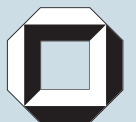
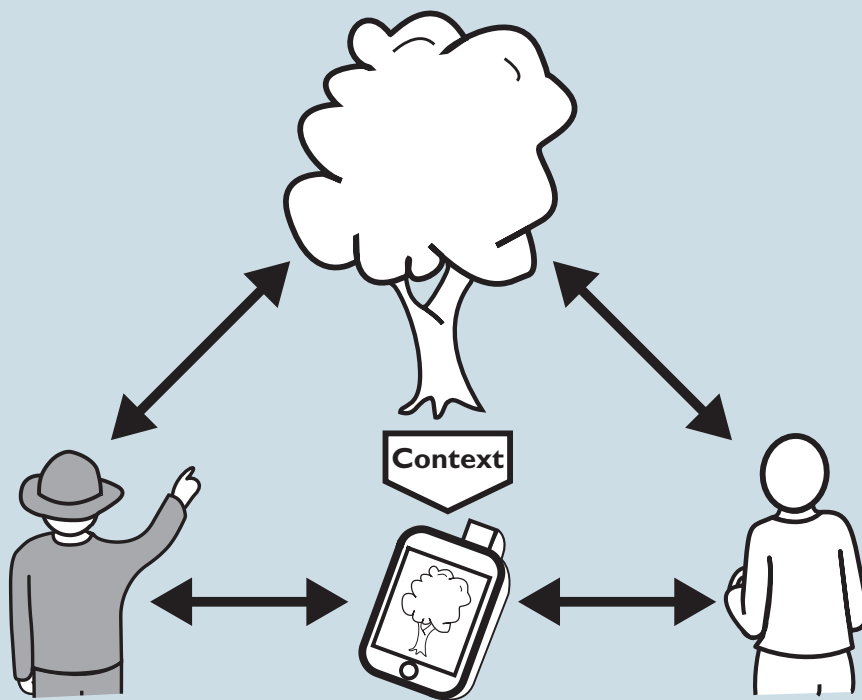


Markus Ruchter

A New Concept for Mobile Environmental Education



Markus Ruchter

A New Concept for Mobile Environmental Education

Schriftenreihe des

Instituts für Angewandte Informatik / Automatisierungstechnik

an der Universität Karlsruhe (TH)

Band 19

A New Concept for Mobile Environmental Education

von
Markus Ruchter



universitätsverlag karlsruhe

Dissertation, Universität Karlsruhe (TH)
Fakultät für Maschinenbau, 2007

Impressum

Universitätsverlag Karlsruhe
c/o Universitätsbibliothek
Straße am Forum 2
D-76131 Karlsruhe
www.uvka.de



Dieses Werk ist unter folgender Creative Commons-Lizenz
lizenziert: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/de/>

Universitätsverlag Karlsruhe 2007
Print on Demand

ISSN: 1614-5267
ISBN: 978-3-86644-182-8

A New Concept for Mobile Environmental Education

Zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Ingenieurwissenschaften

von der Fakultät für Maschinenbau der
Universität Karlsruhe

eingereichte

DISSERTATION

von

Dipl.-Umweltwiss. Markus Ruchter

08. Oktober 1974 in Ludwigshafen/Rh.

Hauptreferent: Prof. Dr.-Ing. habil. Georg Bretthauer
Korreferent: Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Wernstedt

Tag der Einreichung: 06.06.2007
Tag der mündlichen Prüfung: 24.07.2007

Danksagung

Die vorliegende Dissertation entstand im Rahmen meiner Tätigkeit als Doktorand am Institut für Angewandte Informatik des Forschungszentrum Karlsruhe.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Georg Bretthauer, der die Arbeit ermöglichte und mich durch Diskussionen und kritische Hinweise unterstützte. Ebenfalls danke ich Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Wernstedt für die Übernahme des Korreferats und die wertvollen fachlichen Hinweise.

