

Mobiles ortsbezogenes Lernen in der GIS- Ausbildung

DIPLOMARBEIT

vorgelegt dem
Geographischen Institut der Universität Zürich
von

THOMAS WOODTLI

aus
Affoltern am Albis, ZH

Betreuer:
Prof. Dr. Robert Weibel
Dr. Dirk Burghardt

Zürich, Mai 2007

ZUSAMMENFASSUNG

Durch die Entwicklung von mobilen Telekommunikationstechnologien sind heute Informationen und Wissen zu jedem Zeitpunkt und von jedem Ort aus zugänglich und abrufbar. Eingeschränkt wird diese Mobilität lediglich durch die Netzabdeckung. Übertragen auf die Lehre ergibt sich daraus die Möglichkeit des mobilen Lernens. Profitieren von dieser Flexibilität in der Wahl des Lernortes kann speziell die Geographie als Disziplin mit Bezug zu räumlichen Strukturen: Informationen und Wissen können nun ausserhalb vom Hörsaal in der Natur am Ort des Phänomens selbst, mit anderen Worten im natürlichen Kontext, aufgenommen werden. Solches Lernen wird daher als mobiles ortsbezogenes Lernen bezeichnet.

Die Arbeit befasst sich mit der Entwicklung eines Prototyps für mobiles ortsbezogenes Lernen. Dabei liegt der Fokus in der Konzeption und Implementierung dieser Anwendung, welche sich aufgrund der mobilen Komponente und des Ortsbezugs von gewöhnlichen elektronischen Lernsystemen erheblich unterscheidet. Einleitend werden daher einerseits didaktische Paradigmen erläutert, um mobiles ortsbezogenes Lernen besser zu charakterisieren. Andererseits werden technologische Eigenschaften von mobilem ortsbezogenem Lernen beschrieben, durch jene mobiles ortsbezogenes Lernen überhaupt ermöglicht wird. Beleuchtet werden bei der Konzeption besonders Anforderungen, welche eine Thematik erfüllen muss, um sich für mobiles ortsbezogenes Lernen zu eignen. Die Thematik der Lektion liegt im Bereich der GIS-Ausbildung (Geographische Informationssysteme). Als Evaluationswerkzeug wird das Task Model verwendet, welches in einem europäischen Forschungsprojekt eigens für mobile Anwendungen entwickelt wurde. Von besonderem Interesse sind dabei Vorteile und Nachteile, die durch den Einsatz von mobilem ortsbezogenem Lernen entstehen und aufgrund der Betrachtung der mobilen ortsbezogenes Lernens aus technischer und inhaltlicher Ebene untersucht werden können. Abschliessend werden diese Stärken und Schwächen mit E-Learning und gewöhnlichem mobilem Lernen verglichen.

DANKSAGUNG

Für das Ermöglichen meiner Diplomarbeit danke ich vor allem:

Dirk Burghardt, an welchen ich mich bei Problemen und Unklarheiten stets wenden konnte und der mich immer tatkräftig unterstützte.

Melanie Schneider von HP Schweiz für die Ausleihe eines HP hw6915, welcher für das Testen und die Evaluation des Programms unentbehrlich war.

Jon Person von Geoframeworks für die Hilfe beim Implementieren der Karten und die Zuverfügungstellung des GIS.NET- und GPS.NET-Plug-ins.

Stefan Schmid für Korrekturlesen, Fotoshooting und die etlichen aufheiternden Momente am Arbeitsplatz.

Meinen Eltern für die finanzielle Unterstützung, welche mir das Studium erst ermöglichte.

... und natürlich Claudia für ihre Geduld und Unterstützung, auf welche ich mich während des ganzen Prozesses verlassen konnte!

INHALT

1. EINLEITUNG	7
1.1. FRAGESTELLUNGEN UND ZIELSETZUNGEN	7
1.2. AUFBAU DER ARBEIT	8
2. E-LEARNING, MOBILES LERNEN UND MOBILES ORTSBEZOGENES LERNEN.....	9
2.1. E-LEARNING	9
2.2. MOBILES LERNEN	10
2.2.1. DEFINITION VON MOBILEM LERNEN	11
2.2.2. KATEGORIEN VON MOBILEM LERNEN.....	12
2.3. MOBILES LERNEN IN DER GEOGRAPHIEAUSBILDUNG	13
2.4. TECHNOLOGISCHE EIGENSCHAFTEN	15
2.4.1. MOBILE GERÄTE.....	15
2.4.2. DATENÜBERTRAGUNGSTECHNIKEN	20
2.5. LEHRE MIT MOBILEM UND MOBILEM ORTSBEZOGENEM LERNEN	22
3. LERNTHEORIEN.....	24
3.1. BEHAVIORISMUS	24
3.1.1. PROGRAMMIERTE INSTRUKTION.....	26
3.1.2. BEDEUTUNG FÜR MOBILES ORTSBEZOGENES LERNEN	27
3.2. KOGNITIVISMUS	28
3.2.1. ADAPTIVITÄT	29
3.2.2. INTELLIGENTE TUTORIELLE SYSTEME.....	30
3.2.3. IMPLIZITES FEEDBACK	30
3.2.4. BEDEUTUNG FÜR MOBILES ORTSBEZOGENES LERNEN	32
3.3. KONSTRUKTIVISMUS	34
3.3.1. SITUATIVES LERNEN	35
3.3.2. KOLLABORATIVES LERNEN	35
3.3.3. SIMULATIONEN	35
3.3.4. MIKROWELTEN	36
3.3.5. BEDEUTUNG FÜR MOBILES ORTSBEZOGENES LERNEN	36
3.4. ZUSAMMENFASSUNG	37
4. ENTWICKLUNG UND DIDAKTISCHE STRUKTUR VON ELEKTRONISCHEN LERNSYSTEMEN	39
4.1. ENTWICKLUNGSMODELL HYPERMEDIALER LERNSYSTEME	39

4.1.1.	BEDEUTUNG FÜR MOBILES ORTSBEZOGENES LERNEN	41
4.2.	DIDAKTISCHES KONZEPT EINES ELEKTRONISCHEN LERNSYSTEMS	42
4.2.1.	BEDEUTUNG FÜR MOBILES ORTSBEZOGENES LERNEN	43
4.3.	DIDAKTISCH-METHODISCHE STRUKTUR VON LERNANGEBOTEN	44
4.3.1.	EXPOSITION.....	45
4.3.2.	EXPLORATION	45
4.3.4.	KOMMUNIKATION.....	46
4.3.5.	BEDEUTUNG FÜR MOBILES ORTSBEZOGENES LERNEN	47
5.	KONZEPTION EINER MOBILEN ORTSBEZOGENEN LEKTION.....	49
5.1.	BEDARFSANALYSE	49
5.2.	ANFORDERUNGEN	50
5.2.1.	ANFORDERUNGEN	50
5.2.2.	HARD- UND SOFTWARE.....	52
5.3.	PRODUKTION	55
5.3.1.	BETRIEBSSYSTEM.....	55
5.3.2.	DIDAKTISCHER ABLAUF	55
5.3.3.	BENUTZERFREUNDLICHKEIT.....	60
5.3.4.	IMPLEMENTIERUNG	61
5.3.5.	PRINTSCREENS.....	64
5.4.	EVALUATION	67
5.4.1.	TASK MODEL.....	67
5.4.2.	BEOBSACHTUNG UND BEFRAGUNG	72
5.4.3.	EVALUATION DER LEKTION «NEIGUNG & EXPOSITION».....	77
5.4.4.	VORTEILE.....	79
5.4.5.	NACHTEILE.....	82
5.5.	ZUSAMMENFASSUNG	84
6.	VERGLEICH «E-LEARNING» – «MOBILES LERNEN» – «MOBILES ORTSBEZOGENES LERNEN»	87
6.1.	PLATTFORM	87
6.2.	VORTEILE	88
6.3.	NACHTEILE	90
7.	SCHLUSSFOLGERUNG	92
7.1.	RESULTATE	92
7.2.	AUSBLICK	93
	LITERATUR	95

ABBILDUNGEN

Abbildung 1: Beispiele von PDAs/Handhelds	16
Abbildung 2: Beispiele von Smartphones	17
Abbildung 3: Beispiele von Tablet-PCs	18
Abbildung 4: Zukünftige Mobiltelefone	20
Abbildung 5: Behavioristischer Ansatz	26
Abbildung 6: Aufbau der programmierten Instruktion.....	27
Abbildung 7: Klassifikation für Implizites-Feedback-Techniken.....	31
Abbildung 8: Entwicklungsmodell hypermedialer Systeme.....	41
Abbildung 9: Exposition	45
Abbildung 10: Exploration.....	45
Abbildung 11: Konstruktion	46
Abbildung 12: Kommunikation.....	46
Abbildung 13: HP iPAQ hw6915	52
Abbildung 14: Ablauf der Lektion	56
Abbildung 15: Neigungskarte mit 1-m-Auflösung.....	58
Abbildung 16: Neigungskarte mit 10-m-Auflösung.....	58
Abbildung 17: Neigungskarte mit 25-m-Auflösung.....	58
Abbildung 18: Styleguide.....	61
Abbildung 19: Beispiel einer Form.....	62
Abbildung 20: Engeströms Tätigkeitsmodell.....	68
Abbildung 21: Inhaltliche Ebene des Task Models.....	69
Abbildung 22: Technologische Ebene des Task Models	70
Abbildung 23: SurveyMonkey	73
Abbildung 24: Meinung der Teilnehmer über die Benutzerfreundlichkeit.....	74
Abbildung 25: Inhaltliche Ebene der Lektion.....	77
Abbildung 26: Technologische Ebene der Lektion.....	78
Abbildung 27: Lektionsziele	81
Abbildung 28: Entwicklungsmodell für eine mobile ortsbezogene Lektion.....	86

TABELLEN

Tabelle 1: Behaltwert bei der Informationsaufnahme.....	14
Tabelle 2: Geräte für mobiles und mobiles ortsbezogenes Lernen.....	19
Tabelle 3: Zusammenfassung Lernparadigmen.....	38
Tabelle 4: Zusammenfassung der Ebenen des Task Models.....	71
Tabelle 5: GIS im Hauptstudium.....	73
Tabelle 6: Erfahrungen mit PDA.....	74
Tabelle 7: Vorteile durch mobiles ortsbezogenes Lernen	79
Tabelle 8: Nachteile durch mobiles ortsbezogenes Lernen	82
Tabelle 9: Entwicklungsmodelle und Anwendung auf «Neigung & Exposition»	85
Tabelle 10: Plattformen.....	87
Tabelle 11: Vorteile	88
Tabelle 12: Nachteile	90

1. EINLEITUNG

Laut einer Studie besitzen 88% aller Schweizer (Stand: September 2006, Komm-Tech, 2006: 11) ein Mobiltelefon. Hervorgerufen durch das hohe Mass an zeitlicher und räumlicher Unabhängigkeit, welche die entstehende Mobilität bewirkt, ergeben sich neben den Grundfunktionen neue Bereiche, die von dieser gewonnenen Flexibilität profitieren können. Ich beschränke mich in meiner Arbeit daher auf den folgenden, zurzeit noch wenig untersuchten Aspekt: Mobilität in der Ausbildung, was auch als **mobiles Lernen** bezeichnet wird. Der Stand der Forschung bezüglich mobilen Lernens befindet sich noch im Anfangs- und Entwicklungsstadium. In der Literatur findet sich einiges an Theorie, kaum aber Anwendungen, die in der Ausbildung bereits eingesetzt werden.

Der Fokus meiner Arbeit liegt in der Geographie Ausbildung, speziell im Bereich der geographischen Informationssysteme (GIS). Da sich die Geographie als Fach mit Bezug zu räumlichen Strukturen versteht, bezeichne ich mobiles Lernen in der Geographie als **mobiles ortsbezogenes Lernen**.

Es stellt sich die Frage, ob Mobiltelefone den Anforderungen für mobiles ortsbezogenes Lernen gerecht werden, um die grosse Verbreitung in der Bevölkerung und somit auch unter den Studierenden zu nutzen. Die meisten heutzutage erhältlichen Geräte genügen diesen Ansprüchen (noch) nicht. Eine Kategorie von Geräten erfüllen hingegen diese Anforderungen, dies sind Smartphones und PDAs.

1.1. FRAGESTELLUNGEN UND ZIELSETZUNGEN

Diese Arbeit geht der Fragestellung nach, welche Vor- und Nachteile mobiles ortsbezogenes Lernen in der GIS-Ausbildung aufweist. Für die Beantwortung dieser Frage wird ein Prototyp für mobiles ortsbezogenes Lernen entwickelt. Dabei liegt der Fokus vor allem auf den Anforderungen, welche eine Thematik erfüllen muss, um sich für mobiles ortsbezogenes Lernen zu eignen und wie in der Folge eine Lektion konzipiert wird. Aus der Evaluation der Lektion werden E-Learning, mobilem Lernen und mobilem ortsbezogenem Lernen anhand ausgewählter Faktoren verglichen.

Zusammenfassend lauten die Fragestellungen und Zielsetzungen wie folgt:

1. Welche Vor- und Nachteile weist mobiles ortsbezogenes Lernen in der GIS-Ausbildung auf?
2. Entwicklung einer mobilen ortsbezogenen Lektion für die GIS-Ausbildung:
 - Welche Anforderungen werden an eine solche Lektion gestellt?
 - Wie konzipiert man eine derartige Lektion?
3. Vergleich von E-Learning, mobilem Lernen und mobilem ortsbezogenem Lernen

1.2. AUFBAU DER ARBEIT

Kapitel 2 widmet sich zu Beginn den Begriffen E-Learning und mobiles Lernen. Der Hauptteil konzentriert sich auf mobiles ortsbezogenes Lernen: Wie definiert sich mobiles ortsbezogenes Lernen und wie lässt es sich in die Lehre integrieren?

In Kapitel 3 werden die drei wichtigsten Lerntheorien vorgestellt und es wird jeweils die Bedeutung für mobiles ortsbezogenes Lernen diskutiert.

Didaktische Strukturen von elektronischen Lernsystemen werden in Kapitel 4 erläutert. Es geht dabei um die Frage, ob schon bestehende Strukturen (z.B. solche für E-Learning) auf mobiles ortsbezogenes Lernen übertragen werden können oder ob Anpassungen vorgenommen werden müssen. Des Weiteren wird ein Entwicklungsmodell für computerunterstützte Lernsysteme vorgestellt und geprüft, ob sich damit auch mobile ortsbezogene Lektionen entwickeln lassen.

Kapitel 5 befasst sich dann ganz mit der Konzeption, Entwicklung und Evaluation der mobilen ortsbezogenen Lektion.

In Kapitel 6 wird aufgrund der gesammelten Daten über mobiles ortsbezogenes Lernen ein Vergleich mit E-Learning und mobilem Lernen erarbeitet.

2. E-LEARNING, MOBILES LERNEN UND MOBILES ORTSBEZOGENES LERNEN

Im folgenden Kapitel werden Eigenschaften von E-Learning und mobilem Lernen erläutert. Des Weiteren wird darauf eingegangen, wie sich mobiles Lernen speziell in der Geographieausbildung verhält und einsetzen lässt.

2.1. E-LEARNING

Veränderungen der Gesellschaft durch Innovationen, welche Informationen und Wissen¹ einem grossen Publikum zugänglich machten, waren der Buchdruck von Gutenberg, die Hörfunktechnologie (Radio, Kassetten usw.) und die Einführung des Fernsehers. Ein weiterer grosser Schritt für die Lernmethodik erfolgte durch die Entwicklung des PCs. Erste Lernprogramme auf CD-ROM kamen auf den Markt. Ab Mitte der 90er-Jahre wurde das aufkommende Internet zusätzlich in die neuen elektronischen Lernarten miteinbezogen. Somit konnten Lehren und Lernen nun auch im und mit dem Internet geschehen (Baumann, 2005: 158).

Der Begriff E-Learning (auch eLearning, e-Learning oder ELearning) stammt aus dem Englischen und bedeutet ausgeschrieben *electronic learning* (dt.: elektronisch unterstütztes Lernen). In der Literatur wird eine Vielfalt an Synonymen verwendet: Computerunterstütztes Lernen (CUL), Computer Aided Instruction (CAI), Computer Based Training (CBT) oder Web Based Training (WBT) (Nösekabel, 2001: 24). So breit das Spektrum an Synonymen, so gross ist auch die Auswahl an Definitionen von E-Learning (Baumann, 2005: 156). Gemeinsamer Nenner aller Definitionen ist die Vermittlung von Lerninhalten durch elektronische Medien. Diese beinhalten physische Datenträger wie Disketten und CD-ROMs (= CBT), aber auch das Internet zählt zu den elektronischen Medien (= WBT). Heutzutage werden die Informationen aber vorwiegend online, das heisst per Internet, verbei-

¹ Wissen ist dabei die Auswahl aus den Informationen, die Personen zur Kenntnis nehmen, die wir verstehen und verinnerlichen (Siebert, 2003: 132).

tet und zur Verfügung gestellt. Daher befindet sich CBT auf einem absteigenden Ast. Eine ausgewählte Definition schliesst CBT von E-Learning sogar ganz aus, da nach jener Erklärung die Verteilung und Aktualisierung von Lerninformationen per CD-Rom oder Diskette im Gegensatz zu Internetlerninhalten nicht schnell genug erfolgen kann (Nösekel, 2001: 24). Auch Kerres (2001: 14) definiert E-Learning dieser Erklärung folgend als «... Oberbegriff für alle Varianten internet-basierter Lehr- und Lernangebote ...».

Die Vorteile von WBT gegenüber CBT liegen wie angesprochen in der Einfachheit und Schnelligkeit der Aktualisierung von Lernmaterialien und der Kommunikationsmöglichkeiten per Internet-Chats oder VoIP¹. Demzufolge konzentrierte sich E-Learning in den letzten Jahren auf die webbasierte Verbreitung von Lernstoffen (Revermann, 2004: 15–16).

2.2. MOBILES LERNEN

Unterstützt durch die Miniaturisierung und die Reduzierung des Energieverbrauchs wurde die Entwicklung von immer kleineren, rechenstärkeren und günstigeren mobilen Geräten vorangetrieben (Armstrong & Bennett, 2005: 506). Laptops und Handys sind heutzutage überall anzutreffen und aus der Gesellschaft nicht mehr wegzudenken. Mittels dieser mobilen Geräte kann bei Netzabdeckung per WLAN oder durch die mobilen Telekommunikationsnetze von überall her auf das Internet zugegriffen werden (vgl. Kapitel 2.4.2). Informationen und Wissen sind heute demzufolge fast an jedem Ort und zu jedem Zeitpunkt verfügbar, lernen kann somit mobil geschehen. Diese neue Lernmethode wird als mobiles Lernen (engl. *mobile learning*, M-Learning, m-Learning oder mLearning) bezeichnet.

In der Literatur eine einfache, passende und allgemeingültige Definition von mobilem Lernen zu finden, stellt sich als ziemlich problematische Aufgabe heraus, da viele Autoren mobiles Lernen als «Lernen mit mobilen Geräten» bezeichnen. Diese Definition lässt sich aber nur begrenzt verwenden, denn damit könnte die Abgrenzung zu E-Learning nicht scharf gezogen werden. Dies wird ersichtlich, wenn die

¹ VoIP = Voice over IP, d.h. Telefonieren über Computernetzwerke. Bekanntestes Beispiel ist Skype. (www.skype.com. Zugriff: 1.2.2007.)

Verwendung von Laptops oder Tablet-PCs betrachtet wird, da das Lernen mit solchen Geräten nicht eindeutig E-Learning oder mobilem Lernen zugeordnet werden kann. Daher muss bei einer Definition von mobilem Lernen berücksichtigt werden, dass nicht das Gerät als Kriterium verwendet wird und im Zentrum steht, sondern der Lernende. Der Lernende soll als die mobile Komponente betrachtet werden und nicht das Gerät. Dieses soll nur Mittel zum Zweck sein, durch welches der Studierende die Lernziele erreichen soll (Taylor et al., 2007: 151–152).

2.2.1. DEFINITION VON MOBILEM LERNEN

Im weiteren Verlauf der Arbeit wird mit der folgenden Begriffsbestimmung gearbeitet, denn diese betrachtet den Lernenden als zentrale Komponente. Mobiles Lernen ist daher ...

«Any sort of learning that happens when the learner is not at a fixed, predetermined location or learning that happens when the learner takes advantage of the learning opportunities offered by mobile technologies.» (O'Malley et al., 2005: 7)

Die Hauptaussagen dieser Begriffsbestimmung sind folgende zwei Sätze:

1. M-Learning ist Lernen an einem nicht festgelegten oder vorbestimmten Ort

Dies wäre beispielsweise der Fall, wenn eine Person auf dem Nachhauseweg im Zug oder am See mit dem PDA oder Laptop lernt. Hier wird besonders gut ersichtlich, dass der Lernende und nicht das Gerät als mobil betrachtet wird.

2. M-Learning ist, wenn der Lernende durch die mobilen Technologien einen Vorteil gewinnt

Bei einer Feldstudie gibt der Benutzer die Daten direkt in den PDA oder Laptop ein, ohne einen Umweg über Notizzettel zu tätigen.

Aus dieser Definition geht hervor, dass der Lernende durch die Mobilität eine uneingeschränkte Flexibilität und Freiheit in Bezug auf Lernort und Lernzeitpunkt hat. Mobiles Lernen kann somit auch an Orten geschehen, welche in keinem Bezug zum Lerninhalt stehen, durch Leerzeiten aber zum Lernen verwendet werden können (z.B. im Zug oder Bus).

Auch Lernaktivitäten, welche an gewöhnlichen und vorbestimmten Lernorten (Büro oder zu Hause) stattfinden, aber mit mobilen Geräten geschehen, sind gemäss dieser Definition Einheiten von mobilem Lernen. Aufgrund eines Beispiels möchte ich erläutern, dass die verwendete Definition zwar diesen einen Schwachpunkt aufweist, aber unbeachtet dessen wohl die am besten geeignete Definition für mobiles Lernen darstellt:

«Zwei Person sitzen an der Universität im Arbeitsraum und lernen, Person A mit einem Desktop-PC per LAN, Person B mit dem Laptop per WLAN. Laut Definition betreibt Person A E-Learning, während Person B M-Learning anwendet, obwohl beide an derselben Lokalität arbeiten und dieselbe Übung ausführen.»

Durch das Wort «or» in der Definition lernt Person B mobil, da er zwar an einem vorbestimmten Ort lernt, sich aber mobiler Geräte bedient. Wenn das Wort «or» durch «and» ersetzt werden würde, könnte diese Schwachstelle umgangen werden, da nun der Lernende an einem nicht vorbestimmten Ort und mit mobilen Geräten arbeiten müsste, um M-Learning zu betreiben. Angewendet auf das Beispiel, würden nun beide Personen E-Learning betreiben.

2.2.2. KATEGORIEN VON MOBILEM LERNEN

Schwabe & Frohberg (2004) beschreiben in ihrem Paper fünf Klassen von M-Learning, welche durch das Schlüsselwort «Kontext» definiert werden.

1. Freier Kontext

Das mobile Lernen im freien Kontext findet in keinem Bezug zur aktuellen Umgebung statt und kann dadurch unabhängig von Raum und Zeit

geschehen. Lernende sind also frei in der Wahl des Lernzeitpunkts und der Lernlokalität. Dadurch können sinnvoll Leerzeiten genutzt werden.

2. Formaler Kontext

Im formalen Kontext geschieht der Lernprozess an einem bestimmten Ort und einer bestimmten Zeit, zum Beispiel in der Schule oder an der Universität. Der Lernkontext (Seminarraum, Vorlesungssaal) hat jedoch keinen inhaltlichen Bezug zum Lerninhalt, sondern nur einen formellen. Hervorzuheben ist dabei die Anwesenheit einer Lehrkraft, die zu einer höheren Interaktivität zwischen Lernenden und Dozent wie auch zwischen den Lernenden führen kann.

3. Künstlicher Kontext

In einem künstlichen Kontext geschieht das mobile Lernen in einer virtuellen Welt. Dies ist sinnvoll, wenn eine reale Umsetzung zu teuer oder zu risikoreich wäre. Beispiele sind u.a. Computersimulationen oder Rollenspiele.

4. Natürlicher elektronisch passiver Kontext

Im natürlich elektronisch passiven Kontext ist die Umgebung nun real. Das Lernen erfolgt im natürlichen Kontext, wo die Lerninhalte persönlich zu erleben und zu erkunden sind. In diesem Kontext erfolgt keine aktive Interaktion mit der Natur.

5. Natürlicher elektronisch aktiver Kontext

Lernen im natürlich elektronisch aktiven Kontext ist durch das aktive Interagieren mit den Objekten des Kontextes definiert.

2.3. MOBILES LERNEN IN DER GEOGRAPHIEAUSBILDUNG

Disziplinen, welche einen Bezug zu räumlichen Phänomenen aufweisen, sind für Lernprozesse durch mobiles Lernen besonders geeignet, da eine reale Beziehung zu

einem Sachverhalt im natürlichen Kontext hergestellt werden kann. Dazu zählt zwingend auch die Geographie als Fach mit Bezug zu räumlichen Strukturen. Durch mobiles Lernen ist es möglich, die Wissensvermittlung direkt in der Natur am Objekt selbst durchzuführen. Dieses «*in situ*»¹-Lernen soll den Lernerfolg steigern, indem die Theorie mit dem Phänomen verbunden wird (Armstrong & Bennet, 2005: 506). Es wird in der Literatur als situatives (oder situiertes) Lernen bezeichnet (Blumstengel, 1998: 118). Beispielsweise kann nun Wissen über Bodenprofile nicht mehr nur im Vorlesungssaal mit Bildern und Texten vermittelt werden, sondern auch in der Natur an realen Bodenprofilen mittels praktischer Übungen. Weiter ist der Behaltwert durch Ansprechen von mehreren Sinnen (Mehrkanaligkeit) erhöht. Da nicht nur gelesen und geschaut wird, sondern selber etwas getan wird, erhöht sich der Behaltwert bei der Informationsaufnahme stark, wie folgende Tabelle zeigt:

nur lesen	10%
nur hören	20%
nur sehen	30%
sehen und hören	50%
selbst ausführen	90%

Tabelle 1: Behaltwert bei der Informationsaufnahme

Quelle: Köhler, 1976: 33. zit. in: Vettiger, 2006.

«Je mehr Sinne angesprochen werden, desto grösser ist der Lernerfolg» (Vettiger, 2006).

Hervorzuheben ist dabei die Tatsache, dass durch den Bezug zum Raum die Flexibilität des Lernortes eingeschränkt wird. Ebenfalls wird die Wahl des Lernzeitpunktes eingeeengt, da beispielsweise bei Dunkelheit keine Lernaktivitäten ausgeführt werden können. Diese Einschränkung wird allerdings neutralisiert, da erst dadurch situativ gelernt werden kann. Durch diesen Bezug zu einem Ort bezeichne ich mobiles Lernen in der Geographie als **«mobiles ortsbezogenes Lernen (MOL)»**. Einzuordnen ist MOL eindeutig unter dem «natürlich elektronisch pas-

¹ in-situ bedeutet in der Situation, also am betreffenden Objekt selbst. (Armstrong & Bennet, 2005: 506)

siven» oder «natürlich elektronisch aktiven» Kontext. Wie beim gewöhnlichen mobilen Lernen soll auch hier der Benutzer als die mobile Komponente betrachtet werden.

