

**Entwicklung und Evaluation eines
mobilen Web Based Training Moduls
für das E-Learning-System UbiLearn**

Masterarbeit

Zur Erlangung des Grades Master of Science im
Studiengang Unternehmensentwicklung des
Fachbereichs Wirtschaft der
Fachhochschule Hannover

Vorgelegt von:

Holger Jünemann



Erstgutachter: Prof. Dr. Dr. Thomas Jaspersen

Zweitgutachter: Prof. Dr. Michael H. Breitner

Hannover, den 05. Februar 2007

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
Abstract.....	VIII
1 Einleitung.....	1
1.1 Aufbau der Arbeit.....	1
1.2 Motivation und Zielsetzung.....	2
1.3 Vorstellung des Systems UbiLearn.....	5
2 Anforderungen an ein mobiles Web Based Training	9
2.1 Einschränkungen mobiler Endgeräte.....	9
2.1.1 Einschränkungen bezüglich des Displays	9
2.1.2 Einschränkungen bezüglich der Eingabeschnittstelle.....	12
2.1.3 Einschränkungen bezüglich der Netzwerkanbindung.....	13
2.2 Schlussfolgerungen bezüglich der Entwicklung.....	16
3 Entwicklung des mobilen Web Based Trainings	22
3.1 Vorgaben durch bestehende Komponenten	22
3.2 Auswahl eines geeigneten Vorgehensmodells	26
3.2.1 Das Spiralmodell	26
3.2.2 Das V-Modell.....	27
3.2.3 Das Wasserfallmodell.....	28
3.3 Software-Implementierung	30
3.3.1 Auswahl der Systemumgebung.....	30
3.3.2 Klassen des mobilen Web Based Trainings	33
3.3.3 Aufbau des mobilen Web Based Trainings.....	38
3.3.4 Besonderheiten im Rahmen der Implementierung	41
4 Software-Evaluation.....	49
4.1 Herleitung geeigneter Bewertungskriterien.....	49
4.2 Durchführung der Evaluation.....	50
4.2.1 Die komplexeste Teilaufgabe mit Fragen vom Typ OR	50
4.2.2 Die komplexeste Teilaufgabe mit Fragen vom Typ AND.....	52
4.2.3 Die komplexeste Teilaufgabe mit Fragen vom Typ TEXT	53

4.2.4	Der größte multimediale Anhang.....	55
4.2.5	Betrachtung der gesamten Lerneinheit	57
4.3	Ergebnisdiskussion.....	59
4.3.1	Ergebnisse bezüglich der Anzeige	59
4.3.2	Ergebnisse bezüglich der Netzwerkanbindung.....	61
4.4	Schlussfolgerungen zur Weiterentwicklung	63
4.4.1	Software-Entwicklung.....	63
4.4.2	Die Rolle des Autors.....	64
5	Bewertung und Ausblick	66
6	Zusammenfassung	69
	Anhang - Pflichtenheft.....	71
	Quellenverzeichnis	93
	Eidesstattliche Versicherung.....	100

Abstract

Mobile learning, (m-learning) as a special form of electronic learning (e-learning), gains in importance in information technology. The penetration of the communication market with mobile devices such as mobile phones, smartphones, and personal digital assistants and various wireless communication technologies enable people to connect to the internet irrespective of time or location. The e-learning system UbiLearn developed at the Institute for Information Systems Research at the Leibniz University Hannover is a component based software system. It has been designed to support blended learning which describes an optimal combination of courses and e-learning. Currently, UbiLearn consists of two components: stationary web based training and mobile computer based training. This thesis reports on the development and evaluation of a new component for the UbiLearn system which offers mobile web based training to customers. First, several restricting properties of possible client devices have been examined. These properties include small displays, uncomfortable input units and different technologies to establish internet-connections. Considering these restrictions, conclusions have been drawn to achieve an optimal result for the mobile web based training. Further, the existing components and the architecture of the UbiLearn system have been examined to assure a frictionless interaction of the new component with the existing system. The new component has been evaluated using content of the learning project „Grundlagen der Wirtschaftsinformatik“. The screen contents and theoretic average transmission times have been precisely examined in the context of the constraints of mobile devices. The results of the evaluation have been used to give recommendations to authors of learning projects to generate optimal contents for stationary and mobile training. The thesis concludes with considerations on further research on the new component including load tests, evaluation of the system with students on campus and evaluation and comparison of different learning projects.

