Mobile Learning – Analyse und Entwurf einer mobilen Anwendung zur Unterstützung von Mitarbeitern im Außendienst

Diplomarbeit
im Fachbereich Informationstechnik im
Studiengang Softwaretechnik der
Fachhochschule für Technik Esslingen

Christian Gallant

Prüfer:	Prof. Astrid Beck
Betreuer:	Dipl. Inform. Peter Rudolph

Bearbeitungszeitraum: 01. März bis 20. Juni 2006

Plochingen, Juni 2006

Kurzfassung

Mobiles lernen ist seit geraumer Zeit möglich. Sei es durch Bücher, oder noch weiter zurückliegend, durch Schriftrollen oder Steintafeln. Wissen konnte schon immer transferiert werden und ist nicht ortsgebunden.

Gelehrt wird seit Jahrhunderten an stationären Einrichtungen, welche vom Lernenden aufgesucht werden müssen. Mit dem Siegeszug des Computers, bekam das multimediale Lernen, welches zuvor schon durch Medien, wie Fernsehen, Video oder Hörlektionen Einzug fand, eine immer wichtigere Rolle. Es ist möglich einer Lehrveranstaltung beizuwohnen ohne physisch anwesend zu sein, jedoch ist man nach wie vor, an den Ort des Ausgabemediums, vornehmlich den Computer, gebunden.

Mit fortschreitender Technologie kamen Notebooks und Mobiltelefone, sowie die neueste Generation der mobilen Computer wie PDA und Smart Phone hinzu. Sie bieten dem Lernenden fast grenzenlose räumliche Freiheit – Mobilität.

In dieser Diplomarbeit sollen im ersten Teil theoretische Hintergründe zu Mobilität, Lernen, Didaktik und Wissensverarbeitung im Allgemeinen erörtert werden. Weiter sollen bereits existierende Möglichkeiten und Anwendungen im Bereich des Mobile-Learning aufgezeigt, sowie die technischen Möglichkeiten: Hardware, Software, eingesetzte Programmiersprachen und Grenzen der Medien, beleuchtet werden.

Im Hauptteil der Arbeit sollen die Modelle des Mobile-Learning auf einen Geschäftsprozess der Arbeitswelt angewandt werden. Wie kann einem Mitarbeiter im Außendienst zusätzliches, respektive situativ benötigtes Wissen vermittelt und bestmöglich dargstellt werden, um in Kürze auf bestimmte Situationen vorbereitet oder geschult zu werden.

Die prototypische Umsetzung einer Mobile-Learning Anwendung soll mit dem versions-übergreifenden Java Framework für mobile Anwendungen der Firma PI-Data, umgesetzt werden. Ein wichtiger Aspekt soll hierbei die Gestaltung der Oberfläche und Dialoge sein, welche bei mobilen Endgeräten, im Gegensatz zu herkömmlichen Desktop Anwendungen, andere und neue Anforderungen zu meistern haben.

Abschließend steht eine Zusammenfassung der Erfahrungen, sowie ein Ausblick auf mögliche weitere Einsatzfelder und Entwicklungen des Mobile-Learning.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei den Personen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, bedanken.

Frau Prof. Astrid Beck, welche die Idee zum Thema Mobile Learning aufbrachte und damit an mich herantrat. Für die wöchentlichen Treffen, bei denen stets fruchtbare Diskussionen geführt und Ideen gesammelt wurden. Vor allem aber, für ihre offene Art, die Unterstützung über die gesamte Zeit und die aktive Hilfe bei der Akquise.

Bei der PI-Data AG, die diese Diplomarbeit letztlich ermöglichte. Besonders bei Herrn Dipl. Inform. Peter Rudolph, der mich eigenverantwortlich arbeiten ließ, aber zur Stelle war, wenn es notwendig war. Mein Dank gilt auch Frau Dipl. Inform. Doris Schwarzmaier von PI-Data, die mir mit Rat und Tat zur Seite stand, um die Tiefen des Frameworks besser kennen zu lernen.

Danke auch an die Firma SchwörerHaus, die sich kurzfristig bereiterklärte und Interesse an einer mobilen Lernkomponente zeigte. Herrn Müller danke ich für die Informationen und die Zeit, die er mir zur Verfügung stellte. Herrn Maucher, meinem Ansprechpartner auf einem Bauprojekt, der mir bei meinen Besuchen stets sehr offen und freundlich begegnete.

Am meisten jedoch, habe ich mich bei meiner Frau zu bedanken, die mir während der ganzen Zeit stets den Rücken freihielt und nicht zu vergessen unseren drei Kinder, die viel zu oft auf ihren Papa verzichten mussten.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung **2**

Danksagung **3**

Inhaltsverzeichnis **4**

Einleitung **8**

1 Grundlagen **9**

1.1 Mobilität **9**

1.2 Wissensorganisation **11**

1.2.1 Wissen 11

1.2.2 Denken & Können 12

1.2.3 Wissensmanagement 13

1.3 Lerntheorien **14**

1.3.1 Behaviorismus 15

1.3.2 Der Kognitivismus 16

1.3.3 Der Konstruktivismus 17

1.3.4 Fazit 18

1.4 Lernen mit Computern **19**

1.4.1 Lernmaschinen 19

1.4.2 Programmierte Unterweisung 20

1.4.3 User Interface - Eingabemedien 21

1.4.4 Hypertext 22

1.5 Mediendidaktik **22**

1.5.1 Programmierte Instruktion 23

1.5.2 Intelligente tutorielle Systeme 24

1.5.3 Hypertext – Hypermedia 25

1.6 Definition Mobile-Learning **25**

1.6.1 Vom E-Learning zum M-Learning 26

1.6.2 Die Rolle der Technik 27

2 Mobile Endgeräte **28**

2.1 Handheld & Smartphone **28**

2.1.1 Personal Digital Assistent - PDA 28

2.1.2 Smartphone 29

2.1.3 Wireless Handheld 29

2.1.4 Fazit 30

2.2 Betriebssysteme **30**

2.2.1 Symbian OS 31
2.2.2 Windows Mobile 32
2.2.3 Palm OS 33
2.3 Übertragungstechniken 34
2.3.1 GSM 34
2.3.2 HSCSD 34
2.3.3 GPRS 34
2.3.4 UMTS 35
2.3.5 WLAN 35
2.3.6 Bluetooth 35
2.4 Entwicklung mit Java 35
2.4.1 Die Java Plattform 36
2.4.2 Das Java Development Kit 37
2.4.3 Java 2 Platform Micro Edition 38
2.4.4 Fazit 39
2.5 Das PI-Data Framework 41
3 Mobile Usability 43
3.1 Definition Usability 43
3.2 Normen 44
3.2.1 DIN EN ISO 9241 44
3.2.2 ISO 13407 46
3.3 Besonderheiten mobiler Endgeräte 46
3.3.1 Display 46
3.3.2 Speicher 47
3.3.3 Eingabegeräte 47
3.3.4 Nutzungskontext 47
3.3.5 Bandbreite 48
3.4 Szenarien - Mobile Situationen 49
3.4.1 Szenarien 49
3.4.2 Faktoren mobiler Nutzung 50
3.4.3 Heuristiken für den Entwurf mobiler Anwendungen 51
3.5 Testen 53
3.5.1 Vor dem Test 53
3.5.2 Probleme beim Testen 54
3.5.3 Endgerät oder Anwendung 54
3.5.4 Szenarien simulieren 54
3.5.5 Probleme visualisieren 54
3.5.6 Prototypen 57
3.6 Fazit 60
4 M-Learning Anwendungen 61

4.1 Anwendungen aus der Lehre 61
4.1.1 Virtuelle Universität Regensburg 61
4.1.2 WELCOME Uni Passau 63
4.1.3 Mobile Ansätze Weltweit 64
4.2 Anwendungen aus der Industrie 66
4.2.1 Smart Mobile-Learning - SML 66
4.2.2 AIS Mobile - Paulaner Brauerei 68
4.2.3 Knowledge Pulse 68
4.2.4 eXact iTutor 69
4.3 Modetrend oder Bestandteil lebenslangen Lernens? 71
4.3.1 Hintergrund der Befragten 71
4.3.2 Entwicklungstrends 71
4.3.3 Anwendungsgebiete 72
4.3.4 Vor- und Nachteile 74
4.3.5 Fazit 76
5 M-Learning für die Mobile Montage 77
5.1 Mobile Montage der Firma SchwörerHaus KG 77
5.1.1 Mobile Montage im Einsatz 78
5.2 Analyse der Anforderungen 82
5.2.1 Arbeitsablauf - Lernsituationen 82
5.2.2 Anforderungen 84
5.2.3 Vorgehensmodell 85
5.3 Prototyping 86
5.3.1 Papier Prototypen 86
5.3.2 Dialoge mit dem PI-Data Framework 87
5.3.3 Technische Umsetzung des Prototypen 91
5.4 Empfehlungen zur Realisierung 92
5.4.1 Aktualität - Verteilung der Daten 92
5.4.2 Darstellung der Anweisungen und Anhänge 93
5.4.3 Ausdrucken oder Projizieren der Anweisungen 93
5.5 Probleme bei der Darstellung der Inhalte 95
5.5.1 Kurztexte der Anweisungen – Dateinamen 95
5.5.2 Zoomen der Zeichnungen 96
5.6 Technik für den Usability Test 99
5.7 Weitere Einsatzmöglichkeiten 100
5.7.1 Kundendaten auf der Fahrt zum Kunden 100
5.7.2 Produktinformationen beziehen 101
5.7.3 Standortbezogenes Wissen 101
5.8 Fazit 102

6 Zusammenfassung und Ausblick 103

Literaturverzeichnis 105

Abbildungsverzeichnis 107

Tabellenverzeichnis 108

Abkürzungsverzeichnis 109

Erklärung 110

Anhang 111

XML-Datei zur Dialogdefinition 111

XML-Schema zum generieren der Modells 115

XML-Datei zur Datendefinition 117

Java Klassen 118

Einleitung

E-Learning und das daraus resultierende M-Learning, welches für die mobile Form internetbasierten bzw. drahtlosen Lernens steht, findet immer mehr Einzug in die Lehre und erweitert das traditionelle Lehrangebot. Nach Lehner [Leh03, S.1] ist die endgültige Entwicklung, als auch der Nutzen der mobilen Variante momentan noch sehr schwer abschätzbar, weil es an Erfahrung und systematischen Untersuchungen mangelt. Die treibende Kraft der aktuellen Experimentierphase, sei die Verfügbarkeit von mobilen Endgeräten, verbunden mit kabelloser Datenübertragung.

Die steigenden Mobilitätsanforderungen, durch die gesellschaftliche und wirtschaftliche Dynamik der letzten Jahre, bewirkten laut Lehner [Leh03, S.2] ein stärkeres Interesse an mobilen Formen des Lehrangebots. Ein Ansatz der immer wieder in den Fokus rückt, ist das Nutzen von Leerzeiten, wie z.B. das Warten beim Arzt oder eine Zugfahrt, zum Lernen.

Gerade die erwähnte Zeitersparnis, ist eine häufig genannte Forderung der Arbeitswelt, denn Zeit ist bekanntlich Geld. Neue Mitarbeiter müssen eingearbeitet und geschult werden, andere bilden sich weiter und alles dauert natürlich seine Zeit. Es liegt also nahe, auch in diesem Bereich anfallende Leerzeiten zu nutzen. Ein weiterer Fall, welcher ein zentraler Aspekt dieser Ausarbeitung ist, sind Mitarbeiter im Außendienst, die in bestimmten Situationen kurzfristig geschult, informiert oder vorbereitet werden müssen. Als Beispiel kann hier ein Vertreter genannt werden, der sich auf einen Kundenbesuch vorbereitet, oder ein Service-Techniker, der sich die Historie einer Maschine anzeigen lässt, welche zur Reparatur beim Kunden steht.

Diese Diplomarbeit hat das Ziel zu erforschen, was es derzeit zum Thema Mobile-Learning gibt, d.h. gibt es Studien, oder bereits bestehende Anwendungen und wo resp. wie werden diese eingesetzt. Weiter soll das Thema Mobile Usability, mit den Besonderheiten der mobilen Endgeräte beleuchtet werden, bevor im praktischen Teil eine Lernkomponente für eine bestehende mobile Anwendung in der Baubranche analysiert und entworfen werden soll.

Um zu verstehen, was sich hinter den Begriffen Lernen, Mobilität und Wissensmanagement verbirgt und welchen Bezug sie im Kontext des Mobile-Learning zueinander haben, soll der folgende Abschnitt die Grundlagen zum Verständnis schaffen.

1 Grundlagen

Um den Begriff Mobile-Learning (mobiles Lernen) besser einordnen zu können, werden in diesem Kapitel zunächst wichtige theoretische Hintergründe aufgezeigt. Grundlegende Begriffe werden definiert, sowie Lerntheorien und mediendidaktische Modelle vorgestellt.

1.1 Mobilität

Unter Mobilität versteht man nach Lehner [Leh03, S.2], die prinzipielle Möglichkeit der physischen Bewegung, sowie den tatsächlichen Vorgang des Bewegens. Stationär ist somit das Gegenteil von mobil, da sich Objekte oder Subjekte längere Zeit am gleichen Ort befinden.

Zängler unterscheidet, wie in Abbildung 1 dargestellt, verschiedene Kategorien von Mobilität:

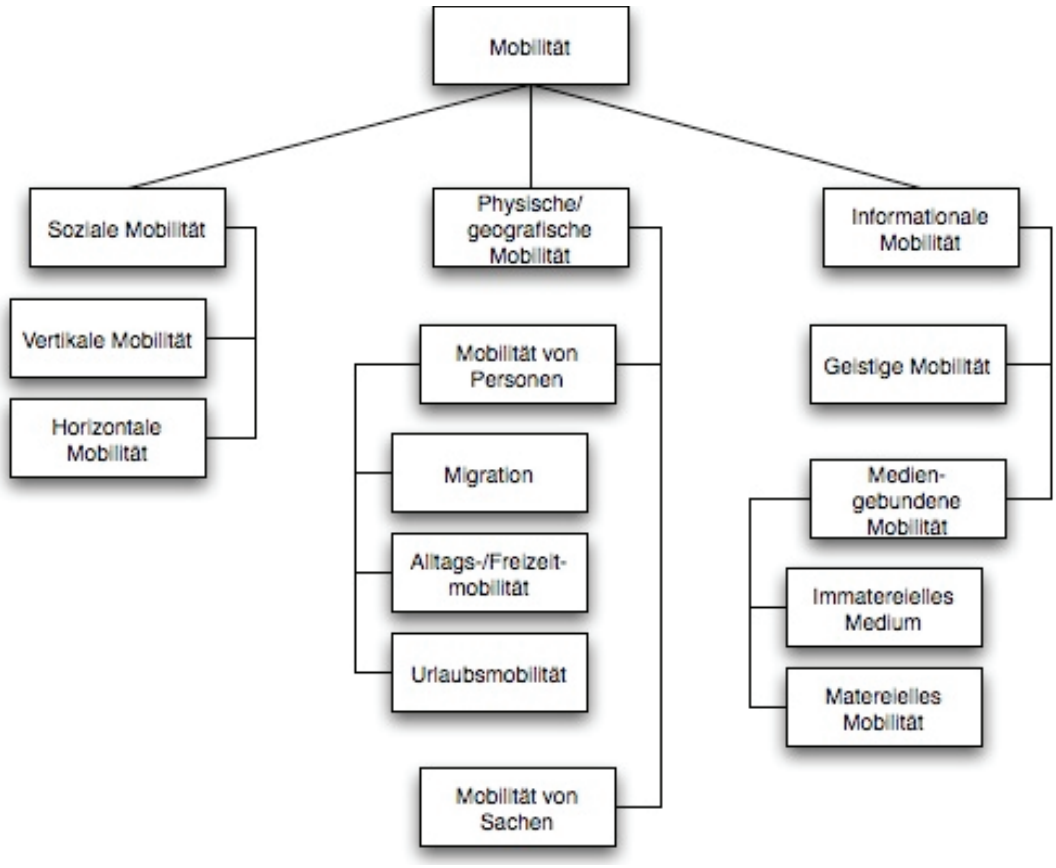

Abbildung 1: Arten von Mobilität nach Zängler

Soziale Mobilität wird unterschieden zwischen vertikaler (zwischen Gesellschaftsschichten) und horizontaler (innerhalb einer Gesellschaftsschicht) Mobilität. Die vertikale Mobilität spielt beim mobilen Lernen keine Rolle. Relevant ist hingegen die horizontale Mobilität, welche z.B. als die Zusammenarbeit in studentischen Gruppen verstanden werden kann.

Physische/Geographische Mobilität unterscheidet zwischen der Mobilität von Personen und Sachen, wobei erstere in drei weitere Kategorien unterteilt ist: Migration, Alltags- bzw. Freizeitmobilität und Urlaubsmobilität. Migration beschreibt z.B. einen dauerhaften Wohnsitzwechsel ohne Rückkehr. Bei der Alltags- und Freizeitmobilität kehrt man in der Regel innerhalb von Stunden zurück an den Ausgangsort. Die Urlaubsmobilität steht für eine verlängerte Freizeitmobilität, da sich nur die Zeitspanne der Abwesenheit verlängert.

Demnach ist Mobilität, bzw. die Eigenschaft „Beweglichkeit“ nicht auf Personen beschränkt, sondern kann sich auf unterschiedliche Objekte beziehen. Laut Lehner [Leh03, S.3], kann nach folgenden Punkten unterschieden werden:

1. Mobile elektronische Geräte (PDA, Handy, Notebook etc.),
2. sonstige Gegenstände der realen Welt (z.B. ein Auto oder ein Handelsprodukt),
3. Dienste, auf die ein Benutzer zugreifen kann, egal an welchem Ort er sich befindet,
4. Daten resp. Informationen
5. und natürlich Personen.

Mobiles Lernen umfasst prinzipiell alle genannten Punkte, wobei implizit meist die räumliche Mobilität von Personen gemeint ist. Nach Lehner [Leh03, S.4] erfasst diese Sichtweise nicht das gesamte Potenzial mobiler Lernformen, was durch kurze Beispiele anderer Ausprägungsformen von Mobilität verdeutlicht werden soll.

1. Die Konzentration auf neue Gerätegenerationen führt zu Projekten, wo bereits vorhandenes elektronisches Lernmaterial, speziell für PDA oder Organizer aufbereitet werden.
2. Einbinden verschiedener Gegenstände durch Lokalisierungs- und Identifikationstechnologien, ermöglicht das „Ansprechen“ an sich passiver Gegenstände, um diese in einen Lernkontext zu integrieren (z.B. Vernetzung mit zentralem Wissensbestand).

3. Die Mobilität von Diensten meint, dass ein Lernvorgang, welcher z.B. an einem lokalen Computer begonnen wurde, auf einem mobilen Endgerät fortgesetzt werden kann, ohne einen besonderen Aufwand für den Lernenden erforderlich zu machen.

4. Mit der Mobilität von Daten und Informationen, ist eine orts- und geräteunabhängige Verfügbarkeit gemeint.

5. Ergänzend zur personenbezogenen Mobilität sei erwähnt, dass hier auch alle erforderlichen Kommunikationsprozesse im Umfeld des Lernens gemeint sind.

1.2 Wissensorganisation

Wissen ist nach Holzinger [Holz01, S.53] ein entscheidender industrieller Produktionsfaktor unserer Zeit, wobei wir erst am Anfang einer so genannten „Wissensgesellschaft“ stehen. Um spezifische Probleme zu lösen, wird handlungsrelevantes Wissen immer schneller notwendig, wobei Computer einen wesentlichen Anteil daran haben.

Weiter sagt er, dass Innovation und Optimierung von Produkten oder Serviceleistungen, ohne zielorientierte Anwendung von vorhandenem Wissen, nicht möglich ist. Da Wissen in Organisationen an vielen verschiedenen Orten „gespeichert“ ist, entscheidet das schnelle und richtige Einsetzen des vorhandenen Wissens über den Erfolg eines Unternehmens im globalen Wettbewerb.

1.2.1 Wissen

Es gibt verschiedene Ansätze Wissen zu definieren, wobei stets der Kontext in dem der Begriff gebraucht wird berücksichtigt werden muss. Beispielsweise versteht die Psychologie unter Wissen schlicht, den dauerhaften Inhalt des Langzeitgedächtnisses. In der Informatik meint man den Inhalt einer Wissensbasis eines Informationssystems und in der Kognitionswissenschaft ist Wissen *„eine Menge von Inhalten die zusammen mit Inferenztechniken (logische Schlussfolgerungen) ein kognitives System zum Problemlösen (Bewältigung intelligenter Handlungen) befähigt“* [Holz01, S.54].

Wissen ist mehr als Information und wird erst durch kognitive Prozesse gewonnen. Abbildung 2 und 3 stellen den Prozess der Wissensgewinnung nach Holzinger dar:

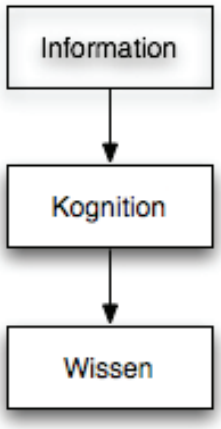

Abbildung 2: Von der Information zum Wissen nach Holzinger

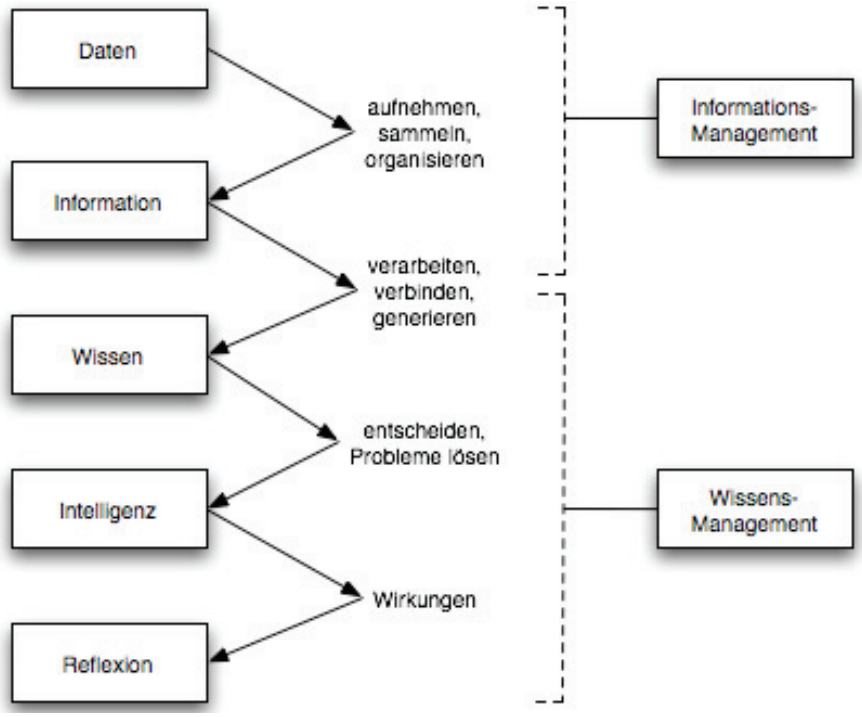

Abbildung 3: Wissensgewinnung nach Holzinger

1.2.2 Denken & Können

Eine weitere Unterscheidung zum Wissen, bilden die Begriffe Denken und Können. **Denken** ist nach Holzinger, [Holz01, S.56] ein interpretierender Schlussfolgerungsprozess, bei dem neue Information aus bereits vorhandener, abgeleitet wird und aktuelle Eindrücke mit bereits gespeicherten Informationen, in Beziehung gesetzt werden.

Denken wird phänomenologisch unterschieden:

- **Inhaltlich**, steht für anschauliches, konkretes und abstraktes Denken.

- **Strategisch**, nennt man systematisches und intuitives Denken.
- **Ergebniszentriert**, teilt sich in reproduktives und produktives Denken und
- **rationalistisch**, beschreibt magisches, autistisches und rationales Denken.

Unter **Können** versteht die Psychologie, [vgl. Holz01, S.57] die Bewältigung von Anforderungen auf Grundlage von Fähigkeiten, Fertigkeiten, sowie den Einflussgrößen: Intention, Einstellung, Ermüdbarkeit und Motivation.

Um theoretisches Wissen in praktisches Können – auch genannt Kompetenz resp. Sachverstand – umzuwandeln, bedarf es wie man aus den Definitionen schließen kann, verschiedener Prozesse der Informationsverarbeitung, des Informations- und Wissensmanagements.

1.2.3 Wissensmanagement

Wie Eingangs erwähnt, sind Wissen und Information, entscheidende Produktionsfaktoren unserer Zeit, welche als Wissensgesellschaft bezeichnet werden kann. Untermauert wird diese These durch Sommerlatte [Sommer99, S.6] der sagt, dass es im Umgang mit sich schnell weiterentwickelnden technischen Möglichkeiten darauf ankommt, schnell zu wissen, wie man damit umgeht, wie man den Wissensvorsprung nutzen kann um einen Wettbewerbsvorsprung daraus zu erhalten und wie man sicherstellt, dass es an den richtigen Stellen, zur richtigen Zeit zur Verfügung steht.

Ein wichtiger Erfolgsfaktor ist daher, „wie“ auf vorhandenes Wissen zugegriffen wird um es zu nutzen und zu erweitern.

Nur knapp 30 Prozent des Wissenspotenzials der Mitarbeiter von Unternehmen werden genutzt. Das Wissen des Einzelnen aber, ist entscheidend für das Gelingen bzw. den Erfolg seiner Arbeit und somit auch für den Geschäftserfolg des gesamten Unternehmens.

Wissensmanagement bezeichnet den Vorgang, das Wissen eines Unternehmens im Bedarfsfall einfach und schnell zugänglich zu machen, um bei der Lösung von Problemen herangezogen werden zu können. Darüber hinaus beschreibt Wissensmanagement, die Strategie: Wann, wie und an welcher Stelle eines Unternehmens, das Wissen gezielt erweitert wird. Es geht hierbei also nicht, in erster Linie um Datenverarbeitung, sondern eine Kultur des Wissensaustauschs in Unternehmen zu schaffen.

Die Datenverarbeitung bietet hier die Möglichkeit, als technisches Hilfsmittel zu neuen Lösungsansätzen des Wissensmanagements beizutragen.

Nach Sommerlatte, [Sommer99, S.8] soll ein verbessertes Wissensmanagement dazu beitragen, Wachstums- und Ertragsvorteile durch Innovationsvorsprung zu erlangen. Fünf Schritte sind seiner Ansicht nach dafür erforderlich:

1. Vorhandenes Wissens eines Unternehmens, muss lokalisiert und leicht zugänglich gemacht werden. Es soll sozusagen eine **Wissenslandkarte** erstellt werden.

2. Die Wissensanforderungen typischer Entscheidungs- und Innovationssituationen eines Unternehmens, müssen erfasst und eingestuft resp. charakterisiert werden. Daraus können **Wissenslücken** abgeleitet werden und gezielt neues oder zusätzliches Wissen erworben werden. Der Erwerb des Wissens kann durch Anwerben von Wissensträgern, externe Wissensquellen oder durch Verbesserung eigener Kommunikations- und Lernprozesse erfolgen.

3. Die Wissensspeicherung und die **Zugangsgeschwindigkeit** zu gespeichertem Wissen soll durch ein flexibles Informations- und Dokumentationssystem verbessert werden.

4. Proaktives Verteilen an die Interessierten, sobald neues Wissens vorhanden ist. „Auf dem Laufenden bleiben".

5. Das vorhandene Wissen muss schließlich angewandt und für neue Innovationsstrategien genutzt werden. Es geht darum, das Wissen um Kundenbedarf, neue technische Möglichkeiten, oder Wettbewerbsschwächen. in neue Ideen und deren Umsetzung in neue Produkte, Leistungen oder Prozesse einzubringen.

1.3 Lerntheorien

Lernen kann prinzipiell als ein Prozess verstanden werden, der es dem Menschen ermöglicht, sich an stark wechselnde Umweltbedingungen anzupassen und diese den eigenen Bedürfnissen entsprechend umzugestalten.

Nach Zimbardo [Zimm04, S.243] ist Lernen ein Vorgang, der durch jede Veränderung unseres Verhaltens oder Wissens erfolgt, unabhängig davon, ob es beabsichtigt oder unbeabsichtigt erfolgt. Das Lernen ohne Absicht, wird in unserer Gesellschaft wenig beachtet, obwohl es sehr wichtig ist und wir täglich lernen, ohne dies tatsächlich zu beabsichtigen.

Die Lernprozesse des beabsichtigten Lernens, werden in der Lernforschung in folgende Teilschritte zerlegt:

- **Informationsaufnahme** (Darbietung des Lerninhalts),
- **Informationsverarbeitung** (eigentlicher Lernvorgang),
- **Informationssicherung** (Wiederholen, festigen des Lernvorgangs),
- **Informationsspeicherung** (dauerhaftes Behalten),
- **Informationsanwendung** (Wiedergabe) und

- **Informationsverlust** (Vergessen).

Wie in allen Wissenschaften, gibt es auch hier verschiedene Theorien, die in den nächsten Abschnitten aufgezeigt werden sollen. Drei wesentliche Ansätze sind:

1.3.1 Behaviorismus

Der Behaviorismus, gründet auf messbaren Daten, genauer gesagt auf beobachtbaren Reaktionen von Menschen und Tieren, die möglichst objektiv beschrieben werden sollen. Ideen, Emotionen und innere Erfahrungen werden laut Holzinger [Holz01, S.164] ausgeschlossen, da sie nicht objektiv sind und Lernen als Reiz-Reaktions-Mechanismus gesehen wird. Als bekanntes Beispiel kann hier Pavlow mit der klassischen Konditionierung eines Hundes genannt werden.

Der Grundgedanke des Behaviorismus basiert auf der Rückmeldung, die einem bestimmten Verhalten folgt. Bei positiver Rückmeldung, erfolgt eine Verstärkung und dieses Verhalten wird in Zukunft öfter gezeigt, da die Rückmeldung als Belohnung empfunden wird. Bei negativer Rückmeldung – einer Bestrafung – kann es kurzfristig zu einer Verminderung eines zuvor gelernten Verhaltens kommen, bzw. ein neues Verhaltensmuster einprägt, also gelernt – gegenkonditioniert – werden.

Der klassische Schulunterricht, kann als behavioristische Lernsitzung gesehen werden [vgl. Holz01 S.129], wobei der Lehrende die Kontrolle über die Lernumgebung, den Lernstoff und die Zeit hat. Das vermittelte Wissen ist meist unabhängig vom Vorwissen der Lernenden.

Zum Aneignen von Faktenwissen und Erlernen von Reaktionsmustern, z.B. Routineabläufen beim Autofahren, hat sich der Behaviorismus als bewährt erwiesen. Behavioristische Strategien, sind vor allem bei einfachen Problemlösungen und Auswendiglernen, von Vorteil. Als Beispiele können hier typische Vokabellernprogramme oder Tutorial-Systeme genannt werden.

Nachteilig wird gesehen, dass das menschliche Gedächtnis nur als passiver Wissenscontainer gesehen wird, der Daten speichert und nicht verarbeitet. Der Behaviorismus ignoriert hierbei die Gefühle und Gedanken, sowie sonstige Randbedingungen die eine Person mit sich bringt, bewusst.

Studenten einer klassischen Vorlesung eignen sich in der Regel das nötige Faktenwissen an, das in der Klausur später wiedergegeben werden muss. Der Nachteil besteht nach Holzinger [Holz01, S.125] darin, dass das Gelernte nicht im Langzeitspeicher bleibt und nicht zur Lösung von Problemstellungen herangezogen werden kann.

Da die Wirkung einer Rückmeldung auf ein Verhalten, bei geringer zeitlicher Differenz am größten ist, ist auch die Verstärkung unmittelbar nach dem Verhalten am größten.

Aus diesem Zusammenhang kann gefolgert werden, dass sich computergestützte Medien gut zur Realisierung einer behavioristischen Lernstrategie eignen.

1.3.2 Der Kognitivismus

Im Kognitivismus stehen Verarbeitungs- und Denkprozesse des Lernenden im Vordergrund. Kognition beschreibt Holzinger [Holz01, S.133] als einen Prozess, des Aufnehmens und Organisierens von Informationen zum Wissenserwerb. Im Gegensatz zum Behaviorismus, der das Gehirn als eine Art Blackbox sieht, akzeptiert der Kognitivismus den Menschen als Individuum, das Reize selbstständig und auf unterschiedliche Weise verarbeitet. Ein Lernvorgang wird als Prozess der Informationsverarbeitung gesehen.

Wichtig ist das Erkennen von Zusammenhängen und selbstständiges Lösen von Problemen. Lehrende werden nicht mehr nur als Experten gesehen, die ihr Wissen weitergeben, sondern sind Begleiter während des Lernprozesses, die zur aktiven Problembewältigung anleiten. Das Lernziel ist nicht mehr nur die Reproduktion von faktischem Wissen, sondern das Entdecken von Lösungsmethoden.

Nachteilig wird gesehen, dass nach Baumgartner [vgl. Holz01, S.144], wie im zuvor beschriebenen Behaviorismus, die Qualität menschlicher Geisteszustände (das Bewusstsein) vernachlässigt wird.

Vorteile der kognitivistischen Lerntheorie sind zusammenfassend:

- Lehrende sind keine strikten Experten mehr, sondern begleitende Helfer der kognitiven Lernprozesse, welche zu eigenständigem Problemlösen führen sollen.
- Als Beurteilungskriterium steht das ganzheitliche Lösen von Problemen im Vordergrund und nicht mehr das Abfragen von Faktenwissen.
- Das Entdecken von Lösungsmethoden, wird der korrekten Produktion von Input-Output-Relationen vorgezogen.

Für das Lernen am Computer sind nach Holzinger [Holz01, S.139] besonders die Aspekte der Gestaltpsychologie, welche im Kognitivismus Anwendung findet, zu beachten. Aus ihr resultieren Wahrnehmungsgesetze, welche für das Lernen im Allgemeinen und das Design von multimedialen Systemen im speziellen, von großer Bedeutung sind. Als wichtigste Erkenntnis der Gestaltpsychologie gilt das *Gesetz der guten Gestalt*. Figuren, werden durch Einfachheit, Regelmäßigkeit, Symmetrie und Geschlossenheit ihrer Gestalt und Anordnung, schneller bzw. genauer wahrgenommen und behalten.

Computeranwendungen, die einen kognitivistischen Ansatz haben, fungieren als Helfer. Das Programm gibt, bei Bedarf, Hilfestellung zu Problemlösungen und steht in einem aktiven Dialog mit dem Lernenden.

1.3.3 Der Konstruktivismus

Beim Konstruktivismus wird davon ausgegangen, dass – im Gegensatz zum Kognitivismus, der davon ausgeht, dass Wissen in einer Person gespeichert werden und zu einem späteren Zeitpunkt wieder abgerufen werden kann – Wissen nicht fest gespeichert, sondern dynamisch zusammengesetzt und in jeder Situation neu gebildet wird.

Sinneswahrnehmungen sind nach Holzinger [Holz01, S.146] keine objektiven Bilder, sondern individuelle Konstruktionen, welche die Wahrnehmung durch kognitive Prozesse des Hirns formen.

Das Vorwissen und der soziale Kontext des Lernenden spielen im Konstruktivismus eine tragende Rolle, da neues Wissen immer im Bezug auf bereits vorhandenes aufgebaut wird. Dem Lernenden sollen weiter die Prinzipien und Strategien, d.h. ein Problem als Ganzes vermittelt werden, so dass er dieses verallgemeinern und anschließend auf einen anderen Kontext übertragen kann.

Laut dem konstruktivistischen Paradigma, ist Lernen individuell und der Lernweg nicht vorhersehbar. Weiter stellt es die These auf, dass Wissen nicht durch Lehrende vermittelbar ist. Diese sollen den Lernenden nur als eine Art Coach begleiten und durch Hinweise, Rückmeldungen und Hilfestellungen zur selbstständigen Wissensbildung anleiten. Das Hauptziel ist hierbei nicht der Wissensaufbau an sich, sondern Kompetenz.

