

Konzeption und Realisierung eines  
Web based training (WBT)  
E-Learning-Systems

**Diplomarbeit**

Zur Erlangung des Grades eines Diplom-Ökonomen des  
Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften der  
Universität Hannover

Vorgelegt von

**Andrey Otmakhov**



Aufgabenstellung/Betreuung: Prof. Dr. Michael H. Breitner

Hannover, den 26. Juli 2004

**Inhaltsverzeichnis**

**Abbildungsverzeichnis.....IV**

**Verzeichnis der Struktogramme..... VI**

**Abkürzungsverzeichnis .....VIII**

**1 Einleitung..... 1**

    1.1 Motivation ..... 1

    1.2 WBT als Teil des UbiLearn-Projektes ..... 2

    1.3 Zielsetzung und Vorgehensweise der Arbeit..... 4

**2 E-Learning..... 7**

    2.1 Begriffsdefinition : E-Learning und web-basiertes E-Learning..... 9

    2.2 Nutzen und Potenziale des E-Learnings..... 10

    2.3 Herausforderung web-basiertes E-Learning..... 11

**3 Analyse und Auswahl der vorhandenen Instrumente ..... 12**

    3.1 Programmiersprachen und Umgebungen ..... 12

    3.2 Datenbankensysteme ..... 19

    3.3 Server-Plattformen..... 21

    3.4 Auswahl der geeigneten Instrumente ..... 22

**4 Konzeption des web-basierten E-Learning Systems..... 25**

    4.1 Aufstellung des Grundkonzeptes..... 25

    4.2 Aufteilung der Autoren und Benutzer Bereiche..... 27

    4.3 Aufstellung des logischen Modells..... 29

        4.3.1 Das Modell..... 29

        4.3.2 Hierarchie der Objektebenen ..... 31

        4.3.3 Eigenschaften der Objektebenen ..... 32

    4.4 Konstrukt - Universalobjekt ..... 37

**5 Entwicklung des web-basierten E-Learning-Systems ..... 40**

    5.1 Aufstellung des Datenmodells..... 40

        5.1.1 Autorenbereich - Einleitung ..... 40

        5.1.2 Autorenbereich - Beschreibung der Objekte ..... 41

        5.1.3 Autorenbereich - Beschreibung der Relationen..... 45

5.1.4	Benutzerbereich - Einleitung .....	46
5.1.5	Benutzerbereich - Objekte .....	46
5.1.6	Benutzerbereich: Relationen.....	48
5.1.7	Datenmodell: Fazit.....	50
5.2	Aufbau der Systemkonfiguration.....	50
5.3	Integration der Module im System .....	51
5.3.1	Zentrale Steuerungseinheit - index.php .....	51
5.3.2	Autorenbereich - ObjectIndex.php .....	54
5.3.3	Kopieren und Löschen von Objekten: ObjectReSortDeleteCopy.php .....	55
5.3.4	Benutzerbereich - UserExerciseIndex.php .....	59
5.3.5	Benutzerbereich: UserExerciseAnswerShow.php .....	60
5.4	System unterstützende Routinen .....	61
5.5	HTML-Variablen .....	62
5.6	Trennung von Content und Layout.....	63
5.7	Optimierung der Performance des Systems.....	64
<b>6</b>	<b>System Bedingung - Front-End .....</b>	<b>66</b>
6.1	Systemaufbau und allgemeine Informationen .....	66
6.2	Autorenbereich .....	69
6.2.1	Navigation und Hierarchie im Autorenbereich.....	69
6.2.2	Eingabe der Objekte .....	71
6.2.3	Modifikation der Objekte .....	72
6.2.4	Themen der Aufgaben .....	74
6.2.5	Löschen von Objekten .....	75
6.2.6	Anlagen zu Objekten .....	77
6.2.7	Eingabe von Anlagen.....	77
6.2.8	Modifikation und Löschen der Anlagen .....	79
6.3	Benutzerbereich .....	81
6.3.1	Navigation und Hierarchie im Benutzerbereich .....	82
6.3.2	Aufgabentypen .....	84
6.3.3	Auswahl der Projekte.....	87
6.3.4	Beantwortung der Aufgaben.....	87
6.3.5	Aufgaben zurückstellen .....	90

