

PRG

Photogrammetrie Fernerkundung Geoinformation

Organ der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie,
Fernerkundung und Geoinformation (DGPF) e.V.

Jahrgang 2004, Heft 5

Hauptschriftleiter:
Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus Szangolies

Schriftleiter:
Dr. rer.nat. Carsten Jürgens und Dr.-Ing. Eckhardt Seyfert

Redaktionsbeirat (Editorial Board): Clement Atzberger, Ralf Bill, Eberhard Gülch,
Christian Heipke, Barbara Koch, Hans-Gerd Maas, Jochen Schiewe, Matthäus Schilcher
und Monika Sester



E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Nägele u. Obermiller) Stuttgart 2004



Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung
und Geoinformation (DGPF) e.V.
Gegründet 1909

Die *Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation* (DGPF) e.V. unterstützt als Mitglieds- bzw. Trägergesellschaft die folgenden Dachverbände:



International Society
for Photogrammetry
and Remote Sensing

DAGM

Deutsche Arbeits-
gemeinschaft für
Mustererkennung e.V.



Alfred-Wegener-Stiftung
(AWS) zur Förderung
der Geowissenschaften

Herausgeber:

© 2004 Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation (DGPF) e.V.
Geschäftsstelle: Dr. Klaus-Ulrich Komp, c/o EFTAS Fernerkundung Technologietransfer GmbH, Ostmarkstraße 92, D-48145 Münster, e-mail: Praesident@dgpf.de
Internet: <http://www.dgpf.de>

Published by:

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Johannesstraße 3 A,
D-70176 Stuttgart. Tel.: 07 11/35 14 56-0, Fax: 07 11/35 14 56-99, e-mail: mail@schweizerbart.de
Internet: <http://www.schweizerbart.de>

© Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier nach ISO 9706-1994

All rights reserved including translation into foreign languages. This journal or parts thereof may not be reproduced in any form without permission from the publishers.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Verantwortlich für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren.

ISSN 1432-8364

Hauptschriftleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus Szangolies, Closewitzer Str. 44, D-07743 Jena.
e-mail: Klaus.Szangolies@t-online.de

Schriftleiter: Dr. rer.nat. Carsten Jürgens, Universität Regensburg, Institut für Geographie D-93040 Regensburg, e-mail: carsten.juergens@geographie.uni-regensburg.de und Dr.-Ing. Eckhardt Seyfert, Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg, Heinrich-Mann-Allee 103, D-14473 Potsdam, e-mail: eckhardt.seyfert@lvermap.brandenburg.de

Erscheinungsweise: 7 Hefte pro Jahrgang.

Bezugspreis im Abonnement: € 108,- pro Jahrgang. Mitglieder der DGPF erhalten die Zeitschrift kostenlos.

Anzeigenverwaltung: Dr. E. Nägele, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Johannesstraße 3A, D-70176 Stuttgart, Tel.: 0711/35 14 56-0; Fax: 0711/35 14 56-99.
e-mail: mail@schweizerbart.de, Internet: <http://www.schweizerbart.de>

Bernhard Harzer Verlag GmbH, Westmarkstraße 59/59a, D-76227 Karlsruhe, Tel.: 0721/9440 20, Fax: 0721/9440 230, e-mail: Info@harzer.de, Internet: www.harzer.de

Printed in Germany by Tutte Druckerei GmbH, D-94121 Salzweg bei Passau

PFG – Jahrgang 2004, Heft 5

Inhaltsverzeichnis

Originalbeiträge zum Thema E-Learning

BILL, R.: Multimediales Lernen in Fernerkundung und Geoinformatik – Editorial	357
PLÜMER, L., QUADT, U., KOLBE, T.H. & STEINRÜCKEN, J.: GEOINFORMATION.NET: Open Content für die universitäre Lehre ...	359
LORUP, E. J.: SNF Projet GITTA	371
MÜLLER, M.: gimolus – GIS- und modellgestützte Lernmodule für umweltwissen- schaftliche Studiengänge	379
GLÄßER, C. & THÜRLOW, D.: Virtuelle Landschaften und Exkursionen – innovative Tools in der geowissenschaftlichen Aus- und Weiterbildung	391
HEIß, M.: E-Learning-GIS: Konzeption und Entwicklung einer GIS Lernsoftware	399
ZEHNER, M.L. & BILL, R.: Interaktives Lernmodul zur raumbezogenen Visualisie- rung statistischer Daten	405

Berichte zum Thema E-Learning

– UNIGIS Fernstudien – E-Learning Online	409
– FerGI - ein aktuelles E-Learning Projekt in Deutschland	410
– Projektübergreifende Aktivitäten des DGPF-Arbeitskreises „Ausbildung“ im Bereich E-Learning	411
– Grundwissen GIS – Neue Lernsoftware für GIS-Einsteiger	412

Originalbeiträge

SCHMULLIUS, C., HESE, S. & LUCHT, W.: CARBON-3D – an International Earth Obser- vation Mission for Global Biomass Mapping for an Improved Understan- ding of the CO ₂ Balance	413
WALZ, U., WAGENKNECHT, S., CSAPLOVIC, E., LISKOWSKY, G. & PRANGE, L.: Eignung von CORONA-Fernerkundungsdaten zur Analyse der Land- schaftsentwicklung	423
SOLOMON, S. & QUIEL, F.: Quality of Remote Sensing Data Affecting Thematic Map- ping for GIS based Groundwater Assessment in Eritrea	433
REDWEIK, G.: Automatische Kratzerbeseitigung in farbigen Orthophotos	445

Berichte und Mitteilungen

Berichte

– 9. Münchener Fortbildungsseminar „Geoinformationssysteme 2004“, 10.–12. 3. 2004 in München	451
– Förderpreis Geoinformatik 2004	453
– 2. EuroSDR Educational Service, 15.–16. 4. 2004 in Budapest	453
– 70. Jahrestagung der ASPRS, 23.–28. 5. 2004 in Denver	454
– ISPRS Kongress Istanbul 2004 – U.V. Helava Preis	455

Persönliches:

Prof. Gottfried Konecny – Ehrendoktor des MIIGAiK Moskau	456
--	-----

Zum Titelbild	456
---------------------	-----



An der Fakultät für Mathematik und Geoinformation der
Technischen Universität Wien ist am Institut für
Photogrammetrie und Fernerkundung eine

**Stelle für eine/n
Universitätsprofessor/in
(Vorziehprofessur) für Photogrammetrie
(Nachfolge Prof. Kraus)**

baldmöglichst zu besetzen.

Die Anstellung erfolgt in Form eines zeitlich auf mindestens
drei Jahre befristeten vertraglichen Dienstverhältnisses mit
der Möglichkeit einer Verlängerung bzw. der Übernahme in
ein unbefristetes Dienstverhältnis.

Nähere Informationen finden Sie unter

<http://info.tuwien.ac.at/dekzent/Download/>

Ausschreibungen.htm

Bewerbungsfrist: 1. November 2004

HIRTs Stichwortbücher

<http://www.schweizerbart.de/hirts-stichwortbuecher>

Geomorphologie in Stichworten

I. Endogene Kräfte, Vorgänge und Formen.

Beiträge zur Allgemeinen Geographie

von Herbert Wilhelmy. 5. überarb. Aufl. von Berthold Bauer und Christine Embleton-Hamann. 1994.
143 S., 50 Abb. ISBN 3-266-03050-8. Auslieferung: VVA

II. Exogene Morphodynamik. Abtragung – Verwitterung – Tal- und Flächenbildung

von Herbert Wilhelmy. 6. überarb. Aufl. von Berthold Bauer und Hans Fischer. 2002.
213 S., 58 Abb. ISBN 3-443-03113-7. € 19,80

III. Exogene Morphodynamik. Karstmorphologie – Glazialer Formenschatz – Küstenformen

von Herbert Wilhelmy. 5. neubearb. Aufl. von Hans Fischer und Christine Embleton-Hamann. 1992.
176 S., 47 Abb., 3 Tab. ISBN 3-443-03101-3. € 17,60

Bodenkunde in Stichworten

von Dietrich Schroeder. 5. rev./erw. Aufl. von Winfried E.H. Blum. 1992. 175 S., 63 Abb., 26 Tab.
ISBN 3-443-03103-X. € 37,-

Karteninterpretation in Stichworten

I. Topographische Karten

von Armin Hüttermann. 4. überarb. Aufl. 2001. 205 S., 56 Abb. ISBN-3-443-03110-2. € 19,-

Klimageographie in Stichworten

von Günter Borchert, 2. überarb. u. erw. Aufl. 1993. 176 S., Abb. i. Text. ISBN 3-443-03105-6. € 22,-



Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung Berlin • Stuttgart

E-mail: mail@schweizerbart.de

<http://www.schweizerbart.de>

„Multimediales Lernen in Fernerkundung und Geoinformatik“ – Editorial

RALF BILL, Rostock

Keywords: e-learning, remote sensing, geoinformatics

Die Hochschullandschaft verändert sich derzeit radikaler als es jemals in den letzten Jahrhunderten geschah. Neben der Einführung gestufter Studienabschlüsse (Bachelor und Master), die einhergeht mit Modularisierung, Einführung von Kreditpunkten und der Internationalisierung, stellt der Einstieg in virtuelle Lehrangebote eine große Herausforderung für die Lehrenden und Lernenden dar. Viele Prognosen prophezeien einen hohen Anteil virtueller Ausbildung in den nächsten Jahren. Zweifel sind aber durchaus angebracht. Empirische Studien bestätigen diese skeptische Äußerung: Die Medienaktivität an den deutschen Hochschulen ist noch gering, die virtuelle Universität ist erst seit wenigen Jahren ein Thema. Die Situation in der BRD ist deutlich schlechter als in den USA und England.

Seit etwa 1996 wurden zahlreiche Studien (z. B. durch die Hochschulrektorenkonferenz (HRK 1996), die ständige Konferenz der Kultusminister (KMK 1996), den Wissenschaftsrat (WR 1998), die Bund-Länder-Kommission (BLK 1998, 1999 und 2000), die Bertelsmann-Stiftung 1999 und das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF 1999 und 2000), Details siehe z. B. R. SCHULMEISTER, 2001 zum Medieneinsatz in der Lehre durchgeführt. In einer frühen Studie (HIS-Studie 1996) wurde festgestellt, dass die Mediennutzung am ehesten in technischen Disziplinen und in der Mathematik und den Naturwissenschaften im Präsenzstudium verbreitet war. Sie diente primär der Informationsbeschaffung. Textorientiertes Lehrmaterial herrschte vor. In der Bertelsmann-Studie wird 1999 konstatiert,

dass noch immer das vorlesungsbegleitende Skript das Standardlehrmaterial darstellt.

Durch gezielte Fördermaßnahmen von der Europäischen Union über die Mitgliedsstaaten bis zu den Bundesländern wurden die Weichen für E-Learning und die Entwicklung von Lernmodulen und Lernumgebungen gestellt. Das BMBF gab z. B. im Jahr 2000 an den deutschen Hochschulen eine Initialzündung mit dem Förderprogramm „Neue Medien in der Bildung“, mit dem rund 200 Millionen Euro in die Entwicklung von multimedialen Lerneinheiten an den Hochschulen vergeben wurden. Analog investierte die Schweiz im Förderprogramm „Virtual Campus (www.virtualcampus.ch)“ etwa 30 Mio. SFr. Tendenziell lässt sich feststellen, dass sich die meisten dieser Entwicklungen an den heutigen Bildungsstätten primär auf virtuelle Lehrangebote als additive Komponente zur Präsenzlehre fokussieren.

Es gibt viele Spekulationen, welches Schicksal der klassischen Hochschule droht, wenn sich virtuelle Lehrangebote vermehrt etablieren. Ein gewisser Pessimismus scheint trotz all der Euphorie jedoch angebracht: Es wird sich wohl kaum eine Entlastung des Lehrpersonals ergeben, sondern langfristig eine veränderte Rollenverteilung im Lehr-Lern-Prozess einstellen. Die Nachhaltigkeit vieler geförderter Projekte ist derzeit nicht sichergestellt. Lehrende und Lernende werden sich langsam an diese neue Form des Lernens herantasten müssen. Der Dozent wird weiterhin physisch und nicht nur virtuell auftreten. Die Altersstruktur des heutigen Lehrkörpers und das immense Behar-

rungsvermögen in Hochschulen lässt eher vermuten, dass es noch gut einer weiteren Generation von Studenten und Hochschullehrern bedarf, bis multimediale Lehre eingeführt und akzeptiert wird. Auch die Frage der Kosten solcher Angebote steht einer breiten Einführung hemmend entgegen. Die Entwicklung von Lernprogrammen ist aufwändig und teuer. Bildung wird in der gesellschaftlichen Diskussion jedoch (noch?) als kostenfreies Gut betrachtet. Höchstens in der Weiterbildung sind kostenpflichtige Angebote denkbar, wengleich auch hier sinnvolle Geschäftsmodelle noch nicht erkennbar sind.

Technologisch sind dagegen die Grenzen deutlich weniger eng gesteckt. Am Markt sind durchaus leistungsfähige Entwicklungswerkzeuge und Lernumgebungen zu vernünftigen Preisen verfügbar. Mit dem Internet wird eine einfache und große Verbreitung sichergestellt. Studierende wie auch Lehrende akzeptieren zunehmend die Vorzüge der IuK-Technologien für Anwendungen in Studium und Lehre. In einer veränderten Hochschullandschaft sorgt auch ein gewisser Wettbewerbsdruck für eine eher positive Grundeinstellung für E-Learning-Entwicklungen (Wettbewerb zwischen Hochschulen, ständiges Umlernen, lebenslanges Lernen).

In diesem Schwerpunktheft gehen wir aus Sicht der Fernerkundung und Geoinformatik Fragen nach wie z. B.: E-Learning, was verbirgt sich dahinter? Welche Angebote finden sich im Photogrammetrie-, Fernerkundungs- und Geoinformatikumfeld? Hierzu präsentieren wir eine kleine Auswahl aktueller E-Learning-Projekte im deutschsprachigen Raum, die durchaus als repräsentativ für die Aktivitäten an den Hochschulen (siehe auch L. PLÜMER und H. ASCHE, 2004 sowie J. SCHIEWE, 2004) und in Entwicklungsabteilungen von Firmen betrachtet werden kann. Andererseits dokumentieren diese Beispiele auch sehr schön, wie heterogen, mit welchen unterschiedlichen Zielvorstellungen, mit welchem Anspruch und für welche Klientel die Lernmodule erstellt werden.

L. PLÜMER u. a. stellen mit Geoinformation.net einen Ansatz vor, der weite Teile

eines Kerncurriculums der Geoinformation abdecken soll. Mit ähnlichem Anspruch tritt auch das Schweizer Projekt GITTA an, über das E. LORUP berichtet. Dagegen zielen die beiden folgenden Beiträge eher auf ausgewählte Bereiche in der Ausbildung. Im Projekt gimolus-GIS (M. MÜLLER) geht es insbesondere um die Einbeziehung von GIS in die Modellbildung in umweltwissenschaftlichen Studiengängen, während C. GLÄBER u. a. virtuelle Landschaftsexkursionen als wichtiges Element in einer geowissenschaftlichen Ausbildung anvisieren. Mit dem E-Learning-GIS stellt M. HEIß ein kommerzielles Produkt für die Praxis vor, welches jedermann einen einfachen Einstieg in Geoinformationssysteme innerhalb von zwei Stunden ermöglichen soll. In einem Kurzbeitrag zeigen M. ZEHNER und R. BILL die Einbindung von GIS- und Kartographie-techniken in der Statistikausbildung für Studiengänge wie Psychologie, Wirtschafts- und Erziehungswissenschaften.

Neben den Fachbeiträgen sind auch Berichte zu aktuellen Entwicklungen im Lehr- und Lernumfeld aufgenommen, z. B. zu UNIGIS oder FerGI aus dem Fernstudienbereich, zur EuroSDR-Initiative zur Weiterbildung in der Photogrammetrie bzw. ein Bericht aus dem DGPF-Arbeitskreis „Ausbildung“.

Ich danke allen Mitwirkenden für ihr großes Engagement beim Entstehen dieses Heftes.

Weiterführende Literaturempfehlungen:

- PLÜMER, L. & ASCHE, H., 2004, Hrsg.: Geoinformation – Neue Medien für eine neue Disziplin. – 180 S., Wichmann Verlag, Heidelberg.
 SCHIEWE, J., 2004, Hrsg.: E-Learning in Geoinformatik und Fernerkundung. – 190 S., Wichmann Verlag, Heidelberg.
 SCHULMEISTER, R., 2001: Virtuelle Universität. Virtuelles Lernen. – 469 S., Oldenbourg Verlag, München.

Anschrift des Autors

Prof. Dr.-Ing. RALF BILL

Universität Rostock, Institut für Management ländlicher Räume, Professur für Geodäsie und Geoinformatik

Justus-von-Liebig-Weg 6, D-18059 Rostock

Tel.: 0381-4982187, Fax: 0381-4982188

e-mail: ralf.bill@auf.uni-rostock.de

GEOINFORMATION.NET: Open Content für die universitäre Lehre

LUTZ PLÜMER, UDO QUADT, THOMAS H. KOLBE & JÖRG STEINRÜCKEN, Bonn

Keywords: e-learning, blended learning, geoinformation, open content, education

Zusammenfassung: Die sorgfältige didaktische Durchdringung des Lehrstoffs der Geoinformation und seine durchgängige Umsetzung in multimediale Lehreinheiten ist mit hohem Aufwand verbunden, kann aber zur Qualität und Effizienz des Lehrens und Studierens wesentlich beitragen. Unter dem Titel „Geoinformation – Neue Medien für die Einführung eines neuen Querschnittsfachs“ hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung über drei Jahre ein Verbundvorhaben von sieben Universitäten unterstützt, welches das Ziel hatte, das Potenzial der neuen Medien für das Fach Geoinformation zu erschließen. Die Zusammenarbeit mit Mediendidaktikern und Graphikdesignern spielte eine wesentliche Rolle. Es wurden vierzehn Lernmodule entwickelt, die einen großen Teil des Kerncurriculums der Geoinformation abdecken. Die Projektergebnisse können von allen Lehrenden und Studierenden im deutschsprachigen Raum kostenfrei genutzt werden. Es wäre im Sinne des nunmehr erfolgreichen abgeschlossenen Vorhabens, wenn sie künftig im Sinne einer „Open Source“ – oder besser „Open Content“ – Philosophie an möglichst vielen Orten genutzt, adaptiert und weiterentwickelt würden.

Summary: *GEOINFORMATION.NET: Open Content for University Teaching.* The didactic penetration of subject matters of geoinformation and its general conversion in multimedial teaching units is costly and time-consuming. However its contribute to the quality and efficiency of teaching and learning is essentially. Labelled „Geoinformation – Multimedia for a new course of studies“ the Federal Ministry for education and research has supported for nearly three years an association of seven universities which had the aim to open up the potential of new media for the subjects of geoinformation. The co-operation with media lecturers in teaching methods and graphic designers played an essential role in this intension. Fourteen learning modules were developed which cover a vital part of the core curriculum of geoinformation. The project results can be used by all German-speaking teachers and students free of charge. It is for the purposes of the completed intention if its achievements were used in future in the meaning of a „Open Source“ – or better „Open Content“-philosophy in a lot of places and were adapted and further developed.

1 Einleitung

Im Rahmen des Zukunftsinvestitionsprogramms der Bundesregierung hat das BMBF von 2001 bis 2004 das Verbundprojekt „Geoinformation – Neue Medien für die Einführung eines neuen Querschnittsfaches“ unterstützt. In dem mit insgesamt 2,3 Millionen Euro geförderten Projekt arbeiteten neun Gruppen aus sieben Universitäten

an der Entwicklung und Bereitstellung von Lehrmaterialien für das Fach Geoinformation. Dabei sind 14 Lernmodule entstanden, die über das Internet unter www.geoinformation.net direkt zugänglich und kostenlos nutzbar sind. Hinzu kommen eine kooperative Lernumgebung für Geo-Algorithmen und eine Umgebung für die Realisierung von Projekten unter Nutzung internationaler GI-Standards. Ähnliche Projekte (Gitta,

Webgeo, Fergi und Gimolus), sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede, werden in PLÜMER & ASCHE (2004) beschrieben. Wesentliches Anliegen bei der Konzeption der Lernmodule war die Unterstützung des Lehrenden und Lernenden im Normalbetrieb der universitären Lehre durch die Bereitstellung modularer Lerneinheiten in Form von Folien und Selbstlerneinheiten, die flexibel und interaktiv zu Vorlesungen zusammengebaut werden können. Es ging also nicht um E-Learning als Konkurrenz zu universitären Präsenzveranstaltungen, sondern um die Verbesserung der Qualität und Effektivität hergebrachter akademischer Veranstaltungsformen, die zu Unrecht gelegentlich als überholt dargestellt werden. Auch im 21. Jahrhundert ist die qualitativ hochwertige, medial unterstützte Vorlesung eines lebendigen, engagierten, mitreißend vortragenden Hochschullehrers effektiver als die e-Learning-Session vor einem toten Bildschirm.

Bei der Gestaltung des Vorhabens sind wir von dem Dilemma ausgegangen, dass den Studierenden einerseits immer weniger Zeit für die Behandlung ihrer verschiedenen Studienfächer bleibt. Andererseits steigt der Umfang des aufzunehmenden Wissens stetig an. Wie sich schon vor Projektbeginn in mehreren Lehrveranstaltungen gezeigt hat, kann diesem Problem durch den gezielten Einsatz der Neuen Medien begegnet werden, indem die Prägnanz der Inhalte gesteigert wird. Dies bestätigt auch GLOWALLA (2003).

Für die aufwändige mediale Aufbereitung stehen dem einzelnen Dozenten im normalen Hochschulalltag die notwendigen Kapazitäten nicht zur Verfügung. Bei aller gewünschten Profilbildung stellt sich gleichwohl die Frage, ob die gleichen Inhalte und Materialien an verschiedenen Stellen jedes mal neu aufbereitet werden müssen, oder ob nicht mehr Qualität und Effizienz dadurch erzielt werden kann, dass man durchaus auch einmal eine schöne Animation oder Grafik eines Kollegen nutzen kann. Das setzt allerdings voraus, dass man sowohl über Inhalte als auch über Didaktik und Gestaltung miteinander redet. Die Geoinfor-

mation ist ein verhältnismäßig junges Fach, das noch im Fluss ist und Spielräume in Bezug auf die Inhalte und die Gestaltungsformen aufweist. Diese Freiräume wurden im Projekt genutzt, um gemeinsam die wesentlichen Elemente eines Kerncurriculums zu identifizieren, zu vereinbaren und in einer gemeinsamen Anstrengung an verschiedenen Orten zu implementieren.

Mit seiner großzügigen Förderung lieferte das BMBF eine Anschubfinanzierung. Voraussetzung war die Vorlage eines schlüssigen Konzepts („Geschäftsmodell“), welches plausibel macht, dass die mit Steuermitteln entwickelten Projektergebnisse langfristig und nachhaltig in den Normalbetrieb der Hochschule eingehen. Das „Geschäftsmodell“ von Geoinformation.Net ist einfach und schlicht, wenn auch nicht besonders spektakulär: die Projektergebnisse können von jedermann kostenlos genutzt werden – der Steuerzahler hat sie bereits bezahlt. Es ist im Sinne des Vorhabens, wenn möglichst viele Anwender das Angebot nutzen, kritisieren, adaptieren und weiterentwickeln.

Für diesen Ansatz des „OpenContent“ spielten zwei Vorbilder eine wesentliche Rolle: Die Philosophie der *OpenSource*-Bewegung und das *OpenCourseWare*-Projekt des Massachusetts Institute of Technology (MIT). Die *OpenSource*-Bewegung stellt Programmquelltexte öffentlich zur freien Nutzung und Modifikation zur Verfügung. Die öffentliche Mitwirkung hat oftmals eine erhebliche Steigerung der Qualität, Robustheit und Akzeptanz zur Folge. Zahlreiche Softwareentwicklungen belegen, dass *OpenSource* funktioniert – gelegentlich sogar besser als Lösungen kommerzieller Anbieter.

In dem *OpenCourseWare*-Projekt des MIT findet derzeit die wohl größte Konzentration freier Lehrmaterialien statt. Darin wird angestrebt, die Lehrmaterialien aller Veranstaltungen am MIT langfristig über das Internet zugänglich zu machen (*OpenCourseWare* 2004, DIAMOND 2003). Im September 2003 wurde bereits die 500. Veranstaltung in das zugrunde liegende Content Management System eingespeist. Das verwendete Lizenzierungsmodell ist das der *Creative Commons Public License* (CCPL

2004). Dabei dürfen die Inhalte zwar frei verwendet werden, das Copyright verbleibt allerdings beim MIT, was nicht zuletzt vor unkontrollierter Weiterverbreitung sowie unauthorisierter Veränderung schützt.