1 Einleitung

Im folgenden Kapitel wird zunächst der Aufbau der Arbeit präsentiert, bevor Motivation und Zielsetzung ausführlich erläutert werden. Abschließend wird neben anderen Aktivitäten im Bereich E-Learning das UbiLearn-System des Instituts für Wirtschaftsinformatik (IWI) der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität Hannover vorgestellt.

1.1 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Masterarbeit untergliedert sich in sechs Kapitel. Im ersten Kapitel wird der Aufbau der Arbeit behandelt. Folgend wird im Abschnitt Motivation und Zielsetzung eine kurze Einführung in das Thema Electronic-Learning und Mobile-Learning gegeben. Abschließend werden einige Aktivitäten des IWI im Bereich E-Learning und das E-Learning-System UbiLearn vorgestellt.

Die Formulierung der speziellen Anforderungen an das im Rahmen dieser Arbeit zu entwickelnde mobile Web Based Training bildet den Schwerpunkt des anschließenden Kapitels. Zu diesem Zweck werden zunächst die Einschränkungen mobiler Endgeräte bezüglich ihrer Displays, ihrer Eingabeschnittstelle und ihrer drahtlosen Netzwerkanbindung analysiert. Auf Grund dieser Analyse werden dann Schlussfolgerungen für die Entwicklung des neuen Systems hergeleitet.

Das dritte Kapitel beschreibt den Entwicklungsprozess. Zunächst wird das bestehende UbiLearn-System analysiert. Im Rahmen dieses Prozesses offenbaren sich Vorgaben zur Entwicklung, die entsprechend umgesetzt werden müssen. Anschließend werden bekannte Vorgehensmodelle des Software-Engineerings betrachtet, um ein geeignetes für den Entwicklungsprozess auszuwählen. Es folgen weitere Unterkapitel, die die Auswahl der Systemum-

gebung, das Klassenmodell, die Systemarchitektur und besondere Aspekte der Implementierung behandeln.

Die Software-Evaluation bildet den Schwerpunkt im vierten Kapitel. Zunächst werden geeignete Kriterien zu Evaluation erarbeitet, die im Anschluss auf ausgewählte Bereiche angewendet werden. Einer Ergebnisdiskussion schließen sich Schlussfolgerungen zur künftigen Weiterentwicklung des neuen Systems an.

Im fünften Kapitel Bewertung und Ausblick wird das Evaluationsergebnis kritisch untersucht und Prognosen über künftige Entwicklungsmöglichkeiten werden gegeben.

Mit einer Zusammenfassung der erlangten Ergebnisse endet die Arbeit im sechsten Kapitel.

1.2 Motivation und Zielsetzung

Zu einer großen Herausforderung der Wissensgesellschaft gehört das lebenslange Lernen: Struktureller Wandel, gesellschaftliche Innovation und Standort-sicherung bilden einen unmittelbaren Zusammenhang, der ständige Lernbereitschaft und kontinuierliches Lernen des Menschen voraussetzt.¹ Neben Boden, Arbeit und Kapital existiert mittlerweile der gleichberechtigte Produktionsfaktor Wissen, welcher ein hohes Maß an Bildung voraussetzt.² Zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit ist darüber hinaus betriebliche Weiterbildung der Mitarbeiter eines Unternehmens gefordert, um Veränderungen in der Arbeitswelt und am Markt zu erkennen und optimal zu intervenieren.³ Gemäß einer Studie des Instituts der deutschen Wirtschaft stiegen in den 90er Jahren des 20. Jahrhun-

¹ Vgl. Dittler (2002) S. 14

² Vgl. Dittler (2002) S. 13

³ Vgl. Dittler (2002) S. 15

derts die Kosten für betriebliche Weiterbildungsmaßnahmen stetig an.⁴ Die Unternehmen versuchen, Kosten für Weiterbildung einzusparen, indem sie ihre Mitarbeiter unter Zuhilfenahme multimedialer Lernprogramme und computergestützter Lernumgebungen schulen (E-Learning).⁵ So bietet sich neben klassischen Schulungen und gedruckten Begleitmaterialien die Möglichkeit, Schulungskonzepte zu generieren, die es Mitarbeitern beispielsweise ermöglichen, die für sie wichtigen Themen durch im Intranet bereitgestellte E-Learning-Module zu trainieren.⁶ Content-Management-Funktionen ermöglichen es Autoren, aus gleichen Inhalten Webdarstellungen, Folien und Skripte zu generieren sowie unterschiedliche Wissensbausteine flexibel zu Kursen zusammenzufassen.⁷