Besonders danke ich Herrn Dr. Clemens Döpmeier für die zahlreichen fachlichen Diskussionen und wichtigen Anregungen sowie seine tatkräftige Unterstützung bei der Entwicklung des Prototyps für den Mobilien Naturführer (MobiNaF). Weiterhin danke ich meinen Kollegen, insbesondere den Mitgliedern der Projektgruppe „Web-basierte Umweltinformationssysteme“, für die gute Zusammenarbeit. Stellvertretend möchte ich vor allem Herrn Dr. Werner Geiger für seine organisatorische Unterstützung danken.

Die Erstellung dieser Dissertation wäre zudem nicht ohne die enge Zusammenarbeit mit dem Naturschutzzentrum Karlsruhe-Rappenwört im Rahmen des MobiNaF Projektes möglich gewesen. Hier sei stellvertretend Frau Heidrun Michel, Herrn Harald Dannenmayer und Herrn Klaus Hofmann für ihre Beratung bei umweltpädagogischen Fragen und ihre Hilfe bei der Evaluation gedankt.

Die Evaluation des MobiNaF Prototyps konnte nur durch die Mitwirkung eines Teams an Helfern durchgeführt werden. Für ihre engagierte Hilfe bedanke ich mich herzlich bei Andreas Gommlich, Nadine Haus, Christoph Jahn, Vilma Patalaviciute, Peter Real, Doris Simon, Christoph Singer und Rafael Sobek. Im Zusammenhang mit der Feldstudie bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr. Hans-Joachim Lehnert und Herrn Dr. Karlheinz Köhler von der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe sowie Herrn Dr. Bernhard Klar von der Universität Karlsruhe für ihre fachliche Beratung insbesondere im Bereich der Umweltdidaktik sowie der statistischen Analyse.

Besonders möchte ich auch den tapferen Lesern der Vorversionen dieser Arbeit für ihre konstruktive Kritik und Korrekturen danken. Dies gilt insbesondere für Frau Nadine Haus, Herrn Gerd Zilly und Herrn Peter Brodhag.

Meiner Familie und Freunden, auf beiden Seiten des Atlantiks, möchte ich ganz herzlich für ihr Verständnis, ihre Geduld und Hilfe auf meinem Weg und während der Zeit der Erstellung der Arbeit danken.

Schließlich bedanke ich mich für die Finanzierung dieser Arbeit bei der Helmholtz-Gemeinschaft.

Ein neues Konzept zur computer-gestützten mobilen Umweltbildung

(Deutsche Kurzfassung)

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines neuen Konzeptes zur computer-gestützten mobilen Umweltbildung. Darüber hinaus soll ein Prototyp eines „mobilen Naturführers“ erstellt werden, anhand dessen die Umsetzbarkeit des Konzeptes überprüft werden kann. Schließlich soll der Prototyp in einer Feldstudie getestet werden, um seine effektive Anwendbarkeit für das Erreichen von Umweltbildungszielen zu evaluieren.

In Kapitel 1 wird, basierend auf einer Literaturanalyse, die Notwendigkeit für neue Ansätze der computer-gestützten Umweltbildung aufgezeigt. Trotz wachsender Bedeutung für eine nachhaltige Entwicklung, hat die Umweltbildung Schwierigkeiten wichtige Zielgruppen zu erreichen. Gerade Kinder und Jugendliche in urbanisierten Gesellschaften leiden mangels direkter Naturerfahrungen zunehmend an einer Entfremdung von der Natur. Damit einher geht ein mangelndes Interesse an den zurzeit angebotenen Umweltbildungsaktivitäten. Neue Medien stoßen hingegen bei der jungen Generation meist auf Faszination und Begeisterung. Existierende Konzepte zur computer-gestützten Umweltbildung werden von Umweltpädagogen und Eltern jedoch häufig mit Skepsis betrachtet. Es ist unter anderem die in der Regel gegebene räumliche Trennung von Computernutzung und direkter Naturerfahrung, welche die Sorge vor weiterer Naturentfremdung hervorruft.