In Geoinformation.Net wurde dieser Ansatz aufgegriffen. Während im OpenCourseWare-Projekt die Bereitstellung der Inhalte im Vordergrund steht, ging es in unserem Projekt darum, darüber hinaus ein Höchstmaß an Qualität bzgl. der didaktischen Aufbereitung und der graphischen Gestaltung (beschränkt auf das Fach Geoinformation) zu erreichen. Die dazu entwickelten Konzepte und Werkzeuge werden im weiteren Verlauf des Artikels vorgestellt.

Neben der universitären Ausbildung werden die Themen der Geoinformation immer wichtiger für klassische Berufe mit Raumbezug wie z. B. Vermessungsingenieur/ÖbVI, Raumplaner, Kartograph oder Geograph. Da die Berücksichtigung des Raumes zunehmend auch in Unternehmensplanungen wie z. B. dem *Enterprise Resource Planning* Eingang findet, wächst der Bedarf an entsprechender beruflicher Weiterbildung. Aufgrund der niedrigen Voraussetzungen in Bezug auf die Vorbildung (Abitur), können die in dem Projekt Geoinformation.Net entwickelten Module auch für die Weiterbildung unter Anleitung eines Dozenten eingesetzt werden.

Der vorliegende Aufsatz ist im Weiteren wie folgt gegliedert: Abschnitt 2 erläutert die Struktur und den Ablauf des Projektes, bevor in Abschnitt 3 allgemein die Möglichkeiten einer Nutzung der Neuen Medien im Hörsaal betrachtet werden. Kapitel 4 diskutiert das mediendidaktische Konzept und die Umsetzung der vorlesungsunterstützenden Medien von GEOINFORMATION.NET. Ein Fazit sowie ein kurzer Ausblick schließen den Beitrag ab.

2 Das Projekt GEOINFORMATION.NET

Das Projekt „Geoinformation – Neue Medien für die Einführung eines neuen Querschnittsfachs“ ist ein vom BMBF im Rahmen seiner „Neue Medien in der Bildung“-

Initiative gefördertes Verbundprojekt. Einen Überblick über weitere in dieser Initiative geförderte Projekte findet sich in DLR-Projektträger (2004). Unser Vorhaben hat das Potenzial der Neuen Medien für die Hochschullehre erschlossen und in ihr nachhaltig verankert. Dazu wurde über eine Laufzeit von fast drei Jahren (33 Monate) ein interdisziplinäres Konsortium aus Geodäten, Informatikern, Geographen und Mediendidaktikern gebildet, das sich zum Ziel gesetzt hatte, die Schwächen in der GIS-Lehre zu erkennen und zu beseitigen.

Bereits im Projektvorfeld wurden drei Bereiche identifiziert, in denen der Einsatz der Neuen Medien einen erheblichen Vorteil gegenüber konventioneller Lehre erbringen würde. Deshalb wurden im Rahmen dieses Projekts die folgenden drei Komponenten geschaffen und in einem Internetportal integriert.

2.1 Entwicklung von (Geo-)Algorithmen

Gerade Studienanfänger der Geoinformation werden, bevor sie überhaupt in die Lehre von Geoinformationssystemen einsteigen können, mit komplexen Technologien konfrontiert. Zum Verständnis dieses Studienfachs gehört das Verstehen und Anwenden von (Geo-)Algorithmen und Datenstrukturen, das Erlernen von Programmiersprachen (z. B. Java) und von Softwareentwicklungstechniken (z. B. Objektorientierte Programmierung), die Benutzung meist komplexer Entwicklungsumgebungen (z. B. Forte oder Eclipse) und das Erlernen der Fähigkeit, abstrakte Modelle mental zu durchdringen. Obwohl diese Voraussetzungen durchaus selber Studienziel sind, wäre es besonders zu Beginn des Studiums aus didaktischen Gründen wünschenswert, diese Hürden etwas niedriger zu setzen. Daher wurde in dem Projekt eine Algorithmen-Entwicklungsumgebung (GeoCafé) geschaffen, die es Studierenden ermöglicht, in kürzester Zeit „in medias res“ zu gehen (BODE et al. 2004).

Charakteristika des GeoCafés sind:

- Editor mit Syntax-Highlighting und Debugging Modus

- Online Visualisierung der programmierten Datenstruktur
- spezielle (Geo-) Programmiersprache (GeoJava)
- komplexe Chat- und Whiteboard-Funktionen zum kooperativen Lernen
- umfangreiche Protokollierungsfunktion zur Wiederherstellung jedes beliebigen Zeitpunktes in einer Diskussion

2.2 Das Projektstudium

Die praktische Vertiefung des gelernten Stoffes in studentischen Projekten ist eine der wichtigsten Säulen der GIS-Ausbildung. Dozenten und Studierende stehen aber immer wieder vor dem Problem, für das geplante Projekt benötigte Daten zu bekommen. Gerade der Geodatenbereich ist leider immer noch aufgrund hoher lizenzrechtlicher Auflagen intransparent und mit „juristischen Tretminen“ gepflastert. Große Teile der veranschlagten Projektlaufzeit und enorme Energien müssen darauf verwendet werden, diese Daten zu erhalten und in bestehende Systeme einzupflegen. Es ist daher naheliegend, einen zentralen Pool zu schaffen, in dem lizenzrechtlich unbedenkliche Geodaten und Projektvorschläge abgelegt werden und Studierenden den Zugriff via Internet zu ermöglichen. Dieser Pool wurde mit zusätzlichen Diensten angereichert und bildet die Projektumgebung von Geoinformation.net.

Die Projektumgebung ermöglicht den Zugriff und die Pflege von Geodaten und Geodiensten (Geofachdaten, Geobasisdaten, Satellitendaten und Metadaten) und stellt entsprechende Zugriffsstrukturen bereit (STOMONIS & MERTEN 2004).

2.3 Die Lernmodule

Den umfangreichsten Bestandteil von Geoinformation.Net stellen generische Lernmodule dar. Sie decken wesentliche Inhalte des Curriculums der Geoinformation ab, und bauen auf erfolgreichen Vorarbeiten in der multimedialen Gestaltung von Vorlesungen an den Hochschulstandorten Bonn, Münster, Potsdam, Karlsruhe und München auf.

Methoden des Grafikdesigns wurden genutzt, um Präsentationen von hoher grafischer Qualität zu erstellen. Die Einheitlichkeit der grafischen Gestaltung durch Templates und Styleguides trägt zur Wiederverwendbarkeit bei, die durch technische Eigenentwicklungen zusätzlich unterstützt wird.

Didaktisch stehen die problembasierte Motivation sowie die Förderung des aktiven Lernens im Mittelpunkt. Insbesondere letzteres wird durch zwei aufeinander abgestimmte Versionen sichergestellt. Eine auf den Vortrag über Beamer optimierte Version unterstützt den Dozenten im Hörsaal. Zusätzlich gibt es eine zweite, für das Internet optimierte Version. Diese ergänzt den Stoff der Vortragsfolien, indem sie Zusammenhänge verdeutlicht und Querverbindungen aufzeigt sowie Tests und Übungen zur Verfügung stellt.

Um den generischen Charakter der Lernmodule zu gewährleisten und die Wiederverwendung zu fördern, stehen alle Vortragsfolien der Projektpartner in einem großen „Folienpool“ zur Verfügung. Zu diesem wird ein Werkzeug zur Verfügung gestellt, das individuelle Zusammenstellungen sowohl aus den vorhandenen Folien erlaubt als auch die Ergänzung um eigene Folien ermöglicht („Lecture-Builder“). So kann das erstellte Material rekombiniert, erweitert und auf die individuellen Bedürfnisse eines Lehrenden zugeschnitten werden.

2.4 Die Inhalte der Lernmodule

Die im Rahmen dieses Vorhabens erstellten 14 Lernmodule, die den Umfang einer ein- bis zweistündigen Vorlesung oder eines Teils davon ausfüllen, werden auf dem Projektserver vorgehalten und kostenfrei der Öffentlichkeit angeboten. Im Folgenden werden die Inhalte jedes einzelnen Lernmoduls stichwortartig beschrieben, um dem Leser die Möglichkeit zu geben, sich anhand dieser Übersicht einen Eindruck der abgedeckten Inhalte zu verschaffen.

1. Geoinformationen – Geodaten – Geoinformatik (Prof. MORGENSTERN, Uni Bonn).

Einführung für Hörer aller Fachbereiche, Karte und digitale Rauminformation, Begriffe, Definitionen, Standards, Normen in der Geoinformatik, Definition und Komponenten von GIS, Realweltmodellierung und Datenmodelle, Geoinformation und ihre Dimensionen, Aufgaben und Umfeld der Geoinformation, Anwendungsfelder der Geoinformation.

2. Geoobjekte und ihre Modellierung

(Prof. PLÜMER, Uni Bonn).

Modelle für die Abbildung der Realität in GIS, Elemente und Begriffe der objektorientierten Modellierung sowie deren Darstellung in UML, Abbildung der objektorientierten Modellierung auf Tabellen, Überblick über verschiedene Formalismen des Raumes, Einführung in die Modellierungskonzepte „Objekt“ und „Feld“, Vertiefung des Begriffs der Topologie bzw. des topologischen Raumes, der Begriff „Landkarte“ und dessen topologische Beziehungen bzw. Fehler sowie Integritätsbedingungen, Vor- und Nachteile verschiedener geometrischer bzw. geometrisch-topologischer Datenstrukturen, Grundlagen der Graphentheorie zur mathematischen Modellierung von Netzwerken, Modellierung von Geländereiefs durch Dreiecksnetze.

3. Grundlagen und Anwendung von Geoinformationssystemen

(Prof. ASCHE, Uni Potsdam).

GIS und andere IS, Struktur, Funktion von GIS, GIS-Datenmodelle für Geometrie- und Sachdaten, geometrische, topologische, thematische Analysefunktionen in GIS, Datenaustausch zwischen GIS und anderen IS, Marktübersicht GIS, Bedeutung von GIS in Wirtschaft und Gesellschaft, GIS-Anwendungen in Umweltmonitoring, Raumplanung, Wirtschaft, GIS als raumbezogene Decision-Support-Systeme (SDSS).

4. Geodaten und Geoinformationen

(Prof. REINHARDT, Uni BW München).

Geodaten: Einführung und Motivation, Datenerfassung: Datenquellen, Methoden der Datenerfassung, Datenformate, von Geodaten zu Geoinformationen, die Bedeutung von Metadaten, ATKIS, ALK und

ALB, ALKIS, Integration von Geobasisdaten und Fachdaten.

5. Räumliche Bezugssysteme und

Basismodelle (Prof. BÄHR, Uni Karlsruhe). Beschreibung der Figur der Erde, Räumliche Referenzsysteme und GIS-Basismodelle für Geodaten, globale, regionale und lokale Bezugssysteme, Georeferenzierung, Einführung in GPS/DGPS, Koordinatentransformationen.

6. Fernerkundung

(Prof. BÄHR, Uni Karlsruhe).

Einführung in die Fernerkundung, Definition, Geschichte und Anwendungsbeispiele, physikalische Grundlagen: Elektromagnetische Strahlung, Atmosphärische Einflüsse, Aufnahmesysteme: Photographische Systeme, Scanner, Radar, Digitale Bildverarbeitung: Georeferenzierung, Bildverbesserung, Klassifizierung, Binärbildverarbeitung, Laserscanning: Messprinzipien, Messmodi, Systeme, GIS und Fernerkundung.

7. Geo-Algorithmen und -Datenstrukturen

(Prof. PLÜMER, Uni Bonn).

Vom Problem zum Programm. Exemplarische Darstellung der Schritte Motivation, Entwurf, Verfahrensskizze, Algorithmus, Programm, Laufzeitanalyse anhand ausgewählter Beispiele, Suche von kürzesten Wegen in Netzen, Overlay, Segmentschnitt. Triangulation, Voronoi-Diagramme. Effizienter Zugriff auf räumliche Objekte, Punkt in Polygon. Zugriffsstrukturen.

8. Geo-Datenbanksysteme

(Prof. CREMERS, Uni Bonn).

Motivation Datenbankmanagementsysteme, Einführung in das relationale Datenmodell, Einfache Anfragen in SQL, Komplexe Anfragen in SQL, Änderungsoperationen in SQL, Datenintegrität, Transaktionen, Zugriffsschutz, Datenbank-Entwurf, Indexstrukturen und Anfragebearbeitung, Verwaltung raumbezogener Daten, Topologie, der R-Baum.

9. Visualisierung digitaler kartographischer Modelle

(Prof. ASCHE, Uni Potsdam).

Modellierung (2D), grafisch/nicht-grafisch, Kartenrepräsentation, Kartenmaßstab, Ge-

neralisierung, Generalisierungsprozess, Generalisierungsarten, Generalisierungsmethoden, grafikfreie Modellierung (am Beispiel ATKIS), Objektbildung nach ATKIS-Regeln, grafikfreie digitale Landschaftsmodelle, Objektartenkatalog mit Modellierungsregeln, Integration von ATKIS-DLM in FIS, Kartographische Modellierung, Kartographischer Modellierungsprozess, Kartographisches Zeichensystem, Kartenzeichen, Randbedingungen der Kartengrafik, Kartographische Gestaltungsmittel.

10. Visualisierung von GIS-Lehrstoffen

(Prof. MORGENSTERN, Uni Bonn).

Kartographische Zeichentheorie, Einordnung der Kartographie in die Kommunikationstheorie, Kartographie nach Bertin, Vielfältigkeit der kartographischen Ausdrucksformen, Graphik und Semantik – Veranschaulichung des hierarchischen Aufbaus des kartographischen Zeichensystems und die Beziehung zu den in der Kartographie dargestellten thematischen Sachverhalten, Anwendung der kartographischen Gestaltungsmittel, grundlegenden Begrifflichkeiten der thematischen Kartographie, Generalisierung, Einführung in die immaterielle, visuelle Präsentation von Bildschirmkarten, Bildschirmwurf und Beamerprojektion, Aufzeigen der Ursachen von Darstellungsveränderungen.

11. Visualisierung räumlicher Strukturen und Prozesse in virtuellen Welten

(Prof. STREIT, Uni Münster).

Einführung, Grundlagen der Computergraphik, Grundlagen der Geovisualisierung, Navigation und Orientierung in Georäumen, Explorative Visualisierung, Merkmale der „Wissenschaftlichen Visualisierung“, Datenfluss-Paradigma, Ausgewählte Darstellungstechniken, Ansätze zur Automatisierung der Visualisierungsaufgabe, Visualisierungssoftware, Terrain-Viewer, Systeme zur 3D-Geländemodellierung, Fotorealistische Landschaftsvisualisierung, Geologische Schichtenmodellierung, Multidisziplinäre ViSC-Umgebungen, CAD-Systeme, Interaktion in virtuellen Umgebungen, Integration in IT-Infrastrukturen.

12. Normen, Standards und Interoperabilität für raumbezogene Daten

(Prof. REINHARDT, Uni BW München).

Normung und Standardisierung – Einführung und Motivation, Normung und Standardisierung bei ISO und OGC, Syntaktische und semantische Interoperabilität, Qualität von Geodaten, OGC und ISO Geometriestrukturen und Objektbildung, Übertragung von Geodaten über das Internet, Anwendungsbeispiel: ISO und OGC konforme Modellierung von ALKIS, Anwendungsbeispiel: OGC konformer Zugriff auf ALKIS-Daten über das Internet.

13. Offene und verteilte Geodatenbanken

(Prof. CREMERS, Uni Bonn).

Grundlegende Konzepte aus dem Bereich offener und verteilter Systeme, Grundlagen verteilter Informationssysteme, Einführung in relevante Internet- und Middleware-Technologien, Anwendung dieser Mechanismen zur Realisierung offener und verteilter Geodaten-Infrastrukturen, eng integrierte, verteilte Datenbanksysteme, verteilte Multidatenbanksysteme, Middleware, Spatial Data Infrastructure, OGC Web Services.

14. Mobile GIS-Dienste für eine mobile

Gesellschaft (Prof. STREIT, Uni Münster).

Einführung, physikalische Grundlagen, Aufbau von Funknetzen, WLAN und Mobilfunknetze, Standortbestimmung, Mobile Endgeräte, Mobile Web Dienste, Anwendungen zur mobilen Erfassung und Bearbeitung von Geodaten, Dienste und Applikationen, Location Based Services, Zugriff auf die Nutzerposition, APIs und Protokolle, Sentient Computing, Ubiquitous Computing, Netze und Protokolle, IPv6, mobileIP, Routing in Ad Hoc Netzwerken.

3 Neue Medien im Hörsaal

3.1 Nutzung und Möglichkeiten

Zu Beginn des Projekts, Mitte 2001, wurde Lehren und Lernen in Verbindung mit den Neuen Medien oft direkt mit elektronischem Lernen über Internet oder mit Software assoziiert. Begriffe wie „E-Learning“ und „virtuelle Universität“ waren in aller

Munde. Damals ließ sich der Eindruck gewinnen, dass universitäre Präsenzveranstaltungen einer völligen Virtualisierung des Lehrens und Lernens weichen sollten. Trotz dieses „Hypes“ wurde für die Umsetzung der Lernmodule unter GEOINFORMATION.NET ein Weg beschritten, der seit kurzem unter dem Begriff „Blended Learning“ in Wirtschaft und Hochschule Einzug hält. Auf reines softwareunterstütztes Lernen am Bildschirm wurde verzichtet und mit der Entwicklung zweier Versionen der Lernmodule (Kapitel 2.3) stattdessen auf einen Mix traditioneller und neuer Medien und Methoden (REINMANN-ROTHMEIER 2003) gesetzt. In diesem Konzept wurde dabei ausdrücklich auf die Unterstützung der traditionellen Lehrformen der Hochschullehre, insbesondere die Vorlesung, fokussiert. Ziel war es, mit der kompetenten Unterstützung durch Didaktiker und Graphikdesigner den Einsatz und die Nutzung der Neuen Medien in Präsenzveranstaltungen zu verbessern und eine höhere Prägnanz der Inhalte zu erreichen.

Aus Sicht des Medieneinsatzes bzw. deren Mischung sind vor allem zwei Aspekte von Bedeutung: *Multicodierung* und *Multimodalität*. WEIDENMANN (2002a) differenziert zur Beschreibung medialer Lernangebote zwischen *Multimedialen Angeboten* (unterschiedliche Speicher- und Präsentationstechnologien, bspw. PC und Video), *Multicodalen Angeboten* (unterschiedliche Symbolsysteme oder Codierungen, bspw. Text mit Bildern) und *Multimodalen Angebote* (Ansprechen unterschiedlicher Sinnesmodalitäten, bspw. audiovisuell).

An gleicher Stelle werden populäre Aussagen zum Einfluss medialer Lernangebote auf den Wissenserwerb aufgrund fehlenden wissenschaftlichen Belegs als naive Annahmen kritisiert (z. B. „Multimedia spricht mehrere Sinneskanäle an und verbessert so das Behalten“, in Verbindung mit einer Abbildung, die prozentuale Werte für das Behalten von Gelesenem, Gehörtem, etc. angibt). Diese Aussagen werden deshalb auf Basis der getroffenen Differenzierung durch die Fokussierung auf „Multicodierung“ und „Multimodalität“ präzisiert.

Diese Präzisierung macht deutlich, dass Multicodierung und Multimodalität bei allen Formen der medialen Präsentation den Wissenserwerb von Lernenden fördern oder fördern können. Auf die Hochschullehre, insbesondere die Vorlesung als Vortragsveranstaltung, bezogen stellt die Kombination von Dozent und unterstützendem Medium eine audiovisuelle, also multimodale, Kombination dar. Für die Medien selbst gilt demnach die Forderung nach einer Multicodierung.

Weitere Kriterien der Mediennutzung, insbesondere im Hinblick auf eine Umsetzung als „Open Content“, sind Verfügbarkeit und Wiederverwendbarkeit.

Verfügbarkeit bezeichnet die möglichst uneingeschränkte Nutzbarmachung von Lehrmaterialien, sowohl für Hörer einer Vorlesung, als auch für andere Dozenten. Während die Nutzung von Lehrmaterialien für Hörer einer Veranstaltung meist gegeben ist, ist aus Sicht des *Open Content* besonders der Zugriff durch andere Dozenten interessant. Mit dem Einsatz vorgefertigter Medien brauchen sie wertvolle Zeit nicht in die aufwändige Aufbereitung und mediale Umsetzung ihrer Inhalte zu investieren. Digitale Medien eignen sich besonders gut für eine weite Verbreitung durch das Internet. In den letzten Jahren wurden zunehmend Materialien eins zu eins aus der Vorlesung übernommen und ins Internet eingestellt.

Ein Blick auf vorhandene Inhalte aus dem universitären Umfeld zeigt, dass ein Gebrauch im Sinne von *Open Content* so gut wie nie stattfindet. Vielmehr ist ein weitgehend unkoordiniertes Vorgehen zu beobachten: Einerseits sind Themen an verschiedenen Hochschulen redundant aufbereitet, andererseits führen einige Dozenten oder Institute ein „Einzelkämpferdasein“: Sorgfältig aufbereiteten Materialsammlungen an der einen Stelle stehen leere Internetseiten an anderer Stelle gegenüber. Ein möglicher Grund dafür, dass Medien nicht wiederverwendet werden, könnte die mangelnde Adaptierbarkeit vieler Sammlungen sein.

Wiederverwendbarkeit, Adaptierbarkeit: Eine sorgfältige Aufbereitung didaktisch durchdrungener Lehrinhalte ist sehr zeit-

und kostenintensiv. Aus Gründen der nachhaltigen Nutzung ist deshalb eine möglichst einfache Übernahme von Medien durch mehrere Dozenten an verschiedenen Standorten in neuen fachlichen Kontexten erstrebenswert (vgl. Punkt „Verfügbarkeit“). Dies bedeutet allerdings oft, dass fest gefügte Inhalte in fremden Layouts, die in proprietären, wenig änderungsfreundlichen Formaten oder Systemen umgesetzt sind, übernommen werden müssen. So hat ein Lehrender meist nur die Möglichkeit, eine vorhandene Story eins zu eins zu übernehmen – oder überhaupt nicht. Eine leichte Modifikation oder eine eigene Schwerpunktbildung ist gar nicht oder nur mit großem Aufwand möglich.

3.2 Animation

Ein besonderes Merkmal digitaler Medien stellt die Überwindung der statischen Darstellung durch Einbindung von Animationen, oder Videos dar. Die Möglichkeiten, die sich u. a. in der Geoinformation durch diese erweiterte visuelle Codierung ergeben, sollen am Beispiel der Vermittlung von Algorithmen und Datenstrukturen kurz verdeutlicht werden.

Statische Medien, wie z. B. Lehrbücher, können Algorithmen und Datenstrukturen lediglich durch eine Beschreibung in Textform vermitteln; zugeordnete Grafiken stellen einzelne Zustände im Ablauf eines Algorithmus oder im Aufbau einer Datenstruktur dar (OTTMANN & WIDMAYER 1996).

Weitergehende Möglichkeiten bieten Animationen oder Videos. Beiden Medien kommen besonders für komplexere Abbilder wichtige Gestaltungsmöglichkeiten zu, da viele Gegenstände mit Standbildern nur unzulänglich darzustellen sind (WEIDENMANN 2002b). So lassen sich in einem Medienelement nicht nur eine Vielzahl von Standbildern vereinigen, sondern auch Zustandsübergänge verdeutlichen.

Die Animation von Algorithmen und besonders deren Automatisierung ist seit vielen Jahren ein Bereich intensiver Forschung. Meist wurden für diverse Programmiersprachen Systeme entwickelt, die auf Basis einer konkreten Umsetzung eines Programms dessen Ablauf visuell darstellen; einen kurzen Überblick über die Entwicklung geben KERREN & STASKO (2002).

Die Frage nach der Wirksamkeit eines Einsatzes von Algorithmenanimationen in der Lehre konnte in einigen Evaluationen bestätigt werden, in anderen nicht (HUNDHAUSEN, DOUGLAS & STASKO 2002). An gleicher Stelle wird in einer Meta-Studie über 24 Evaluationen allerdings ein Trend festgestellt: Die Frage nach der Effektivität von Algorithmenanimationen kann beim passiv schauenden Studenten eher negativ, beim aktiv einbezogenen Studenten weitgehend positiv beantwortet werden.