Zu betonen ist an dieser Stelle, dass mobiles ortsbezogenes Lernen nicht nur in der Geographie eingesetzt werden kann. Ebenso ist ein Einsatz in einem Museum denkbar: Wenn der Besucher vor einem Gemälde steht, erhält er weiterführende Informationen zu Maler usw. Diese Informationen sind folglich ortsbezogen und weisen in Verbindung mit dem Gemälde einen Mehrwert auf, welcher ohne Kontext nicht auftreten würde.

2.4. TECHNOLOGISCHE EIGENSCHAFTEN

Die technologischen Aspekte lassen sich in mobile Geräte und Datenübertragungstechniken unterteilen, welche im Folgenden näher betrachtet werden.

2.4.1. MOBILE GERÄTE

Die Aufgabe der mobilen Geräte besteht darin, die Lektion zu präsentieren. M-Learning-Software kann auf verschiedenen mobilen Geräten verwendet werden. Geeignete Geräte sind Laptops, Tablet-PCs, PDAs, Smartphones und Mobiltelefone:

- **Mobiltelefone:**

Für «normales» mobiles Lernen eignen sich nur die neuesten Modelle, welche Farbdisplays aufweisen, schnelle Datenverbindungen zulassen (siehe Kapitel 2.4.2) und auf welchen externe Software installiert werden kann. Da die meisten Mobiltelefone aber zu kleine Displays aufweisen und Karten folglich nur mit Mühe gelesen werden können, sollten solche Geräte auch für mobiles ortsbezogenes Lernen nicht verwendet werden.

- **PDAs:**

Personal Digital Assistants sind handgross (darum heissen sie auch Handhelds) und haben grosse, heutzutage meist farbige Displays. PDAs verfügen

über verschiedene Büroanwendungen wie zum Beispiel Adressbuch, Terminkalender, E-Mail-/Text- und Tabellenprogramme. Per WLAN oder Mobilfunknetze kann auch im Internet recherchiert oder ein E-Mail verschickt werden. Durch Synchronisation mit dem PC können Daten (z.B. Kalender oder Adressbuch) abgeglichen oder übertragen werden. Bedient werden PDAs über die Tastatur oder per Stift und Touchscreen (de.wikipedia.org/wiki/Personal_Digital_Assistant. Zugriff: 11.11.2006).

PDAs stellen die geeignetste Geräteart für mobiles ortsbezogenes Lernen dar, da sie zum einen handliche Grösse und Gewicht aufweisen, darum nicht viel Platz beanspruchen und die Displays farbig sind. Weiter integrieren einige Hersteller direkt einen GPS-Empfänger in das Gerät, welcher für die Orientierung bei mobilem ortsbezogenem Lernen benötigt wird.

Als Beispiele von PDAs können der iPAQ von HP oder Produkte von Palm genannt werden:



Abbildung 1: Beispiele von PDAs/Handhelds

Links: HP iPAQ hx2790 / Rechts: PALM Z22

Quellen: www.hp.com / www.palm.com

Zugriff: 20.12.2006.

- **Smartphones**

Unter einem Smartphone versteht man Mobiltelefone, die mit einem erweiterbaren Betriebssystem ausgestattet sind. Das bedeutet, dass der Funktionsumfang durch zusätzliche Anwendungen erweiterbar ist. Im Gegensatz zum gewöhnlichen Handy können Smartphones somit nicht nur Java-

Programme, sondern auch native Software ausführen. Weiter verfügen die meisten Smartphones im Gegensatz zu Handys über einen Touchscreen, wobei das Gerät mit einem Stift oder dem Finger bedient werden kann (www.golem.de/specials/smartphone/. Zugriff: 11.11.2006).

Neben dem PDA ist auch das Smartphone eine beliebte Plattform für mobile oder mobile ortsbezogene Anwendungen, da auch sie sehr handlich sind.

Beispiele sind die Treo-Reihe von Palm oder auch Geräte von Nokia:



Abbildung 2: Beispiele von Smartphones

Links: Sony Ericsson P990i / Mitte: Nokia 9300 / Rechts: Palm Treo 680

Quellen: www.sonyericsson.ch / www.nokia.ch / euro.palm.com/ch/de

Zugriff: 20.12.2006.

- **Tablet-PCs**

Tablet-PCs sind zwischen Laptops und PDAs/Smartphones angesiedelt. Sie haben die Leistungsfähigkeit und Ausmasse von Laptops, werden aber nicht per Tastatur, sondern per Touchscreen und Stift bedient. So können sie im Arm gehalten und mit der freien Hand bedient werden. Es existieren aber auch Tablet-PCs mit einer Tastatur: Bei solchen lässt sich der Bildschirm um 180° drehen, um ihn so mit dem Bildschirm nach oben auf die Tastatur zu legen. Danach kann der Computer mit dem Stift bedient werden.

Tablet-PCs eignen sich eher weniger für mobile ortsbezogene Lektionen, da sie durch die Grösse und das Gewicht zu unhandlich sind.

Nahezu alle Computer- und Laptophersteller haben Tablet-PC-Produkte im Sortiment:



Abbildung 3: Beispiele von Tablet-PCs

Links: Fujitsu Siemens Stylistic ST502x / Rechts: IBM ThinkPad X41

Quellen: www.fujitsu-siemens.ch / www.ibm.com/ch

Zugriff: 20.12.2006.

- **Laptops**

Auch Laptops fallen unter die mobilen Geräte, wenn auch nicht in hohem Grad, da sie um einiges mehr Gewicht haben und auch grössere Ausmasse aufweisen als Smartphones und PDAs.

Für den Einsatz in allgemeinen mobilen Lektionen sind Laptops sicherlich geeignet, für MOL allerdings nicht.

Tabelle 2 gibt eine Zusammenfassung, welche der vorgestellten Geräte für mobiles und welche für mobiles ortsbezogenes Lernen geeignet sind.

	PDA	Smart-phone	Tablet-PC	Handy	Laptop	Desktop-PC
Mobiles Lernen	ja	ja	ja	ja	ja	nein
Mobiles ortsbezogenes Lernen	ja	ja	ja	nein	nein	nein

Tabelle 2: Geräte für mobiles und mobiles ortsbezogenes Lernen

Ausblick

Abschliessend soll erwähnt werden, dass bei MOL ein Fokus auf Mobiltelefone wünschenswert wäre, um von den teureren und eher selten anzutreffenden PDAs und Smartphones unabhängig zu sein. Wieso nicht ein mobiles Endgerät nutzen, welches von der breiten Masse den ganzen Tag herumgetragen wird und oftmals nur fürs SMS-Schreiben und Telefonieren genutzt wird? Der Trend hin zu Mobiltelefonen mit grossem Farbdisplay und integriertem GPS wird immer sichtbarer. Beispielsweise bringt Nokia im zweiten Quartal 2007 mit dem N95 () ein Mobiltelefon auf den Markt, welches alle diese Komponenten bereits integriert hat (www.nokia.ch. Zugriff: 3.2.2007).

Auch Apple bringt Ende 2007 (in Europa) mit dem iPhone (Abbildung 4) ein Smartphone auf den Markt, welches sich von den bisherigen Geräten grundsätzlich unterscheidet. Das iPhone vereinigt die Funktionen von Mobiltelefonen, Digitalkameras und Medienplayer (Video und Audio). Das Gerät verfügt über einen grossen und farbigen Touchscreen, Bewegungssensoren und wird nur über vier physische Tasten bedient. Datenübertragungen sind per WLAN, GSM und EDGE möglich. Nur ein GPS-Empfänger wurde beim iPhone leider nicht berücksichtigt (www.golem.de/0701/49843-2.html. Zugriff: 3.2.2007).



Abbildung 4: Zukünftige Mobiltelefone

Links: Nokia N95 / Rechts: iPhone

Quellen: www.nokia.com / www.voip-information.de

Zugriff: 3.2.2007

2.4.2. DATENÜBERTRAGUNGSTECHNIKEN

Die Übertragung der Lektion auf das mobile Endgerät kann über Telekommunikationsnetze, WLAN oder Kurzstreckennetze geschehen: Entweder wird das Programm vorgängig komplett auf das Gerät geladen werden, sodass während der Lektion keine Datenverbindung mehr nötig ist (= Client¹-basiert). Oder aber das Programm stellt jeweils nur eine Seite der Lektion auf dem PDA dar, indem die gewünschte Seite per Datenverbindung von einem Server auf das Gerät übertragen wird (= Server-basiert).

- **Mobilfunknetze**

Unter den Mobilfunknetzen existieren verschiedene Arten, welche drahtlose Datenübermittlung ermöglichen. Die Mobilfunknetze werden in verschiedene Generationen gegliedert: Die «2G» (= zweite Generation) basiert auf GSM (Global System for Mobile Communications), welche eine

¹ Mit Client ist das mobile Endgerät gemeint, d.h. das Programm befindet sich vollständig auf dem PDA.

Datenübertragung bis maximal 9,6 kbit/s erlaubt. Neuere Übertragungstechnologien, welche ebenfalls noch auf GSM basieren, sind GPRS (General Packet Radio Service, max. 53,6 kbit/s), HSCSD (High Speed Circuit Switched Data, max. 57,6 kbit/s) und EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution, max. 256 kbit/s.). Die dritte Generation an Mobilfunknetzen («3G») erhöht die Datenübertragungsrate um ein Vielfaches. UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) oder HSDPA (High Speed Downlink Package Access) erreichen Geschwindigkeiten von bis zu 384 kbit/s (UMTS) und 1,8 Mbit/s (HSDPA). Je nach Geländetopologie und Frequenz beträgt die Reichweite eines Senders bis ca. 35 km (www.wap-now.ch/scm/wir_technologien-de.aspx. Zugriff: 11.11.2006).

Mobilfunknetze werden vor allem für Server-basierte Lösungen beansprucht. Allerdings ist die Benutzung nicht gratis, die Kosten belaufen sich je nach Grösse der zu übertragenden Daten (bei GSM nach Zeit).

- **WLAN**

WLAN (Wireless Local Area Network) ist ein drahtloses Funknetz, welches je nach Standard (z.B. IEEE 802.11g) eine Übertragungsrate von bis zu 108 Mbit/s aufweist. Durch die höhere Übertragungsrate leidet jedoch die Reichweite eines WLAN-Hotspots, welche im Bereich von 30–100 m liegt (de.wikipedia.org/wiki/Wlan, Zugriff: 11.11.2006).

In Arealen, bei welchen auf WLAN zurückgegriffen werden kann, wird mit Vorteil diese Variante ausgewählt, da diese keine Kosten verursacht und sehr hohe Datenübertragungsraten garantiert. WLAN kann für Client- oder Server-basierte Programme benutzt werden.

- **Kurzstreckenübertragung**

Als Kurzstreckenübertragung werden Dienste wie Bluetooth oder Infrarot bezeichnet. In mobilen Geräten wird meist die Bluetooth-Klasse 2 verwendet, welche eine Reichweite von 10 m und eine Übertragungsrate von 1 Mbit/s aufweist. Klasse 1 wird in Unternehmen eingesetzt und bietet eine Reichweite bis 100 m (german.bluetooth.com. Zugriff: 12.11.2006). Bluetooth dient vor allem der Verbindung mit zusätzlichen Geräten wie beispielsweise einem externem GPS-Empfänger oder wenn die Lektion im

Voraus auf das mobile Endgerät geladen wird. Eine Infrarotschnittstelle kann Daten nur bei Sichtkontakt bis zu einer Distanz von 1 m übertragen und auch nur mit einer Rate von 115 kbit/s (www.irda.org. Zugriff: 12.11.2006).

Die Kurzstreckenübertragungsmethoden Bluetooth und Infrarot werden verwendet, um externe Geräte wie beispielsweise GPS-Empfänger mit dem mobilen Endgerät zu verbinden. Weiter sind sie auch für die Verbindung mit einem Laptop oder PC verantwortlich, um die Lektion auf das mobile Gerät zu übertragen.

2.5. LEHRE MIT MOBILEM UND MOBILEM ORTSBEZOGENEM LERNEN

Die beiden Lehr- und Lernarten mobiles Lernen und mobiles ortsbezogenes Lernen (in diesem Abschnitt unter mobilem Lernen zusammengefasst) stellen in den meisten Fällen keinen Ersatz für traditionelle Lehr- und Lernkonzepte dar. Da bei mobilem Lernen kein direkter sozialer Kontakt mit den Lehrpersonen hergestellt werden kann, welches für den Lernprozess ein wichtiger Bestandteil ist, und sich die Grösse der mobilen Endgeräte nicht für die Vermittlung von Grundlagenkenntnissen eignet, soll mobiles Lernen nur in Kombination mit Präsenzunterricht durchgeführt werden. Somit bietet mobiles Lernen vielmehr die Möglichkeit zur Ergänzung und Vertiefung des Stoffes, aber keinesfalls als alleinige Lehrform. Solche Lernangebote werden als *blended learning* (= vermischtes Lernen) bezeichnet. Dadurch sollen die Vorteile von Präsenzveranstaltung und mobilem Lernen (aber auch E-Learning) verstärkt und die Nachteile reduziert werden. Diese «hybriden Lernangebote» (Kerres, 2001: 278) sollen daher die Flexibilität in der Wahl des Zeitpunktes und Ortes von mobilem Lernen sowie die sozialen Kontakte bei Präsenzveranstaltungen miteinander verbinden. Dabei soll eine «sinnvolle Fusion» (Nösekel, 2005: 29) der beiden Teile stattfinden (Nösekel, 2005: 28–31).

Daher soll auch MOL als Blended Learning verstanden werden: In der Präsenzveranstaltung werden die Grundlagen der Thematik durch den Lehrer vermittelt, welche danach durch MOL in der Natur durch praktische Beispiele erweitert wird, um so das Verständnis und die Kenntnisse über die Materie noch weiter zu vertie-

fen. Dies entspricht weitgehend einer Exkursion, bei welcher Wissen nur vertieft wird, aber (meistens) kein Basiswissen vermittelt wird. Der Lehrer oder Guide wird somit vom mobilen Endgerät gewissermassen imitiert.

Im folgenden Kapitel wird erklärt, was unter einer Lerntheorie zu verstehen ist und wodurch sich die drei populärsten Theorien auszeichnen. Die Erwähnung dieser Lerntheorien erscheint mir wichtig, um die vorgestellten Lernarten mobiles Lernen und MOL weiter zu charakterisieren. Abschliessend wird zu jeder Lerntheorie auf die Einflüsse und Bedeutung auf mobiles ortsbezogenes Lernen eingegangen.

3. LERNTHEORIEN

Lerntheorien versuchen Erklärungen zu geben, wie und in welcher Form jedes einzelne Individuum neues Wissen erwirbt und durch welche Methode dieser Zuwachs am effizientesten erreicht werden kann (Nösekabel, 2005: 7). Lerntheorien sind als Paradigmen zu verstehen. Unter einem Paradigma wird eine «Art und Weise des Denkens, die für ... einen Wissenschaftszweig ... typisch ist» (Hermann, 2004: 36) verstanden. Es existiert daher auch keine universell gültige und von allen akzeptierte Lerntheorie. Die drei bekanntesten Lernparadigmen werden im Folgenden näher betrachtet:

- Behaviorismus
 - Kognitivismus
 - Konstruktivismus
- } Objektivismus
- } Subjektivismus

Die beiden Lernparadigmen Behaviorismus und Kognitivismus werden dem Objektivismus zugeordnet. Diese Position vertritt die Meinung, dass Wissen allgemeingültig ist und daher extern und unabhängig vom Lernenden existiert. Somit gibt es nur eine korrekte Form des Wissens über Objekte, nämlich das Abbild der Realität (Ruf, 2005). Aussagen über die Wirklichkeit sind folglich entweder wahr oder falsch. Das Ziel des Lernenden soll sein, Kenntnisse über die existierenden Objekte zu erhalten (Blumstengel, 1998: 106).

Der Konstruktivismus folgt der Position des Subjektivismus. Danach versteht jeder einzelne Mensch die Realität so, wie er sie sich durch Erfahrung selbst konstruiert. Dementsprechend ist auch das Wissen über die Realität subjektiv (Ruf, 2005).

3.1. BEHAVIORISMUS

Begründet wurde dieses Paradigma durch John Watson und Edward Thorndike, die den Grundstein zu Beginn des 20. Jahrhunderts gelegt haben. Der wichtigste

Vertreter des behavioristischen Ansatzes war allerdings Burrhus Frederic Skinner, welcher in den 1950er-Jahren der Theorie zu grosser Popularität verhalf.

Der Behaviorismus basiert auf dem Menschenbild des «Reiz-Reaktions-Modells»: Ein Reiz wirkt auf das Verhalten ein, der darauf eine Reaktion auslöst. Auf den Prozess der Wissensaneignung umgesetzt, bedeutet dies, dass die Lehrperson, welche als Autoritätsperson angesehen wird, Wissen vermittelt (Reiz), worauf der Lernende dieses Wissen in Übungen und Prüfungen sicher anwendet (Reaktion). Das Wissen wird dabei unverändert übernommen und gespeichert, das Wissen wird also *erklärt*. Das Gehirn des Lernenden wird demnach als eine «Black Box» betrachtet. Die Schüler erhalten vom Lehrer einen Input (Reiz) und erzeugen daraus einen Output (Reaktion). Wie der Lernende diesen Reiz innerlich mittels Denken verarbeitet und den Output erzeugt, wird als uninteressant erklärt. Hauptsache ist, dass der Output der vom Lehrer erwünschten Reaktion entspricht (Ruf, 2005).

Wenn die Reaktion des Lernenden korrekt ist, erfolgt eine positive Konsequenz in Form von guten Noten oder Diplomen. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit, dass dieselbe Reaktion erneut eintreten wird, erhöht. Kommt es zu einer negativen Konsequenz wie Bestrafung, so führt dies nicht zu einem Verschwinden dieser Reaktion, sondern nur zu einer kurzfristigen Reduktion, langfristig wird dieses Verhalten wieder auftauchen. Als letzte Reaktion existiert schliesslich noch das Ignorieren des Verhaltens. Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit langfristig sinken, dass die entsprechende Reaktion erneut gezeigt wird (Kerres, 2001: 56).

Wie sieht nun der Ablauf einer behavioristisch orientierten Lektion aus? Nach Nösekel (2005: 14) beginnt die Lerneinheit mit einer Einleitung, gefolgt von den Informationen über den betreffenden Stoff. Weiter kommt es zu einer Schleife mit «Frage und Antwort» – «Antwortanalyse», bis alle Fragen erfolgreich beantwortet sind. Schliesslich folgen das Feedback (Rückmeldung) und der Abschluss (vgl. Abbildung 5). Der Ablauf einer behavioristischen Lerneinheit ist dementsprechend sehr linear und sequenziell und muss vom Lernenden eingehalten werden. Daher sind die Lektionen auch sehr unflexibel. Die Lernziele und Aufgaben sollten eindeutig und objektiv formuliert sein, sodass sie mit grosser Wahrscheinlichkeit gelöst werden können (Ruf, 2005).

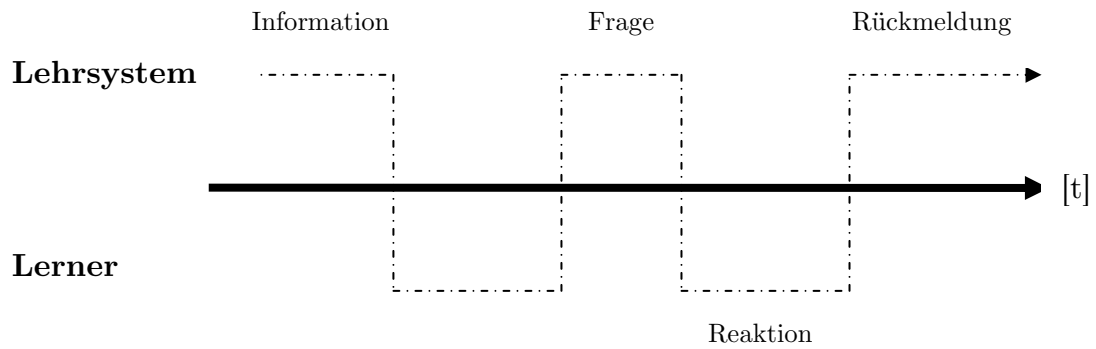


Abbildung 5: Behavioristischer Ansatz
 Quelle: Nösekabel, 2005: 12.

Probleme ergeben sich durch das gedankenlose Anwenden des vermittelten Wissens (sog. Fassadenwissen) (Ruf, 2005). So wird auswendig gelerntes Wissen nach der Prüfung rasch wieder vergessen (Blumstengel, 1998: 111). Es gibt aber auch sinnvolle Anwendungen, welche dem Behaviorismus zugeschrieben werden können: Beispielsweise kann so Faktenwissen, wie beispielsweise Fremdwörtervokabular oder auch körperliche Fertigkeiten wie Maschinenschreiben, vermittelt werden. Den Lernenden wird zu Beginn der Unterrichtseinheit erklärt, was von ihnen erwartet wird, und so können sich die Schüler genau darauf einstellen.

In der heutigen Forschung wird das Paradigma des Behaviorismus oft als veraltet angesehen, da die stark lineare Struktur nicht in der Lage ist, vom Potenzial von modernen Medien zu profitieren. Weiter wird auf die Problematik von sogenanntem «trägem Wissen» aufmerksam gemacht: Solches Wissen ist eigentlich vorhanden, kann aber in konkreten Situationen nicht angewendet werden (Ruf, 2005).

3.1.1. PROGRAMMIERTE INSTRUKTION

Die Übertragung des Behaviorismus auf Medien wird als programmierte Instruktion bezeichnet (Kerres, 2001: 58). Das Programm wird vom Lernenden stark linear und sequenziell durchlaufen und besteht aus dem typischen Frage-Antwort-Muster: Nach einer Einführung werden die Wissensseinheiten (sogenannte «Lehrstoffatome») präsentiert. Dieses Wissen wird mit Fragestellungen geprüft. Weiter werden die Antworten analysiert, und per Feedback wird das Resultat bekannt gegeben. Bei einer falschen Antwort muss die Lektion bei vielen Programmen so

oft repetiert werden, bis das Resultat positiv ausfällt. Dann kann der Benutzer zur nächsten Lektionseinheit, meist dem Prinzip vom Einfachen zum Schweren folgend, übergehen. Dieser Ablauf wird in Abbildung 6 dargestellt.

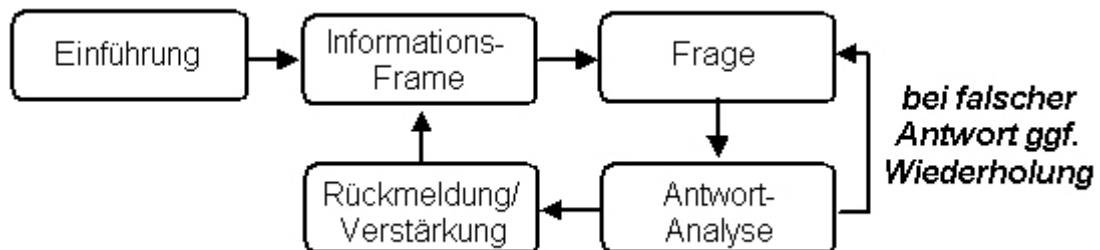


Abbildung 6: Aufbau der programmierten Instruktion

Quelle: www.hft-o.ch/weiterbildung/lernmethoden_behavior.php. Zugriff: 29.12.2006.

Vorteile durch die programmierte Instruktion ergeben sich durch die rein sachliche Bewertung der Antworten durch den Computer, emotionale Empfindungen der Teilnehmer werden nicht berücksichtigt. Weiter kann der Lernende durch den sequenziellen Ablauf jederzeit aus dem Programm aussteigen und später an dieser Stelle wieder fortfahren.

Aufgrund der fehlenden aktiven Wissenskonstruktion und der stark linear ablaufenden Struktur der Lektion steht die programmierte Instruktion heute ziemlich in der Kritik. Auch können komplexere Problemstellungen nicht bloss mit «richtig» oder «falsch» bewertet werden. Kerres (2001: 65) beschränkt daher solche Anwendungen auf die Vermittlung von Faktenwissen.

Trotz negativen Bewertungen sind solche Lernsysteme an Lehrinstituten im Bereich E-Learning weit verbreitet, dies vor allem daher, da tutorielle Systeme leicht zu entwickeln sind (Blumstengel 1998: 38–40).

3.1.2. BEDEUTUNG FÜR MOBILES ORTSBEZOGENES LERNEN

Eine mobile ortsbezogene Lektion nach dem behavioristischen Schema würde sich bestimmt am einfachsten und schnellsten realisieren lassen. Das Thema könnte durch Texte und Bilder am PDA aufgearbeitet werden. Durch die begrenzte Bildschirm- und Schriftgrösse ist ein mobiles Endgerät für eine solche Wissensvermitt-

lung aber definitiv nicht geeignet. Weiter würde dadurch der natürliche Kontext, welcher bei MOL der zentrale Punkt ist, keine Berücksichtigung finden.

Trotzdem wären gewisse Strukturen des Behaviorismus respektive der programmierten Instruktion für ein MOL von Vorteil. Dies betrifft vor allem den Ablauf der Lektion: Durch den freien Aufenthalt in der Natur kann sich ein Teilnehmer rasch «verloren» fühlen. Daher sollte das Programm ein Grundgerüst aufweisen. Das Schema Einleitung – Hauptteil – Schluss sollte ersichtlich sein, um dem Schüler während der Lektion Rahmenbedingungen zu liefern, an die er sich halten kann.

3.2. KOGNITIVISMUS

Diese Lerntheorie, dessen berühmtester Vertreter Jean Piaget ist, kam erst ab Ende der 80er-Jahre auf, obwohl schon in den 60ern erste Ansätze entwickelt wurden. Der Lernprozess wird nicht mehr als ein unverändertes Übernehmen von neuem Wissen wie im Behaviorismus angesehen, sondern als aktiver Prozess, welcher auch eine Neuorganisation des Vorwissens benötigt (Ruf, 2005). Nösekabel (2005: 14) schreibt, dass «neues Wissen aus dem Verarbeitungsprozess von bereits vorhandenem Wissen und neuen Informationen gewonnen ...» wird. Wichtig ist folglich, nicht nur die richtige Antwort auf eine Frage zu geben, sondern eine Methode zur Lösung des Problems zu erlernen. Daraus kann man schliessen, dass im Kognitivismus Lernen als Informationsverarbeitungsprozess angesehen wird (Baumgartner/Payr 94: 103, zit. in: Blumstengel, 2005: 112). Das Gehirn ist demzufolge ein Informationssystem, welches Eingaben verarbeitet und daraus Ausgaben generiert. Dabei wird im Gegensatz zum Behaviorismus der interne Prozess nicht ausgeblendet, sondern beleuchtet. Die Güte des Outputs ist vor allem von der Art der Informationsaufbereitung und -darstellung und von den kognitiven Tätigkeiten des Lernenden abhängig.

