SCHULZE, C.; SPILKE, J.; LEHNER, W. (2004): Informationsbedarfsanalyse als Grundlage der Datenmodellierung im Rahmen des Precision Farming. In: Schiefer, G.; Wagner, P.; Morgenstern, M.; Rickert, U. (Hrsg): Integration und Datensicherheit - Anforderungen, Konflikte und Perspektiven. Referate der 25. GIL Jahrestagung, 8.-10. September 2004, Lecture Notes in Informatics (LNI)- Proceedings Volume P-49. Bonn.
- SCHULZE, C.; SPILKE, J.; LEHNER, W. (2007): Data modeling for Precision Dairy Farming within the competitive field of operational and analytical tasks. In: Computers and electronics in agriculture. Volume 59. Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam. S. 39-55.
- SCHÜPBACH, E.; GUGGENBÜHL, U.; KREHL, C.; SIEGENTHALER, H.; KAUFMANN-HAYOZ, R. (2003): Didaktischer Leitfaden für E-Learning. h.e.p.-Verlag. Bern.
- SCHWEIBENZ, W.; THISSEN, F. (2003): Qualität im Web. Benutzerfreundliche Webseiten durch Usability Evaluation. Springer Verlag.
- SEEL, N. M.; AL-DIBAN, S.; HELD, S.; HESS, C. (1998): Didaktisches Design multimedialer Lernumgebungen - Theoretische Positionen, Gestaltungsprinzipien, empirische Befunde. In: Dörr, G.; Jüngst, K. L. (Hrsg.): Lernen mit Medien: Ergebnisse und Perspektiven zu medial vermittelten Lehr- und Lernprozessen. Juveta Verlag. Weinheim.
- SHNEIDERMANN, B. (2002): User Interface Design. 3.Auflage. mitp- Verlag. Bonn.
- SKINNER, B. F. (1973): Science and Human Behavior. [http:// www.bfskinner.org/SHBtext.pdf](http://www.bfskinner.org/SHBtext.pdf) (letzter Zugriff: 24.08.2007).
- SPILKE, J. (2003a): Antrag des E-Learning Projektes.
- SPILKE, J. (2003b): Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung. In: Fahr, R.-D.; von Lengerken, G. (Hrsg.): Milcherzeugung. Grundlagen, Prozesse, Qualitätssicherung. Deutscher Fachverlag GmbH. Frankfurt am Main.
- STANGL, W. (2007): eLearning, E-Learning, Blended Learning. <http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/LERNEN/Elearning.shtml> (letzter Zugriff: 03.12.2007).
- STAWICKI, M. (2004): e-learning ohne Zukunft? http://www.axin.de/print/spree_01.pdf (letzter Zugriff: 22.11.2007).

- STOCKMANN, R. (2004): Wirkungsorientierte Programmevaluation: Konzepte und Methoden für die Evaluation von E-Learning. In: Meister, D.; Tergan, S.-O.; Zentl, P. (Hrsg.). Evaluation von E-Learning - Zielrichtungen, methodologische Aspekte, Zukunftsperspektiven. Waxmann. Münster.
- SWERTZ, C. (2004): Selbstevaluation im Online-Lernen. In: Meister, D. M. (Hrsg.). Online-Lernen und Weiterbildung. Bildung und Neue Medien. VS Verlag.
- SWR (2004): Präsidentenwahl 2004. Das Wahlsystem der USA. <http://www.swr.de/international/de/2004/03/04/beitrag1.html> (letzter Zugriff: 13.11.2007).
- TERGAN, S.-O. (2000): Grundlagen der Evaluation: Ein Überblick. In: Schenkel, P.; Tergan, S.-O.; Lottmann, A. (Hrsg.): Qualitätsbeurteilung multimedialer Lern- und Informationssysteme. Evaluationsmethoden auf dem Prüfstand. BW Bildung und Wissen. Verlag und Software GmbH. Nürnberg.
- TERGAN, S.-O. (2004): Realistische Qualitätsevaluation von E-Learning. In: Meister, D.; Tergan, S.-O.; Zentl, P. (Hrsg.): Evaluation von E-Learning - Zielrichtungen, methodologische Aspekte, Zukunftsperspektiven. Waxmann. Münster.
- THISSEN, F. (2003): Vorwort. In: Thissen, F. (Hrsg.): Multimedia-Didaktik in Wirtschaft, Schule und Hochschule. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg.
- VON OHR, S.; BOOCHS, P.-W.; RICKERT, K. (2001). Das Autorenwerkzeug „Authorware“. In: Albrecht, R.; Wagner, E. (Hrsg.): Lehren und Lernen mit neuen Medien. Medien in der Wissenschaft; Band 12. Waxmann. Münster.
- WALTHER, P.; GIEBLER, P.; SPILKE, J. (2005): Standardisierung im E-Learning – Entwicklungsstand und Anwendungsbeispiel aus dem Agrarbereich. In: Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft (GIL) Zeitschrift für Agrarinformatik; 13. Jahrgang. Landwirtschaftsverlag. Münster. S.27-32.
- WALTHER, P.; GIEBLER, P.; SPILKE, J.; MEYER, R. (2006a): Standardization of e-learning- stage of development and importance for agriculture. In (Boaventura Cunha, J.; Morais, R., Hrsg.): EFITA/WCCA 2005 / Conference of the European Federation for Information Technology in Agriculture, Food and Environment and World Congress on Computers in Agriculture and Natural Resources Joint Conference Proceedings (Vila Real, Portugal), Univ. de Trás-os-Montes e Alto Douro, 25.-28.07.2005.
- WALTHER, P., MEYER, R., GIEBLER, P., SPILKE, J., HEINECKE, A. (2006b): „flashhouse“- konfigurierbares Navigationsinstrument für E-Learning-Systeme. In: elektronische Zeitschrift für Agrarinformatik, Heft 2/2006.
- WENDT, M. (2003): Praxisbuch CBT und WBT konzipieren, entwickeln, gestalten. Carl Hanser Verlag. München, Wien.