In eigenen Lehrveranstaltungen hat sich allerdings gezeigt, dass die Möglichkeit Algorithmen als Animation zu visualisieren, eine wesentliche Bereicherung der Präsenzlehre ist und als Einstieg zu einem tieferen

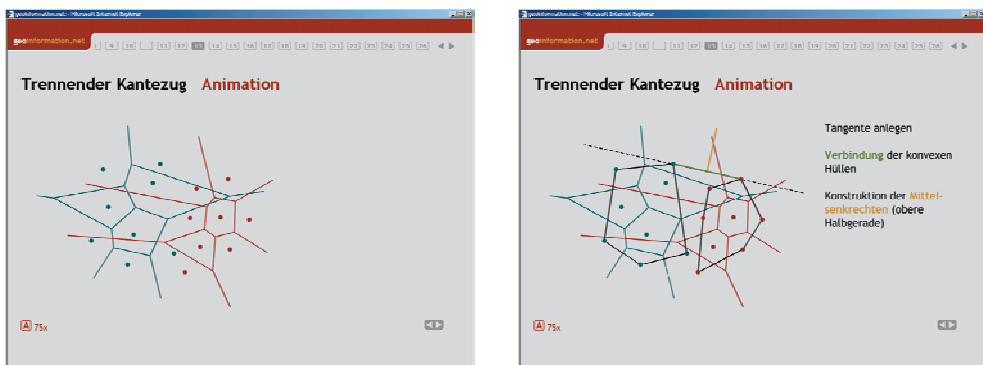


Abb. 1: Ausschnitt aus der Vorlesung „Voronoi-Diagramme“. Dargestellt sind zwei Zustände der Konstruktion des trennenden Kantezugs.

Verständnis von denen als hilfreich empfunden wird, deren Stärke mehr in der Anschauung und weniger im formal-abstrakten liegt.

4 Umsetzung in GEOINFORMATION.NET

4.1 Konzept

Die Forderungen an Technik und Design der Medien orientierten sich an der Umsetzung der Inhalte als Open Content und speziell an den oben aufgeführten Kriterien Multicodierung, Verfügbarkeit und Wiederverwendbarkeit:

- Einbindung extern vorliegender Elemente wie Grafiken, Bilder, Videos und Animationen der gängigsten Formate,
- Optimierung der Darstellung auf eine Projektion über Beamer; gleichzeitig Nutzbarkeit der Medien zur Vor- und Nachbereitung,
- Wiederverwendbarkeit und Adaptierbarkeit durch Vermeidung fest gefügter Mediensequenzen; die Seite als kleinste, selbstständige Einheit,

- beliebige Zusammenstellung einzelner Seiten; homogene Präsentation durch einheitliche Gestaltung und Umsetzung aller Inhalte,
- Erzeugung von Identifikation und Vorbildcharakter durch Corporate Identity einer Idee und eines Projekts und
- Nutzung aller Inhalte über das Internet mit einem möglichst weit verbreiteten Programm; Plattformunabhängigkeit für verschiedene Rechnerarchitekturen und Betriebssysteme.

Fasst man diese Forderungen zusammen, erweisen sich gängige Präsentationsprogramme oder Formate (z. B. Microsoft PowerPoint) als ungeeignet. Insbesondere die möglichst einfache Verfügbarkeit auf allen Systemen und die fehlende Möglichkeit einer Modularisierung auf Seitenebene stehen dem entgegen.

Stattdessen erfolgt die Umsetzung der Inhalte grundsätzlich auf Basis der offenen Standards HTML, JavaScript und Cascading Stylesheets (W3C 2004); für die Nutzung genügt so ein einfacher Internet-Brow-

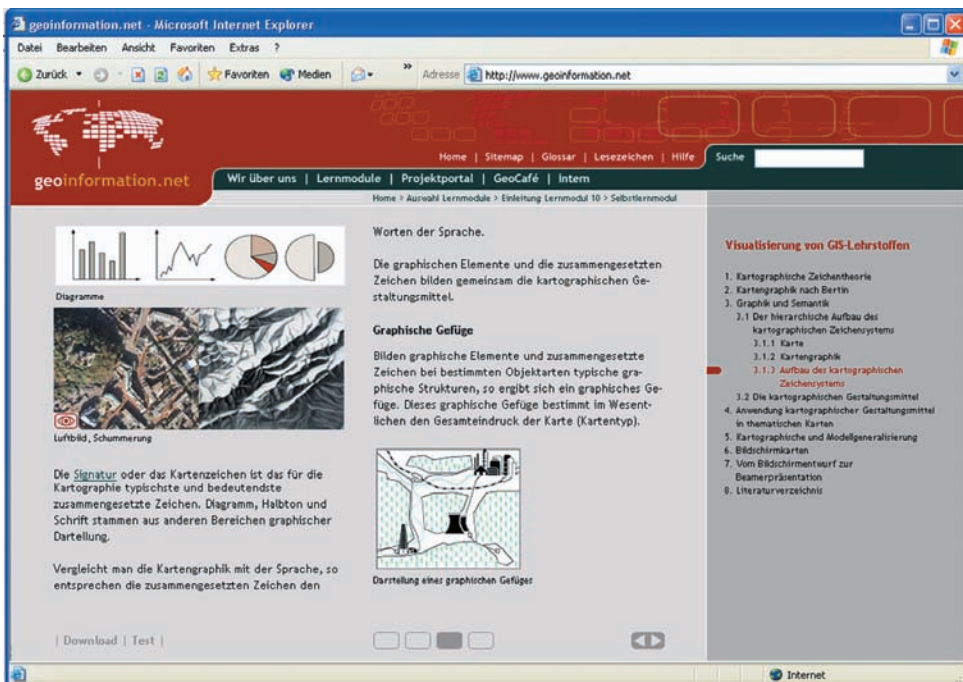


Abb. 2: Selbstlernteil von GEOINFORMATION.NET

ser wie z. B. der Microsoft Internet Explorer oder Mozilla. Für die Erstellung sind ausgereifte HTML-Editoren, beispielsweise Macromedia Dreamweaver verfügbar. Häufig vorliegende Elemente wie Texte und Bilder lassen sich direkt in HTML einbinden, für andere Elemente, in der Praxis besonders Animationen, wurde den Partnern die Nutzung eines verbreiteten Industrie-Standards, Macromedia Flash, nahegelegt. Dieses Produkt ist als Standard-Plugin den meisten Browsern beigelegt.

Die Hypertexteigenschaften der Internet-Techniken eignen sich dafür, statische Sequenzen aufzubrechen und die Seite selbst als kleinstes Element in einer eigenen Datei umzusetzen. Es entsteht so nicht für jede Vorlesung eine Datei mit einer bestimmten Zusammenstellung von Inhalten, sondern ein großer „Pool“. Dieser steht zum einen thematisch nach Lernmodulen und Lerneinheiten gruppiert zur Verfügung. Zum anderen haben Dozenten mit Hilfe eines zugeordneten Werkzeugs, dem Lecture-Builder (DÖRSCHLAG & QUADT 2004), die Möglichkeit eigene Zusammenstellungen zu kreieren.

Ein Nachteil der Verwendung von Internet-Techniken gegenüber gängigen Präsentationsprogrammen soll nicht verschwiegen werden: Präsentationsprogramme sind meist vektorbasiert, d. h. die Darstellung ist auf beliebige Bildschirm- und Beamerauflösungen skalierbar, während die typischen Medien des Internets rasterbasiert und damit auflösungsabhängig sind. Das Layout der Seiten muss somit auf eine feste Auflösung, die häufigste für Beamer ist 1024×768 Pixel, optimiert werden.

4.2 Umsetzung

Für die konkrete Umsetzung und Erstellung der HTML-Seiten sind gestalterische, technische und didaktische Aspekte von Bedeutung.

4.2.1 Gestaltung

In der Gestaltung der Seiten werden Paradigmen und Techniken zweier Medien vereint. Das Layout orientiert sich primär an den Regeln zur Erstellung von Vortragsmedien und ist, insbesondere im Hinblick auf Farbgebung und Schriftgrößen, für die Präsentation über Beamer optimiert (Abb. 1). Die Nutzbarkeit im Sinne einer Website wird über eine Navigationsleiste am oberen Rand jeder Zusammenstellung von Seiten erreicht (Abb. 1 und 3). Diese Navigation visualisiert die thematische Struktur und dient so einerseits als Orientierung während der Vorlesung, andererseits als Navigationshilfe im Rahmen der Vor- bzw. Nachbereitung am Bildschirm. Gleichzeitig wird die starre Abfolge einer linearen Sequenz aufgebrochen und eine Vernetzung stofflicher Zusammenhänge widerspiegelt.

Die Struktur wird durch die Vorgabe von drei „Seitentypen“ veranschaulicht (Abb. 3). Inhaltsseiten enthalten den vorlesungsrelevanten Hauptteil des Themas in linearer Folge. Tiefenseiten beinhalten Anwendungsbeispiele, Anmerkungen, Literatur, Aufgaben oder weiterführende Informationen zum Thema; sie lassen sich so beliebig in den Vorlesungsfluss eingliedern oder übergehen. Zwischenseiten grenzen Unterthemen und Themenblöcke klar voneinander ab. Die aktuelle Seite wird in der Navigationsleiste stets hervorgehoben.

4.2.2 Technik

Die technische Umsetzung nutzt die Technologien und Standards des Internets. Alle Seiten liegen als einzelne HTML-Dateien vor, die Gestaltung erfolgt über Cascading Stylesheets (CSS). Die Funktionalität der Navigation wird über JavaScript erreicht. Eingebundene Elemente sind in der Praxis meist Bilder (.JPG und .GIF) und Animationen (Macromedia Flash).



Abb. 3: Typische Struktur einer Navigationsleiste.

Die Technik unterstützt moderne Browser (z. B. Internet Explorer ab Version 5, Mozilla oder ein anderer W3C-kompatibler Browser) auf verschiedenen Architekturen und Betriebssystemen. Auf Seiten des Servers werden alle Seiten in einer komplexen hierarchischen Ordnerstruktur abgespeichert, die Verwaltung erfolgt über ein zugeordnetes Werkzeug.

In einer Struktur, die beliebige Seitenzusammenstellungen erlaubt, kann es keine statische Navigation geben; diese muss für jede neu erstellte Vorlesung ebenfalls neu erzeugt werden. Hier wurde ein Ansatz gewählt, bei dem eine bestimmte Zusammenstellung lediglich in Form eines JavaScript-Arrays existiert. Beim Laden einer Vorlesung wird aus diesem Array die Navigation dynamisch durch eine JavaScript-Funktion clientseitig aufgebaut.

4.2.3 Didaktik

Die Gestaltung der Lernmodule baut auf der problemorientierten Gestaltung des Unterrichts auf (KOPP, ZABEL & MANDL 2001). Die Informationen werden im Kontext von Problemen und explizit aufgeworfener methodischer Fragestellungen vermittelt, so dass Wissen flexibler, unter anderem auch in konkreten Anwendungskontexten genutzt werden kann. Die Prinzipien der Problemorientierung leiten sich aus den verschiedenen Auffassungen von Lehren und Lernen – Konstruktion und Instruktion – ab; die Lernmodule versuchen in Kombination aus vorlesungsunterstützenden Medien und Selbstlernteilen eine Balance zwischen expliziter Anleitung bzw. Unterstützung durch den Lehrenden und konstruktivistischer Eigenaktivität der Lernenden herzustellen.

5 Fazit

Der vorliegende Artikel hat die wesentlichen Ergebnisse des Verbundvorhabens „Geoinformation – Neue Medien für die Einführung eines neuen Querschnittsfachs“ vorgestellt. Die Projektergebnisse sind im Internet über das Projektportal www.geoinformation.net zugreifbar. Über den Verlauf, Ent-

wicklung und Ergebnisse des Projekts berichtet der im Wichmann-Verlag erschienen Tagungsband „Geoinformation – Neue Medien für eine neue Disziplin“. Natürlich ist die Aufgabe, den Lehrstoff des Fachs Geoinformation didaktisch zu erschließen und multimedial umzusetzen, mit dem Ende des Vorhabens nicht abgeschlossen. Manche Themen sind nicht abgedeckt, anderes ist in Bewegung, viele Wünsche bleiben offen. Aber mit den Lernmodulen und den anderen Projektergebnissen ist aus der Sicht der Verfasser ein solider Grundstock geschaffen, der künftig im normalen Lehrbetrieb an der Hochschule und in der Weiterbildung genutzt und weiterentwickelt werden kann. Es wäre im Sinne des hier dargestellten Verbundvorhabens, wenn die Projektergebnisse künftig im Sinne einer „Open Content“-Philosophie an möglichst vielen Orten genutzt, adaptiert und weiterentwickelt würden, um die Qualität und Attraktivität des jungen, interdisziplinären Studienfachs Geoinformation nachhaltig zu sichern – zum Nutzen unserer Studierenden und ihrer künftigen Arbeitgeber, Mitarbeiter und Kunden.

Danksagung

Unser Dank gilt allen, die an Konzeption, Umsetzung und Erstellung der vorlesungsunterstützenden Medien beteiligt waren, den Mitarbeitern der Kunsthochschule für Medien, Köln, dem Büro für Visuelle Kommunikation, Berlin, und Atelier 41, Berlin, sowie allen Mitarbeitern der Konsortialpartner, die durch die Erstellung von Medien oder Evaluation dazu beigetragen haben, dass ein umfangreicher Pool an Vorlesungsmaterial entstanden ist. Nicht zuletzt gilt unser Dank dem BMBF, das durch seine Förderung dieses Projekt erst ermöglicht hat.

Literatur

BODE, T., DEVOOGHT, I., KOLBE, T. H., STEINRÜCKEN, J. & WON, M., 2004: GeoCafé: Kommunikationszentriertes Gruppenlernen von Geo-Algorithmen und deren Programmierung. – In: PLÜMER, L. & ASCHE, H. (Hrsg.): Tagungsband

- zum Workshop des BMBF-Verbundprojekts „Neue Medien für eine neue Disziplin“. – Wichmann-Verlag.
- DIAMOND, D., 2003: MIT Everywhere. – Wired Magazine, Issue 11.09, September 2003.
- DÖRSCHLAG, D. & QUADT, U., 2004: Teaching on Demand: Ein Tool zur Zusammenstellung von multimedialen Präsentationen im Hörsaal. – In: PLÜMER, L. & ASCHE, H. (Hrsg.): Tagungsband zum Workshop des BMBF-Verbundprojekts „Neue Medien für eine neue Disziplin“. – Wichmann-Verlag.
- DLR-Projektträger (Hrsg.), 2004: Neue Medien in der Bildung – Hochschulen. Kursbuch eLearning 2004. Produkte aus dem Förderprogramm. ISBN: 3-00-012879-4.
- GLOWALLA, U. (2003). E-Learning im Einsatz: Befunde und Implikationen. – In: FRANZEN, M. (Hrsg.): Mensch und E-Learning. Beiträge zu E-Didaktik und darüber hinaus. – pp. 39–51, Sauerländer Verlage, Aarau.
- HUNDHAUSEN, C.D., DOUGLAS, S. A. & STASKO, J.T., 2002: A Meta-Study of Algorithm Visualization Effectiveness. – Journal of Visual Languages and Computing, Vol. 13 (No. 3).
- KERREN, A. & STASKO, J.T., 2002: Algorithm Animation. – In: DIEHL, S. (Ed.): Software Visualization. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- KOPP, B., ZABEL, M., & MANDL, H., 2001: Dozentenleitfaden für die mediendidaktische Gestaltung problemorientierter virtueller Lernumgebungen an Hochschulen. – Ludwig-Maximilians-Universität München, Department Psychologie, Institut für Pädagogische Psychologie.
- OTTMANN, T. & WIDMAYER, P., 1996: Algorithmen und Datenstrukturen. – 3. Aufl., 696 S., Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford.
- REINMANN-ROTHMEIER, G., 2003: Didaktische Innovation durch Blended Learning. – 1. Aufl., 120 S., Verlag Hans Huber, Bern.
- SIMONIS, I., & MERTEN, S., 2004: Die Geodateninfrastruktur des Webportals geoinformation.net. – In: PLÜMER, L. & ASCHE, H. (Hrsg.): Tagungsband zum Workshop des BMBF-Verbundprojekts „Neue Medien für eine neue Disziplin“. – Wichmann-Verlag.
- WEIDENMANN, B., 2002a: Multicodierung und Multimodalität im Lernprozess. – In: ISSING, L.J. & KLIMSA, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet. – 3. Aufl., 584 S., Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim.
- WEIDENMANN, B., 2002b: Abbilder in Multimediaanwendungen. – In: ISSING, L. J. & KLIMSA, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet. – 3. Aufl. 584 S., Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim.

Adressen im WWW

- CCPL, 2004: Creative Commons Public License. <http://creativecommons.org>
- OpenCourseWare, 2004: MIT OpenCourse Ware. Massachusetts Institute of Technology. <http://ocw.mit.edu>
- W3C, 2004: World Wide Web Consortium. <http://www.w3.org> (zuletzt besucht am 01.02.2004)

Anschriften der Autoren:

Prof. Dr. rer. nat. LUTZ PLÜMER, Universität Bonn, Institut für Kartographie und Geoinformation, Meckenheimer Allee 172, D-53115 Bonn, Tel.: +49 (0)228 73 1750, Fax: +49 (0)228 73 1753, e-mail: pluemer@ikg.uni-bonn.de

Dipl.-Geogr. UDO QUADT, Universität Bonn, Institut für Kartographie und Geoinformation, Meckenheimer Allee 172, D-53115 Bonn, Tel.: +49 (0)228 73 6334, Fax: +49 (0)228 73 1753, e-mail: quadt@ikg.uni-bonn.de

Dr. rer. nat. THOMAS H. KOLBE, Universität Bonn, Institut für Kartographie und Geoinformation, Meckenheimer Allee 172, D-53115 Bonn, Tel.: +49 (0)228 73 1760, Fax: +49 (0)228 73 1753, e-mail: kolbe@ikg.uni-bonn.de

Dipl.-Ing. JÖRG STEINRÜCKEN, Universität Bonn, Institut für Kartographie und Geoinformation, Meckenheimer Allee 172, D-53115 Bonn, Tel.: +49 (0)228 73 6337, Fax: +49 (0)228 73 1753, e-mail: steinruecken@ikg.uni-bonn.de

Manuskript eingereicht: März 2004
Angenommen: Mai 2004

SNF Projekt GITTA

ERIC J. LORUP, Zürich

Keywords: GITTA, Switzerland, Swiss Virtual Campus, geoinformation, e-learning

Summary: *SNF Project GITTA*¹. The Swiss Federal funded project GITTA aimed at providing better and more coordinated access to comprehensive and in-depth information about GIST (geographic information science and technology) across a broad range of interested disciplines. In order to achieve a truly integrated Virtual Campus of relevant players in GIST education in Switzerland, the GITTA consortium covered a wide variety of disciplines and specifically integrated partners from universities, ETHZ/EPFL, and universities of applied sciences (UAS) with a multilingual distribution (virtually > 85% of the capacity in academic GIST education in Switzerland). Owing to the multidisciplinary nature of GIST as well as the different educational objectives of the partner institutions, the project was realized in a highly flexible modular structure of ICT-based courses („pool“), integrated into a unified XML-based Virtual Campus. Lessons have been designated as smallest pluggable learning/teaching units. They are organized by thematic topics (called Modules) and a difficulty-level structure (called Levels): (1) A common Basic Level; (2) an Intermediate Level extending and deepening the knowledge presented in the basic course; and (3) Case Studies for in-depth projects in representative application domains. The project allows to cope with the increasing numbers of students interested in GIS courses, for all levels and types of academic curricula. Furthermore, arbitrary Lessons can be arranged individually to offer courses beyond the core GIST disciplines, to a host of application disciplines which have expressed interest in GIST education but which do not have the resources to implement their own courses.

Zusammenfassung: Das GITTA Projekt hatte und hat das Ziel, einen besseren und koordinierten Zugang zu umfassender und fundierter Information über GIWT (Geographische Informationswissenschaft und -technologie) über eine breite Palette von interessierten Disziplinen anzubieten. Um einen wirklich integrierten Virtuellen Campus relevanter Spieler der Lehre in GIWT zu erzielen, vereinte das GITTA Projekt verschiedenste Disziplinen sowie alle Typen von Hochschulen (Universitäten, ETHs, Fachhochschulen) und drei Sprachgruppen. Die Partner des GITTA Projekts vereinigen ca. 85% der heutigen Platzkapazität in der akademischen Lehre in GIWT in der Schweiz auf sich. Um der multidisziplinären Natur und den unterschiedlichen Lehrzielen der Partnerinstitutionen Rechnung zu tragen, wurde in GITTA eine modulare Struktur von ICT-basierten Kursen („Pool“) aufgebaut, integriert in einem gemeinsamen XML-basierten Virtuellen Campus: (1) ein Basismodul (Basic Module); (2) ein Modul der mittleren Stufe (Intermediate Module), das die Kenntnisse des Grundkurses erweitert; (3) Fallstudien (Case Studies), die vertiefte, projektbezogene Arbeit in repräsentativen Anwendungsgebieten bringen. GITTA ermöglicht, die wachsenden Zahlen von Studierenden mit Interesse an GIWT Kursen zu bewältigen, für alle Stufen und Typen der akademischen Studiengänge. Beliebige Lektionen können in jeglicher Sequenz zusammengestellt und damit auch über die Kerndisziplinen hinaus angeboten werden, an eine breite Palette von Anwendungsdisziplinen, die zwar schon wiederholt Interesse an GIWT Ausbildung gezeigt haben, die aber nicht über die Kapazitäten verfügen, um ein eigenes Angebot aufzubauen.

¹ <http://www.gitta.info>

1 Einleitung

Elf beteiligte Projektpartner aus 3 Schultypen und 9 Fachrichtungen verteilt über die gesamte Schweiz (s. Abb. 1), 4 Sprachen, Material für ursprünglich 31 ECTS² – dies waren die Zutaten für das Projekt „Geographical Information and Technology Training Alliance“ (GITTA). Das Projekt zählt zu den 50 Programmen, welche zwischen 2000 und 2003 im Rahmen der Schweizer Bundesinitiative „Swiss Virtual Campus“ (SVC)³ unterstützt wurden. Der Einsatz neuester Internettechnologien in der akademischen Ausbildung sollte mit diesem Programm gefördert werden.

GITTA hatte den Aufbau einheitlicher e-learning Materialien für die GIS Ausbildung zum Ziel – eine konsolidierte Neu-Zusammenstellung zahlreicher bereits existierender Lehrmaterialien für die GIS Ausbildung. Nun steht GIS als Werkzeug bereits selbst im Schnittfeld zahlreicher Fachrichtungen mit sehr unterschiedlichen Zielausrichtungen. In GITTA galt es zudem nun, die zum Teil beträchtlich divergierenden Anforderungen an die Lehrmaterialien zu erfüllen und dabei dennoch ein Höchstmass an Flexibilität zu bewahren. Folgende Prämissen wurden aufgestellt:

- Ein vollständiges und von allen Partnern akzeptiertes Curriculum musste entwickelt sowie umgesetzt werden. GITTA sollte keinen einzelnen Kurs darstellen, sondern eine komplette GIS Ausbildung abdecken. In der ursprünglichen Projektplanung war die Erstellung von Materialien im Umfang von 31 ECTS (European Credit Transfer System) vorgesehen.
- Die Materialien sollten sich zum Einsatz in reiner Onlinelehre eignen, ebenso aber auch in Mischformen (blended teaching) einsetzbar sein. Theorie sowie praktische Elemente waren zu integrieren.

- Modularität und Flexibilität in inhaltlicher sowie formaler Sicht mussten gewahrt bleiben.
- Ein eingängiges didaktisches Konzept war zu entwickeln und parallel in geeigneten IT Strukturen abzubilden.

Dieser Beitrag stellt eine retrospektive Betrachtung des gesamten Projektablaufes und der Resultate dar.

2 Projektorganisation

Aus organisatorischer Sicht waren fünf wichtige Einflussfaktoren zu identifizieren:

- Information
- Distanz
- Zeit
- Technik
- Mensch

2.1 Information

Informationsflüsse und deren geeignete Steuerung sind wesentliche Elemente in einem Projekt dieses Umfangs. Wichtig ist der leichte Zugang zu allen relevanten und aktuellen Dokumenten. Dies wurde in GITTA mittels eines zentralen, gemeinsamen Groupware Servers auf der Basis der Software BSCW⁴ garantiert.

Monatliche Reports aller Partner waren ein weiteres effizientes Instrument für das Monitoring der Projektfortschritte.

Das Ansetzen eines regelmäßigen Meetings an einem gleich bleibenden Tag jeden Monats begegnete der Problematik gemeinsame Termine zu finden.

Darüber hinaus wurden spezifische interne Workshops (z. B. für Autoren) veranstaltet.

Aus der Erfahrung zeigte sich, dass die realen Meetings das bevorzugte Medium zur Beschlussfindung waren. Informeller Austausch erfolgte auf virtuellen Plattformen (Groupware, e-mail Listen).

In diesem Thema „Information“ waren auch rechtliche Belange zu klären: wer hat wie lange welche Rechte an den im GITTA

² ECTS = European Credit Transfer System (http://europa.eu.int/comm/education/programmes/socrates/ects_en.html)

³ SVC-Homepage: <http://www.virtualcampus.ch>

⁴ <http://bscw.gmd.de/>



Abb. 1: Standorte der Partner im GITTA Projekt (Uni Zürich, Uni Fribourg, ETH Zürich, EPFL Lausanne, FH beider Basel Muttenz, FH SUPSI Manno und FH Rapperswil, KOGIS Wabern).