Der Lernende ist nicht mehr durch die äusseren Reize steuerbar, sondern verarbeitet diese aktiv und selbstständig, was heisst, dass das Lernen auf kognitiven Strukturen basiert (Kammerl, 2000: 13). Die Lehrperson ist nun keine Autoritätsperson mehr, sondern wird als Tutor oder Ratgeber angeschaut. Der Lernende soll den Lernweg selbst steuern und Probleme lösen können (Nösekabel, 2005: 15). Das Wissen wird folglich nicht erklärt, es wird *erzählt* (Ruf, 2005).

Ein Nachteil des Erzählens besteht darin, dass es zeitraubender ist als das Erklären. Der wichtigste positive Aspekt des Kognitivismus ist sicher die Zuwendung zum selbstständigen Wissenserwerb (Ruf, 2005).

3.2.1. ADAPTIVITÄT

Kognitive Ansätze verfolgen bei computerunterstütztem Lernen das Ziel, adaptive Systeme zu entwickeln, welche sich während des Lernens an das Vorwissen und die Lernprozesse des Schülers anpassen. Diese Forderungen entstanden aus der Beobachtung von personalen Unterrichtssituationen: Eine Lehrperson wird beim Erkennen eines Verständnisproblems im Unterricht versuchen, weitere Erklärungen zu geben, um das Problem sofort zu beseitigen. Lernerfolge treffen nur dann ein, wenn der Lehrer erfolgreich an die Vorkenntnisse und den aktuellen Wissensstand der Schüler anknüpfen kann. Der Lehrer muss dementsprechend auf die Schüler eingehen und sich anpassen. Und genau diese Interaktivität zwischen Lehrer und Lernenden sind für Computer eine grosse Schwierigkeit: Was wissen die Schüler schon, wo haben sie Probleme und wie soll eine Maschine dies überhaupt erkennen und auf solche Bedingungen reagieren?

Weiterführend soll hier auf den Unterschied zwischen adaptierbaren (*Adaptierbarkeit*) und adaptiven (*Adaptivität*) Systemen hingewiesen werden. Als *adaptierbar* bezeichnet man Systeme, welche es dem Anwender erlauben, selbstständig Eingriffe in die Systemparameter zu tätigen, um so die Präferenzen des Benutzers zu realisieren. Unter *adaptiv* versteht man die Anpassung des Systems an die Präferenzen des Anwenders, welche durch Analyse und Auswertung ermittelt werden (Kerres, 2001: 69–71).

Beispiele für **adaptive** Grössen (nach Blumstengel, 1998: 40):

- Angebot an Links zu zusätzlichen Informationen
- Umfang der Informationspräsentation und Lerndauer

Beispiele für **adaptierbare** Grössen:

- Schriftfarbe
- Hintergrundbild

Weiter existieren auch Grössen, welche adaptiv oder adaptierbar sein können: Beispielsweise kann der Benutzer den Schwierigkeitsgrad der Aufgaben festlegen, oder aber das System bestimmt die Aufgaben aus der Analyse des Teilnehmers.

3.2.2. INTELLIGENTE TUTORIELLE SYSTEME

Ein Beispiel für Adaptivität sind sogenannte «intelligente tutorielle Systeme» (ITS), welche die Lektionen adaptiv an die unterschiedlichen Kompetenzen, Eigenschaften und Bedürfnisse der Lernenden anpassen. Das Ziel von solchen Systemen besteht darin, aus dem Verhalten des Benutzers eine Diagnose von Bedürfnissen und Interessen zu erstellen, die als Grundlage für Anpassungen des Systems an den Lernenden dient.

Die klassischen Bestandteile eines ITS sind das Expertenmodell, das Tutorienmodell, das Lernermodell und die Benutzerschnittstelle. Durch die Angaben des Schülers wird ein Lernermodell gebildet, welches nun Informationen über die Kenntnisse und Leistungen des Lernenden enthält. Dieses Modell wird nachfolgend mit dem Expertenmodell (Fachwissen) verglichen und bewertet. Aufgrund der Lerndefizite zwischen dem Lerner- und dem Expertenmodell entscheidet das Tutorenmodell (simuliert menschliches Verhalten), welche Lerneinheiten dem Schüler in welcher Form angeboten werden (Kammerl, 2000: 16–18).

Die grössten Schwierigkeiten und Probleme bei der Realisierung von ITS treten bei der Bestimmung der verschiedenen Modelle auf. Beispielsweise hat das System keine Möglichkeit, den emotionalen Zustand des Lernenden zu eruieren (müde, gelangweilt) oder festzustellen, ob auch immer derselbe Benutzer die Eingaben vornimmt. Aus diesem und weiteren Gründen existieren heute sehr wenige intelligente tutorielle Systeme (Kerres, 2001: 72–73).

3.2.3. IMPLIZITES FEEDBACK

Ein weiterer Ansatz für die Ermittlung von Benutzerprofilen stellt die Technik des «impliziten Feedbacks» dar. Dabei wird das natürliche Verhalten eines Benutzers beobachtet, ohne dabei den Arbeitsprozess des Anwenders zu beeinflussen oder zu stören. Das Feedback wird im Hintergrund vom Computer aufgezeichnet

und informiert über die Interessen und Neigungen des Benutzers (Kelly & Teevan, 2003: 18–19). Aufbauend auf der Arbeit von Oard & Kim (2001), verfassten Kelly & Teevan (2003) eine Klassifikation der verschiedenen vorhandenen Implizites-Feedback-Techniken (Abbildung 7). In der horizontalen Achse ist der minimale Bereich ersichtlich, auf welchen sich die Aktion bezieht: «Segment» (Teil/Abschnitt eines Dokumentes), «Object» (gesamtes Dokument) und «Class» (Sammlung von Dokumenten). Die vertikale Achse beschreibt die Absichten des Verhaltens eines Benutzers: «Examine» (Untersuchen) beinhaltet Tätigkeiten wie «Sehen», «Hören» oder «Scrollen». Bei «Retain» (Behalten) finden Aktionen statt, durch welche der Benutzer das Dokument in Zukunft wieder verwenden will. Beispielsweise kann er das Dokument speichern oder drucken. Unter «Reference» (Referenzieren) fallen Aktivitäten wie Zitieren eines Dokumentes. Wenn der Benutzer Metainformationen zu einem Dokument hinzufügt, fällt das unter die Kategorie «Annotate» (Bemerken). «Create» (Erstellen) umfasst Tätigkeiten, welche sich mit dem Abfassen von neuen Inhalten beschäftigen.

		Minimum Scope		
		Segment	Object	Class
Behavior Category	Examine	View Listen Scroll Find Query	Select	Browse
	Retain	Print	Bookmark Save Delete Purchase Email	Subscribe
	Reference	Copy-and-paste Quote	Forward Reply Link Cite	
	Annotate	Mark up	Rate Publish	Organize
	Create	Type Edit	Author	

Abbildung 7: Klassifikation für Implizites-Feedback-Techniken

Quelle: Kelly & Teevan, 2003: 19, nach Oard & Kim, 2001: 4.

3.2.4. BEDEUTUNG FÜR MOBILES ORTSBEZOGENES LERNEN

Der grösste Einfluss der kognitivistischen Theorie auf MOL ist die Berücksichtigung des Vorwissens und Verhaltens der einzelnen Teilnehmer und die aktive Integration dieser Kenntnisse in den Problemlöseprozess. Daher wäre es wichtig, dass das System, d.h. das mobile Endgerät, einerseits die unterschiedlichen Vorkenntnisse der Teilnehmer eruieren kann, und da keine physische Lehrperson den Benutzer begleitet, wäre es andererseits wichtig, dass das System die Lehrperson in Form eines virtuellen Guides oder Tutors imitieren kann. Wie aber im vorherigen Kapitel gezeigt wurde, ist der Aufwand für die Implementation eines ITS viel zu gross. Im Gegensatz zum ITS sind die Techniken des impliziten Feedbacks mit relativ geringem Aufwand sicherlich realisierbar. Folgende Möglichkeiten oder Ansätze sind daher in einem Programm für MOL denkbar (vgl. Kim & Chan (2005) und Jung (2001)):

1) Erfassen der Vorkenntnisse und Fähigkeiten:

- **Verweildauer:** Je mehr Zeit ein Benutzer auf einer Seite verweilt, desto intensiver befasst er sich mit dem Inhalt. Wenn also beispielsweise viel Zeit für die Bearbeitung eines Textes oder von Aufgaben aufgewendet wird, könnte dies darauf deuten, dass der Benutzer nichts über die Thematik wusste und darum viel Zeit für Aufnahme und Verarbeitung der Informationen benötigte.

Problematisch ist hier, wenn eine längere Zeitspanne auf ein Ereignis zurückzuführen ist, welches nichts mit der Lektion zu tun hat. Eine Lösung darauf wäre z.B. ein Pausenknopf, durch welchen der Benutzer eine Abwesenheit angeben könnte.

- **Benutzung des «Zurück-Buttons»:** Wenn in einer Lektion die Möglichkeit besteht, durch den «Zurück-Button» nochmals auf den Text einer vorhergehenden Seite zurückzukommen und ein Lernender oft dieses Mittel beansprucht, kann das ein Hinweis darauf sein, dass er einen Sachverhalt nicht verstanden hat und ihn darum erneut durchgehen muss. Dieser Ansatz wäre sicherlich realisierbar.

- Scrollaktivitäten: Wie beim «Zurück-Button» kann bei grosser Scrollaktivität innerhalb einer Seite darauf geschlossen werden, dass der Benutzer die Informationen wiederholt einblenden muss, um das Wissen aufzunehmen und zu verstehen.
- Zusätzliche Erklärungen: Das Einblenden von zusätzlichen, optionalen Erklärungen könnte eine Andeutung sein, dass der Benutzer die Informationen nicht genau verstanden hat und darum weitere Angaben für das Verständnis braucht.

Kritisch wäre ein sehr interessierter Benutzer, welcher trotz schon vorhandenem Wissen stets die Zusatzinfos in Anspruch nimmt. Durch eine Frage wie «Wieso hast du die Zusatzinfos genutzt?» kann das System allerdings den Grund ausfindig machen.

- Wissenstest: Die einfachste Art, den Wissensstand zu ermitteln, ist die Durchführung eines Einstiegstests. Dies ist allerdings eine wenig elegante Lösung, da das System den Lernenden aktiv in die Wissensermittlung mit einbeziehen muss. Als optionale Erweiterung kann zusätzlich noch gefragt werden, wie sicher sich der Benutzer mit der gegebenen Antwort ist, um so einen weiteren Faktor zur Wissensbestimmung zu erhalten.
- Interviews/Formulare: Neben dem Wissenstest sind Interviews wohl die leichteste Herangehensweise, den Kenntnisstand des Nutzers an das System weiterzugeben.

Aufgrund des ermittelten Vorwissens kann der Teilnehmer nun einem bestimmten Wissensgrad zugeordnet werden. Je nach Stufe könnten folgende Anpassungen realisiert werden:

2) Anpassen der Lektion aufgrund der ermittelten Vorkenntnisse:

- Theorie: Um die Lernenden auf den gleichen Wissensstand zu bringen, kann für die «Schwächeren» ein zusätzlicher Theorieteil eingeschoben

werden, bei welchem das fehlende und benötigte Wissen nach behavioristischem Leitbild vermittelt wird.

- Mehr zusätzliche Informationen: Als zusätzliche Hilfe können für «Schwächere» mehr Informationen zu einem Sachverhalt abgerufen werden, um so das Defizit wettzumachen.
- Praktische Beispiele: Weiter können im praktischen Teil der Lektion eine grössere Anzahl an Beispielen für die «Schwächeren» bereitgestellt werden.

Alle drei Möglichkeiten können ohne grossen Aufwand sinnvoll in eine mobile ortsbezogene Lektion integriert werden.

3.3. KONSTRUKTIVISMUS

Der Kern des konstruktiven Ansatzes, welcher Mitte der 90er-Jahre aufkam, besteht darin, dass Wissen durch subjektive Konstruktion entsteht und infolgedessen keine Kopie der Realität darstellt (Ruf, 2005). Kritisiert wird am kognitiven Ansatz, dass menschliche Emotionen beim Handeln ausgeblendet werden. Weiter ist das Wissen nicht kontinuierlich, sondern wird in jeder Situation neu konstruiert und nicht einfach aus dem Gedächtnis abgerufen. Dies löst auch das Problem des trägen Wissens, da das Wissen in jeder Situation neu gebildet und nicht einfach eingesetzt wird. Wissen wird folglich als Ergebnis von Interaktionen zwischen dem Lernenden und seiner Umwelt gebildet (Kerres, 2001: 74–76).

Nösekabel (2005: 16) definiert den Wissenserwerb im Konstruktivismus folgendermassen: «Lernen wird als persönliche Einzelleistung beschrieben, bei der der Lernende das bereits vorhandene Wissen (subjektive Wissensbasis) um diejenigen Teile der dargebotenen Informationen erweitert, die ihm als lernenswert erscheinen. Neues Wissen wird also aktiv konstruiert.» Der Lernende leistet alles aus eigener Kraft, die Lehrperson lässt den Lernenden das Wissen selbst *entdecken*. Wissen kann also nicht direkt an eine andere Person weitergegeben werden, ohne dass bei dieser Person ein Konstruktionsprozess beginnt. Dies bedeutet natürlich ein gewisses Risiko, da der Schüler den eigenen Weg beschreitet und somit

das Ziel auch verfehlen könnte. Damit diese Möglichkeit minimiert wird, darf die Lehrkraft den Überblick nicht verlieren, um so im rechten Moment eingreifen zu können (Ruf, 2005).

3.3.1. SITUATIVES LERNEN

Hervorzuheben ist beim Konstruktivismus vor allem der Bereich des situativen (auch situierten) Lernens. Dabei geht es um die konkrete Lernsituation, in der sich der Lernende bei der Wissenskonstruktion gerade befindet. Diese hat einen grossen Einfluss auf das Verständnis des aufzunehmenden Wissens. Konzepte und Lernstoffe werden immer in Verbindung mit dem physischen und sozialen Kontext, in dem das Lernen geschieht, aufgenommen: «Lernen ... ist stets ein Prozess, in dem personeninterne Faktoren mit personenexternen, situativen Komponenten in Wechselbeziehung stehen» (Mandl et al., 97: 168, zit. in Blumstengel, 1998: 118). Die technischen Geräte sind beim situierten Lernen daher nicht als Speicher und Übermittler von Wissen zu nutzen, sondern als Werkzeug, durch welches Wissen konstruiert wird.

3.3.2. KOLLABORATIVES LERNEN

Unter kollaborativem Lernen wird die gesellschaftliche Zusammenarbeit zwischen Personen (oder Gruppen) verstanden. Dieses gemeinschaftliche Arbeiten soll die Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Sichtweisen und auch die Motivation fördern. Daher kann kollaboratives Lernen die Entwicklung eines tieferen Verständnisses für die Thematik mit sich bringen (Blumstengel, 1998: 32–33).

3.3.3. SIMULATIONEN

Bei Simulationen handelt es sich um interaktive Programme, welche Prozesse und Systeme mittels dynamischen Modellen nachbilden. Entstanden sind Simulationen ursprünglich für Forschungszwecke, um reale Situationen nachzubilden und so Kosten und Risiken zu senken.

In vielen Disziplinen können Simulationen den Lernerfolg steigern, da sie «aktive entdeckende und selbst gesteuerte Vorgehensweise» (Blumstengel, 1998: 44) aufweisen. Es müssen allerdings einige Faktoren beachtet werden, da sonst schnell ein Lernmisserfolg eintreten kann: Das Vorwissen des Benutzers muss ausreichen, um in der Simulation Fuss zu fassen. Ebenso darf die Anwendung nicht zu komplex sein. Daher werden Simulationen erst dann eingesetzt, wenn das erforderliche Basiswissen erlernt wurde.

Simulationen werden auch von der Computerspieleindustrie erfolgreich in sogenannten Planspielen eingesetzt. Der Benutzer übernimmt dabei eine Funktion (z.B. als Flugzeugkapitän oder Bürgermeister) und muss dabei in oft erstaunlich realitätsnaher Umgebung seine Funktion ausüben. Gute Beispiele sind der Flugsimulator aus dem Hause Microsoft oder SimCity (Wirtschaftssimulation) von Maxis (Blumstengel, 1998: 44–45).

3.3.4. MIKROWELTEN

Eine weitere konstruktivistische Lernsoftware stellen die Mikrowelten dar. Sie sind ähnlich einer Simulation aufgebaut – einem interaktiven veränderbaren Computermodell. Die Benutzer können verschiedene Operationen durchführen, die Bestandteile verändern und so auf das Modell einwirken. Im Gegensatz zur Simulation, wo die Arbeit mit dem Modell im Zentrum steht, liegt der Fokus bei Mikrowelten bei der Modellkonstruktion. Mikrowelten vertreten am meisten das Lernparadigma des Konstruktivismus, da der Lernende im Mittelpunkt steht und das Modell seinen Bedürfnissen anpassen kann (Blumstengel, 1998: 45–46).

3.3.5. BEDEUTUNG FÜR MOBILES ORTSBEZOGENES LERNEN

Aus dem Lernparadigma des Konstruktivismus lassen sich wertvolle Eigenschaften für eine mobile ortsbezogene Lektion ableiten. Vor allem der Bereich des situativen Lernens ist der zentrale Punkt, welcher zwingend auf MOL übertragen und angewendet werden muss. Denn genau hier liegt der Vorteil von Geographie als Fach mit Raumbezug: Es gibt zahlreiche Beispiele und Anwendungen in der Natur, wo Wissen anhand des Kontextes situativ konstruiert werden kann. Im Fol-

genden werden einige denkbare Szenarien für den Einsatz von mobilem ortsbezogenem Lernen in der Geographie aufgelistet:

- **Physische Geographie:**
 - Glaziologie: An einer glazialen Serie kann das GPS-Gerät zu den einzelnen Bestandteilen führen und dort Informationen geben.
 - Biogeographie: Wissenskonstruktion von Pflanzenarten oder Waldtypen in einem Wald.
 - Geomorphologie: z.B. Moränen.

- **Humangeographie:**
 - Stadtentwicklung: Das Gerät kann an bestimmten Orten einer Stadt weiterführende Erklärungen zur Entwicklung darstellen.

- **Fernerkundung:**
 - Ground Truth.
 - Einführung in GPS.

- **GIS:**
 - Neigung & Exposition.
 - Sichtbarkeitsanalyse.

Der Fokus von mobilem ortsbezogenem Lernen liegt durch den Bezug zu räumlich fassbaren Phänomenen eher in den physischen Fächern.

3.4. ZUSAMMENFASSUNG

Insgesamt wird von vielen Autoren die Meinung vertreten, dass die Konzentration auf kognitivistische und konstruktivistische Lernkonzepte wünschenswert ist, da diese eigene Gedanken in die Wissensbildung integrieren. Die Abschaffung von behavioristischen Lernmethoden ist aber trotzdem zu vermeiden, da als Beispiel die erwähnte Vocabulaire-Lernmethode nicht wegzudenken ist. Daher hat jedes Paradigma in bestimmten Situationen ihre Vorzüge und ihre Berechtigung (Blumstengel, 1998: 128). Es interessiert viel mehr, welche Lerntheorie zu welcher

Thematik am sinnvollsten erscheint. Je nach Lernparadigma wirkt sich das auch auf die Art des Einsatzes des mobilen Geräts aus: Erfolgt die Wissensvermittlung aufgabenorientiert (behavioristisch), wird mit Schwerpunkt auf dem mobilen Endgerät gearbeitet, welches Wissen mit Text, Bildern usw. präsentiert. Beim prozessorientierten (konstruktivistischen) Lösen ist das mobile Endgerät das Koordinationsmittel für die Interaktion zwischen Kontext und Mensch. Das Gerät präsentiert Aufträge, welche der Lernende durch situatives Lernen in der Natur bewältigen muss. Für MOL, als Lernart mit Situationsbezug, wird die letztere Art angewendet: Das mobile Gerät wird nach konstruktivistischer Methode als «Mittel zum Zweck» verwendet. Nur bei der Aufarbeitung des theoretischen Wissens, welches durch Adaptivität ermittelt wird, und der Festlegung des Grob Ablaufs wird nach dem Behaviorismus verfahren und das Wissen per Text gezeigt.

In Tabelle 3 werden die vorgestellten Lernparadigmen mit ausgewählten Eigenschaften zusammengefasst.

	Behaviorismus	Kognitivismus	Konstruktivismus
Paradigma	Reiz – Reaktion	Problemlösung	Konstruieren
Lehrperson	autoritärer Experte	Tutor	Coach
Wissen wird	erklärt	erzählt	entdecken gelassen
Problemlösen	aufgabenorientiert	lösungsorientiert	prozessorientiert
Wissensaneignung	Speicherung	Verarbeitung	Konstruktion
Lernziele	richtige Antworten geben	richtige Methoden zur Antwortfindung	komplexe Situationen bewältigen
Lernprogrammstil	linearer Ablauf	dynamisch, flexibel	vernetzt, offen
Lernsoftware	programmierte Instruktion	ITS (intelligente tutorielle Systeme)	Simulationen/ Mikrowelten

Tabelle 3: Zusammenfassung Lernparadigmen
(vgl. Nösekabel 2005: 17)

4. ENTWICKLUNG UND DIDAKTISCHE STRUKTUR VON ELEKTRONISCHEN LERNSYSTEMEN

Kapitel vier widmet sich einerseits der Entwicklung und Entstehung von elektronischen Lernangeboten und andererseits inhaltlich-didaktischen Strukturen von derartigen Lernsystemen. Es wird darauf eingegangen, ob sich eine mobile ortsbezogene Lektion mithilfe des Entwicklungsmodells konzipieren lässt und ob sich die inhaltlich-didaktischen Strukturen auf MOL anwenden lassen.

4.1. ENTWICKLUNGSMODELL HYPERMEDIALER LERNSYSTEME

In den folgenden Abschnitten wird ein Modell beschrieben, welches den Entwicklungsprozess von hypermedialen Lernsystemen aufzeigt. Es beschäftigt sich damit, wie die Entwicklung eines Lernprogrammes von der Idee bis zum fertigen Produkt ablaufen könnte. Es basiert auf den Beschreibungen von Blumstengel (1998: 154–184).

Das Entwicklungsmodell besteht aus vier Schritten:

1. Bedarfsanalyse

Unter die Bedarfsanalyse fallen die *pädagogischen Zielsetzungen*, welche den Inhalt und die Ziele der Lektion aufzeigen. Weiter muss eine *Analyse des Umfeldes* getätigt werden: Was für eine technische Ausstattung ist vorhanden, welche Plattform wäre von Vorteil, wo befindet sich der Lernort (Schule, zu Hause ...) und wie hoch ist das zur Verfügung stehende Budget? Ebenfalls muss die *Zielgruppenanalyse* durchgeführt werden, welche folgende Faktoren beinhaltet:

- Grösse der Gruppe.
- Vorkenntnisse: Bei stark unterschiedlichen Wissensständen muss eine Lösung gefunden werden, wie diese ausgeglichen werden können.
- Erfahrung im Umgang mit technischen Geräten: Das System sollte von allen Benutzern, ob Anfänger oder Experte, genutzt und eingesetzt werden können.
- Sprache: Je nach Sprachenvielfalt der Teilnehmer muss das System unterschiedliche Übersetzungen aufweisen.

2. Entwicklung von Alternativen

Hier werden verschiedene Lösungsalternativen auf Eignung geprüft. Die Möglichkeiten können computerunterstützt sein, traditionelle Formen aufweisen oder auch eine Kombination von beiden darstellen.

3. Produktion

Wenn eine Lösungsalternative ausgewählt wurde, erfolgen in der Produktionsphase der didaktische, gestalterische und softwaretechnische Entwurf sowie nachfolgend die Realisierung der Lernplattform. Bei grösseren Projekten wird in der Planungsphase zuerst das Projektteam zusammengestellt und ein Projektmanager festgelegt. Weiter muss eine Entwicklungsumgebung bestimmt werden (Grafikprogramme, Animationssysteme ...). Hier spielt auch die Wahl der Programmiersprache eine Rolle. Der nächste Schritt ist die Entwurfsphase: Darunter fallen der didaktische Feinentwurf und das Screendesign. Ist der Entwurf festgelegt, kann ein erster Prototyp implementiert werden, in anderen Worten also die Umsetzung des Entwurfs in ein Computerprogramm.

4. Einsatz/Evaluation

Einsatz und Evaluation sind eng mit der Produktionsphase verkuppelt und laufen teilweise auch parallel dazu ab. Evaluationen sind ein Mittel zur Qualitätssicherung und unterstützen so den laufenden Verbesserungsprozess des Lernprogramms.

Abbildung 8 zeigt den Ablauf schematisch auf.