Wichtige Ansätze des Konstruktivismus sind:

- **Cognitive Apprentienceship** (wie z.B. Berufs- Lehrlingsausbildung),
- **Situated Learning** (Lernen in realer Umgebung),
- **Goal-Based- Learning** (Individuelle Interessen der Lernenden werden genutzt) und
- **Anchored Instruction** (mit einem sog. Ankerreiz, soll zu Beginn der Lernphase, Interesse geweckt werden).

Nachteile des Konstruktivismus können nach Perkins [vgl. Holz01, S.163] in der Gestaltung der Lernumgebung liegen, die durch ihre Komplexität hohe Anforderungen an die Lernenden stellt. Die Verantwortung liegt beim Lernenden selbst, was Motivation und Kompetenz zum selbstgesteuerten Lernen voraussetzt. Ein weiterer Punkt ist, dass der Entwicklungsaufwand von Lernumgebungen nach konstruktivistischen Vorgaben sehr hoch ist.

Die Vorteile der Lerntheorie, liegen in der stärkeren Berücksichtigung individueller Unterschiede. Komplexe Fähigkeiten wie z.B. vernetztes, ganzheitliches Denken, Problemlösungskompetenz und vor allem ein hohes Maß an Eigeninitiative und Selbstständigkeit innerhalb eines Teams, werden gefördert.

Konstruktivisten stehen einem Computereinsatz zum Lernen eher kritisch gegenüber, da die Vermittlung von Wissen, nach ihrer Auffassung nicht möglich ist und daher auch

keine geeignete Darstellungsweise gefunden werden kann. Der Computer kann hier eher zur Anregung und Motivation des Lernenden genutzt werden.

1.3.4 Fazit

Es wurde bei der Darstellung der verschiedenen Theorien darauf geachtet, diese nicht zu werten, da nicht von einer Überlegenheit eines einzelnen Modells ausgegangen werden kann. Vielmehr spielen die Bedingungen eine Rolle, unter denen sich ein bestimmter Ansatz als pädagogisch sinnvoll erweist.

So kann davon ausgegangen werden, dass ein unerfahrener und unselbstständiger Lernender, mit einem Ansatz des Behaviorismus, bei dem der Lernende durch den Lernstoff geführt wird, leichter zurechtkommt, als mit einem Ansatz aus dem Kognitivismus oder Konstruktivismus, bei welchem ein gewisses Basiswissen und mehr Eigeninitiative gefordert werden.

Wie in den nächsten Abschnitten gezeigt wird, ist eine Analyse der Zielgruppe unerlässlich, um ein geeignetes didaktisches Modell – hinter welchem die Lerntheorien stehen – zu entwerfen.

1.4 Lernen mit Computern

Die Zeit des computerbasierten Lernens begann mit der Einführung des Digitalrechners und ist daher noch sehr jung. Jedoch gab es laut Holzinger, [Holz01, S.175] schon viel früher Ideen zur Verbesserung der Wissensaneigung.

1.4.1 Lernmaschinen

Einer der ersten dokumentierten Versuche, war die so genannte Lesemaschine von Ramelli 1588, welche in Abbildung 4 dargestellt ist.

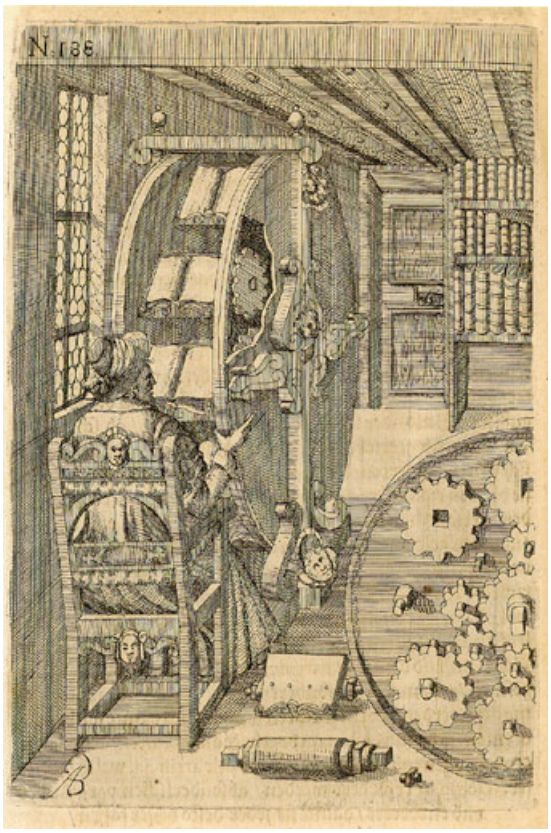

Abbildung 4: Lesemaschine von Ramelli [www.hrz.uni-dortmund.de]

Die Lesemaschine setzte laut Holzinger [Holz01, S.175] geniale Ideen um, die man vom Umgang mit Internetseiten kennt: Den schnellen Zugriff auf Informationen (parallel access) und das Markieren von Seiten (bookmarking).

Ein weiteres Beispiel, welches im letzten Jahrhundert angedacht wurde, war der „Memory Expander“, genannt MEMEX von Bush. Als wissenschaftlicher Arbeitsplatz sollte der analoge Rechner das menschliche Gedächtnis erweitern und assoziatives Denken unterstützen. Durch eine Kamera an der Stirn, sollte relevantes Geschehen aufge-

zeichnet, archiviert und später wieder abgerufen werden können. Die Grundprinzipien des Informationssystems waren:

- Denken als assoziativer Prozess (Association),
- nicht lineare Struktur (Hypertext),
- das Nutzen persönlicher Assoziationspfade (Trails),
- schneller Informationszugriff und
- sprachbasierte Aufzeichnungsmöglichkeiten (Annotation).

Abbildung 5 zeigt, wie man sich eine mögliche Realisierung der Maschine vorstellte.

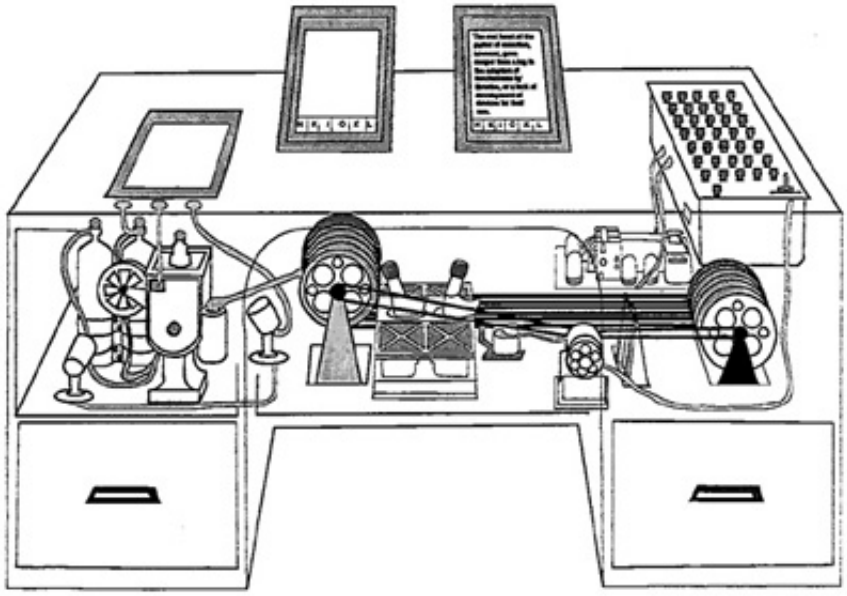

Abbildung 5: Der Memory Expander MEMEX [www.apollon.uio.no]

Nach Holzinger [Holz01, S.175], wurde die Entwicklung späterer Informationstechnologien durch die Vorstellung Bushs nachhaltig beeinflusst. Weiter sagt er, dass durch die moderne Computertechnik und das Internet realisierbar wurde, was damals noch als Utopie galt.

1.4.2 Programmierte Unterweisung

In den 50er Jahren, wurde der erste Schritt zum computergestützten Lernen durch Skinner gesetzt. Seine Lernmaschinen basieren, auf den psychologischen Grundlagen menschlichen Verhaltens. Lehren ist demnach die Förderung des Lernens, dessen Prozesse auch ohne Unterricht erfolgen. Die Grundlage für erfolgreiches Lernen wird zwar vom Lehrenden geschaffen, jedoch muss das Individuum selbst lernen.

Nach Kerres [Ker98, S.48], setzte Skinner mit der so genannten Programmierten Unterweisung oder Programmierten Instruktion, behavioristische Lerntheorien erstmals mit technischen Medien um.

Zugrunde liegt eine lineare Vorgehensweise, mit Frage-Antwort-Mustern. Der Lernende wird durch eine festgelegte Abfolge kleinster Informationseinheiten geführt, welche als Lehrstoffatome bezeichnet werden. Nach Abarbeiten einer Lerneinheit, wird jeweils geprüft, ob der dargestellte Inhalt gelernt, also behalten wurde. Werden die Fragen nicht durchweg positiv beantwortet, muss der Stoff abermals präsentiert werden.

Eine Erweiterung ist die Verzweigung von Lernprogrammen, durch so genannte Auswahlfragen (multiple choice). Sie wurden von Crowder [vgl. Ker03, S48] eingeführt, um weiterführende Lehrschritte in Abhängigkeit zu den Antworten des Lernenden zu stellen.

1.4.3 User Interface - Eingabemedien

Ein Hauptproblem, der frühen computergestützten Lernsysteme, war die mangelnde Benutzerfreundlichkeit. Nach Holzinger [Holz01, S.183] war die Bedienung der Systeme, kompliziert, demotivierend und zeitaufwendig. Auch konzeptionelle Probleme, sowie zu hohe Kosten und fehlende Anwendung von Lerntheorien bremsten die Verbreitung aus. Mit den damaligen technischen Möglichkeiten, war das Ansprechen anderer Lerntypen als dem Textbasierten gar nicht möglich.

Mit der fortschreitenden technischen Entwicklung von Computern, entstand ein System namens **Augment**, das eine Verknüpfung von hierarchisch angeordneten Dateien ermöglichte.

Richtungweisend für zukünftige Systeme waren verschiedene Neuerungen von Engelbart, dem Erfinder des Systems. Neben der Maus als neues Eingabemedium, wurden die Mehrfenstertechnik, die Verknüpfung von Materialien über Zeiger und integrierte Grafiken eingesetzt. Zusätzlich implementierte Augment, schon von Beginn an bahnbrechende Möglichkeiten, wie:

- Verteiltes Publizieren und Editieren mit Texteditoren,
- elektronische Dokumentauslieferung,
- ein konfigurierbares, benutzerfreundliches User-Interface und
- elektronische Post (eMail), sowie Telefonkonferenzen.

1.4.4 Hypertext

Nach Kerres [Ker98, S.236] ist das Interesse an explorativem Lernen eng mit der Verbreitung von Hypertext, zu Beginn der 90er Jahre, verbunden. Erste Überlegungen zu hypertextartigen Informationssystemen liegen bereits einige Jahre zurück.

Nelson konzipierte 1965 ein System das bereits den Hypertextansatz innehatte. Die Idee, welche in seinem Projekt namens **Xanadu** umgesetzt wurde, beschreibt die Sammlung aller geschriebenen Texte in einem großen Hypertext, der Literaturverweise als Links darstellt und Zitate mit dem Originaltext verbindet. Neue Versionen werden dem System hinzugefügt, ohne alte Artikel zu löschen. Sobald ein Artikel angefordert wird, soll eine automatische Abrechnung ausgelöst werden, um den Urheberschutz zu wahren. Xanadu hatte zusammenfassend folgende Merkmale:

- Erstes Hypertextsystem mit „point-and-click“,
- alle Publikationen der Welt sollten erfasst werden,
- elektronische Form des MEMEX (siehe Kapitel 1.4.1),
- Trennung des Benutzers vom Server (Client-Server-System),
- medienübergreifend und
- Copyright, sowie Lizenzgebührenverrechnung.

1.5 Mediendidaktik

In diesem Abschnitt wird gezeigt, welche computergestützten Anwendungen zu den in Kapitel 1.3 vorgestellten Lerntheorien existieren und wie sie didaktisch einzuordnen sind.

Nach Holzinger [Holz01, S.225] und Kerres [Ker98, Kapitel 2] können den drei Hauptströmungen der Lerntheorien, verschiedene Softwaretypen und Anwendungen zugewiesen werden. In Abbildung 5 soll dies veranschaulicht werden:

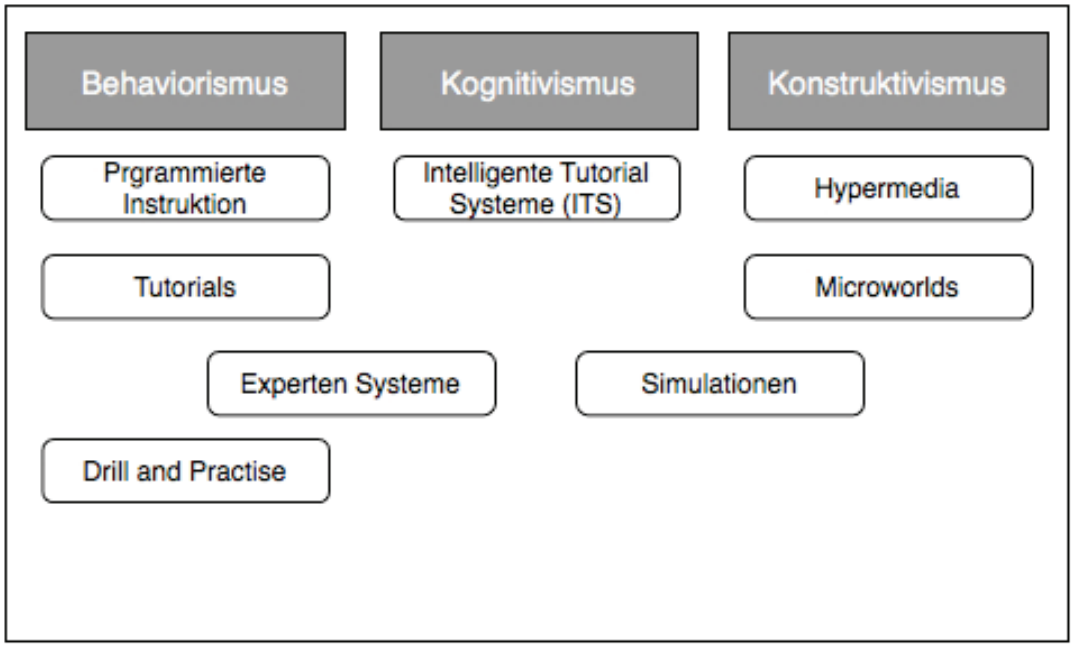

Abbildung 5: Einteilung von Anwendungen in Lerntheorien nach Kerres, Holzinger

1.5.1 Programmierte Instruktion

Die in Kapitel 1.4.2 bereits erwähnte Programmierte Instruktion von Skinner, ist im Bereich des Behaviorismus zuzuordnen. Nachfolgend soll sie nochmals detaillierter vorgestellt, sowie Vor- und Nachteile diskutiert werden.

Die Realisierung einer Anwendung nach der Programmierten Instruktion sieht folgendermaßen aus:

- Lerninhalte werden in kleinste Informationseinheiten, so genannte „Lehrstoffatome“ unterteilt.
- Sequentielles Durchlaufen der Lehrstoffatome.
- Für jedes Lehrstoffatom werden Fragen formuliert, die mit hoher Wahrscheinlichkeit vom Lerner beantwortet werden können.
- Für richtige Antworten erfolgt eine Belohnung und die nächste Lerneinheit wird präsentiert.
- Bei falschen Antworten erfolgt eine Ignorierung und die Frage wird entweder erneut gestellt, oder der Lerninhalt wird erneut präsentiert.

Die Vorteile einer Programmierten Instruktion scheinen nach Kerres [Ker98, S.49] auf den ersten Blick offensichtlich:

- Anders als eine Person, ist ein Computer in der Lage, jeden Lerner stets und unmittelbar für eine erbrachte Leistung zu bekräftigen.

- Die in kleine Einheiten segmentierten Lerneinheiten, können Schritt für Schritt vermittelt werden und jeder Zeit unterbrochen resp. zu einem späteren Zeitpunkt wieder an gleicher Stelle fortgesetzt werden.
- Ein Computer ist im Unterschied zu Personen nicht emotional, d.h. es fließt keine wertende Kritik in die Beurteilung der Fragen mit ein. Eine negative Konsequenz wird auch dadurch vermieden, dass das System fehlerhafte Antworten ignoriert, indem es den gleichen Abschnitt wiederholt.

Dem entgegen, stehen laut Kerres [Ker98, S.51]:

- Die stereotype Aneinanderreihung von Lerneinheiten und Prüfungsfragen, die sich nach einiger Zeit als unerträglich auf den Lernenden auswirkt.
- Da sich ein tieferes Verständnis der Lehrinhalte kaum erschließen kann, bleiben solche Anwendungen meist auf einfaches Faktenwissen beschränkt.
- Die Motivation eines Lerners, einen Kurs komplett durchzuarbeiten sinkt rapide, wenn der Neugierigkeitseffekt verflogen ist.

Als zentralen Kritikpunkt an der Programmierten Instruktion, macht Kerres [Ker98, S.50] die nur scheinbare Anwendung des behavioristischen Ansatzes aus.

1.5.2 Intelligente tutorielle Systeme

Der Versuch einer Anpassung von Lernangeboten an den aktuellen Wissensstand des Lernenden, wurde nach Kerres [Ker98, S.62] in den 80er Jahren im Rahmen der Forschung zu „intelligenten tutoriellen Systemen“ (ITS) fortgeführt.

Das Ziel besteht darin, anhand der Eingaben eines Benutzers eine Diagnose zu erstellen, welche die aktuelle Kompetenz resp. das Wissen zum Zeitpunkt des Lernens widerspiegelt und in einem so genannten Lernermodell speichert. Die gewonnenen Daten werden mit einem „idealen“ Modell, dem Expertenmodell verglichen. Eine weitere notwendige Komponente vergleicht beide Modelle und trifft die Auswahl der Instruktionselemente, die im nächsten Lernschritt angezeigt werden sollen.

Laut Kerres [Ker98, S.62] sind nach einer Phase großer Hoffnungen in zukünftige Einsatzmöglichkeiten von ITS, deren Grenzen mehr als deutlich hervorgetreten. Es hat sich gezeigt, dass nur in sehr begrenztem Maße, Rückschlüsse auf die Kompetenz von Benutzern, durch deren Verhaltensweisen bei der Bearbeitung von Lerneinheiten, gezogen werden können. Weiter kritisiert Kerres die hohe Komplexität und den Aufwand der Realisierung solcher Systeme, was vor allem für die Bestimmung der diversen Modelle gilt.

1.5.3 Hypertext – Hypermedia

Wie in Kapitel 1.4.4 bereits erwähnt, steht Hypertext in Verbindung mit explorativem Lernen. Nach Schulmeister [vgl. Mei04, S.22] besteht ein Hypertext-System „*aus Texten, deren einzelne Elemente (Begriffe, Aussagen, Sätze) mit anderen Texten verknüpft sind.*“ Da mittlerweile Daten aller Art (Filme, Bilder, Musik etc.), miteinander verlinkt (verbunden) werden können, wird auch von einem Hypermedia-System gesprochen.

Innerhalb eines Hypertext-Systems, gibt es keine vorgegebenen Lernpfade, daher ist der Benutzer angehalten, das System zu erkunden resp. erforschen (engl. explore), was das explorative Lernen unterstreicht. Im Gegensatz zu linearen Lernangeboten, wie beispielsweise der Programmierten Instruktion, wo Lerninhalte sequentiell durchgearbeitet werden, kann sich der Lerner auf Informationen konzentrieren, die für ihn relevant sind.

Als Vorteil eines Hypermedia-Systems, wird nach Kerres [Ker98, S.237] die Struktur von Informationen angeführt, die an die Prinzipien der menschlichen Gedächtnisorganisation angelehnt ist. Er widerspricht dieser These jedoch und ordnet derart strukturierte Informationen eher episodischem Wissen zu, da *„Menschen kaum entscheidungs- und handlungsfähig wären, wenn ihr Wissen in rein assoziativen Netzen ohne weitere Ordnungsstruktur organisiert wäre“*.

Um Lerninhalte durch Hypertext zu strukturieren, bietet sich laut Kerres [Ker98, S.237] am ehesten, eine der folgenden Bedingungen an:

- Die logische Struktur der Informationen, beinhaltet wenig Ordnungskriterien.
- Die Ordnungskriterien, sind dem Lernenden bekannt (z.B. Fortgeschrittene).
- Der Aufwand einer Typisierung von Relationen, ist zu groß.
- Das System wird inkrementell entwickelt, d.h. das Informationssystem wird mit der Zeit verfeinert

Typische Hypermediale Informationssysteme, können z.B. ein online Reiseführer oder Wikipedia sein, wo der Benutzer sich gleiten lässt und den Verzweigungen, je nach Interesse folgt, um zu verwandten oder vertiefenden Themen zu gelangen.

1.6 Definition Mobile-Learning

Die Definition mobilen Lernens, ist wegen seiner Vielfalt und dem intuitiven Gebrauch des Begriffs schwierig. Lehner [Leh03, S.5] machte den Versuch einer begrifflichen Bestimmung, um die Einordnung zukünftiger Projekte und Forschungsergebnisse zu unterstützen. Danach kann Mobile-Learning folgendermaßen gegliedert werden:

- **M-Learning** – synonym auch Mobile-Learning, mobiles E-Learning, Wireless Learning, mobiles Lernen, Ubiquitous Learning und U-Learning – ist begrifflich an

E-Learning, sowie E- und M-Commerce angelehnt. Es bezeichnet den Einsatz von Handys, PDAs oder anderen mobilen Endgeräten, für Lernzwecke oder die Unterstützung von Lernprozessen. Die Mobilität der Geräte, schließt eine meist Drahtlose Internetverbindung ein. Von M-Teaching spricht man, wenn nicht der Lernprozess, sondern der Vorgang des Unterrichtens fokussiert wird.

- **Mobile Education** steht für die Gesamtheit aller Dienste und Prozesse, aus dem Umfeld des Lernens und der Unterrichtsorganisation, welche über mobile Endgeräte verfügbar gemacht werden. Hervorzuheben sind hier insbesondere, die Pflege resp. Aktualisierung von Lernmaterial, sowie Administrationsprozesse wie z.B. Anmeldung, Einschreibung, Notenverwaltung, Prüfungsorganisation, Bibliotheksdienste u.v.a.m. Von Mobile Education, soll nach Lehner [Leh03, S.5] dann gesprochen werden, wenn zumindest ein Teil der Lehradministration – also Prozesse, die über Lehr- und Lernprozesse hinausgehen – durch mobile Endgeräte unterstützt werden.

1.6.1 Vom E-Learning zum M-Learning

M-Learning basiert auf der Weiterentwicklung vom E-Learning, indem versucht wird auf erreichtes aufzubauen und zusätzlich mobile Endgeräte, sowie Funktechnologien zu benutzen. Nach Lehner [Leh03, S.7], geht es beim M-Learning nicht um den Ersatz, sondern meist um eine Ergänzung, oder Veränderung bestehender Lernformen.

Er stellt weiter die These auf, dass die schlichte Übertragung von traditionellen E-Learning Aktivitäten und Lösungen auf mobile Endgeräte, nur wenig Sinn macht. Andererseits lasse sich in bestimmten Situationen oder Prozessen, ein signifikanter Mehrwert schaffen. Für eine Klassifikation mobiler Lernformen, sei es zwar noch zu früh, jedoch lassen sich bereits verschiedene Bereiche und Situationen erkennen, welche nachfolgend Aufgezählt werden:

- Erweiterung von E-Learning Funktionen, die für mobile Endgeräte geeignet sind, wie z.B. Kurzlerneinheiten oder Lernfortschrittskontrollen. Eine solche Lösung sollte typischerweise, in Verbindung mit einer Online-Lernumgebung angeboten werden, bzw. diese Erweitern.
- Neue Kommunikations- und Interaktionsmöglichkeiten, wie z.B. virtuelle Präsenz in Seminarräumen oder Besprechungen.
- Gerätezentrierte Sicht: Einfach zu bedienendes Gerät, welches für viele Lernsituationen ausreicht. Beispielsweise als Kommunikationsmittel im Hörsaal, oder zur Präsentationssteuerung.
- Flexibilisierung und dadurch bessere Ausnutzung der Zeit, für alle Beteiligten am Lernprozess.

- Erweiterung des Lernens auf Situationen und auf eine Weise, die bisher nicht möglich war, wie z.B.: Ortsabhängige Unterstützung durch sog. *Location Awareness* (d.h. das System kennt den Ort an dem sich der Lernende befindet und stellt davon abhängige Informationen zur Verfügung), *Context Awareness* (situationsspezifische Unterstützung) und *Participation Awareness* (wer ist erreichbar).
- Unterstützung von räumlich verteilten Gruppen und verteiltem Lernen. Es handelt sich hierbei um einen planbaren aktionsbezogenen Kontext, in dem z.B. kurzfristig Zusatzinformationen notwendig sein können.

Die letzten beiden Punkte, sind sehr gut auf Mitarbeiter im Außendienst übertragbar und werden im Verlauf des praktischen Teils Anwendung finden.

1.6.2 Die Rolle der Technik

Eine besondere Rolle schreibt Lehner [Leh03, S.8] der Technik zu und leitet daraus die starke Informatiklastigkeit vieler Projekte ab, bei denen Pädagogik zur Zeit – wenn überhaupt – nur tangential beteiligt ist.

In den nächsten Jahren, sollte es nach Lehner [Leh03, S.8] darum gehen, von einer eher passiven Auseinandersetzung, mit den folgen der technischen Entwicklung, zu einer aktiven Rolle überzugehen. Die Gestaltung und Nutzung von mobilen Anwendungen, soll im Einklang mit didaktisch und pädagogisch bewährten Konzepten erfolgen.

Nach der Rolle der Technik können zwei Hauptrichtungen unterschieden werden:

- Eine technisch-orientierte, explorative Sicht auf Lern- und Lehrprozesse, bei der vor allem die Möglichkeiten neuer mobiler Gräte im Vordergrund stehen, für die Lerninhalte aufbereitet werden.
- Eine didaktik-orientierte Sicht, bei der es zunächst darum geht, eine Loslösung von Lern- und Lehrprozessen von ihrer typischen Ortsgebundenheit, durch geeignete Konzepte zu erreichen. Verbunden mit der angestrebten Flexibilität, können generelle Überlegungen zur Neugestaltung von Lernprozessen angestellt werden.

2 Mobile Endgeräte

In diesem Abschnitt, sollen aktuelle mobile Endgeräte, deren Betriebssysteme, sowie Entwicklungsumgebungen vorgestellt werden. Weiter wird das Java Framework der Firma PI-Data gezeigt, mit dem die Anwendung im praktischen Teil umgesetzt wurde.

Unter mobilen Endgeräten oder Technologien, versteht man im Allgemeinen Geräte, die den ortsunabhängigen (mobilen) Zugriff, auf Information erfüllen. Dazu gehören alle tragbaren Geräte, die über einen Internetzugang, oder andere kabellose Übertragungstechniken verfügen. Dies sind z.B. Notebooks/ Laptops mit wireless LAN, Handhelds/ PDAs, und Mobiltelefone/ Smartphones mit Internetzugang über WAP, GPRS oder UMTS.

In dieser Arbeit sollen nur die Geräteklassen der Handhelds und Smartphones vorgestellt werden, da diese dem Anforderungsprofil des zu entwickelnden Geschäftsprozess entsprechen.

2.1 Handheld & Smartphone

Laut Meisenberger [Mei04, S.42], wird unter einem Smartphone im Allgemeinen die Kombination eines Mobiltelefons, mit einem Personal Digital Assistent (PDA) verstanden. Diese Definition ist allerdings nicht ausreichend, da die Geräteklasse der Handhelds, auch PDA Funktionalitäten mit der Möglichkeit des Mobilfunks verbindet und nicht den Smartphones zugeordnet ist.

Die Computerzeitschrift C't [vgl. Mei04, S.42], hat in einer Sonderausgabe zum Thema PDA und Smartphones eine Klassifizierung vorgenommen, die der folgenden Definition zugrunde gelegt wird.

2.1.1 Personal Digital Assistent - PDA

PDAs, die auch Handhelds genannt werden, sind handgroße Geräte mit Display, die in der Regel über einen Touchscreen bedient werden. Hier wird begrifflich nicht zwischen PDAs mit und ohne Tastatur unterschieden.

In der Regel werden beide Hände benötigt, um einen PDA zu bedienen. Mit der einen Hand hält man das Gerät, während es mit der zweiten bedient wird. Ursprünglich wurden PDAs, für das Personal Information Management (PIM) eingesetzt. PIM beschreibt folgende grundlegende Funktionen, wie Adress-, Termin-, Aufgaben- und Notizverwaltung. Ein weiteres, wesentliches Merkmal eines PDA, ist die beidseitige Synchronisation der PIM-Daten mit dem lokalen PC.

Mit zunehmender Rechenleistung und wachsenden Speicherressourcen, entwickeln sich PDAs mehr und mehr, zu mobilen Office- und zu Multimedia-Geräten. Das Öffnen und Bearbeiten von Dokumenten, das Abspielen verschiedener Audio- und Videoformate, zählen mittlerweile zu den erweiterten Möglichkeiten von PDAs.

Abbildung 6: Beispiele für PDAs - Dell Axim, HP iPaq, Palm Tungsten [www.dell.com, www.hp.com, www.palm.com]

2.1.2 Smartphone

Nach C´t [vgl. Mei04, S.44], wird ein Smartphone durch folgende Kriterien spezifiziert:

- In Funktion und Design, sind sie gleich wie Mobiltelefone, allerdings besitzen sie ein größeres Display als handelsübliche Handys, um mehr Inhalt darstellen zu können.
- Beidseitige PIM-Synchronisation mit dem PC wird unterstützt.
- Zusatzapplikationen können nachträglich installiert werden.

Abbildung 7: Smartphone von O2 [www.O2.com]

2.1.3 Wireless Handheld

Ein wireless Handheld, bezeichnet einen PDA mit integrierten Mobilfunkfunktionen. Somit entsprechen dies Geräte, in Form und Funktion einem klassischen PDA, der seine Daten nicht ausschließlich über Kabel synchronisieren kann und zusätzlich Telefonie zur Verfügung stellt.

Abbildung 8: Wireless Handheld aus der Treo Serie von Palm [www.palm.com]

2.1.4 Fazit

Wie die Beispiele zeigen, ist eine Eindeutige Klassifizierung der Geräte schwierig, da die Grenze zwischen Smartphones und wireless Handhelds, auch mit obiger Definition nicht klar gezogen werden kann. Die Unterschiede liegen lediglich im Design, der Form und den ursprünglichen Funktionen.

Laut Meisenberger [Mei04, S.45], gehen viele Hersteller dazu über, Smartphones (nach gegebener Definition) sowie wireless Handhelds, allgemein als Smartphones zu bezeichnen. Beispielsweise kategorisiert Palm seine mobilfunkfähigen Geräte (wireless Handhelds und Smartphones) auf der firmeneigenen Webseite (www.palmos.com), unter dem Begriff Smartphones.

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit, soll der Begriff PDA aus Gründen der Übersichtlichkeit, für wireless Handhelds und Smartphones dienen, da beide Geräteklassen über die selben Funktionen verfügen.

2.2 Betriebssysteme

Ein Betriebssystem ist die Schnittstelle zwischen der Hardware eines Geräts und den installierten Programmen. Es regelt den Zugriff auf die Hardwarefunktionen und dient der Verwaltung, sowie benutzerspezifischen Einstellungen. Weiter stellen die aktuellen Betriebssysteme, ein grafisches User Interface (die Benutzeroberfläche, Bedienoberfläche) zur Verfügung.

Drei wesentliche Betriebssysteme für PDAs, haben sich mittlerweile am Markt etabliert. Diese sind:

- Symbian OS,
- Windows Mobile (PocketPC, Windows CE) und
- Palm OS.

In den folgenden Abschnitten, sollen die genannten Systeme vorgestellt werden.

2.2.1 Symbian OS

Symbian wurde 1998 von den Firmen Ericsson, Nokia, Panasonic, Psion, Samsung Electronics, Siemens und Sony Ericsson gegründet.

Nach Meisenberger [Mei04, S. 50], ist das Ziel von Symbian OS, ein offenes und anpassungsfähiges Betriebssystem, für mobile Endgeräte zu schaffen. Eine tragende Rolle für den Erfolg von Symbian, spielt daher das Kriterium der Anpassungsfähigkeit. Eine offen gehaltene Architektur, ermöglicht es den Symbian OS Lizenznehmern, ihre Produkte stark zu individualisieren und sich dadurch von der Konkurrenz abzuheben.

Symbian OS ist der Nachfolger von Epoc, einem Betriebssystem der Firma Psion, das ursprünglich für die eigene PDA Produktreihe, entwickelt wurde. Aufgrund der Marktmacht von Microsoft und Palm, hat sich Psion aber aus dem PDA Markt zurückgezogen.

Symbian OS wird zusammen mit einer Benutzerschnittstelle ausgeliefert, wobei das Betriebssystem nur die Grundfunktionalitäten zur Verfügung stellt. Nachfolgend aufgelistet gehören dazu:

- Übertragungsstandards zur Telephonie und der Datenübertragung wie GSM, GPRS, und Bluetooth,
- Zugriffsschicht auf Hardwarekomponenten,
- Entwicklungsumgebungen wie z.B. J2ME,
- Nachrichtensysteme: SMS, MMS, sowie Email,
- verschiedene Multimediafunktionen für Audio, Video und Grafik,
- diverse Applikationsengines zur: Synchronisation, Kontakt-, Aufgaben und Datenverwaltung

Die Benutzerschnittstelle, welche auf das Grundsystem des Symbian OS baut, nutzt diese Grundfunktionen und implementiert darauf eine Reihe von Anwendungen. Vereinfacht dargestellt, bekommt der Benutzer des Endgeräts letztlich nur die Benutzerschnittstelle des Lizenznehmers zu Gesicht und nicht das eigentliche Symbian OS, das im Hintergrund arbeitet.

Für Hersteller entsteht durch die Aufteilung in zwei Softwareebnen der Vorteil, dem Benutzer äußerlich ein eigenes System präsentieren zu können, ohne ein komplettes Betriebssystem entwickeln zu müssen.

Symbian bietet unterschiedliche Benutzerschnittstellen an, die sich nach der Art der Benutzereingabe und der Form der Geräte richten. Symbian unterscheidet nach diesen beiden Kriterien, zwischen drei Arten von Geräten:

- Geräte die über das integrierte Keypad bedient werden (Smartphone),

- Geräte in Tablettform mit der Eingabe über ein Pointer Device (wireless Handheld),
- Smartphones mit großem Bildschirm und integrierter Tastatur.

Für die ersten beiden Gerätetypen gibt es zwei große Plattformen:

Die Benutzerschnittstelle für den Typ der wireless Handhelds, nennt sich UIQ (User Interface Quartz), vom gleichnamigen schwedischen Unternehmen, das sich auf die Entwicklung des Systems spezialisiert hat. Abbildung 9 zeigt verschiedene UIQ Oberflächen:

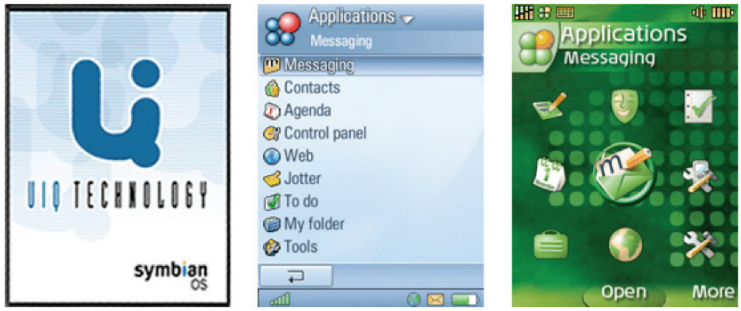

Abbildung 9: UIQ Themes [www.uiq.com]

Eine weitere Benutzerschnittstelle, bietet der Mobiltelefonhersteller Nokia mit der S60 Plattform an, die auf Geräte mit Eingabe per Keypad spezialisiert ist. Der Benutzer muss das Gerät mit einer Hand bedienen können. In Abbildung 10 werden zwei Versionen, der S60 Oberfläche, dargestellt:

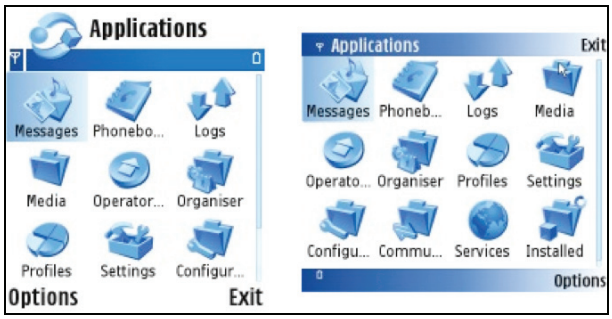

Abbildung 10: S60 Oberfläche im Hoch- und Querformat [www.s60.com]

2.2.2 Windows Mobile

Aktuell bietet Microsoft mehrere Varianten Ihres Betriebssystems für mobile Endgeräte an:

- Windows Mobile 2005, Windows Mobile Phone Edition
- Windows Mobile Smartphone, das wie die S60 Plattform von Symbian, für Geräte ohne Touchscreen entworfen wurde.