Darauf aufbauend wird in der vorliegenden Arbeit die These vertreten, dass durch die zunehmende Verfügbarkeit mobiler Computer, in der Form von leichten und tragbaren Handgeräten, die Möglichkeit eröffnet wird, diese räumliche Barriere zu überwinden. Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass Kinder und Jugendliche, angetrieben durch die Faszination für mobile Technologien, wieder Begeisterung für die direkte Naturerfahrung gewinnen können. Kontextbezogene Informationssysteme, die als mobile Führungssysteme („Mobile Guides“) in verwandten Bereichen wie z. B. dem Naturtourismus eingesetzt werden, bieten eine mögliche technische Basis für neue computer-gestützte Angebote in der informellen Umweltbildung. Eine umfassende Untersuchung bestehender mobiler Führungssysteme und verwandter Projekte zeigt, dass sich die zugehörigen Forschungsarbeiten in der Regel auf die Realisierbarkeit neuer informationstechnischer Konzepte insbesondere zur Navigationsunterstützung und der ortsbezogenen Inhaltspräsentation konzentrieren. Hingegen fehlt bisher ein umfassendes Konzept für die Anwendung umweltpädagogischer Instrumente mittels solcher mobiler Technologien. Ebenso mangelt es an empirischen Studien, die überprüfen, ob sich mit computer-gestützten, mobilen Medien die Ziele der Umweltbildung effektiv erreichen lassen.

Kapitel 2 stellt ein neues Modell für die computer-gestützte Umweltbildung unter Nutzung eines „mobilen Naturführers“ vor. Hierfür werden in einem ersten Schritt, basierend auf umweltpsychologischen Erkenntnissen, Instrumente identifiziert, mit denen die Umweltbildung einen Einfluss auf das Umweltbewusstsein ausüben kann. Das in diesem Kapitel entwickelte Modell baut auf Konzepten der Umweltinterpretation auf und zeigt, wie mit Hilfe eines mobilen Führers die herausgearbeiteten Instrumente umgesetzt werden können. Es wird dabei deutlich, dass es gerade die Möglichkeit der Anpassung an den spezifische Nutzungskontext ist, die einen mobilen Führer zu einem geeigneten Medium für die Umweltinterpretation machen kann.

Kapitel 3 beschreibt den Entwurf für die Komponenten eines mobilen Naturführers auf Basis des zuvor entwickelten Modells. Auf der Grundlage einer Befragung von Repräsentanten verschiedener Zielgruppen werden die Nutzeranforderungen an einen mobilen Naturführer erfasst. Daraus werden schließlich die für ein solches System erforderlichen Komponenten abgeleitet.

Im vorgestellten Entwurf werden bestehende Ansätze zu den beiden zentralen Diensten - Navigationsunterstützung und ortsbezogene Informationspräsentation - erweitert, um sie für die Nutzung in naturnahen Gebieten sowie für die Umsetzung der vorgestellten Instrumente zu optimieren. Dies umfasst unter anderem die Nutzung zusätzlicher Kontextinformationen über die Umweltbedingungen und den Nutzer, die dem System eine Anpassung an die spezifische Nutzungssituation und das Umweltbewusstseinsprofil des Besuchers ermöglichen. Überdies wurden Konzepte für weitere Dienste ausgearbeitet. Sie umfassen einen Enzyklopädie-Dienst als Nachschlagewerk für Detailfragen, die sich vor Ort ergeben. Außerdem werden Dienste konzipiert, die ein direktes Erlebnis der Natur anregen und fördern können. Hierzu gehört insbesondere eine Reihe von „Erkundungswerkzeugen“. Mit diesen Anwendungen soll ein mobiler Naturführer die Stärken eines sensor-gestützten Führungssystems nutzen, um zu einem Instrument für die Naturerkundung zu werden. Unter Anwendung von Technologien aus dem Bereich der erweiterten Realität („Augmented Reality“) können „Wahrnehmungsinstrumente“ eingesetzt werden, die es durch zusätzliche Sensoren (z. B. Infrarotkamera) ermöglichen, vom Menschen sonst nicht wahrnehmbare Naturphänomene zu visualisieren. Zur Unterstützung des selbstbestimmten Lernens während der Erkundung der Natur wird ein Konzept für ein elektronisches Bestimmungsbuch vorgestellt. Dieses soll auch Laien ermöglichen, die entdeckten Naturphänomene (z. B. Tier- und Pflanzenarten) zu identifizieren und mehr über sie zu erfahren. Durch ein Tourtagebuch kann dem Wunsch der Besucher Rechnung getragen werden, ihre Naturerlebnisse zu dokumentieren, um sie später mit Freunden, Mitschülern oder anderen Besuchern zu teilen. Mit Hilfe eines Manager-Dienstes soll es den Verantwortlichen von Schutzgebieten ermöglicht werden, eine effiziente Besucherlenkung zu betreiben und auch Notfalldienste anzubieten. Gleichzeitig dient der Manager-Dienst auch zur Evaluation des Umweltinterpretationsangebotes.