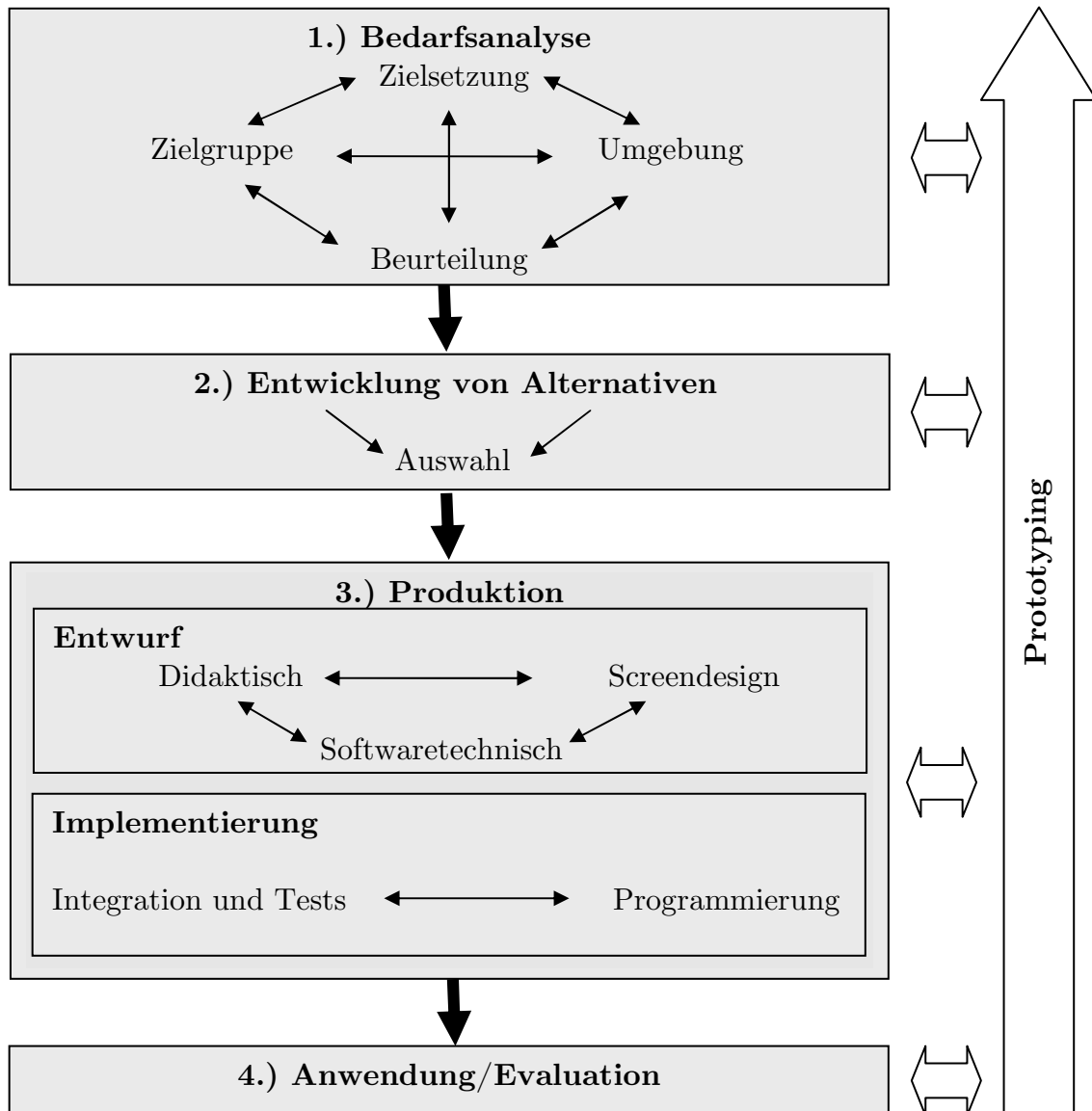


Abbildung 8: Entwicklungsmodell hypermedialer Systeme
 Quelle: Blumstengel, 1998: 156.

4.1.1. BEDEUTUNG FÜR MOBILES ORTSBEZOGENES LERNEN

Das Entwicklungsmodell ist zu allgemein ausgerichtet, als dass es sich für die Konzeption einer mobilen ortsbezogenen Lektion eignen würde. Vor allem Punkt 2.) «Entwicklung von Alternativen» muss abgeändert werden: An dieser Stelle des Modells soll nicht nach anderen Lehrmöglichkeiten für die Thematik gesucht werden. Es soll vielmehr geprüft werden, ob sich die Materie für die mobile Lernmethodik eignet. Um dies zu testen, kann daher ein Anforderungskatalog erstellt

werden, mit welchem das Thema der Lektion auf Eignung für mobiles ortsbezogenes Lernen getestet wird. Auch Punkt 3.) «Produktion» ist den Eigenheiten von mobilem Lernen nicht ganz gewachsen. Speziell an MOL ist die Tatsache, dass das Lernen in der Natur stattfindet. Folglich kann der Entwicklungsprozess im Gegensatz zu «normalen» elektronischen Lernarten nicht ausschliesslich im Büro erfolgen. Das Programm muss auch in der Natur entwickelt werden. Die Punkte 1.) und 4.) sind in vielen Entwicklungsprozessen erforderlich und sind daher auch für eine mobile Lektion notwendig. Dieser Beurteilung zufolge wird das Entwicklungsmodell für hypermediale Lernsysteme mit Vorteil als Vorlage oder Grundgerüst für eine mobile ortsbezogene Lektion eingesetzt. Die Punkte 2.) und 3.) müssen aber modifiziert werden, um den speziellen Anforderungen an mobiles ortsbezogenes Lernen zu genügen.

4.2. DIDAKTISCHES KONZEPT EINES ELEKTRONISCHEN LERNSYSTEMS

Kapitel 4.1 widmete sich dem möglichen Entwicklungsprozess eines Lernsystems. Der folgende Abschnitt geht nun eine Stufe tiefer und zeigt anhand des ECLASS-Systems auf, wie der Aufbau einer elektronischen Lektion aussehen kann und welche Elemente integriert werden können.

Das ECLASS-System ist die didaktische Struktur des GITTA-Projektes¹, einem E-Learning Kurs für Studierende. ECLASS steht für die Anfangsbuchstaben der Elemente, aus welchen eine Unit (= Lektion) aufgebaut ist (Bleisch & Nebiker, 2004):

- **Entry** (Einleitung)

Die Einleitung soll einen Einstieg ins Thema bieten, zum Beispiel etwas Geschichtliches oder in welchen Kontext die Thematik passt. Weiter sollen auch der Ablauf und die Ziele bekannt gegeben werden.

¹ GITTA = Geographic Information Technology Training Alliance
(www.gitta.info/website/en/html/index.html).

- **Clarify (Theorie)**
Den Hauptteil der Unit wird von der Theorie über die entsprechende Thematik in Anspruch genommen.
- **Look (Beispiele)**
Beispiele sollen die Theorie besser verständlich machen, dies kann durch Videos, Zeichnungen oder Animationen geschehen.
- **Act (Anwendung)**
Anwendungen sollen das vermittelte Wissen vertiefen und sind so ein wichtiger Teil der Lektion. Hier kann Gruppenarbeit zwischen den teilnehmenden Studenten entstehen, durch welche das Wissen noch weiter vertieft wird.
- **Self-Assessment (Test)**
In diesem Abschnitt der Lektion werden die Studenten auf das Gelernte getestet.
- **Summary (Zusammenfassung)**
Die Zusammenfassung ist das letzte Teil der Übung und soll den Stoff nochmals in kurzen und prägnanten Sätzen wiedergeben.

Diese Elemente sollen die Autoren von Lernumgebungen anregen, sich Gedanken über den Aufbau zu machen, um so eine didaktisch gute Lektion zu erstellen. Die Reihenfolge und die Gewichtung der Elemente können durch den Autor selbst bestimmt werden. Weiter sind einige Elemente fakultativ (z.B. das Self-Assessment) oder können wiederholt eingesetzt werden.

4.2.1. BEDEUTUNG FÜR MOBILES ORTSBEZOGENES LERNEN

Die Komponenten von ECLASS können grösstenteils in eine mobile ortsbezogene Lektion integriert werden. Wie in einer Vorlesung oder einer E-Learning-Lektion

braucht auch ein M-Learning einen Einstieg (*Entry*) in die Thematik, wo die Ziele und der Inhalt dem Lernenden bekannt gegeben werden. Der Hauptunterschied zwischen E-Learning und MOL ergibt sich im Theorieteil: Während bei E-Learning das Element *Clarify* sehr bedeutend ist, nimmt es bei M-Learning nur eine Nebenrolle ein. MOL eignet sich durch die Beschränkungen des Gerätes und durch den natürlichen Kontext nicht für die Vermittlung von Theorie, daher soll dieser Teil möglichst klein gehalten werden und sich auf den Ausgleich des Wissensstandes bei den Lernenden konzentrieren. Umso mehr sollen dafür die Punkte *Look* und *Act* in einer mobilen ortsbezogenen Lektion Berücksichtigung finden, um vom natürlichen Kontext profitieren zu können. Beispiele (*Look*) und Anwendungen (*Act*) können auf zwei Arten miteinbezogen werden: Einerseits können Bilder und Grafiken gezeigt werden (z.B. im Theorieteil), andererseits sollen sie in Kombination mit den Anwendungen im praktischen Teil der Lektion zum Einsatz kommen. Daraus folgt, dass im Unterschied zu E-Learning *Look* und *Act* überwiegend praktisch eingesetzt werden. Beispielsweise können so Aufträge gestellt werden, welche die Lernenden mit dem Gerät und der Natur lösen sollen.

Auch das *Self-Assessment* kann bei MOL in die Lektion eingebunden werden. Wie in Kapitel 3.2.4 bereits diskutiert wurde, kann eine Adaptivität des Systems an den Benutzer durch einen Einstiegstest erreicht werden, um das Vorwissen des Lernenden zu eruieren. Eine *Summary* ist auch in einer mobilen ortsbezogenen Lektion zu empfehlen, um den Lernenden in kurzen Sätzen mitzuteilen, was aus der Lektion mitgenommen werden muss.

4.3. DIDAKTISCH-METHODISCHE STRUKTUR VON LERNANGEBOTEN

Im folgenden Abschnitt geht es um die Frage, wie mediale Lernangebote didaktisch strukturiert werden können. Kerres (2001: 186–270) stellt in seinem Buch folgende vier Strukturen vor:

- Exposition
- Exploration
- Konstruktion
- Kommunikation

Anzumerken ist, dass sich die vier Prinzipien nicht gegenseitig ausschliessen. Je nach Art des Lernangebots ist eine sinnvolle Kombination der vier Strukturprinzipien zu wählen.

4.3.1. EXPOSITION

Unter Exposition (Abbildung 9) versteht man die zeitliche Strukturierung des Lernangebots. Es geht um die Frage, welches die «richtige» Reihenfolge der Lernelemente (z.B. der Kapitel) der Lektion ist. Dieser Aufbau wird vom Lehrer im Voraus festgelegt und darauf im Lernangebot dementsprechend umgesetzt. Die Grundidee dahinter ist, dass Lernen ein zeitlicher Prozess ist. So kann mit einem Lernerfolg gerechnet werden, wenn die Lernangebote zeitlich richtig angeordnet sind.

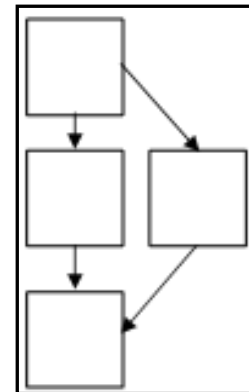


Abbildung 9: Exposition
Quelle: Kerres, 2001: 186.

Sehr gut ersichtlich wird hier der Bezug zum Lernparadigma des Behaviorismus und der programmierten Instruktion, welche ebenfalls sehr linear und sequenziell aufgebaut sind.

4.3.2. EXPLORATION

Explorative Lernangebote (Abbildung 10) gehen davon aus, dass Lernen auch ohne Lehren passieren kann. Man nimmt auch Wissen auf, ohne dass die Lehrperson vorgibt, in welcher Reihenfolge diese Informationen zu verarbeiten sind oder welches Wissen überhaupt von Bedeutung ist. Die Exploration basiert also im Gegensatz zur Exposition nicht auf der zeitlichen Strukturierung der Lernangebote, sondern auf der logischen Ordnung des Lernangebots. Beim explorativen Lernen (= entdeckendes, forschendes oder autonomes Lernen) bestimmt

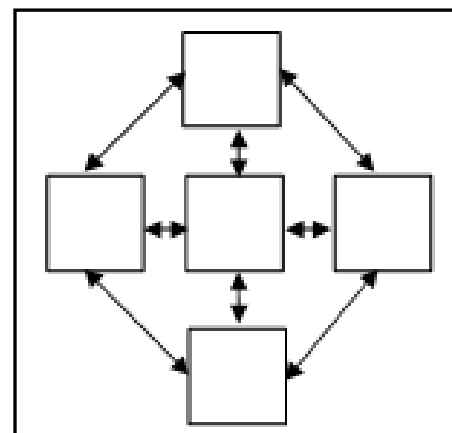
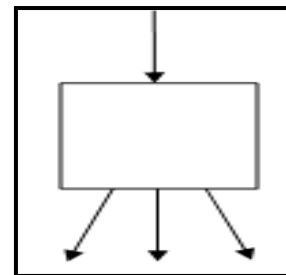


Abbildung 10: Exploration
Quelle: Kerres, 2001: 186.

oft die Eigeninitiative die Aktivitäten. Die Lernmotivation geht also gewöhnlich nicht von anderen Personen (z.B. Lehrer) aus. Weiter setzt sich die Person selbst ein Lernziel und entscheidet eigenständig, welche Tätigkeiten zu welchem Zeitpunkt ausgeführt werden. Im Unterschied zur Exposition geschieht die Ausübung nicht linear, sondern der Benutzer kann den Weg selbst bestimmen. Diese Freiheit beim Lernen führt oft zu grosser Begeisterung und Motivation, da die eigentliche Lernaktivität nicht als solche aufgefasst wird. Die Exploration ist klar beim Kognitivismus oder Konstruktivismus einzuordnen, da Wissen selbst entdeckt und konstruiert wird.

4.3.3. KONSTRUKTION

Lernmedien können in didaktischen Kontexten auch als Werkzeuge zur Konstruktion von Wissen eingesetzt werden (Abbildung 11). Elektronische Lernumgebungen können Information nicht nur darstellen, durch deren Einsatz kann Wissen auch aktiv konstruiert werden.



Einzuzuordnen ist die Konstruktion unter dem Lernparadigma des Konstruktivismus.

Abbildung 11: Konstruktion
Quelle: Kerres, 2001: 186.

4.3.4. KOMMUNIKATION

Durch die Einbindung von Lernangeboten in ein System, welches die Kommunikation zwischen Menschen ermöglicht, kann die sonst meist einsame Lernumgebung durch personelle Interaktion erweitert oder sogar ersetzt werden. So können Lernende untereinander kommunizieren, oder es können auch Interaktionen zwischen Lehrendem und Lernendem stattfinden (Abbildung 12). Die Möglichkeiten sind nahezu unendlich, doch ist hier genau zu prüfen, welche Rolle

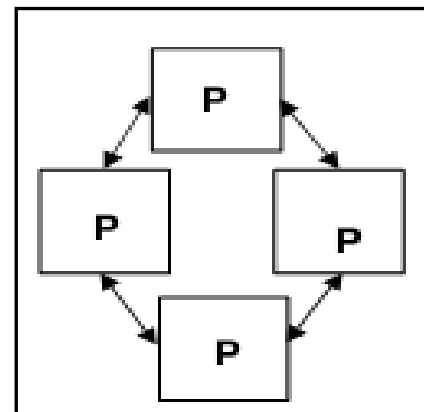


Abbildung 12: Kommunikation
Quelle: Kerres, 2001: 186.

und didaktische Funktion der Kommunikation zugewiesen werden sollen.

Es lassen sich zwei verschiedene Varianten der Kommunikation unterscheiden: Kommunikation von Person zu Person (1:1) oder auch von Person zu mehreren Personen (1:N). Weiter gibt es auch Unterschiede, welche sich auf die zeitliche Komponente beziehen:

- Von einer synchronen Kommunikation spricht man, wenn die Verständigung zeitgleich, also in Realtime, geschieht. Dies kann durch Chats erfolgen, wie z.B. ICQ oder MSN-Messenger¹, oder per Sprache und Video, wie z.B. Skype.
- Wenn die Kommunikation zeitversetzt geschieht, werden die Nachrichten asynchron zugestellt. Dies ist bei der Verständigung per E-Mail oder bei der Sprachmailbox der Fall.

Vorteile durch den Einsatz von solchen Kommunikationsmitteln ergeben sich durch die physische Unabhängigkeit: Man muss mit seinen Projektpartnern keine realen Treffen organisieren, sondern kann sich per Videokonferenz unterhalten. Nachteile treten beispielsweise durch den Mangel an sozialer Präsenz oder die Unbekanntheit der Gruppenmitglieder auf, welches den Aufbau einer funktionierenden sozialen Gruppe verhindern kann.

4.3.5. BEDEUTUNG FÜR MOBILES ORTSBEZOGENES LERNEN

Alle vier Strukturen haben die Berechtigung, in eine mobile ortsbezogene Lektion einzufließen. Die *Exposition*, also die sequenzielle Strukturierung der mobilen ortsbezogenen Lektion, gibt vor, in welcher Reihenfolge der Lernende die EC-LASS-Elemente zu absolvieren hat. Wie im Lernparadigma des Behaviorismus soll dem Schüler durch den Einfluss der Exposition ein Gerüst gegeben werden, welches die Grobstruktur der Lektion festlegt (Einleitung – Hauptteil – Schluss). Weiter sollen durch vorbereitete Theorieteile (*Clarify*) die Lernenden auf den gleichen Wissenstand gebracht werden. Für den praktischen Teil (*Look* und *Act*) bei MOL ist die Exposition sicherlich nicht gedacht, da in diesem Teil die zu lösenden Aufgaben von den Lernenden in freier Reihenfolge gelöst werden.

¹ ICQ («I seek you») und der MSN-Messenger sind Computerprogramme, mit welchen sich die Teilnehmer Nachrichten schreiben können.

Auch *exploratives Lernen* lässt sich mit MOL realisieren. Der Lernende kann selbst entscheiden, zu welchem Zeitpunkt er die Lektion durchführen will. Dies führt zu einer erhöhten Motivation, fordert vom Schüler aber ein hohes Mass an Selbstständigkeit und Eigeninitiative. Je nach Typ kann exploratives Lernen folglich zu Problemen mit unselbstständigen Schülern führen. Innerhalb des durch die Exposition vorgegebenen Grundgerüsts soll sich der Lernende frei bewegen können.

Die *Konstruktion* als Mittel zur aktiven Wissensbildung ist die zentrale Eigenschaft, welche eine mobile ortsbezogene Lektion aufweisen muss. Das mobile Gerät soll dabei die Rolle des Werkzeugs übernehmen, durch welches das Wissen in der Natur durch den Lernenden selbst konstruiert werden kann. Die Phase der Konstruktion ist während der Lektion bei den praktischen Beispielen (*Look* und *Act*) anzutreffen.

Die *Kommunikation* kann einerseits zwischen Menschen als Partner- oder auch Gruppenarbeit, andererseits aber auch zwischen Mensch und Gerät stattfinden. Während der Anfangsphase der Lektion, in welcher Ziele, Inhalte und die Theorieteile durch das Gerät vermittelt werden, ist die Kommunikation relativ einseitig (= Instruktion), nämlich vom Gerät zum Lernenden. In der Phase der aktiven Wissenskonstruktion ändert sich diese einseitige Kommunikation zu Interaktion, also die beidseitige Kommunikation. Die Kommunikation zwischen den einzelnen Teilnehmern durch Chats oder Telefonie wird sich bei MOL aber in Grenzen halten: Da kaum mehrere Personen gleichzeitig mit einem eigenen Gerät die Lektion absolvieren werden, wird die Kommunikation somit nicht berücksichtigt werden.

5. KONZEPTION EINER MOBILEN ORTSBEZOGENEN LEKTION

Um die Zielsetzung «Entwicklung einer mobilen ortsbezogenen Lektion für die GIS-Ausbildung» zu erreichen, wird in diesem Kapitel nun beschrieben, wie die Entwicklung einer mobilen ortsbezogenen Lektion vor sich geht. Es werden die in Kapitel 3 und 4 behandelten Themen wieder aufgegriffen und nun an einer konkreten Anwendung aufgezeigt. Dabei wird auch diskutiert, welche Anforderungen an eine Thematik für MOL gestellt werden.

Durch die Evaluation dieser Lektion soll weiter auch beantwortet werden, welche Vor- und Nachteile mobiles ortsbezogenes Lernen aufweist.

In Kapitel 4.1 wurde das Entwicklungsmodell nach Blumstengel beschrieben, welches die einzelnen Phasen der Entwicklung eines hypermedialen Lernsystems aufzeigt. Wie bereits erwähnt, kann dieses Modell nur bedingt auf die Konzeption einer mobilen ortsbezogenen Lektion übertragen werden. Deshalb wird z.B. der Punkt «Entwicklung von Alternativen» durch «Anforderungen an eine mobile ortsbezogene Lektion» ersetzt. Weitere Anpassungen und Änderungen werden jeweils im entsprechenden Kapitel erläutert.

5.1. BEDARFSANALYSE

Als erster Punkt wird analog zum Entwicklungsmodell nach Blumstengel eine Bedarfsanalyse durchgeführt, welche die Rahmenbedingungen der Lektion festlegt.

Der Inhalt der Lektion wird von den Themen «Neigung & Exposition» handeln, einer Thematik, welche in der Abteilung GIS (geographisches Informationssystem) angesiedelt ist. Die Zielgruppe sind Studenten im Haupt- oder Masterstudium, welche schon ein Vorwissen mitbringen, das aber nicht bei allen auf dem gleichen Stand ist. Es wird jeweils ein Student an der Lektion teilnehmen. Im Unterschied zum Modell nach Blumstengel kann in der Bedarfsanalyse noch kein Ort

für die Lektion festgelegt werden. Dies erfolgt erst in Punkt 2. Die Ziele der Lektion lauten folgendermassen:

- **Mit dem PDA vertraut machen:** Obwohl (fast) alle Studenten ein Handy besitzen, ist der Umgang mit einem PDA für viele noch unbekannt. Daher wird auch das PDA-Handling als Ziel angestrebt.
- **Die theoretischen Grundlagen von Neigung & Exposition kennen:** Durch das unterschiedliche Vorwissen müssen die Teilnehmer auf annähernd den gleichen Wissensstand gebracht werden. Daher wird die Lektion einen Theorieteil mit den wichtigsten Informationen über Neigung & Exposition enthalten.
- **Neigung & Exposition durch Anwendungsbeispiele im Feld erfahren:** Um nun situatives Lernen anzuwenden, werden die Lernenden Aufgaben in der Natur an Beispielen von Neigung & Exposition lösen.

5.2. ANFORDERUNGEN

Anders als im Entwicklungsmodell nach Blumstengel geht es in Punkt 2 um die Frage, ob Neigung & Exposition für mobiles ortsbezogenes Lernen geeignet ist und realisiert werden kann. Daher werden verschiedene Anforderungen an die Thematik gestellt, welche erfüllt werden müssen. Es wird zwischen (allgemeinen) Anforderungen und Hard- und Software unterschieden.

5.2.1. ANFORDERUNGEN

Unter diesem Aspekt werden Faktoren betrachtet, welche für eine mobile ortsbezogene Lektion erforderlich sind:

- **Natürlicher Kontext:** Für die praktischen Beispiele der Lektion ist ein geeigneter natürlicher Kontext erforderlich. Die Anforderungen an diesen

natürlichen Kontext lauten wie folgt: Der Kontext sollte in der Nähe des jeweiligen Aufenthaltsortes des Teilnehmers liegen, um allzu grosse Anreizeiten zu verhindern, und muss auch ohne Risiken einzugehen erreichbar und zugänglich sein. Weiter soll der Kontext auch der Thematik entsprechen und damit zweckdienlich sein.

Unterschieden werden müssen auch Sachverhalte, die kontinuierlich über den Raum einen natürlichen Kontext bieten (z.B. Thema Vegetation oder Neigung), und solche, welche nur an bestimmten Standorten zu betrachten sind (z.B. bestimmte Pflanzen- oder Gesteinstypen). Bei Phänomenen, die fortlaufend auftreten, wird es einfacher sein, einen geeigneten natürlichen Kontext zu finden.

Für die Lektion Neigung & Exposition ist die nahe Umgebung der Universität Zürich Irchel passend und ausreichend, da dort viele geeignet Orte für praktische Beispiele existieren.

- **Angemessene Grösse:** Die Ausdehnung des Phänomens darf einerseits nicht zu gross sein, damit der Teilnehmer auch den gesamten Sachverhalt überblicken kann. Andererseits darf das Objekt auch nicht zu kleine Masse aufweisen, um noch erkennbar zu sein. Es wäre daher sinnvoll, eine Mindest- oder Höchstgrösse für das Phänomen zu definieren. Die Mindestgrösse kann aufgrund der Erkennbarkeit festgelegt werden: Diese Grenze wird sich daher ungefähr im mm-Bereich befinden. An diesem Punkt stellt sich aber die Frage, ob ein so kleiner Sachverhalt wirklich für MOL geeignet ist, da z.B. schon bei der Orientierung (speziell beim Aufsuchen) mit dem GPS durch die kleine Grösse zwangsläufig Probleme auftreten werden. Wenn dieser Sachverhalt allerdings nur ein Teil eines übergeordneten Themas darstellt (z.B. Mineralien eines Gesteins oder Insekten einer Pflanze), können aber auch kleine Grössen durchaus ihre Berechtigung haben.

Die Höchstgrösse kann beispielsweise durch die Sichtweite definiert werden. Dabei kann es für den Lehrer aber ziemlich problematisch und schwer sein, den Benutzer mittels des Geräts auf einen einzelnen Aspekt des Phänomens aufmerksam zu machen. Keine Eignung für MOL weisen Phänomene auf, die nicht als Ganzes zu überblicken sind. Die Plattentektonik wäre daher kein brauchbares Thema. Anders sieht es aber aus, wenn nur ein Teil der Plattentektonik Gegenstand der Lektion ist, z.B. eine Kluft, wel-

che durch ein Erdbeben entstanden ist. Dann nämlich wäre auch dieses Thema denkbar.

Der Grösse von Neigung & Exposition ist angemessen, da das Phänomen in unterschiedlichen Massstäben betrachtet werden kann (z.B. 1-m- oder 100-m-Auflösung).

- **Zeitliche Flexibilität:** Eine weitere Anforderung an MOL ist, dass die Lektion zeitlich flexibel durchführbar sein muss. Der Gegenstand der Lektion darf folglich nicht nur zu bestimmten Zeitpunkten auftreten oder zugänglich sein. So wäre beispielsweise eine Lektion über verschiedene Wolkenarten nicht realisierbar, da diese nur unter speziellen Bedingungen auftreten.

Neigung & Exposition sind nicht von der Zeit abhängig und erfüllen daher diese Anforderung.

5.2.2. HARD- UND SOFTWARE

Die Hardware umfasst ein für MOL passendes mobiles Endgerät (vgl. Kapitel 2.4.1.), einen GPS-Empfänger, digitale Karten und eine Entwicklungsumgebung:

- **Mobiles Endgerät:** Für die Lektion Neigung & Exposition wird ein HP iPAQ hw6915 (Abbildung 13) eingesetzt, welcher von HP Schweiz freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurde.

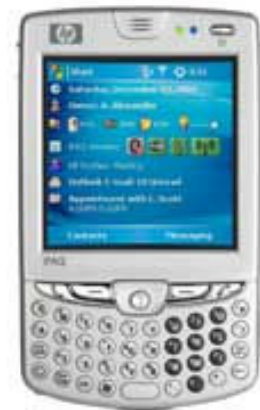


Abbildung 13: HP iPAQ hw6915

Quelle: www.hp.com.

Zugriff: 30.12.2006.

- **GPS-Empfänger:** Da durch die Ortsabhängigkeit die Kenntnis über den Standort erforderlich ist, wird ein GPS-Empfänger benötigt. Entweder wird ein externer Empfänger per Bluetooth (vgl. Kapitel 2.4.2.) mit dem mobilen Endgerät verbunden oder man nutzt einen internen GPS-Empfänger,

welchen einige PDAs bereits enthalten. In unserer Anwendung weist der HP iPAQ einen integrierten GPS-Empfänger auf.