6.3.6 Ergebnisausgabe .....	90
6.4 Systematik der Punktvergabe .....	91
6.5 WYSIWYG Editor - htmlArea .....	94
<b>7 Systemtests und Evaluation.....</b>	<b>98</b>
<b>8 Weiterentwicklung und Erweiterung des Systems .....</b>	<b>100</b>
<b>9 Fazit und Ausblick .....</b>	<b>105</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>107</b>
<b>Anhang A: Empfehlung von Quellen .....</b>	<b>121</b>
<b>Anhang B: Struktogramme der PHP-Module .....</b>	<b>124</b>
<b>Anhang C: Inhalt der CD zur Arbeit.....</b>	<b>143</b>
<b>Anhang D: SQL-Datenbank mit Tabellenstrukturen .....</b>	<b>145</b>
<b>Anhang E: Ehrenwörtliche Erklärung .....</b>	<b>154</b>

## 1 Einleitung

Die rasante Entwicklung im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien hat in den vergangenen Jahren in Industrie und Wirtschaft sowie in Wissenschaft und Bildung bedeutende Veränderungen ausgelöst: So stellen die neuen Medien den schnellen und weltweiten Zugriff auf Informationen sicher und ermöglichen den Austausch von Informationen unabhängig von Ort und Zeit. E-Learning-Angebote sind aktuell. Dies zeigt die weite Verbreitung und die rege Diskussion des Themas in den verschiedensten Fachdisziplinen. Dennoch sind Akzeptanz und Erfolg der Angebote nicht zwangsläufig vorhanden.<sup>1</sup>

Den Bildungseinrichtungen - insbesondere Hochschulen - kommt im Rahmen dieser Entwicklung besondere Bedeutung zu. Denn sie haben den Auftrag, die erforderlichen Kompetenzen zu fördern und die Studierenden für künftige gesellschaftliche und berufliche Anforderungen zu qualifizieren, indem sie entsprechende Lernangebote konzipieren und adäquate Lehr- und Lern-E-Learning-Konzepte einsetzen.<sup>2</sup>

### 1.1 Motivation

Im Sommer 2002 wurde die Idee geboren, ein Datenbank-basiertes WBT E-Learning-System zur Unterstützung von Präsenzlehreveranstaltungen am Institut für Wirtschaftsinformatik unter der Leitung von Prof. Dr. Michael H. Breitner zu entwickeln. In diesem Zusammenhang entstand im Herbst 2002 – Frühjahr 2003 in Rahmen der Diplomarbeit von Tim M. Schroeder die erste Version des Systems, die Anfang 2003 als Alfa-Version in Betrieb ging.

Als logische Fortsetzung wurde das UbiLearn-Projekt entwickelt, das die E-Learning Funktionalität nicht nur auf ein WBT, sondern auch auf eine offline CBT (Computer Based Training) Version ausweitet. Wie der Namen schon verrät ist bei der Projektentwicklung die Ubiquität (Allgegenwärtigkeit) des E-Lernens vorausgesetzt. Diese Allgegenwärtigkeit setzte eine aufbauende Entwicklung aller Komponente voraus und bedarf der Überarbeitung oder Neuentwicklung des WBT-Systems, um die hun-

---

<sup>1</sup> Vgl. GÜNTHER 2002, S. 99.

<sup>2</sup> Vgl. DITTLER/ DITTLER 2002, S. 47.

dertprozentige Integration aller Komponenten und Versorgung der Einzelteile mit Daten zu gewährleisten.

Es war für mich eine besondere Herausforderung, die Konzeption und Entwicklung eines Web based training (WBT) E-Learning-Systems innerhalb des UbiLearn Systems von Institut für Wirtschaftsinformatik unter der Leitung von Prof. Dr. Michael H. Breitner zu übernehmen. Durch meine Arbeit hatte ich die Chance die Verantwortung für den Entwurf des Datenmodells (gemeinsam mit Michael Brückner) zu tragen und für die Konzeption und Entwicklung der Nachfolger des WBT-Systems zu entwickeln.