Alle Dienste basieren auf der Nutzung von Kontextinformationen aus verschiedenen Kategorien. Für die bessere Verwaltung dieser Daten wurde in der vorliegenden Arbeit ein spezielles Kontextmodell entwickelt, welches die Umweltbedingungen, den Nutzer, das mobile System sowie den zeitlichen Kontext repräsentiert und miteinander in Beziehung setzt.

Außerdem werden Lösungsansätze für weitere wichtige Komponenten eines mobilen Naturführers vorgestellt. Hierzu zählen die Interaktionsmechanismen und -modalitäten des Benutzerinterfaces, insbesondere für ein Gerät mit kleinem Bildschirm, das im Freien eingesetzt wird. Darüber hinaus werden Entwürfe für die Wissensbasis und die zentrale Kontrolleinheit beschrieben und Hardwareoptionen basierend auf dem Stand der Technik diskutiert.

In Kapitel 4 wird das informationstechnische Konzept für die Entwicklung eines mobilen Naturführers präsentiert. Als Grundlage für die Implementierung eines solchen Systems wird eine Dreischichten-Architektur vorgestellt, die durch einen modularen Ansatz die Einbettung zusätzlicher Dienste ermöglicht. Die Präsentationsschicht bildet mit den Nutzerschnittstellen für die verschiedenen Dienste die oberste Ebene. An der Basis befindet sich die Daten- und Diensteschicht, in die, je nach Verfügbarkeit, Kontext- und Datendienste eingebunden werden können. Dazwischen liegt die Kontrollschicht, die zwischen den anderen Schichten vermittelt. Des Weiteren werden die Implementierung eines ersten mobilen Naturführer-Prototyps beschrieben und Erfahrungen aus der Umsetzung des informationstechnischen Konzeptes diskutiert.

Kapitel 5 ist der praktischen Erprobung des in der Arbeit entwickelten Konzeptes gewidmet. Im Rahmen einer Feldstudie, in Kooperation mit dem Naturschutzzentrum Karlsruhe-Rappenwört, wurde der mobile Naturführer-Prototyp durch Familien und Schulklassen während einer Führung durch die Rheinauen getestet. Dabei wurde neben der generellen Gebrauchstauglichkeit des Systems auch die Wirkung einer Führung mit dem mobilen System auf die zuvor identifizierten Umweltbewusstseinsgrößen (Wissen, Einstellung, Werte, Verhalten) überprüft. Zusätzlich wurden die Ergebnisse des computer-gestützten Mediums mit den Resultaten von Testgruppen mit traditionellen Medien (Broschüre, „menschlicher Naturführer“) verglichen.

Bezüglich der Gebrauchstauglichkeit hat die Untersuchung gezeigt, dass die Testnutzer noch einige Schwierigkeiten bei der Interaktion mit dem Prototyp hatten. Diese lassen sich unter anderem auf noch bestehende Limitierungen in der Leistungsfähigkeit und Stabilität des Systems als auch auf Schwierigkeiten mit den im Prototyp implementierten Interaktionsmechanismen zurückführen.