- **Digitale Karten:** Karten sind bei MOL aus zwei Gründen erforderlich: Einerseits wird das GPS-Signal auf eine *topographische Karte* projiziert, um die momentane Position zu entnehmen und die aufzusuchenden Ziele (z.B. ein Kreuz) anzugeben. Andererseits sind für das situative Lernen in den meisten Fällen auch *thematische Karten* notwendig. Bei sämtlichen Beispielen aus Kapitel 3.3.5 sind thematische Karten sicherlich denkbar und auch sinnvoll einsetzbar. Es hängt natürlich immer davon ab, welche Aspekte einer Thematik in der Lektion behandelt werden. Bei einem biogeographischen Thema werden z.B. die verschiedenen Baumtypen eines Waldes mit Vorteil durch eine thematische Karte visualisiert. Wenn im Gegensatz dazu nur eine Baumart behandelt wird, kann auch eine topographische Karte für eine Standortsuche ausreichend sein.

Für die Thematik Neigung & Exposition werden beide Kartentypen benutzt: Für die Orientierung wird eine topographische Karte eingesetzt. Weiter werden für das situative Lernen drei thematische Karten verwendet, welche Neigung & Exposition über eine Fläche von 50×50 m in unterschiedlichen Auflösungen visualisieren. Bei dieser Thematik kann daher nicht auf thematische Karten verzichtet werden.

- **Entwicklungsumgebung:** Für die Implementierung der Lernsoftware wird eine Entwicklungsumgebung benötigt. Folgende Programme wurden getestet:
 - Mobile Designer¹: Der Mobile Designer von Beatware ist ein Programm für die Entwicklung von Flash- oder SVG-Anwendungen², welche auf einem mobilen Endgerät eingesetzt werden können. Es ist ein benutzerfreundliches Programm, mit welchem schnell erste Ergeb-

¹ Homepage von Mobile Designer: www.beatware.com/products/md.html. Zugriff 1.12.2006.

² SVG = Scalable Vector Graphics, Standard zur Beschreibung zweidimensionaler Vektorgrafiken in der XML-Syntax. Flash = Konkurrenz von SVG. Standard der Firma Adobe für Vektorgrafiken
(Quellen: de.wikipedia.org/wiki/Scalable_Vector_Graphics/
de.wikipedia.org/wiki/Macromedia_Flash. Zugriff: 1.12.2006).

nisse resultieren. Es weist allerdings Schwächen bei komplexeren Anwendungen auf. So können zum Beispiel keine GPS-Signale oder -Karten in die Lektion integriert werden. Ausserdem kostet das Programm \$ 399. Aus diesen Gründen kam die Anwendung nicht infrage.

- ArcPAD: ArcPAD ist die mobile Anwendung der GIS-Produkteserie von ESRI. In ArcGIS können Karten erstellt werden, danach mittels eines einfachen Arbeitsschritts auf den PDA übertragen und dort von ArcPAD geöffnet werden. Weiter ist auch das Anschliessen eines GPS-Empfängers ohne grossen Aufwand realisierbar. Zudem ist das Programm an der Universität Zürich vorhanden und müsste nicht zugekauft werden. Diese Elemente sprechen klar für die Verwendung von ArcPAD.

Für eine mobile ortsbezogene Lektion braucht es allerdings mehr als nur Kartendaten. Es benötigt auch Theorieteile, Tests und praktische Beispiele. In ArcPAD existiert zwar ein solches Tool, ist aber als Entwicklungsumgebung durch den kleinen Umfang nicht geeignet.

- Visual Studio: Das Microsoft Visual Studio 2005 ist ein Entwicklungsprogramm zum Erstellen von Programmen für Windows, Internet und mobile Geräte. Als Programmiersprachen sind C++/C, J#, C# und VisualBasic enthalten. Für mobile Anwendungen ist zusätzlich das Windows Mobile 5.0 Developer Resource Kit nötig, ein SDK¹ für die Entwicklung von Applikationen, welche auf dem Betriebssystem Windows Mobile eingesetzt werden. Visual Studio ist sehr umfangreich und braucht auch einige Einarbeitungszeit. Das Programm ist von MSDNAA² gratis für Studienzwecke zu beziehen.

Durch den grossen Umfang und die kostenlose Beschaffung fiel die Wahl der Entwicklungsumgebung auf Visual Studio 2005.

¹ SDK = Software Development Kit. Programm für Entwickler, um eigene Anwendungen zu entwerfen.

² MSDNAA = Microsoft Developer Network Academic Alliance: Lizenzprogramm, an welchem Hochschulen gegen Bezahlung teilnehmen können. Dadurch können Institute und Studierende fast alle Microsoft-Produkte für nicht kommerzielle Zwecke gratis beziehen und einsetzen. (Quelle: www.msdnaa.de. Zugriff: 3.3.2007.)

5.3. PRODUKTION

Für die Lektion wird eine Offline-Lösung angewendet, das Programm wird also vorgängig vollständig per Bluetooth auf das mobile Gerät geladen. Die Produktion erfolgt einerseits im Büro, wo die Anwendung in Visual Studio 2005 programmiert wird. Der andere Teil der Produktionsphase geschieht in der Natur, da das Programm nicht am Arbeitsplatz getestet werden kann (z.B. durch das mangelnde GPS-Signal oder die digitalen Karten). Daher bringt die Entwicklung einer mobilen ortsbezogenen Lektion intensives Prototyping mit sich: In einer ersten Phase werden im Büro einzelne Lektionsteile programmiert, die dann in einer zweiten Phase in der Natur getestet werden. Dieser Ablauf verläuft iterativ und kann daher ziemlich anstrengend und zeitraubend sein.

5.3.1. BETRIEBSSYSTEM

Als Betriebssystem, die Schnittstelle zwischen Benutzer, Hardware und Anwendungen, wird Microsoft Windows Mobile 5.0 verwendet, eine speziell für mobile Geräte entwickelte Version von Windows, deren Ähnlichkeit zu Windows XP nicht zu übersehen ist.

5.3.2. DIDAKTISCHER ABLAUF

Die Lektion nach dem behavioristischen Leitbild zu entwerfen, wäre sicherlich die einfachste und die am wenigsten zeitintensivste Methode. Da aber eine ortsabhängige Lektion nicht ohne Kontext existieren kann und auch das Lernziel «Neigung & Exposition im Feld erfahren» nur durch Interaktion des Lernenden mit der physischen Umwelt erreicht wird, muss die Lektion durch konstruktivistisches und situatives Lernen geprägt sein. Dies wird vor allem im Teil der praktischen Beispiele ersichtlich, da dort offen und ohne Einschränkungen die Aufgaben nach eigenen Vorstellungen gelöst werden können. Das mobile Gerät gibt nur Anweisungen, wie das Wissen konstruiert und entdeckt wird. Ebenfalls werden hier die didaktisch-methodische Strukturen Exploration und Konstruktion sichtbar. Der Teilnehmer kann sich innerhalb der praktischen Beispiele frei bewegen und zieht

aus den Erkenntnissen selbstständig Schlussfolgerungen. Neben dem Konstruktivismus soll aber auch der Kognitivismus, speziell der Bereich der Adaptivität, berücksichtigt werden. Mittels eines Einstiegstests wird das vorhandene Wissen der Lernenden ermittelt und so der weitere Verlauf der Lektion adaptiv an den einzelnen Teilnehmer angepasst.

Um dem Lernenden ein Gerüst bereitzustellen, an welchem er sich orientieren kann, wird auch der Behaviorismus in die Lektion einfließen. Aus diesem Grund werden die ECLASS-Komponenten verwendet und integriert, um so einen erkennbaren Ablauf zu garantieren. Auch für den Theorieteil, bei welchem das erforderliche Basiswissen bereitgestellt wird, ist das behavioristische Paradigma verantwortlich. Dies entspricht ebenfalls der Exposition, welche die sequenzielle Struktur der Lektion regelt.

Der Ablauf wird in Abbildung 14 schematisch aufgezeigt und nachfolgend detailliert beschrieben.

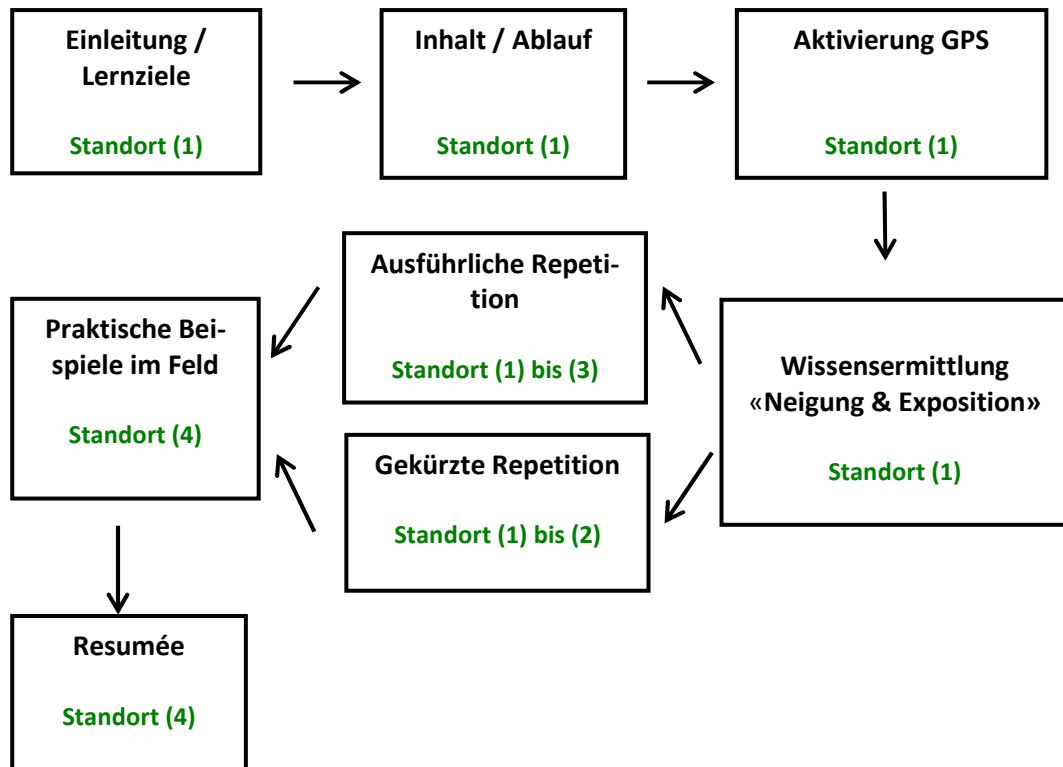


Abbildung 14: Ablauf der Lektion

Den Standort (1) zu Beginn der Lektion kann sich jeder Teilnehmer selbst aussuchen. Er kann sich in einem Gebäude an der Universität Irchel oder auch draussen aufhalten. Nach der Einleitung mit den Lernzielen und der Auflistung des Inhalts (*Entry*), muss der integrierte GPS-Empfänger aktiviert werden. Dadurch kann in der Zeit bis zum Gebrauch die momentane Position des Teilnehmers festgestellt werden, da dies je nach Aufenthaltsort länger dauern kann.

Danach wird der Test zur Ermittlung des Wissensstandes (*Self-Assessment*) durchgeführt. Es werden geschlossene Fragen nach dem Multiple oder Single-Choice-Prinzip zu Neigung & Exposition gestellt, bei welchen der Lernende jeweils eine oder mehrere Antworten anwählt und zusätzlich seine Sicherheit angeben muss, mit welcher er geantwortet hat. Die Sicherheitsskala beinhaltet die Stufen «sicher», «ziemlich sicher» und «unsicher». Dieses Prinzip soll eine weitere Möglichkeit darstellen, den Wissensstand des Teilnehmers zu ermitteln. Wenn der Studierende aus den vier bis fünf Antworten die richtige anwählt und sich dabei auch «sicher» ist, wird dies höher bewertet, als wenn er zwar die richtige Antwort gegeben hat, sicher aber nur «ziemlich sicher» ist. Die Punkteverteilung wurde folgendermassen vorgenommen:

- richtige Antwort + «sicher» → 3 Punkte
- richtige Antwort + «ziemlich sicher» → 2 Punkte
- richtige Antwort + «unsicher» → 1 Punkt
- falsche Antwort → 0 Punkte

Als Punktemaximum konnte daher 15 Punkte (5×3 Punkte) erreicht werden. Je nach Schlussresultat des Tests passt sich das System adaptiv an und präsentierte nachfolgend eine gekürzte oder ausführliche Repetition. Die Grenze wurde bei 7 Punkten festgelegt, d.h. bei 7 und weniger Punkten wurde die ausführliche Repetition gezeigt. Die Repetition beinhaltet einerseits einen Theorieteil, bei welchem Textfelder gelesen werden müssen. Andererseits weist die Repetition auch Beispiele von Anwendungsfeldern (*Look*) auf, in welchen Neigung & Exposition anzutreffen sind. Per GPS und Karte werden die Standorte (2) und (3) aufgesucht, um dort beispielsweise anhand der Häuser herzuleiten, dass die Bewohner von nach Süden exponierten Häusern eine längere Sonneneinstrahlung geniessen können und folglich auch der Mietpreis in einer höheren Preisklasse angesiedelt ist. Bei der kürzeren Version werden Visualisierungen von Neigung & Exposition

und ein Anwendungsbeispiel an Standort (3) weggelassen. Nachfolgend führt das GPS-Signal die Teilnehmer zu Standort (4), an welchem die Thematik von Neigung & Exposition durch spezielle Karten praktisch vertieft wird (*Act*). Es stehen Neigungskarten in unterschiedlichen Auflösungen (1 m – 10 m – 25 m) zur Verfügung (Abbildungen 15–17).



Abbildung 15: Auflösungskarte mit 1-m-Auflösung



Abbildung 16: Neigungskarte mit 10-m-Auflösung



Abbildung 17: Neigungskarte mit 25-m-Auflösung

Mit diesen Visualisierungen der Neigung muss der Benutzer folgende Aufträge lösen:

- Versuche, dich mit der Neigungskarte zu orientieren.
- Betrachte die Umgebung in allen drei Auflösungen. Was fällt dir bezüglich der Maximalwerte auf?
- Mach dir Gedanken über die Auflösung. Welche Auflösung braucht es bei einer Übersichtskarte der Schweiz?

Diese Aufgaben kann der Studierende in freier Reihenfolge lösen, als Hilfsmittel steht ihm nur der PDA mit den Neigungskarten zur Verfügung. Das Wissen wird folglich durch gegenseitige Interaktion zwischen Mensch, Gerät und Natur entdeckt und selber konstruiert.

Eine Problematik, welche sich bei Aufenthalten in der Natur stellt, sind Orientierungsangaben, welche für eine ortsabhängige Mobile-Learning-Lektion von essenzieller Bedeutung sind. Wie soll das mobile Gerät dem Benutzer mitteilen, an welchem Objekt (z.B. Haus, Graben, Berg ...) eines Standortes nun ein Sachverhalt genauer erklärt wird? Auf einer Exkursion kann der Lehrer direkt auf das Objekt zeigen und damit interagieren. Wenn man nun aber alleine im Gelände unterwegs ist, braucht es andere Hilfsmittel. Vor allem weit entfernte Gegenstände sind kritisch. Bei nahen und zu Fuss erreichbaren Objekten kann das System dem Lernenden auf der Karte per GPS zeigen (z.B. mit einem Kreuz), wo man sich hinbegeben soll. Wenn es sich allerdings von einem bestimmten Standort aus gesehen um ein in der Ferne liegendes Objekt handelt, kann diese Methode nicht mehr angewendet werden. Es braucht zusätzliche Hilfs- und Orientierungsmittel. Als Lösungsansätze könnten folgende Methoden zum Einsatz kommen:

- **Digitaler oder analoger Kompass:** An einem Standpunkt wird die Richtung des Sachverhaltes in Grad angegeben, welche dann mit einem Kompass anvisiert wird. Der Kompass kann ein analoges Gerät sein, kann aber auch auf dem PDA durch das GPS-Signal visualisiert werden. Bei einem digitalen Kompass wird dann allerdings eine weitere Schwierigkeit auftreten, da die Exposition nur dann angegeben werden kann, wenn der Benutzer sich bewegt. Bei Stillstand kann das System nicht eruieren, in welche Richtung man momentan ausgerichtet ist.
- **Beziehungsangaben:** Weitere Orientierungshilfen könnten Angaben wie «Rechts vom Turm siehst du ...» oder «Wenn du rechts an der Waldhütte vorbeischaust, erkennst du ...» sein, welche natürlich auch von einem bestimmten Standort aus erteilt werden müssen.

- **Digitale Karten mit GPS:** Durch eine Karte mit grossem Massstab (z.B. 1:100 000) kann durch Einblenden der momentanen Position und durch Kennzeichnung des Objekts die Orientierung auch angegeben werden.
- **Kombination:** Die beste Lösung wird wohl eine Kombination der erwähnten Möglichkeiten sein. Zum Beispiel mittels GPS eine aufzusuchende Position kennzeichnen und dann per Einblenden des Ziels und durch zusätzlichen Text «Rechts vom Turm ...» die Orientierung angeben.

In dieser Lektion werden auf der Übersichtskarte die momentane Position und die aufzusuchenden Ziele per GPS gekennzeichnet. Auch auf den Neigungskarten wird die aktuelle Position eingeblendet. Abschliessend wird ein Resumée (*Summary*) gezogen, welches die wichtigsten Punkte der Lektion nochmals aufzählt.

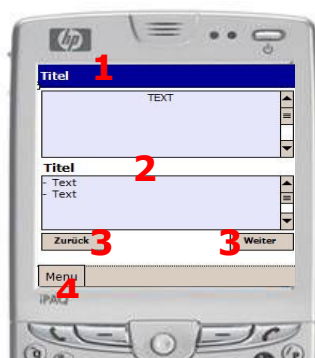
5.3.3. BENUTZERFREUNDLICHKEIT

Die Benutzerfreundlichkeit ist einer der wesentlichen Punkte einer Anwendung. Durch die Bedienung interagiert der Benutzer mit dem Gerät und der Anwendung selbst. Ohne gute Bedienung kann das Programm selbst noch so herausragend sein, die Anwendung wird sich nicht durchsetzen können. Folglich sollte die Steuerung intuitiv und schnell erlernbar sein. Zu unterscheiden sind dabei die Steuerungen von Desktop-PC, Handy und PDA. Bei PCs besteht die Steuerung aus Tastatur und Maus. Bei Notebooks wird die Maus oft durch das Touchpad ersetzt. Schon hier müssen Anwender durch das Touchpad auf einen gewissen Komfort verzichten. Ein grosser Unterschied besteht dann zwischen PC und Handy/PDA. Die Tastatur wurde bei den meisten Handys auf neun Tasten bzw. eine kleine Tastatur bei PDAs minimiert, und die Maus musste ganz weggelassen werden. Mit Handys können durch die Neun-Tasten-Tastatur sicherlich SMS geschrieben werden, grössere Texte sind aber kaum oder nur mit grossen Anstrengungen realisierbar. Bei PDA ist der Komfort durch die Tastatur etwas grösser, aber auch so ist Textschreiben sehr mühselig. Eine grosse Hilfe bei PDAs stellt der Touchscreen dar, durch welchen mit dem Finger oder einem speziellen Stift

mit dem Gerät interagiert werden kann. Der iPAQ wird bei der mobilen ortsbezogenen Lektion hauptsächlich mit dem Stift gesteuert, nur bei einer Aufgabe muss die Tastatur zuhulfe genommen werden. Ein weiterer zentraler Punkt der Benutzerfreundlichkeit ist die Darstellung, also die Ausgabe von Daten und Information auf den Bildschirm. Textfelder, Buttons, Karten usw. sollten übersichtlich auf dem Display angeordnet und vom Benutzer schnell erfassbar sein. Je kleiner natürlich der Bildschirm, desto komplizierter wird es, aus den verschiedenen Komponenten die passenden auszuwählen und dann auch übersichtlich zu platzieren. Durch die eingeschränkte Interaktionsmöglichkeit und die begrenzte Bildschirmgröße ist daher eine Minimierung von Textfeldern, bei welchen der Benutzer Texte selbst eingeben muss, zwingend. Bevorzugt sind folglich z.B. Buttons und «RadioButtons» («Optionsknöpfe»), bei welchen die Texte vom Benutzer ausgewählt werden können (z.B. Multiple oder Single-Choice-Fragen).

Empfehlenswert ist nach Blumstengel (1998: 171) die Erstellung eines «Styleguides», welcher eine Vorlage für das gesamte Projekt darstellt. In diesem werden die Schriftart, die Farben für Hintergrund, Buttons usw. und die grundlegende Bildschirmaufteilung festgelegt.

In der Lektion sieht der Styleguide folgendermassen aus:



1. Titelleiste: Titel des momentanen Inhalts
2. Komponenten: Hier befinden sich Text, Button, Karten ...
3. Zurück- und Weiterbutton für die Navigation
4. Menü: Um die Lektion zu verlassen und Infos einzublenden

Abbildung 16: Styleguide

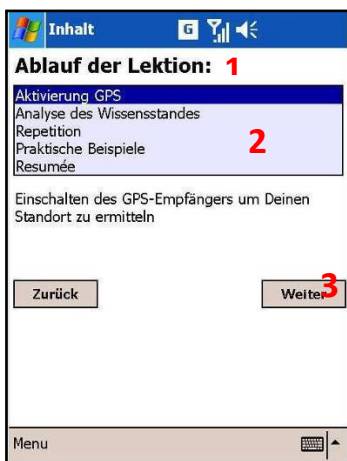
5.3.4. IMPLEMENTIERUNG

Die Programmierung der Lektion erfolgte mit Visual Studio 2005 in Visual Basic. Für die Entwicklung von Programmen für Windows Mobile ist zusätzlich das

Windows Mobile 5.0 Developer Resource Kit für Visual Studio nötig, welches ebenfalls gratis von MSDNAA bezogen werden kann. Dieses Kit stellt zusätzliche wichtige Komponenten für Visual Studio zur Verfügung, die für die Entwicklung von mobilen Programmen benötigt werden.

Die Grundelemente des Programms sind «Forms». Diese Forms stellen das GUI¹ dar, also die Oberfläche (ugs. «Fenster»), durch welche der Benutzer mit dem Programm interagiert. Für jeden neuen Abschnitt der Lektion wird daher eine (oder auch mehrere) neue Form erstellt. Diesen Forms können nun diverse Komponenten, sogenannte «Steuerelemente», per «Drag and Drop» hinzugefügt werden. Drag and Drop (dt.: Ziehen und Fallenlassen) ist eine Methode, um grafische Elemente mittels einer Maus zu bewegen. Bekannte Beispiele solcher Steuerelemente sind «Buttons», «TextBoxes» oder «RadioButtons». Durch das Windows Mobile 5.0 Developer Resource Kit werden diese Steuerelemente speziell für mobile Anwendungen angepasst, da die eigentlichen Komponenten von Visual Studio nicht mit mobilen Endgeräten kompatibel sind.

Das Prinzip von Visual Studio wird nun anhand eines Beispiels erklärt: Abbildung 19 zeigt einen Screenshot einer Form mit verschiedenen Steuerelementen, wie sie auf dem iPAQ zu sehen ist. Zuerst werden diese Steuerelemente per Drag and Drop der Form eingefügt.



1. Label: Beschriftung
2. ListBox: Diese dient zur Darstellung von Einträgen, welche durch den Benutzer ausgewählt werden können
3. Button: Schaltfläche, durch welchen der Benutzer ein Ereignis auslösen kann

Abbildung 17: Beispiel einer Form

Nachfolgend müssen die Ereignisse programmiert werden, welche durch Drücken des Benutzers mit dem Stift auf ein Element ausgelöst werden sollen. Die Absicht

¹ Graphical User Interface, dt.: grafische Benutzeroberfläche

beim Drücken auf einen Eintrag der ListBox ist, dass weiterführende Informationen zum betreffenden Eintrag eingeblendet werden. Beim Drücken auf den Weiter-Button soll die nächste Form eingeblendet werden. Diese Ereignisse werden nun mittels der Programmiersprache Visual Basic festgelegt. Das Label dient nur der Darstellung des Titels und weist daher keine Ereignisse auf.

Ein Charakteristikum bei mobilen ortsbezogenen Lektionen ist die Integration von Karten und des GPS-Signals. Dazu werden GIS.NET und GPS.NET von Geoframeworks¹ eingesetzt, die wiederum zusätzliche Komponenten für Visual Studio installieren. GIS.NET bietet die Möglichkeit, Karten per Drag and Drop in die Anwendung zu integrieren. Diese wurde zuerst in ArcGIS hergestellt und darauf exportiert. Erlaubt sind die üblichen Formate wie z.B. JPEG, aber auch Karten im Shape-Format können importiert werden. Voraussetzung für gewöhnliche Formate ist die Kenntnis über die Koordinaten der Bildeckpunkte, da diese Bilder durch GIS.NET georeferenziert werden. GPS.NET erlaubt die Dekodierung von GPS-Daten aus dem GPS-Empfänger.

Wie schon erwähnt, muss das Programm auch getestet werden. Dies erfolgt aber weitgehend am Ort der Lektion, da ansonsten z.B. die GPS-Funktion nicht überprüft werden kann. Eine Testsequenz erfolgt vielfach als Abschluss jeder Form. Je nach Ergebnis des Tests musste das Programm überarbeitet und verbessert werden.

Der grundlegende Ablauf des Entwicklungsprozesses sieht damit so aus:

1. Neue Form erstellen
2. Steuerelement per Drag and Drop in die Form integrieren
3. Ereignisse der Steuerelemente mittels Visual Basic programmieren
- (4.) Testen und Anpassen des Programms

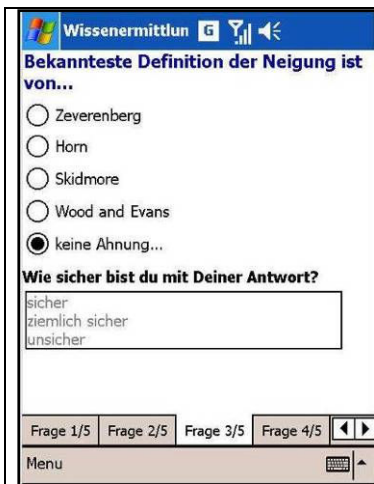
1. Neue Form erstellen
2. ...

¹ Geoframeworks: www.geoframeworks.com. Zugriff: 3.2.2007.

5.3.5. PRINTSCREENS

Im Folgenden wird der Ablauf der Lektion mittels Screenshots dargestellt und kommentiert.

<p>Mittels Drücken auf den Start-Button beginnt die Lektion.</p>	<p>Danach werden die Lernziele bekannt gegeben</p>	<p>Weiter folgt der Inhalt der Lektion.</p>
<p>Der GPS-Empfänger wird mittels Button aktiviert.</p>	<p>Durch Knopfdruck wird der Einstiegstest gestartet.</p>	<p>Es folgen fünf Fragen zu Neigung & Exposition. Zusätzlich muss zu jeder Antwort die Sicherheit angegeben werden.</p>



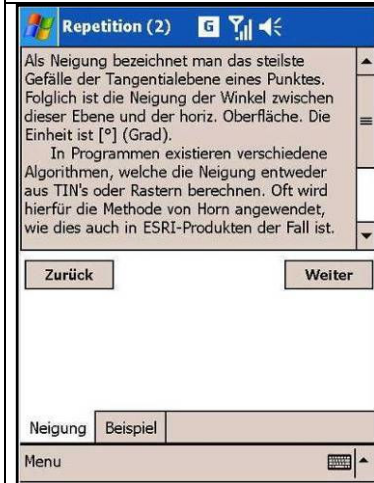
Frage drei von fünf.