Die Zusammenarbeit mit mehreren Entwicklern unter der Leitung von Prof. Dr. Breitner an einem gemeinsamen Projekt des Institutes für Wirtschaftsinformatik hat mir die zusätzliche Motivation gegeben. In diesem Zusammenhang konnte ich auch meine zahlreiche Erfahrungen in der Konzeptionierung und Entwicklung der Online-Systeme einbringen.

## **1.2 WBT als Teil des UbiLearn-Projektes**

Das gemeinsam in der E-Learning-Arbeitsgruppe unter der Leitung von Prof. Dr. Breitner entwickelte Konzept besteht aus drei Schichten (Abbildung 1). Die Datenbasis für UbiLearn bietet ein MySQL-Datenbankserver, der die gesamten System- und Benutzerdaten verwaltet. Die zweite Schicht besteht aus einem WBT-System auf der Basis eines Web-Servers und eines SQL-XML Daten-Konverter, der die SQL-Daten in XML-Form für den Export vorbereitet.

Die Endbenutzerebene besteht aus drei funktionalen Bereichen. Bei dem ersten Bereich handelt es sich um ein WBT-System (Autoren), welches den Autoren die Verwaltung der Daten der Datenbasis ermöglicht. Der zweite Bereich stellt das WBT-System (Benutzer) dar, welches die Interaktion zwischen Benutzer und System ermöglicht. Auf dieser Ebene können die Benutzer das Online-Lernangebot in Anspruch nehmen. Das dritte Element ist das CBT-System, welches auf einer Java-Applikation für PC-Systeme und Mobile-Endgeräte basiert.