Die Analogien zur Desktop Version des bekannten Betriebssystems sind, wie in Abbildung 11 dargestellt, leicht zu erkennen.

Abbildung 11: Windows Mobile Oberfläche [www.microsoft.com]

Neben den Betriebssystem, bietet Microsoft einen Teil der klassischen Office Programme, sowie den Internet Explorer, den Windows Media-Player und Outlook auch für mobile Geräte an. Wie Abbildung 12 gezeigt, ist die Gestaltung der Anwendungen auch hier, stark an die Desktop Version angelehnt.

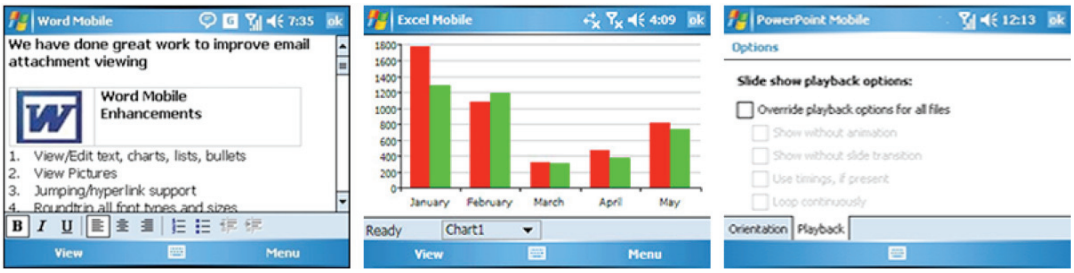

Abbildung 12: Mobile Office Anwendungen [www.microsoft.com]

Es handelt es sich bei Betriebssystem, als auch bei den restlichen Anwendungen, um keine Umsetzungen der PC Varianten, sondern Neuentwicklungen mit ähnlicher Funktionalität, die den selben Namen tragen.

2.2.3 Palm OS

Palm bietet, wie die beiden bereits vorgestellten Systeme, zwei Varianten seines PDA Betriebssystems an. Eines für Smartphones ohne Touchscreen und eines für Handhelds mit Touchscreen.

Als Vorteil von Palm OS, kann die hervorragende Abwärtskompatibilität angeführt werden. Weiter erfreut sich Palm OS großer Beliebtheit, was tausende verfügbare Anwendungen widerspiegeln. (Siehe: www.palmsource.com)

In Abbildung 13 sind zwei verschiedene Systemversionen dargestellt:

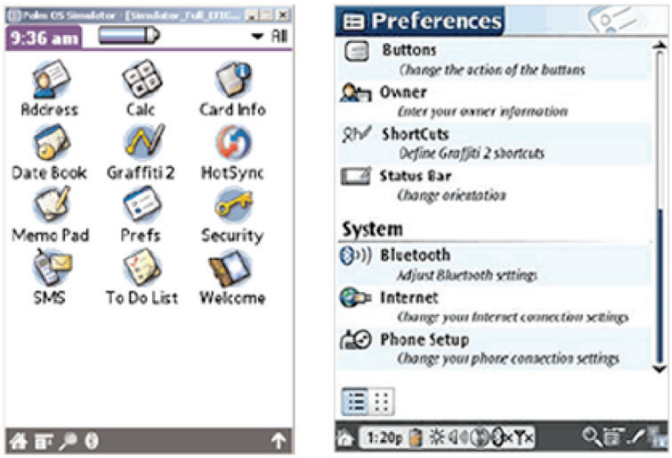

Abbildung 13: Palm OS [www.palm.com]

2.3 Übertragungstechniken

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick, zu den gängigen Techniken der mobilen Datenübertragung, welche in Mobiltelefonen, als auch in wireless Handhelds, zum Einsatz kommen.

2.3.1 GSM

Abkürzung für (engl.) *Global System for Mobile Communications*. GSM ist ein weit verbreiteter Mobilfunk-Standard, zur Übertragung von Daten zwischen Mobiltelefon und Internet. Mit einer Datenrate von 9,6 KBit/s, wird es vielen modernen Anwendungen allerdings nicht mehr gerecht. GSM ist verbindungsorientiert und wird in der Regel, nach Zeit abgerechnet.

2.3.2 HSCSD

High Speed Circuit Switched Data (engl.) ist ein verbindungsorientiertes Verfahren, zur Datenübertragung auf Mobilfunkgeräten, das durch Bündelung mehrerer konventioneller Kanäle (praktisch 4, theoretisch 8), Datenraten bis zu 56 KBit/s liefern kann.

2.3.3 GPRS

steht für (engl.) *General Packet Radio Service* und ist ein allgemeiner, paketorientierter Funkdienst und ebenso eine Technologie, für den Internetzugang via Mobilfunk. Übertragungsgeschwindigkeiten von bis zu 115 KBit/s können realisiert werden. GPRS-Dienste werden nach übertragener Datenmenge abgerechnet.

2.3.4 UMTS

Universal Mobile Telecommunication Standard, ist eine Übertragungstechnik der 3. Generation nach GMS, bei der Übertragungsgeschwindigkeiten von 384 KBit/s bis zu 2 MBit/s möglich sind. UMTS ist allerdings momentan zu wenig verbreitet, um Flächendeckend eingesetzt zu werden. Die Abdeckung konzentriert sich momentan auf Ballungszentren, sowie Autobahnen.

2.3.5 WLAN

Wireless Local Area Network, ist ein kabelloses Lokalbereichs-Netzwerk, auch Funknetzwerk genannt. Eine hervorragende Bandbreite von 11 MBit/s bis über 100 MBit/s, steht allerdings der geringen Reichweite, von 30 - 300 Metern gegenüber. Aufgrund der fehlenden Netzabdeckung, ist diese Technik für den mobilen Einsatz, im Nutzungskontext von PDAs, eher ungeeignet.

2.3.6 Bluetooth

Bluetooth ist ein Standard, für die drahtlose Übermittlung von Sprache und Daten, im Nahbereich. Die Übertragungsrate beträgt bis zu 1 MBit pro Sekunde, bei einer Reichweite von 10 bis 100 Meter. Bluetooth verbindet zwei, oder mehrere (bis zu 129) Geräte über das Punkt-zu-Punkt Protokoll. So kann Bluetooth bspw. genutzt werden, um einen PDA zusammen mit einem Mobiltelefon, zu einem wireless PDA zu machen.

2.4 Entwicklung mit Java

Wie die vorigen Abschnitte zeigten, gibt es verschiedene Betriebssysteme und eine Vielzahl von Firmen, die Software für mobile Endgeräte entwickeln. Daraus kann man leicht ableiten, dass mit den unterschiedlichsten Programmiersprachen entwickelt wird. Da der Kern dieser Arbeit nicht auf die Programmierung gerichtet ist, soll an dieser Stelle allerdings nicht weiter darauf eingegangen werden.

Die prototypische Anwendung im praktischen Teil, wird mit der Programmiersprache Java umgesetzt. Auch das betriebseigene Framework der Firma PI-Data, ist in Java geschrieben. Daher sollen die nächsten Abschnitte, einen Überblick zur Javaplattform allgemein und zu deren mobilen Lösungen im Besonderen vermitteln.

Java ist eine plattformunabhängige Programmiersprache, die vom Unternehmen Sun Microsystems im Jahr 1991 entwickelt wurde. Java gehört zu den objektorientierten Sprachen wie z.B. C++.

Bei den meisten Programmiersprachen ist es üblich, den Quellcode so zu kompilieren, dass ein prozessorspezifischer Maschinencode entsteht. Dieser kann nur auf der Prozessorarchitektur ausgeführt werden, für die er erzeugt wurde. Java Quellcode wird da-

gegen in einen so genannten Bytecode umgewandelt, der plattformunabhängig ist. Zum ausführen dieses Bytecodes, benötigt man eine virtuelle Maschine (VM), die ihn auf die jeweilige Plattform abbildet. Das Konzept der virtuellen Maschine, die einen Bytecode ausführt, wurde laut Goll [Goll05, S.58] von Smalltalk übernommen.

2.4.1 Die Java Plattform

Spricht man über Java, wird meist die Sprache als solche gemeint. Jedoch ist Java viel mehr als eine Programmiersprache. Die Java Plattform bildet sich aus der virtuellen Maschine und der Java-Klassenbibliothek, ohne die viele grundlegende Konzepte von Java, nicht zu realisieren wären [vgl. Goll05, S.60].

Abbildung 14 soll das Konzept der virtuellen Maschine verdeutlichen:

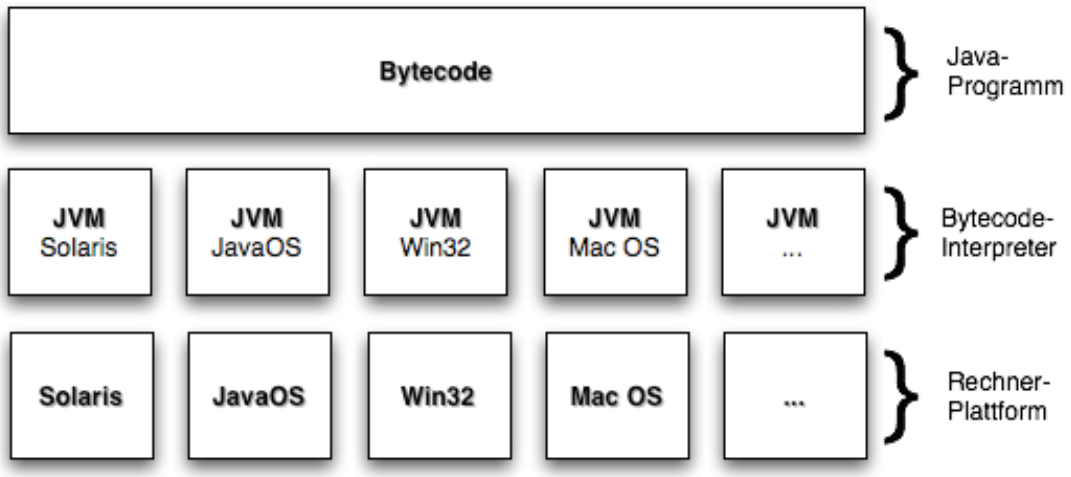

Abbildung 14: Die Java Virtuelle Maschine nach Goll

Durch das veranschaulichte Bytecode-Konzept, ist somit jedes Java-Programm auf jeder Rechner-Plattform ausführbar, für die eine JVM (Java Virtual Machine) zur Verfügung steht.

Die Kassenbibliothek von Java, erleichtert das Programmieren durch eine umfangreiche Java-API (API = Application Programming Interface). Diese stellt häufig verwendete Klassen bereit, die z.B. Aufgaben für Netzwerk- oder Dateizugriffe erledigen. So muss ein Programmierer diese nicht selbst entwerfen, sondern kann die Codebausteine über ihre Schnittstellen ansprechen, was den modularen Ansatz der Objektorientierung unterstreicht.

Die Java API, ist wie bereits erwähnt, sehr umfangreich – sie umfasst in der Version 5 mehr als 3000 Klassen und Schnittstellen [vgl. Goll05, S.62] – und ist kaum überschaubar. Aus diesem Grund stellt Sun eine ausführliche Dokumentation in HTML-Form zur Verfügung [siehe: www.java.sun.com/docs/index.html].

2.4.2 Das Java Development Kit

Um mit Java arbeiten zu können, muss ein Java Development Kit (JDK) für das entsprechende Betriebssystem bereitstehen. Auf den Webseiten von Sun, stehen verschiedene JDKs für alle gängigen Rechner-Plattformen, kostenlos zur Verfügung.

In der aktuellen Version ist das JDK in drei Bereiche, für unterschiedliche Zielplattformen, geteilt:

- **J2SE (Java 2 Plattform, Standard Edition)**
  Ist die reguläre Entwicklungsplattform für Java Anwendungen. Sie entspricht dem ehemaligen JDK und ist vornehmlich zur Entwicklung von Client-Anwendungen vorgesehen.
- **J2EE (Java 2 Plattform, Enterprise Edition)**
  Spezielle Erweiterungen, zur Entwicklung von Server Anwendungen. Spezifiziert eine standardisierte Laufzeitumgebung für verteilte, Server-basierte Anwendungen. zu den Erweiterungen gehören unter anderem z.B. EJB, Servlets und JSP.
- **J2ME (Java 2 Plattform, Micro Edition)**
  Die Klassenbibliothek ist in der Micro Edition auf ein Minimum reduziert, da sie für mobile Endgeräte und Mikrocontroller-basierte Systeme entworfen wurde, welche über begrenzte Ressourcen verfügen.

Abbildung 15 soll die genannte Aufteilung nochmals verdeutlichen:

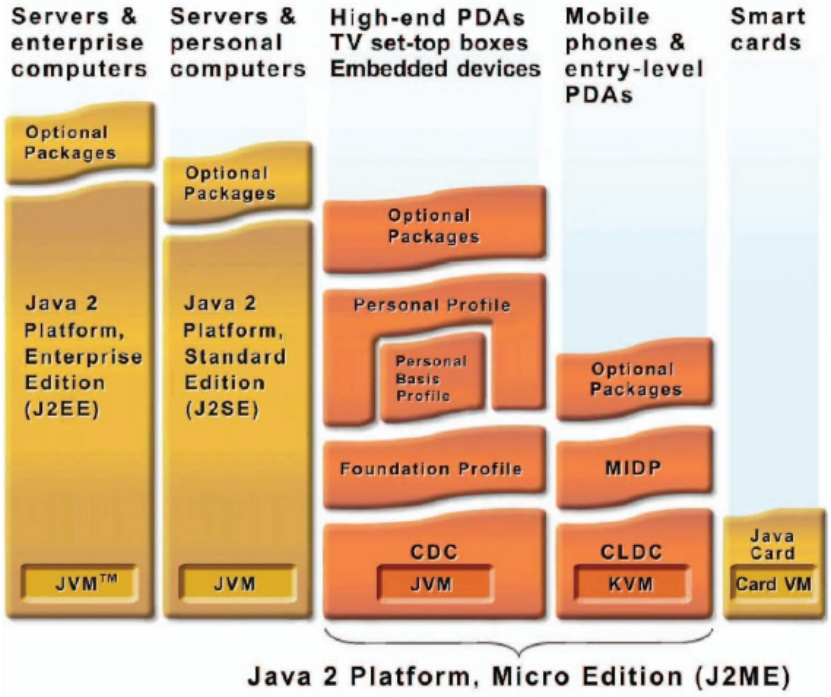

Abbildung 15: Java Editions [www.sun.com]

2.4.3 Java 2 Platform Micro Edition

Die Architektur der Java 2 Micro Edition, ist in drei Schichten aufgeteilt:

- **Die Java Virtuelle Maschine**:
  Die JVM, die bereits in Abschnitt 2.3.1 beschrieben wurde, wird auch für J2ME verwendet. Ergänzt wird sie durch die Kilobyte Virtual Machine (KVM), die im Hinblick auf kleinere, ressourcenschwache Geräte entwickelt wurde.
- **Konfigurationen**:
  Eine Konfiguration beschreibt die Grundfunktionen der KVM und JVM, für verschiedene Geräteklassen. Sie umfasst die virtuelle Maschine, Klassenbibliotheken und gerätespezifische APIs. Die wichtigsten Konfigurationen sind hier die *Connected Limited Device Configuration (CLDC)* für Handys und PDAs, sowie die *Connected Device Configuration (CDC)* für leistungsfähigere Geräte, wie z.B. High-End PDAs, und TV Set-Top Boxen.
- **Profile**:
  Die oberste Schicht bildet die Profile ab, die wiederum auf den Konfigurationen aufsetzen. Ein Profil beschreibt verschiedene APIs zu einer spezifischen Konfiguration. Profile für die CLDC sind z.B. das Mobile Information Device Profile (MIDP) und das PDA Profil. Für die CDC ist das Foundation-, Personal- und Remote Methode Invocation (RMI) Profil vorhanden.

2.4.3.1 Connected Device Configuration (CDC)

Die virtuelle Maschine der CDC, wird in der Regel C Virtual Machine (CVM) genannt und bietet fast alle Möglichkeiten der JVM.

Um CDC konform zu sein, muss ein Gerät einige Mindestanforderungen erfüllen [vgl. Mei04, S.66]:

- Die Java Umgebung, benötigt mindestens 512 Kilobyte (KB) freien Speicher,
- mindestens 256 KB Speicher für die Laufzeitumgebung,
- einen 32-Bit-Prozessor und
- eine Netzwerkverbindung

Nachfolgend weitere Details zu den CDC Profilen:

- Das Foundation Profil, bildet die Grundlage für weitere Profile des CDC, wie beispielsweise das Personal Profil und implementiert Klassen aus den java.lang, bzw. java.io Packages, der Standard Edition sowie Socket Klassen.
- Das Personal Profil, erweitert das Foundation Profil unter anderem, um eine graphische Benutzerschnittstelle, das Abstract Window Toolkit (AWT).

- Das RMI Profil, kann mit der RMI API der Standard Edition, gleichgesetzt werden.

Zur Zeit ist das CDC auf mobilen Endgeräten nur bei High-End PDAs wie z.B. dem IPAQ 3830 zu finden.

2.4.3.2 Connected Limited Device Configuration - CLDC

Die virtuelle Maschine der CLDC, ist die Kilobyte Virtual Machine (KVM). Sie wurde unter dem Aspekt der starken Begrenzung mobiler Endgeräte, bezüglich Prozessorleistung und Speicher, von Grund auf neu entwickelt.

Ein CLDC konformes Gerät, muss folgende Mindestanforderungen erfüllen:

- Mindestens 128 KB Speicher, für die Java Umgebung und
- mindestens 32 KB Speicher, für die Laufzeitumgebung.
- Das Gerät kann über eine mobile Stromversorgung verfügen.
- Eine Netzwerkverbindung muss gegeben sein.
- Ein 16 oder 32 Bit Prozessor.

Als bekanntestes Profil des CLDC, gilt das Mobile Information Device Profile (MIDP), das speziell für Mobiltelefone und Pager entwickelt wurde. Neben dem Zugriff auf den persistenten Speicher der Geräte, bietet es Möglichkeiten zur Gestaltung der grafischen Oberfläche.

Programme, die mit der MIDP API entwickelt wurden, werden MIDlets genannt und können mit Java Applets verglichen werden. So wie Applets, besitzen auch MIDlets keine „main-Methode“ zum Starten von Programmen. MIDP wird im Bereich der Mobiltelefone eingesetzt, besonders im Spielebereich.

Für PDAs wird das Personal Profile eingesetzt, welches momentan als Standard in diesem Bereich angesehen werden kann.

2.4.4 Fazit

Zusammenfassend können folgende Punkte, als Vorteile zur Entwicklung mit Java – insbesondere J2ME – für mobile Endgeräte, genannt werden:

- **Plattformunabhängigkeit**:
  Mobiltelefone, PDAs und teilweise auch Smartphones, sind bereits weit verbreitet. Theoretisch ist ein Javaprogramm, auf jedem Endgerät mit passender VM, lauffähig.
- **Portierbarkeit**:
  Da Sun bei der Weiterentwicklung auf Abwärtskompatibilität achtet, sind Pro-

gramme, die für das MIDP Profil der Version 1.0 geschrieben wurden, auch in der Version 2.0 ausführbar.

- **Sicherheit**:
  MIDlets werden in einer eigenen Laufzeitumgebung ausgeführt. Dies verhindert unerwünschte Zugriffe, sowie Veränderungen an anderen Programmen und Systemkomponenten.
- **Weiterentwicklung**:
  J2ME wird vom Java Community Prozess (JCP), dem ca. 300 Firmen angehören, ständig weiterentwickelt. Auch Privatpersonen, treiben die standardisierte Weiterentwicklung von Java stetig voran, wodurch der Funktionsumfang durch neue, optionale APIs, ständig vergrößert wird.

Bei allen Stärken und Vorteilen die J2ME bietet, lässt sich einiges davon in der Praxis allerdings, nicht wie gewünscht umsetzen. Besonders die Gerätevielfalt schiebt der Wunschvorstellung, ein Programm zu schreiben und es auf den meisten Endgeräten anzuwenden, einen Riegel vor.

Nachfolgend werden einige Punkte aufgelistet, die das verdeutlichen sollen:

- Die grafische Oberfläche, muss aufgrund der verschiedenen Displaygrößen individuell angepasst werden und wird von vielen Geräten unterschiedlich dargestellt.
- Die kleinste gegebene API, bestimmt die verwendbare. Das heißt, für Geräte die eigentlich CDC fähig sind, müsste hier auch die eingeschränkte CLDC API benutzt werden.
- Die Datenspeicherung wird mit unterschiedlichen Technologien durchgeführt (RecordStore, XML-Datei oder SQL-Datenbank).
- Es bedarf viel Einarbeitungsaufwand in die verschiedenen Geräte, deren APIs und zugehörige Tools.

Weiter sind die Mittel zur grafischen Gestaltung der GUIs, in der MIDP API sehr eingeschränkt. Der größte Nachteil, ist der Rückschritt zur Vermischung von Layout und Programmcode der Geschäftslogik. Was in J2SE und J2EE, durch das MFC (Modell View Controller) Architektur-Muster vereinfacht wurde, kann bei J2ME nicht genutzt werden.

Aus diesen Gründen, gibt es verschiedene Ansätze, welche die genannten Probleme durch Ergänzungen und Neuentwicklungen, zu umgehen versuchen. Eines davon, ist das auf Java basierende Framework, der PI-Data AG.

2.5 Das PI-Data Framework

Die PI-Data AG, hat sich auf mobile Lösungen spezialisiert und bietet vor allem Anwendungen, die manuelle Prozessschritte des Außendienstes, mit Hilfe von Mobilgeräten in bestehende IT-Systeme integrieren.

Wichtig ist hierbei, dass es keine Einschränkung bei der Auswahl des Mobilgeräts gibt. Unterstützt werden Handys, SmartPhones, PDAs, Wearable PCs, TabletPCs und Notebooks gleichermaßen.

Nachfolgend werden die entscheidenden Unterschiede gegenüber J2ME aufgezählt:

- Das Framework implementiert eine eigene GUI-Bibliothek, die Controls – in MIDP auch Fenster genannt – selbst zeichnet.
- Ein eigener, vor allem im Speicherbedarf optimierter, XML-Parser und Binder.
- Eine eigene Persistenz-Schicht, mit Implementierungen für XML in Dateien und RecordStores, sowie Datenbanken über JDBC.
- Möglichst vieles wird in XML beschrieben, was vom Server interpretiert wird. Der Code für Mobilgeräte wird aus XML generiert, wobei der eigene Parser extrem sparsam mit Speicherressourcen umgeht.
- Eigene Modellklassen – als Ersatz für fehlende Collections in J2ME – werden in einem XML-Schema definiert und über einen Codegenerator in Javaklassen geschrieben, um einen typisierten Zugriff zu gewähren.
- Geräte werden nach APIs unterschieden und nach Plattform gruppiert.
- Es werden ANT-Tasks für verschiedene API-Gruppen eingesetzt.
- Zum Testen wird kein Simulator benötigt, da das Framework erkennt für welches Gerät es die GUI bauen soll.

Um zu gewährleisten, dass die Anwendungen auf nahezu allen mobilen Endgeräten lauffähig sind, wird beim compilieren eine Kombination von MIDP und JDK1.1 eingesetzt.

Die zwei folgenden Abbildungen, stellen das Framework grafisch dar und zeigen sogleich die Schnittstellen zu CRM- und ERP Systemen wie z.B. SAP:

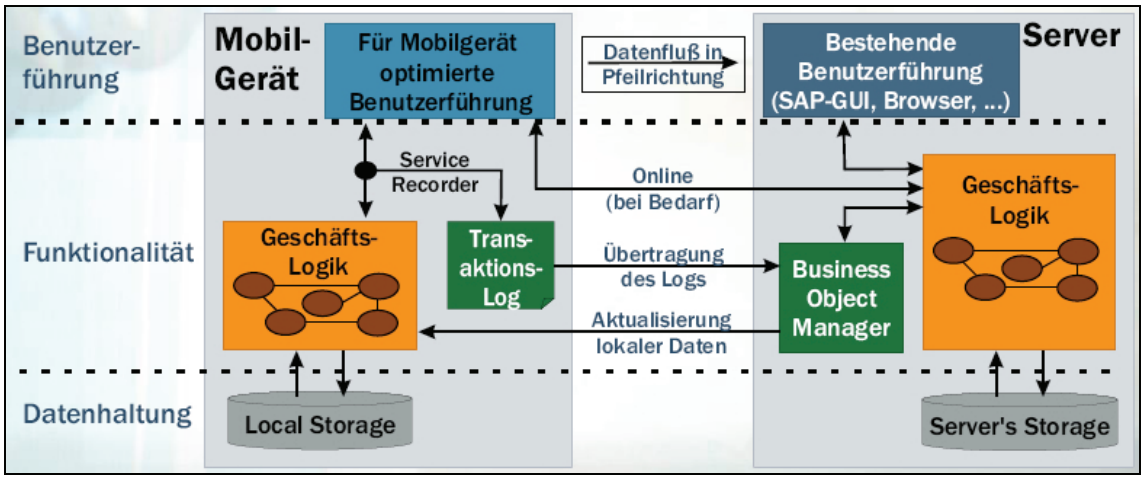

Abbildung 16: Architektur PI-Data Framework

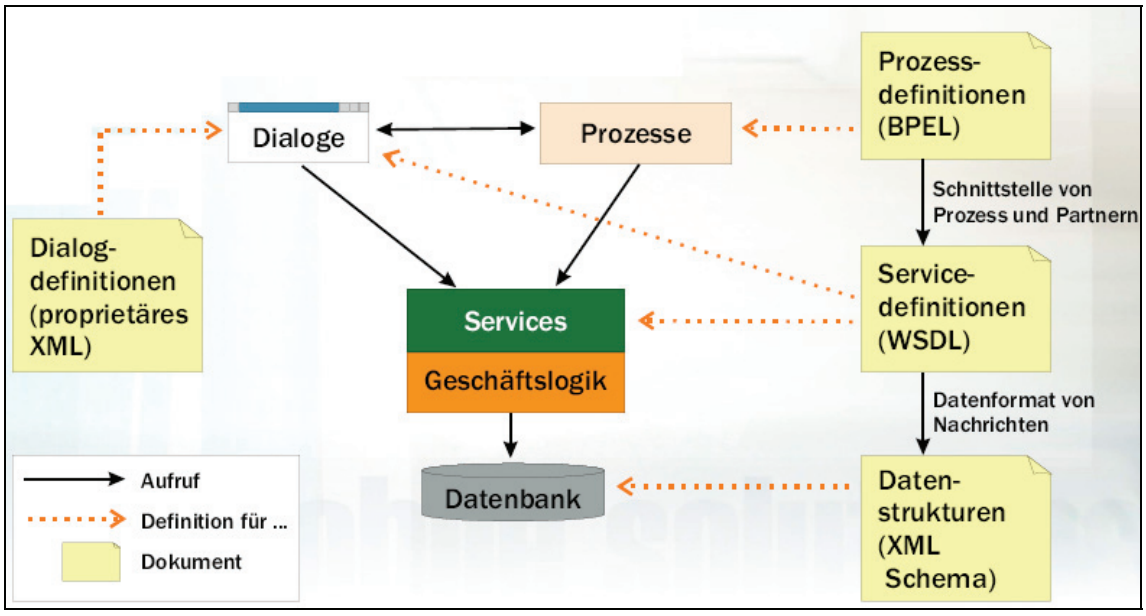

Abbildung 17: Implementierung auf dem Mobilgerät

3 Mobile Usability

In diesem Abschnitt, wird auf Usability für mobile Endgeräte eingegangen. Aufgrund kleinerer Displays und einem anderen Nutzungskontext als bei herkömmlichen Geräten, stellt das Gestalten von Benutzeroberflächen und Dialogen, eine besondere Herausforderung dar.

Um einen Einstieg zu bekommen, wird anfangs auf Usability allgemein und zugrunde liegende Normen eingegangen. Weiter, werden die Besonderheiten des mobilen Kontexts, swie spezielle Aspekte des Testens mobiler Anwendungen erläutert.

3.1 Definition Usability

Nach Beck [Beck05, S.6] wird unter Usability der Grad der Benutzbarkeit verstanden, um Aufgaben zufriedenstellend umzusetzen. Ein zentraler Punkt ist hierbei, die Verbesserung der Schnittstelle, zwischen einem Benutzers und seiner Arbeitsumgebung, welche physikalischer und geistiger Natur sein kann.

Synonym zu Usability, kann die Software-Ergonomie genannt werden, bei der es um die Gestaltung der Benutzerschnittstellen von Anwendungsprogrammen, Spielen und dem World-Wide-Web geht. Besonderes Augenmerk gilt hier, der menschlichen Wahrnehmung und Informationsverarbeitung.

Laut Herczeg [Herczeg05, S.7], kommt es bei fehlender Anwendung der Software-Ergonomie, zu erheblicher Verminderung von Effektivität und Effizienz, bei der Arbeit mit einem System. Neben schlechteren Arbeitsergebnissen, haben solche Systeme aber auch immensen Einfluss auf die Zufriedenheit eines Benutzers.

In der internationalen Norm DIN EN ISO 9241-11, wurden die Begriffe Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit, zu den Merkmalen ergonomisch gestalteter Computeranwendungen erhoben und laut Herczeg [Herczeg05, S.8] „als die drei Faktoren der Gebrauchstauglichkeit eines Anwendungssystems definiert“. Gebrauchstauglichkeit wird im Englischen mit Usability übersetzt, was die enge Verbindung beider Begriffe verdeutlicht.

Ein weiterer, oft genannter Begriff in diesem Umfeld, ist die benutzerorientierte Gestaltung. Sie beschreibt den Entwurf von Anwendungen, deren Anpassung an die Benutzerbedürfnisse und ist somit grundlegende Voraussetzung für Usability. Der Benutzer, soll hier schon in frühen Stadien des Entwicklungsprozesses, eine zentrale Rolle einnehmen.

Durch den benutzerorientierten Ansatz, sollen Usability-Mängel und daraus entstehende Kosten, von Beginn an vermieden werden, in dem die späteren Anwender, respektive Zielgruppen, konsequent in den Entwicklungsprozess eingebunden werden. Die benutzerorientierte Gestaltung wird in der ISO-Norm 13407 beschrieben.

3.2 Normen

Es gibt verschiedene Normen, die von Zertifizierungsgremien verfasst und in denen Kriterien definiert wurden, anhand derer ein System auf Ergonomie und Benutzbarkeit geprüft werden kann, bzw. ein System oder eine Oberfläche, entwickelt werden sollte.

3.2.1 DIN EN ISO 9241

Die bekannteste Norm zur Usability ist die DIN EN ISO 9241, welche von verschiedenen nationalen und internationalen Zertifizierungsgremien, wortgleich übernommen wurde [vgl. Vogt/Heinsen03, S.81] und in 17 Teilen, ergonomische Anforderungen an computerunterstützte Arbeit beschreibt. Für Usability Aspekte bei Software und Webseiten, sind hier die Teile 10 und 11 besonders interessant.

Teil 11, mit dem Titel Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit, wurde bereits im Kapitel 3.1 angesprochen und behandelt die Begriffe: Effizienz, Effektivität und Zufriedenheit, die folgendermaßen beschrieben sind [vgl. Vogt/Heinsen03, S.3]:

Effektivität meint, ob der Benutzer einer Software oder Webseite, seine Ziele erreichen kann. Möchte er z. B. einen Newsletter abonnieren, ist der Vorgang effektiv, wenn es ihm gelingt.

Effizienz beschreibt den Aufwand, der zum Erreichen eines Ziels geleistet werden muss. Effizient ist beispielsweise ein Einkaufsvorgang in einem Onlineshop, bei dem der Benutzer nicht jedes mal, seine Adressdaten erneut eingeben muss, sondern sich zu Beginn am System identifiziert und seine Daten automatisch vorliegen

Zufriedenheit betrifft die subjektive Komponente. Es geht darum, ob der Benutzer sich wohl fühlt, bzw. gerne mit der Software arbeitet.

Teil 10 der Norm, mit dem Titel Grundsätze der Dialoggestaltung, ist in sieben Teile untergliedert und für das Gestalten von grafischen Oberflächen, besonders interessant. Die einzelnen Punkte, sollen hier kurz beschrieben und jeweils ein Beispiel dazu, erläutert werden. Die Zitate zu den Punkten, sind den Originaltexten der Isonorm entnommen.

- **Aufgabenangemessenheit** (Einfach und direkt zum Ziel)

„Ein Dialog ist aufgabenangemessen, wenn er den Benutzer unterstützt, seine Arbeitsaufgabe effektiv und effizient zu erledigen.“

Beispiel: In einem Formular, das korrigiert werden muss, wird der Cursor gleich auf das zu korrigierende Feld gesetzt.

- **Selbstbeschreibungsfähigkeit** (Wenn Intuition ausreicht)

„Ein Dialog ist selbstbeschreibungsfähig, wenn jeder einzelne Dialogschritt, durch Rückmeldung des Dialogsystems unmittelbar verständlich ist, oder dem Benutzer auf Anfrage erklärt wird."

Beispiel: Links sind so formuliert, dass man sicher vorhersagen kann, wohin sie führen.

- **Steuerbarkeit** (Alles unter Kontrolle)

„Ein Dialog ist steuerbar, wenn der Benutzer in der Lage ist, den Dialogablauf zu starten, sowie seine Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen, bis das Ziel erreicht ist."

Beispiel: Eine Suche bietet die Möglichkeit, die Zahl der auf einer Seite angezeigten Treffer, einzustellen.

- **Erwartungskonformität** (Gewohnheiten)

"Ein Dialog ist erwartungskonform, wenn er konsistent ist und den Merkmalen des Benutzers entspricht, z.B. seinen Kenntnissen aus dem Arbeitsgebiet, seiner Ausbildung und seiner Erfahrung sowie den allgemein anerkannten Konventionen."

Beispiel: Beim Drücken der Tabulator-Taste, springt der Cursor auf das nächste Eingabefeld.

- **Fehlertoleranz** (Keine Überraschungen)

"Ein Dialog ist fehlertolerant, wenn das beabsichtigte Arbeitsergebnis, trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben, entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand seitens des Benutzers, erreicht werden kann."

Beispiel: Über ein Skript, werden die Daten eines Formulars auf Plausibilität und fehlende oder unvollständige Eingaben geprüft, bevor Sie abgesendet werden.

- **Individualisierbarkeit** (Jeder wie es ihm beliebt)

„Ein Dialog ist individualisierbar, wenn das Dialogsystem Anpassungen, an die Erfordernisse der Arbeitsaufgabe, sowie an die individuellen Fähigkeiten und Vorlieben des Benutzers zulässt."

Beispiel: In einem personalisierten Web-Portal, kann der Benutzer festlegen, welche Fenster an welcher Bildschirmposition, angezeigt werden.

- **Lernförderlichkeit** (Schlauer werden)

"Ein Dialog ist lernförderlich, wenn er den Benutzer beim Erlernen des Dialogsystems, unterstützt und anleitet."

Beispiel: In einer Sitemap kann man sich ansehen, nach welcher Logik eine Website strukturiert ist.

3.2.2 ISO 13407

In der Isonorm 13407 „Benutzer-orientierte Gestaltung interaktiver Systeme“, wird empfohlen, die Gebrauchstauglichkeit von Software entwicklungsbegleitend, durch einen iterativen Prozess sicherzustellen. Die Norm baut auf den Begriffen der DIN EN ISO 9241 Teil 11 auf.