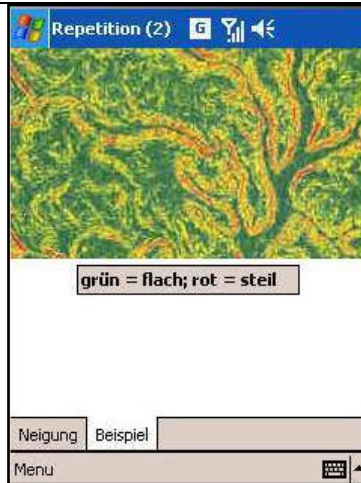
Der Teilnehmer muss angeben, wie viel Grad ein nach Südwesten ausgerichteter Hang aufweist.



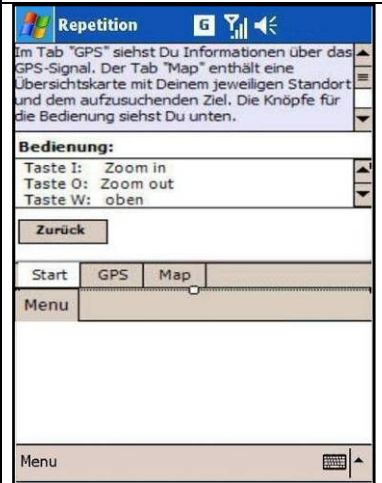
Die letzte Frage beschäftigt sich mit der Visualisierung von Neigung & Exposition.



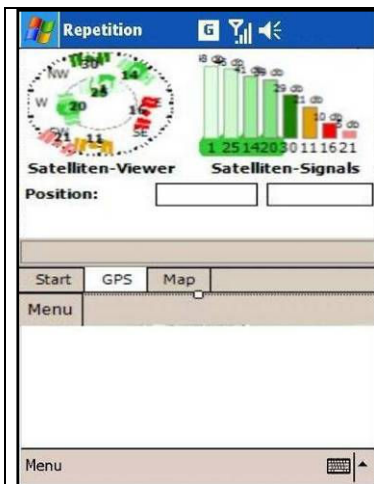
Aufgrund des Testresultats folgt eine ausführliche oder gekürzte Repetition. Zuerst folgt ein Text mit Theorie zu Neigung & Exposition.



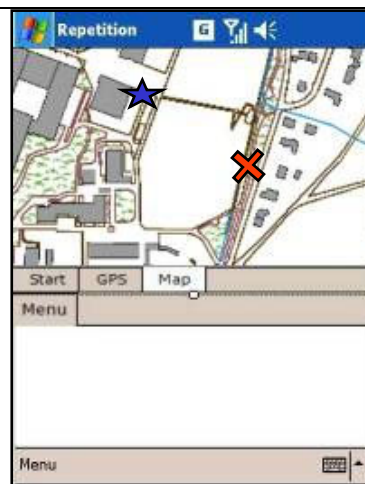
Dann wird je ein Beispiel einer Visualisierung dargestellt.



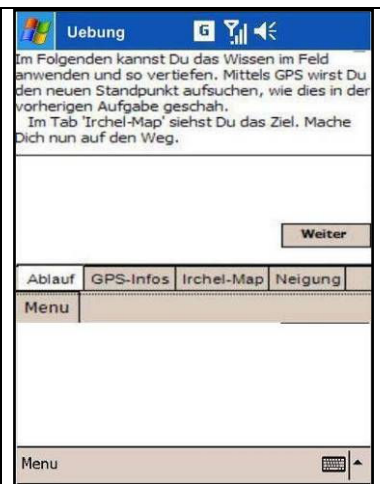
Nun folgen Informationen zur Bedienung der Karte und des GPS-Signals.



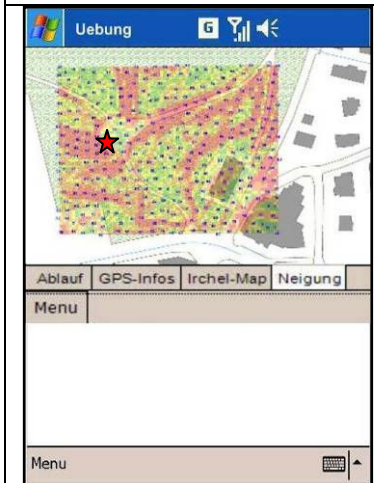
Es stehen Informationen zum GPS-Signal zur Verfügung, wie Stärke und Positionierung der einzelnen Satelliten.



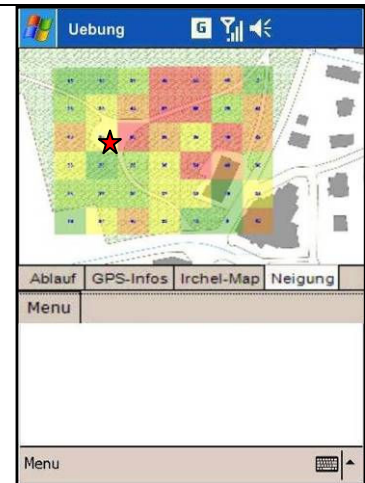
Mittels der Karte werden nun zwei Standorte aufgesucht, wo Anwendungsbeispiele von Neigung & Exposition präsentiert werden.



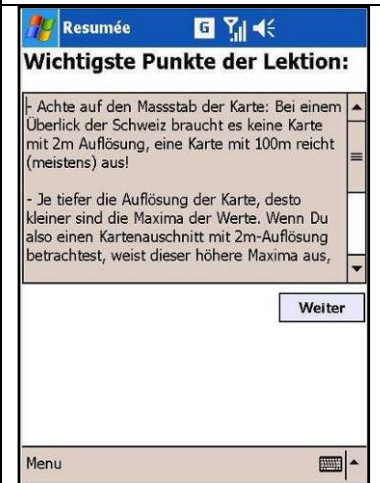
An einem weiteren Standort folgt dann die Wissenskonstruktion. Zuerst werden eine Einleitung und die Aufträge eingeblendet.



Dargestellt wird die Neigungskarte mit der 2-m-Auflösung.



Neben der Karte mit 10-m-Auflösung steht auch eine Auflösungskarte mit 25-m zur Verfügung.



Am Schluss wird das Resumée mit den wichtigsten Punkten aufgelistet.

5.4. EVALUATION

Als letzter Punkt des Entwicklungsmodells folgt die Evaluation der mobilen ortsbezogenen Lektion. Die Lernenden wurden während der Lektion beobachtet und mussten am Schluss einen Online-Fragebogen ausfüllen. Für die Evaluation werden die beschafften Daten auf das «Task Model» angewendet, welches im Rahmen des MOBIlearn¹-Projektes entwickelt wurde.

5.4.1. TASK MODEL

Das Task Model untersucht die Beziehung zwischen Mensch und Technologie, welche bei Lernprozessen mit mobilen Geräten aufgebaut wird. Unter Beziehung werden die Einflüsse und Auswirkungen von mobilem Gerät auf den Menschen und umgekehrt verstanden. Ausgehend davon, dass der Lernende ein Ziel erreichen will und dafür als Mittel zum Zweck von der Technologie (z.B. mobiles Endgerät) Gebrauch macht, analysiert es Vor- sowie Nachteile, die durch den Einsatz von mobilen Endgeräten entstehen (Vavoula, 2005: 8–9).

Die Tätigkeitstheorie («activity theory») von Engeström und Vygotsky (Engeström, 1987 und Vygotsky 1978, zit. in: Vavoula, 2005: 8) stellt die Basis des Task Models dar. Das Tätigkeitsmodell beschreibt die Lernenden oder, allgemein ausgedrückt, die *Subjects*, welche mithilfe von Medien, Werkzeugen, Maschinen oder anderen Instrumenten (*Tools*) auf ihre Welt einwirken und Ziele (*Objects*) erreichen wollen, wobei sie dies nicht nur als isolierte Individuen tun, sondern auch als Mitglieder einer Gemeinschaft (*Community*), welche eigene Regeln (*Rules*) und bestimmte arbeitsteilige Strukturen (*Division of labour*) aufweisen. Abbildung 20 zeigt das Tätigkeitsmodell mit den einzelnen Faktoren.

¹ MOBIlearn: «MOBIlearn war ein weltweites, europageführtes Forschungs- und Entwicklungsprojekt, welches einen kontextsensitiven Ansatz für informelles, problembasiertes und arbeitsplatzbezogenes Lernen unter Nutzung von Schlüsselerkenntnissen mobiler Technologien erforscht»
(Quelle: [www.ifi.unizh.ch /im/imrg/index.php?id=162](http://www.ifi.unizh.ch/im/imrg/index.php?id=162). Zugriff 6.12.2006).

Homepage von MOBIlearn: www.mobilearn.org/. Zugriff 6.12.2006.

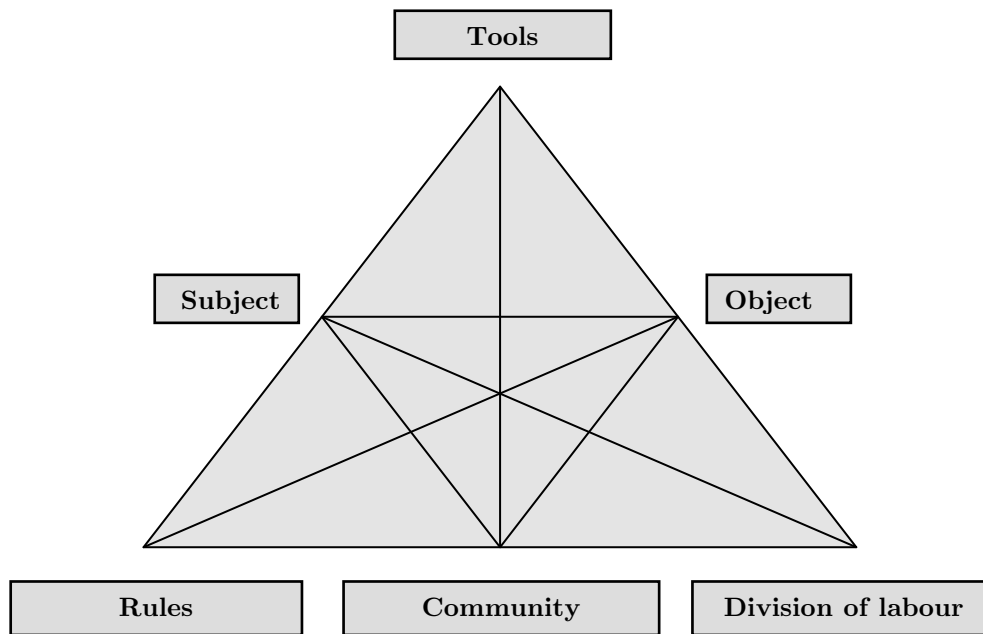


Abbildung 18: Engeströms Tätigkeitsmodell
 Quelle: Engeström 1987, zit. in Taylor et al., 2007: 145.

Um nun die mobile Technologie zu integrieren, musste das Tätigkeitsmodell den neuen technologischen Gegebenheiten angepasst werden. Die drei Faktoren «*Rules*», «*Community*» und «*Division of labour*» wurden durch «*Control*», «*Context*» und «*Communication*» ersetzt. Weiter wurde das Tätigkeitsmodell in «*Task Model*» umbenannt (Taylor et al, 2007: 153).

Taylor et al. (2007: 154–155) formulieren Ziel und Zweck des Task Models folgendermassen:

«The aim of the task model is to provide a coherent account of how the activities are performed, the people involved, their contexts, the tools and technologies they employ, the structure of the tasks and an account of their cognitive processes, management of knowledge, and social interactions. (...)

The main purpose of the task model is ... to describe the interactions between the people and their tools and resources, and to analyse how people externalise their work, through representations such as notes and diagrams, the rules and conventions that influence the activity, and the terminology and patterns of discourse.»

Grundsätzlich sind keine grossen Änderungen der Zielsetzungen im Vergleich mit dem ursprünglichen Tätigkeitsmodell erkennbar. Auch das Task Model beschreibt Ziele, welche durch Tätigkeiten eines Subjekts mithilfe von Werkzeugen bewältigt werden und in einem sozialen und physischen Kontext ablaufen. Einzig sind die Werkzeuge nun technische Geräte, welche als Mittel zum Erreichen der Ziele eingesetzt werden.

EBENEN DES TASK MODELS

Für die Analyse von mobilem Lernen wird das Task Model in zwei Perspektiven unterteilt: Es gibt eine Inhaltliche und eine technologische Ebene, aus welchen der Teilnehmer analysiert wird.

Die *inhaltliche Ebene* (*semiotic view*) betrachtet die «gedanklichen» (*conceptually*) Tätigkeiten des Lernenden, welche er ausübt, um ein Ziel zu erreichen. Abbildung 21 visualisiert die inhaltliche Ebene mit den entsprechenden Faktoren:

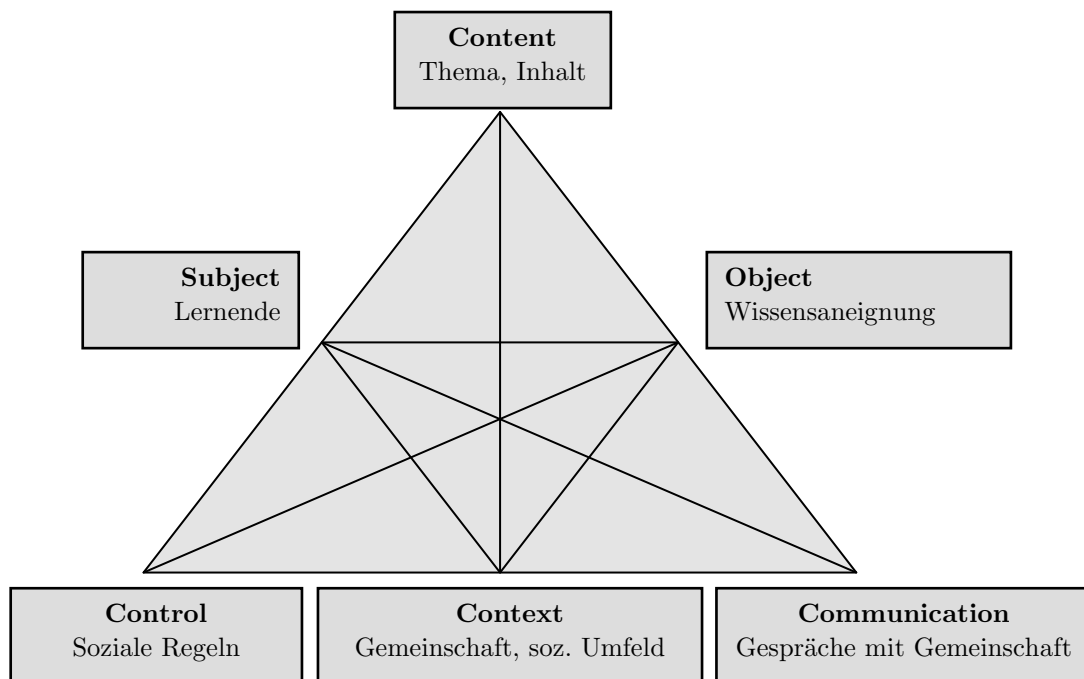


Abbildung 19: Inhaltliche Ebene des Task Models

Quelle: Taylor et al., 2007: 153

Das *Subject* ist der Lernende, welcher ein bestimmtes Ziel (*Object*), nämlich die Aneignung neuen Wissens oder neuer Fähigkeiten, verfolgt. Dies kann beispielsweise ein Museumsbesucher sein, welcher sein Wissen während eines Ausstellungsaufenthalts über Kunstbilder ausbauen will. Der Inhalt (*Content*) sind folglich die ausgestellten Bilder. Der Museumsbesucher muss sich an Vorschriften des Museums, soziale Regeln und Abmachungen (*Control*) halten. Der *Context* beschreibt das soziale Umfeld und die Lerngemeinschaft, im Beispiel folglich alle Museumsbesucher und -führer. Die *Communication* schliesst Gespräche und den Austausch von Informationen mit anderen Lernenden ein (Taylor et al., 2007: 152–154).

Die **technologische Ebene** (*technological view*) zeigt das Lernen als eine Beschäftigung mit der Technologie, wo Computer und Handys als Werkzeuge zum Wissenserwerb dienen. Abbildung 22 zeigt die technologische Ebene auf:

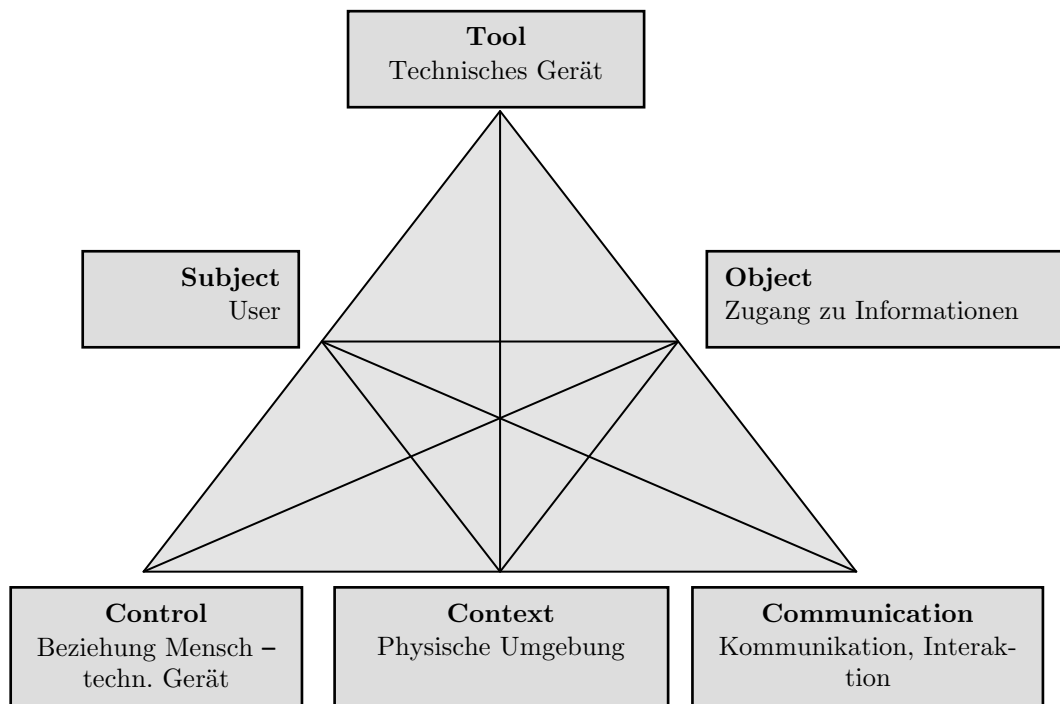


Abbildung 20: Technologische Ebene des Task Modells

Quelle: Taylor et al., 2007: 153

Das *Subject* wird im Gegensatz zur inhaltlichen Ebene nicht als Lernender, sondern als Benutzer von technischen Geräten (*Tools*) betrachtet. Das Gerät muss nicht zwingend ein mobiles Endgerät sein, auch der Einsatz eines Laptops kann beispielsweise analysiert werden. Das Ziel (*Object*) des Users ist der Zugang zu

Information durch das mobile Gerät. Ein anderes Ziel könnte auch ein verbesserter Umgang mit einem technischen Gerät sein, wenn die Benutzer noch keine Erfahrungen damit sammeln konnten. Im Museumsbeispiel besitzt der Benutzer ein PDA, mit welchem er durch Datenübertragungstechniken weiterführende Informationen über die Bilder abrufen kann. Unter *Control* werden beispielsweise die Benutzerfreundlichkeit des Geräts oder der Zugang zu zusätzlichem Material bewertet. *Context* beschreibt die physische Umgebung, also das Museum, wo das Lernen stattfindet. Schliesslich zeigt die *Communication* die Möglichkeiten der Verständigung mit technischen Mitteln auf, wie z.B. Chats über ein WLAN-Netz (Taylor et al., 2007: 152–154).

Tabelle 4 gibt eine Zusammenfassung der einzelnen Faktoren der inhaltlichen und technologischen Ebene.

	Inhaltliche Ebene	Technologische Ebene
Tools/Content	Inhalt, Thema	Technisches Gerät, Programme
Subject	Lernende, Besucher	Benutzer des techn. Gerätes
Object	Wissensaneignung	Zugang zu Informationen
Control	Soziale Regeln, Vorschriften der Standortes	Mensch-Computer-Beziehung
Context	Teilnehmer, andere Lernende	Physische Umgebung, wo der Lernprozess stattfindet
Communication	Konversationen mit Personen	Kommunikationsmöglichkeiten mit dem Gerät

Tabelle 4: Zusammenfassung der Ebenen des Task Models.

Trotz der Trennung in eine inhaltliche und eine technologische Ebene, müssen auch Beziehungen zwischen diesen beiden Ebenen betrachtet werden. Jede Ände-

rung eines Faktors bringt Modifikationen anderer Faktoren mit sich. Wenn der User auf ein Handy statt ein PDA setzt, muss das Lernprogramm abgeändert werden, die Kommunikationsmöglichkeiten und die Inhalte müssen aufgrund der kleineren Displaygrösse angepasst werden.

Um die Lektion «Neigung & Exposition» nun unter diesen beiden Perspektiven zu betrachten und dadurch zu evaluieren, müssen als nächster Schritt die Meinungen der Teilnehmer erhoben werden.

5.4.2. BEOBACHTUNG UND BEFRAGUNG

Wie einleitend schon erwähnt wurde, geschah die Beschaffung der Teilnehmermeinungen auf zwei Arten: Einerseits durch Beobachtung der Teilnehmer während der Lektion und andererseits aufgrund eines Online-Fragebogens auf SurveyMonkey¹, welchen sie anschliessend an die Lektion ausfüllten. SurveyMonkey (siehe Abbildung 213) ist eine im Internet erhältliche Umfrageapplikation, durch welche Online-Fragebögen verfasst werden können. Allerdings ist diese Gratisversion eingeschränkt: Es lassen sich nur 10 Fragen eingeben, und es dürfen maximal 100 Antworten pro Umfrage eingehen. Der Benutzer muss zuerst ein Konto erstellen, darin seine Fragen eingeben und veröffentlichen, worauf sie von den Teilnehmern beantwortet werden sollen. Die eingegangenen Antworten werden von SurveyMonkey nachfolgend direkt ausgewertet und pro Frage übersichtlich durch eine Tabelle dargestellt. Die Themen der Befragung handelten von Aspekten der Benutzerfreundlichkeit, den Zielen der Lektion, vom möglichen Profit des Feldaufenthaltes, vom Vergleich E-Learning und M-Learning und von der Gruppengrösse.

¹ SurveyMonkey: www.surveymonkey.com. Zugriff: 10.1.2007.

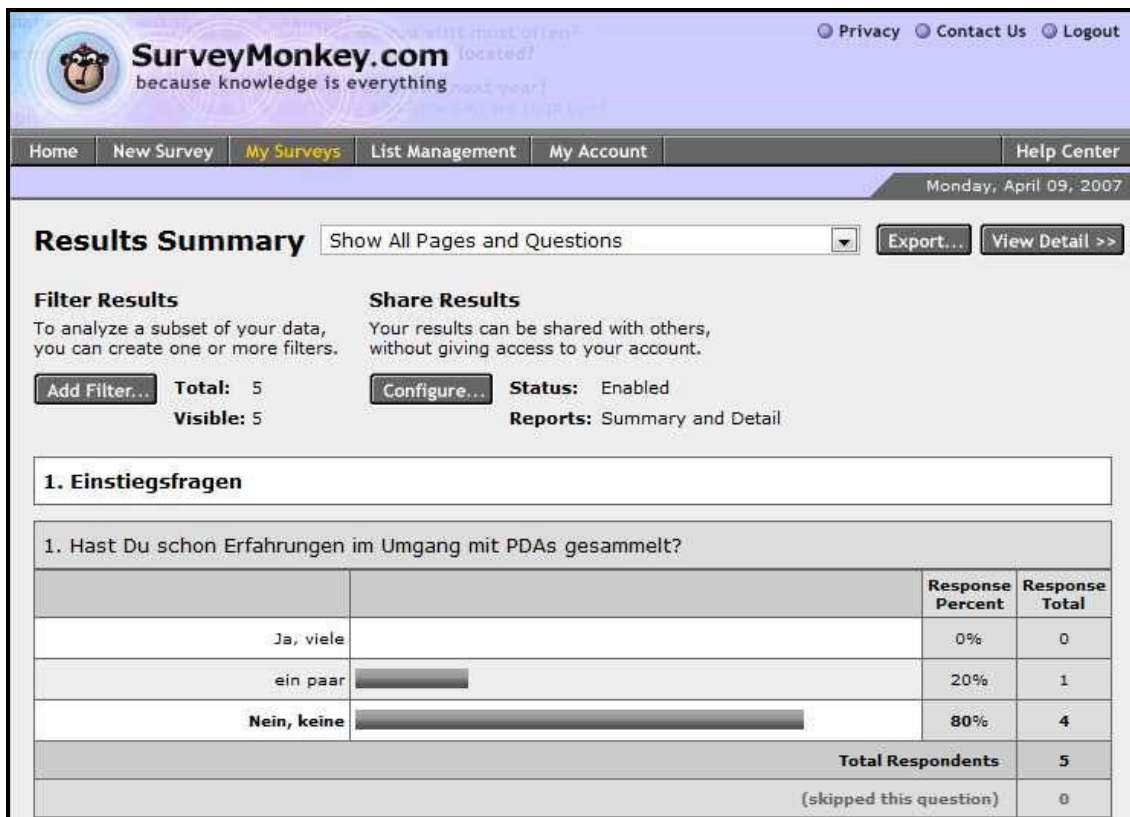


Abbildung 21: SurveyMonkey
 Quelle: www.surveymonkey.com. Zugriff: 10.1.2007.

ALLGEMEINE FRAGEN ZUM KANDIDATEN

Die fünf Testpersonen für die mobile ortsbezogene Lektion sind Geographiestudenten der Universität Zürich. 80% der Teilnehmer haben GIS nach dem Studium weiter verfolgt und haben dadurch die Thematik Neigung & Exposition in einer Vorlesung folglich noch weiter vertieft (Tabelle 5). Weiter haben ebenfalls 80% der Teilnehmer noch keine Erfahrungen mit einem PDA gesammelt, nur eine Person hat schon einige Kenntnisse im Umgang mit PDAs sammeln können (Tabelle 6).