Projekt zusammengestellten Materialien und Informationen? Wer bestimmt nach Ablauf der regulären Laufzeit über weitere Verwendungen, Anfragen von Interessenten außerhalb des ursprünglichen Konsortiums?

2.2 Distanz

Distanzen ergaben sich auf mehreren Ebenen: in räumlicher Hinsicht, aber auch auf fachlicher, sprachlicher sowie kultureller Ebene.

Räumliche Distanzen bildeten aufgrund der Überschaubarkeit der Schweiz als auch aufgrund der virtuellen Kommunikationsformen ein eher untergeordnetes Problem. Fachliche Unterschiede traten hingegen bei der Erstellung des gemeinsamen Curriculums zum Vorschein – das Zielpublikum, also die Studierenden, der Universitäten ist ein anderes als jenes der ETHs und wiederum verschieden von jenen der FHs. Auch innerhalb der jeweiligen Fachrichtungen (z. B. Forstingenieure, Kartographen,

Raumplaner, Geographen) traten noch unterschiedliche Zielvorstellungen auf.

Der sprachlichen Diversität musste in der Projektkommunikation mit der Verwendung des Englischen begegnet werden. Die Lehrmaterialien allerdings wurden zuerst in der Sprache des jeweiligen Autors verfasst. Problematisch blieb, dass keiner der Beteiligten English Native Speaker war. Die Texte mussten in dieser Hinsicht also zusätzlich geprüft und korrigiert werden, was wiederum zeitliche Reibungsverluste mit sich brachte.

Interessante Unterschiede ergaben sich aus kultureller Sicht: Lehr- wie Lerntraditionen differieren z.T. erheblich innerhalb der verschiedenen Schweizer Sprachregionen. Dies eröffnete den Partnern jedoch auch spannende Erkenntnisse und wurde allgemein als wertvolle Bereicherung empfunden. Auch das Schlagwort „Toleranz“ bekam aus dieser Sicht eine wesentliche Bedeutung.

Die relativ feine Granularisierung der Materialien ermöglicht heute eine sehr indi-

viduelle Kurszusammenstellung aus den GITTA Einzellektionen. Damit konnte den fachlichen Distanzen entgegen gesteuert werden.

2.3 Zeit

Zeitliche Verluste ergaben sich aus der immer wiederkehrenden Problematik, sämtliche Entscheidungsträger (Gruppenleiter) zu wichtigen Terminen an einen Tisch zu bringen. Weiters wurde der Aufwand zur Erstellung interaktiver Lernelemente und der Grundkonzeption der IT Strukturen in der originalen Planung wesentlich unterschätzt.

2.4 Technik

Eine große Herausforderung resultierte aus dem Aufbau, der Wartung und der Bedienung der technischen Strukturen: Spezialsoftware für die XML Erstellung musste beschafft und erlernt werden; eigene passende DTDs wurden entwickelt und laufend optimiert; hinzu kamen diverse Autorenwerkzeuge, z. B. zur Erstellung von Multimediaelementen (Flash, SVG, usw.).

Die Folge war oftmals ein Spannungsfeld zwischen dem reinen fachlichen Inhalt und der eigentlichen technischen Umsetzung. Dem konnte mittels mehrerer Autorenworkshops entgegen gewirkt werden. Zu Reibungsverlusten kam es aber auch hier, zumal die Technik parallel zur Didaktik eingerichtet bzw. ständig weiter entwickelt wurde. Erschwerend war auch die Tatsache, dass einige Lektionen von temporär zugezogenen externen Autoren verfasst wurden. Sie waren diesem Spannungsfeld nicht auszusetzen, um eine hohe fachliche Qualität zu gewährleisten.

2.5 Mensch

Das GITTA Konsortium zählte mit seinen 11 Partnern zu den umfangreichsten und vermutlich auch heterogensten aller SVC Projekte (s. Abb. 1):

- Universitäten: Zürich (2 Institute), Fribourg (1 Institut)

- ETH Zürich (3 Institute), EPFL Lausanne (1 Institut)
- FH beider Basel in Muttenz (1 Institut), FH SUPSI Manno im Tessin (1 Institut), FH Rapperswil (1 Institut)
- KOGIS Wabern (Bundeskoordinationsstelle GIS)

Die Zusammenstellung bzw. Neuerstellung der Materialien wurde je nach der speziellen Fachausrichtung der Partner auf alle Projektgruppen aufgeteilt.

Zur effizienteren Verteilung der organisatorischen Aufgaben im Projekt wurden operationelle „Boards“ eingerichtet sowie Regeln für eine möglichst konstruktive Zusammenarbeit aufgestellt (s. Abb. 2):

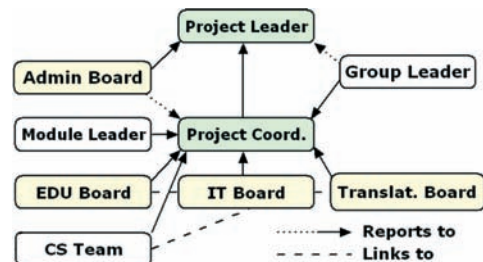


Abb. 2: Das GITTA Organisationschema.

In der praktischen Umsetzung ergaben sich immer wieder Hürden, die sich einerseits vor allem aus dem Umfang und der Heterogenität des Konsortiums, andererseits aus der Komplexität und angestrebten Breite der Materialien erklären.

Der gesamte komplexe Entscheidungsprozess von der Erarbeitung eines gemeinsamen Curriculums über sukzessive detailliertere Designstufen, anschließender Entwicklung der Materialien bis hin zu aufwändigen Review Verfahren folgte einem spezifischen Ablaufschema (s. Abb. 3).

In der Umsetzung dieses Prozesses stieß die Projektgruppe mehrmals auf Hindernisse, Termine mussten verschoben, ursprüngliche Planungen modifiziert werden. Von den ursprünglich vorgesehenen 31 ECTS wurden ca. 10–12 realisiert. Die Grundlage dafür war eine realistische Betrachtung der tatsächlichen Lehrsituation an den Instituten der Partner: so wurde etwa der so ge-

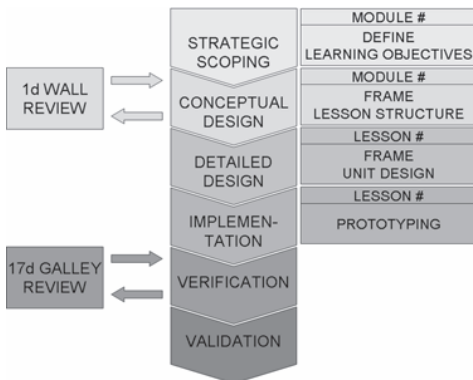


Abb. 3: Ablaufschema zur Erstellung der GITTA Materialien von der curricularen Entwicklung (Strategic Scoping) bis zu den Feldtest (Validation).

nannte Advanced Level (s. dazu unten im Abschnitt 3. Didaktik) komplett gestrichen, im Bereich des Intermediate Levels fand das Konsortium zu einer effizienteren Umverteilung.

3 Didaktik

E-learning Materialien folgen vergleichbaren didaktischen Prinzipien wie herkömmlicher Klassenunterricht. Mehr noch als im klassischen face-to-face Unterricht ist eine sorgfältige Gliederung des Lernstoffes nach zeitlichen und ablauftechnischen Gesichtspunkten zu beachten.

Aus Gründen möglichst hoher Flexibilität ergab sich ein modularer Aufbau in GITTA, der sich in folgender Struktur widerspiegelt (s. auch Abb. 4):

- Levels: Basic und Intermediate (ursprünglich auch Advanced⁵).
- Modules: thematisch abgegrenzte organisatorische Kurseinheiten (z. B. Basic Spatial Modelling, Intermediate System Design).
- Lessons: die kleinsten portablen Lern-/Lehreinheiten.
- Units: Untereinheiten zur sinnvollen Gliederung der Lessons.

⁵ Der Advanced Level wurde v. a. aus Gründen der Kosteneffizienz (Erstellungsaufwand vs. Nutzerzahlen) gestrichen

- Case Studies: reale komplexe Probleme ohne eindeutige, alleingültige Lösungen, aufbauend auf Lessons verschiedener Levels bzw. Module.

Die Lesson (= Lektion) muss in sich konsistent gestaltet sein und einen thematisch klaren Ablauf aufweisen. Somit wurde eine Art „pool“ von Lektionen geschaffen, aus dem sich individuell praktisch beliebige Kurssequenzen zusammenstellen lassen.

Im Sinne einer strukturellen Vereinheitlichung aller GITTA Materialien wurde das E-CLASS Schema (angelehnt an GERSON 2000) erarbeitet, das einen didaktisch sinnvollen Ablauf für jede Lerneinheit definiert:

- E(ntry) = Einleitung
- C(larify) = Erklärung des Konzeptes, Hauptteil
- L(ook) = erläuterndes Beispiel
- A(ct) = praktische Übung, event. Gruppenarbeit
- S(elf Assessment) = Testmöglichkeit zur Selbsteinschätzung, event. Gruppenarbeit
- S(ummary) = Zusammenfassung

Diese didaktischen Grundelemente wurden wiederum feiner untergliedert und mit Regeln unterlegt: so kann etwa der Entry Teil aus einem motivierenden Statement, einem demonstrierenden Beispiel oder weiteren Einheiten aufgebaut sein. Weiters gelten bestimmte Regeln zum Aufbau aus den E-CLASS Elementen: z. B. besitzt jede Lektion mindestens sowie maximal einen Entry Teil. Somit setzt sich die angestrebte Modu-

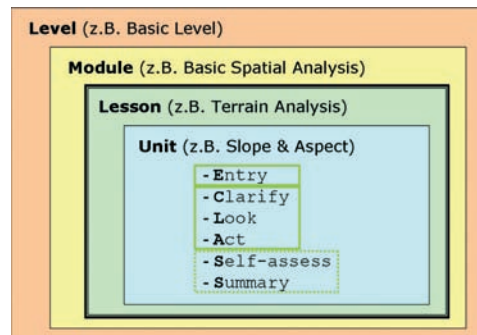


Abb. 4: Didaktisches ‚E-CLASS-Schema‘.

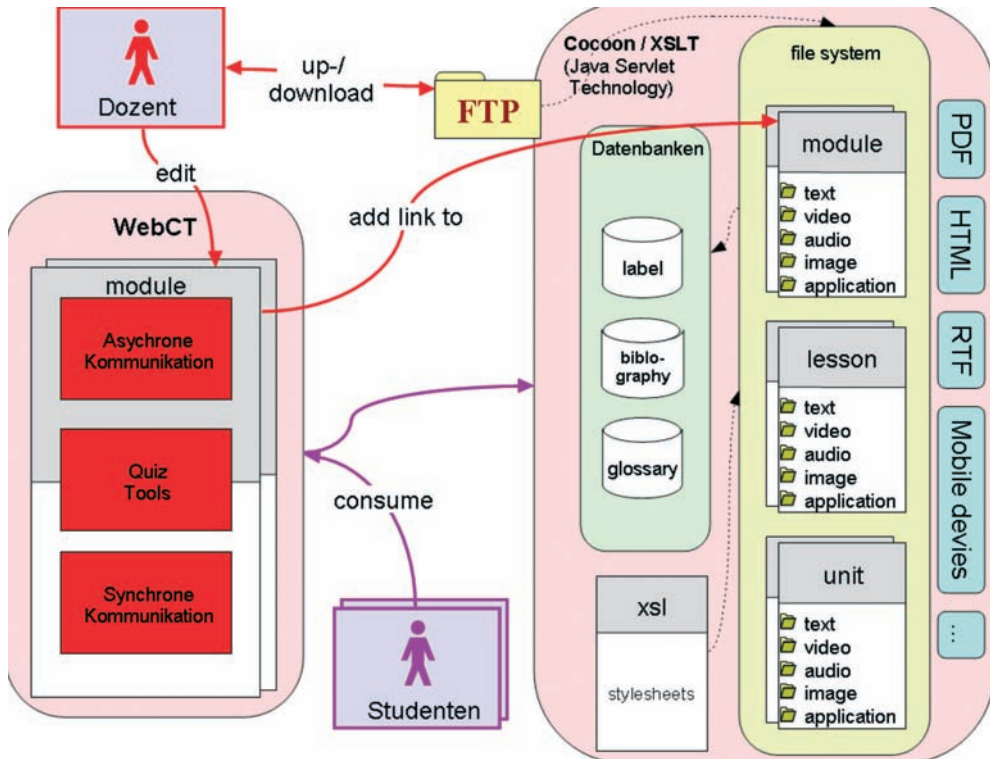


Abb. 5: GITTA IT Struktur (mögliche Variante).

larität auch bis in die Detailausarbeitung fort.

In den sogenannten „Case Studies“ schlug GITTA einen eigenen Weg ein: sie präsentieren den Studierenden ein mehr oder weniger komplexes reales Problem und stellen räumliche Daten sowie zusätzliche ergänzende Informationen bereit. Case Studies kennen keine eindeutigen, „richtigen“ Lösungswege. Vielmehr sollen mit ihnen die Problemlösungsstrategien der Studierenden trainiert und verfeinert werden. Case Studies bauen auf den Lektionen unterschiedlicher Levels auf.

4 Technik

Von Beginn an stand der Einsatz von XML außer Frage. Der nötige Aufwand zur Erarbeitung einer möglichst nachhaltigen Realisierung war wesentlich höher, als im ursprünglichen Projektplan vorgesehen. Die

Erstellung spezifischer GITTA DTDs erfolgte teilweise in Anlehnung und Orientierung an bestehende e-learning und learning Standardisierungsbestrebungen (IEEE, IMS, LMML). Es gelang, die vorgegebene didaktische Grundstruktur (E-CLASS, s. oben) in der XML/XSL basierenden IT abzubilden (GITTA DTDs) und ein sehr flexibles technisches Konzept für den Betrieb von GITTA Kursen umzusetzen (s. Abb. 5).

Im Gegensatz zu der überwiegenden Mehrzahl der übrigen SVC Projekte kann GITTA unabhängig von existierenden e-learning Plattformen verwendet werden, ist aber ebenso einfach mit solchen zu kombinieren (z. B. WebCT). Das Konzept der XML Strukturen von GITTA fand Anklang bei der technischen Mandatsstelle des SVC (EDUTECH⁶) und wurde im Rahmen eines ca. 3-monatigen Zusatzprojektes in eine ge-

⁶ <http://www.edutech.ch>

neralisierte allgemeine Version für zukünftige XML basierte SVC Projekte umgearbeitet.

5 Resultate

Innerhalb der 3-jährigen Entwicklungszeit für GITTA konnte ein umfangreicher „pool“ von e-learning Lektionen neu erstellt werden, der insgesamt einen kompletten GIS-Lehrplan abzudecken vermag. Die Lektionen mindestens eines kompletten Moduls liegen in 4 Sprachen (D/F/I/E) vor, mehrere Lektionen z. T. in 2 bis 3 Sprachen.

Bereits 2003 wurden mit Teilen der GITTA Materialien Feldtests in regulären Lehrveranstaltungen durchgeführt: an der FH beider Basel in reiner e-learning Form als Ersatz einer bis dahin klassischen Vorlesung (Datenbanken Basis). Das Geographische Institut der Universität Zürich unternahm anschließend einen ausführlichen Test mit ca. 120 Studierenden ebenfalls im Rahmen einer regulären Lehrveranstaltung. Die Daten aus diesem Test wurden von Thomas Schwarb (Pädagogisches Institut der Universität Bern) für seine Dissertation zum Thema „Evaluation von E-Learning Kursen“ erhoben und ausgewertet⁷. Die Erfahrungen aus den Tests flossen unmittelbar in die laufende Weiterentwicklung und -planung mit ein. Es ergab sich in diesem Zusammenhang auch die Frage nach der Möglichkeit bzw. dem studentischen „Anrecht“ auf einen 24h/7d Betrieb der GITTA Server.

Aktuell und während der folgenden 2–3 Jahre werden die GITTA Materialien laufend in die Lehrpläne der Konsortiumspartner integriert. Die Öffnung der Materialien im Sinne des OpenSource Gedankens ist derzeit in Diskussion.

6 Fazit

GITTA bestand aus einem großen und in mehrerlei Hinsicht sehr heterogenen Kon-

sortium. Daraus ergaben sich massive organisatorische Herausforderungen für die Projekt Koordination sowie für alle Beteiligten. Aus der Vielgestaltigkeit der GITTA Partner resultierte aber auch eine sehr wertvolle und fruchtbare Zusammenarbeit über fachliche, sprachliche und kulturelle Grenzen hinweg. Das didaktische Schema hat sich als tragfähig erwiesen, ebenso die Wahl XML basierter Technologien. Der Aufwand für den Aufbau solcher Strukturen darf aber nicht unterschätzt werden.

7 Danksagung

Der Autor hat als Koordinator das GITTA Projekt über 2 1/2 Jahre begleitet und durfte auf diesem Weg reiche Erfahrungen sammeln. Dass dieses sehr komplexe Projekt schließlich beachtliche Erfolge erzielen konnte, ist in erster Linie der Zusammenarbeit der vielen motivierten Teammitglieder aller Partner zu verdanken.

8 Referenzen

- GERSON, S., 2000: E-CLASS: Creating a Guide to Online Course Development For Distance Learning Faculty. – Online Journal of Distance Learning Administration, **3** (4) (<http://www.westga.edu/~distance/ojdl/winter34/gerson34.html>; 10. 05. 2004)
- IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC) (Homepage), <http://ltsc.ieee.org/> (10. 05. 2004)
- IMS Global Learning Consortium, Inc. (Homepage), <http://www.imsglobal.org/> (10. 05. 2004)
- LMML Learning Material Markup Language Frameworks (Homepage), <http://www.lmml.de/> (10. 05. 2004)

Anschrift des Autors:

Mag. ERIC J. LORUP, Zürich
 Institut für Geographie, Abteilung GIS
 Universität Zürich
 Winterthurerstr. 190, CH-8057 Zürich
 Tel.: +41-1-635 5252, Fax +41-1-635 6848
 e-mail: coordinator@gitta.info

⁷ Bei Redaktionsschluss zu diesem Artikel waren die Auswertungen noch nicht abgeschlossen.

gimolus – GIS- und modellgestützte Lernmodule für umweltwissenschaftliche Studiengänge

MARK MÜLLER, Stuttgart

Keywords: e-learning, gimolus, webGIS, GIS, environmental modelling, virtual landscape

Zusammenfassung: Im Bereich der Umweltwissenschaften ist Kompetenz im Umgang mit Geo-Informationstechniken und Modellierungsmethoden eine Schlüsselqualifikation. Mit E-Learning und dem Einsatz von ‚Neuen Medien‘ ergeben sich neue Möglichkeiten für die Hochschullehre, diese Kompetenz auf sehr praxisnahe Weise zu vermitteln. GIS- und Modellanwendungen sind geradezu prädestiniert für die Integration in E-Learning-Module. Unterschiedliche Medien werden intensiv genutzt und die Anwendungen bieten in der Regel viele Interaktionsmöglichkeiten. Ein komplettes E-Learning-Angebot aufzubauen, mit dem Studierende selbständig üben können, ist jedoch für einzelne Hochschulinstitute mit sehr hohem technischen und organisatorischem Aufwand verbunden. Im Rahmen des Projektes gimolus wurde für diesen Zweck eine zentrale E-Learning Plattform mit exemplarischen Lernmodulen erstellt. Eine virtuelle Landschaft bildet die fachübergreifende Integrationsbasis für die Lernmodule. Als komplett internetbasierte Lösung ermöglicht die Plattform einen technisch hochwertigen sowie zeitlich und örtlich flexiblen Einsatz von GIS- und Modellanwendungen in der Hochschullehre.

Summary: *gimolus – e-learning modules with GIS- and modelling-applications for environmental studies.* Competent handling of geoinformation systems and modelling methods are central skills in the field of environmental sciences. Using e-learning-systems and ‘new media’ offers new and practical ways of teaching these skills within university education. GIS- and modelling-applications are predestinated to be integrated in e-learning modules. The applications are highly interactive and use different media. Nevertheless, for selfstudy purposes, a lot of technical and organisational effort is necessary to set up a complete E-learning course. Therefore, a centrally-used E-learning-platform has been established in the gimolus-project, including exemplary learning-modules. A virtual landscape can be used as geodataset by all gimolus-learning-modules and hence represents the basis for interdisciplinary integration. Using GIS- and modelling-methods in a completely internet-based software solution for university education, the gimolus-platform offers self-paced learning independent of time and place.

1 gimolus

1.1 Was ist gimolus?

gimolus ist ein internetbasiertes E-Learning-System, welches Übungen mit GIS- und Modellanwendungen ermöglicht. Der Name steht sowohl für das System ‚gimolus‘ als auch für das Projekt ‚gimolus‘, in dessen Rahmen die Lernmodule und die Plattform erstellt wurden. Am Projektverbund waren

die Universitäten Stuttgart, Würzburg, Duisburg und Oldenburg mit den folgenden Instituten beteiligt: Institut für Landschaftsplanung und Ökologie (S), Institut für Photogrammetrie (S), Institut für Wasserbau – Lehrgebiet Wassermengenwirtschaft sowie Lehrstuhl für Hydromechanik und Hydro-systemmodellierung (S), Institut für Anwendungen der Geodäsie im Bauwesen (S), Rechenzentrum (S), Arbeitsgruppe Landschaftsökologie (OL), Ökologische Station



Abb. 1: Posterausschnitt.

des Biozentrums (WÜ), Institut für Erziehungswissenschaften, Lehrstuhl für Mediendidaktik und Wissensmanagement (DU). Das Projekt hatte eine Laufzeit von 2 1/2 Jahren und wurde bis Ende 2003 gefördert. In dieser Zeit wurden etwa 55 umfassende Lernmodule aus den verschiedenen Fachrichtungen erstellt. Angewendet werden die Lernmodule vorwiegend im Selbststudium, jeweils integriert in die Lehrveranstaltungen der Zielstudiengänge.

Derzeit behandelte Themen sind u. a. populationsdynamische Modelle, Habitatmodellierung mit logistischer Regression, Probenahmeverfahren, Modellbewertung, Erosionsmodellierung, landschaftsplanerische Bewertungsmodelle, hydrologische Modellierungstechniken, Grundlagen der Strömungsmechanik, Finite-Differenzen-Methoden, geodätische Messmethoden, Grundlagen der kartographischen Datenverarbeitung, Netzwerkanalysen und Umgang mit Geo-Informationssystemen. Das Angebot an Übungen mit den Lernmodulen reicht von Aufgaben mit einer Bearbeitungszeit von einigen Minuten bis zu komplexeren Aufgaben, deren Bearbeitungsumfang im Bereich einer Stunde und mehr liegt.

1.2 Welche Merkmale charakterisieren gimolus?

- gimolus-Lernmodule sind komplett per Internet verfügbar. Alle am System angemeldeten Studierenden können von jedem Ort und zu jedem Zeitpunkt selbstständig mit gimolus arbeiten, sofern sie über einen Internetanschluss verfügen. Alternativ ist

das Arbeiten in einen Rechnerpool der jeweiligen Hochschule möglich.

- Mit dem gimolus-System steht eine flexible Anwendung zur Verfügung, mit der Inhalte auf hohem technischem Niveau präsentiert und verwaltet werden. Das System kann zentral gewartet werden, ohne dass die beteiligten Institute eigene kostenintensive Strukturen aufbauen müssen.
- Mit den integrierten GIS-Anwendungen stehen Studierenden mittels gimolus technische Möglichkeiten zur Verfügung, mit GIS- und Modellanwendungen verschiedener Komplexität aktiv zu üben, ohne Programmierkenntnisse oder viel technisches Know-How besitzen zu müssen.
- Das Konzept ist interdisziplinär ausgerichtet. Studierenden umweltwissenschaftlicher Fachrichtungen stehen Lerninhalte der eigenen und vieler angrenzender Fachrichtungen zur Verfügung. Thematisiert werden vorwiegend umweltwissenschaftliche Zusammenhänge mit Raumbezug und deren wissenschaftliche Bearbeitung mit mathematischen Modellierungstechniken.
- Durch die Einbindung einer zentralen virtuellen Landschaft können die verschiedenen Lerninhalte an einem gemeinsamen Geodatensatz mit Übungen demonstriert und vertieft werden. Durch diese gemeinsam verwendete Datengrundlage bieten sich viele Möglichkeiten, Querbezüge zu benachbarten Fachdisziplinen aufzuzeigen.

1.3 Wem steht gimolus zur Verfügung?

gimolus dient als Werkzeug für die Lehre aller Hochschulinstitute, welche mit räumlichen Daten sowie umwelt- und ingenieurwissenschaftlichen Modellen arbeiten. Die Nutzung von gimolus wird über Institute organisiert. Die Verteilung von Zugangsberechtigungen zu der gimolus-Plattform erfolgt für Studierende direkt an ihrer Hochschule über die Institute, welche Lehre mit gimolus-Lernmodule anbieten. Institute, die Interesse an einer Nutzung haben, erhalten weiterführende Informationen über das In-

stitut für Landschaftsplanung und Ökologie der Universität Stuttgart oder direkt unter support@gimolus.de.