Zunächst sieht die Norm laut Kretschmer [Kretschmer06] vor, den Nutzungskontext zu analysieren. Aus der Nutzungskontextanalyse werden anschließend Anforderungen an die Software, sowie organisatorische Anforderungen abgeleitet. Anhand der erarbeiteten Anforderungen, können dann Vorschläge für die Gestaltung gemacht werden. Im letzten Schritt, erfolgt eine Bewertung der Gestaltungsvorschläge. Diese Aktivitäten, sollten während der Entwicklungsphase iterativ durchgeführt werden, um sicher zu gehen, dass das Endprodukt allen Anforderungen der Benutzer genügt.

Die Norm ist Grundlage für den DATech Leitfaden, mit dem laut Baggen [Vogt/ Heinsen03, S.88], ein einheitlicher Standard zur Prüfung und Zertifizierung gebrauchstauglicher Software, zur Verfügung steht.

3.3 Besonderheiten mobiler Endgeräte

Laut Kempken [Vogt/Heinsen03, S.250] ist die Verbesserung der Usability bei mobilen Anwendungen, nur ein Baustein vielen der zum Erfolg resp. regelmäßiger Nutzung, nicht hinreichend ist. Im Hinblick auf die Akzeptanz, spielen auch ästhetische Kriterien, sowie die wahrgenommene Nützlichkeit eines Produkts eine große Rolle.

Die genannten Punkte zur Steigerung der Motivation, sind in der mobilen Welt äußerst wichtig, da der Nutzer sich zusätzlich, mit den Hardware bedingten Barrieren mobiler Endgeräte, auseinander zu setzen hat. Da im Focus der Arbeit der wireless Handheld steht, soll nur auf diese Geräteklasse eingegangen werden.

3.3.1 Display

Handheld Displays können nach heutigem Stand der Technik, mit einer Bildschirmauflösung von maximal 480x640 Pixel betrieben werden. Die Standardauflösung der meisten Geräte, liegt jedoch bei 240x320 Pixel. Es ist anzunehmen, dass die aktuellen Displays der Handhelds, nicht mehr wesentlich vergrößert werden, da andere Geräteklassen wie Tablet PCs und Sub-Notebooks diesen Bedarf abdecken und ein Handheld aufgrund seiner Portabilität, immer ein kleines Display beibehalten sollte.

Die Probleme der kleinen Anzeigefläche, liegen auf der Hand. Es gibt wenig Platz etwas darzustellen. Umso aussagekräftiger, müssen die wenigen Dialogelemente sein, die man unterbringen kann.

Große Bilder und Textdokumente auf einem Handheld anzuschauen, oder gar zu bearbeiten, mindert die Freude am Umgang (engl. Joy of use) schnell. Dies zeigt, dass auch hier der Nutzungskontext deutlich eingeschränkt ist und nicht alles der Desktop-Welt, auf einem Handheld abgebildet werden kann.

3.3.2 Speicher

Die Arbeitsspeicher aktueller Geräte, liegt bei 32 MB - 128 MB RAM. Der integrierte Datenspeicher ist geräteabhängig, zwischen 64 MB und 512 MB. Mit Speicherkarten, kann ein Handheld zusätzlich mit bis zu 4 GB, ausgestattet werden.

3.3.3 Eingabegeräte

Typisch für Handhelds, ist die Bedienung über ein Touch-Screen (ein drucksensitives Display), mit einem Eingabestift. Zusätzlich verfügen die meisten Geräte, über eine Handschrifterkennung und so genannte Onscreen-Tastaturen. Diese bilden eine Tastatur auf dem Bildschirm ab, welche über den Touch-Screen bedient werden kann.

Die Umstellung von einer Tastatur, auf oben genannte Eingabemöglichkeiten, welche eine Texteingabe deutlich verlangsamen, stellt eine Barriere dar, die z.B. das Schreiben von langen Dokumenten nicht komfortabel erscheinen lässt.

Durch die Mobilität des Gerätes, ist es andererseits sehr geeignet für kurze Notizen oder Emails, die man an Ort und Stelle verfassen kann und bei geübten Nutzern auch keinen erheblichen Zeitaufwand bedeuten.

3.3.4 Nutzungskontext

Die vorherigen Abschnitte zeigen, dass der Einsatz von Handhelds eingeschränkt ist und nur in einem bestimmten Kontext sinnvoll erscheint. Der Nutzungskontext herkömmlicher PCs, lässt sich z.B. recht eindeutig bestimmen. Der Bildschirm steht meist auf einem Tisch, während der Benutzer davor sitzt und zeitintensive Aufgaben bearbeitet, spielt oder beispielsweise im Internet surft.

Wesentlich schwieriger ist es, eine solche Aussage für Handhelds zu treffen. Aufgrund der Größe, können und sollen die mobilen Geräte, überall hin mitgenommen und jederzeit verwendet werden können. Daher kann nicht grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass das Gerät, resp. die Anwendung, die volle Aufmerksamkeit des Benutzers zu Teil wird. Ebenso weisen die am Handheld durchgeführten Aufgaben, meist andere Charakteristika auf.

Wie weiter oben angeführt, werden PCs üblicherweise, über einen langen, zusammenhängenden Zeitraum benutzt. Die mittels eines Handhelds erledigten Aufgaben, beschränken sich dagegen auf wenige Minuten, mit hoher Wiederholungsrate.

3.3.5 Bandbreite

Ein weiteres Merkmal, welches den Nutzungskontext mobiler Geräte einschränkt, ist die verfügbare Bandbreite der Übertragungstechniken, die in Kapitel 2.3 vorgestellt wurden. Nachstehende Tabellen sollen verdeutlichen, welche Zeitfaktoren das Verbreiten oder Besorgen größerer – und auch schon relativ kleiner – Datenmengen erzeugt.

Verglichen werden Tarife des GSM- und GPRS-Dienst, welche aufgrund der Netzabdeckung die einzigen brauchbaren Übertragungstechniken, für mobile Geräte der Handheld-Klasse sind.

GPRS	**GSM**
56 kb/s	9,6 kb/s

Tabelle 1: GPRS und GSM - Geschwindigkeit

	GPRS	**GSM**
Dateigröße	Zeit	Zeit
100 kb	0,03 Min.	0,18 Min.
1 mb	0,3 Min.	17,35 Min.
5 mb	1,5 Min.	86 Min.

Tabelle 2: Vergleich GPRS - GSM

Der Gegenüberstellung ist zu entnehmen, dass GPRS eine recht komfortable Geschwindigkeit bietet. GSM hingegen, ist durch den hohen Zeitfaktor uninteressant für regelmäßige Dateitransfers.

Immer mehr Anbieter gehen nun dazu über, so genannte Volumentarife anzubieten, bei denen, im Falle GPRS, ein Übertragungsvolumen von ca. 5 - 15 Gigabyte üblich ist. Dies macht GPRS sehr interessant für viele Anwendungen. Allerdings sind die Preise nach überschreiten des Datenvolumens, nach wie vor recht teuer.

3.4 Szenarien - Mobile Situationen

Um die Nutzung mobiler Endgeräte, besser verstehen und optimieren zu können, muss man laut Kempken [Vogt/Heinsen03, S.253], vor allem den zugrunde liegenden Nutzungskontext berücksichtigen. Prinzipiell spielt dieser bei jeglicher Anwendungsentwicklung eine Rolle, besonders aber in der mobilen Welt. Dies resultiert aus dem Umstand, dass mobile Endgeräte meist in einem weniger ruhigen Umfeld zum Einsatz kommen als feststehende, wie z.B. der PC im eigenen Büro.

Externe Einflussfaktoren, wie Straßenverkehr, Hintergrundlärm oder konkurrierende Aufgaben, beanspruchen den Nutzer zusätzlich. Die Situationen, in denen mobile Endgeräte zum Einsatz kommen, sind also meist weniger komfortabel als herkömmliche. Dies wird auch dadurch verdeutlicht, dass zu oben genannten Faktoren oft noch Aspekte wie Zeitdruck hinzukommen. Beispielsweise, soll die zwischen zwei Terminen bleibende Zeit, produktiv genutzt werden um Informationen zu erhalten, oder Korrespondenz zu erledigen.

Aus der frühzeitigen Analyse oben genannter Faktoren, gehen Nutzerszenarien hervor, die Entwicklern und Usability-Experten, ein besseres Verständnis der Anforderungen vermitteln sollen.

3.4.1 Szenarien

Zwei Szenarien sollen verdeutlichen, wie unterschiedlich Nutzungsszenarien eines Nutzers im Fall Mobil- und Festnetztelefon sein können [vgl. Vogt/Heinsen03, S.252]:

- **Festnetztelefon**:
  Michael arbeitet in einer großstädtischen Internetagentur. Während er am Schreibtisch seinen kleinen Büros sitzt, klingelt das Festnetztelefon. Der Anrufer ist die Kontaktperson eines potentiellen Kunden, der bezüglich eines Angebots anruft. Während der Anrufer spricht, startet Michael die entsprechende Anwendung auf seinem PC und holt sich das Angebot auf den Bildschirm. Nachdem die Fragen des Kunden geklärt wurden, wird ein Termin zu einem ersten Treffen vereinbart. Dazu prüft Michael im internen Gruppenkalender, die Verfügbarkeit der Kollegen, welche bei dem Termin zugegen sein sollen.

- **Mobiltelefon**:
  Michael macht Feierabend und nimmt wie gewohnt die S-Bahn, um nach Hause zu kommen. Kurz nachdem er einsteigt, klingelt sein Mobiltelefon. Da er in der einen Hand seine Tasche trägt und sich mit der anderen festhalten muss, – er bekam nur noch einen Stehplatz – hat er Schwierigkeiten an sein Telefon zu kommen. Während es sich abmüht, dies so schnell wie möglich zu tun, bemerkt er die ersten genervten Blicke einiger Mitfahrer, aufgrund des Klingelns. Auf dem Display erkennt er

schließlich die Nummer eines wichtigen potentiellen Kunden, den er nicht einfach ignorieren kann. Michael nimmt den Anruf also gezwungenermaßen entgegen. Er hat Schwierigkeiten sein Gegenüber zu verstehen, weil der umliegende Geräuschpegel in der überfüllten S-Bahn sehr hoch ist. Da die S-Bahn zudem gleich in einen Tunnel fahren wird, muss Michael den Anrufer höflich unterbrechen und einen Gesprächstermin für den nächsten Morgen vereinbaren.

3.4.2 Faktoren mobiler Nutzung

Nach Kempken [Vogt/Heinsen03, S.253], lassen sich die Nutzerbedürfnisse, sowie Nutzungssituationen im mobilen Umfeld, in soziale, kulturelle, physiologische und kognitive Faktoren gliedern. Um die Begriffe greifbarer darzustellen, werden nachfolgend Beispiele aufgeführt:

3.4.2.1 Sozial

Der soziale Aspekt beschreibt z.B. eine Situation, in der es unerwünscht oder unpassend ist, dass telefoniert wird. Um in einer solchen Situation, einen eingehenden Anruf nicht direkt – also via Sprache – beantworten zu müssen, oder ihn an die Mailbox weiterzuleiten, gibt es eine Anwendung bei man den Anruf, durch einen so genannten In-Call-Service, auf einen späteren Zeitpunkt verschieben kann.

Über eine Menüfunktion des Mobiltelefons, welche über die Tastatur aufgerufen und bedient wird, kann der Nutzer den Anrufer beten, in 10, 15, oder 30 Minuten wieder anzurufen. Der Umstand, dass eine solche Anwendung in Situationen sinnvoll scheint, bei denen jegliche Störung unerwünscht ist, beeinflusst das Konzept nachhaltig.

So sollte beispielsweise das Telefon nicht klingeln und die gesamte Interaktion zügig abwickellbar sein. [vgl. Vogt/Heinsen03, S.253]

3.4.2.2 Kulturell

Ein signifikanter Unterschied in der Nutzung der Mailbox eines Mobiltelefons, ist laut Kempken [Vogt/Heinsen03, S.253] zwischen deutschen und spanischen Nutzern festzustellen. Während die Mailbox in Deutschland häufig genutzt wird, scheinen Spanier Anrufe eher zu beantworten, als sie weiterzuleiten.

Ein weiterer Aspekt, sind unterschiedlich lange Schreibweisen für das gleiche Wort, in verschiedenen Sprachen. Dieser Umstand, ist besonders beim Design von Menüpunkten oder Schaltflächen zu beachten, da diese unter Umständen ganz anders angeordnet werden müssen.

3.4.2.3 Physiologisch

Besonders im mobilen Bereich, ist ein Nutzer auch physiologisch gefordert. Unterschiedliche Eingabemethoden und kleine Displays, sowie Benutzeroberflächen die von Hersteller zu Hersteller wechseln, verlangen ein hohes Maß an Flexibilität und Einarbeitungsbereitschaft.

Weiter haben unterschiedliche Umwelteinflüsse an wechselnden Orten, Einfluss auf die Interaktion mit dem mobilen Endgerät, sowie die Konzentrationsfähigkeit eines Benutzers.

3.4.2.4 Kognitiv

Werden Benutzer nach Kempken [Vogt/Heinsen03, S.253], mit neuen Produkten oder Anwendungen konfrontiert, nutzen sie bereits Gelerntes, um die Herausforderung des Neuen zu meistern. So wird z.B. ein rundes Bedienelement gedreht oder gedrückt, während ein eckiges aus Erfahrung nicht gedreht, sondern nur gedrückt wird.

Hervorzuheben sind hier auch, die eindeutigen Analogien des Mobilen Windows zum Desktop Betriebssystem. Obwohl z.B. das Programm Pocket Word kaum etwas mit dem Namensgeber gemeinsam hat – Word Dokumente lassen sich teilweise gar nicht damit öffnen – wurde der Name gewählt, um dem Nutzer zu vermitteln, dass er sich hier wie gewohnt zurechtfindet.

3.4.3 Heuristiken für den Entwurf mobiler Anwendungen

Nach Longoria [Long04, S.109], ist die unternehmerische Welt, mit wachsender Verbreitung und Wichtigkeit mobiler Dienste bestrebt, diese zu mehr und mehr zu nutzen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Eine wichtige Einsatzmöglichkeit sieht er darin, unternehmensinterne Anwendungen und Daten, durch mobile Endgräte verfügbar zu machen. Die offensichtliche Herausforderung, beim Entwurf dieser so genannten „Enterprise Applications“, liegt in den kleinen Engeräten und dem mobilen Kontext.

Longoria [Long04, S.109-110] beschreibt zehn Heuristiken zum Entwurf mobiler Anwendungen, welche aus iterativen Usability Zyklen und den dabei gesammelten Daten und Erkenntnissen resultieren. Diese werden nachfolgend vorgestellt:

Heuristiken sind laut Duden [Duden06]: *„Lehre, Wissenschaft von den Verfahren, Probleme zu lösen; methodische Anleitung, Anweisung zur Gewinnung neuer Erkenntnisse.“*

1. Es herrscht Bedarf

Es ist klar, dass ein Unternehmen eine mobile Anwendung benötigt. Zunächst sollte nun Zeit investiert werden, die Geschäftsprozesse zu analysieren und potentielle Nutzer zu befragen, um für den speziellen mobilen Nutzungskontext Entwickeln zu können.

2. Jedes Pixel zählt

Obwohl dies nahe liegend klingt, soll es verdeutlichen, dass herkömmliche Prinzipien der Layoutgestaltung für Desktopanwendungen, im mobilen Kontext neu überdacht werden sollten. Der zur Verfügung stehende Platz eines Displays, muss optimal ausgenutzt werden.

3. Jede Anfrage zählt

Es gibt einen schmalen Grat zwischen der Anforderung, Oberflächen einfach zu halten und genug Informationen auf dem Display darzustellen, um Serveranfragen zu vermindern. Während es auf Desktopanwendungen akzeptabel ist, Informationen über viele Seiten zu verteilen, kann es im mobilen Kontext schnell untragbar werden, wenn der Nutzer beim Aufruf jeder einzelnen Seite, einige Sekunden warten muss, bis die Daten vom Server kommen.

4. Verwende Hauptmerkmale

Es soll nicht versucht werden, eine Desktopanwendung komplett auf ein mobiles Endgerät zu übertragen. Auch wenn man gewohnt ist, zu analysieren welche Teile einer Software man einer mobilen Anwendung hinzufügt, ist es genau so wichtig zu prüfen, welche Eigenschaften außen vor bleiben sollen.

5. Das Navigationsmodell einfach halten

Auch wenn diese Anforderung, für mobile- und Desktop Anwendungen gilt, ist die Erfordernis bei mobilen Anwendungen doch höher. Die begrenzte Größe von Displays, Speicher, Übertragungsraten und Eingabemethoden, schränken den Inhalt der einzelnen Dialoge, sowie deren Anzahl und wie sie aufeinander folgen, ein.

6. Modular denken

Modular zu entwickeln erlaubt es, einer Anwendung zusätzliche Funktionalitäten einfach hinzuzufügen, wenn diese in im Kontext benötigt werden. Für jede Anwendung sollte gelten, dass Dialoge nahtlose Übergänge haben und ein erkennbar koordiniertes Konzept aufweisen. Der erste Schritt dies zu erreichen ist, die Elemente einer mobilen Anwendung nach einheitlichen, festgelegten visuellen Charakteristiken und Interaktionsregeln zu entwerfen.

7. Minimieren der Eingaben

Auch wenn die Möglichkeiten zur Eingabe, bei mobilen Geräten ständig verbessert werden, wird es Nutzern auch weiterhin stören, Daten von Hand einzugeben. Über die Verbesserung der Eingabegeräte hinaus, kann die Notwendigkeit einer Dateneingabe, mit

einfachen Mitteln der Oberflächengestaltung reduziert werden. Beispielsweise sollte eine „Auswahl“ immer der „Eingabe“ vorgezogen werden, wenn die möglich ist.

8. Individualisierbarkeit vom Desktop aus

Der Schlüssel zur erfolgreichen Entwicklung mobiler Anwendungen, ist die Abbildung der Funktionalitäten und Inhalte, auf den mobilen Kontext eines Benutzers. Es liegt auf der Hand, dass es schwierig ist dies für jeden Benutzer und jeden Kontext befriedigend umzusetzen. Eine Möglichkeit die man anwenden kann, ist eine ausreichende Menge an Funktionalitäten anzubieten und dem Benutzer zu erlauben, die Anwendung an seine Bedürfnisse, seinen Kontext und die unternehmensspezifischen Daten anzupassen.

9. Gegen den Hype

Es ist wichtig nicht nur auf ein momentan angesagtes mobiles Anwendungsgebiet zu setzen, denn diese ändern sich mit der Zeit. Man sollte sich auf Kerneigenschaften einer Anwendung konzentrieren, die sich selten ändern.

10. Grundsätzliche Gestaltungsrichtlinien gelten

Mobile Geräte sind keine Wiedergeburt des PC. Darum müssen bewährte Muster, auf den mobilen Kontext angepasst und neu überdacht werden. Doch gelten auch hier nach wie vor, die grundlegenden Prinzipien und Methoden der Gestaltung von Benutzerschnittstellen.

3.5 Testen

Anwendungen für mobile Endgeräte, können mit klassischen Usability-Tests analysiert und getestet werden [vgl. Vogt/Heinsen03]. An dieser Stelle, soll nur auf die Besonderheiten des Testens mobiler Anwendungen eingegangen werden.

Nach Kempken [Vogt/Heinsen03, S.254], sind die Faktoren Mobilität, Komfort und Funktionalität, häufig gegenläufige Ziele bei mobilen Endgeräten. So geht Beispielsweise ein hohes Maß an Mobilität, oft zulasten von Funktionalität oder Komfort. Dies auszuloten, ist ein wesentliches Ziel des Testens mobiler Anwendungen.

3.5.1 Vor dem Test

Zu Beginn sollte, wie in jedem anderen Projekt auch, festgestellt werden welche Fragen es zu Beantworten gibt, resp. was getestet werden soll, um die Form und den technischen Aufwand des Testens abschätzen zu können.

Bei Fragestellungen technischer Natur, können Dinge wie unterschiedliche Scrollmechanismen, Displaygrößen oder Browsertypen eine Rolle spielen. Laut Kempken [Vogt/Heinsen03, S.255], können Fragen dieser Art, nur durch Plattform und Geräte

übergreifende Studien geklärt werden. Haben Fragen einen geringen, oder keinen Bezug zur Technik, kann eventuell mit weniger aufwändigen Verfahren, wie z.B. Papierprototypen untersucht werden.

3.5.2 Probleme beim Testen

Werden mobile Anwendungen getestet, sollten technische Probleme in die Planung einbezogen werden, da sie den Testverlauf und die Bewertung beeinflussen können. Die Zuverlässigkeit eines Dienstes der getestet wird, sollte vor Beginn überprüft werden. Für den Fall, dass ein Service während des Tests trotzdem ausfällt, muss schon im Vorfeld an Alternativen gedacht werden.

Zuverlässigkeitsprobleme, haben nach Kempken [Vogt/Heinsen03, S.255] einen immensen Einfluss auf den Gesamteindruck eines Produkts, in der Wahrnehmung eines Nutzers. Weiter sollte auf Probleme, die aus dem Setup des Tests entstehen, unbedingt aufmerksam gemacht werden.

3.5.3 Endgerät oder Anwendung

Beim Testen ist zu unterscheiden, was getestet resp. bewertet wird. Dies kann die Anwendung, das Endgerät oder z.B. der Service Provider sein. Da Testpersonen oft schwer fällt dies zu Unterscheiden, kann es wiederum zum Thema eines Tests gemacht werden. So sollte vor Beginn der Testphase verdeutlicht werden, was Gegenstand der Tests ist.

Sind Gegenstand des Test nicht die Endgeräte, so wäre es besser die Testperson mit einem vertrauten Gerät arbeiten zu lassen. Ist dies nicht möglich, sollte der Person Zeit gegeben werden, sich ausreichend mit dem Gerät vertraut zu machen.

3.5.4 Szenarien simulieren

Wie schon mehrfach erwähnt, ist der Nutzungskontext bei mobilen Anwendungen besonders wichtig. Laut Kempken [Vogt/Heinsen03, S.256], ist ein wesentlicher Unterschied, ob eine Anwendung unter Laborbedingungen in aller Ruhe getestet wird, oder in Situationen, die dem Benutzer in der Realität begegnen: Mehrere Dinge gleichzeitig und möglicherweise unter Zeitdruck, an einem belebten Ort erledigen.

Da der Versuch, das Verhalten in solchen Situationen zu analysieren ein schwieriges Vorhaben ist, sollte man die Testperson durch ein möglichst anschauliches Szenario, nahe an eine mobile Situation zu bringen.

3.5.5 Probleme visualisieren

Das Beobachten eines Nutzer, während der Interaktion mit dem Endgerät, ist der Kern eines jeden Usability-Tests. Bei mobilen Geräten, gestaltet es sich jedoch für den Tester

recht schwer, dies detailliert zu beobachten. Bei Desktop Anwendungen reicht eine handelsübliche Kamera aus, um das Geschehen festzuhalten. Jedoch ist dies aufgrund der kleinen Displays der Endgeräte und der Bewegung des Nutzers, hier nicht anwendbar.

Die Methode des „lauten Denkens“ – der Nutzer verbalisiert seine Gedanken und kommentiert die Interaktion – allein, reicht nach Kempken [Vogt/Heinsen03, S.256] nicht aus und kann nur zur Ergänzung dienen. Der Blick über die Schulter der Testperson, ist zu aufdringlich und kann das Testergebnis nachhaltig verfälschen.

Um die Interaktion des Nutzers trotzdem aufzeichnen zu können, werden üblicherweise spezielle Minikameras, mit einer Halterung für das mobile Gerät, eingesetzt. Nachfolgend werden einige davon dargestellt.

Abbildung 18: Usability Kamera 1 [www.google.com]

Abbildung 19: Usability Kamera 2 [www.google.com]

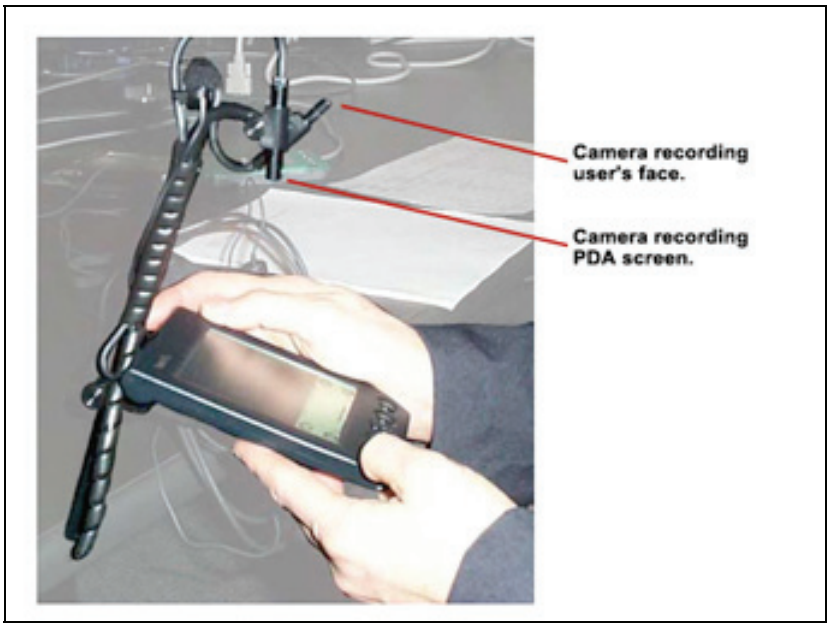

Abbildung 20: Usability Kamera 3 [www.google.com]

Der Vorteil solcher Aufnahmen ist: Die Interaktion wird sichtbar gemacht, zur späteren Auswertung festgehalten und kann zusätzlich als Präsentationsmaterial herangezogen werden.

3.5.6 Prototypen

Laut Duden [Duden06] ist ein Prototyp *„eine zur Erprobung und Weiterentwicklung bestimmte erste Ausführung“*. Um in frühen Stadien des Entwicklungsprozess, günstig und schnell testen zu können, kann ein Prototyp eingesetzt werden. Nachfolgend werden drei Möglichkeiten des Prototyping für mobile Endgeräte vorgestellt.

3.5.6.1 Simulation

Es gibt verschiedene Formen von Simulatoren. Sie reichen von interaktiven Powerpoint Präsentationen, oder Flash Animationen, bei denen die Klickpfade abgebildet werden, bis hin zu Softwareprogrammen, welche das Betriebssystem eines Endgerätes emulieren.

Gerade bei Tests, welche Dialogaufbau, Navigation, Icons oder Wording (Namen von Buttons, Menüs etc.) analysieren sollen, ist ein so genannter Klickdummy von Vorteil. Er ist relativ leicht zu erstellen und kann rasch für verschiedene Displaygrößen angepasst werden. Nachfolgend ein Bild, auf dem ein Webbasierter (HTML) Prototyp dargestellt ist.

Abbildung 21: HTML-Prototyp [www.dasoertliche-marketing.de]

Zwei Simulatoren der Betriebssysteme Palm OS und Windows Mobile sind untenstehend abgebildet:

Abbildung 22: Pocket PC Simulator [www.microsoft.com]

Abbildung 23: Palm OS Simulator [www.palm.com]

3.5.6.2 Papierprototyp

Die einfachste und zudem kostengünstigste Möglichkeit früher Tests, sind Papierprototypen. Die Interaktion mit dem System, Anordnung von Navigationselementen und Menüs, kann so direkt getestet und leicht abgeändert werden.

Nach Kempken [Vogt/Heinsen03, S.262] sind die Stärken von Papierprototypen folgende:

- Schnelle, kostengünstige Herstellung.
- Eignen sich gut, um gewisse Aspekte mobiler Informationsarchitektur inklusive Wording zu testen.
- Hervorragend geeignet um parallele Konzepte in frühen Stadien zu testen, sowie für häufiges iteratives Testen.
- Änderungen können sehr schnell durchgeführt werden.

- Sind zuverlässig und stürzen nicht ab.
- Sie generieren nicht die Erwartung realistischen Verhaltens.
- Viele Aspekte können getestet werden, die später dann nicht mehr, an einem viel aufwändiger herzustellenden funktionalen Prototypen, geprüft werden müssen.

Nachfolgende Abbildungen zeigen verschiedene Papierprototypen:

Abbildung 24: Faltbarer Papierprototyp [www.handheldusability.info]

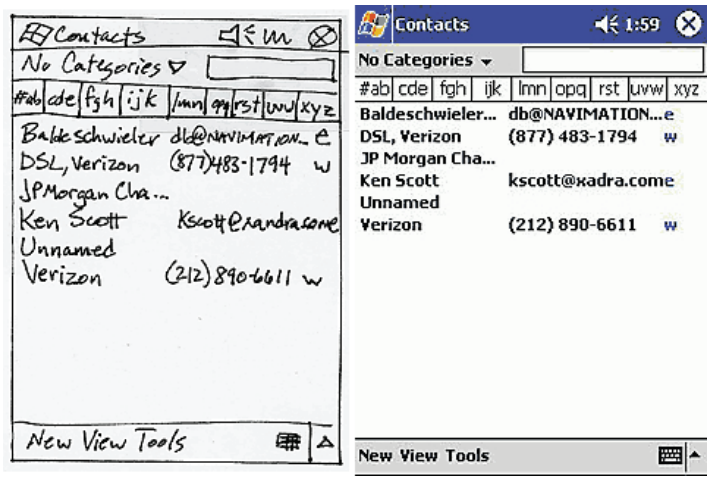

Abbildung 25: Prototyp & Umsetzung [www.handheldusability.info]

3.5.6.3 Funktionaler Prototyp

Am realistischsten kann man mit funktionalen Prototypen arbeiten, da sie direkt auf mobilen Geräten getestet werden können, allerdings oftmals beschränkt und auf simulierten Netzwerken. In der Herstellung sind sie sehr aufwändig und Änderungen können nicht, wie bei oben erwähnten Prototypen, einfach und schnell durchgeführt werden. Als Vorteile gelten laut Kempken [Vogt/Heinsen03, S.263]:

- Unter nahezu realen Bedingungen, können spezifische Eigenschaften der Endgeräte getestet werden.
- Die reale Interaktion, sowie das Design, die Zuverlässigkeit und teilweise auch die Ladezeiten, können getestet werden.

3.6 Fazit

Nach Kempken [Vogt/Heinsen03, S.265], wirken mobile Anwendungen wie ein Vergrößerungsglas auf Usability Probleme. Beispielsweise kann, was auf einer Webseite nur ärgerlich erscheint, auf mobilen Endgeräten zum massiven Problem werden. Schwierigkeiten, welche in anderem Umfeld umgangen werden können, zeigen sich oftmals, als nicht zu überbrückende Barrieren. Gerade deshalb lassen sich im mobilen Kontext, oft beeindruckend viele Optimierungsmöglichkeiten, mit einfachen Tests aufdecken.

4 M-Learning Anwendungen

Die nächsten Abschnitte geben einen Überblick, über einige bereits vorhandene Mobile-Learning Anwendungen, die in unterschiedlichen Gebieten eingesetzt werden. Neben Anwendungen in der Lehre und Freizeit, sollen vor allem einige vorgestellt werden, die in der Industrie zum Einsatz kommen.

4.1 Anwendungen aus der Lehre

Seit geraumer Zeit wird an Hochschulen zum Thema Mobile-Learning geforscht und es gibt einige Projekte, die den Einsatz mobiler Technologien zur Erweiterung resp. Unterstützender Lehrangebote prüfen sollen. Zwei davon sollen in diesem Abschnitt vorgestellt werden.

Ein drittes Beispiel, entstand im Zuge einer Diplomarbeit und ist mittlerweile als kostenloser Dienst, für Privatpersonen verfügbar.

4.1.1 Virtuelle Universität Regensburg

Die Virtuelle Universität Regensburg (VUR) entstand 1999, im Rahmen einer Dissertation, am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik III und war eine der ersten Lernplattformen im deutschsprachigen Raum. Seit Dezember 2004, gibt es die VUR in der Version 3 und wird zudem auch von der Universität Passau eingesetzt.

Als E-Learning Plattform, ist die VUR prinzipiell für Desktop Rechner und Notebooks konzipiert. Dem Trend zum M-Learning, wurde aber schon in der zweiten Version Rechnung getragen, indem mobile Dienste schrittweise in das Portal integriert wurden. Diese können über ein WAP-fähiges, mobiles Endgerät angesprochen werden.

Zielsetzung der VUR, ist nicht die ausschließliche virtuelle Lehre, sondern eine Ergänzung und Vertiefung der bestehenden Vorlesungen. Der Inhalt kann von Dozenten der jeweiligen Hochschule, über eine Weboberfläche bereitgestellt werden.

Für Studenten bietet das Portal, neben der Möglichkeit jede Art von Lehrmaterial zu beziehen, alle Formen der elektronischen Kommunikation mit Komolitonen und Dozenten. Dies wird durch Newsgruppen, Email-Funktion und ein Chat-System für eine Virtuelle Sprechstunde realisiert.

Nachfolgend zwei Abbildungen der webbasierten VUR:

Abbildung 26: Privater Bereich der VUR [Leh06]

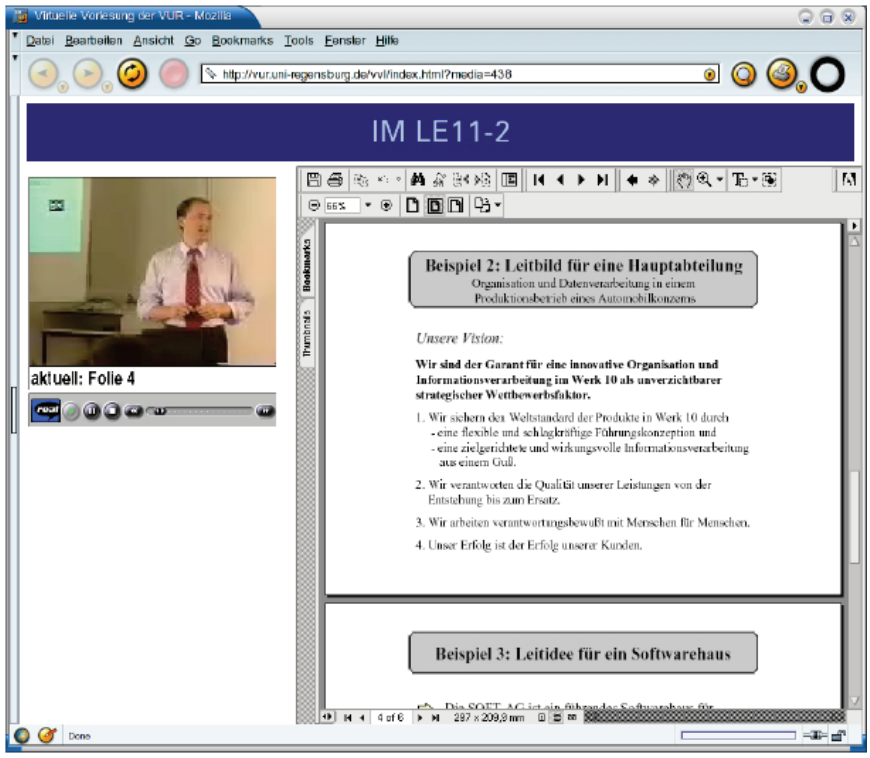

Abbildung 27: Lerneinheit der VUR [Leh06]

Um an Detailinformationen bzw. Bildmaterial zu gelangen, wurde der verantwortliche Professor kontaktiert, welcher mitteilte, dass das mobile Projekt aus personellen Gründen eingestellt wurde. Zum Folgeprojekt namens WELCOME, gibt es eine Studie, die freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurde.

Nachfolgend werden einige Inhalte und Kenntnisse dieser Studie, zur Rolle mobiler Endgeräte im E-Learning, vorgestellt.

4.1.2 WELCOME Uni Passau

Das Projekt „Wireless E-Learning and Communication Environment“, basiert auf dem Framework der Virtuellen Universität Regensburg (VUR), das wie oben erwähnt, schon einige Module für mobile Endgeräte anbot.