Trotz dieser Einschränkungen zeigen die Ergebnisse der Evaluation, dass durch Führungen mit dem mobilen System ähnliche Wirkungen auf die Umweltbewusstseinsgrößen erreicht werden können wie mit den traditionellen Umweltinterpretationsmedien. Testpersonen mit dem mobilen Naturführer erzielten einen vergleichbaren Zuwachs in ihrem Wissen über die Umwelt wie Teilnehmer mit der Broschüre oder dem „menschlichen Naturführer“. Unabhängig von dem verwendeten Medium wurde durch die Führung keine der anderen Umweltbewusstseinsgrößen signifikant beeinflusst.

Durch die Evaluation konnte somit belegt werden, dass ein mobiler Naturführer prinzipiell als Umweltinterpretationsmedium einsetzbar ist. Darüber hinaus haben empirische Beobachtungen während der Feldstudie ergeben, dass vor allem Schüler, die den mobilen Naturführer benutzt haben, sich intensiver mit den präsentierten Inhalten auseinandersetzten als ihre Mitschüler wäh-

end Führungen mit einer Broschüre. Dies deutet darauf hin, dass mit mobilen Naturführern die Faszination für neue Technologien genutzt werden kann, um bei Kindern und Jugendlichen die Motivation zur Teilnahme an Umweltbildungsaktivitäten zu steigern. Des Weiteren kann davon ausgegangen werden, dass durch eine Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit, einhergehend mit der weiter zunehmenden Verbreitung mobiler Geräte, sich auch bei Erwachsenen die Akzeptanz für einen solchen mobilen Naturführer weiter verbessern wird.

Zusammenfassend ergeben sich aus dieser Arbeit die folgenden neuen Beiträge und wichtigsten Ergebnisse:

1. Identifikation von Instrumenten zur Beeinflussung des Umweltbewusstseins, die sich mit Hilfe von computer-gestützten Medien anwenden lassen: a) Vermittlung von Wissen, b) Visualisierung von verborgenen Naturphänomenen, c) Motivation direkter Erkundung, d) Repräsentation von Rollenmodellen, e) Anbieten von Feedback-Mechanismen.
2. Entwicklung eines neuen Modells für mobile Naturführer, das die Verbindung von computer-gestützter Umweltbildung und direktem Naturerlebnis - basierend auf der Kombination von Umweltinterpretation und kontextbezogenen Führungssystemen - ermöglicht.
3. Erfassung von Zielgruppen: a) Schüler, b) Familien, c) Naturliebhaber. Aufstellung eines Anforderungskatalogs für mobile Naturführer basierend auf einer Nutzerbefragung. Erstellung eines detaillierten Nutzungsszenarios aufbauend auf der Analyse einer Umweltinterpretationseinheit.
4. Spezifikation der Komponenten eines mobilen Naturführers: a) kontextbezogene Dienste, b) Kontextmodell, c) Wissensbasis, d) Nutzerschnittstelle und Interaktionsparadigma, e) zentrale Kontrolleinheit, f) mobile Hardwareplattform und Technologien.
5. Entwicklung eines detaillierten Entwurfs für die kontextbezogenen Dienste unter besonderer Berücksichtigung der Einsatzbedingungen in naturnahen Gebieten. Neben den Kerndiensten für mobile Führungssysteme, dem Navigationsdienst und dem ortsbezogenen Informationsdienst, sollte ein mobiler Naturführer weitere Dienste zur Unterstützung der direkten Erkundung der Natur anbieten. Dazu gehören: a) Umwelt-Enzyklopädie, b) Wahrnehmungsinstrumente, c) elektronisches Bestimmungsbuch, d) Tourtagebuch, e) Manager-Dienst zur Unterstützung der Administratoren von Schutzgebieten.
6. Entwicklung eines informationstechnischen Konzeptes, auf dessen Basis sich ein Prototyp des Systems implementieren lässt. Entwurf einer modularen, service-orientierten Rahmenapplikation, die durch weitere Module flexibel erweiterbar ist.
7. Design der Nutzerschnittstellen basierend auf den Metaphern der Informationsbroschüre und des Naturführers. Zur Umsetzung wird die Anwendung eines animierten pädagogischen

Agenten propagiert, der eine intuitive Interaktion ermöglicht und gleichzeitig als Rollenmodell dienen kann.