Frage 1: Hast du GIS nach dem Grundstudium weiter vertieft?

ja	80%	4
nein	20%	1
	100%	5

Tabelle 5: GIS im Hauptstudium

Frage 2: Hast du schon Erfahrungen im Umgang mit PDAs gesammelt?

viele	0%	0
ein paar	20%	1
keine	80%	4
	100%	5

Tabelle 6: Erfahrungen mit PDA

BENUTZERFREUNDLICHKEIT

Frage 3 bezog sich auf Aspekte der Benutzerfreundlichkeit, wie Grösse und Gewicht des PDAs, Displaygrösse usw.

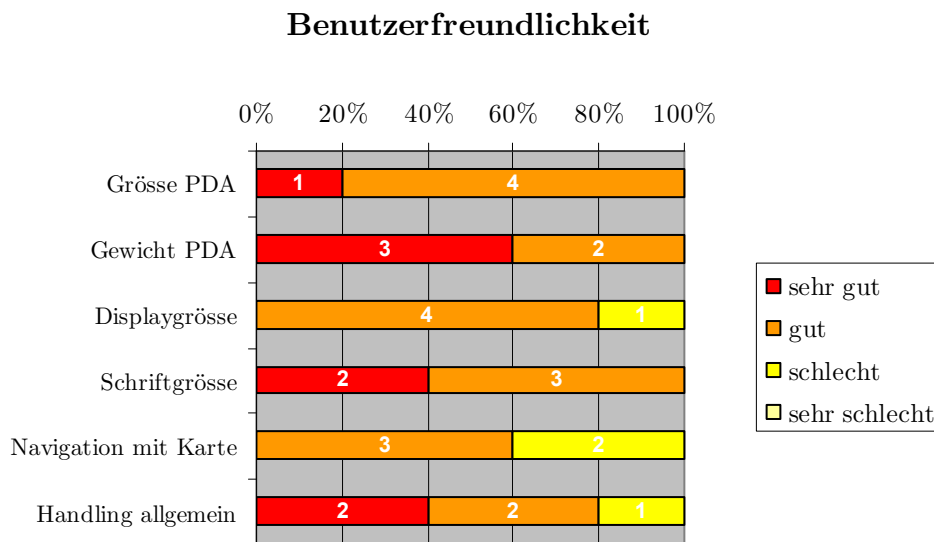


Abbildung 22: Meinung der Teilnehmer über die Benutzerfreundlichkeit

Die Grösse der PDAs wird von allen Benutzern als *gut* oder *sehr gut* bewertet. Ebenfalls wird das Gewicht des PDAs von 60% als *sehr gut* eingeschätzt. Die Grösse des Displays ist nur für eine Person zu klein, für alle anderen Teilnehmer hat der Bildschirm eine *gute* Grösse. Der Text ist für alle Personen mindestens *gut* lesbar, für zwei Personen hat die Schrift sogar eine *sehr gute* Grösse.

Die Navigation mit der Karte wird von drei Personen als *gut* angesehen, zwei Personen bezeichnen sie als *schlecht*. Grund für die mässige Bewertung liegt bei zwei Kandidaten sicherlich an der Technik: Durch einen Programmierfehler wurde

die momentane Position des Teilnehmers nicht kontinuierlich aktualisiert, sondern es wurde ein Tracklog eingeblendet, welche den gesamten vergangenen Weg aufzeigt. Dieser Fehler wurde darauf aber bereinigt. Ein weiterer Grund für die mässige Bewertung der Karte ergibt sich durch die Beschränkung auf die wichtigsten Kartenkomponenten wie Strassen, Wege, Bäche und Gebäude. Auch die Visualisierung dieser Elemente unterscheidet sich von der bekannten Landeskarte. Weiter wurde während des Navigierens bemängelt, dass die Karte sich nicht automatisch nach Norden ausrichtet. Trotz dieser Punkte konnten sich aber sämtliche Teilnehmer mittels digitaler Karte in der Natur orientieren und fanden alle aufzufindenden Standorte.

Zusammenfassend wurde der Umgang mit dem Gerät von 80% der Teilnehmer mindestens als *gut* bezeichnet. Zwei Personen befanden das Handling sogar als *sehr gut*. Diese erfreuliche Bewertung ist insofern bemerkenswert, da sich 80% der Kandidaten noch nie mit einem PDA beschäftigt haben. Erstaunlich ist, dass auch die Aspekte Gewicht und Grösse insgesamt als gut bewertet wurden, obwohl sich die Ausmasse im Vergleich zu den gebräuchlicheren Handys ziemlich unterscheiden. Weiter ist noch hervorzuheben, dass weder Schrift- noch Displaygrösse bemängelt wurden.

FRAGEN ZUR LEKTION

Im Folgenden werden jeweils die restlichen Fragen und die dazu gegebenen Antworten wiedergegeben:

Frage 5: Denkst du, dass durch den Naturaufenthalt dein Wissen und dein Verständnis für «Neigung & Exposition» vergrössert wurden?

Zwei Personen sind der Ansicht, dass durch den Naturaufenthalt das Verständnis für Neigung & Exposition sehr vergrössert wurde. Dies dadurch, weil zuerst die theoretischen Grundlagen geliefert wurden, welche sie danach sehr verständlich und einleuchtend im Feld erfahren haben. Zwei Studenten denken, dass ihr Wissen und ihr Verständnis ein bisschen durch die Ausbildung im Feld vergrössert wurden. Nur eine Person hat nicht davon profitiert, weil sie das Wissen über die Thematik schon hatte.

Frage 6: Von welchen Bereichen der Lektion profitierst du am meisten?

Die Teilnehmer gaben an, dass sie von allen Bereichen der Lektion profitieren konnten. 40% haben am meisten von den Anwendungen im Gelände (Anwendungsbeispiele und Neigungskarten) einen Nutzen daraus ziehen können. Weiter habe aber auch der Theorieteil zur Wissensvergrößerung beigetragen.

Frage 7: Hast du für die Lektion Verbesserungsvorschläge?

Auf diese Frage meinten zwei Personen, dass weiterführende Informationen wie Links ins Internet zu bestimmten Begriffen sehr nützlich wären. Auch soll die Navigationskarte weiterentwickelt werden. Eine Person wünscht sich allgemein mehr Lenkung durch die Lektion, insbesondere aber bei den Neigungskarten.

Frage 8: Bei welcher Lernart, E-Learning (z.B. GITTA) oder mobile Learning, hättest du die grössere Motivation?

Drei Studenten sagen aus, dass sie bei M-Learning die grössere Motivation hätten. Es sei mehr praktisch orientiert, spreche mehr Sinne an und es sei besser und abwechslungsreicher, in der Natur zu arbeiten als stets vor dem Computer.

Die restlichen beiden Studenten denken, dass sie bei beiden dieselbe Motivation hätten. Es steigere generell die Motivation, wenn Kombinationen von verschiedenen Lernarten angeboten werden.

Frage 9: In welchen Fächern kann man deiner Meinung nach von mobilem Lernen profitieren? Gib doch noch ein Beispiel eines Bereiches an.

Vor allem in der physischen Geographie wurden einige Beispiele aufgezählt: Gletscher, Geomorphologie, Hydrologie, Bodengeographie. Weiter kann es in der Fernerkundung für den Ground-Truth-Prozess eingesetzt werden. In der Humangeographie kann es in der Stadtentwicklung wie für Thematiken in Lebens- und Wirtschaftsräumen angewendet werden. Auch in der Kartographie lässt sich Mobile Learning integrieren.

Frage 10: Denkst du, dass Partner- oder Gruppenarbeit besser geeignet wären als Einzelarbeit?

60% der Teilnehmer befürworteten Partner- oder Gruppenarbeit, da es die Motivation fördert, Arbeit in einer Gruppe meistens ergiebiger ist und Diskussionen einen grösseren Wissenserwerb garantieren.

Die restlichen Teilnehmer sind der Meinung, dass Einzelarbeit für MOL besser geeignet ist.

5.4.3. EVALUATION DER LEKTION «NEIGUNG & EXPOSITION»

Zuerst folgt die Aufbereitung der beiden Perspektiven des Task Models. Die einzelnen Faktoren der technologischen und inhaltlichen Ebene werden nun spezifisch für die Lektion «Neigung & Exposition» beschriftet. Der Abbildung 25 ist die inhaltliche, der Abbildung 26 die technologische Perspektive zu entnehmen.

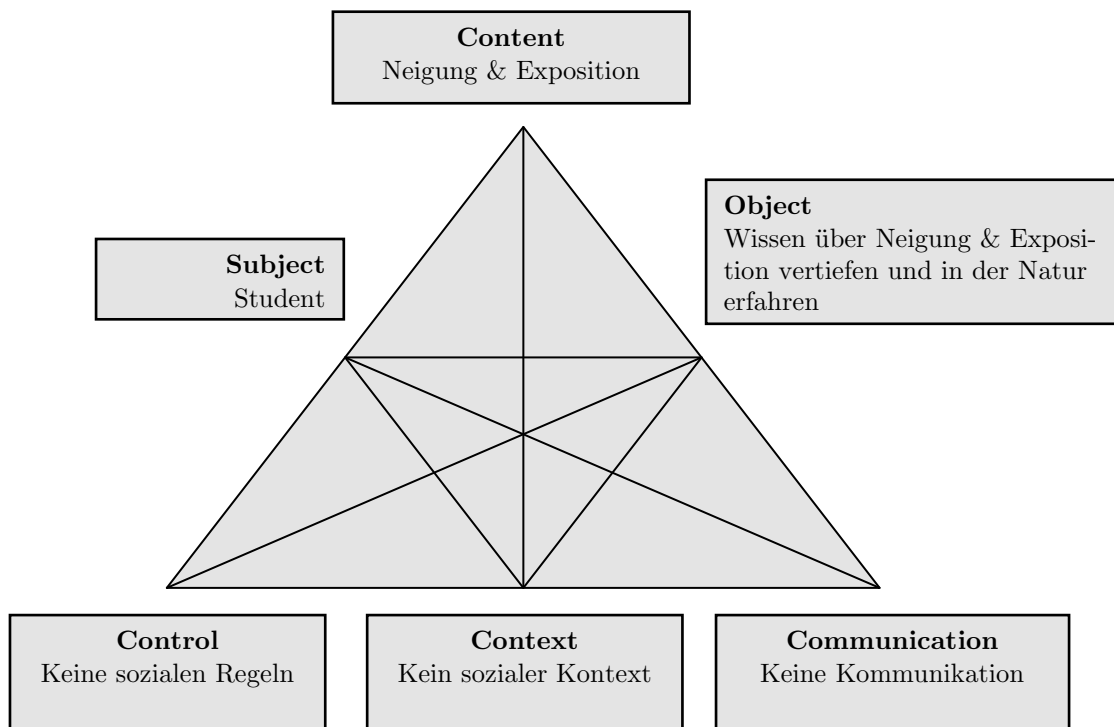


Abbildung 23: Inhaltliche Ebene der Lektion

In der **inhaltlichen Ebene** wird der Benutzer als Student betrachtet, welcher sein Wissen über Neigung & Exposition vertiefen und ausbauen will. Da die Lek-

tion als Einzelarbeit ausgelegt ist, bestehen keine Kommunikation, kein sozialer Kontext und auch keine sozialen Regeln.

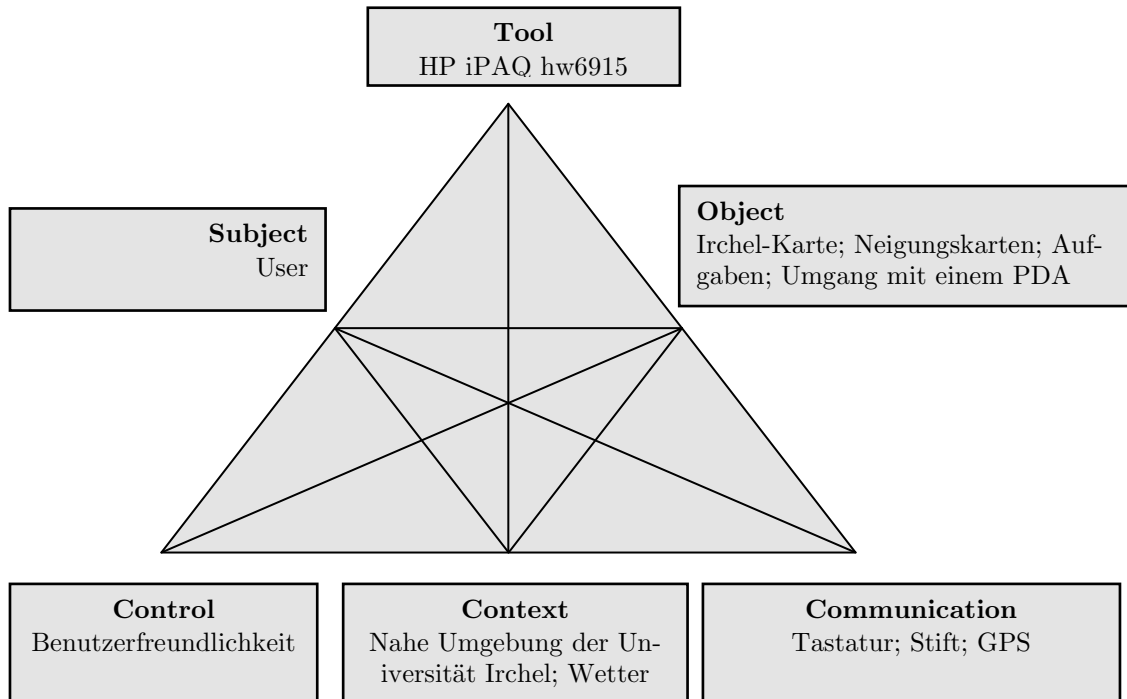


Abbildung 24: Technologische Ebene der Lektion

Aus **technologischer Sicht** steht als Werkzeug und Arbeitsmittel (*Tool*) der iPAQ hw6915 zur Verfügung, auf welchem die User die komplette Lektion vorfinden. Ebenso sind die Karten und Aufgaben auf dem PDA verfügbar. Die technologischen Ziele (*Objects*) sind die Erlernung des Umgangs mit einem PDA, die Orientierung mit den Karten und das Lösen der Aufgaben. Als Kommunikationsmittel dient ein GPS-Empfänger für den Datenaustausch mit den Satelliten und dem User, Tastatur oder Stift regelt die Kommunikation zwischen Mensch und PDA. Der physische Kontext ist die Umgebung der Universität Irchel, in welcher die Lektion von den Usern absolviert wird. Dieser physische Kontext wird durch das vorherrschende Wetter beeinflusst. Weiter wird die Benutzerfreundlichkeit des Programms analysiert. Die Mensch-Computer-Beziehung wird vor allem durch die Interaktion mit dem PDA geprägt.

Nun fließen die Meinungen der Teilnehmer in die einzelnen Faktoren der beiden Ebenen ein. Es können so nun positive und negative Aspekte durch die Anwendung von mobilem Lernen untersucht werden.

5.4.4. VORTEILE

Tabelle 7 stellt die beiden Ebenen des Task Models und die jeweiligen positiven Auffassungen der Teilnehmer darüber in einer Tabelle summarisch dar. Nachfolgend wird auf jeden Faktor im Detail eingegangen.

	Technologische Ebene	Inhaltliche Ebene
Tool	HP iPAQ hw 6915: geeignet → Objects → Communication	--
Subject	--	--
Control	Hohe Benutzerfreundlichkeit → Objects	--
Context	Kontext sehr hilfreich für das Verständnis → Objects	--
Communication	Interaktion mit Gerät gut	--
Object	Ziel «Mit PDA vertraut machen» wurde von allen erreicht	Ziel «Neigung & Exposition im Feld erfahren» wurde von 80% ganz erreicht (20% fast) Ziel «Theorie von Neigung & Exposition» wurde von 60% ganz erreicht (40% fast)

Tabelle 7: Vorteile durch mobiles ortsbezogenes Lernen

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, wird das *Tool*, der HP iPAQ, von den Studierenden als eine geeignete Plattform für die Lektion angesehen. Diese gute Bewertung des Geräts hat dadurch einen positiven Einfluss auf das Erreichen der Ziele (*Objects*): Erstens unterstützt es das technologische Ziel «Mit dem PDA vertraut machen» und zweitens auch beide inhaltlichen Ziele, da z.B. Aufgaben und Karten übersichtlich und leserlich dargestellt werden können. Ebenso wird die Interaktion (*Communication*) zwischen Benutzer und PDA durch den HP iPAQ positiv beeinflusst, wie auch die Benutzerfreundlichkeit (*Control*).

Als zentraler Faktor hat der technologische, sprich der natürliche Kontext (*Context*), einen grossen Einfluss auf das Verständnis der Materie und folglich auf das Erreichen der Lernziele (*Objects*). Die Teilnehmer stellten fest, dass durch situatives Lernen mit den Neigungskarten ihr Wissen über Neigung & Exposition wesentlich vergrössert und verständlicher wurde. Aussagen der Kandidaten auf Frage 5 und 6 verdeutlichen dies:

Wurde dein Wissen durch den Naturaufenthalt vergrössert?

- Ja sehr, weil «ich es direkt im Gelände erfahren habe».
- Ja sehr, weil «mir Beispiele für die theoretischen Grundlagen geliefert wurden».
- Ja, ein bisschen, weil «ich den Vergleich von Karte und Natur direkt vor Ort habe (...)».

Von welchen Bereichen der Lektion profitierst du am meisten?

- «Ich hatte am Anfang keine Ahnung mehr, wie man zum Beispiel in einer Karte Neigung & Exposition zeigt und wie die genaue Definition davon lautete. Durch die Einführung in die Theorie und dann das Anschauen in der Natur, kann ich ohne Probleme die Definition anwenden und Dritten weitergeben. Was mir sehr gefiel: Theorie, Fragen, und die Repetition bei den falsch beantworteten Fragen.»
- «Anwendungen im Gelände».
- «Um die Beispiele im Feld richtig zu verstehen, sind genügend Kenntnisse nötig. Daher habe ich von der Theorie wie auch von der Verknüpfung mit den Beispielen profitiert.»

Die Studierenden bemerkten demzufolge ohne Kenntnisse über MOL und situatives Lernen, dass sie durch die praktischen Beispiele im natürlichen Kontext Vorteile beim Wissenserwerb erlangten.

Die Ziele der Lektion (*Object*) wurden von den Studenten grösstenteils erreicht.

Abbildung 257 veranschaulicht dies. Diese Angaben sind Selbsteinschätzungen der Teilnehmer, es wurden also keine Tests am Schluss der Lektion durchgeführt.

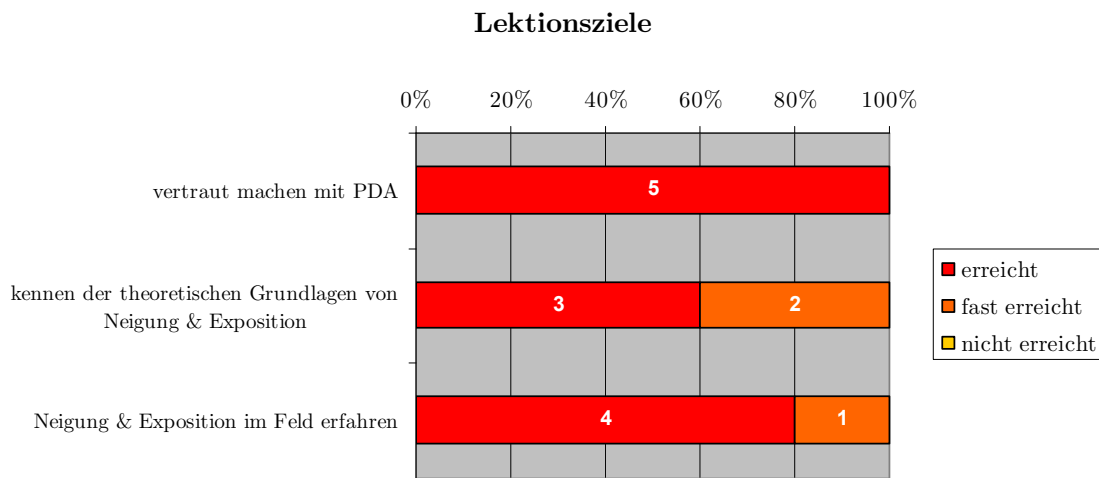


Abbildung 25: Lektionsziele

Trotz der Tatsache, dass vier der fünf Studenten noch nie mit einem PDA gearbeitet haben, konnten sich alle Teilnehmer während der Lektion mit dem Gerät vertraut machen.

Das Ziel «Kennen der theoretischen Grundlagen von Neigung & Exposition» wurde immerhin von drei Studenten erreicht, zwei Personen erreichten es beinahe. Das Hauptziel «Neigung & Exposition im Feld erfahren» bewältigten 80% der Studierenden. Dies ist im Einklang mit der Tatsache, dass das Gerät nur als Mittel für das situative Lernen verwendet werden soll und nicht als Lesegerät für Theorietexte. Auch die Person, welche GIS nach dem Grundstudium nicht weiter vertieft hat, sagt aus, dass sie alle Ziele der Lektion erreicht hat.

5.4.5. NACHTEILE

Tabelle 8 zeigt die negativen Meinungen der Teilnehmer über einzelne Faktoren auf.

	Technologische Ebene	Inhaltliche Ebene
Tool	--	--
Subject	--	--
Control	Navigation mit Karte eher kompliziert	Gruppen- oder Partnerarbeit erwünscht
Context	Wetter beeinflusst Ablauf	
Communication	--	
Object	--	--

Tabelle 8: Nachteile durch mobiles ortsbezogenes Lernen

Nachteile ergaben sich fast ausschliesslich durch die Navigation mit der Karte (*Control*), da diese nur rudimentär ausgestattet ist und sich nicht automatisch nach Norden ausrichtet. Trotzdem konnten sich die Studierenden nach kurzer Einarbeitungszeit zurechtfinden und suchten die Standorte ohne zusätzliche Hilfe auf. Dieser Problempunkt gilt allerdings nicht für die Neigungskarte, sondern nur für die Übersichtskarte. Die Neigungskarte wurde von niemandem bemängelt.

Beeinflusst wird der gesamte Ablauf durch das Wetter (*Context*). Als die Studierenden die Lektion absolvierten, bewegten sich die Temperaturen um den Gefrierpunkt, und dementsprechend hatten es alle Teilnehmer eher eilig, möglichst rasch wieder an die Wärme zu kommen. Dies muss sicherlich bei der Wahl des Lektionszeitpunkts einkalkuliert werden. Durch die zeitliche Flexibilität des Termins sollte man diesem Problem allerdings aus dem Weg gehen können.

Weiter sind die Teilnehmer zwar mit der Einzelarbeit zufrieden, 60% denken aber, dass Partner- oder Gruppenarbeit besser geeignet wäre. Diese Meinung würde auch mit der Forderung nach Gruppen- oder Partnerarbeit des konstruktivistischen Lernparadigmas übereinstimmen. Trotzdem wird in dieser Arbeit die Mei-

nung vertreten, dass MOL besser als Einzelarbeit ausgelegt werden soll. Folgende Gründe rechtfertigen Einzelarbeit als Sozialform für MOL:

Grösse des mobilen Endgeräts: Da pro Lektion nur ein Gerät verwendet wird, ist es für eine Partnerarbeit mühsam, zu zweit auf das Display zu schauen und einen Text zu lesen. Sicherlich liesse sich der Text hintereinander lesen, was aber einen zeitlichen Mehraufwand mit sich bringen würde. Am ehesten würden sich zu zweit Aufträge im praktischen Teil lösen lassen.

Didaktischer Mehraufwand: Für die Lehrperson ist die Konzeption einer Lektion für zwei oder mehrere Personen aufwendiger, als wenn die Lektion nur für eine Person ausgelegt ist. Man muss sich stark in die jeweilige Situation hinein-fühlen können und gedanklich ermitteln, was nun jede Person genau erledigen soll, damit niemand überzählig ist. Bei Einzelarbeit fällt dieser didaktische Mehraufwand weg.

Individuelles Arbeitstempo: Durch eine Einzellektion kann der Teilnehmer dem eigenen Lerntempo und Lernweg folgen. Weiter kann auch der Zeitpunkt der Lektion durch den Benutzer selbst festgelegt werden. Organisatorische Hindernisse fallen daher weg.

Gegen Einzelarbeit spricht hingegen folgender Grund:

Kollaboratives Lernen: Durch gemeinschaftliches Lösen der Aufträge soll eine verbesserte Wissensbildung gefördert werden.

Obwohl das kollaborative Lernen ein sehr gewichtiges Argument für Gruppen- oder Partnerarbeit ist, haben die für Einzelarbeit sprechenden Gründe mehr Berechtigung.

5.5. ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Kapitel wurde eine Konzeption vorgestellt, durch dessen Hilfe eine mobile ortsbezogene Lektion ausgearbeitet und entwickelt werden kann. Da das Entwicklungsmodell für hypermediale Lernsysteme nach Blumstengel (1998: 154–184) für alle Arten von elektronischen Lernsystemen ausgelegt ist, musste das Modell spezifisch auf die Eigenarten von mobilem ortsbezogenem Lernen abgewandelt werden. Tabelle 9 zeigt einerseits das ursprüngliche und das abgeänderte Entwicklungsmodell und andererseits, wie die Lektion «Neigung & Exposition» auf das neu entstandene Modell angewendet wurde.

Entwicklungsmodell für hypermediale Systeme (Blumstengel, 1998)	Entwicklungsmodell für eine mobile ortsbezogene Lektion	Beispiel: «Neigung & Exposition»
1.) Bedarfsanalyse	1.) Bedarfsanalyse <ul style="list-style-type: none"> – Inhalt – Ziele – Zielgruppe 	Inhalt: Neigung & Exposition Ziele: <ul style="list-style-type: none"> – Mit PDA vertraut machen – Kennen der theoretischen Grundlagen von Neigung & Exposition – Erfahren von Neigung & Exposition im Feld durch Anwendungsbeispiele Zielgruppe: <ul style="list-style-type: none"> – Studierende der Geographie – Unterschiedliche Vorkenntnisse

<p>2.) Entwicklung von Alternativen</p>	<p>2.) Anforderungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hardware - Software - Digitale Karten - Natürlicher Kontext? - Angemessene Grösse? - Zeitliche Flexibilität? 	<p>Hardware: HP iPAQ hw6915</p> <p>Software: Visual Studio 2005</p> <p>Digitale Karten: ja</p> <p>Natürlicher Kontext: ja</p> <p>Angemessene Grösse: ja</p> <p>Zeitliche Flexibilität: ja</p>
<p>3.) Produktion</p> <ul style="list-style-type: none"> - Büro 	<p>3.) Produktion</p> <ul style="list-style-type: none"> - Büro und Natur 	<ul style="list-style-type: none"> - Uni Irchel - Umgebung Uni Irchel - Zu Hause
<p>4.) Evaluation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beobachtung - Interview - usw. 	<p>4.) Evaluation durch Task Model</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beobachtung - Fragebogen 	<p>Datenerhebung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SurveyMonkey - Beobachtung

Tabelle 9: Entwicklungsmodelle und Anwendung auf «Neigung & Exposition»

Auch bei einer mobilen ortsbezogenen Lektion steht als erster Punkt die Bedarfsanalyse an, bei welcher die Rahmenbedingungen wie Inhalt, Ziel, Ort und Zielgruppe festgelegt werden. Weiter stellt sich die Frage, ob die Thematik für MOL überhaupt geeignet ist. Daher müssen in Punkt 2 gewisse Komponenten integriert und Anforderungen speziell für MOL erfüllt werden. Aus diesem Punkt wird ersichtlich, dass nicht alle Thematiken für MOL geeignet sind. In der Produktionsphase wird das Programm entwickelt und implementiert. Dieser Schritt erfolgt nicht nur im Büro, sondern auch am Ort der Lektion selbst. Als Evaluationswerkzeug wird das Task Model verwendet, welches im Rahmen eines europäischen Forschungsprojekts eigens für mobile Anwendungen hergestellt wurde. Durch den ganzen Prozess erstreckt sich Prototyping, da das Programm nicht im Büro, sondern nur in der Natur getestet werden kann. Abbildung 28 visualisiert nun das Entwicklungsmodell für eine mobile ortsbezogene Lektion, welches auch für die Lektion «Neigung & Exposition» verwendet wurde.