WELCOME baut, im Gegensatz zu vielen ähnlichen Lösungen [vgl. Leh06, S.8], auf erprobte Prozesse und Lösungen des E-Learning. Das mobile und drahtlose System, sollte Lehrer und Studenten, auf innovativem Wege unterstützen. Die internetbasierte Lernplattform VUR, findet mittlerweile große Akzeptanz und wird rege genutzt und stellt die Softwarearchitektur für alle Kabellosen Lern- und Administrationsprozesse zur Verfügung.

Tabelle 3 zeigt eine Übersicht der angebotenen Dienste, bezogen auf die Endgeräte:

Medium	**PDA PocketPC**	**PDA PalmOS4**	**Smart Nokia C.**	**Handy**
PDF	X	X		
Videostream	X		X	
Audiostream	X		X	X
Video (download)	X	X	X	
Audio (download)	X		X	
Flash	X			

Tabelle 3: Multimedia Angebote WELCOME nach Lehner

WELCOME unterscheidet zwischen Inhalten die Lehre betreffend und Daten, die dem mobilen Kontext entsprechend, angeboten werden. Dabei sind die Daten auch physisch, auf verschiedenen Servern abgelegt und werden je nach Endgerät angeboten. Abbildung 28 soll dies veranschaulichen:

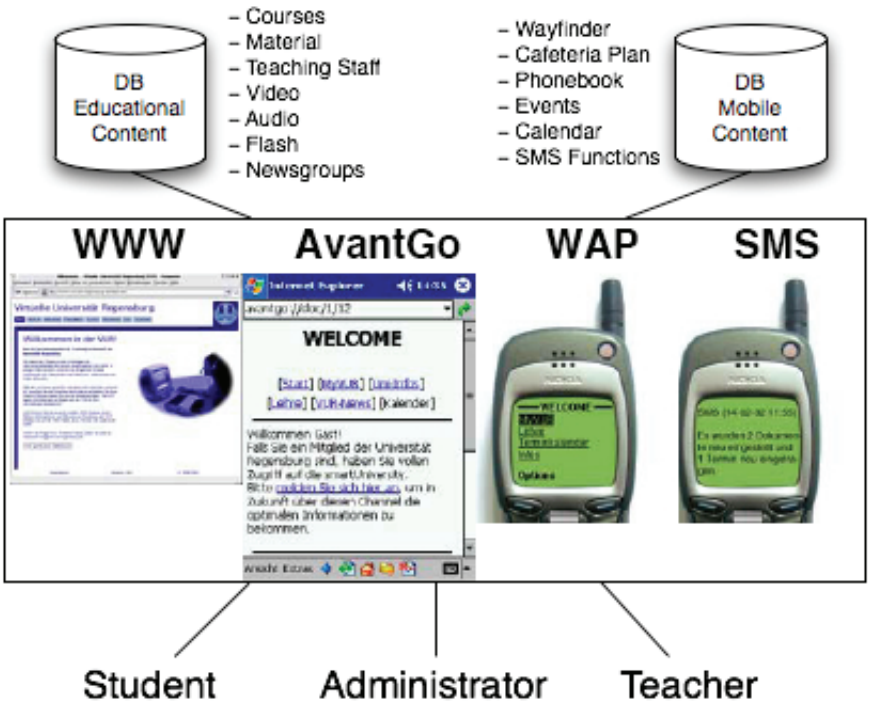

Abbildung 28: WELCOME Systemstruktur nach Lehner

4.1.3 Mobile Ansätze Weltweit

In diesem Abschnitt sollen, in Kürze, einige Versuche mobiles Lernen in die Lehre zu integrieren, vorgestellt werden. Nach Lehner [Leh06, Kapitel 3], sind diese allesamt in einem frühen Stadium der Entwicklung.

- **Schools of Thought**

Studenten dreier zusammengefasster Schulbezirke in Orland Park, Illinois, nehmen an einem der größten Versuche der USA, Handhelds in den Unterricht zu integrieren, teil. Ca. 1,700 Studenten und 65 Lehrer sind hierbei eingebunden. Die technische Planung, begann bereits 1995. Statt einen Laptop mitzubringen oder einen Computerpool aufsuchen zu müssen, sollten die Studenten Handhelds benutzen.

- **Ballard High School**

Die Ballard High School in Seattle (USA), führt einen Versuch mit Handhelds durch. Studenten eine Kunstklasse, nutzen mobile Endgeräte um PIM-Daten zu verwalten und Studienmaterial zu beziehen. Sie sollen außerdem Vorschläge zu neuen mobilen Anwendungen einbringen, die sie beim Lernen unterstützen könnten. Als Geräte kommen Handspring Visor Deluxe zum Einsatz, welche von der Firma Handspring zur Verfügung gestellt wurden.

- **Ultralab**

Die Anglia Polytechnic Universität in Großbritannien, untersucht den Einsatz von WAP fähigen Telefonen, an Schulen. Ultralab führt viele Untersuchungen, zum Einsatz neuer Technologien in der Lehre durch, wobei einige davon mobiles Lernen fokussieren.

M−learning ist ein Projekt, das von der Information Society (IST) finanziert wird. Der Schwerpunkt liegt auf sozialen und pädagogischen Problemen, wie z.B. geringe Lese- und Rechenkenntnisse, keine Teilnahme an konventionellem Unterricht, die viele junge Erwachsene in Europa betreffen und deren Chancen im Berufsleben mindern.

Es sollen hier Produkte entwickelt werden, die Lerninhalte, resp. Module mittels günstiger Portaltechnologien einsetzen.

- **MobiSkoolz**

MobiSkoolz wurde 2001, an einer weiterführenden Schule in Singapur, eingeführt. Anfangs mit einer Testgruppe von 40 Studenten und 10 Lehrern. MobiSkoolz soll mobiles Lernen unterstützen und nutzt eine bereits existierende Internetplattform, die nun durch mobile Angebote erweitert wurde.

Angeboten werden z.B. die Möglichkeiten, Hausaufgaben online zu erledigen, oder Testergebnisse einzusehen. Lehrer können Hausaufgaben zu kranken Schülern senden und Schüler können Hausaufgaben generell, via Email an Lehrer schicken.

- **Hochschule der Künste Berlin (HdK)**

Das Projekt Campus−Mobil, ist für die Studenten und Mitarbeiter der Technischen Universtität (TU), der Technischen Fachhochschule (TFH) und der Hochschule der Künste in Berlin gedacht. Bereitgestellt von der Firma Condat AG, sollen mobile Kommunikationsdienste untersucht und getestet werden.

Siemens unterstützt das Projekt mit kostenlosen Mobiltelefonen und T-Mobile stellt für die Dauer des Projekts, spezielle Tarife zur Verfügung. Die Teilnehmer können telefonieren, SMS senden und einen WAP Dienst nutzen. Die drei Hochschulen und weitere Projektpartner, passen Informationen und Inhalte, an die Profile der Studenten an. Die Inhalte, welche von verschiedenen Datenquellen stammen und in unterschiedlichen Formaten vorliegen, werden vom Portalserver der Firma Condat, für die Bildschirme der Telefone aufbereitet.

- **M−Poort, Universität Twente**

Die Universität Twente in Holland, betreibt ein Pilotprojekt namens “M−Poort”. Im Rahmen des Projekts, hat jeder der 10.000 Studenten ein WAP-fähiges Mobiltelefon, des niederländischen Providers KPN erhalten.

Die Universität bietet ein webbasiertes E-Learning Programm an, das Studenten erlaubt Kurse auszuwählen und mit anderen Studenten und Professoren, online zu kommunizieren. Mit M-Poort werden alle Dienste, auch für WAP-Telefone angeboten.

4.2 Anwendungen aus der Industrie

Ein Schwerpunkt des M-Learning, ist mit zunehmender Verbreitung, die Integration in den Berufsalltag. Sei es zur Verteilung von kontext- resp. situationsbezogenem Wissen, oder zur Schulung, Weiterbildung und Einweisung von Mitarbeitern, wobei sich der Kontext und die Konzepte vom schulischen und universitären Lernen unterscheiden. In der Lehre, liegt der Fokus meist auf dem Abbilden klassischer Lernkonzepte, resp. darauf, Lerninhalte Verfügbar zu machen.

In der Geschäftswelt ist das Bestreben festzustellen, Mitarbeiter gezielt, in bestimmten arbeitsbezogenen Situationen, zu unterstützen oder zu informieren. Ein oft genanntes Stichwort hierbei ist: *Learning on Demand*.

Nachfolgend sollen verschiedene Projekte vorgestellt werden, welche dies verdeutlichen sollen. Zur Vertiefung seien an dieser Stelle, die (online verfügbaren) Vorträge zweier Konferenzen zum Thema (Mobile) Learning genannt: Learntec [W1] und Online-Educa [W2].

4.2.1 Smart Mobile-Learning - SML

Die seemedia GmbH bietet eine mobile Lernlösung, für den Außendienst einer Firma der Pharmaindustrie. Für die Markteinführung eines neuen Medikaments, wurde eine E-Learning Anwendung mit Übungslektionen, interaktivem Beratungstraining und Online-Abschlusstest entwickelt. Da das Training gerade für Mitarbeiter im Außendienst gedacht ist, wurde die Anwendung in komprimierter Form, auch für PDAs weiterentwickelt. Das Konzept von SML ist für Menschen gedacht, die beruflich viel unterwegs sind und anfallende Wege oder Wartezeiten, zum lernen nutzen möchten.

Die Lerninhalte können von der Lernplattform des Desktop Computers, oder Notebooks, auf den PDA transferiert und verwaltet werden. Der Fokus liegt, aufgrund der Datenmengen, auf dem offline Gebrauch. Jedoch ist es bei Bedarf möglich, auf das Learning Management-System via WLAN, GPRS oder UMTS zuzugreifen.

Die Struktur der vorhandenen Kurse und deren einzelnen Lernobjekten, werden analog zum Windows-Explorer-Baum dargestellt, den man vom PC gewohnt ist. Neben einer Kurzbeschreibung der einzelnen Lerneinheiten, können abgebrochene, oder pausierte weiterbearbeitet werden.

Laut seemedia sind drei Lernformen möglich:

1. Bestehende Lernprogramme lassen sich so konvertieren, dass sie wahlweise auf dem Arbeitsrechner, oder auf dem PDA durchgearbeitet werden können.

2. Adhoc-Lernen über Kurzfassungen und Nachschlagewerke. Schulungsinhalte können knapp zusammengefasst, didaktisch umgestaltet und multimedial aufbereitet werden. So soll Lernen, bei Wartezeiten und zur Vorbereitung von Gesprächen, möglich gemacht werden.

3. Wissenstransfer durch Übungen und Tests. Der zeitliche und räumliche Abstand zur Lernsituation, soll das Speichern des Wissens unterstützen. Angeboten werden interaktive Übungen, wie z.B. ein Gesprächstrainer für Feedback- oder Kundengespräche, sowie Übungs- und Testfragen in Form von Single- /Multiple Choice, Drag & Drop und Lückentext.

SML wird für verschiedene Betriebssysteme angeboten. Darunter sind Pocket Windows 2002, Windows Mobile 2003, und PalmOS mit Flash-Plugin

Die Mindestvoraussetzung der Hardware sind:

Ein PDA oder Smartphone mit mind. 300 MHz, SD-Karte, sowie eine empfohlene Bildschirmauflösung von 240 x320 Pixeln und 65.000 Farben. Der Arbeitsspeicher sollte mind. 32 MB groß sein.

Nachfolgend einige Screenshots der SML-Oberfläche:

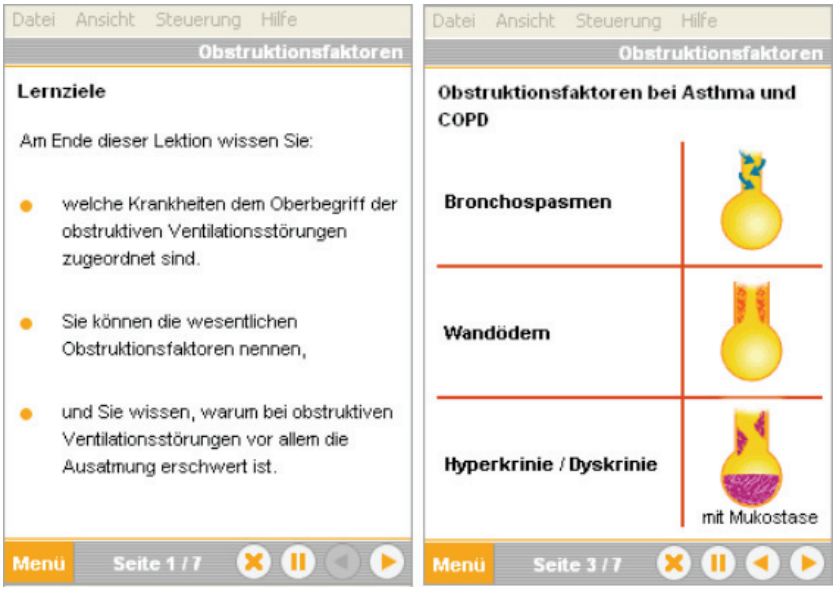

Abbildung 29: SML Lerneinheit [www.smartmedia.de]

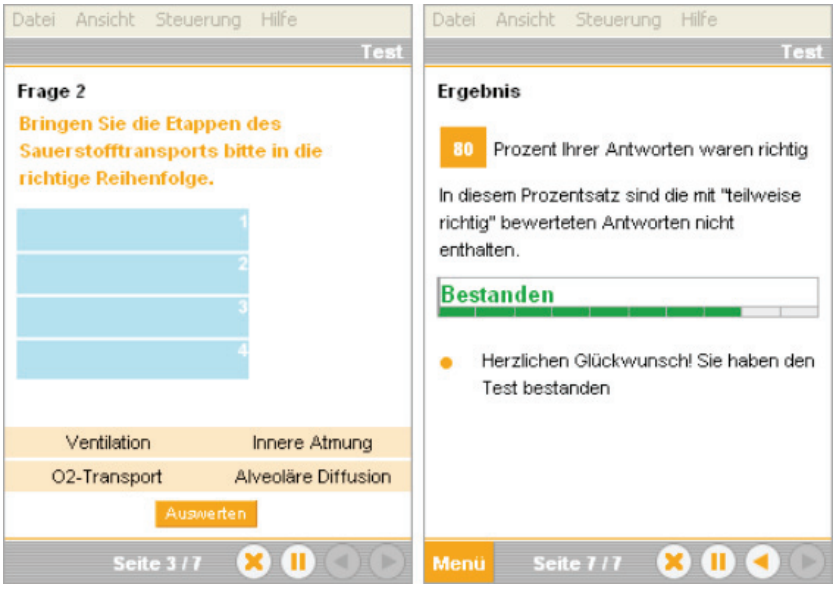

Abbildung 30: SML Wissenstest [www.smartmedia.de]

4.2.2 AIS Mobile - Paulaner Brauerei

Die Paulaner Brauerei GmbH & Co. KG, mit Sitz in München, hat zum Management der Kundendaten, die Web-Anwendung AIS-Intranet für den Getränkehandel eingeführt. Um wichtige Besuchs-, Kunden- und Artikeldaten für Außendienstmitarbeiter auch beim Kunden verfügbar zu machen, wurde eine mobile Lösung der Intranetplattform entwickelt.

Die Anwendung ermöglicht einem Außendienstmitarbeiter, sowohl den Zugriff auf Kundenstammdaten, als auch die Erfassung von Besuchsergebnissen, Planung künftiger Kundenbesuche, und die Aufnahme von Bestellungen, ortsungebunden durchzuführen. AIS Mobile ist als Offline-System konzipiert und wird über einen Synchronisationsmechanismus, an die bestehende IT Umgebung angekoppelt.

Die Anwendung wird auf ca. 70 PDAs eingesetzt und ist als mobiler Offline-Client, in das Paulaner Außendienst-Informations-System (AIS) integriert. Nach dem Ende einer Kundenbesuchstour, verbinden die Außendienstmitarbeiter den PDA physisch mit dem Computer an Heimarbeitsplatz. Über eine spezielle Kommunikationssoftware, werden die Anwendungsdaten mit dem Datenbankserver synchronisiert.

4.2.3 Knowledge Pulse

Auf dem Weltgipfel zur Informationsgesellschaft der Vereinten Nationen in Tunis (November 2005), wurde mit Knowledge Pulse eine Technologie vorgestellt, die mobiles Lernen über Mobiltelefone ermöglichen soll. Knowledge Pulse ist eine Entwicklung der Research Studios Austria.

Nach Angaben der Hersteller, plant ein führender polnischer Mobilfunkanbieter, diesen Service anzubieten. Die ca. 10 Millionen polnischen Besitzer eines Mobiltelefons, haben dann die Möglichkeit, über ihr Gerät Englisch oder Deutsch zu lernen.

Im Gegensatz zum herkömmlichem E-Learning, ist der Lernprozess in den Alltag integriert. Die Abonnenten empfangen, über den Tag verteilt, mehrere kleine Lernimpulse. Die Lernschritte sollen so automatisch zwischendurch, ohne extra Zeitaufwand und ortsunabhängig bearbeitet werden, wenn gerade Zeit dazu ist. Beispielsweise nach einem Telefonat, wenn die Arbeit gerade unterbrochen wurde, oder einfach während anfallenden Wartezeiten.

Ein so genannter Wissensschrittmacher, schickt Mikroimpulse an das Mobilgerät und schlägt kurze Lernaktivitäten vor, die vom Benutzer auf den persönlichen Lernrhythmus eingestellt werden können. Weiter achtet die Anwendung darauf, dass das Notwendige gelernt und gegebenenfalls wiederholt wird, bis das gewünschte Lernziel erreicht ist. Zur Überprüfung des Lernfortschritts, dient ein abschließender Test, bzw. die laufende Dokumentation der beantworteten Fragen, in Form von Multiple-Choice Fragen mit Bildern oder reinem Text.

Die Technologie wird in Polen, wie erwähnt, für das Lernen von Sprachen eingesetzt, wobei Inhalte für den alltäglichen und den geschäftlichen Sprachgebrauch angeboten werden. In Österreich wird Knowledge Pulse außerdem, im Corporate Training und im Zertifizierungslernen eingesetzt, wo laut der Research Studios Austria, höhere Abschlussquoten als mit herkömmlichen Präsenztrainings erzielt wurden.

4.2.4 eXact iTutor

eXact iTutor ist das Ergebnis mehrerer Forschungsprojekte zum Thema Mobile-Learning, welche die italienische Firma Giunti Labs, mit Unterstützung der EU, durchgeführt hat. Die Anwendung erweitert eine bestehende Autorensoftware und das LCMS (Learning Content Management System) „learn eXact“, um Aspekte mobilen Lernens, unter Verwendung von Mobilfunk- und WLAN Technologien.

Kern der Anwendung, sind situationsbezogene Dienste und situationsbezogenes Lernen, durch mobile Endgeräte. Die Lerninhalte und Wissensbausteine, können automatisch nach Kriterien wie z.B. dem Standort des Nutzer, kategorisiert werden. Die spezialisierten mobilen Endgeräte, werden durch Spracherkennung oder Pupillenbewegungen gesteuert und geben dem Anwender Bewegungsfreiheit, die mit PDAs oder anderen mobilen Endgeräten, nicht möglich wäre. Die Recheneinheit wird am Gürtel getragen und ist mit einem Mikrofon, sowie einer Monitorbrille verbunden, wie in folgenden Abbildungen zu sehen ist.

Abbildung 31: iTutor Endgerät [www.learnexact.com]

Abbildung 32: iTutor Headset [www.learnexact.com]

iTutor wird derzeit in Testumgebungen von industriellen, sicherheitsrelevanten oder medizinischen Trainings erprobt.

4.3 Modetrend oder Bestandteil lebenslangen Lernens?

Dieser Abschnitt stellt einige Ergebnisse, einer Studie der Fernuniversität Hagen zum Thema Mobile-Learning, dar. Nach Kuszpa [Kuszpa05, S.1], war der Anlass der Untersuchung, die verstärkten Aktivitäten – speziell von privaten Unternehmen – im Bereich des mobilen Lernens. Die technologische Entwicklung, sowie eine zunehmende Verbreitung mobiler Dienste und Endgeräte, führe zu nachhaltigen Veränderungen im Bildungssektor, weshalb Bildungsanbieter vor einer großen Herausforderung stehen.

4.3.1 Hintergrund der Befragten

Die Befragten Personen, kommen ausschließlich aus dem Bildungssektor des deutschsprachigen Raums und sind vorwiegend Mitarbeiter, die an der Konzeption und Produktion von Computergestützten Lernangeboten, beteiligt sind. Angestrebt war somit eine Befragung von Experten, mit Erfahrung im Bereich multimedialen Lernens.

4.3.2 Entwicklungstrends

Laut Kuszpa [Kuszpa05, S.7] wirft sich nach jüngsten Marktentwicklungen die Frage auf, ob Mobile-Learning lediglich ein Trend ist, der von Experten diskutiert wird und der bald vorüber geht, oder sich in der breiten Masse, als Bestandteil lebenslangen Lernens etablieren kann.

Die Befragten, schätzen das Thema Mobile-Learning zu 68,5 %, als sehr wichtig für die kommenden Jahre ein. Dies zeigt laut [Kuszpa05, S.7], zumindest ein grundsätzliches Interesse, für das Lernen auf mobilen Endgeräten und kann als Grundlage für die weitere Forschungen und Entwicklung, auf diesem Gebiet gesehen werden.

Der Einzug von Mobile-Learning, wird nach Meinung der Befragten eher im beruflichen denn im privaten Umfeld stattfinden. 41,1 % der Befragten schätzen, dass mobile Endgeräte innerhalb der nächsten drei Jahre, zur Unterstützung des Lernens im Beruf, zum Einsatz kommen. Abbildung 33 gibt eine Übersicht der statistischen Auswertung:

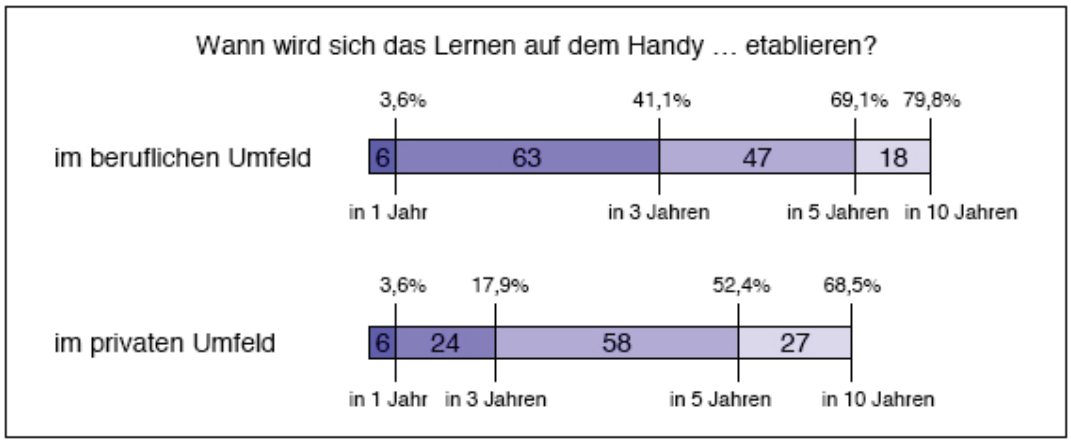

Abbildung 33: Einzug mobilen Lernens nach Kuszpa

Fast 80 % der Befragten vermuten, dass Mobile-Learning auf längerfristige Sicht, als fester Bestandteil im Berufsalltag, Einzug halten wird.

4.3.3 Anwendungsgebiete

Für die Bildungsanbieter stellt sich jedoch, obgleich der vielfältigen technologischen Möglichkeiten, die Frage, wie Mobile-Learning Angebote gestaltet werden sollen. Dabei sind vor allem, die Anforderungen und Wünsche der Lernenden zu beachten.

Über die Hälfte der Befragten gehen davon aus, dass mobile Lernangebote in erster Linie, in der Weiterbildung zweckmäßig eingesetzt werden könnten, wie in Abbildung 34 zu sehen ist:

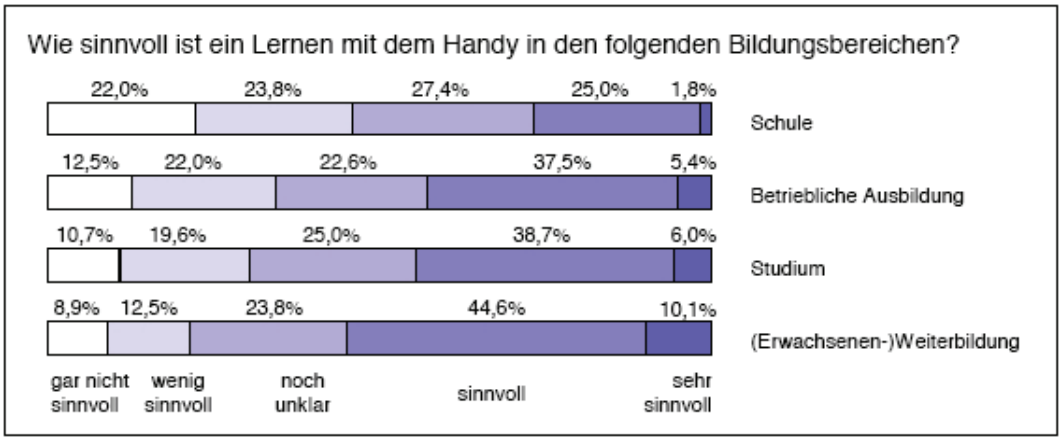

Abbildung 34: Bildungsbereiche mobilen Lernens nach Kuszpa

Die nächste Abbildung zeigt, dass 77,4 % der Befragten ergänzendes Lernen auf mobilen Endgeräten, besonders auf Reisen in Betracht ziehen würden.

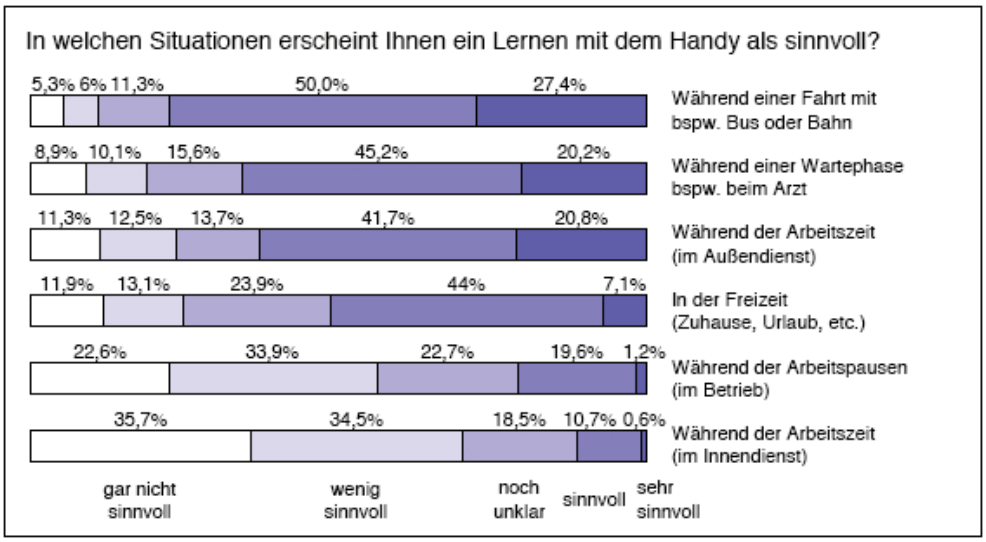

Abbildung 35: Lernsituationen von Mobile-Learning nach Kuszpa

Lernende könnten z.B. als Beifahrer im Auto, in Bus und Zug nach ihrem individuellen Zeitbudget lernen, sowie ungeplante Leerzeiten spontan nutzen. Nach der Meinung von 65,4 % der Befragten, eignen sich auch Wartezeiten beim Arzt oder Ämtern, für spontanes Lernen von kleinen Einheiten. Favorisiert wird nach Meinung von 62,5 % der Befragten, der Einsatz von Mobile-Learning in der regulären Arbeitszeit im Außendienst, während Pausen und/oder beim spezifischen Bedarf in Arbeitsbezogenen Situationen. Letzteres ist vor allem in Hinblick auf diese Arbeit interessant.

Die Meinung der Befragten, hinsichtlich der Lernformen und Inhalte die vorstellbar resp. zu favorisieren sind, stellen folgende Abbildungen dar:

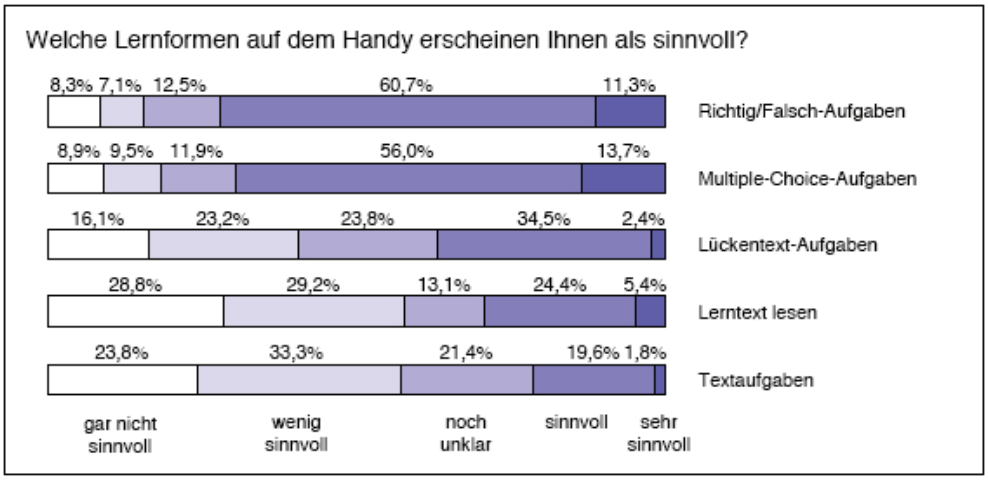

Abbildung 36: Lernformen von Mobile-Learning nach Kuszpa

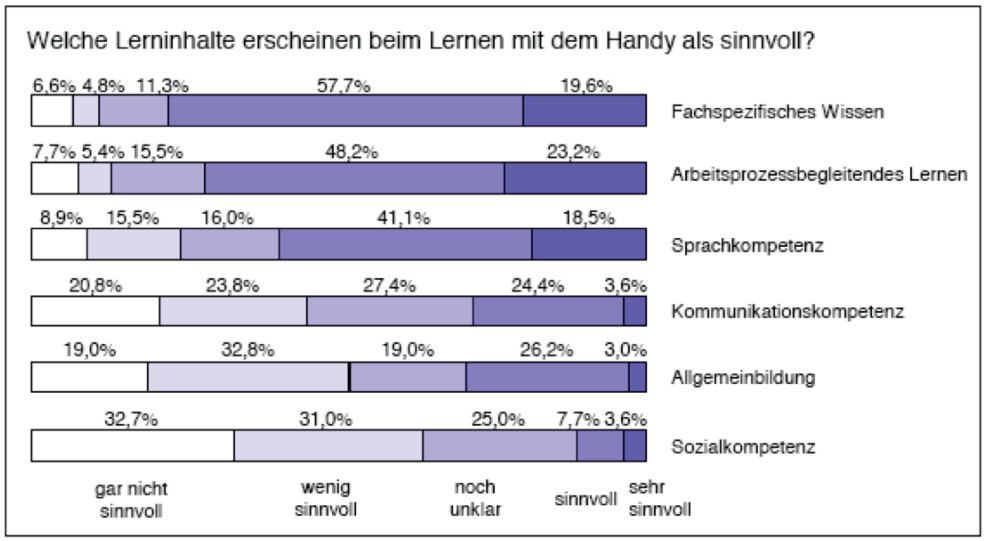

Abbildung 37: Lerninhalte von Mobile-Learning nach Kuszpa

Abbildung 37 verdeutlicht nochmals die Tendenz, zu Fach- und Arbeitsspezifischem Lernen, resp. bestätigt die allgemeine Entwicklung zu arbeitsbegleitendem, Situations- und Fachbezogenem Wissenserwerb.

Nach Kuszpa [Kuszpa05, S.12] wiesen einige Teilnehmer darauf hin, dass Lerninhalte, die komplexe Wissens- Anwendungsverknüpfungen erfordern, sowie das Vermitteln von Methodenwissen, sich durch ihrer Komplexität, nicht für kleine Engeräte eignen. Dagegen könne Mobile-Learning bei Dingen, die unbedingt auswendig gelernt werden müssen, von Nutzen sein.

In alltäglichen Situationen, beispielsweise als Reise- oder Museumsführer, könne der Lernende, das mobile Endgerät nicht nur zum Nachschlagen, sondern evtl. in Verbindung mit Lernangeboten zu ausgewählten Plätzen und Gebäuden, auf einer Wanderung, tatsächlich zum Lernen nutzt.

4.3.4 Vor- und Nachteile

90,5 % der Teilnehmer gaben an, dass zeit- und ortsunabhängiges Lernen, der größte Vorteil von Mobile-Learning ist. Weiter kann ein Lerner sein Lerntempo, mit mobilen Endgeräten, individuell steuern. Auch Die Tatsache, dass man mit einem meist vertrauten Medium lernt, wird von 49,4 % als positiv bewertet.

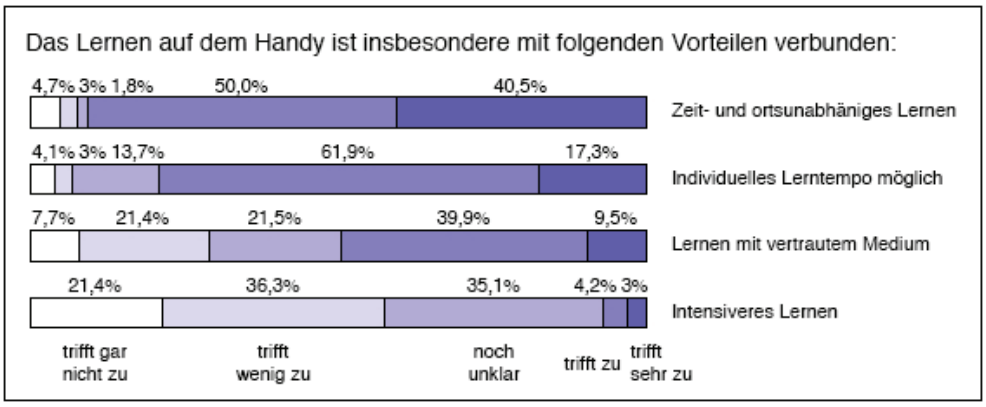

Abbildung 38: Vorteile von Mobile-Learning nach Kuszpa

Besonders hervorgehoben wurde von den Experten, die Flexibilität durch die mobilen Endgeräte. Da das Medium ist in der Regel immer verfügbar ist, können aktuelle Informationen und Lerninhalte, jederzeit abgerufen werden. Dies unterstütze insbesondere repetitives (wiederholendes) Lernen, wie es beispielsweise beim Lernen von Sprachen sinnvoll ist.

Den größten Nutzen für den Lernenden, bringt nach Einschätzung der Befragten, das umgebungssensitive Lernen, als Ergänzung anderen Lernformen. Aber auch die Vielseitigkeit der mobilen Endgeräte, wird als nützlich angesehen, da Lernen, sowie Kommunizieren, mit dem gleichem Gerät möglich ist und verschiedene Techniken, wie z.B. Bild und Ton, kombiniert werden können. Zusätzlich hoben die Befragten hervor, dass Mobile-Learning eine hohe Akzeptanz bei jungen Zielgruppen habe und sich mit entsprechenden Lernangeboten, wirtschaftliches Potenzial in diesen Altersgruppen eröffnen könne.