Die zunehmende Vernetzung und die immer leistungsfähigeren Computer lassen im Rahmen des E-Learning ein zeit- und ortsunabhängiges Lernen zu, so dass Wissen jederzeit und überall erworben werden kann.⁸ Da zahlreiche Definitionen des Begriffs E-Learning existieren, soll er im Rahmen dieser Arbeit als Unterstützung von Lehr- und Lernprozessen unter Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien aufgefasst werden.⁹

Dabei umfasst ein E-Learning System die notwendige Infrastruktur wie Hardware, Software und Netzwerke. Ihm gegenüber stehen die E-Learning-Szenarios: Systeme und Anwender in Rollen von Lernenden, Lehrenden, Tutoren und Autoren.¹⁰ In der Praxis wirkt E-Learning häufig neben Präsenzseminaren als ergänzende Komponente. Das Konzept wird als Blended Learning (wörtlich „vermisches Lernen“) bezeichnet: Eine Kombination aus gemeinsamen Lernen in Seminaren und Lernphasen am Personal Computer (PC), bei denen die Gruppe gegebenenfalls per Telefon, E-Mail oder einem Community-System kommuniziert.¹¹

⁴ Vgl. Dittler (2002) S. 15

⁵ Vgl. Dittler (2002) S. 15

⁶ Vgl. Allweyer (2005) S. 304

⁷ Vgl. Allweyer (2005) S. 360

⁸ Vgl. Stotz/Hoppe/Breitner (2004) S. 2

⁹ Vgl. Stotz/Hoppe/Breitner (2004) S. 2

¹⁰ Vgl. Maske/Bartels/Breitner (2005) S. 443

¹¹ Vgl. Lohmüller (2005) S. 494

Als Mobile Learning (M-Learning) wird im Folgenden vorangegangenes E-Learning in Anwendung auf mobilen Endgeräten, wie beispielsweise Persönliche Digitale Assistenten (PDAs), Mobiltelefone und Smartphones betrachtet.¹²

Mit dem Ausbau des Mobilfunknetzes der dritten Generation, dem Universal Mobile Telecommunications System (UMTS), werden künftig Übertragungsraten von bis zu 2 MBit/s im Rahmen der Datenübertragung mit geeigneten Endgeräten möglich sein.¹³ Vor diesem Hintergrund ist in absehbarer Zeit multimediale Kommunikation mit mobilen Endgeräten, wie UMTS-Handys, Smartphones oder PDAs erreichbar, die zum Beispiel das Abspielen von Audio- oder Video-Daten in Echtzeit ermöglicht.¹⁴

Mobiles Lernen ermöglicht somit einerseits die Kostenersparnis für die Aus- und Weiterbildung von Mitarbeitern und andererseits einen flexiblen Einsatz der Ressource Zeit, da das M-Learning künftig nahezu an jedem Ort und zu jeder Zeit stattfinden kann.

In den späten 90er Jahren des 20. Jahrhunderts wurde durch eine Anschubfinanzierung von mehreren hundert Millionen Euro die Entwicklung des E-Learning an deutschen Hochschulen von Bund und Ländern vorangetrieben.¹⁵ Angesichts dieser Subvention haben die Hochschulen die Aufgabe, nachhaltige Projektergebnisse zu erzielen.¹⁶

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Entwicklung und die Evaluation einer der M-Learning-Komponente des E-Learning-Systems UbiLearn am Institut für Wirtschaftsinformatik (IWI) der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität Hannover.

¹² Vgl. Stotz/Hoppe/Breitner (2004) S. 2

¹³ Vgl. Riemer (2003) o. S.

¹⁴ Vgl. Riemer (2003) o. S.