WESEMEIER, K. (2007): persönliche Mitteilung.

WISWEDE, G. (2004): Sozialpsychologie-Lexikon. Oldenbourg Wissenschaftsverlag. München.

WOTTAWA, H.; THIERGAU, H. (1990): Lehrbuch Evaluation. Huber. Bern.

ZIMMER, A. (2001): Usability Inspection <http://pcptpp030.psychologie.uni-regensburg.de/student2001/Skripten/Zimmer/u-inspection.html>. (letzter Zugriff: 08.11.2007).

ZINTL, V. (2006): Lernen mit System. Effektiver Lernen in der Pflege. Urban & Fischer Verlag.

Liste der Publikationen:

- WALTHER, P.; GIEBLER, P.; SPILKE, J.; MEYER, R. (2005): Standardization of E-Learning – Stage of Development and Importance for Agriculture. 5th Conference of the European Federation for Information Technology in Agriculture, Food and Environment and 3rd World Congress on Computers in Agriculture and Natural Resources, July 25-28, 2005 Vila Real, Portugal. Proceedings p. 702-707.
- MEYER, R.; WALTHER, P.; GIEBLER, P.; SPILKE, J. (2006): Evaluation des E-learning-Systems „Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung“ Methoden und Ergebnisse. In: Wenkel, K.-O.; Wagner, P.; Morgenstern, M.; Luzi, K.; Eisermann, P.: Land- und Ernährungswirtschaft im Wandel – Aufgaben und Herausforderungen für die Agrar- und Umweltinformatik – Anforderungen, Konflikte und Perspektiven. Lecture Notes in Informatics, P-78, 169-172
- WALTHER, P.; GIEBLER, P.; SPILKE, J.; MEYER, R.; HEINECKE, A. (2006): Das „Hausmodell“ - Framework für die Organisation von E-Learning-Inhalten. In: Wenkel, K.-O.; Wagner, P.; Morgenstern, M.; Luzi, K.; Eisermann, P.: Land- und Ernährungswirtschaft im Wandel – Aufgaben und Herausforderungen für die Agrar- und Umweltinformatik – Anforderungen, Konflikte und Perspektiven. Lecture Notes in Informatics, P-78, 293-296.
- DAENECKE, R.; WALTHER, P.; GIEBLER, P.; SPILKE, J.; HEINECKE, A. (2006): Evaluation des E-Learning-Systems „Informationssysteme und ihrer Vernetzung in der Milcherzeugung“ - Methoden und Ergebnisse. eZAI 1: 65-75.
- GIEBLER, P.; SPILKE, J.; WALTHER, P.; DAENECKE, R. (2006): Das E-Learning-System „Informationssysteme und ihrer Vernetzung in der Milcherzeugung“ – ein Überblick. eZAI 1: 46-55.
- WALTHER, P.; MEYER, R.; GIEBLER, P.; SPILKE, J.; HEINECKE, A. (2006): „flashhouse“ - konfigurierbares Navigationsinstrument für E-Learning-Systeme. eZAI 1: 56-64.
- DAENECKE, R.; WALTHER, P.; GIEBLER, P.; SPILKE, J. (2007): Multimediale Darstellung komplexer Lehrinhalte – Fallbeispiele aus der Entwicklung eines E-Learning-Systems. In: Böttinger, S.; Theuvsen, L.; Rank, S.; Morgenstern, M. (Hrsg.): Agrarinformatik im Spannungsfeld zwischen Regionalisierung und globalen Wertschöpfungsketten. Lecture Notes in Informatics, P-101, 47-50.