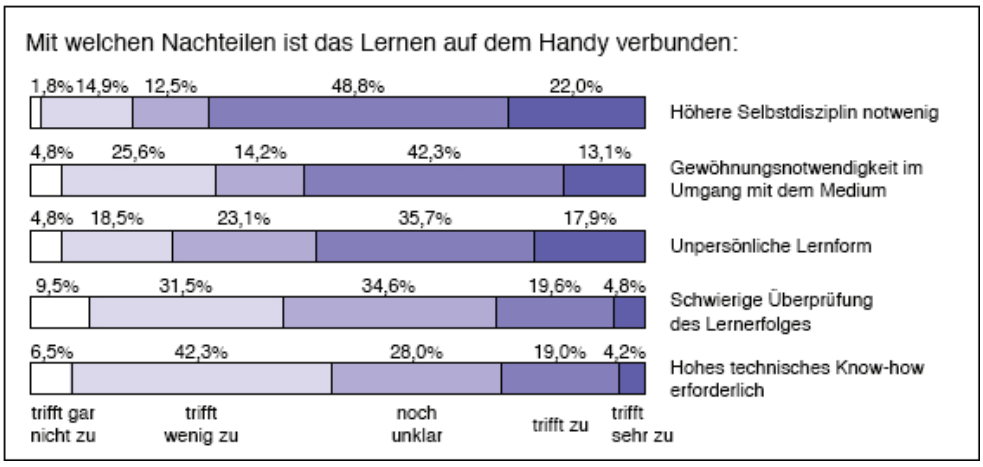

Abbildung 39: Nachteile von Mobile-Learning nach Kuszpa

Wie aus Abbildung 39 ersichtlich ist, wird als größter Nachteil mobilen Lernens, die notwendige Selbstdisziplin gesehen. Weiter sieht ca. die Hälfte der Befragten, die Not-

wendigkeit sich mit dem Medium vertraut zu machen, als Voraussetzung um mobile Lernangebote nutzen zu können.

Neben der hohen Selbstlernkompetenz, wurden laut Kuszpa [Kuszpa05, S.14] mehrfach die kleinen Displays bemängelt, die zu wenig Platz für die Darstellung der Inhalte ermöglichen. Die Größe der Bildschirme, biete nur geringen Komfort und schlechte Übersicht. Weiter wurden die Eingabemöglichkeiten und Kosten, von den Teilnehmern als nachteilig empfunden.

4.3.5 Fazit

Wie die Studie anschaulich darstellt, sehen die Befragten Experten der Bildungsindustrie, eine große Chance im Mobile-Learning. Sicherlich geht es hierbei auch um finanzielle Aspekte, wie das Erschließen neuer Märkte, trotzdem werden viele Punkte, die bereits in vorangehenden Kapiteln angesprochen wurden, durch die statistische Auswertung unterstrichen.

5 M-Learning für die Mobile Montage

Kommende Abschnitte behandeln die Analyse und den prototypischen Entwurf, einer Mobile-Learning Anwendung. Im Mittelpunkt, steht der zu unterstützende Geschäftsprozess, sowie die Diskussion verschiedener Techniken und Möglichkeiten, zur Darstellung der Inhalte auf mobilen Endgeräten.

Zu Begin dieser Arbeit, standen verschiedene Möglichkeiten im Raum, das theoretische Wissen, auf einen realen Prozess der Geschäftswelt, anzuwenden. Im Zuge der Akquise, zeigte die Firma SchwörerHaus KG, Interesse an einer Mobile-Learning Lösung, zur Erweiterung einer bereits eingesetzten, mobilen Anwendung; der Mobilen Montage.

5.1 Mobile Montage der Firma SchwörerHaus KG

Die SchwörerHaus KG, mit Hauptsitz im süddeutschen Hohenstein-Oberstetten, baut schlüsselfertige Häuser in ganz Deutschland und weiteren europäischen Ländern. Als Kunde von PI-Data, setzten sie bereits zwei mobile Lösungen, zur Unterstützung ihrer Mitarbeiter ein; die Mobile Montage und den Mobilen Service welche, nachfolgend vorgestellt werden:

- **Mobile Montage**
  Die Anwendung unterstützt den Leiter eines Bautrupps, – den so genannten Truppführer – bei der Verwaltung und Bestellung des Baumaterials. So können z.B. benötigte Materialien direkt vor Ort angefordert werden.
- **Mobiler Service**
  Der Mobile Service unterstützt die Servicetechniker der Firma SchwörerHaus, bei ihren Einsätzen und bietet Ihnen unter anderem die Möglichkeit, die Unterschrift des Kunden, elektronisch zu erfassen und sogleich eine Rechnung, resp. Auftragsbestätigung auf einem mobilen Drucker anzufertigen.

Die Serviceanwendung schien anfangs geeigneter, um einen Lernkontext einzubinden, da in diesem Umfeld ein sehr breites Spektrum an Wissen zu beherrschen ist und verschiedenste Defekte und Beschädigungen, gleichermaßen zu beheben sind. Nach Gesprächen mit SchwörerHaus – deren Rückfrage bei Servicetechnikern und Bauleitern – wurde jedoch deutlich, dass der Bedarf kontext- bzw. situationsbezogener Wissensaneigung, eher im Bereich der Montage liegt.

Folgender Abschnitt beschreibt, wie die Mobile Montage (MMontage) eingesetzt wird und zeigt bestehende Dialoge, sowie Synchronisationsprozesse.

5.1.1 Mobile Montage im Einsatz

SchwörerHaus betreibt momentan ca. 800 Bauprojekte pro Jahr, verteilt über Deutschland und angrenzende europäische Länder. Die Arbeiter sind, meist nach Handwerk, in Bautrupps eingeteilt, welche zum Zeitpunkt des Bedarfs, – wenn die Elektrik gelegt wird, kommt eine Gruppe Elektriker etc. – für mehrere Tage oder Wochen, eine Baustelle bearbeiten.

Zu einem Bauprojekt können bis zu 1500 individuelle Artikel, vom Kunden ausgewählt werden. Diese reichen vom Rohbau, bis zur eingebauten Multimediaanlage. Der Lagerbestand in der Zentrale, umfasst ca. 6000 Stammartikel wie Schrauben, Arbeitsmaterialien, oder Ersatzteile für Maschinen und Fahrzeuge.

Jeder Bautrupp hat einen Vorarbeiter, den so genannten Truppführer. Dieser ist mit einem mobilfunkfähigen PDA ausgestattet, auf dem die MMontage installiert ist. SchwörerHaus hat sich hier für den MDA von T-Mobile entschieden; ein PocketPC mit eingebautem Mobiltelefon. Nach anfangs genannter Definition ein Wireless Handheld.

Wenn mit der Zeit die Verbrauchsmaterialien knapp werden, ist der Truppführer dafür verantwortlich Nachschub zu bestellen, um Leerzeiten aus Materialmangel zu vermeiden; dies geschah bis zur Einführung der MMontage telefonisch. Im Laufe der Tage, tragen alle Arbeiter das zu bestellende Material zusammen, so dass der Truppführer eine gesammelte Bestellung tätigen kann.

Abbildung 40 zeigt, die zu bestellenden Materialien eines konkreten Bauvorhabens, welche auf einem Türdurchgang festgehalten wurden:

Abbildung 40: Materialnotizen auf Türdurchgang

Der Truppführer nimmt, zu gegebener Zeit, sein MDA zur Hand und startet die MMontage, oder schaltet das Gerät einfach ein, da die Anwendung – nach Aussage eines Nutzers – meist geöffnet bleibt. Wie in Abbildung 41 gezeigt, werden dem Benutzer, bereits vorhandene Bestellungen zum aktuellen Auftrag angezeigt. Je nach Status, können einer Bestellung noch Materialien hinzugefügt werden, oder eine neue Bestellung, welche verschiedene Materialien enthalten kann, wird angelegt.

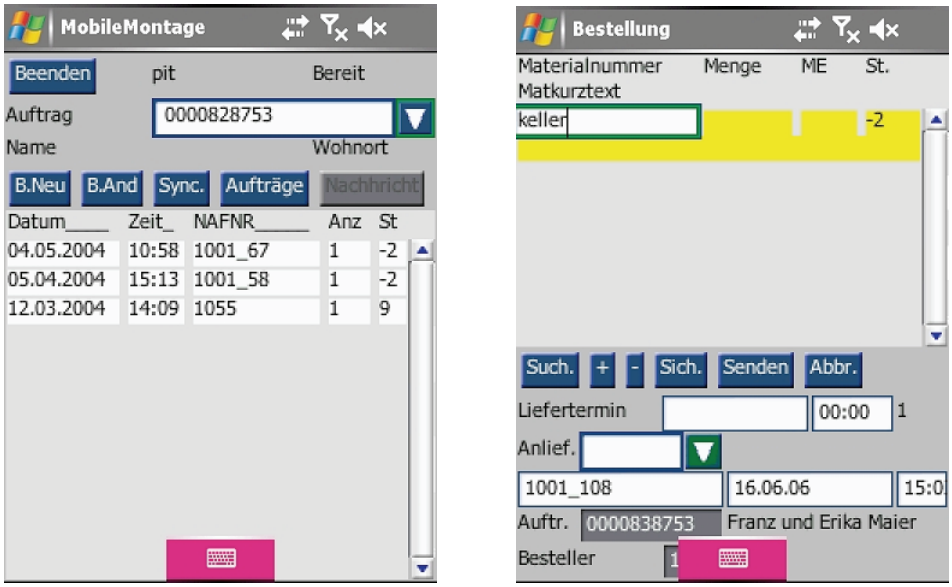

Abbildung 41: Hauptdialog und Bestellung - Mobile Montage

Wenn die genaue Bezeichnung, oder der Kurztext nicht bekannt ist, kann die interne Suche benutzt werden, um im aktuellen Auftrag, oder einem Gesamtkatalog zu suchen. Unterschieden wird hier zwischen allen Materialien, die dem Auftrag zugeordnet sind und einem Katalog, in dem alle Stammartikel des Lagerbestands verzeichnet sind. Die Daten werden für den schnellen Zugriff, in der Datenbank des Endgeräts gehalten.

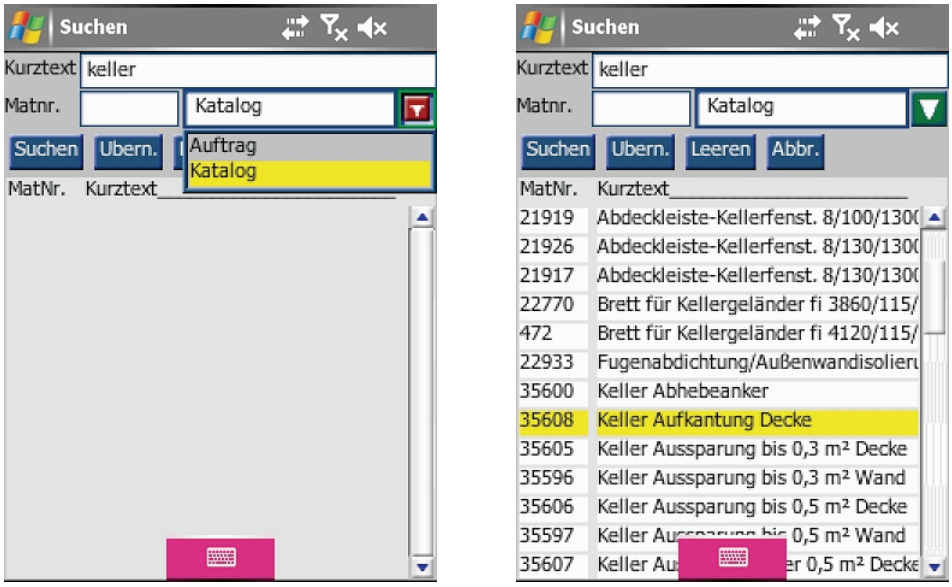

Abbildung 42: Suchdialog - Mobile Montage

Aus der Tabelle der Ergebnismenge, kann ein Eintrag selektiert und via Button übernommen werden. Nun sind noch verschiedene Felder wie, Lieferort, Zeitpunkt und Versandart auszuwählen.

Abbildung 43: Bestellung beendet - Mobile Montage

Die Anwendung versucht nun, im Hintergrund eine Verbindung zum Server herzustellen und übermittelt die neue Bestellung, an das Lager- und Materialsystem von SchwörerHaus, ohne dass der Benutzer warten, oder sich um die Verbindung kümmern muss. Der Truppführer kann am Status, welcher zyklisch vom Server abgefragt wird, erkennen, ob seine Bestellung bearbeitet, resp. schon zur Abholung bereitsteht, oder versandt wurde. Folgende Abbildungen zeigen einen Truppführer – der Ansprechpartner vor Ort, im Rahmen der Analyse – beim Bestellen verschiedener Materialien, sowie den eingesetzten MDA:

Abbildung 44: Vorarbeiter beim Bestellen

Abbildung 45: Eingesetzter Handheld MDA

5.2 Analyse der Anforderungen

Durch die Vielfalt verschiedenster Materialien und Bauteile, welche sich ändern bzw. ständig neu hinzukommen, setzt SchwörerHaus seit geraumer Zeit so genannte Montageanweisungen und Notizen ein. Diese vermitteln den Arbeitern, das nötige Wissen zu auftragsspezifischen Besonderheiten, oder neuem Verbrauchs- und Baumaterial.

Während der Gespräche mit einem IT-Mitarneiter von SchwörerHaus, stellte sich heraus, dass die gesammelten Anweisungen, sowie zugehörige Pläne und Zeichnungen, digitalisiert sind und in einer Datenbankanwendung, gespeichert und verwaltet werden.

5.2.1 Arbeitsablauf - Lernsituationen

Vor Beginn einer Bauphase, ermittelt der Bauleiter in Zusammenarbeit mit anderen Verantwortlichen, das benötigte Bau- und Verbrauchsmaterial. Kommen neue oder veränderte Teile zum Einsatz, oder gibt es sonstige Besonderheiten, über welche die Arbeiter informiert werden müssen, werden die entsprechenden Anweisungen, mitsamt Zeichnungen ausgedruckt und dem zuständigen Vorarbeiter eines Bautrupps übergeben.

Nach Aussage eines Vorarbeiters, werden diese vor Beginn des Arbeitseinsatzes gelesen und im Montagefahrzeug abgelegt, dass sie griffbereit sind, wenn das entsprechende Teil verbaut werden soll, oder eine Notiz zur Vertiefung nochmals nachgelesen werden muss. Nach Ende des Einsatzes, werden die Unterlagen in einem Ordner abgeheftet. Da es durchaus vorkommt, dass eine Montageanweisung nochmals benötigt wird, muss sie bei Bedarf wieder zum Studieren entnommen werden.

Wie leicht zu erkennen ist, handelt es sich hierbei um immer wiederkehrende Lernsituationen. Vor Beginn eines Bauprojekts werden Lernmaterialien, als welche die Anweisungen und Pläne zu betrachten sind, verteilt. Einerseits handelt es sich um Faktenwissen, bei dem Zeitpunkt und Inhalt vorgegeben sind, andererseits können die Arbeiter nach dem initialen Studieren der Inhalte, jederzeit nach Bedarf und am Ort des Gebrauchs darauf zugreifen.

Daraus kann abgeleitet werden, dass es sich, im Falle des instruierten Lernens zu Beginn, um einen klassischen behavioristischen Lernansatz handelt. Zusätzlich aber, kann der Zugriff bei Bedarf und in der Lernsituation vor Ort, als konstruktivistische Lerneinheit interpretiert werden, die vom Lerner selbstgesteuert angestoßen wird und dem Paradigma des „*Situated Learning*“ (Lernen in realer Umgebung; siehe Kapitel 1.3.3) entspricht.

Folgende Abbildungen zeigen eine Montageanweisung, sowie eine Zeichnung, fotografiert bei einem Bauprojekt von SchwörerHaus:

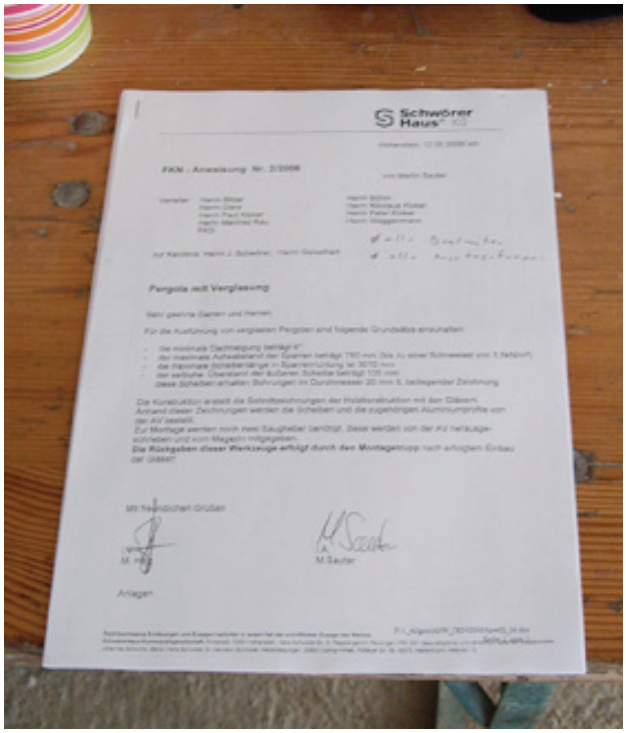

Abbildung 46: Montageanweisung - Bauprojekt

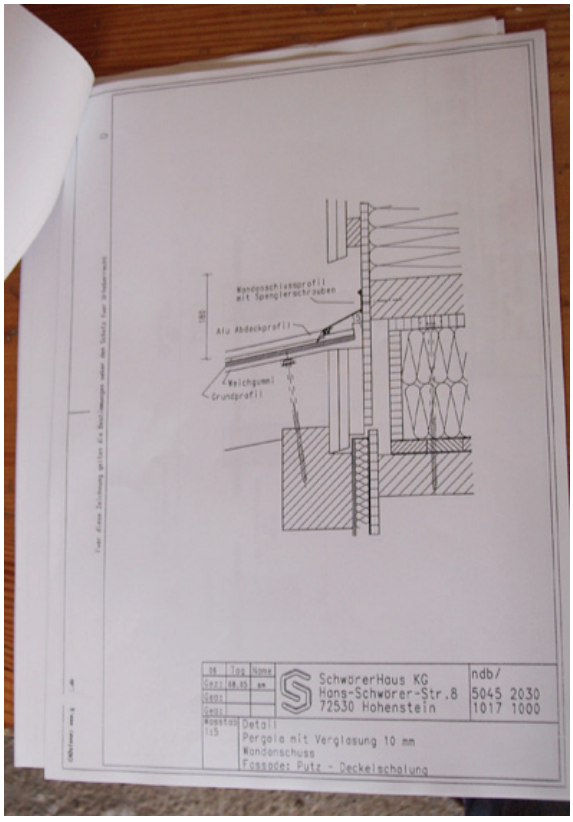

Abbildung 47: Zeichnung zur Anweisung

Im Laufe der Gespräche zeigte sich, dass sich noch zwei andere Möglichkeiten einen Lernkontext einzubeziehen, anbieten würden, welche in dieser Arbeit aber nicht weiter behandelt werden sollen.

1. Ein **Hilfesystem** oder **Tooltipps**, in die Mobile Montage integriert, um neuen Mitarbeitern den Umgang mit der Anwendung zu erleichtern. Hier wäre zu erläutern, ob die Funktionen, im Sinne der Individualisierbarkeit, bei Bedarf eingeschaltet, bzw. von erfahrenen Benutzern ausgeschaltet werden kann.

2. Eine **Lernanwendung zur Schulung** neuer Mitarbeiter, im Rahmen der Einführung in die Mobile Montage. Diese Schulungen werden momentan schon durchgeführt, d.h. die Inhalte könnten evtl. übernommen und für das mobile Endgerät, didaktisch aufbereitet werden. Ob eine mobile Lernanwendung die Präsenzschulung ablösen, oder nur ergänzen kann, müsste getestet werden und hängt unter anderem, von der Lernmotivation der Teilnehmer ab.

5.2.2 Anforderungen

Aus dem ersichtlichen Prozess resp. Ablauf, können verschiedene Anforderungen an die zu entwickelnde Lernanwendung, abgeleitet werden. In dieser Betrachtung werden nur die funktionalen Anforderungen und Dialoge beleuchtet, die sich unmittelbar auf die Lernsituationen beziehen, da die Mobile Montage das Grundgerüst, sowie die Datenübertragung bereits zur Verfügung stellt.

Die Anforderungen ergaben sich zusätzlich, aus mehreren Gesprächen mit einem Mitarbeiter der IT von SchwörerHaus und insbesondere einem Vorarbeiter, der seine Vorstellungen, wie er am besten mit dem System arbeiten könne, mitteilte.

- **Anforderung 01**
  Einem Vorarbeiter sollen die dem Bauvorhaben zugewiesenen Anweisungen, samt ihrer referenzierten Zeichnungen und Pläne, vor Beginn eines neuen Bauvorhabens, digitalisiert auf seinem mobilen Endgerät zur Verfügung gestellt werden.

- **Anforderung 02**
  Es soll möglich sein, im aktuellen Auftrag und einem Gesamtkatalog, über Schlagworte nach Anweisungen und Notizen zu suchen.

Dies sind die zwei zentralen Forderungen an das System, die zu Beginn benannt wurden. Im Laufe der Arbeit kam noch eine weitere Anforderung hinzu, die sich aus dem mobilen Kontext, resp. der Größe der Displays ergab. So kann zwar eine Anweisung in Textform, gut Lesbar dargestellt werden, jedoch sind die teilweise großen und detailreichen Zeichnungen schlecht zu studieren, wie in folgenden Abschnitten noch dargestellt werden soll.

Aus oben genannten Gründen erscheint es, nach Rücksprache mit dem Vorarbeiter, sinnvoll, die Anweisungen und am wichtigsten die Pläne und Zeichnungen, bei Bedarf ausdrucken zu können.

- **Anforderung 03**
  Dem Anwender soll die Möglichkeit geboten werden, Anweisungen und Anhänge bei Bedarf ausdrucken zu können.

5.2.3 Vorgehensmodell

Aus verschiedenen Gründen wurde Rapid Prototyping, als Vorgehensweise zur Entwicklung gewählt. Eine der Stärken des PI-Data Frameworks ist es, schnell einen funktionsfähigen Prototypen zu bauen, weil alle Dialoge in einer XML-Datei unabhängig vom Programmcode gebaut werden können.

Da die Mobile Montage, die erweitert werden soll, schon im Einsatz ist und alle relevanten Dienste zur Verfügung stellt, muss das System nicht nochmals spezifiziert werden.

Weiter sollten Papierprototypen eingesetzt werden, was sich bei der Gestaltung von Dialogen für mobile Endgeräte besonders eignet, wie in Kapitel 3.5 beschrieben wurde.

Wie sich zeigte war diese Vorgehensweise, vor allem aufgrund der zur Verfügung stehenden Zeit, eine Gute Möglichkeit, dem Kunden rasch etwas greifbares vorzeigen zu können und Veränderungen und Wünsche direkt am Prototyp durchzusprechen.

5.3 Prototyping

Dieser Abschnitt beschreibt die verschiedenen Stufen, der prototypischen Entwicklung. Zuerst werden die Papierprototypen gezeigt, welche ganz am Anfang standen, dann die daraus entstandenen und abgeänderten Dialoge.

5.3.1 Papier Prototypen

Bei der Überlegung, wie die Inhalte dargestellt werden sollen, stand die einfache Benutzbarkeit des Dialogsystems im Vordergrund. Im Kapitel zu mobile Usability wurde deutlich, dass vor allem auf mobilen Endgeräten selbstsprechende Namen, wenig Eingaben und überschaubare Dialoge wichtig sind. Darauf sollte beim Entwerfen geachtet werden.

Um die Dialoge leichter zeichnen zu können, wurde eine Schablone aus Karton, mit den Maßen der verwendeten Displays (320x240 Pixel), zur Hilfe genommen. Abbildung 48 zeigt die ersten gezeichneten Entwürfe als Storyboard:

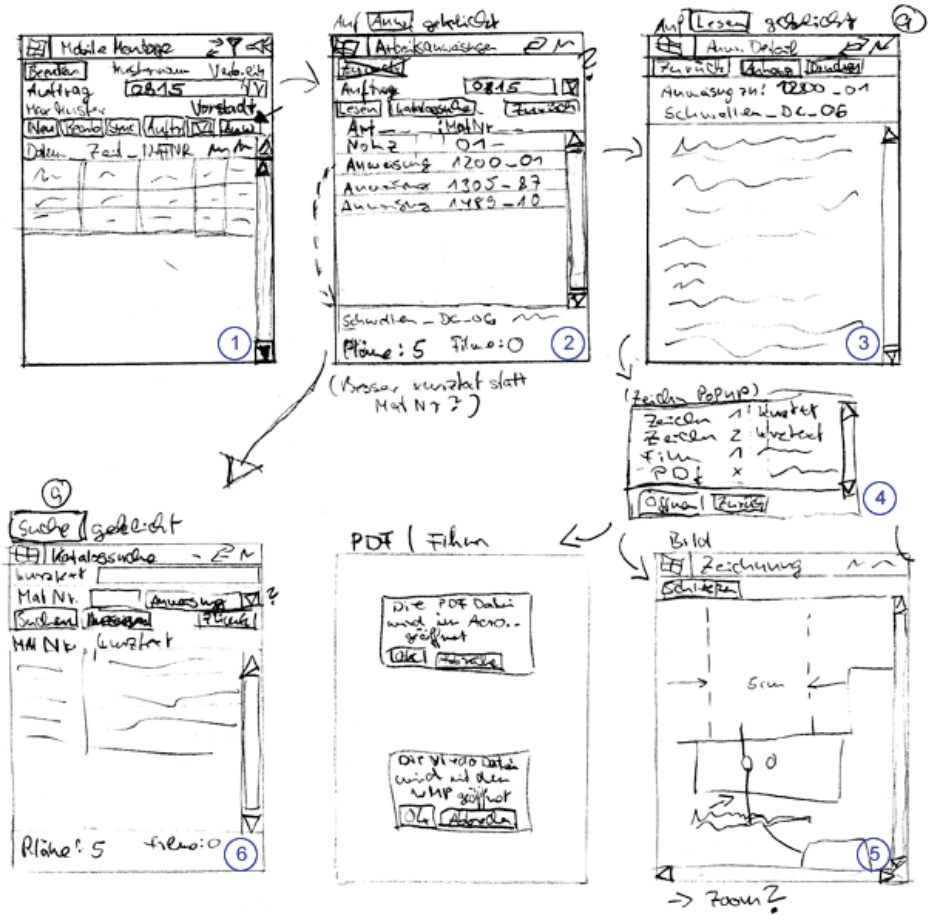

Abbildung 48: Storyboard Papierprototypen

Zum Vergleich eine Gegenüberstellung eines Prototyps und des daraus entstandenen Dialogs, nach der letzten Überarbeitung:

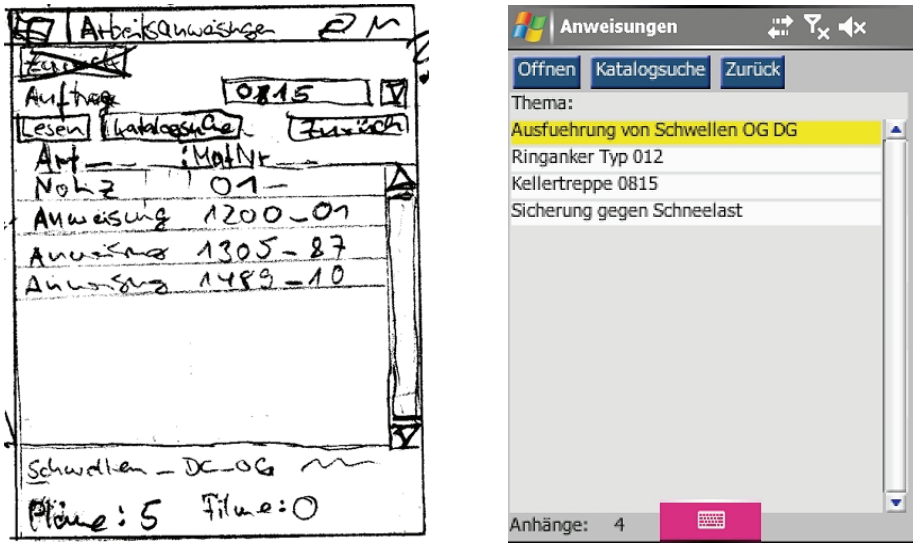

Abbildung 49: Papier- und Software Prototyp

Die Papierprototypen wurden zunächst, mit dem Vorarbeiter diskutiert und teilweise nach seinen Wünschen abgeändert. Beispielsweise wurde der Dialog (Abbildung 48: 4), der alle Anhänge in einer Tabelle zeigen sollte, gestrichen und direkt in die Anweisung als Ausklappmenü eingefügt, um einen weiteren Zwischenschritt zu vermeiden.

Das die Vorgehensweise sehr nützlich ist um Ideen schnell zu visualisieren, konnte in der Entwurfsphase bestätigt werden. Man kann beim zeichnen schnell erkennen ob eine Idee sinnvoll ist, oder ein Element umplatziert oder entfernt werden sollte. Dies geschieht durch Bleistift und Radiergummi sehr schnell und so konnten die Dialoge schon optimiert werden, ohne eine Zeile programmiert zu haben. Die genannten Vorzüge, aus dem Kapitel zu den Papierprototypen, konnten gänzlich bestätigt werden.

5.3.2 Dialoge mit dem PI-Data Framework

Aus den oben genannten Änderungen, entstanden erste Dialoge in der Anwendung selbst, welche wieder vorgezeigt und neu überdacht wurden. Nach dem letzten Besuch auf der Baustelle, wurden folgende Dialoge zur Erweiterung der Mobilen Montage festgelegt.

In der Objektorientierten Systemanalyse, wären die Beschreibungen der Dialoge, die textuellen Beschreibungen, zu einzelnen Anwendungsfällen resp. Nutzerszenarien.

1. **Hauptdialog**
   Der Hauptdialog soll um eine Schaltfläche erweitert werden, über die auf die Anweisungen, welche dem ausgewählten Auftrag anhängig sind, zugegriffen werden kann.

2. **Anweisungsübersicht**
   Wird die Schaltfläche aktiviert, soll ein neuer Dialog mit einer Liste aller Anweisungen gezeigt werden, die zeilenweise in einer scrollbaren Tabelle dargestellt werden. Eine Zeile enthält das Thema, bzw. die Kurzbeschreibung einer Anweisung. Ist ein Eintrag selektiert, wird angezeigt wie viele Anhänge dazugehören. Über die Schaltfläche „Öffnen“ wird ein Dialog der die selektierte Anweisung anzeigt. Soll eine Anweisung aus dem Gesamtkatalog geöffnet werden, wird die Schaltfläche „Katalogsuche“ aktiviert, worauf sich der Suchdialog öffnet. Über die Schaltfläche „Zurück“ wird der Dialog geschlossen und man kommt zurück zum Hauptdialog.

3. **Anweisung**
   Der Dialog zeigt die Anweisung in Textform und verfügt über einen Scroll-Mechanismus für die Textanzeige. Das Thema (Kurztext) der Anweisung, wird darüber nochmals angezeigt. Die zugehörigen Anhänge, werden in einer ausklappbaren Liste (Dropdown Menü) angezeigt und können über die Schaltfläche „Anhang öffnen“ aufgerufen werden. Mit der Schaltfläche „Drucken“, kann die aktuelle Anweisung ausgedruckt werden. Über die Schaltfläche „Zurück“, gelangt man zurück zur Anweisungsübersicht. Wenn kein Anhang zur Verfügung steht, soll die Schaltfläche „Anhang öffnen“ inaktiv sein.

4. **Anhang**
   Im Dialog Anhang, wird das selektierte Bild dargestellt und kann über einen Scroll-Mechanismus bewegt werden. Mit der Schaltfläche „Drucken“ kann die Zeichnung ausgedruckt werden und über die Schaltfläche „Zurück“ gelangt man zurück zur Anweisung.

5. **Katalogsuche**
   Der Dialog zur Suche der gesammelten Anweisungen, soll ein Textfeld zur Eingabe des Suchbegriffs enthalten. Weiter ein Ausklappmenü zur Auswahl einer Kategorie, wie z.B. Rohbau, Sanitär usw. Als Schaltflächen sollen enthalten sein: „Suche“ zum starten der Suche, „Leeren“ zum zurücksetzen der Suchfelder, „Öffnen“ zum öffnen der selektierten Anweisung aus der Ergebnisliste und „Zurück“, um den Dialog zu schließen. Die gefundenen Ergebnisse werden zeilenweise in einer scrollbaren Tabelle, mit ihren Kurzbeschreibungen dargestellt.

Nachfolgende Abbildungen zeigen die fertigen Dialoge des Prototypen:

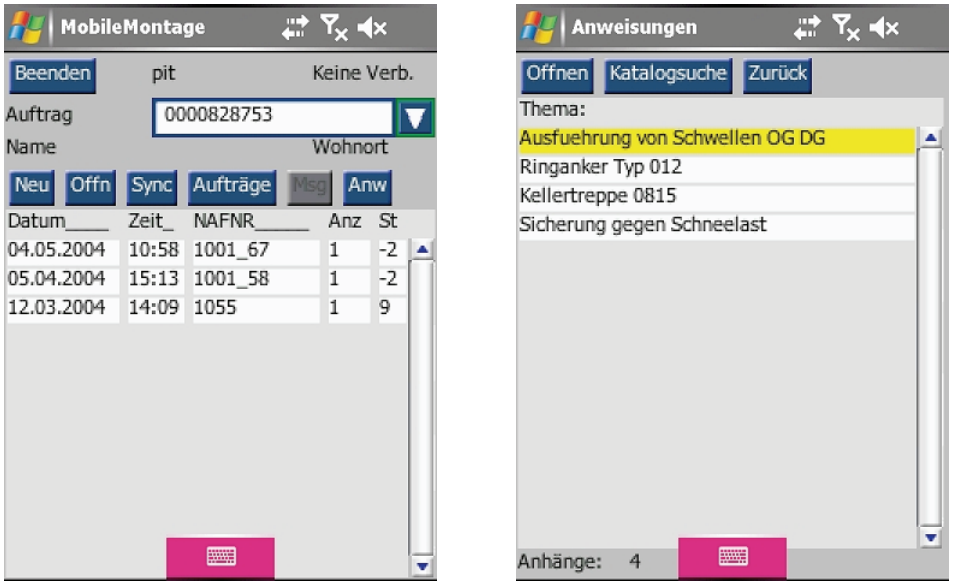

Abbildung 50: Hauptdialog und Dialog der Anweisungsliste

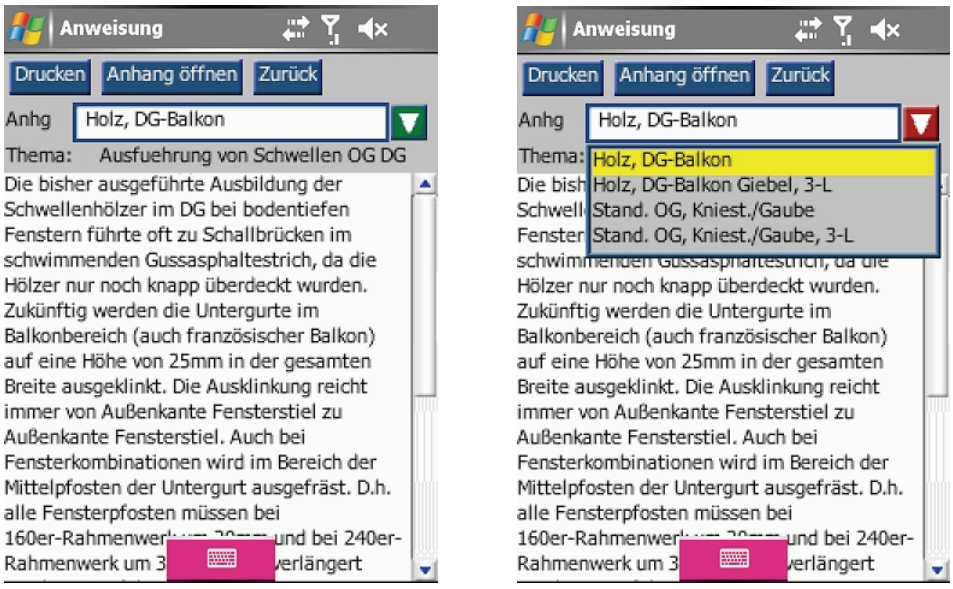

Abbildung 51: Dialog einer Anweisung

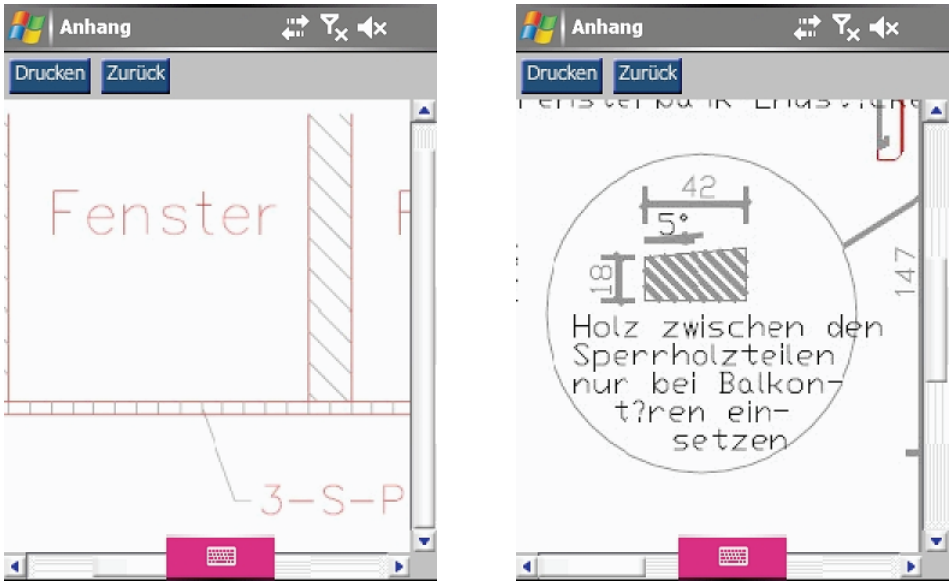

Abbildung 52: Dialoge zu Anhängen

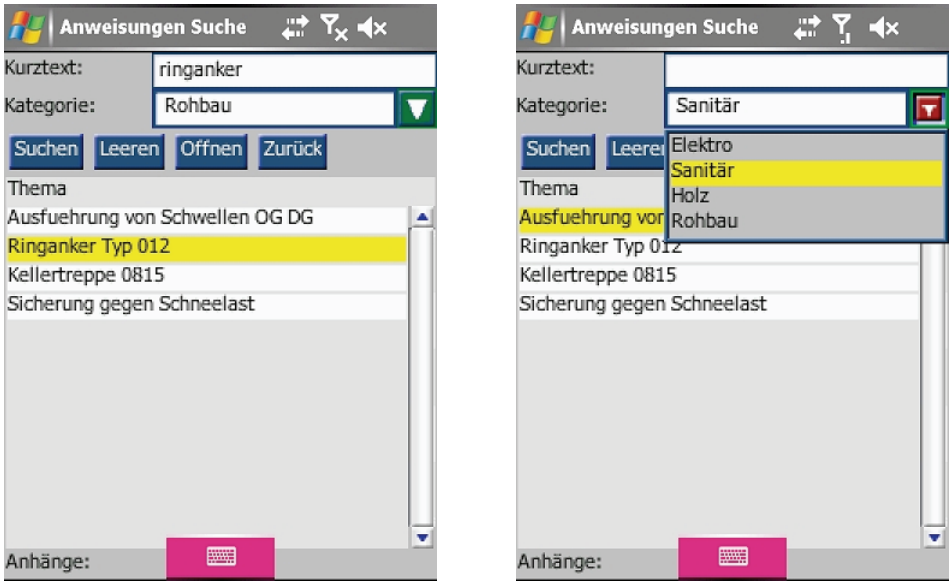

Abbildung 53: Suchdialog

5.3.3 Technische Umsetzung des Prototypen

Wie bereits erwähnt, setzten die Dialoge zur Lernkomponente, auf der Mobilen Montage auf, jedoch ist der Prototyp, als reine Offline Komponente implementiert worden. In diesem Abschnitt wird die technische Umsetzung beschrieben, d.h. wie die Daten zu den Anweisungen gehalten und letztlich ausgelesen und angezeigt werden.