¹⁵ Vgl. Kleimann/Wannemacher (2005) S. 225

¹⁶ Vgl. Kleimann/Wannemacher (2005) S. 225

1.3 Vorstellung des Systems UbiLearn

Am IWI der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität Hannover wird auf dem Gebiet E-Learning seit dem Jahr 2002 geforscht:

Das Project HELCA (Hannover E-Learning Campus) hat zum Ziel, Strukturen zu optimieren, um die Lehrangebote und die auf das Studium bezogenen Dienstleistungen durch E-Learning-Einsatz in einen permanenten Effizienz- und Qualitätsverbesserungsprozess zu überführen.¹⁷

Außerdem werden vom IWI ausgewählte Vorlesungen audiovisuell aufgezeichnet und der Videostream wird mittels einer speziellen Software semantisch mit den Folien der Lehrveranstaltung verbunden. Das fertige Material wird den Studierenden kostenlos zur Verfügung gestellt, um beispielsweise Lehrveranstaltungen nachzubereiten oder Prüfungsinhalte aufzufrischen.¹⁸

UbiLearn ist ein individuelles E-Learning-System, das seit Herbst des Jahres 2002 am IWI stetig weiterentwickelt wird und zurzeit in der Version 0.2 vorliegt.¹⁹ Der Name steht für Ubiquitous Learning, das wörtlich übersetzt ubiquitäres (überall verbreitetes) Lernen bedeutet. Das System verfolgt den oben beschriebenen Ansatz des Blended Learnings. Die Aufgaben und Lösungen beziehen sich auf Vorträge oder Lehrbuchinhalte. Durch automatische Auswertung der Aufgaben ist kein Tutor zur Verwendung des Systems nötig. UbiLearn bietet im Rahmen des Trainings drei Typen von Aufgaben an: Bei Multiple Choice (AND) und Single Choice (OR) Aufgaben werden verschiedene Antwortoptionen zu einer Aufgabe angezeigt. Der Benutzer hat entsprechend die Möglichkeit, eine oder mehrere Antworten aus den Optionen auszuwählen. Bei den so genannten Textaufgaben kann der Anwender auf eine Frage einen ausformulierten Text eingeben. Diese Antwort wird im Anschluss vom System mit einer Musterlösung verglichen.²⁰ Für die Beantwortung einer Aufgabe stehen

¹⁷ Vgl. Forschungszentrum L3S (2006) o. S.

¹⁸ Vgl. Institut für Wirtschaftsinformatik der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Hannover (2006) o. S.

¹⁹ Vgl. Maske/Bartels/Breitner (2005) S. 443

²⁰ Vgl. Maske/Bartels/Breitner (2005) S. 445

dem Benutzer maximal zehn Versuche zur Verfügung. Bei der ersten Vorlage hat er die Möglichkeit, die Aufgabe zurückzustellen.

Zu Lerneinheiten oder Aufgaben existieren im System multimediale Anhänge, die dem Anwender die Möglichkeit bieten, den Lehrstoff oder die Aufgabenstellung durch Grafik, Audio, Text oder Video detaillierter zu erschließen. Die Abbildung 1 zeigt die konzeptionelle Architektur des E-Learning-Systems UbiLearn 0.2.