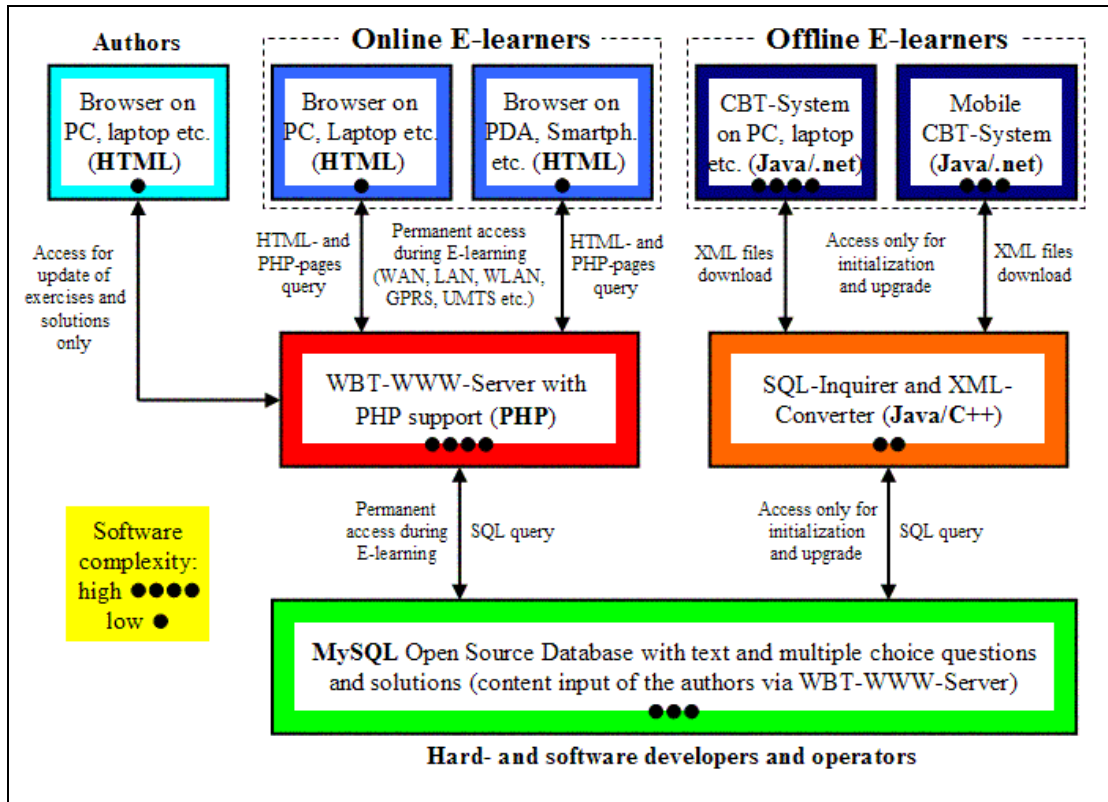


Abbildung 1: Aufteilung der Funktionsbereiche im System

Quelle: Arbeitsgruppe E-Learning - Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität Hannover<sup>3</sup>

Im Sommer 2003 begann die Konzeptionierung des Datenmodells für das MySQL-Datenbanksystem. Nachdem die Konzeption fertig gestellt war, übernahm Michael Brückner die Umsetzung des CBT-Systems in der Programmiersprache Java auf der Basis der XML-Daten. Nachdem das Datenbanksystem zur Verfügung steht, sollte das Autoreninterface programmiert werden, damit die Testdaten eingespielt werden können. Anschließend wird die Programmierung des Benutzerinterfaces der Online E-Learners umgesetzt.

Parallel oder nachgelagert hierzu sollte (außerhalb dieser Arbeit) ein SQL-XML-Konverter geschrieben und anschließend auch eine Version für mobile Endgeräte entwickelt werden.

<sup>3</sup> Vgl. BREITNER 2004

### 1.3 Zielsetzung und Vorgehensweise der Arbeit

Ziel dieser Arbeit war die Ausarbeitung der vier dargestellten Bereiche: Datenbasis des UbiLearn-Systems, WBT-System, Front-End für Benutzer und Online-Autoring-System für Autoren.

Schon vor der Vergabe der Diplomarbeit wurde die Notwendigkeit der Integration der ersten Version des WBT-Systems von Tim Schroeder in das gesamte UbiLearn-Konzept deutlich. Dieses System beinhaltet ein hohes Maß an Potential, insbesondere in Bezug auf die Integration in das Gesamtkonzept des UbiLearn-Projektes, das aufgrund der technischen Gegebenheiten dieser Version nicht zu 100% realisiert werden konnten.

Aufgrund der ursprünglichen Ausrichtung des WBT-Systems in der ersten Version als reine WBT-System wurde die Portierung der Daten sowie des Outputs nur partiell standardisiert und auf die Ansprüche des UbiLearn-Systems in heutiger Form nur bedingt vorbereitet. Die Frage der Weiter- oder Neuentwicklung des WBT-Systems hing sehr stark von der Erweiterbarkeit des alten Systems ab.

Da in der ersten Version des WBT-Systems keine Objektorientierung in Bezug auf Datenmodell verwendet wurde, blieben kaum Möglichkeiten zu Veränderung der Datenstruktur in die für das UbiLearn notwendige Form. Indem die erste Version keine Modularität des Systems aufwies, führte kein Weg an der Neuentwicklung des Systems und Datenmodells vorbei. Das Vorhaben der Weiterentwicklung des Systems hätte in einem absehbaren Zeithorizont auf die Grenzen der Systemausbaus stoßen können. Somit wurde entschieden, das System technisch und auch funktionell völlig neu zu konzipieren und zu realisieren.

Das Ziel meiner Arbeit war die Konzeption und Entwicklung eines WBT-Systems unter Erfüllung folgenden Kriterien:

- Dem System sollte ein zentraler Datenbestand zugrunde liegen, welcher die Datenverwaltung und Versorgung aller UbiLearn-Komponenten übernimmt.
- Es sollte ein zentrales System der Datenverwaltung für Autoren konzipiert und entwickelt werden.