Beispiele zu geschriebenem Java-Code, sowie Auszüge der XML-Schema und XML-Dateien der Dialoge und Datentabellen, werden im Anhang aufgeführt. An dieser Stelle soll nur die Vorgehensweise beschrieben werden.

5.3.3.1 Dialoge

Das PI-Data Framework hält sich streng an das Modell-View-Controller Paradigma, das Daten, Logik und Anzeige voneinander trennt. So werden die Dialoge (View), wie bereits erwähnt, in einer Textdatei mit proprietärem XML-Format definiert. Einer Dialogdefinition, bzw. einer Schaltfläche innerhalb eines Dialogs, kann in einem Controller, der Aufruf eines anderen Dialogs, oder eine Javaklasse hinterlegt werden, die Programmlogik ausführt und dann den Dialog aufruft.

5.3.3.2 Anweisungsliste

Die Liste der Anweisungen, mit ihren Metadaten (z.B. der eindeutige Schlüssel, Anzahl der Anhänge), werden in einer XML-Datei gehalten, welche die Datenbank für die Offline Komponenten darstellt. Das Framework kann an dieser Stelle, parallel mit einer Datenbank und einer XML-Datei arbeiten.

5.3.3.3 Anweisungen

Die Anweisungen, werden als Textdateien (z.B. Anweisung.txt) im Dateisystem abgelegt und bei Bedarf, von der Java-Klasse die den Dialog aufbaut, ausgelesen und dem entsprechenden Textelement im Dialog hinzugefügt. Das PI-Data Framework, verfügt über die Möglichkeit ein Dateisystem abzubilden, was es ermöglicht ohne absolute Pfadangaben zu den referenzierten Dateien auszukommen. Diese tragen als Namen. den angezeigten Kurztext vor der Dateiendung.

5.3.3.4 Anhänge

Die Zeichnungen und Plän,e wurden aus dem vorliegenden PDF-Format in das PNG-Format (Portable Network Grafik) überführt, da das Framework dieses bereits anzeigen kann. Genau wie die Textdateien, werden Sie in einem Ordner des Dateisystems gehalten und den Anweisungen, über die oben erwähnte Anweisungsliste referenziert.

5.3.3.5 Modelle

In einer XML Schema Definition, werden die Modelle beschrieben. Zum Beispiel: Anweisung, Anhang etc. Das PI-Data Framework bietet nun die Möglichkeit, aus einem angegebenen Schema Javaklassen zu generieren, um über deren Methoden, typisierten Zugriff auf die Inhalte zu haben. Besonders auf den mobilen Endgeräten bringt dies eine immense Geschwindigkeitszunahme und spart Speicher.

5.4 Empfehlungen zur Realisierung

Dieser Abschnitt diskutiert einige Entscheidungen, die für den Fall der Realisierung dieser Anwendung noch überdacht werden müssen.

5.4.1 Aktualität - Verteilung der Daten

Die gesammelten Anweisungen, nebst den zugehörigen Zeichnungen und Plänen, werden momentan in einer Datenbank gehalten und bei Bedarf ausgedruckt. Die Datenmenge hat ein Volumen von ca. 250 Mb.

Aufgrund der Tatsache, dass eine Suche über den Gesamtkatalog der Anweisungen erfolgen soll, wird empfohlen die Daten – wie im Falle der Stammartikel – auf dem Gerät zu halten. Bei den eingesetzten mobilen Endgeräten, ist diese Menge vertretbar, vor allem da die neuesten Modelle mit bis zu 4 Gb großen Speicherkarten, ausgestattet werden können.

In einem Zyklus von ca. 6 Monaten, werden die Speichekarten der Geräte getauscht, um Softwareupdates aufzuspielen. Dies wäre eine Möglichkeit auch die Datenbank der Anweisungen, auf den neusten Stand zu bringen. Dies sollte ausreichen, da davon ausgegangen werde kann, dass nicht jeder Vorarbeiter alle neu eingestellten Anweisungen benötigt. Beispielsweise braucht ein Elektriker sicher in seltensten Fällen, eine Beschreibung zur Montage einer Wendeltreppe im Innenausbau.

Daraus leitet sich die Anforderung ab, dass zur Aktualität eines Vorarbeiters, nur neue oder geänderte Anweisungen zum aktuellen Auftrag (Bauprojekt), vom Server zu beziehen sind. Dies sollte bei einem durchschnittlichen Einsatz, von ein bis zwei Wochen auf einem Bauprojek,t – im Falle des Ansprechpartners ist dies so, aber es kann natürlich je nach Handwerk differieren – nicht zu allzu große Datenmengen aufwerfen.

Weiter sind die Endgeräte der Vorarbeiter mit GPRS ausgestattet, wobei 5Mb Datentransfer inklusive sind und diese das Volumen der Anweisungen, inklusive der bisherigen Transaktionen, abdecken sollten.

5.4.2 Darstellung der Anweisungen und Anhänge

Im Prototypen wurden die Anweisungen, wie bereits beschrieben, als Textdokumente und Bilder dargestellt, da dies eine schnelle Lösung war und vom Framework bereits unterstützt wird. Die Anweisungen bei SchwörerHaus, liegen jedoch allesamt im PDF-Format vor.

Eine Möglichkeit diese anzuzeigen wäre, eine Abbild der Datenbank in der Mobilen Montage zu halten und die Dokumente im Acrobat-Reader für mobile Geräte zu öffnen. Dort gäbe es auch die Möglichkeit, zum zoomen der Bilder (hierauf soll später noch genauer eingegangen werden).

Die langjährige Erfahrung von PI-Data im mobilen Umfeld, brachte jedoch die Erfahrung mit sich, dass die eigenwillige Speicherverwaltung von Windows Mobile – auf die kein Einfluss genommen werden kann – dazu führt, dass wenn ein Programm neben der Mobilen Montage gestartet wird, dieser nicht mehr genügend Speicher zur Verfügung gestellt wird und abstürzen kann.

Zur Benutzbarkeit der Anwendung, würde der Wechsel des Programmkontext auch eher hinderlich sein, wobei dies definitiv erst durch Usability-Tests mit mehreren späteren Nutzern festgestellt werden kann. Jedoch ging aus den Gesprächen mit dem Vorarbeiter, eindeutig hervor, dass er wenn möglich die Anwendung nicht verlassen will, da er die Erfahrung mit der Speicherverteilung schon mehrfach gemacht hat und nicht zwischen zwei Anwendungen, hin und her wechseln möchte.

In wie weit das PI-Data Framework, in naher Zukunft fähig sein wird PDF Dateien darzustellen, übersteigt den Rahmen dieser Arbeit und ist zu gegebener Zeit zu analysieren. Daher soll an dieser Stelle nur die Empfehlung gegeben werden, die Anweisungen als auch die Anhänge, wie im Prototypen innerhalb der Anwendung darzustellen.

5.4.3 Ausdrucken oder Projizieren der Anweisungen

Wie im nächsten Kapitel gezeigt wird, – und auch in der Darstellung der Dialoge schon zu erkennen ist – sind die Anweisungen in Textform, gut auf den mobilen Endgeräten zu lesen. Die Zeichnungen und Pläne jedoch, übersteigen bei weitem die Größe der Displays.

Hier wäre die nahe liegende Möglichkeit zur Lösung das Ausdrucken, wie dies bereits in den Anforderungen festgehalten wurde. In der Anwendung, welche SchwörerHaus für die Servicetechniker einsetzt, ist diese Möglichkeit bereits implementiert und könnte daher relativ einfach übernommen werden. Dies setzt natürlich voraus, dass ein Vorarbeiter, wie die Servicetechniker auch, mit einem portablen Drucker ausgestattet wird. Im Gespräch gab der Vorarbeiter zu verstehen, dass selbst wenn keine Drucker mit-

gegeben werden, die Möglichkeit als solche, trotzdem wünschenswert ist, da auch von zu Hause oder in der Firma ausgedruckt werden könne.

Eine weitere Möglichkeit, die einen Blick in die nahe Zukunft wirft ist, die Vorarbeiter mit PDAs auszustatten, die einen VGA Ausgang besitzen und einen portablen LED Beamer mitzugeben, um eine Zeichnung bei Bedarf, an eine freie Wand zu projizieren. Hier müsse geprüft werden, ob die Möglichkeit im Rohbau überhaupt besteht, da möglicherweise noch keine Wände gestellt sind. Beides (PDA mit VGA und LED-Beamer) ist mittlerweile zu relativ erschwinglichen Preisen zu erwerben. Mit Blick auf den Papierbedarf, wäre diese Möglichkeit sogar eine umweltfreundliche Variante.

5.5 Probleme bei der Darstellung der Inhalte

In diesem Abschnitt werden die Probleme aufgezeigt. die im Laufe der Umsetzung auftraten und wie sie gelöst wurden bzw. wie sie gelöst werden könnten.

5.5.1 Kurztexte der Anweisungen – Dateinamen

Wie sich zeigte, sind die Kurztexte der Anweisungen und vor allem die der beigefügten Anhänge zu lang, um horizontales scrollen auf den mobilen Geräten zu vermeiden. Abbildung 54 zeigt eine Anweisung aus der Datenbankverwaltung, die uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurde.

Schwörer Haus® KG

Thema:	Ausführung von Schwellen im OG und DG
Art der Anweisung:	FKN-Anweisung
Verantwortlicher:	
Schlagwörter:	Fenster, Schwelle, Schwellenholz, Untergurt, Balkon, französischer, Ausklinkung, Pfosten, Stiel
Erstellungsdatum::	09.07.20(

Die bisher ausgeführte Ausbildung der Schwellenhölzer im DG bei bodentiefen Fenstern führte oft zu Schallbrücken im schwimmenden Gussasphaltestrich, da die Hölzer nur noch knapp überdeckt wurden.
Zukünftig werden die Untergurte im Balkonbereich (auch französischer Balkon) auf eine Höhe von 25mm in der gesamten Breite ausgeklinkt.
Die Ausklinkung reicht immer von Außenkante Fensterstiel zu Außenkante Fensterstiel.
Auch bei Fensterkombinationen wird im Bereich der Mittelpfosten der Untergurt ausgefräst.
D.h. alle Fensterpfosten müssen bei 160er-Rahmenwerk um 20mm und bei 240er-Rahmenwerk um 35mm unten verlängert werden.
Ausführung:
Aus fertigungstechnischen Gründen müssen beidseitig am Untergurt mindestens 400mm Holz in der Originaldicke 45mm bzw. 60mm stehen bleiben. Überall dort wo dies nicht möglich ist, wird ein 25mm dicker Dreischichtplatten-Streifen eingesetzt.
Ausführung:
Ausnahme: Wenn auf einer Seite weniger als 400mm und auf der anderen mehr als 1000mm Originaldicke stehen bleiben
Ausführung:
Bezüglich der genauen Maße beachten Sie bitte die beiliegenden Zeichnungen.

Vertikalschnitt bodentiefes Holzfenster bei DG-Balkon,Putz
Vertikalschnitt bodentiefes Holzfenster bei DG-Balkon giebelseitig, Putz, 3-L
Vertikalschnitt bodentiefes Fenster- Standard- im OG bzw. Kniestock/**Gaube**,Putz
Vertikalschnitt bodentiefes Fenster- Standard- im OG bzw. Kniestock/**Gaube**,Putz, 3-L

Abbildung 54: Anweisung von SchwörerHaus

Diese Anweisung wurde im Prototypen samt Bildern übernommen. Was in Abschnitt 3 erwähnt wurde, dass nämlich Displays kleiner Endgeräte noch empfindlicher für Usability Probleme sind, sollte sich hier bestätigen. Wo in einer Desktop-Anwendung noch ausreichend Platz für Lange Namen ist, muss hier besonders darauf geachtet werden kurze, präzise und selbsterklärende Namen zu wählen. Im Falle einer Reali-

sierung, muss dies ein zentraler Punkt sein, der in Zusammenarbeit mit den Verantwortlichen bei SchwörerHaus zu lösen ist.

Auch bei den Beschriftungen der Schaltflächen (Buttons) der Anwendung zeigte sich, dass teilweise Abkürzungen verwendet werden mussten, um die Menge der Buttons in einem Dialog unterzubringen. Hier könnte eine Lösung sein, Icons bzw. geeignete Metaphern zu verwenden, wie sie von Betriebsystemen und weit verbreiteten Anwendungen bekannt sind. Im Falle des Prototyps wurde diese Möglichkeit allerdings noch nicht vom PI-Data Framework unterstützt.

5.5.2 Zoomen der Zeichnungen

Ein Problem bei der Darstellung der Pläne und Zeichnungen, ist die fehlende Möglichkeit des Vergrößerns, resp. Verkleinerns der Bilder. Um dies zu verdeutlichen zeigt folgende Abbildung eine detailreiche Zeichnung, wie sie bei den Anweisungen zu finden ist.

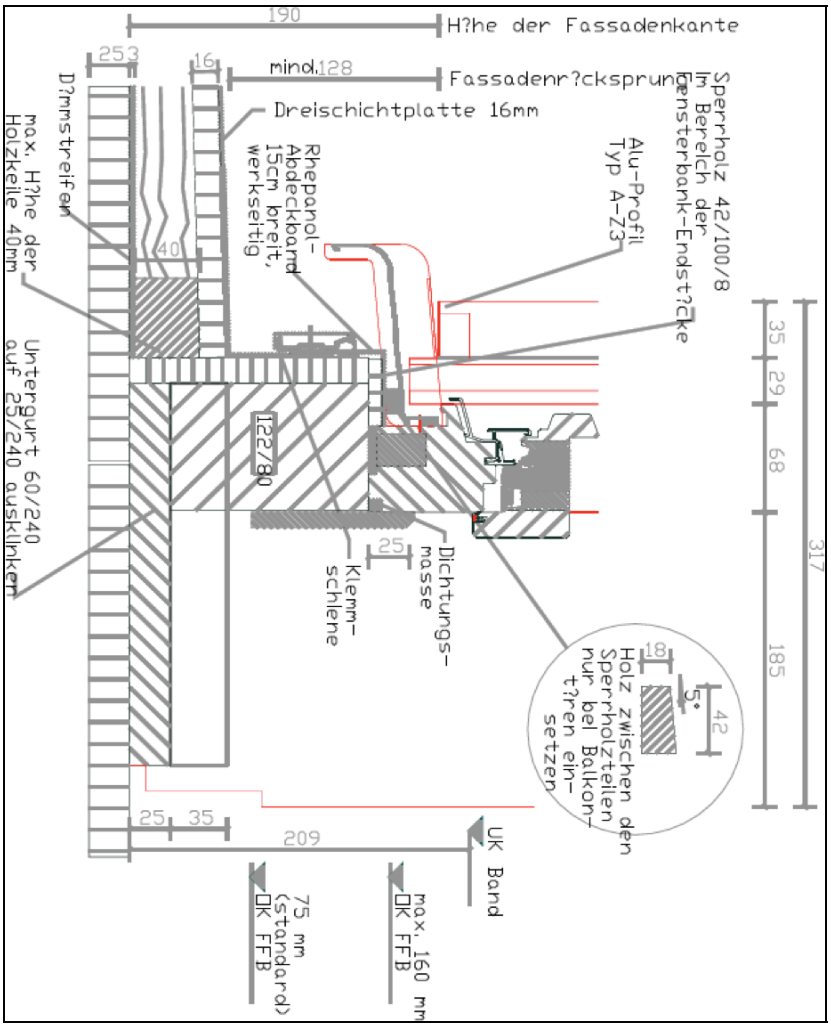

Abbildung 55: Zeichnung zu einer Anweisung

Nachfolgend sollen einige Vorschläge gemacht werden, wie eine Zoomtechnik für PDAs aussehen könnte.

Bei Vorschlag 1 (Abbildung 56), soll das Bild, um den Platz der Scrollbars zu sparen, mit dem Stylus in alle Richtungen verschoben werden können. Stufenloses Zoomen, bietet der Regler in der Bedienleiste und zur Orientierung, dient eine Übersichtskarte, die anzeigt in welchem Ausschnitt man sich gerade befindet.

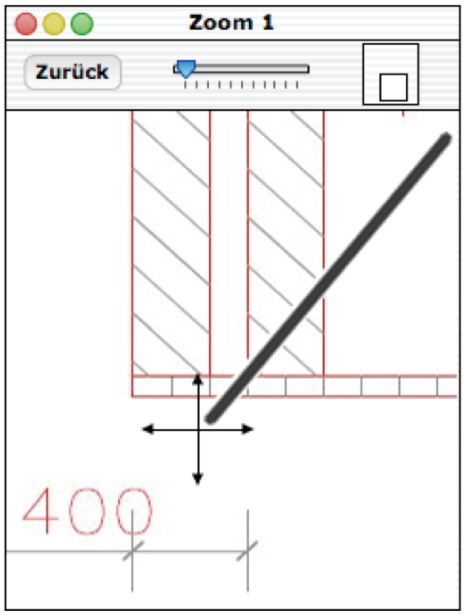

Abbildung 56: Zoomtechnik 1

In Vorschlag 2 (Abbildung 57), kann das Bild mittels Stylus vergrößert werden, indem ein Rechteck des zu vergrößernden Ausschnitts, auf dem Bildschirm gezogen wird (wie beim Routenplaner Map24). Um zu verkleinern, wählt man den entsprechenden Radiobutton und zieht ebenfalls ein Rechteck. Eine zusätzliche Möglichkeit, wäre den Inhalt bei Punktberührung des Stylus, auf die Gesamtansicht zu reduzieren.

Zum verschieben des Inhalts, kann – in Analogie zu den Navigationstasten mobiler End-geräte – das Navigationskreuz mit dem Stylus bedient werden. Hier stellt sich die Frage, ob man die Funktion tatsächlich auf die Tasten des Endgeräts legt. Allerdings hat man gerade keine Hand frei und bedient mit dem Stylus. Diese Frage kann letztlich nur durch Tests mit Anwendern entschieden werden, da die Vorraussagen von Entwicklern „was Benutzer wollen“, nicht zutreffen müssen und so schon im Vorfeld, für Klarheit gesorgt werden kann.

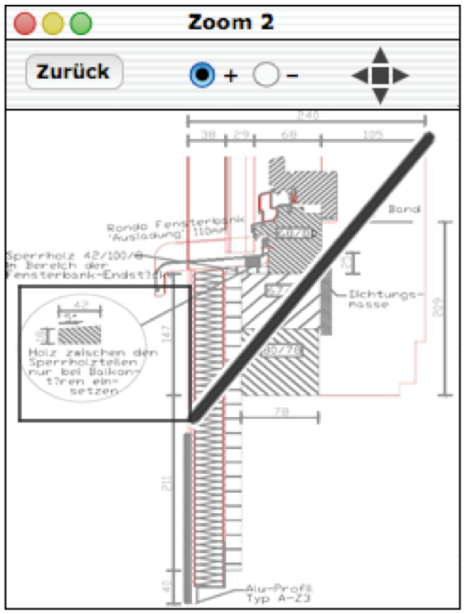

Abbildung 57: Zoomtechnik 2

Vorschlag 3 (Abbildung 58) ist bis auf einen Unterschied, gleich mit dem ersten. Statt den Inhalt mit dem Stylus zu ziehen, kann dieser über die gezeigten Pfeilen (Hotspots), stufenlos bewegt werden

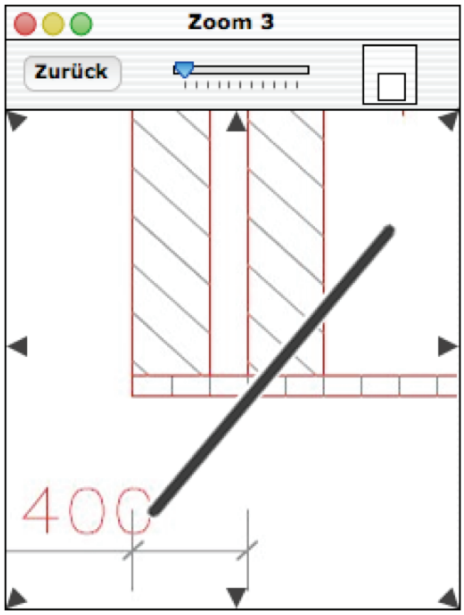

Abbildung 58: Zoomtechnik 3

Alle Ideen, die zu den Zoomtechniken vorgestellt wurden, sind in der ein oder anderen Form schon von Desktop-Anwendungen bekannt. Dies bietet den Vorteil, dass Benutzer möglicherweise schon vertraut sind mit der Technik und sich schnell zurechtfinden.

Auch hier sollten nach prototypischer Umsetzung, Usability-Tests durchgeführt werden um die Akzeptanz bei Benutzer, sowie Vor- und Nachteile zu analysieren. Nur so kann man Probleme aufdecken, die in der Konzeption nicht bedacht wurden.

5.6 Technik für den Usability Test

Aus Zeitgründen konnten im Zeitraum der Arbeit, keine Usability Tests auf einem PDA mehr durchgeführt werden. Aufgrund der speziellen Kamera, wie sie in Kapitel 3 beschrieben ist, hätte es sich auch als schwierig erwiesen. Deshalb soll an dieser Stelle eine weitere, kostengünstige Möglichkeit aufgezeigt werden, wie Tests ohne Kamera aufgezeichnet und ausgewertet werden könnte.

Die Firma SOTI bietet eine Software namens Pocket Controller an. Damit kann man einen PDA vom Desktop aus anbinden, darauf zugreifen und steuern. Die Anwendung er-möglicht es außerdem, den Bildschirm des PDAs auf dem Desktop darzustellen und diesen mit den Eingabegeräten zu steuern. Ein weiteres Feature erlaubt es, die Aktionen aufzuzeichnen und in einer Videodatei zu speichern.

Folgende Abbildung zeigt einen Dialog des Prototypen , wie er im Pocket Controller dargestellt wird, wenn ein so genannter Skin (Form und Aussehen) für ein Endgerät ausgewählt wurde.

Abbildung 59: SOTI Pocket Controller

Für einen Usability-Test, sind die gebotenen Möglichkeiten ideal. Der Proband kann mit dem Endgerät arbeiten, ohne eine störende Kamera dabei zu haben und aufpassen zu müssen, dass er das Bild nicht verwackelt. Der Tester kann die Interaktion, an einem Bildschirm verfolgen und gleichzeitig aufzeichnen, ohne teure Hardware besitzen zu müssen.

So ließen sich vor allem mobile Tests mit nur einem Notebook als Equipment realisieren, besonders in Bezug auf einen möglichen Einsatz, bei Bauprojekten von SchwörerHaus, oder anderen Kunden im Umfeld von PI-Data, scheint diese Variante eine sinnvolle Lösung zu sein.

5.7 Weitere Einsatzmöglichkeiten

Dieser Abschnitt, soll weitere Möglichkeiten bzw. Ideen aufzeigen, wie Mitarbeiter im Außendienst, durch mobile Technologien unterstützt werden könnten. Zwei Beispiele, die im Rahmen der Learntec [W1] gebracht wurden, sollen nachfolgend dargestellt werden.

5.7.1 Kundendaten auf der Fahrt zum Kunden

Abbildung 60 beschreibt ein Szenario, bei dem ein Mitarbeiter, auf dem Weg zum Kunden, im Auto sitzt. Während der Fahrt lässt er sich vom Navigationssystem, das mit seinem mobilen Gerät verbunden ist, die Daten zum betreffenden Kunden vorlesen, was ihn normalerweise zusätzliche Zeit kosten würde. So kann er die Fahrtzeit füllen um sich situationsbezogen Wissen anzueignen.

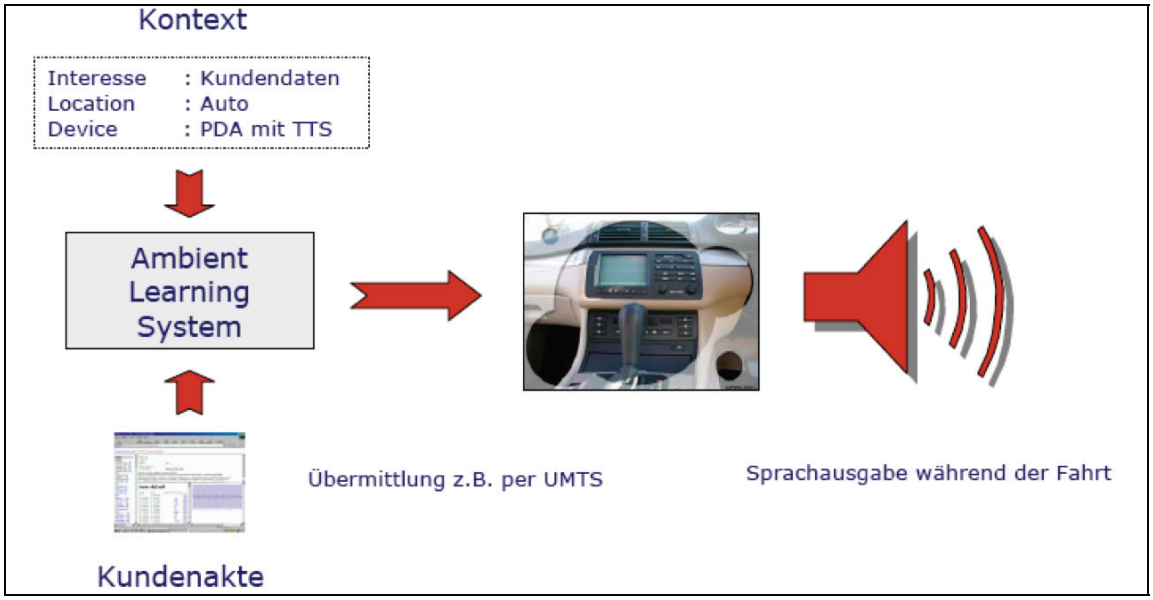

Abbildung 60: Lernszenario 1

5.7.2 Produktinformationen beziehen

In Szenario zwei, sitzt ein Außendienstmitarbeiter im Zug. Auch er kann unterwegs zu einem Kunden, oder ggf. eine Messe sein um neue Produkte vorzustellen. Als Endgerät wird hier ein Laptop gezeigt, was aber durchaus auch ein PDA sein kann. Dem Mitarbeiter werden per push die neusten Produktinformationen zur Verfügung gestellt ohne, dass er sich darum kümmern muss, d.h. gezielt nachfragen ob und welche neuen Produkte es gibt.

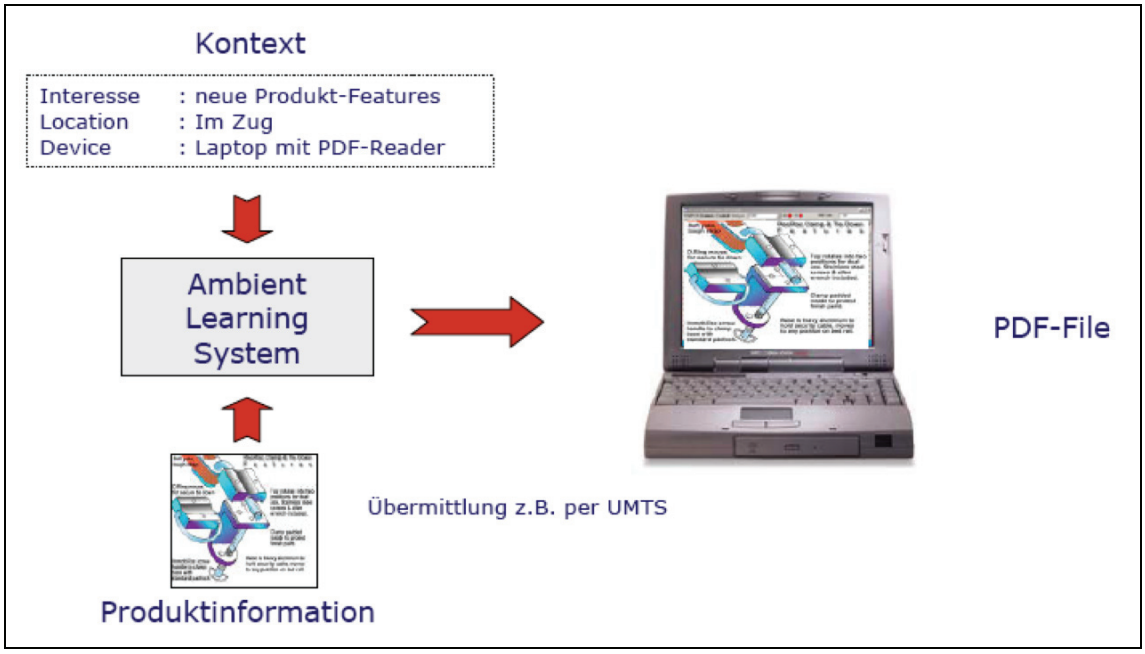

Abbildung 61: Lernszenario 2

5.7.3 Standortbezogenes Wissen

Ein Szenario, dass zu Beginn dieser Arbeit im Raum stand, lässt sich folgendermaßen beschreiben. Ein IT-Serviceleister einer großen Firma, die über mehrere Standorte verteilt ist, wird gerufen um ein PC Problem zu beheben.

Mit einem PDA ausgerüstet, der über einen Barcodescanner verfügt, liest er die Daten des Gerätes ein. Er bekommt nun Geräterelevanten Daten, wie aufgespielte Software, integrierte Hardware, Updates, Historie der Defekte u.v.a Angezeigt. Weiter werden ihm bekannte Fälle mit ähnlichem Fehler (z.B. Fehlercode Windows, oder Suche nach Schlagwörtern), resp. deren Lösungen gezeigt.

Für unerfahrene Mitarbeiter oder Auszubildende, die Routineaufgaben erledigen sollen (z.B. wechseln der Festplatte, aufspielen von Software etc.), könnte ein Tutorial-System angeboten werden, dass anhand der eingelesenen Gerätedaten bestimmte Anleitungen sucht und zur Verfügung stellt.

Es ließen sich leicht noch weitere Beispiele finden, oder die gegebenen auf andere Situationen adaptieren. Wichtig ist hierbei doch stets der Ansatz, dass eine Person zu einem bestimmten Zeitpunkt, an einem bestimmten Ort, oder zu einer bestimmten Situation Information, Wissen oder Hilfe benötigt.

5.8 Fazit

Die Firma SchwörerHaus mit der Mobilen Montage, eignete sich hervorragend, um einen Lernkontext in eine mobile Anwendung zu integrieren. Zum einen, war die Infrastruktur mit den mobilen Geräten bereits geschaffen und die Benutzer haben sich an den Umgang mit den PDAs im Arbeitsalltag gewöhnt, zum anderen gab es mit den Anweisungen eine seit vielen Jahren praktizierte Lernkultur.

Diese beiden Aspekte, sieht Lehner [Leh06, S.12] als zwei Grundvoraussetzungen, um eine Mobile-Learning Anwendung erfolgreich einzuführen. Bei den Besuchen auf der Baustelle wurde klar, dass ein großes Interesse an einer Umsetzung besteht, was den realen Bedarf an mobilen Lösungen zur Weiterbildung und Wissenstransfer in der Arbeitswelt unterstreicht.

Leider konnten aufgrund der kurzen Zeit, die für den praktischen Teil zur Verfügung stand, keine Usability-Tests mehr durchgeführt werden, die das Ganze noch abgerundet hätten. Dies lag vor allem daran, dass ein aussichtsreicher Kandidat, der zu Begin Interesse bekundete, recht spät noch kurzfristig abgesprungen ist.

Dank der Firma SchwörerHaus und deren schneller Bereitschaft sich zur Verfügung zu stellen, konnte jedoch doch noch ein Anwendungsfall mit Realitätsbezug, zu großen Teilen umgesetzt werden.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Wie diese Arbeit gezeigt hat, gibt es vielfältige Anwendungsfelder in denen mobiles Lernen, bzw. mobile Informationen und Wissenstransfer, einen Mehrwert schaffen können. Die zwei Hauptströmungen sind hier einerseits der schulische- universitäre Bereich, bei dem bereits vorhandene Lernkonzepte und Inhalte auf mobile Endgeräte transferiert werden, andererseits der Ansatz mobiles Lernen in Prozesse der Geschäftswelt einzuführen.

Dies verdeutlichten vor allem verschiedene Vorträge der Learntec 2006 [W1], wo ein starker Trend Richtung mobilem Wissensmanagement abzusehen war. Dieser beinhaltet, alle Konzepte, die Mitarbeitern den ortsunabhängigen Zugriff auf alle Informationen, die sie zur Erfüllung ihrer Aufgaben benötigen, über mobile Endgeräte bieten.