Die in der Plattform eingestellten Lernmodule stehen gleichermaßen allen teilnehmenden Instituten hochschulübergreifend zur Verfügung. Damit steht neben den fachbereichseigenen Lernmodulen zusätzlich eine breite Palette an fachübergreifenden vertiefenden Inhalten zur Verfügung. Bisher wurden Module entsprechend dem Profil der Projektbeteiligten gezielt für Studierende der folgenden Fachrichtungen erstellt: Landschaftsökologie, Biologie, Geografie, Infrastrukturplanung (Master), Umweltschutztechnik, Bauingenieurwesen (Hydrologie und Umweltströmungsmechanik), Architektur und Stadtplanung, Geoinformatik und Geodäsie.

2 Projektschwerpunkte

Mit den technischen und didaktischen Möglichkeiten, welche die Neuen Medien und E-Learning bieten, gehen neue Impulse für die Lehre aus. Oft genannte Schlagworte in der Diskussion über den potenziellen Mehrwert der Neuen Medien sind: Transparenz, hohe Verfügbarkeit, Orts- und Zeitunabhängigkeit, Effizienz, Praxisnähe, Aktualität, bessere Verständlichkeit, mehr Austausch zwischen Lehrenden und Lernenden, lernförderliche Interaktivität u. v. a.

Im Rahmen des gimolus-Projekts wurde mit dem Fokus auf diese Aspekte ein Werkzeug zur Unterstützung der Lehre aufgebaut. Der Schwerpunkt der Arbeiten lag dabei auf dem Aufbau einer technischen Infrastruktur und der Erstellung von exemplarischen Lernmodulen mit interdisziplinären Verknüpfungen. Diese drei Punkte werden im Folgenden näher erläutert:

2.1 Infrastruktur

Ein Ziel von gimolus ist die Bereitstellung einer technischen Infrastruktur, mit der auf einfache Weise das Üben mit GIS- und Modellanwendungen ermöglicht wird. Den Studierenden soll die Möglichkeit zum direkten Umgang mit GIS- und Modellanwendun-

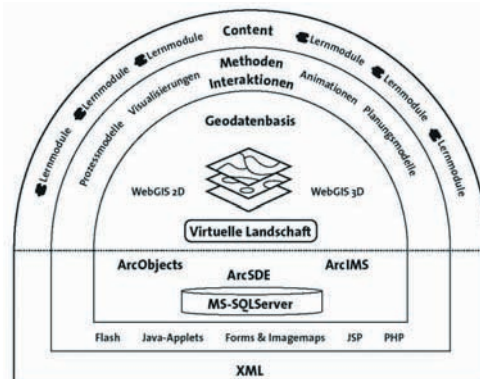


Abb. 2.: Komponenten des gimolus-Systems.

gen geboten werden, anstatt nur in Vorlesungen darüber zu hören oder darüber zu lesen. Die Anwendungen sollen weitgehend so in E-Learning Module integriert werden können, wie sie in Wissenschaft, Forschung, Wirtschaft und Behörden zum Einsatz kommen.

Alle benötigten Programmkomponenten sollen direkt in eine Internetanwendung eingebettet sein und zu einem geschlossenen System zusammengeführt werden. Die Computerarbeitsplätze, von denen der Zugriff auf das System erfolgt, müssen nicht speziell ausgestattet sein. Ein handelsüblicher PC mit einem Internetanschluss und einem Browser sollten die einzigen technischen Mindestvoraussetzungen für die Systemnutzung sein. Abb. 2 stellt die Komponenten des gimolus-Systems schematisch dar.

2.2 Lerninhalte

Die am Projekt beteiligten Institute bieten Lehre für Studiengänge mit sehr unterschiedlichen inhaltlichen Schwerpunkten an. Die Institute haben vorwiegend Lernmodule erstellt, welche auf die Lernziele und das Curriculum der eigenen Studiengänge abgestimmt sind. Die Entwicklung eines gemeinsamen und inhaltlich abgeschlossenen Curriculums war kein Ziel des gimolus-Projektes. Bei der Themenauswahl und Abgrenzung der Modulinhalte wurde jedoch die



Abb. 3: Themenbereiche, für die gimolus-Lernmodule erstellt wurden.

Verwendbarkeit an anderen Hochschulstandorten berücksichtigt. In der Summe entsteht ein Netzwerk aus Modulen zu den Kernkompetenzen der beteiligten Institute, welche im Sinne interdisziplinärer Vertiefungsmöglichkeiten an verschiedenen Standorten in der Lehre eingesetzt werden können. Mittelfristig soll das Angebot an gimolus-Lernmodulen dahingehend ausgebaut werden, dass Studierende umwelt- und ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge einen umfassenden fachübergreifenden Ein-

satz von wissenschaftlichen Methoden der Modellierung und den Umgang mit wissenschaftlichen GIS-Anwendungen damit erlernen können. Abb. 3 zeigt die Themenbereiche, zu denen in der Projektlaufzeit Lernmodule erstellt wurden.

Die Berücksichtigung mediendidaktischer Erkenntnisse und Grundregeln hatte einen großen Stellenwert bei der Zusammenstellung und Ausarbeitung der Modul-inhalte: Die Verständlichkeit und Aussagekraft von Grafiken und Animationen wurde

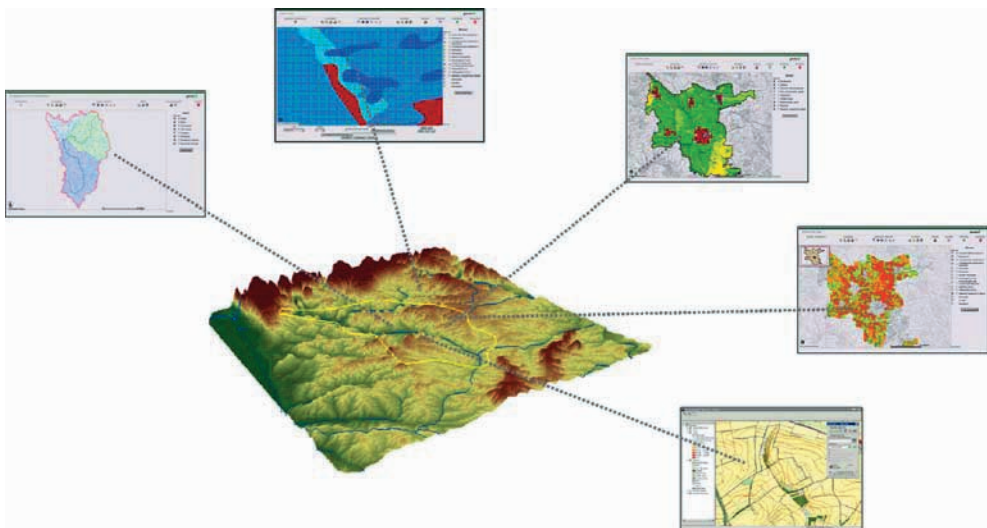


Abb. 4: Überschneidung von Modellgebieten in der virtuellen Landschaft.

durch einheitliche Gestaltung unterstützt. Lernaufgaben wurden vorwiegend anhand von handlungsorientierten Konzepten formuliert und der Lernablauf wurde auf den Rahmen der jeweiligen Lernveranstaltung abgestimmt. Die Modulbearbeitung im Selbststudium sollte zum Beispiel von Vor- und Nachbereitungsphasen begleitet sein, in denen Diskussionsmöglichkeiten zwischen Lehrenden und Studierenden vorgesehen sind.

2.3 Interdisziplinarität

Die Zusammenstellung von Lernmodulen in gimolus rund um das Themenfeld der Modellierungstechniken und deren Anwendung in einer gemeinsamen virtuellen Landschaft bietet die Möglichkeit zur Verdeutlichung von Überschneidungsbereichen umweltwissenschaftlicher Disziplinen. Unterschiedliche Blickwinkel der einzelnen Fachdisziplinen sowie die Übertragungsmöglichkeiten von Methoden können so aufgezeigt werden. Die Zusammenstellung von Modulen aus aneinandergrenzenden Fachgebieten in einer Plattform ermöglicht eine intensive Vernetzung der Module mit Verweisen und Vertiefungen. Jede GIS-Übung in den Lernmodulen bezieht sich auf einen bestimmten Ausschnitt der Landschaft. Durch die räumliche Überlappung von Ausschnitten der virtuellen Landschaft in unterschiedlichen Übungsmodulen können weitere Verknüpfungen zwischen den Fachdisziplinen hervorgehoben werden (siehe Abb. 4).

3 Technische Realisierung

3.1 Web-Applikation

Die gimolus-Web-Applikation ist ein Client-Server System und ermöglicht das plattform-unabhängige Arbeiten mit gimolus-E-Learning Modulen inklusive GIS- und Modellanwendungen über Internetbrowser in einer einheitlichen Webumgebung. gimolus-Module werden in einem eigens definierten XML-Format lokal erstellt und können mehrsprachige textuelle Inhalte, Graphiken, Formulare, FLASH-Animationen,

Java-Applets, Glossareinträge, bibliographische Hinweise sowie Aufrufe von GIS-Anwendungen und anderen unter Microsoft Windows ausführbaren Programmen enthalten. Per Webinterface werden die Module auf den Server geladen und dort mittels XSLT in XHTML transformiert und im Browser dargestellt. Das System ermöglicht u. a. eine modulbezogene Rechteverwaltung und differenziert zwischen den Rollen Nutzer, Nutzerverwaltung, Autor und Systemverwaltung. Als Kommunikationskomponente wird ein externer BSCW-Server genutzt.

Die GIS-Integration erfolgt über die Java- und PHP-basierte Schnittstelle IBplus (OBERKNAPP 2000), welche beim Aufruf die Nutzungsrechte berücksichtigt und für zwei unterschiedliche Anwendungsarten angepasst wurde. Dies sind zum einen GIS-Anwendungen auf der Basis von ArcIMS und zum anderen Desktop-GIS-Anwendungen, welche mittels Terminalserver und Metaframe eingebunden werden. Eine Vielzahl von Erläuterungen, Methodenvisualisierung und Modellanwendungen ist zudem direkt mittels FLASH oder Java-Applets im Modul eingebunden.

Als Grundlage für die Implementierung der Webapplikation wurde auf ein bewährtes Open-Source Webapplikations-Framework zurückgegriffen (vgl. Abb. 5). Das in Java implementierte Framework „Turbine“ deckt mit einer Vielzahl von Service-Paketen die gewünschten Grundfunktionalitäten ab. Als besonderen Vorteil bietet es eine integrierte Datenbankzugriffsschicht mit automatischer Generierung aller benötigten Java-Klassen aus XML-Dateien heraus („Torque“). Als Template-Engine zur Generierung des Views (Präsentation der Daten) mit den benötigten dynamischen Funktionalitäten wurde „Velocity“ verwendet.

3.2 GIS-Server

Mit der Möglichkeit, sowohl ArcIMS-Anwendungen als auch Desktop GIS-Programme mittels Terminalserver in das gimolus-System integrieren zu können, ist eine breite Palette an Anwendungen in gimolus-

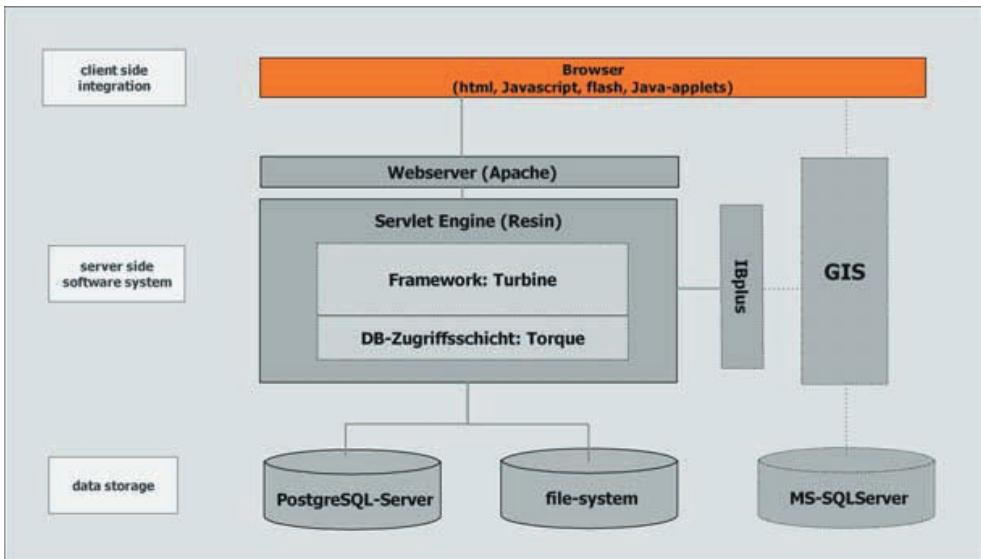


Abb. 5: Aufbau der gimolus-Webapplikation.

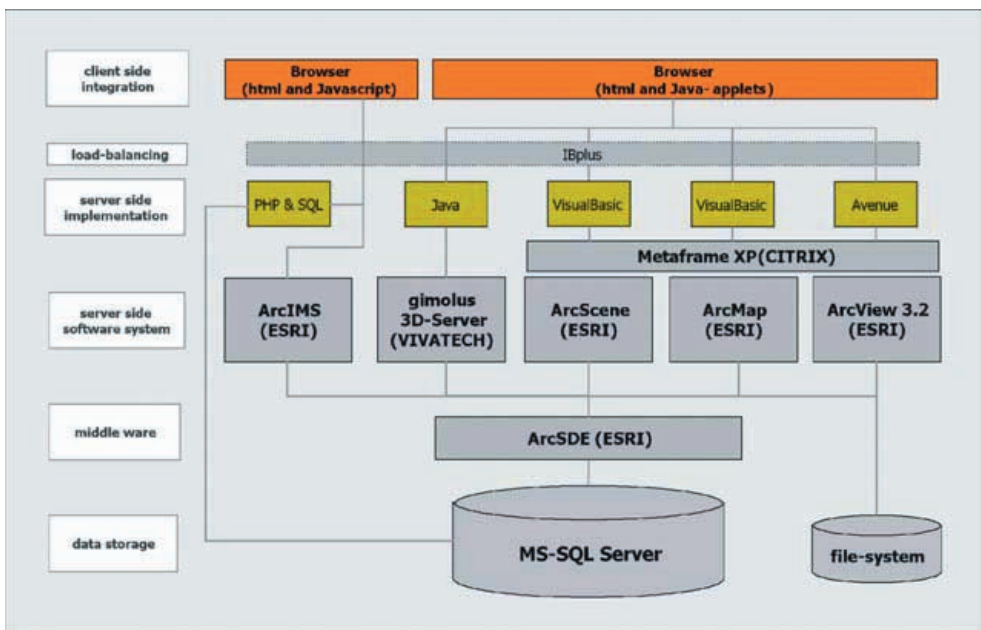


Abb. 6: Im gimolus-System verwendete GIS-Technologien und deren Integration.

Lernmodulen einsetzbar. In Abb. 6 werden die bisher getesteten und umgesetzten Wege aufgezeigt.

Die Geodatenhaltung erfolgt in den meisten Fällen über ArcSDE als Schnittstelle in einer MS-SQL-Server Datenbank. GIS ge-

koppelte Modellanwendungen können je nach Anforderung mit PHP und SQL (ArcIMS), AVENUE (ArcVIEW) oder VisualBasic (ArcMap) umgesetzt werden.

Im Rahmen des Projektzeitraums wurden insbesondere auf Basis von ArcIMS und

ArcMAP exemplarische Anwendungen erstellt und integriert. Für rein lesende Datenzugriffe und für Modellalgorithmen, welche keine Datenverschneidung oder Veränderungen der Topologie benötigten, wurde ArcIMS eingesetzt. Der Funktionsumfang des ArcIMS-HTML-Viewers wurde mittels PHP und direkten SQL-Zugriffen auf die Datenbank erweitert. Alle komplexeren Modellberechnungen wurden mit ArcMAP oder ArcVIEW realisiert. Insgesamt wurde darauf geachtet, die Vorgehensweisen der softwaretechnischen Umsetzung so auszuwählen, dass die entwickelten GIS-Anwendungen nach Projektabschluss mit möglichst wenig Aufwand für weitere Einsatzzwecke wieder und weiter zu verwenden sind. Zukünftige Entwicklungen, welche nach demselben Schema wie die bisherigen funktionieren sollen, lassen sich daher auf der jetzt vorliegenden Grundlage verhältnismäßig schnell realisieren. Für 3D Visualisierung von Geodaten wurde der gimolus3D-Server erstellt. Mit Einschränkungen im Nutzungsumfang kann auch ArcSCENE eingesetzt werden.

4 Beispielanwendungen mit Geoinformationssystemen

Ein Ziel des gimolus-Projektes war es, Möglichkeiten aufzuzeigen und exemplarisch umzusetzen, wie mittels GIS-Anwendungen

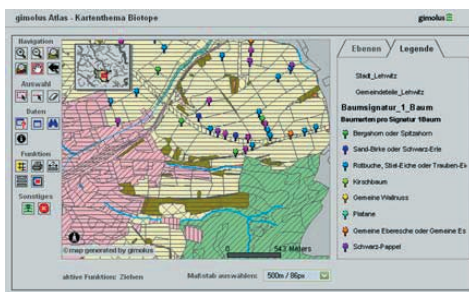


Abb. 7: Skalenabhängige Anzeige. Mit kleiner werdendem Maßstab werden detailliertere Karteninhalte angezeigt. So können in einer Karte mit schützenswerten Biotopen Informationen bis hin zu Einzelobjekten wie z. B. Naturdenkmälern ausgewählt werden. (Beispiel zur Nutzung des gimolus-Online-Atlas GOA / Biotop.) Technik: ArcIMS

Studierenden das Verständnis von räumlichen Zusammenhängen der jeweiligen Fachdisziplinen erleichtert werden kann. Aus dem Curriculum der Projektpartner wurden dazu besonders geeignete Fragestellungen ausgewählt und exemplarisch umgesetzt. Eine Maßgabe bei der Entwicklung war es, die Bedienung der verschiedenen Anwendungen für die User möglichst einfach zu halten, da die meisten Studierenden der Zielgruppe mit gimolus erst an GIS-Anwen-

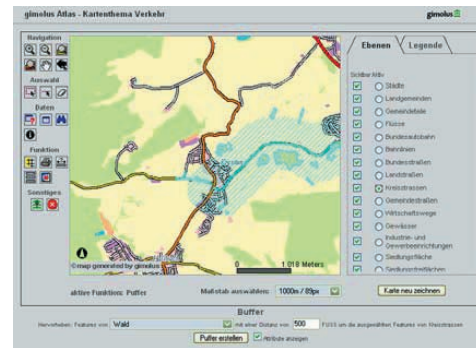


Abb. 8: Pufferfunktion. Mit Hilfe der Pufferfunktion können Einflussbereiche wie z. B. Lärmbeeinträchtigung durch Straßenverkehr abgeschätzt werden. Im Einflussbereich liegende Flächen mit bestimmter Ausprägung (hier Waldflächen) können angezeigt werden. (Beispiel zur Nutzung des gimolus-Online-Atlas GOA /Verkehr) Technik: ArcIMS

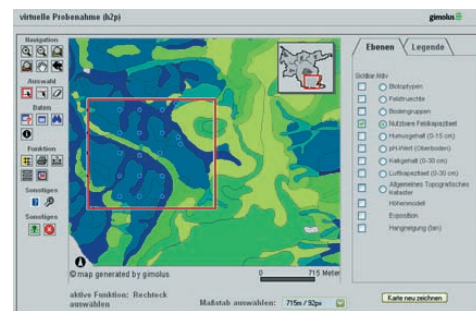


Abb. 9: Probenahme in der virtuellen Landschaft. Mit dieser Anwendung können Datenerhebungen in einem Landschaftsausschnitt simuliert werden. Möglich ist das Anlegen von zufälligen oder regelmäßigen Stichprobepunkten. Angewendet im Teilprojekt Landschaftsökologie im Modul Habitatmodellierung (RUDNER 2003) Technik: ArcIMS/PHP/SQL

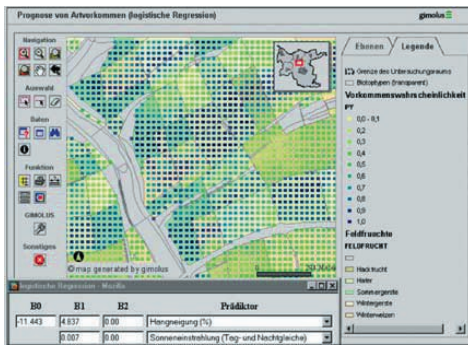


Abb. 10: Logistische Regression. Die hier umgesetzte Fragestellung ist die räumlich explizite Vorhersage von Ackerunkräutern in einem Untersuchungsgebiet. Die Parametrisierung des Modells erfolgt über eine Eingabemaske. Angewendet im Teilprojekt Landschaftsökologie im Modul Habitatmodellierung (RUDNER 2003)
Technik: ArcIMS/PHP/SQL

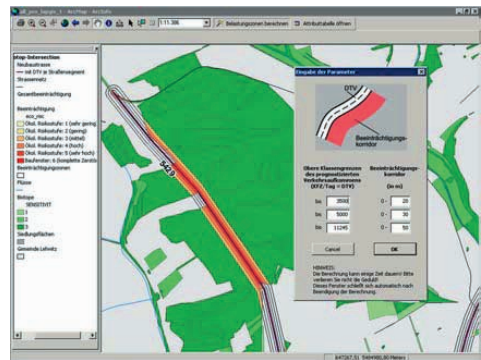


Abb. 12: Risikoanalyse und Biotopbeeinträchtigung. Im Rahmen einer Risikoanalyse wird die Auswirkung möglicher Straßentrassen auf umliegende Biotope betrachtet. (Angewendet im Modul Puffergenerierung, Flächenverschneidung und Gebietsbilanzierung des Teilprojekts Landschaftsplanung).
Technik: ArcMAP/VisualBasic

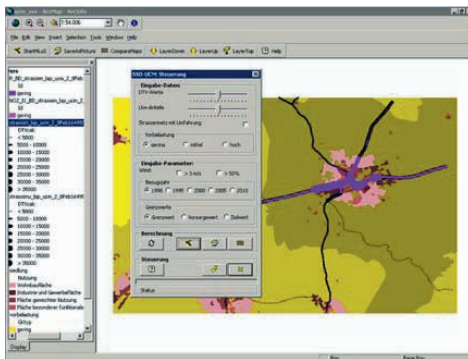


Abb. 11: Modellierung verkehrlicher Immissionsbelastungen. Als Einstieg in die Thematik der Luftreinhaltung und der Ausbreitungsmodellierung wird ein Screening-Modell zur Immissionsmodellierung vorgestellt. (Angewendet im Modul Urban Climate Modelling des Teilprojekts Landschaftsplanung)
Technik: ArcMAP/VisualBasic

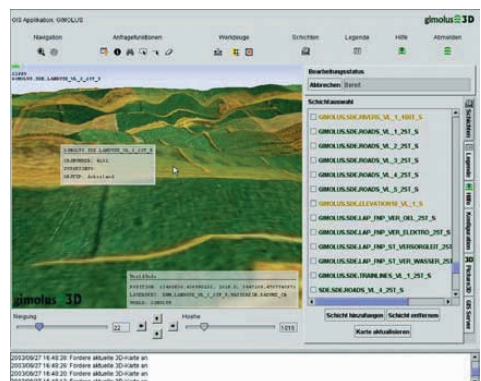


Abb. 13: D-Landnutzungsvisualisierung. Mit dem gimolus3D-Viewer können Vektordaten über ArcSDE mit einem Java-Applet im Browser angezeigt werden. Eine Integration in die gimolus-Plattform mit einem Beispiel zur Landnutzungsvisualisierung im Rahmen des gimolus-Online-Atlas ist für April 2004 vorgesehen.
Technik: Java

dungen herangeführt werden und tendenziell eher wenig GIS Grundlagenkenntnisse besitzen. Im Folgenden werden einige ausgewählte Anwendungen kurz vorgestellt (siehe Abb. 7–13). Es ist zu beachten, dass die Anwendungen nicht für sich alleine stehen, sondern in der Regel im Zusammenhang mit den jeweiligen Lernmodulen zu bearbeiten sind. In den Modulen werden ne-

ben den notwendigen Handlungsanleitungen die thematischen Grundlagen zur Aufgabebearbeitung umfassend erläutert.