- Das WBT-System sowie das Autoren-System sollten leicht modifizierbar und erweiterbar in Bezug auf Programmierung und Systemarchitektur sein.
- Ein großer Grad an Skalierbarkeit des Systems (auf mehrere Rechner) sollte vorliegen.
- Es sollte eine horizontale und vertikale Erweiterbarkeit des Systems gewährleistet sein.
- Der zugrunde liegende Datenbestand sollte so konzipiert und umgesetzt werden, um damit eine möglichst höchste Performance und Flexibilität bei der Erweiterung der Datenbestandes zuzulassen (Skalierbarkeit der Daten).
- Das Autoren- sowie WBT-System sollten in der Lage sein, verschiedene Multimediaformate zu unterstützen.
- Maximale Plattformstabilität und hohe Verarbeitungsperformance des Systems sollten gewährleistet sein.
- Das System sollte die hohen Ansprüchen der Bedienfreundlichkeit erfüllen können.

### **Die Vorgehensweise**

Als erstes wurde die Bedarfsanalyse auf der Basis der gemeinsamen Sitzungen der E-Learning-Arbeitsgruppe durchgeführt, die die Anforderungen an das System bis auf einzelne Funktionen und Eigenschaften des Systems konkretisiert haben.

Anschließend wurde die Analyse der auf dem Markt vorhandenen Instrumente und die Machbarkeitsuntersuchungen unter der Berücksichtigung der technischen Rahmenbedingungen des Systems vorgenommen. Als nächstes wurden die notwendigen Instrumente ausgewählt, um danach die Konzeptionierung des Systems zu beginnen.

Am Beginn der zu erfüllenden Aufgabenstellung wurde das Grundkonzept des Systems selbst und beider Hauptbereiche: Benutzer (WBT) und Autoren, deren Abgrenzungen und Schnittstellen zu einander definiert. Nach dem Grobkonzept wurde das Logische Modell erstellt, welches das Grundgerüst des Systems darstellt.

Darauf aufbauend wurde das Datenmodell des UbiLearn-Systems konzipiert. Aufgrund der deutlich geringeren Komplexität des CBT-Systems und zeitlich nachgelagerten Entwicklung des WBT- und Autoren-Systems wurde zuerst nur das Grundmodell für das UbiLearn-System (gemeinsam mit Michael Brückner) erstellt.<sup>4</sup>

Nachdem die gemeinsam erarbeitete Datenstruktur des Systems abgeschlossen war, begann die Weiterentwicklung des Modells für das WBT-System und Autoren-System.

Nach einer weiteren Analysephase des Datenmodells und deren Optimierung begann die Entwicklung (physische Programmierung) des WBT- und Autoren-Systems.

Hierzu wurden die grundlegenden Annahmen der Systemsarchitektur zur Systemstabilität, Performance, Erweiterbarkeit und Bedienbarkeit getroffen und Hauptverbindungselemente des Systems programmiert.

Indem zuerst der Autorenbereich fertig gestellt wurde, konnten somit die ersten Daten in das System eingegeben werden. Im Anschluss folgte die Bearbeitung des Benutzer-Bereich (WBT). Damit konnten das Front-End für Autoren und Benutzer programmiert werden.

Nach dem Feedback von Mitgliedern der E-Learning-Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Breitner und eigener Evaluation wurde das System mehrmals etwas feiner bei der einzelnen Funktion justiert und im Front-End Bereich den Anforderungen des Corporate Design und Corporate Identity des Institutes für Wirtschaftsinformatik angepasst.

Im Laufe der Entwicklung und in zahlreichen Tests konnte die Performance des Systems durch Anpassung des Programmiercodes oder gegenüber dem ursprünglichen WBT-System in Relation zur angebotenen Möglichkeiten deutlich verbessert werden.

Abschließend wurden die möglichen Optionen und Wege der Weiterentwicklung des Systems aufgezeichnet.

---

<sup>4</sup> Vgl. Kapitel 5.1 - Aufstellung des Datenmodells

## 9 Fazit und Ausblick

Informationstechnologien schreiten voran und insbesondere Lernprogramme basieren auf diesen Technologien. Insbesondere in der freien Wirtschaft lassen sich Tendenzen beobachten, die mit der Strategie der Kostenminimierung beschrieben werden können. Dieser Strategie folgend werden die Lernprozesse nicht nur computergestützt, sondern zum großen Teil durch Computerunterricht ersetzt. Hierbei werden die Lernprozesse der Selbstbestimmung der Lernenden überlassen, bei denen keine gezielte Nachbereitung der Lernprozesse vorgenommen werden können. Auch die bidirektionale Kommunikation zwischen den Lernenden und Lehrenden findet nur in einem sehr begrenzten Rahmen statt. Darüber hinaus scheitern Lernende an Problemen, die sie mit minimaler Hilfestellung des Betreuers hätten überwinden können.