DAENECKE, R.; GIEBLER, P.; SPILKE, J.; WALTHER, P. (2007): Sophisticated Use of Learning Objects – Demonstrated with the Development of an E-Learning-System. Proceeding of the 6th Biennial Conference of the European Federation of IT in Agriculture. Glasgow Caledonian University, Glasgow 2-5 July 2007.

DAENECKE, R.; GIEBLER, P.; SPILKE, J.; WALTHER, P. (2008): Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus der Entwicklung eines E-Learning-Systems. In: Müller, R.; Theuvsen, L.; Schütze, S.; Morgenstern, M. (Hrsg.): Unternehmens-IT: Führungsinstrument oder Verwaltungsbürde? Lecture Notes in Informatics, P-125 35-38.

Wissenschaftliche Entwicklung der Bewerberin

- 10/1995 – 04/2000 Studium der Agrarwissenschaften an der Georgia - Augusta - Universität in Göttingen, Abschluss: Diplom-Agraringenieurin
Thema der Diplomarbeit: Stuten- und Aufzuchtmanagement in Hannoveraner Pferdezuchtbetrieben
- 06/2000 – 10/2000 Mitarbeiter beim EXPO - Projekt "Verden - Zentrum der Tierzucht" in Verden (Aller)
- 11/2000 – 02/2001 Praktikum beim Verband hannoverscher Warmblutzüchter in Verden (Aller)
- 03/2001 – 12/2004 Sachbearbeiterin „Fachbereich Pferdesport“ bei dem Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w. V. in Verden
- 01/2005 – 12/2007 Wissenschaftliche Mitarbeiterin (50%) an der Martin-Luther-Universität Halle, Landwirtschaftliche Fakultät, Arbeitsgruppe Biometrie und Agrarinformatik
Bearbeitung des E-Learning-Systems „Informationssysteme und ihre Vernetzung in der Milcherzeugung“

ERKLÄRUNG

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Halle/Saale, den

Danksagung

Während der Zeit, in der die vorliegende Arbeit entstand, haben mich viele Personen durch Anregungen und Diskussionen unterstützt und damit zu ihrem Gelingen beigetragen.

Ich danke Herrn Prof. Dr. J. Spilke für die Überlassung dieses interessanten, aktuellen und abwechslungsreichen Themas und die stets intensive und gute Betreuung.

Des Weiteren gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. H. H. Swalve und Herrn Prof. Dr. G. Schiefer für die Übernahme der Begutachtung meiner Arbeit.

Insbesondere möchte ich auch Herrn P. Giebler für seine unermüdliche Unterstützung und vielen wertvollen Anregungen danken.

Der gesamten Arbeitsgruppe Biometrie und Agrarinformatik danke ich sehr für die freundliche Aufnahme und nette Arbeitsatmosphäre. Auch für die zahlreichen interessanten Gespräche und Denkanstöße möchte ich danken, insbesondere Peggy Walther, Kristina Haase, Ralf Hahnel, Christian Ammon, Christian Schulze, Ralf Köstler, Frau Häßler, Frau Riebenstahl, Herrn Grohmann, Andreas Heinecke und Frau Thimm.

An dieser Stelle möchte ich mich auch bei allen Testpersonen, die an der Evaluation beteiligt waren, bedanken.

Bedanken möchte ich mich außerdem bei meiner Schwester Angela, meinem Schwager Dirk und meinem Neffen Jannis für die aufmunternden Worte.

Auch meinen Freunden: Jessica Meyer, Sandra Schuchhardt, Maik Garburg danke ich für ihr Verständnis, dass ich nicht so viel Zeit für sie hatte und dass sie sich liebevoll um mein Pferd Donar gekümmert haben.

Ganz besonders und von ganzem Herzen danke ich meinem Mann Andreas und meinen Eltern Lilli und Reinhard Meyer für ihre Unterstützung.