5 Erfahrungen

Das Projekt gimolus wurde mit einer Reihe von Evaluationsmaßnahmen begleitet. An-

gefangen bei der Zielgruppenanalyse über Prototyping bis hin zur Akzeptanzanalyse wurden zu verschiedenen Projektphasen schrittweise Erkenntnisse für die Entwicklung, Anpassung und Integration des gimolus-Systems gewonnen. Eine Gesamtaussage zur Lernförderlichkeit des gimolus-Systems konnte im Projektzeitraum leider nicht erfolgen, da die Systementwicklung bis zum Abschluss der Projektförderung angedauert hat. Zum Zeitpunkt dieser Veröffentlichung bilden daher vorerst Erkenntnisse aus Testeinsätzen mit einzelnen Modulen die Grundlage der folgenden Zusammenstellung. Die einzelnen Erfahrungen stammen aus Fragebögen, Prototyping-Workshops und Einzelgesprächen zu sehr unterschiedlichen Lehrszenarien, Inhalten und Fachbereichen. Aus Sicht der beteiligten Personengruppen und Aufgabenbereiche wurden u. a. die folgenden Aspekte deutlich:

Studierende:

- Prinzipiell begrüßen die Studierenden das zusätzliche Angebot an E-Learning sehr.
- Eine freiwillige Bearbeitung findet nur in begrenztem Maß statt. Insbesondere die Bearbeitung von Lernaufgaben erfordert verpflichtende Lehrszenarien.
- Nach erfolgter Bearbeitung äußerten sich die Studierenden überwiegend positiv über erläuternde Animationen und die Möglichkeit, mit einem GIS oder mit Modellsimulationen arbeiten zu können.
- Bei einzelnen Inhalten und Aufgaben im Selbststudium muss die Technik reibungslos funktionieren und Formulierungen schlüssig sowie Aufgabenstellungen selbsterklärend sein.
- Sehr deutlich wurde eine grundlegende Skepsis der Studierenden, dass bei verstärktem Einsatz von E-Learning im Selbststudium die direkte Betreuung durch Lehrende gegenüber der bisherigen Lehre reduziert wird. Es wird in der Regel mehr Betreuung gewünscht.

Lehrende:

- Die meisten Lehrenden begrüßen die zusätzlichen E-Learning-Möglichkeiten und

sehen darin nach wie vor das Potenzial für diverse Impulse und die Verbesserung der Lehre und für Effizienzsteigerung der Arbeitsabläufe.

- Gewünscht wird die weitere Erleichterung einzelner organisatorischer Abläufe, wie der Verteilung und Verwaltung von Nutzeraccounts.
- In Zeiten massiver Kürzungen und Konsolidierungen an Hochschulen sehen sich die Lehrenden unter immer größerem zeitlichen Druck. Es überwiegt die Sorge, dass die Erstellung von weiteren E-Learning-Modulen und eine gute tutorielle Betreuung bestehender Angebote ohne Projektförderung oder weitere finanzielle Unterstützung durch die Hochschulen nur eingeschränkt möglich sein werden.
- Als sehr wünschenswert (wenn auch im Projekt nicht vorgesehen und realisierbar) werden Komplettlösungen angesehen, welche alle Arbeitsabläufe der Lehre erleichtern. Fachinhalte sollten nach Möglichkeit (automatisch) gleichermaßen für die Vorlesungsunterstützung als auch für Übungen im Selbststudium genutzt werden können.

Modulerstellung:

Die Modulerstellung hat sich für alle Beteiligten als deutlich zeitaufwändiger erwiesen als vorgesehen. Ein Aspekt dabei war der große Zeitaufwand für die Abstimmung der pädagogischen, mediendidaktischen, gestalterischen und technischen (Flash, HTML, WebGIS, einheitliche Programmiersprachen usw.) Anforderungen, welche an eine qualitativ hochwertige Produktion von nachhaltig nutzbaren E-Learning-Inhalten gestellt werden. Die Modulautorinnen und -autoren mussten diesen hohen Anforderungen, aus verschiedenen Richtungen kommend, gerecht werden und sie auf ihre Fachinhalte anwenden. Da fachwissenschaftliche Hochschulinstitute keine professionellen Medienagenturen sind, ist das nur mit intensiver Zusammenarbeit und einem Höchstmaß an individuellem Engagement seitens der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter möglich gewesen.

In der Summe decken sich viele dieser Erfahrungen im Projekt gimolus weitgehend mit denen anderer Projekte aus dem Förderschwerpunkt ‚Neue Medien in der Bildung‘. Es ist eine enorme Herausforderung in einer Projektzeit von nur zweieinhalb Jahren, alle Aufgaben der Medien- und Systemerstellung sowie die nachhaltige Integration in den akademischen Alltagsbetrieb zu erreichen. Der Erfolg ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig und erfordert die intensive Zusammenarbeit mit Einrichtungen wie Rechenzentren und die mittel- bis langfristige Einbindung in bestehende Hochschulstrukturen. An jeder der beteiligten Universitäten gab es auch über die E-Learning-Projekte wie gimolus hinaus Diskussionen darüber, wie die Möglichkeiten des E-Learning als gesamtuniversitäres Konzept genutzt werden können und wie mit den damit einhergehenden Anforderungen umgegangen werden sollte. Dabei reichten die Diskussionen von der stärkeren Vernetzung einzelner vorhandener Einrichtungen, wie der Rechenzentren, Bibliotheken, Beratungsstellen für Hochschuldidaktik usw., bis hin zu Überlegungen kompletter Überarbeitung bestehender Strukturen und der Schaffung von Medienentwicklungszentren. Die nachhaltige Verankerung von Ergebnissen aus Initialprojekten würde durch diesbezüglich klare Konzepte sehr erleichtert werden.

6 Perspektiven

Mit gimolus wurde ein innovatives Beispiel für die Nutzung digitaler Medien in der umwelt- und ingenieurwissenschaftlichen Lehre erstellt. Das nun verfügbare System mit den gegenwärtigen Inhalten bietet eine sehr gute Grundlage für den Einsatz in der Hochschullehre und ein geeignetes Umfeld für weitere Entwicklungen. Die erstellten Module werden in der Lehre der Institute eingesetzt und weitere Module entstehen bereits als Eigenleistungen der Institute. Lokale Förderungen der Medienentwicklung wie z. B. mit dem Programm Self-Study-Online an der Universität Stuttgart unterstützen dieses Engagement. Bezüglich des Einsatzes von gimolus an Instituten, welche nicht di-

rekt am Projekt beteiligt waren, gibt es regelmäßig Anfragen nach Testaccounts¹ aus dem ganzen Bundesgebiet. Das ist sehr positiv, da eine Erweiterung des Nutzer- und Entwicklerkreises ausdrücklich gewünscht wird. Es zeigt auch, dass es nach wie vor Bedarf an internetbasierten E-Learning-Modulen wie den gimolus-Lernmodulen gibt und dass Systeme benötigt werden, welche, wie das gimolus-System, eine Plattform für deren Verwaltung und Lehrintegration bieten.

Nach dem Abschluss der Projektförderung wird derzeit der organisatorische Wechsel zum Einsatz im Regelbetrieb vollzogen. Betrieb und Einsatz des Systems sowie die Weiterentwicklung von Lernmodulen müssen reorganisiert werden, um im Rahmen des täglichen Normalgeschäfts an den beteiligten Instituten fortzubestehen. Während der Projektlaufzeit haben die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter viel Medienkompetenz und wertvolle Erfahrungen für die Lehre gewonnen. Wenn für diese Mitarbeiter eine Weiterbeschäftigung an den Instituten nicht gewährleistet werden kann, womöglich weil die Budgets der Institute dies nicht erlauben, müssen die erworbenen Kompetenzen und Erfahrungen weitergegeben und anderweitig gesichert werden. Ein Teil der Investitionen des BMBF-Förderschwerpunkts ‚Neue Medien in der Bildung‘ würde ansonsten für die weitere Entwicklung der Hochschullehre ungenutzt bleiben. Zusätzliche Fördermaßnahmen und/oder gezielte strukturelle Unterstützung durch die einzelnen Hochschulen wären sinnvoll, um dem vorzubeugen und die gewonnenen Erfahrungen nutzbringend zur Verbesserung des Lehrangebots und der Lehrqualität einsetzen zu können. Auch die erwünschte Multiplikatorwirkung, also ein Know-How-Transfer und die Nutzbarmachung des Angebots für weitere interessierte Institute, wären durch weitere unterstützende Maßnahmen erheblich erleichtert.

¹ Weitere Informationen zu gimolus finden Sie unter www.gimolus.de. Bei Interesse an einem Testaccount senden Sie bitte eine entsprechende Anfrage an support@gimolus.de.

Zur nachhaltigen Sicherung des gimolus-Angebots werden derzeit mehrere Varianten diskutiert. Neben der Weiterführung von gimolus durch Aufgabenteilung im Rahmen des derzeit bestehenden Partnernetzwerks wird als ein weiterer Weg zur Sicherung der Systemverfügbarkeit die externe Wartung und Pflege durch ein Unternehmen geprüft. Als eine Möglichkeit zur Kostendeckung der Systemwartung wird in diesem Zusammenhang ein Gebührenmodell überlegt. Eine gebührenfreie Nutzung für alle interessierten Institute wäre aber nach wie vor die wünschenswertere Lösung für alle Beteiligten.

Für die **Weiterentwicklung von gimolus** werden neben den oben genannten notwendigen Sicherungsmaßnahmen an den einzelnen Hochschulen die folgenden Notwendigkeiten gesehen:

- Aufrechterhaltung der engen Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten und Ausweitung des Netzwerkes für Erfahrungs- und Materialenaustausch,
- Weitreichende Kooperation mit ähnlich gelagerten Projekten und Bündelung von Ressourcen,
- Weitere Modulentwicklungen anhand eines abgeschlossenen inhaltlichen Konzeptes für den Bereich der Methoden der Umweltmodellierung mit raumbezogenen Daten (evtl. mit dem Ziel eines Weiterbildungsangebotes) und
- Erweiterung des gimolus-Systems um OpenSource-GIS-Lösungen (insbesondere zur Vermeidung dauerhafter Lizenzkosten).

Zur **nachhaltigen Integration** in die Hochschullehre gehört insgesamt mehr, als im Rahmen eines Pilotprojektes zu leisten ist. Anfang 2004 lief eine ganze Reihe von geförderten E-Learning Projekten der letzten Jahre aus oder waren wie gimolus bereits abgeschlossen. Eine Phase der Konsolidierung sollte sich anschließen. Der Aspekt der nachhaltigen Integration steht folglich derzeit im Mittelpunkt der stetigen Diskussionen um E-Learning in der Hochschullehre. Laut KLEIMANN ist die gegenwärtige Entwicklung durch ein strukturelles Defizit ge-

kennzeichnet, welches in der fehlenden stabilen Verankerung der Produkte und Prozesse im akademischen Alltagsbetrieb besteht (KLEIMANN 2003). Nach KERRES erweist sich dabei als grundlegendes Problem, dass E-Learning-Vorhaben in der Regel in Form von ‚Projekten‘ mit einer definierten Laufzeit organisiert sind.

KERRES, 2004: „Zudem ist zu beobachten, dass die Praxis des Lehrens und Lernens – gerade in der Hochschule – eine deutliche Beharrungstendenz aufweist. Um die Nachhaltigkeit zu sichern, bedarf es neben einer konsequenten hochschulpolitischen Sicherung auch eines überdurchschnittlich hohen Engagements von seiten der Lehrenden, um ein Scheitern des Projektes zu vermeiden. Diese Herausforderung gilt es zu meistern und in ein Change Management an den Hochschulen zu überführen.“

KLEIMANN, 2003: „Damit E-Learning nicht auf dem bildungstechnologischen Friedhof endet, müssen die Pioniere und Projekte daher ihr Engagement trotz der genannten Schwierigkeiten fortsetzen und den Mehrwert ihrer Entwicklungen offensiv in alle Richtungen kommunizieren, müssen die Hochschulen sich verbindlich und handlungswirksam zu ihren Medienstrategien bekennen und miteinander sowie mit der Wirtschaft kooperieren – und müssen schließlich die Gesetz- und Finanzmittelgeber in enger Abstimmung mit den anderen Akteuren ihre Maßnahmen antizyklisch auf eine systematische Unterstützung langfristiger Strukturen und Prozesse ausrichten.“

Im Zusammenhang mit diesen Diskussionen über die Nachhaltigkeit der Projektergebnisse sollte jedoch eines nicht unerwähnt bleiben: Ohne die enormen finanziellen Anstrengungen des Bundes und der Länder zur Etablierung von E-Learning in der Hochschullehre durch Projektförderung wären bis zum jetzigen Zeitpunkt kaum derart viele Ergebnisse zustande gekommen, über deren Nachhaltigkeit es sich zu sprechen lohnt. Soll die Zielsetzung, E-Learning flächendeckend in großem Umfang zur Unterstüt-

zung der Hochschullehre zu etablieren, erfüllt werden, genügt es jedoch nicht, hoch geförderte Leuchtturmprojekte zu finanzieren. Es muss darüber hinaus ausreichend Unterstützung geben, erfolgreiche Konzepte aus Initialprojekten in eine breitere Anwendung zu überführen. Dazu sind mittelfristig bis langfristig angelegte Konzepte notwendig, welche auch den Aufbau bzw. die Aufrechterhaltung dafür geeigneter Strukturen unterstützen.

7 Literatur

- KAULE, G. & MÜLLER, M., 2004: E-Learning mit GIS- und Modellanwendungen – Ergebnisse des Projektes GIMOLUS. – Wichmann Verlag, Heidelberg.
- KERRES, M. & PETSCHENKA, A., 2004: Nachhaltige Integration von E-Learning in die Hochschullehre. – In: KAULE, G. & MÜLLER, M. (Hrsg.): E-Learning mit GIS- und Modellanwendungen – Ergebnisse des Projektes GIMOLUS. – S. 257–265, Wichmann Verlag Heidelberg.
- KLEIMANN, B., 2003: E-Learning revisited. – Maßnahmen für eine nachhaltige Integration in die Hochschullehre.
- JANTKE, K.P., WITTIG, W.S. & HERRMANN, J. (Hrsg.), 2003: Von e-Learning bis e-Payment. Das Internet als sicherer Marktplatz. – Tagungsband LIT' 03 in Leipzig, 2003, S. 1–18, Akademische Verlagsgesellschaft, Berlin.
- OBERKNAPP, B., 2000: Ein Modell zur Integration elektrischer Fachinformationen. – In: SCHMIDT, R.: Wissen in Aktion. – S. 84–94, Frankfurt am Main.
- RUDNER, M., SCHRÖDER, B., BIEDERMANN, R. & MÜLLER, M., 2003: Habitat modelling in GIMOLUS. – In STROBL, J., BLASCHKE, T. & GRIESEBNER, G. (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung, XV. – S. 387–396, Wichmann Verlag, Heidelberg.

Anschrift des Autors:

Dipl.-Geoökologe MARK MÜLLER
 Institut für Landschaftsplanung und Ökologie
 Universität Stuttgart
 Keplerstr. 11, D-70174 Stuttgart
 Tel.: 0179-648 0709
 e-mail: mamue@ilpoe.uni-stuttgart.de

Manuskript eingereicht: Mai 2004
 Angenommen: Juni 2004

Virtuelle Landschaften und Exkursionen – innovative Tools in der geowissenschaftlichen Aus- und Weiterbildung

CORNELIA GLÄBER und DETLEF THÜRKOW, Halle/Saale

Keywords: geoinformatics, virtual excursions, virtual landscapes, animations of landscapes, visualisations of landscapes

Summary: *Virtual Landscapes and Excursions – Innovative Tools as a Means of Training in Geography.* Virtual field trips are an excellent web-based teaching tool to convey scientific knowledge in geography. This innovative three-dimensional tool enhances the understanding of natural and man-made features of landscapes, and their development over time and as a part of a particular ecosystem.

Numerous interactive functions and knowledge tests support the student's three-dimensional understanding.

Qualified staff is needed to create such virtual excursions, animations and visualisations of landscapes. Teaching experience as well as excellent programming skills and a good scientific knowledge in geography are an essential prerequisite.

The effort required to create these tools is justified by facilitating interdisciplinary utilisation in various academic forums and the exploration of new areas. The maintenance of the web-based teaching tools is a problem, which has not yet been solved.

Zusammenfassung: Virtuelle Exkursionen stellen ein ausgezeichnetes webbasiertes Lehr- und Lernmittel zur Vermittlung von geowissenschaftlichem Fachwissen dar. Das Verständnis für eine spezifische Landschaft mit ihren natürlichen und anthropogenen Kompartimenten und vor allem deren räumlichen und systemaren Ausprägungen und den zeitlichen Veränderungen in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft kann deutlich erhöht werden. Vielfältige Interaktionsmöglichkeiten und Wissenstests tragen wesentlich zum räumlich vernetzten Denken und Handeln bei.

Die Generierung der virtuellen Exkursionen, Animationen und Landschaftsvisualisierungen ist sehr aufwendig und erfordert hoch qualifizierte Fachleute, die neben den vielfältigen Programmierkenntnissen einen sehr guten geowissenschaftlichen Background und didaktische Erfahrungen haben müssen. Das Potenzial der interdisziplinären Nutzung in sehr unterschiedlichen Lehrveranstaltungen an verschiedenen Universitäten und die Erschließung neuer Exkursionsgebiete rechtfertigen den Aufwand. Die Pflege der webbasierten Lehrmodule ist gegenwärtig ein nicht gelöstes Problem.

1 Einleitung

Exkursionen nehmen im Rahmen der geowissenschaftlichen Ausbildung eine zentrale Stellung ein. Theoretisch erworbenes Fachwissen soll im Gelände angewandt, in seinen spezifischen Modifikationen erkannt und somit gefestigt werden. Die raum-zeitlichen Prozesse der Entwicklung einer Landschaft in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft sind am konkreten Exkursionsstandort zu analysieren. Häufig ist es für Studenten un-

terer Semester schwierig, sich die Genese eines Raumes vorstellen zu können und die Merkmale der Kompartimente in ihrer räumlichen Variabilität und im systematischen Zusammenhang zu erkennen. Gerade hierin besteht ohne Zweifel der wesentliche Aspekt von geowissenschaftlichem Lernen und Arbeiten. Exkursionen erfordern einen hohen personellen und finanziellen Aufwand. Die Effizienz dieser Ausbildungsform wird deutlich erhöht, wenn eine intensive Vor- und Nachbereitung der Exkursion er-

folgt. Hierfür stehen in der Regel klassische Materialien wie Fotos, Karten, Profile und Analysen zur Verfügung.

Aus den sich ändernden Anforderungen an die Hochschulbildung erwachsen neue Konzepte für das E-Learning in der Geographie-Ausbildung. Insbesondere sind multimediale Darstellungen und Animationen zu nennen (vgl. 3, URL 5, URL 7, URL 8). Eine Weiterführung dieser sich zunehmend etablierenden Lehrformen des E-Learnings stellen virtuelle Exkursionen in Kombination mit Landschaftsvisualisierungen und deren Vernetzung in einem webbasierten Informationssystem dar. Die resultierenden Webapplikationen sollen dem Lerner ein „learning by doing“ ermöglichen. Als übergeordnete Zielstellung werden verbesserte Theoriebildungen, die Steigerung des Verständnisses der Wechselwirkungen geowissenschaftlicher Prozesse innerhalb der Kompartimente einer konkreten Landschaft und deren zeitliche Veränderungen erwartet.

Die in der Forschung und Anwendung übliche enge Verknüpfung von Fernerkun-

dung und GIS (BLASCHKE et al. 2002) wird in die Lehre transformiert und vor allem an einen konkreten Raum gekoppelt.

2 Methoden

Die projektorientierte Erfassung, Speicherung, Verarbeitung und Präsentation der raumbezogenen Daten zu den Exkursionsstandorten erfolgt modular in einem webbasierten Informationssystem. Abb. 1 verdeutlicht schematisch die Gesamtkonfiguration. Sie setzt sich aus aktuellen Werkzeugen der (Geo)Informatik zusammen. Neben den GIS-Softwareprodukten ArcGIS, Erdas/Imagine, World Construction Set und Virtual Nature Studio kommt zur Datenarchivierung und Organisation ein Geodatenserver (ArcSDE) zum Einsatz. Darüber hinaus erfolgt das Datenmanagement über die Relationalen-Datenbank-Management-Systeme (RDBMS) Oracle und MySQL (vgl. WIESER & THÜRKOW 1999, THÜRKOW 2002).

Für jedes Exkursionsgebiet wird eine breite Datenbasis zur Beschreibung der Um-

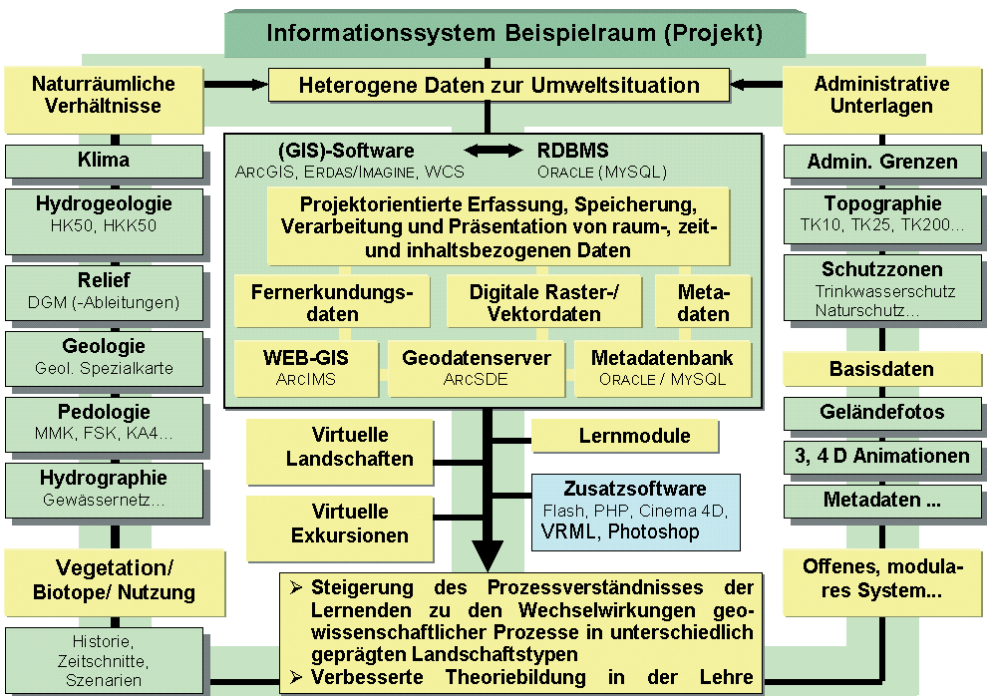


Abb. 1: Konzept der virtuellen Exkursionen.

weltsituation angelegt. Eingang finden beispielsweise multitemporale und multisensorale Fernerkundungsdaten und deren Klassifikationen sowie digitale Raster- und Vektordatensätze mit ihren angebotenen Attributtabelle zu den naturräumlichen Verhältnissen. Als wesentliche Voraussetzung für die Ableitung morphologischer Parameter und die Darstellung der Exkursionsgebiete in virtuellen Landschaftsmodellen dienen hoch aufgelöste Digitale Geländemodelle (DGM), die terrestrisch und photographisch gewonnen wurden. Ergänzend zu den Geodaten wird über die MySQL-basierten Datenbankapplikationen Metadatenbank (URL 9), Archivdatenbank (URL 10; RAPPE 2004) und Glossar-datenbank (URL 11) eine Fülle von Zusatzinformationen (z. B. Geländefotos, Filme, Animationen, Profilschnitte, Kartenmaterial, Glossar-begriffe) bereitgestellt.

Grundlage für den Webauftreten sind im Wesentlichen Flash- und PHP-gestützte Anwendungen. Darüber hinaus werden WEB-GIS-Applikationen auf der Basis eines Mapserver (ESRI Arc Internet Map-Server – ArcIMS) und MapViewSVG-Anwendungen genutzt, um ausgewählte Geodaten zu den Exkursionsräumen zu präsentieren.

Somit sind standardisierte GIS-Funktionalitäten wie Verschneidungen, Generalisierungen, Klassifizierungen, Schwellenwertanalysen, Nachbarschaftsanalysen, logische und geometrische SQL-Abfragen implementiert und tragen zum interaktiven Erschließen der Exkursionsräume durch den Anwender bei.

Die Navigation durch die Lehr- und Lernmodule erfolgt auf der Basis von im Verbund WEBGEO erstellten technischen Grundlagen ebenfalls datenbankgestützt.

Im Gesamtsystem erfolgt eine umfassende Vernetzung und Verlinkung der Teilmodule. Um dem Anwender ein effizientes Online-Lernen über das gesamte Spektrum der implementierten Applikationen zu ermöglichen, müssen die Schnittstellen zwischen den standardisierten und eigens entwickelten (Geo)Tools zielgerichtet und sinnvoll generiert werden. Die Komplexität des Infor-

mationssystems impliziert insbesondere hier hohe Anforderungen an das technisch-methodische Vorgehen und an das mediendidaktische Konzept der Entwickler.