Weitere wurde betont, dass zukünftig das Lernen am Arbeitsplatz mehr Bedeutung gewinnen sollte. Obwohl 80 % des Gelernten arbeitsbegleitend erlernt wird, zeigt die Praxis, dass die Qualifizierung vor der Arbeit geschieht. E-Learning sollte beim Versuch dies zu ändern eine große Rolle spielen, jedoch sind sie Erwartungen größtenteils nicht erfüllt worden. Es wurden zu viele Inhalte angeboten, die nicht unmittelbar in den Arbeitsalltag transferiert werden können und weiter wird E-Learning meist nicht als Lernweg gesehen, der bei konkreten Arbeitsproblemen weiterhilft.

Die Chance des Mobile-Learning liegt darin, nicht einfach E-Learning Inhalte mobil zu machen, sondern über neue Modelle nachzudenken um der Forderung nach lebenslangem Lernen, wann immer man will, wo immer man will und was immer man will, näher zu kommen.

Die Arbeit machte zudem deutlich das Usability, eine große Herausforderung im Umfeld mobiler Anwendungen darstellt, da Fehler weit mehr zum tragen kommen. Um so wichtiger ist es, Usability Prozesse bei der Anwendungsentwicklung im mobilen Umfeld fest zu verankern. Prinzipiell gelten, wie in Kapitel 3 aufgeführt, die gleichen bewährten Gestaltungsregeln, was sich jedoch immens verschärft, ist der Fokus auf den Nutzungskontext, in dem eine Anwendung eingesetzt werden soll.

Bezüglich Standards, zur Gestaltung von Oberflächen auf mobilen Geräten, verhält es sich im Grunde genommen ähnlich, wie in der Desktop-Welt. Die Hersteller weit verbreiteter Betriebssysteme wie Palm, Microsoft oder Nokia setzen mit Ihren Styleguides Quasi-Standards. Um diese miteinander zu vergleichen, sowie deren Vor- und Nachteile aufzuzeigen, bedarf es weiterer Untersuchungen, und konnte im Zeitrahmen dieser Arbeit nicht abgedeckt werden.

Im Hinblick auf den Einsatz einer mobilen Anwendung, zum Wissenstransfer bei SchwörerHaus, kann gesagt werden, dass die Vorraussetzungen für eine Implementierung optimal sind, da Lernprozesse und eine Infrastruktur vorhanden sind. Beides ist ja nach Lehner eine Grundvoraussetzung, um eine mobile Lernanwendung erfolgreich zu integrieren. Ob Ideen wie den Drucker, oder einen Beamer für die Vorarbeiter umgesetzt werden, zu diesem Zeitpunkt nicht abgesehen werden, da es auch ein großer Kostenfaktor sein wird. Andererseits: Wer hätte vor 10 Jahren schon gedacht, dass alle Vorarbeiter einer Baufirma, mit einem mobilen Endgerät ausgestattet werden, um vor Ort Material zu bestellen.

Abschließend soll betont werden, dass Mobile Learning nicht als Ersatz zu anderen Lern- und Lehrformen gesehen werden kann. Es erweitert vielmehr das Spektrum des Lernens und bietet sich vor allem als Ergänzung, resp. Erweiterung zu vorhandenen Konzepten an. Interessant wird sein, wie sich der Einsatz und die Akzeptanz von mobilen Lernkonzepten in der Geschäftswelt weiterentwickelt. Das Beispiel der Firma Schwörer aus der Baubranche, die mobile Technologien mittlerweile selbstverständlich einsetzt, stimmt jedoch optimistisch, dass andere Bereiche nachziehen werden.

Literaturverzeichnis

[Beck05] Astrid Beck: „Erfolgsfaktor Usability“, in: CHIP Sonderheft, Ausgabe 05/2005

[Duden06] Duden: „Das große Wörterbuch der deutschen Sprache in 10 Bänden“, Aktualisierte Online-Ausgabe. Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich: Dudenverlag 1999-2004.

[Goll05] C. Heinisch, F. Müller, J. Goll: „Java als erste Programmiersprache“, 4. Auflage, Teubner Verlag, ISBN 3-519-42642-6

[Herczeg05] Herczeg Michael: „Software-Ergonomie“, 2. Auflage, Oldenbourg Verlag, ISBN 3-486-25052-3

[Holz01] Andreas Holzinger: „Basiswissen Multimedia Band 2: Lernen“, 1. Auflage, 2001, Vogel Fachbuch, ISBN 3-8023-1857-9

[Ker98] Michael Kerres: „Multimediale und telemediale Lernumgebungen“, R. Oldenbourg Verlag München, Wien 1998, ISBN 3-486-24539-2

[Kretschmer06] Dorothea Kretschmer: „Benutzer-orientierte Gestaltung interaktiver Systeme gemäß der Norm ISO 13407“, last retrieved 16.06.2006, at http://www.fit-fuer-usability.de

[Kuszpa05] M. Kuszpa, E. Scherm: „Mobile Learning – Modetrend oder wesentlicher Bestandteil lebenslangen Lernens?“, Diskussionsbeitrag Nr. 380 September 2005, last retrieved 16.06.2006, at http://www.mobile-education.de

[Leh03] Franz Lehner, Holger Nösekabel, Klaus J. Schäfer: „Szenarien und Beispiele für Mobiles Lernen“, 1. Auflage, November 2003, Universität Regensburg, ISBN 3-932345-94-0.

[Leh06] Franz Lehner, Holger Nösekabel: „The Role Of Mobile Devices In E−Learning“, mit freundlicher Genehmigung von Prof. Dr. Franz Lehner, Universität Passau

[Long04] Roman Longoria: „Designing Software for the Mobile Context“, Springer-Verlag London 2004. ISBN 1-85233-785-0

[Mei04] Matthias Meisenberger: „Mobiles, computergestütztes, multimediales Lernen“, last retrieved 16.06.2006, at http://drei.fh-joanneum.at/mle/

[Sommer99] T. Sommerlatte, C.H. Antoni: „Spezialreport Wissensmanagement: Wie deutsche Firmen ihr Wissen profitabel machen“, 1. Auflage 1999, Symposion Publishing GmbH, ISBN 3-933814-02-2

[Vogt/Heinsen03] Petra Vogt, Sven Heinsen: „Usability praktisch umsetzen“, Carl Hansler Verlag, ISBN 3-446-22272-3

[W1] www.learntec.de

[W2] www.online-educa.com

[Zimm04] Philip G. Zimbardo, Richard J. Gerrig: „Psychologie“, 16. Auflage 2004, PearsonStudium, ISBN 3-8273-7056-6

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Arten von Mobilität nach Zängler 9
Abbildung 2: Von der Information zum Wissen nach Holzinger 12
Abbildung 3: Wissensgewinnung nach Holzinger 12
Abbildung 4: Lesemaschine von Ramelli [www.hrz.uni-dortmund.de] 19
Abbildung 5: Der Memory Expander MEMEX [www.apollon.uio.no] 20
Abbildung 5: Einteilung von Anwendungen in Lerntheorien nach Kerres, Holzinger... 23
Abbildung 6: Beispiele für PDAs - Dell Axim, HP iPaq, Palm Tungsten [www.dell.com, www.hp.com, www.palm.com] 29
Abbildung 7: Smartphone von O2 [www.O2.com] 29
Abbildung 8: Wireless Handheld aus der Treo Serie von Palm [www.palm.com] 30
Abbildung 9: UIQ Themes [www.uiq.com] 32
Abbildung 10: S60 Oberfläche im Hoch- und Querformat [www.s60.com] 32
Abbildung 11: Windows Mobile Oberfläche [www.microsoft.com] 33
Abbildung 12: Mobile Office Anwendungen [www.microsoft.com] 33
Abbildung 13: Palm OS [www.palm.com] 34
Abbildung 14: Die Java Virtuelle Maschine nach Goll 36
Abbildung 15: Java Editions [www.sun.com] 37
Abbildung 16: Architektur PI-Data Framework 42
Abbildung 17: Implementierung auf dem Mobilgerät 42
Abbildung 18: Usability Kamera 1 [www.google.com] 55
Abbildung 19: Usability Kamera 2 [www.google.com] 56
Abbildung 20: Usability Kamera 3 [www.google.com] 56
Abbildung 21: HTML-Prototyp [www.dasoertliche-marketing.de] 57
Abbildung 22: Pocket PC Simulator [www.microsoft.com] 58
Abbildung 23: Palm OS Simulator [www.palm.com] 58
Abbildung 24: Faltbarer Papierprototyp [www.handheldusability.info] 59
Abbildung 25: Prototyp & Umsetzung [www.handheldusability.info] 59
Abbildung 26: Privater Bereich der VUR [Leh06] 62
Abbildung 27: Lerneinheit der VUR [Leh06] 62
Abbildung 28: WELCOME Systemstruktur nach Lehner 64
Abbildung 29: SML Lerneinheit [www.smartmedia.de] 67
Abbildung 30: SML Wissenstest [www.smartmedia.de] 68
Abbildung 31: iTutor Endgerät [www.learnexact.com] 70
Abbildung 32: iTutor Headset [www.learnexact.com] 70
Abbildung 33: Einzug mobilen Lernens nach Kuszpa 72
Abbildung 34: Bildungsbereiche mobilen Lernens nach Kuszpa 72
Abbildung 35: Lernsituationen von Mobile-Learning nach Kuszpa 73
Abbildung 36: Lernformen von Mobile-Learning nach Kuszpa 73
Abbildung 37: Lerninhalte von Mobile-Learning nach Kuszpa 74

Abbildung 38: Vorteile von Mobile-Learning nach Kuszpa 75
Abbildung 39: Nachteile von Mobile-Learning nach Kuszpa 75
Abbildung 40: Materialnotizen auf Türdurchgang 78
Abbildung 41: Hauptdialog und Bestellung - Mobile Montage 79
Abbildung 42: Suchdialog - Mobile Montage 80
Abbildung 43: Bestellung beendet - Mobile Montage 80
Abbildung 44: Vorarbeiter beim Bestellen 81
Abbildung 45: Eingesetzter Handheld MDA 81
Abbildung 46: Montageanweisung - Bauprojekt 83
Abbildung 47: Zeichnung zur Anweisung 83
Abbildung 48: Storyboard Papierprototypen 86
Abbildung 49: Papier- und Software Prototyp 87
Abbildung 50: Hauptdialog und Dialog der Anweisungsliste 89
Abbildung 51: Dialog einer Anweisung 89
Abbildung 52: Dialoge zu Anhängen 90
Abbildung 53: Suchdialog 90
Abbildung 54: Anweisung von SchwörerHaus 95
Abbildung 55: Zeichnung zu einer Anweisung 96
Abbildung 56: Zoomtechnik 1 97
Abbildung 57: Zoomtechnik 2 98
Abbildung 58: Zoomtechnik 3 98
Abbildung 59: SOTI Pocket Controller 99
Abbildung 60: Lernszenario 1 100
Abbildung 61: Lernszenario 2 101

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: GPRS und GSM Preis. Geschwindigkeit 48
Tabelle 2: Vergleich GPRS - GSM 48
Tabelle 3: Multimedia Angebote WELCOME nach Lehner 63

Abkürzungsverzeichnis

API	Application Programming Interface
GSM	Global System for Mobile Communications
GPRS	General Packet Radio Service
HTML	Hypertext Markup Language
LAN	Local Area Network
JDK	Java Development Kit
JVM	Java Virtual Machine
PC	Personal Computer
PDA	Personal Digital Assistent
PIM	Personal Information Management
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VM	Virtual Machine
WAN	Wide Area Network
WAP	Wireless Application Protocol
WLAN	Wireless Local Area Network
WWW	World Wide Web
XML	Extensible Markup Language
WSDL	Web Service Definition Language

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht.

Ort, Datum

Unterschrift

Anhang

Im Anhang sind, Teile der XML-Dateien zur Dialogdefinition und Datenhaltung, das XML-Schema zur Bestimmung der generierten Modells und Teile der geschriebenen Java-Klassen.

XML-Datei zur Dialogdefinition

Datei application.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO8859_1"?>
<application ID="Schwoerer"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns="de.pidata.gui"
  xmlns:mod="de.pidata.models"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:mmo="de.schwoerer.MMontage"
  xmlns:mml="de.schwoerer.MMontageLearn"
  xmlns:mms="de.schwoerer.MMontageSAP"
  xmlns:ser="http://www.pidata.de/res/service/log"
  operation="LoginDlg" >
  <data namespace="de.schwoerer.MMontageLearn" storage="XML"
path="data/AnweisungenListe.xml"/>
  <stringTable ID="ST_Kategorie">
    <stringEntry ID="elektro" value="Elektro"/>
    <stringEntry ID="sanitaer" value="Sanit&auml;r"/>
    <stringEntry ID="holz" value="Holz"/>
    <stringEntry ID="rohbau" value="Rohbau"/>
  </stringTable>
  <!-- ..................Hauptdialog Anweisungen ............... -->
  <dialogDef ID="Anweisungen" title="Anweisungen" model="." fullScreen="true">
    <panelDef row="0" col="0" rowSpan="1" colSpan="1">
      <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
      <layout ID="cols" typeID="FlowLayouter"/>
      <panelDef row="-1">
        <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
        <layout ID="cols" typeID="FlowLayouter"/>
        <compDef typeID="button" ID="B_Open" caption="÷ffnen" row="-1"/>
        <compDef typeID="button" ID="B_Search" caption="Katalogsuche"/>
        <compDef typeID="button" ID="B_Zurueck" caption="Zur¸ck"/>
        <tableDef ID="TAB_AnweisungenTabelle" row="-1" colSpan="6">
          <layout ID="cols" typeID="FlowLayouter"/>
          <header ID="H1" background="0xFCFCED" >
            <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
            <compDef typeID="label" ID="LT_Text"   caption="Thema:"/>
          </header>
          <body ID="B1" background="0xD8D6C7">
            <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
            <compDef typeID="label" ID="TT_Text"/>
```

```
          </body>
        </tableDef>
      </panelDef>
      <panelDef row="-1" colSpan="2">
        <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
        <layout ID="cols" typeID="FlowLayouter"/>
        <compDef typeID="label" ID="L_Anhang" caption="Anh&auml;nge:"/>
        <compDef typeID="textline" ID="T_Anhang"
background="COLOR_BACKGROUND_PANEL"/>
      </panelDef>
    </panelDef>
    <actionDef ID="Open"
classname="de.schwoerer.mmontage.skinclient.DoReadFile">
      <comp ID="button" compID="B_Open"/>
    </actionDef>
    <actionDef ID="Search">
      <comp ID="button" compID="B_Search"/>
      <invoke operation="Katalogsuche"/>
    </actionDef>
    <actionDef ID="Zurueck">
      <comp ID="button" compID="B_Zurueck"/>
      <invoke operation="Cancel"/>
    </actionDef>
    <tableControllerDef ID="AnweisungenTabelle"
        tableID="TAB_AnweisungenTabelle">
      <column ID="Text"   headID="LT_Text"   compID="TT_Text"   model="."
        valueID="mml:Kurztext"/>
      <lookup selType="mod:MAX_ONE" model="." relationID="mml:Anweisung"/>
    </tableControllerDef>
    <controllerDef ID="Anhang" typeID="TextController"
        dataSource="AnweisungenTabelle" model="." valueID="mml:anhangCount>
      <comp ID="text" compID="T_Anhang"/>
    </controllerDef>
   </dialogDef>
  <!-- ....................... Anweisung ....................... -->
  <dialogDef ID="Anweisung" title="Anweisung" model="." fullScreen="true">
    <panelDef row="0" col="0" rowSpan="1" colSpan="1">
      <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
      <layout ID="cols" typeID="FlowLayouter"/>
      <panelDef row="-1" col="0">
        <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
        <layout ID="cols" typeID="FlowLayouter"/>
        <compDef typeID="button" ID="B_Drucken" caption="Drucken"/>
        <compDef typeID="button" ID="B_Anhang" caption="Anhang &ouml;ffnen"/>
        <compDef typeID="button" ID="B_Cancel" caption="Zur&uuml;ck"/>
      </panelDef>
      <panelDef row="-1" col="0">
        <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
        <layout ID="cols" typeID="FlowLayouter"/>
        <compDef typeID="label" ID="L_Anhang" caption="Anhg"/>
        <compDef typeID="combobox" ID="C_Anhang" />
      </panelDef>
      <panelDef row="-1" col="0">
        <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
```

```
      <layout ID="cols" typeID="FlowLayouter"/>
      <compDef typeID="label" ID="L_Betreff" caption="Thema:"/>
      <compDef typeID="label" ID="T_Kurztext"/>
    </panelDef>
    <panelDef ID="T_Anweisung" row="-1" col="0" colSpan="3"
        background="WHITE" scroller="both">
      <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
      <layout ID="cols" typeID="FlowLayouter"/>
      <compDef typeID="textline" ID="0"/>
      <compDef typeID="textline" ID="1" row="-1"/>
      <compDef typeID="textline" ID="2" row="-1"/>
      <compDef typeID="textline" ID="3" row="-1"/>
    </panelDef>
  </panelDef>
  <actionDef ID="Cancel">
    <comp ID="button" compID="B_Cancel"/>
    <invoke operation="Cancel"/>
  </actionDef>
  <actionDef ID="BAnhang"
      classname="de.schwoerer.mmontage.skinclient.DoOpenImg" >
    <comp ID="button" compID="B_Anhang"/>
  </actionDef>
  <controllerDef ID="Kurztext" typeID="TextController">
    <comp ID="text" compID="T_Kurztext"/>
    <lookup selType="mod:SINGLE" model="." relationID="mml:Anweisung"
      valueID="mml:anhangCount"/>
  </controllerDef>
  <controllerDef ID="Anhang" typeID="SelectionController" >
    <comp ID="selector" compID="C_Anhang"/>
    <lookup selType="mod:SINGLE" model="." relationID="mml:Anhang"
      valueID="mml:Betreff"/>
  </controllerDef>
  <controllerDef ID="Anweisung_Text" typeID="TextEditor" model="."
      valueID="mml:LANGTEXT">
    <comp ID="text" compID="T_Anweisung"/>
  </controllerDef>
</dialogDef>
<!-- ................... Anweisungsbild ..................  -->
<dialogDef ID="Anweisungsbild" title="Anhang" model="." fullScreen="true" >
  <panelDef row="0" col="0" >
    <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
    <layout ID="cols" typeID="FlowLayouter"/>
    <panelDef row="-1">
      <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
      <layout ID="cols" typeID="FlowLayouter"/>
      <compDef typeID="button"    ID="B_Print" caption="Drucken"/>
      <compDef typeID="button"    ID="B_Cancel" caption="Zur&uuml;ck"/>
    </panelDef>
    <panelDef row="-1" colSpan="2" scroller="both">
     <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
     <layout ID="cols" typeID="FlowLayouter"/>
     <drawDef ID="D_Image" background="WHITE" width="700" height="270"/>
    </panelDef>
  </panelDef>
```

```
    <controllerDef ID="Image" typeID="PaintController">
      <comp ID="label" compID="L_Image"/>
      <comp ID="paint" compID="D_Image"/>
    </controllerDef>
    <actionDef ID="Cancel">
      <comp ID="button" compID="B_Cancel"/>
      <invoke operation="Cancel"/>
    </actionDef>
  </dialogDef>
  <!-- ................... Aweisung Katalogsuche ..................  -->
  <dialogDef ID="Katalogsuche" title="Anweisungen Suche" model="."
        fullScreen="true" >
    <panelDef>
      <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
      <layout ID="cols" typeID="FlowLayouter"/>
      <compDef typeID="label" ID="L_Thema" caption="Kurztext:"/>
      <compDef typeID="textfield" ID="T_Thema" colSpan="2"/>
      <compDef typeID="label" ID="L_Kategorie" caption="Kategorie:" row="-1"/>
      <compDef typeID="combobox" ID="C_Kategorie" colSpan="2"/>
      <panelDef row="-1" colSpan = "3" >
        <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
        <layout ID="cols" typeID="FlowLayouter"/>
        <compDef typeID="button" ID="B_Such" caption="Suchen" row="-1"/>
        <compDef typeID="button" ID="B_Leer" caption="Leeren"/>
        <compDef typeID="button" ID="B_Open" caption="÷ffnen"/>
        <compDef typeID="button" ID="B_Cancel" caption="Zur&uuml;ck"/>
      </panelDef>
      <panelDef row="-1" colSpan = "3">
        <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
        <layout ID="cols" typeID="FlowLayouter"/>
        <tableDef ID="TAB_ErgebnisTabelle" row="-1" colSpan="6">
          <layout ID="cols" typeID="FlowLayouter"/>
          <header ID="H1" background="0xFCFCED" >
            <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
            <compDef typeID="label" ID="LT_thema" caption="Thema"/>
          </header>
          <body ID="B1" background="0xD8D6C7">
            <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
            <compDef typeID="label" ID="TT_thema"/>
          </body>
        </tableDef>
      </panelDef>
      <panelDef row="-1" colSpan="2">
        <layout ID="rows" typeID="FlowLayouter"/>
        <layout ID="cols" typeID="FlowLayouter"/>
        <compDef typeID="label" ID="L_Anhang" caption="Anh&auml;nge: " />
        <compDef typeID="label" ID="T_Anhang"
          background="COLOR_BACKGROUND_PANEL"/>
      </panelDef>
    </panelDef>
    <controllerDef ID="Thema" typeID="TextController" model="." >
      <comp ID="label" compID="L_Thema"/>
      <comp ID="text" compID="T_Thema"/>
    </controllerDef>
```

```
    <controllerDef ID="Art" typeID="SelectionController" model="."
          valueID="mmo:Art">
      <comp ID="selector" compID="C_Kategorie"/>
      <lookup selType="mod:SINGLE" model="/stringTable[@ID = 'ST_Kategorie']"
          relationID="stringEntry" valueID="value"/>
    </controllerDef>
    <controllerDef ID="Anhang" typeID="TextController"
          dataSource="ErgebnisTabelle" model="." valueID="mml:anhangCount" >
      <comp ID="text" compID="T_Anhang"/>
    </controllerDef>
    <actionDef ID="Exit">
      <comp ID="button" compID="B_Cancel"/>
      <invoke operation="Cancel"/>
    </actionDef>
    <tableControllerDef ID="ErgebnisTabelle" tableID="TAB_ErgebnisTabelle">
      <column ID="status" headID="LT_thema"   compID="TT_thema"   model="."
        valueID="mml:Kurztext"/>
      <lookup selType="mod:MAX_ONE" model="." relationID="mml:Anweisung"/>
    </tableControllerDef>
  </dialogDef>
</application>
```

XML-Schema zum generieren der Modells

Datei mlearn.xsd

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsd:schema id="Learn_Factory" targetNamespace="de.schwoerer.MMontageLearn"
  xmlns="de.schwoerer.MMontageLearn"
  xmlns:mmo="de.schwoerer.MMontage"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  elementFormDefault="unqualified" attributeFormDefault="unqualified">
  <!-- ..... ListeListe hält die AnweisungsListe ..... -->
   <xsd:element name="ListeListe">
    <xsd:complexType>
      <xsd:sequence>
        <xsd:element ref="AnweisungenListe" minOccurs="0"
          maxOccurs="unbounded"/>
      </xsd:sequence>
      <xsd:attribute name="ID" type="xsd:QName"/>
    </xsd:complexType>
    <xsd:key name="Key_Liste">
      <xsd:selector xpath="AnweisungenListe"/>
      <xsd:field xpath="@ID"/>
    </xsd:key>
  </xsd:element>
  <!-- ..... AnweisungenListe hält Anweisungen ..... -->
   <xsd:element name="AnweisungenListe">
    <xsd:complexType>
      <xsd:sequence>
        <xsd:element ref="Anweisung" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
      </xsd:sequence>
      <xsd:attribute name="ID" type="xsd:QName"/>
```

```
    </xsd:complexType>
    <xsd:key name="Key_Anweisung">
      <xsd:selector xpath="Anweisung"/>
      <xsd:field xpath="@ID"/>
    </xsd:key>
  </xsd:element>
  <!-- ..... Anweisung ..... -->
  <xsd:element name="Anweisung">
    <xsd:complexType>
      <xsd:attribute name="ID" type="xsd:QName"/>
      <xsd:attribute name="anhangCount" type="xsd:int"/>
      <xsd:attribute name="Art" type="xsd:string"/>
      <xsd:attribute name="Kurztext" type="xsd:string" />
      <xsd:attribute name="LANGTEXT">
        <xsd:simpleType>
          <xsd:restriction base="xsd:string">
            <xsd:minLength value="0"/>
            <xsd:maxLength value="4000"/>
          </xsd:restriction>
        </xsd:simpleType>
      </xsd:attribute>
      <xsd:sequence>
        <xsd:element ref="Anhang" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
      </xsd:sequence>
    </xsd:complexType>
    <xsd:key name="Key_Anhang">
      <xsd:selector xpath="Anhang"/>
      <xsd:field xpath="@ID"/>
    </xsd:key>
  </xsd:element>
 <!-- ......... Anhang ........ -->
   <xsd:element name="Anhang">
    <xsd:complexType>
      <xsd:attribute name="ID" type="xsd:QName"/>
      <xsd:attribute name="Dateiname" type="xsd:string" />
      <xsd:attribute name="Betreff" type="xsd:string" />
    </xsd:complexType>
  </xsd:element>
  <!-- ....... Anweisungen Suchergebnisse ....... -->
  <xsd:element name="AnweisungSuchergebnis">
    <xsd:complexType>
      <xsd:attribute name="ID" type="xsd:QName"/>
      <xsd:attribute name="Kategorie" type="xsd:QName"/>
      <xsd:attribute name="Kurztext" type="xsd:string"/>
    </xsd:complexType>
  </xsd:element>
</xsd:schema>
```

XML-Datei zur Datendefinition

Datei AnweisungenListe.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO8859_1" ?>
<mml:ListeListe ID="mml:ListeListe"
   xmlns:mml="de.schwoerer.MMontageLearn"
   xmlns:sap="de.schwoerer.MMontageSAP">
  <mml:AnweisungenListe ID="sap:0000838753">
    <mml:Anweisung ID="mml:01" anhangCount="4" Art="Anweisung"
        Kurztext="Ausfuehrung von Schwellen OG DG" >
      <mml:Anhang ID="mml:1" Dateiname="zeichnung_1" Betreff="Holz,
        DG-Balkon"/>
      <mml:Anhang ID="mml:2" Dateiname="zeichnung_2" Betreff="Holz,
        DG-Balkon Giebel, 3-L"/>
      <mml:Anhang ID="mml:3" Dateiname="zeichnung_3" Betreff="Stand.
        OG, Kniest./Gaube"/>
      <mml:Anhang ID="mml:4" Dateiname="zeichnung_4" Betreff="Stand.
   OG, Kniest./Gaube, 3-L"/>
    </mml:Anweisung>
    <mml:Anweisung ID="mml:02" anhangCount="0" Art="Anweisung"
        Kurztext="Ringanker Typ 012" />
    </mml:Anweisung>
    <mml:Anweisung ID="mml:03" anhangCount="1" Art="Anweisung"
        Kurztext="Kellertreppe 0815"
      <mml:Anhang ID="mml:1" Dateiname="zeichnung_1"
        Betreff="Verschalung Tischlerplatte G3"/>
    </mml:Anweisung>
    <mml:Anweisung ID="mml:04" anhangCount="0" Art="Notiz"
        Kurztext="Sicherung gegen Schneelast" >
      <mml:Anhang ID="mml:1" Dateiname="leer" Betreff="kein Anhang"/>
    </mml:Anweisung>
  </mml:AnweisungenListe>
  <mml:AnweisungenListe ID="sap:0000828753">
    <mml:Anweisung ID="mml:05" anhangCount="3" Art="Anweisung"
        Kurztext="Wendeltreppe Esche Natur"
      <mml:Anhang ID="mml:1" Dateiname="zeichnung_1"
        Betreff="Langd&uuml;bel Beton"/>
      <mml:Anhang ID="mml:2" Dateiname="zeichnung_2"
        Betreff="Langd&uuml;bel Ziegelmauerwerk"/>
    </mml:Anweisung>
    <mml:Anweisung ID="mml:06" anhangCount="3" Kurztext="Schaltschrank
        Keller Typ1">
      <mml:Anhang ID="mml:1" Dateiname="zeichnung_1"
        Betreff="Anschlussbelegeung"/>
      <mml:Anhang ID="mml:2" Dateiname="zeichnung_2"
        Betreff="Schaltplan FX 201"/>
      <mml:Anhang ID="mml:2" Dateiname="zeichnung_3"
        Betreff="Schaltplan FX 203"/>
    </mml:Anweisung>
  </mml:AnweisungenListe>
  <mml:AnweisungenListe ID="sap:0000608753">
    <mml:Anweisung ID="mml:11" anhangCount="2" Art="Anweisug"
        Kurztext="Holzfenster WERU T2"
```

```
      <mml:Anhang ID="mml:1" Dateiname="zeichnung_1"
        Betreff="Bauschaum WERU PT103"/>
      <mml:Anhang ID="mml:2" Dateiname="zeichnung_2"
        Betreff="Kippmechanismus Fl&uuml;gelfenster"/>
    </mml:Anweisung>
    <mml:Anweisung ID="mml:12" anhangCount="0" Art="Notiz"
        Kurztext="Ziegel Typ Salamanca" >
      <mml:Anhang ID="mml:1" Dateiname="leer" Betreff="kein Anhang"/>
    </mml:Anweisung>
  </mml:AnweisungenListe>
</mml:ListeListe>
```

Java Klassen

Die aus dem XML-Schema generierten Klassen sind hier nicht beigefügt.

readTextFile:

Methode die eine Klasse des Frameworks zum einlesen von Textdateien erweitert:

```
public String readTextFile(String source) throws IOException {
    File inFile = getFile(source);
    String text = "";
    String buffer;
    Vector vec = new Vector();
    if (inFile.exists()) {

    BufferedReader  in = new BufferedReader(new InputStreamReader(new
FileInputStream(inFile)));
                  while(null != (buffer = in.readLine())){
                    vec.addElement(buffer);
                  }
                  in.close();
                  for( int j=0; j<vec.size(); j++ ){
                    text += vec.elementAt(j).toString() + " ";
                  }
    }
    return text;
  }
```

DoReadFile.java

```
public class DoReadFile extends GuiOperation {

    private DialogController dialog;
     public static final String FILE_DIR = "files";

    public static final Namespace MLEARN_NAMESPACE =
        Namespace.getInstance("de.schwoerer.MMontageLearn");

    public void execute(DialogController dlgController) throws
        ServiceException {

      // Selektierte Zeile der Tabelle holen und Kurztext auslesen
      TableController controller = (TableController)
        dlgController.getController(NAMESPACE.getQName("AnweisungenTabelle"));
      Anweisung anweisung = (Anweisung) controller.getSelectedRow();
      String field = (String)
        anweisung.get(MLEARN_NAMESPACE.getQName("Kurztext"));

      anweisung.setLANGTEXT(readFile(field));

      dialog = dlgController.getDialogBuilder().
        createDialogController(NAMESPACE.getQName("Anweisung"),
        dlgController.getContext(), anweisung);
      // Textline holen und Kurtext einf¸gen
      TextController textline =  (TextController)
        dialog.getController(NAMESPACE.getQName("Kurztext"));
      textline.setValue(anweisung.get(MLEARN_NAMESPACE.getQName("Kurztext")));

      // Button "Anhang ˆffnen" ausgrauen oder nicht
      ActionController ctrl = (ActionController)
        dialog.getController(NAMESPACE.getQName("BAnhang"));
      if ( ctrl != null ){
         ctrl.setEnabled(anweisung.getAnhangCount().intValue() > 0);
      }

      dialog.show(true);
    }

    // liest Textdateien aus dem Odner files aus und gibt den Text in einem
        string zurück
    public String readFile(String thema){

     String text ="";
     try {
       if ((thema != null) && (thema.length() > 0)) {

         thema += ".txt";
         Storage storage = SystemManager.getInstance().getStorage(FILE_DIR);
         if (storage.exists(thema)) {
           text = storage.readTextFile(thema);
         }
       }
```

```
     }
     catch (Exception ex) {
      SystemManager.error("Could not load image, fileName="+thema, ex);
     }

    return text;
   }
}
```

DoOpenImg.java

```
public class DoOpenImg extends GuiOperation {

    private DialogController dialog;
    public static final Namespace MLEARN_NAMESPACE =
        Namespace.getInstance("de.schwoerer.MMontageLearn");

    public void execute(DialogController dlgController) throws
        ServiceException {

         Model myimg = dlgController.getModel();

         dialog = dlgController.getDialogBuilder().
           createDialogController(NAMESPACE.getQName("Anweisungsbild"),
           dlgController.getContext(), myimg);
         PaintController img = (PaintController)
           dialog.getController(NAMESPACE.getQName("Image"));

         SelectionController controller = (SelectionController)
           dlgController.getController(NAMESPACE.getQName("Anhang"));
         Anhang anhang = (Anhang) controller.getSelectedRow();
         String datei = (String)
           anhang.get(MLEARN_NAMESPACE.getQName("Dateiname"));

         img.loadImage( datei );
         dialog.show(true);
    }
}
```

DoOpenAnweisungen.java

```
public class DoOpenAnweisungen extends GuiOperation {

    private DialogController dialog;
    public static final Namespace MLEARN_NAMESPACE =
        Namespace.getInstance("de.schwoerer.MMontageLearn");
    public static final Namespace MMONTAGE_NAMESPACE =
        Namespace.getInstance("de.schwoerer.MMontage");

    public void execute(DialogController dlgController) throws
        ServiceException {

      SelectionController controller = (SelectionController)
        dlgController.getController(NAMESPACE.getQName("Auftraege"));
```

```
      Model model = controller.getSelectedRow();
      QName auftragID = (QName) model.get(MMONTAGE_NAMESPACE.getQName("ID"));

      Root data = dlgController.getContext().getDataRoot();
      ListeListe listeModel = (ListeListe)
        data.get(MLEARN_NAMESPACE.getQName("ListeListe"), null);
      AnweisungenListe anwListe = listeModel.getAnweisungenListe( auftragID );

      dialog = dlgController.getDialogBuilder().
        createDialogController(NAMESPACE.getQName("Anweisungen"),
        dlgController.getContext(), anwListe);

      //Todo: Framework unterst¸tzt keine Events: Klick auf Tabellenzeile -->
        erneuter childCount!!!
      //TableController anwController = (TableController)
        dialog.getController(NAMESPACE.getQName("AnweisungenTabelle"));
      //Anweisung anweisung = (Anweisung) anwController.getSelectedRow();
      //Integer i =
        (anweisung.childCount(MLEARN_NAMESPACE.getQName("Anhang")));
      //TextController anhangCount = (TextController)
        dialog.getController(NAMESPACE.getQName("Anhang"));
      //anhangCount.setValue(i.toString());

      dialog.show(true);
    }
}
```

DoOpenSucheAnweisungen.java

```
public class DoOpenSucheAnweisung extends GuiOperation  {

  public static final Namespace MLEARN_NAMESPACE =
        Namespace.getInstance("de.schwoerer.MMontageLearn");
  public static final QName SCHLAGWORT =
        MLEARN_NAMESPACE.getQName("Schlagwort");
  public static final QName ERGEBNIS_TABLE =
        NAMESPACE.getQName("ErgebnisTabelle");
  public static final QName KATEGORIE     =
        MLEARN_NAMESPACE.getQName("Kategorie");

  private Selection tableSelection;
  private TableController ergTable;

  public void execute(DialogController dlgController) throws ServiceException
   {
    DialogController suchDialog;
    suchDialog = dlgController.getDialogBuilder().
        createDialogController(NAMESPACE.getQName("Katalogsuche"),
        dlgController.getContext(), null);
    this.ergTable = (TableController)
        suchDialog.getController(DoOpenSucheAnweisung.ERGEBNIS_TABLE);
    this.tableSelection = ergTable.getSelection();
    this.tableSelection.addListener(this);
    suchDialog.show(true);

    this.tableSelection.removeListener(this);
  }

  private void updateSelectedAnweisung(TableController table) {
    Model artikel = table.getSelectedRow();
    TextController container = (TextController)
        table.getDialogController().
        getController(DoOpenSucheAnweisung.SCHLAGWORT);
    if (container != null) {
      container.getBinding().setModel(artikel, null);
    }
  }

  public void eventOccured(int type, int eventID, Object source, QName
        modelID, Object oldValue, Object newValue) {
    if (source == this.tableSelection) {
      updateSelectedAnweisung(this.ergTable);
    }
    else {
      super.eventOccured(type, eventID, source, modelID, oldValue, newValue);
    }
  }
}
```