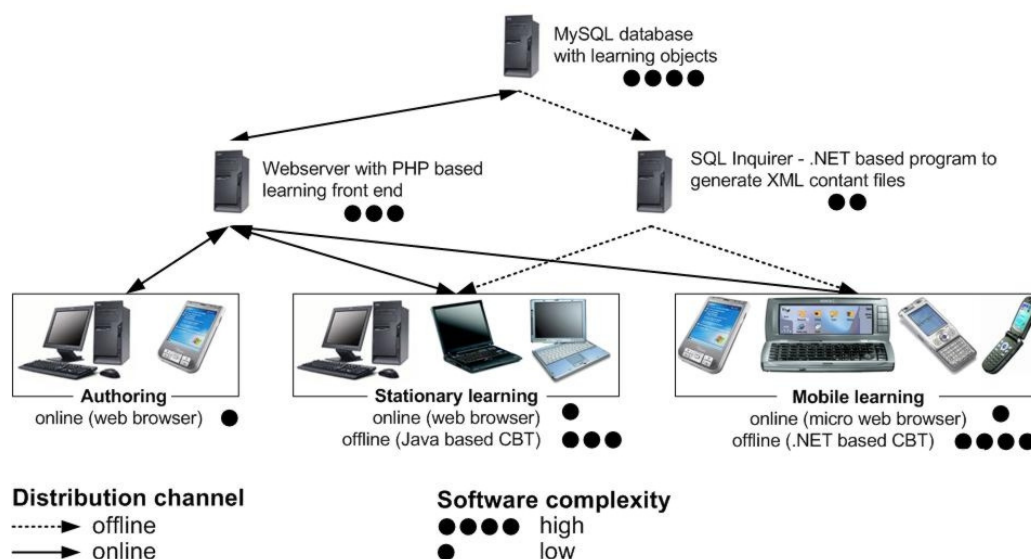


Abbildung 1: Architektur des Systems UbiLearn²¹

Alle persistenten Daten des Systems werden in einer MySQL-Datenbank gespeichert. MySQL ist ein relationales Datenbankmanagement-System, das im Rahmen der General Public Licence (GPL) der Gemeinschaft GNU's not Unix (GNU) kostenlos verfügbar ist.²² GNU ist eine Gemeinschaft, die die GPL entwickelt hat. Software, die unter der GPL verbreitet wird, ist uneingeschränkt privat und kommerziell nutzbar und darf unter Beigabe des Quelltextes kopiert und verändert werden.²³ Anwender, die UbiLearn mit einer ständigen Internetverbindung durch ihren Webbrowser nutzen, absolvieren ein so genanntes Web-Based Training (WBT). Das Gegenteil des WBT ist die Anwendung von UbiLearn durch eine eigenständige Applikation, die ohne Netzverbindung betrieben

²¹ Vgl. Maske/Bartels/Breitner (2005) S. 445

²² Vgl. MySQL AB (2007 c) o. S.

²³ Vgl. GNU Project (2006) o. S.

wird: Das Computer-Based-Training (CBT). Neben dieser Art der Anwendung lassen sich noch zwei Mobilitätsstufen unterscheiden: Das stationäre Training am Desktop-PC oder Laptop und das mobile Training auf PDAs, Handys oder Smartphones. Die kombinierte Darstellung aller Anwendungsformen lässt sich der nachfolgenden Matrix entnehmen:

		Verbindungstyp	
		(offline)	(online)
Mobilität	(niedrig)	stationäres CBT	stationäres WBT
	(hoch)	mobiles CBT	mobiles WBT

Abbildung 2: Differenzierung von stationärem und mobilem CBT und WBT

Anwender des WBT wurden bisher durch einen Webserver mit einem PHP Hypertext Preprocessor (PHP) Frontend bedient. Die Benutzeroberfläche bildet dabei der Webbrowser, der auf dem Client betrieben wird. Die Verarbeitungsschicht befindet sich auf dem Webserver, der an die Persistenzschicht auf dem MySQL-Server angebunden ist. Beim mobilen CBT befindet sich die Verarbeitungsschicht auf dem stationären Gerät, das mit einer individuell entwickelten Benutzeroberfläche ausgestattet ist. Die Anbindung an die Persistenzschicht erfolgt durch die Übertragung eines Datenbankauszugs auf den Client mit Hilfe des SQL-Inquirers (siehe Abbildung 1). Der vom SQL-Inquirer generierte Datenbankauszug im Extensible Markup Language (XML) Format wird auf das System, auf dem das CBT stattfinden soll, übertragen und kann dann im Rahmen der Anwendung von der Software verarbeitet werden. Das mobile CBT schreibt die Benutzereingaben jedoch nicht in die Datenbank zurück. Daher stehen diese Daten beispielsweise nicht für statistische Auswertungen zur Verfügung. Ein mobiles WBT kann das hingegen leisten.

Für Lehrende und Administratoren existiert ein Authoring-Bereich, welcher ausschließlich online per Webbrowser betrieben wird. Dort können neue Lektionen und Aufgaben eingestellt und absolvierte Aufgaben evaluiert werden.

5 Bewertung und Ausblick

Die durchgeführte Betrachtung der berechneten Übertragungszeiten ist differenziert zu bewerten. Bedingt durch ihre Größe benötigen die multimedialen Anhänge mehr Übertragungszeit. Das mobile WBT ist jedoch so konzipiert, dass der Anwender diese Anhänge nur auf Wunsch angezeigt bekommt. Es bietet sich ihm auch die Möglichkeit, ohne die Anhänge zu arbeiten. Diese Option gewinnt an Bedeutung, wenn Benutzer UbiLearn auf einem mobilen Endgerät mit schwacher Mobilfunk-Technologie verwenden (GSM, HSCSD, GPRS). Ein Anwender, der GPRS verwendet, könnte innerhalb der neun Sekunden Übertragungsdauer für eine Grafik bereits an einen Systemfehler glauben. Eine Maßnahme, die Nutzer über die Anbindung aufzuklären, wäre eine Seite im Hilfesystem, die dem Anwender Hinweise zu den Mobilfunk-Techniken und deren Bandbreite gibt.