Der modulare Aufbau in einem offenen System ermöglicht dessen beliebige Erweiterung. Darüber hinaus lassen sich die generierten Teilmodule auch separat nutzen. Für den User genügt die heute übliche standardisierte Soft- und Hardware mit Browser und Internetzugang.

3 Beispielregionen

Die beiden ausgewählten Beispielregionen zeichnen sich durch eine sehr hohe Dynamik aus und unterscheiden sich deutlich in Bezug auf die ablaufenden Prozesse. Die Region Fischland – Darß – Zingst der Mecklenburg-Vorpommerschen Ausgleichsküste steht beispielhaft für einen naturnahen Raum mit intensiven küstenmorphologischen Prozessen und Konkurrenzsituationen zwischen Naturschutz, Küstenschutz und Tourismus. Die virtuelle Exkursion wurde im Rahmen des Projektes „Fernerkundung und virtuelle Landschaften (FE-VIL)“ des Verbundes WEBGEO (GOßMANN et al. 2003; 7) erstellt. Bestandteile von in den Fachmodulen Geomorphologie, Boden und Vegetationsgeographie abgehandelten physisch-geographischen Theorien wurden auf eine „wirkliche“ Landschaft angewandt. Zu nennen sind beispielsweise an Ausgleichsküsten wirkende küstenmorphologische Prozesse, Aspekte zur Bodenentwicklung (Podsolierung) und zur Vegetationsentwicklung (Dünenentwicklungsreihe).

Die Region Bitterfeld/Goitsche ist durch intensive und irreversible anthropogene Veränderungen aufgrund von großflächigem Braunkohlentagebau sowie nachfolgender Sanierung und Flutung der Restseen geprägt (u. a. BERKNER 1999, SCHIERZ 2001). Sie eignet sich ausgezeichnet zur Vermittlung von Kenntnissen der Glazialgenese, der Hydrogeologie, der Lagerstättenbildung, der Auswirkungen von großräumigen ökosystematischen Veränderungen durch den Braunkohlentagebau, der Siedlungsentwicklung sowie der Raumplanung und von

Tourismuskonzepten (FRAUENDORF et al. 2003, TRENTZSCH 2001, DAMMANN 2003). Sie ist Beispielregion für das im November 2003 neu gestartete Projekt GEOVLEX (URL 4).

In beiden Regionen werden zusätzlich Grundkenntnisse zur Kartographie, Fernerkundung und zu digitalen Höhenmodellen vermittelt. Hierfür stehen ohne Zweifel ausgezeichnete Tutorials zur Verfügung (vgl. 1, URL 2, URL 6). Die Wissensvermittlung verläuft aber in der Regel losgelöst von einem speziellen Exkursionsgebiet. Die hier vorgestellte Variante der Wissensvermittlung in den Methodenfächern im Kontext zu den speziellen geographischen Lehrinhalten im Grundstudium entspricht dem Grundkonzept der Ausbildung der Arbeitsgruppe Geofernerkundung des Instituts für Geographie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg im Grundstudium Geographie-Diplom.

4 Philosophie der virtuellen Exkursionen

Die Exkursionsrouten für die Untersuchungsregionen werden auf der Grundlage realer Geländedaten (digitale Höhenmodelle unterschiedlicher Ausgangsdaten, topo-

graphische und thematische Karten, Fernerkundungsdaten) und spezifischer thematischer Orientierungen erstellt. Abb. 2 zeigt beispielhaft einen Auszug aus der Startanimation zur virtuellen Darß-Exkursion, welche die Küstendynamik und Morphogenese an Boddenausgleichsküsten zum Thema hat (URL 12). Der Nutzer hat die Möglichkeit, sich für eine „guided tour“ oder für eine innerhalb der Exkursionsroute frei wählbare Navigation zu entscheiden. Wie bei einer Feldexkursion wird zunächst eine allgemeine Einführung gegeben, um dem Lernenden umfangreiches Orientierungswissen zum Exkursionsgebiet zu vermitteln. Folgend werden an jedem Exkursionsstandort spezielle fachliche Themen visualisiert und erläutert. Dies erfolgt sowohl über die Anbindung von kompletten Lernmodulen, wie z. B. „Dynamik holozänen Küstenausgleichs im südlichen Ostseeraum“, „Eine interaktive bodenkundliche Exkursion auf dem Darß“, „Entstehung und Dynamik der Landschaft Fischland-Darß-Zingst“, als auch über Exkurse und Verlinkungen zu Animationen, virtuellen Landschaftsmodellen, erläuterten Geländefotos und weiteren Metainformationen aus den Datenbankapplikationen *Glossardatenbank*, *Archivdatenbank* und *Metadatenbank*. Die komplexe

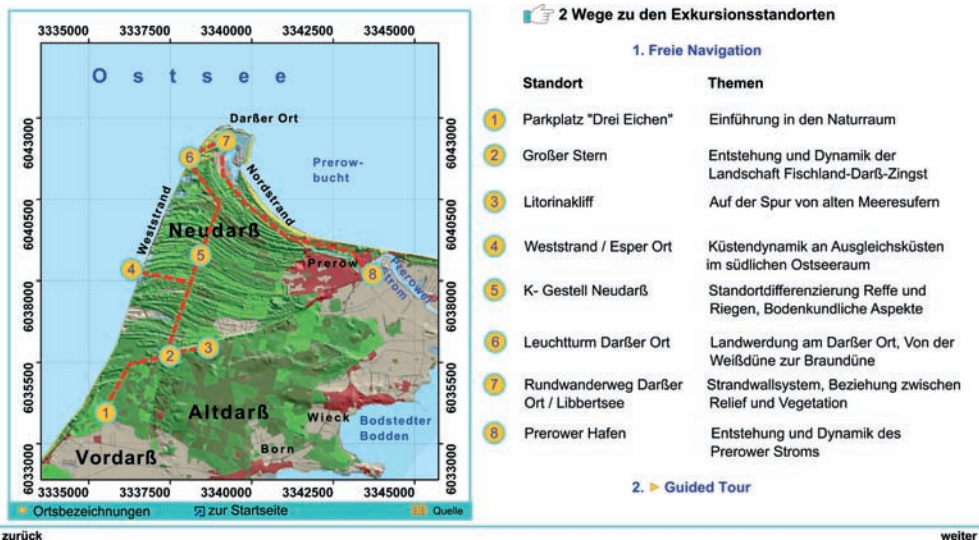


Abb. 2: Navigationsseite der virtuellen Darß-Exkursion zur Küstendynamik und Morphogenese an Boddenausgleichsküsten.

Vernetzung des Gesamtsystems erlaubt in Abhängigkeit vom Vorwissen und Lernziel einen vielseitigen Zugang des Lernenden zu den Fachthemen und Teilmodulen. Darüber hinaus steht für jeden Exkursionsstandort umfangreiches Kartenmaterial mit integrierten interaktiven Tests (z. B. Drag & Drop, Multiple Choice, Lückentext) zur Verfügung.

Durch die verbesserte Darstellung dreidimensionaler Sachverhalte mit realen Koordinaten (geographische Länge und Breite, Höhe über HN) in virtuellen Welten wird eine präzise räumliche Vorstellung zu den verschiedenen Landschaftskompartimenten in Abhängigkeit vom Relief, dem wesentlichen Steuer- und Regelfaktor von Landschaftsprozessen, gefördert. Die Exkurse mit umfangreichen Visualisierungen von vierdimensionalen raum-zeitlichen Prozessen auf der Basis von Flash- und GIS-Animationen tragen beim Lernenden enorm zur Verbesserung des Prozessverständnisses für die Kompartimente eines Naturraums (Exkursionsgebietes) bei. Die Darstellung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen durch die grafische Aufbereitung in Animationen stellt dabei eine hervorragende Ergänzung zur reinen Vermittlung von Erklärungswissen dar (DRANSCH 2000, DRANSCH 2001). Gegenstand der Animationen sind vor allem besonders schwer vermittelbare Geoprozesse, wie beispielsweise die Veränderungen der hydrochemischen Eigenschaften der Restseegewässer in einem Tagebaug Gebiet während der Flutung, Podsolierung und Sukzession der Vegetation auf Dünenentwicklungsreihen in einem Küstenökosystem, Deglaziation im Ostseeraum nach der Weichselkaltzeit oder die Morphogenese von Küstenabschnitten der Vorpommerschen Boddenausgleichsküste.

Mit den webbasierten Exkursionen sollen keine vollständigen Lehrinhalte abgedeckt werden, sondern sie sind dem „Blended Learning-Modell“ zuzuordnen. Eine Nutzung kann durch Lehrende und Lernende sowohl in Vorlesungen und Seminaren als auch zur Exkursionsvor- und Nachbereitung erfolgen. Das Konzept ist bewusst offen gewählt, um eine Verwendung unabhän-

gig von bestehenden Lehrkonzepten an unterschiedlichen Universitäten integrieren zu können. Die einzelnen Module und die Gesamtexkursion sind sowohl im Kontext von einzelnen Lehrgebieten (z. B. Geomorphologie, Hydrographie, Rekultivierung, Tourismuskonzepte, Raumplanung) als auch von methodischen Fächern (Kartographie, Geofernerkundung, GIS) oder der regionalen Geographie zu nutzen. Dies ermöglicht dem Nutzer ein verbessertes vernetztes Lernen und rechtfertigt somit den hohen Generierungsaufwand.

Im Rahmen der Geographieausbildung in Halle gehören solche komplexen geographischen Exkursionen, die von Fachvertretern der physischen und Anthropogeographie gemeinsam geleitet werden, ebenso zum Pflichtexkursionsprogramm, wie Exkursionen zum Fachgebiet Geofernerkundung und Kartographie.

5 Interaktionen in virtuellen Landschaften und Exkursionsgebieten

Interaktionsmöglichkeiten in den Modulen sollen dem Nutzer ein verbessertes Prozessverständnis ermöglichen und vernetztes Denken fördern. Abb. 3 zeigt beispielhaft eine Webapplikation aus der Darßexkursion zu Beziehungen zwischen dem Relief, Bodenbildungs- und Sukzessionsprozessen auf dem Höftland des Neudarß. Der Lernende kann wahlweise auf zwei Kausalprofile aus hoch aufgelösten Geländemodellen auf der Basis von Orthophotos zurückgreifen. Für jedes Profil lässt sich interaktiv, durch Benutzung eines Playbuttons, Schiebereglers oder direkte Anwahl über ein Menü, die Ausprägung von Relief und Vegetation mit zugehörigen Geländefotos und Erläuterungen erschließen. Die jeweilige Lokalität im Gelände wird gleichzeitig im Kartenfenster angezeigt. Hier kann der Anwender TK10, CIR-Luftbild und DGM's in unterschiedlicher Auflösung zum Overlaying bringen. Zusatzinformationen zum Kartenmaterial und dessen Verwendung im Gelände sind ebenso abrufbar, wie standortspezifische Kartenübungen mit integrierten Multiple Choice-Überprüfungen des Abgehandelten.

Darüber hinaus kann der Lernende die aus den Kausalprofilen gewonnenen Kenntnisse sofort überprüfen, indem er primäre Begrifflichkeiten aus den Stadien der Dünenentwicklungsreihe durch „Drag & Drop“ den richtigen Lokalitäten in einem Geländefoto zuordnen muss. Das erläuterte Beispiel ist für die Applikationen der virtuellen Exkursionen repräsentativ, ein „Learning by doing“ wird an jedem Exkursionsstandort gefördert, Übungen und Tests zur Überprüfung des Lernerfolges sind in jedes Modul implementiert. Umfassende Erläuterungen zu den integrierten Tests und zur Analyse des Lernverhaltens finden sich bei BRAUN et al. 2003.

Weitere zum Teil in der Umsetzung befindliche Angebote des Interagierens in den virtuellen Exkursionen sind unter anderem:

- Interaktive Auswahl und Verschneidung von Fernerkundungsdaten, thematischen Karten, digitalen Höhenmodellen, Landschaftsvisualisierungen und Geländefotos, Abruf zugehöriger Erläuterungen, Übungen und Tests,
- Interaktives Interpretieren von Fernerkundungsdaten aus der Exkursionsregion,
- Integrierte Zugriffe auf ein WEB-GIS mit angebundnen Metainformationen aus den RDBMS Archivdatenbank und

Metadatenbank (z. B. Flutungsstand eines Tagebaus zu einem bestimmten Zeitpunkt, Abruf der hydrochemischen Labordaten und spektralen Charakteristika der sauren Gewässer),

- SQL-Abfragen aus den RDBMS zu vergleichenden Bildbeispielkatalogen von Fernerkundungsdaten der Sensoren Landsat TM5, ETM7, SPOT, IRS, Dae-dalus, Hymap, casi, CIR- und Echtfarbluftbilder, wie z. B. Biotoypen nach DAMMANN 2003 und OFULSA (IHL & GLÄßER 2002),
- Simulation der Genese eines Raumes (z. B. holozäne Küstenentwicklung Darß, MERK 2003) und unterschiedlicher Szenarien künftiger Entwicklungen (z. B. Tagebauentwicklung Raum Bitterfeld, TRENTZSCH 2001).

6 Zusammenfassung und Ausblick

Wie Erfahrungen im täglichen Umgang mit den Lernenden beweisen, stellen Virtuelle Exkursionen eine ausgezeichnete Erweiterung des bisher verfügbaren E-Learning-Methodenspektrums dar. Dies bringen Kommentare der Nutzer auf den Projektportalen zum Ausdruck (URL 4; URL 7). Geeignete Kopplungen mit Testaten in unterschiedlichen Lehrveranstaltungen der Fachkollegen sollen ebenso zur Evaluierung

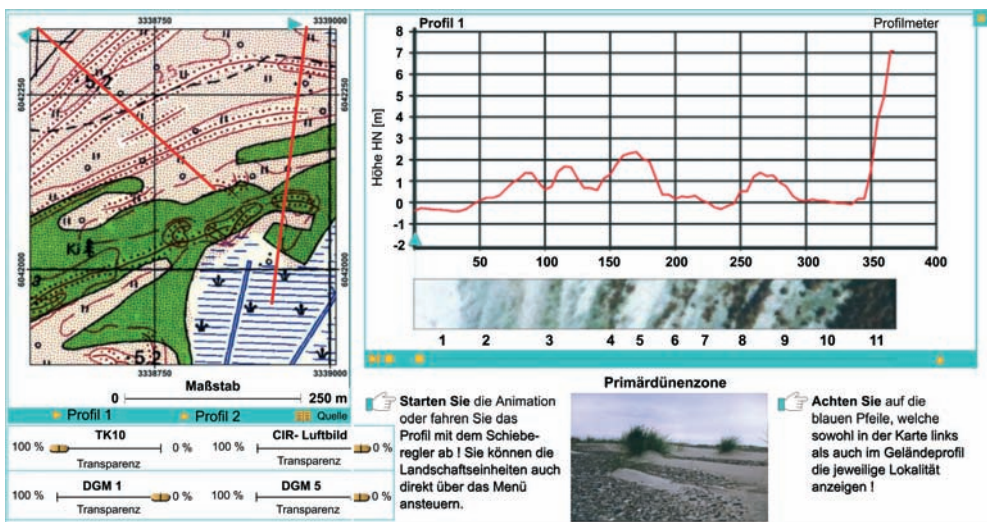


Abb. 3: Applikation zur Beziehung zwischen Relief und Vegetation auf dem Höftland des Neudarb.

beitragen wie datenbankgestützte Auswertungen (BRAUN et al. 2003).

Am Institut für Geographie der Universität Halle wird eine mehrtägige Exkursion Darß – Hiddensee angeboten, so dass die webbasierten Lehr- und Lernmodule mit dem eigenen Regionalwissen verknüpft werden. Einschränkungen ergeben sich heute vor allem noch aufgrund technischer Restriktionen bei webbasierten Animationen. Dies betrifft vor allem die Auflösung der Daten und die Dateigröße (SCHNEIDER 2002, FRIEDRICH 2002). Der viel zitierte Vorteil des E-Learning – das dezentrale Lernen – muss für die virtuellen Exkursionen noch als problematisch eingestuft werden, da die Ladezeiten bei ISDN- oder Modem-Anschlüssen zu kosten- und zeitintensiv sind.

Die virtuellen Exkursionen werden in Halle mit Erfolg auch in der Lehramtsausbildung, den berufsbegleitenden Studiengängen für Lehrer sowie in der Weiterbildung von Lehrern eingesetzt. In Kopplung mit dem Katalog OFULSA eignet sich der inhaltlich-methodische Ansatz auch sehr gut zur Weiterbildung von Berufsgeographen, die einen Einstieg z. B. in die Geofernerkundung finden wollen.

Vorgeschlagen wird für künftige Arbeiten eine Zusammenarbeit verschiedener Hochschulen. Auf der Basis des an den Einrichtungen vorliegenden Datenmaterials können sowohl Bildbeispielkataloge als auch Exkursionsgebiete inhaltlich und räumlich erweitert werden. Die Nutzer des Systems können somit auf den Daten-Fundus und die regionalen Kenntnisse anderer Einrichtungen zugreifen.

Die vorgestellten Arbeiten der AG Geofernerkundung des Instituts für Geographie wurden im Rahmen des Projektes „Fernerkundung und virtuelle Landschaften“ (FEVIL) als integriertes Modul des Projektes WEBGEO (URL 7) im Rahmen der Förderinitiative „Neue Medien in der Bildung“ des BMBF und des Projektes „Webbasierte Geovisualisierung, virtuelle Landschaften und virtuelle Exkursionen – innovative Tools in der geowissenschaftlichen Aus- und Weiterbildung“ (GEOVLEX, 4) des Landes Sachsen-Anhalt gefördert.

Literatur

- BERKNER, A., 1998: Naturraum und ausgewählte Geofaktoren im Mitteldeutschen Förderraum – Ausgangszustand, bergbaubedingte Veränderungen, Zielvorstellungen. – In: PFLUG, W. (Hrsg.): Braunkohlentagebau und Rekultivierung. – S. 767–779, Springer-Verlag.
- BLASCHKE, T., GLÄßER, C. & LANG, S., 2002: Bildverarbeitung in einer integrierten GIS/Fernerkundungsumgebung – Trends und Konsequenzen. – In: BLASCHKE, T. (Hrsg.): Fernerkundung und GIS, Neue Sensoren – Innovative Methoden. – S. 1–8, Wichmann-Verlag, Heidelberg.
- BRAUN, K., KOHNLE, U. & FUEST, R., 2003: Datenbankgestützte Analyse des Lernverhaltens im Projekt ‚WEBGEO‘ – Webbing von Geoprosessen für die Grundausbildung Physische Geographie – In: PINKAU, S. & GERKE, T. (hrsg.): E-Learning – Workshop der ingenieurwissenschaftlichen Projekte im bmb+f-Förderprogramm „Neue Medien in der Bildung“, 25./26. Juni 2003, Hochschule Anhalt, Dessau.
- DAMMANN, M., 2003: Bildkatalog von Oberflächenstrukturen der Bergbau-Folgelandschaften Mitteldeutschlands aus Fernerkundungsdaten – Erarbeitung am Fallbeispiel des Tagebaukomplexes Goitsche-Muldenstein. – Dipl.-Arbeit, Martin-Luther-Universität Halle, Institut für Geographie.
- DRANSCH, D., 2000: Anforderungen an die Mensch-Computer-Interaktion in interaktiven kartographischen Visualisierungs- und Informationssystemen. – Kartographische Nachrichten, 50. Jg., H. 5: 197–203.
- DRANSCH, D., 2001: Theorien, Methoden und Modelle der kartographischen Animation. In: Technische Universität Dresden, Institut für Kartographie (Hrsg.): Kartographische Bausteine Bd. 19 – Theorie 2000 – Vorträge des kartographischen Symposiums am 17./18. November an der TU Dresden, S. 68–75.
- FRAUENDORF, J., JÄCKLIN, Y., KUKA, K. & GLÄßER, C., 2003: Können Tagebaurestseen mit Fernerkundungsmethoden überwacht werden? – UZU-Schriftenreihe, Band 7, Geowissenschaften und Umwelt, Handlungsoptionen für eine nachhaltige Raumentwicklung, Halle, 2003, S. 33–41.
- FRIEDRICH, G., 2002: Vergleich von Internet-GIS-Applikationen dargestellt am Beispiel verschiedener geowissenschaftlicher Nutzeranforderungen. – Dipl.-Arbeit, Martin-Luther-Universität Halle, Institut für Geographie.
- GOßMANN, H., FUEST, R., ALBRECHT, V., BAUMHAUER, R., GLÄßER, C., GLÄSER, R., GLAWION,

- R., NOLZEN, H., RIES, J., SAURER, H. & SCHÜTT, B., 2003: Online-Lernmodule zur Physischen Geographie – Das Projekt WEBGEO. – *Geographische Rundschau* **55**: 56–61.
- IHL, T. & GLÄBER, C., 2002: OFULSA – Operationalisierung von Fernerkundungsdaten für die Umweltverwaltung des Landes Sachsen-Anhalt. Anwendungsmöglichkeiten im Teilvorhaben Bergbau. – *Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Halle, Heft 37*: 43–50.
- MERK, M., 2003: Computergestützte Visualisierungen zur Erstellung einer virtuellen Exkursion auf dem Darß. – Dipl.-Arbeit, Martin-Luther-Universität Halle, Institut für Geographie.
- RAPPE, T., 2004: Entwicklung eines internetbasierten Metainformationssystems zur Archivierung von Geodaten unter Verwendung der Open Source Software MySQL und SVG. – Dipl.-Arbeit, Martin-Luther-Universität Halle, Institut für Geographie.
- SCHIERZ, H. (Hrsg.), 2001: Aufbruch zu neuen Ufern. Die Goitzsche – das weltweit größte Landschaftskunstprojekt. – Verlag Janos Stekovics, Halle.
- SCHNEIDER, C., 2002: Die Nutzungsmöglichkeiten des World Wide Web in den Geowissenschaften, dargestellt am Beispiel eines webbasierten Informationssystems zum Landschaftswandel im Gebiet des ehemaligen Salzigen Sees. – Dipl.-Arbeit, Martin-Luther-Universität Halle, Institut für Geographie.
- TRENTZSCH, H., 2001: Untersuchungen von Möglichkeiten zur computergestützten Visualisierung von Landschaftsveränderungen mit der Software ArcView, 3D-Analyst und Imagine Virtuell GIS am Beispiel der Bergbaufolgelandschaft Goitzsche-Mulde-Region. – Dipl.-Arbeit, Martin-Luther-Universität Halle, Institut für Geographie.
- WIESER, T. & THÜRKOW, D., 1999: Projektorientiertes Datenbankmanagement unter Verwendung einer relationalen Datenbank. – In: STROBL, J. & BLASCHKE, T. (Hrsg.): *Angewandte geographische Informationsverarbeitung*. – XI. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 1999, Wichmann-Verlag, Heidelberg.
- THÜRKOW, D., 2002: GIS-basierte Methoden zur Analyse der Wasserqualitätswentwicklung in Trinkwasserbrunnen am Beispiel des Einzugsgebietes der Saldenbachtalsperre (Erzgebirge). – Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle, Institut für Geographie, UFZ-Bericht 8/2002.
- URL 1: CASTLE – Computer Aided System for Teleinteractive Learning in Environmental Monitoring. <http://castle.nlr.nl/> [01.04. 2004].
- URL 2: Geoinformatik-Service. <http://www.geoinformatik.uni-rostock.de/lexikon.asp> [01.04. 2004].
- URL 3: GeoVis – Interaktive 3D-Visualisierung von Oberflächenformen und Klimaparametern zur Veranschaulichung in der Lehre – eine virtuelle Lehrveranstaltung. <http://www.geographie.hu-berlin.de/ph/morph/for/geovis/> [01.04. 2004].
- URL 4: GeovLEx – Webbasierte Geovisualisierungen, virtuelle Landschaften und Exkursionen. <http://www.geovlex.de> [01.04. 2004].
- URL 5: Gimolus – GIS- und modellgestützte Lernmodule für umweltwissenschaftliche Studiengänge. <http://www.gimolus.de> [01.04. 2004].
- URL 6: Tutorial GIS, Fernerkundung und Kartographie. <http://www.gisteam.de/support/tutorial/> [01.04. 2004].
- URL 7: WEBGEO – Webbing von Geoprozessen für die Grundausbildung Physische Geographie. <http://www.webgeo.de> [01.04. 2004].
- URL 8: geoinformation.net. <http://www.geoinformation.net> [01.04. 04]
- URL 9: Geovlex-Metadatenbank. <http://www.geovlex.de/meta/db/index.php> [01.04. 04]
- URL 10: Geovlex-Archivdatenbank. <http://www.geovlex.de/archiv/index.php> [01.04. 04]
- URL 11: Glossardatenbank des Netzwerkes WEBGEO. <http://mars.geographie.uni-halle.de/glossar/index.php> [01.04. 04]
- URL 12: WEBGEO – Lernmodule zur Beispielregion Fischland – Darß – Zingst. <http://www.webgeo.de/start/index.php?inhalt=darss&zugang=lerner&fstest=yes> [01.04. 04]

Anschriften der Verfasser

Prof. Dr. CORNELIA GLÄBER
 Institut für Geographie
 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
 D-06120 Halle (Saale)
 Tel.: ++49 (0)345-5526020
 Fax: ++49 (0)345-5527168
 e-mail: glæsser@geographie.uni-halle.de

Dr. DETLEF THÜRKOW
 Institut für Geographie
 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
 D-06120 Halle (Saale)
 Tel.: ++49 (0)345-5526023
 Fax: ++49 (0)345-5527168
 e-mail: thuerkow@geographie.uni-halle.de

Manuskript eingereicht: März 2004
 Angenommen: Juni 2004

E-Learning-GIS: Konzeption und Entwicklung einer GIS Lernsoftware

MICHAEL HEIß, Bremen

Keywords: geoinformatics, long distance learning, learning GIS, scenario, learning modules, Web layouter

Zusammenfassung: Es wird die Entwicklung einer Lernsoftware vorgestellt, die GIS Interessierten die Konzeption und Anwendung von Geographischen Informationssystemen ansprechend und leicht verständlich nahe bringen soll. Ausgehend von den angestrebten Lernzielen wird die Software modular aufgebaut und mit Hilfe eines Web Layouters technisch umgesetzt. Die so entstandenen fünf Lernmodule ermöglichen einen Einblick in die Welt der raumbezogenen Datenverarbeitung, bieten Gelegenheit, das Erlernte selbst zu üben und in einem Wissenstest zu überprüfen. Die Erfahrungen des Autors werden schließlich in einigen Empfehlungen zusammengefasst.