Diese Verschiebung der kommunikativen Lernprozesse in Richtung des autonomen Lernens ist in Bezug auf die Steigerung der Effektivität als fraglich einzustufen. Außer Diskussion steht, dass die CBT- oder WBT-Lösungen eine preiswertere Variante des Lernens ist, wenn alle Systeme selbstverständlich sinnvoll aufgestellt und eingesetzt worden sind. Als Alternative zum lebendigen, kommunikativen Lernen können diese Lernmethoden nicht betrachtet werden. Als Ersatz zum frontalen Unterricht, Gruppen- oder Einzelübungen kann diese Lernmethode nicht gelten, da die Effektivität der Wissensvermittlung der CBT- und WBT-Systemen nicht zu vergleichen wären.

CBT- und WBT-Lösungen sind eine sinnvolle Ergänzung des kommunikativen Lernens und bieten eine unterstützende Funktion. Das gesammelte Wissen kann auf seine Systematik mit CBT/WBT-Systemen überprüft und ergänzt werden. Die ergänzenden Übungen sollten das Wissen formen, auf Konsistenz überprüfen und eventuelle Fehler auffinden und beheben.

Im Kapitel „Nutzen und Potenziale des E-Learnings“ wurden bereits die Vorteile des E-Learnings und insbesondere der WBT-Systeme dargestellt. Der WBT-Ansatz darf nicht als Selbstzweck oder als Ersatz der konventionellen Lerntechnologien verwendet werden. Die Vorteile des E-Learnings sollten mit Stärken der konventionellen Methoden die Synergieeffekte aufbauen und effektiv nutzen.

Das entwickelte WBT-System ist in diesem Zusammenhang nur ein Tool, das alleine keine Lösung verspricht. Die Zusammenarbeit zwischen Mensch und System ist der für den Erfolg der Lernprozesse entscheidende Faktor. Das System selbst kann auf ein hohes Maß an logischer Flexibilität verweisen und den Autoren kann die Aufgabe zugewiesen werden, diese Flexibilität effektiv zu nutzen. Darüber hinaus ist das entwickelte System komplex, kann jedoch als Konzeption betrachtet werden, die intuitiv und einfach gestaltet ist. Insbesondere sind die Bedingungen für den Benutzer so gestaltet, dass diese eine gut strukturierte und ergonomisch geformte Oberfläche nutzen können und zahlreiche Hilfestellungen angeboten bekommen, durch die Fehler vermieden werden können. Zudem überprüfen viele Sicherheitsmechanismen die Funktionalität des Systems.

Die Autoren haben die Aufgabe der logischen Aufbereitung der Lernprojekte vor Eingabe in das System aufzubereiten. Dies ist anhand der entsprechenden Aufteilung der einzelnen Fragen und der Gewichtung der Objekte auf allen Objektebenen vorzunehmen. Durch diese Gewichtung können Aufgaben von den Benutzern von leicht bis nicht lösbar wahrgenommen werden. Größtenteils lassen sich diese Lernergebnisse auf diese Weise gezielt steuern, wodurch die pädagogische Komponente stark in den Vordergrund tritt.

Bei dem entwickelten WBT-System handelt es sich um ein relativ neues System, an dem sicherlich noch viele notwendige Justierungen vorgenommen werden müssen. Insbesondere nicht nur die Prüfung des technischen Teils, sondern auch die der Logik der eingegebenen Aufgabe ist zu untersuchen, da die Qualität der eingegebenen Daten den entscheidenden Teil der Fehlerquote darstellt. Das System hat ein hohes Potential und bietet viele Möglichkeiten zur Ergänzung

Die ersten positive Ergebnisse des konzipierten System, die beim Launch des WBT-Systems gesammelt worden sind, lassen eine gute Entwicklung prognostizieren!