Gegenüber dem mobilen CBT hat das mobile WBT den Vorteil, dass es die Benutzereingaben erfasst und für eventuelle statistische Auswertungen in die Datenbank schreibt. Dadurch ergibt sich für den Anwender der Vorteil, dass er die beiden Systeme kombiniert verwenden kann. So bietet sich beispielsweise die Möglichkeit, das mobile WBT zu unterbrechen und mit der gleichen Lektion zu einem späteren Zeitpunkt am stationären WBT fortzusetzen. Aufgaben mit großen multimedialen Anhängen können im mobilen WBT zunächst zurückgestellt und später im stationären WBT betrachtet werden. Darüber hinaus entfällt für den Anwender die Übertragung der Lerndaten, die beim mobilen CBT mit dem XML-Enquierer vor dem Training eines neuen Lernprojektes durchgeführt werden muss. Stattdessen benötigt der Anwender des mobilen WBT eine Internetverbindung.

Die technische Entwicklung der Mobilfunktechnik wird spätestens mit der flächendeckenden Verfügbarkeit des UMTS-Netzes und der Durchdringung des Marktes mit entsprechenden Endgeräten das Problem der Bandbreite mobiler Endgeräte im Bezug zu den Aufgaben des UbiLearn-Systems verschwinden lassen. Das Problem bleibt jedoch bezüglich der Anhänge insbesondere für die

Verwendung anderer Formate als Bilder bestehen. Videodateien, die für die Wiedergabe auf einem PC bestimmt sind, enthalten wesentlich mehr Daten, als solche, die für mobile Endgeräte generiert wurden. Außerdem ist es aufwändig und mit großer Serverlast verbunden, analog zur Lösung der verkleinerten Bilder ein Video in Echtzeit auf die Displaygröße eines PDAs anzupassen, um auf diese Weise eine geringe Bandbreite zu kompensieren.

Das Problem der kleinen Displays wird vermutlich noch längere Zeit bestehen bleiben, bevor diese beispielsweise von ausrollbaren Displayfolien abgelöst werden.⁷⁷