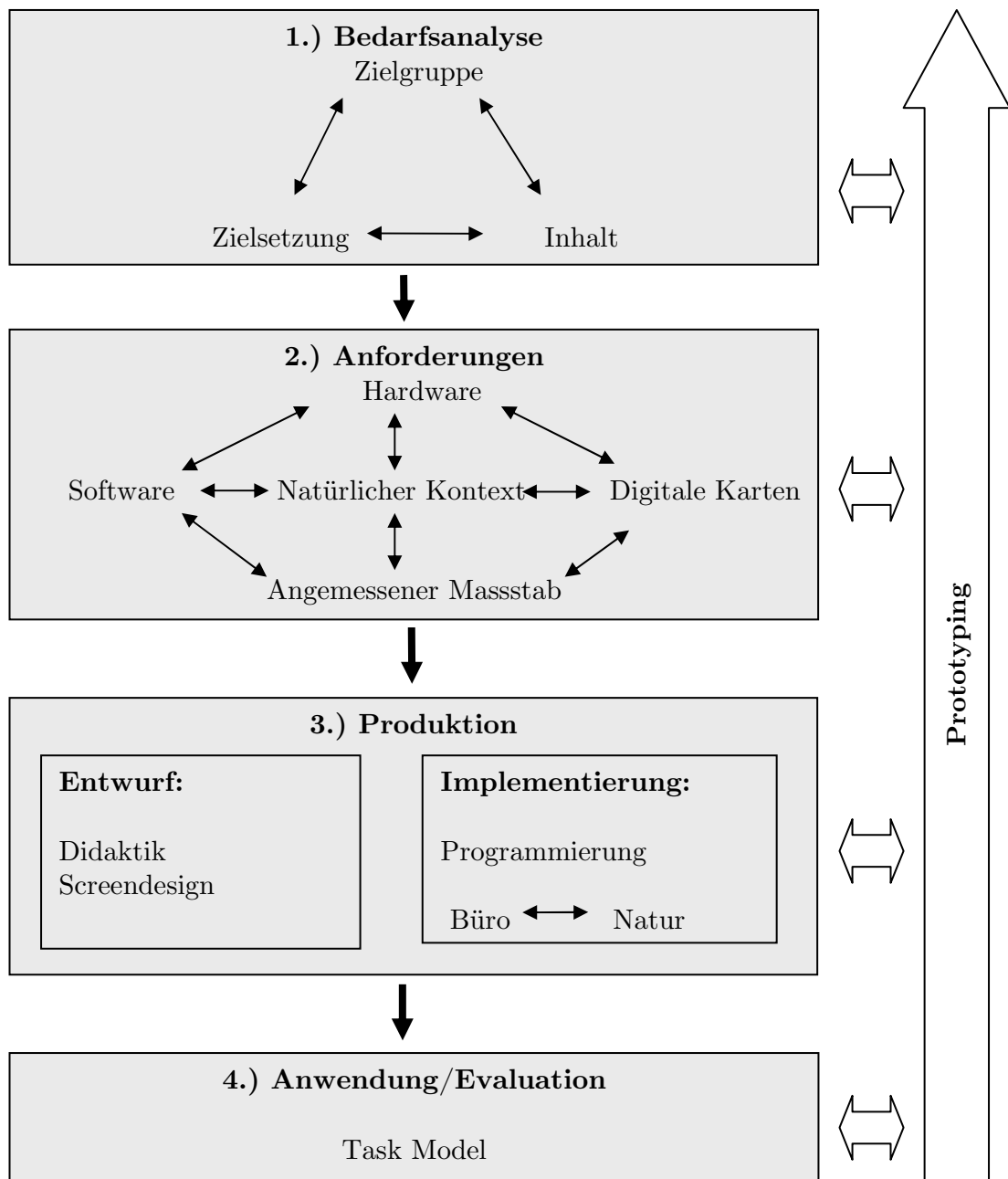


Abbildung 26: Entwicklungsmodell für eine mobile ortsbezogene Lektion

6. VERGLEICH «E-LEARNING» – «MOBILES LERNEN» – «MOBILES ORTSBEZOGENES LERNEN»

Kapitel sechs vergleicht abschliessend die drei Lernarten mobiles Lernen, mobiles ortsbezogenes Lernen und E-Learning anhand der Faktoren «Plattformen», «Vor- und Nachteile».

6.1. PLATTFORM

E-Learning	Mobiles Lernen	Mobiles ortsbezogenes Lernen
<ul style="list-style-type: none"> • Laptop • Desktop-PC 	<ul style="list-style-type: none"> • Mobiltelefon • PDA • Smartphone • Tablet-PC • Laptop 	<ul style="list-style-type: none"> • PDA • Smartphone • Tablet-PC

Tabelle 10: Plattformen

E-Learning wird ausschliesslich auf einem Laptop oder einem Desktop-PC gearbeitet. «Normales» mobiles Lernen geschieht auf allen Arten von mobilen Endgeräten, von Laptop bis PDA, auch alltägliche Handys werden dazugezählt. MOL geschieht nur mit PDA, Smartphone und Tablet-PC, da nur diese Geräte einen ausreichend grossen Bildschirm aufweisen, Mobilität garantieren und GPS-Signale nutzen können. Eine Berücksichtigung von Mobiltelefonen wäre in Zukunft möglich und wünschenswert, da sich Handys immer mehr in Richtung Smartphone entwickeln und daher auch die erforderlichen Ansprüche aufweisen werden.

6.2. VORTEILE

E-Learning	Mobiles Lernen	Mobiles ortsbezogenes Lernen
<ul style="list-style-type: none"> • Individuelles Arbeitstempo • Bilder, Animationen, Audio ... • Zugriff auf Internet • Informelles und lebenslanges Lernen 		
<ul style="list-style-type: none"> • Unabhängigkeit von Zeit/Ort 		<ul style="list-style-type: none"> • Abhängigkeit von Zeit/Ort
<ul style="list-style-type: none"> • Beliebige Anzahl Teilnehmer • Inhalte können einfach und schnell aktualisiert werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Mobiles Gerät oft immer dabei • Sinnvolles Nützen von Leerzeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Situatives Lernen

Tabelle 11: Vorteile

Nicht wie bei einer Vorlesung, bei welcher der Dozent das Tempo vorgibt, kann bei allen drei Lernarten das Arbeitstempo individuell bestimmt und der Kurs beliebig oft repetiert werden. Durch den potenziellen Zugriff auf das Internet können Links zu Hintergrundinformationen zum aktuellen Lernstoff angegeben werden. Abstrakte Inhalte können mithilfe von Bildern, Animationen oder Simulationen anschaulich gemacht werden, die Lektion lässt sich also interaktiv gestalten. Der grösste Grad an interaktiven und visuellen Inhalten lässt sich bei E-Learning in eine Lektion einbauen, da dort ein grosser Bildschirm zur Verfügung steht und mit der Maus auch am besten mit dem technischen Gerät interagiert werden kann. Bei MOL wandelt sich die Interaktivität von Mensch-Computer zu Natur-Mensch-mobiles Gerät.

Durch die drei Lernarten werden die Schlagwörter «informelles Lernen» und «lebenslanges Lernen» gefördert und unterstützt. Informelles Lernen geschieht nicht an Universitäten oder Schulen, sondern ausserhalb solcher Lerninstitute (Dohmen, 2001: 19). Menschen lernen ihr ganzes Leben lang – bewusst und auch unbewusst. Es geschieht folglich die ganze Zeit und wird durch die jeweilige Situ-

ation beeinflusst. Die Forderung der heutigen Gesellschaft nach lebenslangem Lernen kann passend durch elektronisches Lernen befriedigt werden.

Vorteile ergeben sich bei E-Learning bei der Wahl von Lernort und -zeitpunkt. Im Gegensatz zu Präsenzveranstaltungen kann zeit- und ortsunabhängig gelernt werden. Beschränkt wird diese Flexibilität nur auf einen Internetzugang (bei WBT) und einen Arbeitsplatz. Ebenfalls als grosser Vorteil wird bei mobilem Lernen die Unabhängigkeit von Ort und Zeit genannt. Diese Flexibilität ist sogar noch grösser als bei E-Learning: Da auch auf einem Mobiltelefon gelernt werden kann, ist die Wahl des Zeitpunkts und des Orts noch uneingeschränkter. Dadurch können sinnvoll Leerzeiten wie Zugfahrten genützt werden. Im Gegensatz zu E-Learning und mobilem Lernen bringt MOL eine Orts- und Zeitabhängigkeit mit sich, was situatives Lernen erlaubt.

Des Weiteren kann bei E-Learning eine beliebige Anzahl an Teilnehmern an einem Kurs teilnehmen. Die Inhalte können durch den Lehrer/Tutor einfach und schnell aktualisiert werden, da die Lektion zentral auf einem Server liegt und dadurch nur einmal verändert werden muss. Durch Chats oder VoIP können die Teilnehmer untereinander kommunizieren und dadurch Schwierigkeiten direkt lösen. Die beliebige Anzahl an Teilnehmer soll auch bei MOL in Zukunft möglich sein, da moderne Mobiltelefone immer mehr Anforderungen erfüllen.

Bei mobilem ortsbezogenem Lernen ist der Aufenthalt im natürlichen Kontext gegenüber normalem mobilem Lernen und E-Learning als grösster Unterschied und zugleich auch als wichtigster Vorteil und Bereicherung zu werten.

6.3. NACHTEILE

E-Learning	Mobiles Lernen	Mobiles ortsbezogenes Lernen
	<ul style="list-style-type: none"> • An Technik gebunden • Überangebot an Informationen • Nicht für alle Bereiche einsetzbar 	
<ul style="list-style-type: none"> • Mangel an sozialer Präsenz • Stärkere Anonymität 	<ul style="list-style-type: none"> • Verbindungsmängel 	<ul style="list-style-type: none"> • Von Wetter abhängig • Verbindungsmängel GPS

Tabelle 12: Nachteile

Durch die Bindung an technische Geräte können technikscheuende Menschen bei allen drei Lernarten überfordert und abgeschreckt werden. Durch den Internetzugang kann eine Informationsüberflutung eintreffen und so die Wahl der relevanten Informationen negativ beeinflusst werden. Weiter kann der Benutzer aufgrund der umfangreichen Nutzungsmöglichkeiten vom eigentlichen Inhalt abgelenkt werden.

Bei Einzelarbeit können durch den Mangel an sozialer Präsenz unzureichende Gruppenkoordination und eine verstärkte Anonymität vorkommen.

Durch den Aufenthalt an Orten mit fehlender Netzabdeckung können bei mobilem Lernen und MOL bei Verwendung von Datenübertragungstechniken (Mobilfunknetze und WLAN) Verbindungsmängel auftreten. Dies kann zu einem Unterbruch der Lerneinheit führen. Um solche Fehler zu minimieren, sollte der Entwickler vorgängig die Standorte aufsuchen und auf allfällige Mängel prüfen. Bei MOL können zusätzlich auch Probleme mit dem GPS-Signal auftreten, beispielsweise im Wald oder zu Zeiten mit minimaler Anzahl an GPS-Satelliten. Ein weiterer Nachteil kann sich bei MOL durch das Wetter ergeben. Wie schon angesprochen, kann der Lernzeitpunkt jedoch vom Benutzer selbstständig ausgesucht werden, um so z.B. Regen auszuweichen.

Die drei Lernarten sind weiter nicht für alle Thematiken geeignet. Bei E-Learning ist das Spektrum am breitesten, da das Darstellungs- und Interaktionsvermögen auf einem PC am besten ist. Bei mobilem Lernen sind die Anwendungsbereiche schon mehr eingeschränkt, aufwendige Simulationen oder Visualisierungen

gen einer Materie können nicht mehr dargestellt werden. MOL eignet sich nur noch für Themen, welche die in Kapitel 5.2 beschriebenen Anforderungen erfüllen.

Die oft in der Literatur und im Internet angesprochenen Nachteile «Kleines Display» oder «Kleine Schriftgrösse» bei mobilen Endgeräten werde ich nicht als Nachteil. Sinn und Zweck von MOL besteht nicht darin, Theorie und Faktenwissen zu vermitteln, sondern Wissen mittels praktischer Beispiele und Anschauungen anzuwenden und dadurch zu vertiefen. Daher können solche Beschränkungen gut umgangen werden.

7. SCHLUSSFOLGERUNG

Das Ziel dieser Diplomarbeit war die Entwicklung eines Prototyps einer mobilen ortsbezogenen Lektion für die GIS-Ausbildung. Dabei wurde speziell untersucht, welche Anforderungen an eine Thematik gestellt werden müssen und wie sich eine mobile ortsbezogene Lektion konzipieren lässt. Durch die Evaluation wurden Vor- und Nachteile ermittelt, welche durch mobiles ortsbezogenes Lernen entstehen, und was bei zukünftigen Lektionen folglich berücksichtigt werden muss.

7.1. RESULTATE

Die Entwicklung eines Prototyps für mobiles ortsbezogenes Lernen wurde erreicht. Ebenso wurde ein Entwicklungsmodell für eine mobile ortsbezogene Lektion erarbeitet, welches als Anleitung für ein zukünftiges Programm herangezogen werden kann. Die Frage, ob MOL in der GIS-Ausbildung Vorteile bietet, kann durch diese einzelne Anwendung nicht allgemein und eindeutig beantwortet werden. Es wurde nur eine Thematik aus vielen untersucht und auch nur mit fünf Personen getestet. Dementsprechend ist das Resultat auch nicht repräsentativ. Aufgrund der Evaluation wurde aber klar ersichtlich, dass zumindest mit dem Einsatz des Prototyps mit der Thematik «Neigung & Exposition» Vorteile beim Wissenserwerb durch das situative Lernen entstanden sind.

Die grössten Herausforderungen entstanden bei der Implementierung des Programms für das mobile ortsbezogene Lernen. Trotz Programmierkenntnissen gestaltete sich der Einstieg in Visual Studio 2005 als ziemlich schwierig und nahm daher einige Zeit in Anspruch. Eine weitere Hürde war die Integration der topologischen und thematischen Karten. Als grosse Hilfe erwies sich dabei das GIS.NET-Plug-in, welches für schulische Zwecke bis zu sechs Monate gratis verwendet werden kann. Grossen Zeitaufwand brachte das intensive Prototyping bei der GPS- und Kartenintegration mit sich, da nach jeder fertigen Form die Anwendung im Gelände getestet und allenfalls wieder angepasst werden musste.

Trotz dieser Schwierigkeiten bei der Entwicklung erachte ich mobiles ortsbezogenes Lernen als eine sinnvolle Lernart, welche in zukünftigen Ausbildungen Berücksichtigung finden sollte. Auch die Teilnehmer waren zufrieden bis begeistert beim Absolvieren der Lektion und waren hoch motiviert, die Thematik aus einer neuen Perspektive zu betrachten und damit zu vertiefen. Die Studierenden waren weiter ebenfalls der Meinung, dass durch das situative Lernen Verständnis und Wissen über Neigung & Exposition vergrössert wurden.

Abschliessend soll nochmals betont werden, dass sich MOL nicht als alleinige Lernform eignet und damit nicht als Ersatz für traditionelle Lernformen angesehen werden soll. Die Stärke von MOL liegt nicht in der Präsentation von theoretischen Grundlagen, sondern im Bereich des situativen Lernens. Es soll daher in Form von Blended Learning eingesetzt werden, da dadurch die Vorteile von allen betreffenden Lernformen miteinbezogen werden können.

7.2. AUSBLICK

Es existieren einige Bereiche, in welchen eine mobile ortsbezogene Lektion weiter entwickelt und verbessert werden kann:

Erhöhte Adaptivität

In zukünftigen Anwendungen soll der Aspekt der Adaptivität weiter verfolgt und berücksichtigt werden, um das Fehlen einer Lehrperson zu kompensieren und das Vorwissen der Teilnehmer in die Lektion zu integrieren. Vor allem der Bereich des impliziten Feedbacks sollte realisierbar sein.

Mögliche Zielsetzungen für weitere Arbeiten könnten folgendermassen lauten:

- Entwicklung einer adaptiven mobilen ortsbezogenen Lektion
- Implizites Feedback in der mobilen Geographieausbildung

Berücksichtigung von Mobiltelefonen

Um die grosse Verbreitung von Mobiltelefonen zu berücksichtigen, ist in Zukunft ein Fokus auf derartige Geräte wünschenswert. Dem Studierenden müsste vor der

Lektion nur noch die Software auf das Handy geladen werden. Dies könnte auch von zu Hause aus geschehen, ein Zwischenhalt am Institut wäre nicht mehr nötig. Die neue Generation von Handys wird bereits einen GPS-Empfänger integriert haben und damit eine weitere wichtige technische Anforderung erfüllen. In Japan beispielsweise werden bereits alle neuen Handys schon mit einem eingebauten GPS-Chip ausgeliefert.¹

Kompatibilität

Für einen Einsatz auf den unterschiedlichsten Mobiltelefonen, PDAs und Smartphones sollte das Programm in einer Universalsprache geschrieben sein, um dadurch eine möglichst hohe Kompatibilität zu erreichen. Lösungen wären Programme in Java oder auch in HTML geschriebene Anwendungen, welche in einem Browser dargestellt werden.

Anwendungen in mehreren Disziplinen

Um MOL repräsentativ auf Vorteile und Eignung zu prüfen, müssen neue Anwendungen für unterschiedliche Fächer entwickelt werden.

Anpassung des Task Models

Durch die Auslegung von MOL als Einzelarbeit muss das Task Model auf diese Eigenheit angepasst werden. Die drei Faktoren «Control», «Context» und «Communication» der inhaltlichen Ebene finden in dieser Sozialform keine Berücksichtigung mehr und sollten daher modifiziert werden.

¹ Quelle: tages-anzeiger.ch/dyn/digital/mobile/700399.html. Zugriff: 18.3.2007.

LITERATUR

ANDERSON, Paul; BLACKWOOD, Adam (2004): *Mobile and PDA Technologies and Their Future Use in Education*. JISC Technology and Standards Watch: 04-03.

ARMSTRONG, Marc P.; BENNET, David A. (2005): *A Manifesto on Mobile Computing in Geographic Education*. In: *The Professional Geographer*, 57(4), 506–515.

BAUMANN, Thomas (2005): *Medienpädagogik, Internet und eLearning. Entwurf eines integrativen medienpädagogischen Programms*. Zürich: Verlag Pestalozzianum an der Pädagogischen Hochschule Zürich.

BAUMGARTNER, Peter; PAYR, Sabine (1994): *Lernen mit Software*. Reihe Digitales Lernen. Innsbruck: Österreichischer StudienVerlag.

BLEISCH, Susanne; NEBIKER, Stephan (2004): *The Swiss Virtual Campus Project GITTA – A multi-disciplinary, multi-lingual learning platform for Geographic Information Technology*. In: XXth ISPRS Congress, 2004. Istanbul, Türkei.

BLUMSTENGEL, Astrid (1998): *Entwicklung hypermedialer Lernsysteme*. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin.

BODENDORF, Freimut; HOFMAN, Jürgen (1993): *Computer in der betrieblichen Weiterbildung*. Reihe Handbuch der Informatik. München: Oldenbourg Verlag.

DILLENBOURG, Pierre (1999): *What do you mean by collaborative learning?* In P. Dillenbourg (Hrsg.) *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches* (1–19). Oxford: Elsevier.

DOHMEN, Günter (2001): *Das informelle Lernen – Die internationale Erschliessung einer bisher vernachlässigten Grundform menschlichen Lernens für das lebenslange Lernen aller*. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung.

DYKES, Jason; MOORE, Kate; WOOD, Jo (1999): *Virtual environments for student fieldwork using networked components*. In: International Journal of Geographical Information Science, 13(4), 397-416.

ENGESTRÖM, Yrjö (1987): *Learning by Expanding: An Activity Theoretical Approach to Development Research*. Helsinki: Orient-Konsultit. Florida Institute of Technology.

HAAKE, Jörg.; SCHWABE, Gerhard; WESSNER, Martin (2004). *Entwicklungsprozess*. In: Haake, Jörg; Schwabe, Gerhard; Wessner, Martin (Hrsg.) (2004): CSCL-Kompodium. München: Oldenbourg Verlag.

HERMANN, Michael; HEYE, Corinna; LEUTHOLD, Heiri (2004): *Unterlagen zur Veranstaltung «Grundlagen Techniken der empirischen Forschung»*. Universität Zürich.

HUANG, Bo; JIANG, Bin; LI, Hui (2001): *An integration of GIS, virtual reality and the Internet for visualization, analysis and exploration of spatial data*. In: International Journal of Geographical Information Science, 15(5), 439-456.

JONES, Kevin H. (1998): *A comparison of algorithms used to compute hill slope as a property of the DEM*. In: Computers & Geosciences, 24(4), 315-323.

JUNG, Ki-sub (2001): *Modeling web user interest with implicit indicators*. Master's thesis, Florida Institute of Technology.

KAMMERL, Rudolf (2000): *Computergestütztes Lernen*. Hand- und Lehrbücher der Pädagogik. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.

KELLY, Diane; TEEVAN, Jaime (2003): *Implicit feedback for inferring user preference: A bibliography*. In: (SIGIR) Forum, 32(2), 18-28.

KERRES, Michael (2001): *Multimediale und telemediale Lernumgebungen: Konzeption und Entwicklung*. 2. vollständig überarbeitete Auflage. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.

KIM, Hyoung-rae; CHAN, Philip K. (2005): *Implicit indicators for interesting web pages*. In: WEBIST, 270–277.

KRUG, Katrin; ABDERHALDEN, Walter (2005): *Report on testing and validation*. D6.2.1. WebPark Consortium.

LAOURIS, Yiannis; ETEOKLEOUS, Nikleia (2005): *We need an educationally relevant definition of mobile learning*. Report of mLearn 2005.

MANDL, Heinz; GRUBER, Hans; RENKL, Alexander (1997): *Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen*. In: Issing, L., Klimsa, P. (Hrsg.) *Informationen und Lernen mit Multimedia*, 2. überarbeitete Auflage; 167–178. Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.

MARTENS, Alke (2004): *Modellierung von Tutoring Prozessen für ITS*. In: Workshop im Rahmen der Konferenz «Modellierung 2004».

NÖSEKABEL, Holger (2005): *Mobile Education*. Berlin: Gito.

O'MALLEY, Claire; VAVOULA, Giasemi; GLEW, Neal.; TAYLOR, Josie; SHARPLES, Mike; LEFRERE, P. (2005): *Pedagogical methodologies and paradigms*. D4.1 – Guidelines for Learning/Teaching/Tutoring in a mobile environment. Report of MOBIlearn.

OARD, Douglas W.; KIM, Jinmook (2001): *Modeling information content using observable behavior*. In: 64th Annual Meeting of the American Society for Information Science and Technology, 38–45.

PEYLO, Christoph (2002): *Wissen und Wissensvermittlung im Kontext von internetbasierten intelligenten Lehr- und Lernumgebungen*. Berlin: Akademische Verlagsgesellschaft Aka GmbH.

PUBLICADATA (2006): *KommTechStudie 2006*.

- REVERMANN, Christoph (2004): *eLearning – Europäische eLearning-Aktivitäten: Programme, Projekte und Akteure*. TAB-Hintergrundpapier Nr. 11. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB).
- ROSCHELLE, Jeremy (2003): *Keynote paper: Unlocking the learning value of wireless mobile devices*. In: *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(3), 260–272.
- RUF, Urs (2005): *Unterlagen zur Veranstaltung «Einführungsvorlesung HLM»*. Universität Zürich.
- SCHWABE, Gerhard; FROHBERG, Dirk (2004): *MLearning – Kooperatives Lernen im Kontext*. In: *Das Wirtschaftsstudium (WISU)*, Volume 8–9, 1071–1077.
- SHARPLES, Mike; JEFFERY, Nathan; DU BOULAY, J.B.H.; TEATHER, D.; TEATHER, B.; DU BOULAY, G.H. (2002): *Socio-cognitive engineering: a methodology for the design of human-centred technology*. In: *European Journal of Operational Research*, 136(2), 310–323.
- SHARPLES, Mike; TAYLOR, Josie; VAVOULA, Giasemi (2006): *A Theory of Learning for the Mobile Age*. In: *The Sage Handbook of Elearning Research*, 221–247.
- SHARMA, Sushil K.; KITCHENS, Fred L. (2004): *Web Services Architecture for M-Learning*. In: *Electronic Journal on e-Learning*, 2(1), 204–216.
- SIEBERT, Horst (2003): *Didaktisches Handeln in der Erwachsenenbildung. Didaktik aus konstruktivistischer Sicht*. München/Unterschleissheim: Luchterhand.
- SKINNER, Burrhus Frederic (1953): *Science and Human Behavior*, New York: The Free Press.
- TAYLOR, Josie; SHARPLES, Mike; O'MALLEY, Claire; VAVOULA, Giasemi; WAYCOTT, Jenny (2007): *Towards a Task Model for Mobile Learning: a Dialectical Approach*. In: *International Journal of Learning Technology*, 2(2–3), 138–158.

VAVOULA, Giasemi (2005): *WP4 – Pedagogical methodologies and paradigms*. D4.4 – A Study of Mobile Learning Practices. Report of MOBILearn.

VAVOULA, Giasemi; SHARPLES, Mike; O'MALLEY, Claire; TAYLOR, Josie (2004): *A study of mobile learning as part of everyday learning*. MLearn 2004 Book of Abstracts, July 5-6, Rom, Italien.

VETTIGER, Barbara (2006): *Unterlagen zur Veranstaltung «Spezielle Didaktik des Geographieunterrichtes»*. Universität Zürich.

VYGOTSKY, Lev (1978): *Mind in Society: The development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.

YANG, Chaowei P.; WONG, David; YANG, Ruixin; KAFATOS, Menas; LI, Qi (2005): *Performance-improving techniques in web-based GIS*. In: International Journal of Geographical Information Science, 19(3), 319-342.