8. Bestätigung der technischen Realisierbarkeit durch die Implementierung eines mobilen Naturführer-Prototyps im Rahmen des MobiNaf-Projektes. Bestimmte Probleme bei der Umsetzung des Prototyps ergaben sich vor allem durch die Verwendung von „Scalable Vector Graphics“. Diese Technologie eignet sich für die Darstellung der Karten im Navigationsdienst, zeigt aber noch starke Einschränkungen bei der Repräsentation anderer Nutzerinterface-Module.
9. Erfolgreicher Einsatz des Prototyps in einer Feldstudie. Durch die Evaluation wurde belegt, dass ein mobiler Naturführer als Umweltinterpretationsmedium nutzbar ist. Trotz Einschränkungen in der Gebrauchstauglichkeit, kann mit einem mobilen Führer ein Zuwachs im Umweltwissen erreicht werden, der den Wirkungen traditioneller Umweltinterpretationsmedien entspricht. Die Ergebnisse zeigen, dass mit mobilen Naturführern die Motivation von Kindern und Jugendlichen zur intensiveren Teilnahme an Umweltbildungsaktivitäten gesteigert werden kann. Es ist anzunehmen, dass durch eine Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit sich auch bei Erwachsenen die Akzeptanz weiter verbessern lässt.

Im Rahmen zukünftiger Arbeiten sollten, über den Navigationsdienst und den kontextbezogenen Informationsdienst hinaus, weitere der in dieser Arbeit konzeptionell entwickelten Dienste für mobile Naturführer implementiert und evaluiert werden. Vor allem durch die beschriebenen „Erkundungswerkzeuge“ könnte das Potential des mobilen Naturführers als Instrument zur selbstbestimmten Naturerkundung weiter gesteigert werden.

In der Arbeit wird gezeigt, dass mobile Naturführer, die auf dem neuen Konzept für mobile Umweltbildung aufbauen, eine effiziente Alternative zu traditionellen Umweltinterpretationsmedien bieten können. Damit eröffnen sich für Bildungseinrichtungen - auch unter dem Gesichtspunkt knapper Ressourcen - neue, wirtschaftliche Möglichkeiten, um durch den Einsatz computergestützter Instrumente mehr Kinder und Jugendliche für Umweltbildungsaktivitäten zu begeistern und bei der direkten Erkundung der Natur zu unterstützen.

Contents

Indexes	VII
1 Introduction	1
1.1 Motivation	1
1.2 State of the art	3
1.2.1 An introduction to environmental communication and education	3
1.2.2 Computer-mediated environmental education	10
1.2.3 Mobile environmental information systems	12
1.2.4 Mobile guide systems	13
1.2.5 A taxonomy of mobile guide systems	25
1.3 Objectives and thesis structure	32
2 A New Model for Mobile Environmental Education	35
2.1 A model for environmental literacy	35
2.1.1 Components of environmental literacy	36
2.1.2 Instruments to influence environmental behavior	44
2.2 A new model for mobile environmental interpretation	49
2.2.1 Model for media-based environmental interpretation	49
2.2.2 A model for mobile environmental interpretation	50

2.2.3	A new model for mobile environmental citizen science	54
3	A New Instrument for Media-based Environmental Interpretation	57
3.1	Mobile nature guide requirements	57
3.1.1	Front-end evaluation	58
3.1.2	User profiles and requirements	59
3.1.3	Additional stakeholders and organizational requirements	62
3.1.4	Environmental requirements	64
3.1.5	Requirements analysis	65
3.1.6	Usage modes	67
3.1.7	Task model	68
3.2	Components of a mobile nature guide	72
3.3	Context-based services	74
3.3.1	Navigator service	74
3.3.2	Interpreter service	92
3.3.3	Encyclopedia service	102
3.3.4	Exploration tool service	105
3.3.5	Manager service	114
3.4	Context model	117
3.4.1	Context	117
3.4.2	Mobile nature guide context model	118
3.4.3	Context life cycle	121
3.5	User interface and interaction paradigm	123
3.5.1	Interface metaphors	123
3.5.2	Iconic guidebook interface	124