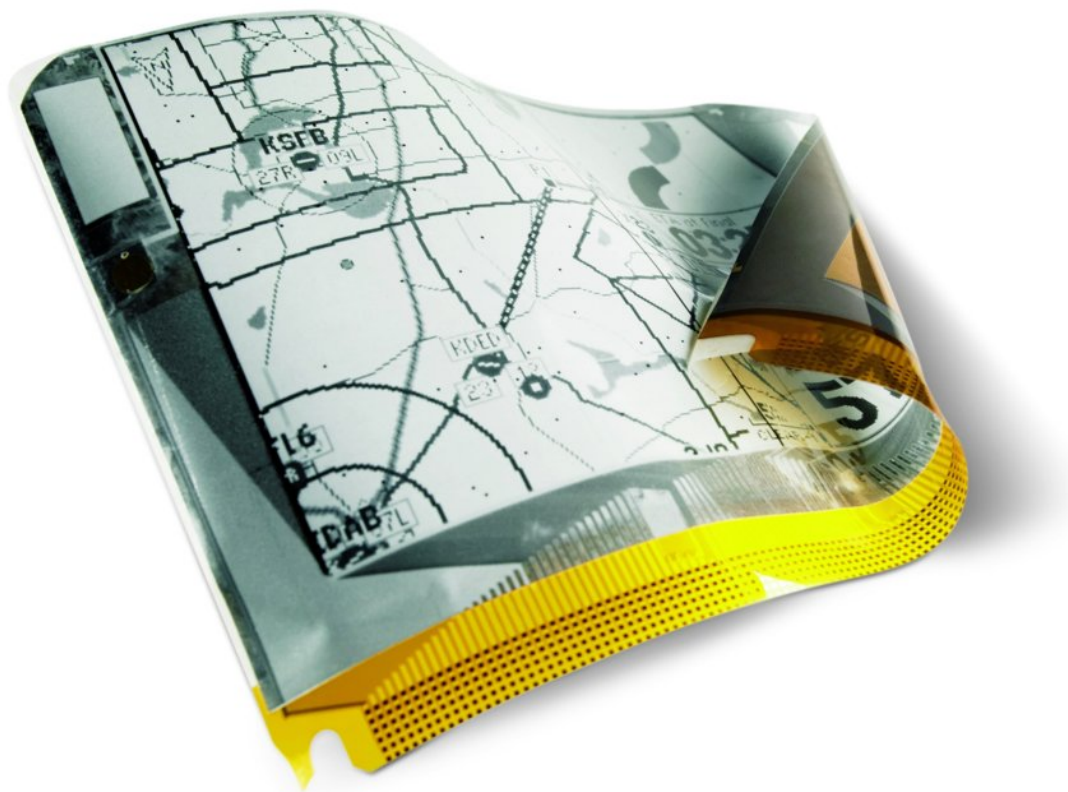


Abbildung 29: Aufrollbares Display PV-QML5 von Philips⁷⁸

Zurzeit lässt sich das UbiLearn mobile WBT mit mobilen Geräten, die über GPRS, UMTS oder WLAN verfügen, angemessen bedienen. Das System ermöglicht ubiquitäres Lernen: zeit- und ortsunabhängig. So lässt sich die Reisezeit im Zug oder die Wartezeit auf dem Flughafen für den Anwender sinnvoll

⁷⁷ Vgl. Golem.de Klaß & Ihlenfeld Verlag (2005) o. S.

⁷⁸ Vgl. Golem.de Klaß & Ihlenfeld Verlag (2005) o. S.

überbrücken. Für diese Freiheit und Flexibilität muss er jedoch neben den im Verhältnis zur drahtgebundenen Netzerkanbindung höheren Kosten, zusätzlich ein wenig an Benutzerfreundlichkeit gegenüber dem stationären WBT aufgeben.

6 Zusammenfassung

Die Kosten von Aus- und Weiterbildung qualifizierter Mitarbeiter kann mit Hilfe der modernen Informations- und Kommunikationstechnologien nachdringlich gesenkt werden. Der Ansatz des Blended Learning verknüpft Präsenzveranstaltung mit E-Learning und trägt zu einer besseren Qualität der Lehre mit weniger Präsenzeinheiten bei. Das E-Learning System UbiLearn unterstützt diesen Ansatz. Mit der Software können Lerninhalte bisher durch stationäres WBT und mobiles CBT vertieft werden. Das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte mobile WBT ermöglicht es, Anwendern an beliebigen Orten mit mobilen Endgeräten und bestehender Internetverbindung UbiLearn zu verwenden. Eine ausführliche Betrachtung der Einschränkungen mobiler Endgeräte ergab, dass im Rahmen der Entwicklung auf die Datenübertragung und die Anzeige bedingt Einfluss ausgeübt werden kann. Das mobile WBT berücksichtigt die eingeschränkten Darstellungsmöglichkeiten mobiler Endgeräte, indem es dessen Auflösung erkennt und horizontale Bildläufe vermeidet. Darüber hinaus lässt die Software dem Anwender die Wahl, große Anhänge zu betrachten oder zu umgehen, so dass dieser in Abhängigkeit der Bandbreite seiner Internetverbindung entscheiden kann. Die Rückführung seiner Eingaben ermöglicht die Unterbrechung eines Lernprojekts und die Wiederaufnahme am stationären oder mobilen WBT. Durch den Betrieb des mobilen WBT als .NET Webanwendung auf einem Linux-System mit Hilfe des Mono-Frameworks konnte ein moderner Entwicklungsstandard verwendet werden, der sich problemlos in die IT-Infrastruktur des IWI einfügen ließ.

Die durchgeführte Evaluation des Systems hat gezeigt, dass befriedigende Übertragungszeiten nur mit den mobilen Verbindungstechniken GPRS, UMTS und WLAN zu erreichen sind. Ältere Standards wie HSCSD und GSM sind für eine benutzerfreundliche Anwendung ungeeignet, würden aber theoretisch funktionieren. Ferner zeigte die Evaluation, dass die Autoren von Lernprojekten maßgeblichen Einfluss auf das mobile WBT haben. Große Teilaufgaben und ein ungünstiges Mischungsverhältnis von TEXT- zu AND- und OR-Aufgaben, schränken die Softwareergonomie ein.

Abschließend war festzustellen, dass die Übertragungsraten mit der voranschreitenden technischen Entwicklung mittelfristig kein Problem mehr darstellen werden. Die Entwicklung der Technik bezüglich der Anzeige bleibt abzuwarten. Das entwickelte System ergänzt das UbiLearn-System und gibt Anlass zur weiteren Evaluation beispielsweise bezüglich Serverauslastung und Anwenderfeedback.