Summary: *e-learning-GIS: Concept and build-up of a GIS Learning Software.* e-learning-GIS refers to unexperienced persons, who are interested in Geographic Information Systems and who intend to learn something about the GIS concept and GIS-based applications. First the author describes the striven goals and the structure of the software and how a Web Layouter was used to build up the system. The so-created Learning Modules allow an insight into "GIS world" and using "GIS lab" the user takes his first practical steps. Finally the author summarises his experiences.

1 Produktidee und Zielgruppe

Die zunehmende Verbreitung von Geoinformationen erfordert einen preisgünstigen, leicht zugänglichen und attraktiven Zugang zum Thema Geographische Informationssysteme (GIS). Lernsoftware, welche die Anwendung von GIS und den Nutzen von Geodaten für Unternehmen und Verwaltung (Geodatenmarkt) vermittelt, stellt hierfür grundsätzlich ein geeignetes Medium dar. Das zu diesem Zweck von der Firma LAND+SYSTEM konzipierte und in Form einer Lernsoftware realisierte Produkt „E-Learning-GIS“ geht neue Wege zur Wissensvermittlung und Weiterbildung im Bereich der Geo-Informationstechnologie.

Als Zielgruppe konzentriert sich das Interesse insbesondere auf die große und stark wachsende Gruppe der „GIS-Anwender“, die aufgrund ihrer Aufgabenstellung mit Geoinformation immer mehr in Berührung

kommen und die für ihre Arbeiten auf Daten und Informationen zugreifen, die in der öffentlichen Verwaltung und in der Wirtschaft produziert und zur Verfügung gestellt werden. Durch die technologische Entwicklung von GIS, vor allem durch den zunehmenden Einsatz von Internettechnologie, gliedern sich die Anwender bereits heute in drei Gruppen, die „GIS Spezialisten“, die Geografische Informationssysteme konzipieren, aufbauen und administrieren, „GIS Bearbeiter“, die Geodaten erfassen, fortführen und auswerten und eben die „GIS Anwender“, die für ihre Aufgabenbearbeitung und Entscheidungsfindung GIS-Funktionen und Geodaten auswerten.

Das Spektrum der Organisationen/Unternehmen, in denen GIS/Geodaten eine Rolle spielen, ist breit und umfasst u. a.:

- Natürliche Ressourcen (Land-/Forstwirtschaft, Bergbau, Rohstoffe),

- Umweltschutz und Grünmanagement,
- Business (insb. Geomarketing),
- Logistik, Verkehr, Telekommunikation,
- Kommunale Verwaltung und Planung,
- Ver- und Entsorgung und
- Feuerwehr und Katastrophenschutz

2 Methodik

Die konzeptionellen Arbeiten wurden in die folgenden Arbeitsschritte gegliedert:

- Analyse und Bestimmung der Lernziele,
- Systemumgebung festlegen und Style generieren,
- Erstellung des Drehbuches.

2.1 Bestimmung der Lernziele, Aufbau der Lernsoftware

Gemäß der Produktidee lässt sich das oberste Lernziel wie folgt definieren: „Nach Benutzung der Lernsoftware kennt der Anwender die Grundprinzipien eines GIS und den Nutzen von Geoinformation und kann Grundfunktionen eines solchen Systems selbst anwenden“. Für die Feinkonzeption reicht dieses Ziel noch nicht aus. Die Bestimmung der Lernziele ist nämlich ein essenti-

eller Teil der Konzeption. Denn hier wird der Inhalt der Lernsoftware festgelegt, die innere Struktur bestimmt, aus der sich wichtige Parameter für die Realisierung wie z. B. die Mengengerüste ableiten lassen (was letztendlich auch Aussagen über die zu erwartenden Kosten ermöglicht).

Ein wichtiger Unterschied zwischen einer Lernsoftware und zum Beispiel einem GIS Buch besteht ja darin, dass in einer Lernsoftware nicht „Seite“ auf „Seite“ folgt, sondern die Wissensvermittlung von dem Wechsel zwischen Textinformation, Glossar, Bild und Animation lebt. Gerade die Möglichkeiten der Animation – also selbsterklärende Szenen/Filme zu liefern, in die der Anwender ggf. auch aktiv eingreifen kann – können im Buch nicht realisiert werden. Dabei gilt immer: „Weniger ist mehr“. Zu viele Animationen, zu schnelle Wechsel ermüden den Anwender, er verliert das Interesse.

Die gewünschte Abfolge und die jeweils angestrebten Lernziele werden also vorher genau definiert. Dabei spielen die Parameter wie Typ des Bildschirms (I = Informationsseite, BSP = Beispielseite etc.), Definition des Lernziels, Anzahl der benötigten Bildschirmseiten und Anzahl bzw. Nummer der

Tab. 1: Kurzbeschreibung der Module.

Name des Moduls	Kurzbeschreibung
GIS pilot	Was bietet die Lernsoftware? Überblick über die einzelnen Module; Zusammenfassung und Einführung.
GIS world	Was ist ein Geografisches Informationssystem und wie und wo wird es angewendet? Der Nutzer lernt den Aufbau eines GIS und die Strukturen von Geodaten kennen. Typische Anwendungen werden anhand von Beispielen erklärt und graphisch illustriert.
GIS labor	GIS in der Praxis. Wie funktioniert ein GIS. Anhand typischer GIS-Funktionen lernt der Nutzer die Arbeit mit dem GIS kennen. Das GIS labor hat eine eigens für die Lernsoftware entwickelte Funktionalität, die typische Arbeitsweisen eines GIS vermittelt und es dem Nutzer ermöglicht, selbstständig zu üben. Wichtig ist, dass das Modul produktunabhängig programmiert wurde, es wurde kein kommerzielles Softwareprodukt eingebunden, was die Akzeptanz der Lernsoftware bei den Zielgruppen erhöht
GIS test	Lernzielkontrolle. Habe ich das in GIS world und GIS lab Erlernte verstanden? Der Nutzer überprüft anhand von verschiedenen Aufgaben sein Wissen und Können. Der Test wird bewertet.
GIS lexikon	Die im Rahmen der Lernsoftware genutzten Begriffe werden übersichtlich und leicht auffindbar erläutert

Flash-Animation eine wichtige Rolle. Da eine Lernsoftware in der Regel modular aufgebaut ist, werden die Lernziele Modul für Modul definiert. E-Learning-GIS ist in die folgenden Module aufgeteilt, die, ausgehend von einer Start- und Willkommenseite, vom Anwender aufgerufen werden können.

2.2 Systemumgebung und Style



Grundlage für den Aufbau der Lernsoftware ist ein Web-Layouter, in dem die Struktur von E-Learning-GIS angelegt wird und der die programmierten Bildschirmseiten zur Verfügung stellt, die auf die Anforderungen der Lernziele hin ausgerichtet wurden (Info-Seiten, Beispielseiten, Hilfeseite, Menüseite etc.). Verwendet wurde das Redaktionssystem WBT-Layouter der Firma Engram. Die Software unterstützt die Benutzernavigation und ermöglicht den Aufbau einer Lernzielkontrolle. Verschiedene Aufgabentypen werden angeboten (Multiple Choice/Drag&Drop/Lückentext etc.; wichtig für das Modul GIS test). Da die Programmierung der Animationen und der komplette Aufbau mit Hilfe des Web-Layouter von LAND + SYSTEM durchgeführt wurde, ist es wichtig, dass das gewählte Redaktionssystem möglichst viele Freiheiten lässt. Deshalb wurde im Vorfeld des Projektes die Verwendung unterschiedlicher Redaktionssysteme geprüft. Auch die Programmierung eines eigenen Redaktionssystems wurde erwogen. Die Kombination aus einem flexiblen Web-Layouter, der auch schon Praxistauglichkeit nachweisen konnte, mit der eigenen Softwareentwicklung wurde für E-Learning-GIS der Vorzug gegeben. Die Zusammenarbeit mit der Firma *engram* erwies sich dabei als guter Griff. Für die Lernsoftware wurde ein eigener Style entworfen und umgesetzt. Der Style beinhaltet den Aufbau der Seiten, das Layout (Farbgebung, Strukturen) und die Navigation. Für die Umsetzung der komplexen GIS-Funktionalität (Modul GIS-labor) und die Realisierung der Animationen (v.a. GIS-world) wird Flash-Programmierung eingesetzt.

2.3 Drehbuch

Im Drehbuch werden die einzelnen Bildschirmseiten mit Angaben zum Text bzw. den dargestellten Bildern oder Animationen im Detail festgelegt. Dies soll an einem Beispiel aus dem Modul GIS labor gezeigt werden. Jeder Gliederungspunkt wird im Drehbuch beschrieben. Die Benutzerinteraktion wird in ihren einzelnen Schritten festgelegt, wie es die Abb. 1 und die Tab. 4 für GIS Funktionen zur Veränderung der Darstellung zeigen.

Auf der Drehbuchseite wird – so exakt wie möglich – das Erscheinungsbild der Animation wiedergegeben, um einen möglichst realistischen Eindruck der gewünschten Animation zu bekommen (vgl. Abb. 2).

Tab. 2: Funktionssymbole und Erläuterungen zu verschiedenen GIS Funktionen zur Veränderung der Darstellung.

	Mit der Zoom In Funktion können sie sich entweder in kleinen Schritten, oder auf einen frei definierbaren Ausschnitt in die Karte hinein zoomen.
	Mit der Zoom Out Funktion verkleinern Sie die Ansicht.
	Mit dieser Schaltfläche können sie die Karte wieder zentrieren und optimal skalieren.

3 Ergebnisse

Das Projekt wurde mit der Fertigstellung der 1. Version der Lernsoftware mit dem Namen E-Learning GIS zum 30. Juni 2001 abgeschlossen. Das Produkt ist als CD-ROM erhältlich, es ist aber auch möglich, über die eigens dafür eingerichtete Domain ein Benutzerkonto im Internet einzurichten. Auf der Homepage von LAND + SYSTEM (www.land-system.de) wurde ein eigener Demo-Bereich eingerichtet, wo man das Produkt kennen lernen kann.

Die Lernsoftware ist in 5 Module gegliedert. Das Modul GIS welt liefert das theoretische Wissen. In 5 Kapiteln werden die grundlegenden Aspekte der Technologie vermittelt. Bemerkenswert sind hier vor allem die Animationen, die den Nutzern auf spielerische Weise raumbezogene Anwendungen nahe bringen und auch komplexere Zusammenhänge, sinnvoll gegliedert, verständlich machen. So wurde zum Beispiel der Vorgang einer GPS gestützten Gewässer-

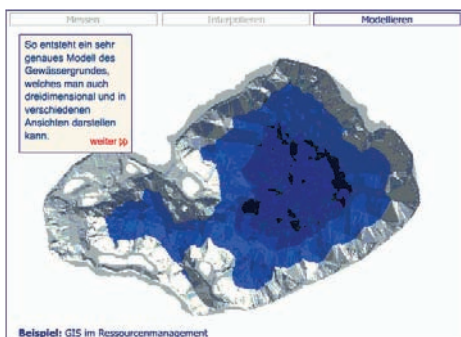
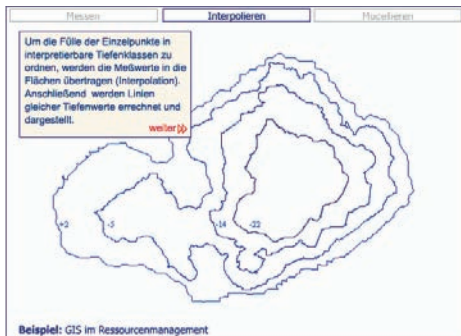
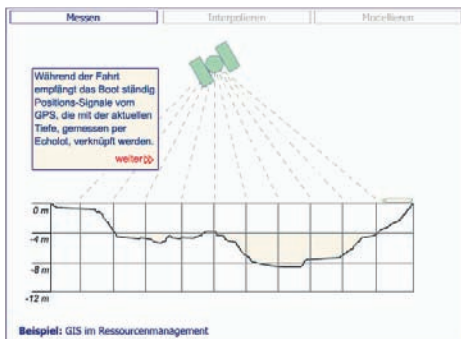


Abb. 1: Animierte Anwendungen im Modul GIS welt. Die Abbildung zeigt drei Szenen aus einer GPS gestützten Gewässer-

servermessung in verschiedene Szenen gegliedert animiert dargestellt (vgl. Abb. 1).

Im Modul GIS labor steht die praktische Anwendung im Vordergrund („learning by doing“), die GIS-Funktionalität geschickt mit multimedialer Anwendung verknüpft. Der Benutzer lernt die Grundfunktionen eines Geographischen Informationssystems in einer realen Umgebung kennen, wird aber von der Anwendung unterstützt und kann so, Schritt für Schritt, sein Lernziel erreichen. Als Kern der Lernsoftware wurde das GIS labor von LAND+SYSTEM selbst programmiert und basiert nicht auf einem kommerziell erhältlichen GIS Produkt. Neben diesen beiden Hauptmodulen führt ein Modul GIS pilot in die Anwendung ein, im Modul GIS test wird eine Lernzielkontrolle durchgeführt und im GIS lexikon können die Nutzer Begriffe „nachschlagen“.

Das angestrebte Ziel, ein attraktives, abwechslungsreiches Lernsystem zu schaffen, welches den Anwender zur Mitarbeit aktiviert, konnte mit E-Learning-GIS erreicht werden. Dies bestätigen auch die in der Mehrzahl positive Kritik und die Nachfrage nach dem Produkt. Folgende Erfahrungen, die der Autor beim Aufbau der Lernsoftware gemacht hat, können vielleicht bei ähnlich gelagerten Projekten hilfreich sein:

- Es ist wichtig, die geplanten Lernziele klar zu definieren und dem Anwender deutlich zu machen, was ihn erwartet. Auf Grund der hohen Kosten zur Erstellung einer

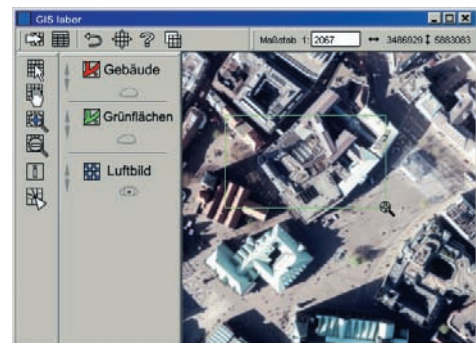


Abb. 2: „Learning by doing“ im Modul GIS labor. Die Abbildung zeigt eine realistische Nachbildung einer Programmoberfläche mit Funktions- und Darstellungsbereich.

Lernsoftware ist dieser Punkt nicht nur aus didaktischen, sondern auch aus wirtschaftlichen Gründen elementar.

- Es ist wichtig, dass der Lernende selbst entscheiden kann, wie er im Programm fortfährt. Die Lernsoftware gibt zwar einen Weg vor (z. B. zunächst Modul GIS welt, dann erst GIS labor), aber sollte dem Anwender die Freiheit lassen, seinen Weg selbst zu wählen.
- Motivation ist wichtig. Erfolgserlebnisse während des Lernens geben dem Anwender das Gefühl, seinen Lernweg kontrollieren zu können (Modul GIS test).
- Lernsoftware zu erstellen ist sehr personalaufwändig und somit kostenintensiv. Es ist deshalb kein Zufall, dass der Einsatz von Lernsoftware im kommerziellen Bereich sich derzeit auf große Unternehmen oder Verwaltungen beschränkt. Um den hohen Aufwand zur Qualifizierung von Mitarbeitern (z. B. Außendienstmitarbeiter eines Pharmaunternehmens) zu reduzieren, wird Lernsoftware eingesetzt, die sich unter diesen Umständen schnell amortisiert. Dies könnte sich in Zukunft ändern, wenn auf dem Geodatenmarkt eine große Zahl von Anwendern ange-

sprochen werden muss, oder wenn spezifische Anwendungen (v.a. web-basierte Fachsysteme) den Einsatz von Lernsoftware erfordern.

Danksagung

Es soll an dieser Stelle hervorgehoben werden, dass der erfolgreiche Abschluss des Projektes mit dem Produkt „E-Learning GIS“ ohne die großzügige Förderung durch die Bremer Innovationsagentur (BIA) in dieser Form nicht möglich gewesen wäre. Dafür möchte sich die Firma LAND+SYSTEM auch an dieser Stelle bedanken.

Anschrift des Autors:

Dr. MICHAEL HEIß, LAND+SYSTEMS
Geo-Informationstechnologie GmbH
Mary-Somerville Straße 1, D-28359 Bremen
Tel.: 0421-168790, Fax: 0421-16879-11
e-mail: heiss@land-system.de
www.land-system.de

Manuskript eingereicht: Mai 2004
Angenommen: Juni 2004

Interaktives Lernmodul zur raumbezogenen Visualisierung statistischer Daten

MARCO L. ZEHNER & RALF BILL, Rostock

Keywords: e-learning, spatial visualization, statistical data

Zusammenfassung: Der vorliegende Beitrag stellt zunächst kurz das BMBF-Projekt „Norddeutscher Methodenlehre-Baukasten“ vor und geht dann auf das darin integrierte spezielle Lernmodul zur raumbezogenen Visualisierung amtlicher statistischer Daten ein.

Summary: *An Interactive Learning Program for Spatial Visualization of Statistical Data.* The following article introduces the research project “Norddeutscher Methodenlehre-Baukasten”, a learning program dealing with statistical methods. One specific learning module is dedicated to the spatial visualization of statistical data.

1 Das Projekt „Norddeutscher Methodenlehre-Baukasten“

Im multidisziplinären Projekt „Norddeutscher Methodenlehrebaukasten“ des Verbundes norddeutscher Universitäten wurde im Rahmen des Fördervorhabens „Neue Medien in der Bildung“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) ein Lernmodul für die raumbezogene Visualisierung statistischer Daten entworfen, umgesetzt und in der Lehre angewendet. Partner in diesem Projekt sind:

- Universität Bremen mit den Disziplinen Mathematik und Informatik, Soziologie und Psychologie,
- Universität Hamburg mit den Disziplinen Hochschuldidaktik (Konsortialführung Prof. SCHULMEISTER), Medizin, Psychologie und Informatik,
- Universität Greifswald mit der Disziplin Psychologie sowie die
- Universität Rostock mit den Disziplinen Informatik, Medizin, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften sowie Landeskultur und Umweltschutz.

An der Professur für Geodäsie und Geoinformatik wurde im Rahmen des For-

schungsprojektes ein Lernmodul zur raumbezogenen Visualisierung statistischer Daten entwickelt.

Der METHODENLEHRE-BAUKASTEN (MLBK) ist ein modulares Lehr-Lernprogramm für den Themenbereich „Methodenlehre und Statistik“. Von seinem Anforderungsprofil und seinen Beispielen, Übungen und Texten her zielt der MLBK auf Studierende der Psychologie, der Soziologie, der Medizin, der Erziehungswissenschaft und der Wirtschaftswissenschaft. Gleichzeitig bietet der Methodenlehre-Baukasten Lehrenden Unterstützung bei der Planung und Durchführung von Lehrveranstaltungen in verschiedenen Lehr-Lern-Settings, sowohl in der Präsenz- als auch in der virtuellen Lehre. Der Methodenlehre-Baukasten bietet Methoden und Modelle zum Lernen der Methodenlehre an, diese schließt die Statistik ein. Der modulare Aufbau ermöglicht es Lehrenden und Lernenden, Inhalte, Beispiele und Übungen jederzeit in Umfang und Fachbezug zu variieren. Dabei steht ein durchgängiger Anwendungsbezug für die wissenschaftlichen Inhalte im Vordergrund, der die Studierenden motivieren soll, einen Sinnbezug der Methodenlehre für sich zu konstituieren. Auf dem Konzept des entde-

ckenden Lernens basierend bietet das Lernprogramm den Studierenden die Möglichkeit, anhand realer Forschungsdaten und fachspezifischer Zugänge zu aktuellen wissenschaftlichen Fragestellungen ihr Verständnis der Statistik und Methodenlehre ausgehend von ihren naiven Konzepten in kleinen kognitiven Schritten hin zu einem wissenschaftlichen Verständnis zu erweitern. Der Methodenlehre-Baukasten ist ein interaktives Lehrprogramm für Methodenlehre und Statistik, das versucht, mit Hilfe didaktischer Interventionen dem Phänomen „Statistikangst“, das speziell unter Studierenden der Geistes- und Sozialwissenschaften identifiziert wurde, entgegenzuwirken.

Im Kern des Softwaresystems stehen interaktive Übungen zum Selbstlernen, die gezielt dafür entwickelt werden, die kognitiven und effektiven Probleme der Studierenden beim Lernen der Methodenlehre und Statistik anzusprechen und abzubauen. Daneben existiert ein Buch als Begleittext sowie ein Glossar zum Nachschlagen von Begriffen.

2 Die technische Basis des Lernmoduls „Raumbezogene Visualisierung statistischer Daten“

Die interaktive Lernumgebung für den MLBK wird in einer Online-Internet-Umgebung umgesetzt. Der Aufbau ist modular, so dass bei späterer Nutzung je nach Fachdisziplin ein eigener Lernpfad mit den verschiedenen Modulen zusammengestellt werden kann. Beispiele und Übungen sind ebenfalls fachspezifisch und freiwählbar. Das vorliegende Teilprojekt zur Visualisierung wird am Fachbeispiel der Bevölkerungsstatistik umgesetzt. Die Rahmenfrage und die Daten sind so aufgebaut, dass diese vom jeweiligen Dozenten austauschbar sind.

Die Lerninhalte werden mit Hilfe eines Autorensystems in eine MySQL-Datenbank gespeichert, die ebenfalls den modularen Aufbau unterstützt. Die komplexen Strukturen werden auf der Internetseite mit der serverseitigen Skriptsprache PHP dargestellt. Interaktive Übungen mussten zum Großteil eigenständig programmiert werden. In der ersten Phase wurden verschiede-

ne neue Technologien zur Realisierung der interaktiven Übungen erprobt. Hierzu zählen vor allem auf der Clientseite Java-Anwendungen, SVG- und Flash-Elemente.

Java-Anwendungen können bei entsprechender Programmierung auf der Clientseite hochgradig interaktiv umgesetzt werden. Für die Darstellung von Geodaten bietet sich dabei die Nutzung der JAVA-Bibliothek Geotools an. Geotools ist seit 1996 ein Projekt der University of Leeds und beinhaltet eine umfangreiche Klassenbibliothek zum Auslesen und Darstellen von Geo- und Sachdaten. Zur Umsetzung müssen eigene Anwendungen entwickelt werden, worin die Funktionalitäten der Geotools genutzt werden können. Im Modul Visualisierung wurde damit eine Reihe von Lerneinheiten umgesetzt. Die Umsetzung erfolgte recht einfach, weil in einem Java-Applet nur die verschiedenen Komponenten zusammengestellt werden müssen. Zusätzliche Interaktionen wurden mit der Java-eigenen Bibliothek Swing umgesetzt. Die Applets wurden alle parametrisiert und werden dynamisch aufgerufen, so dass eine Mehrfachverwendbarkeit gegeben ist. Problematisch erwies sich allerdings, dass bei größeren Anwendungen mit realen Daten die Ladezeit und die Anforderungen an den Clientrechner enorm stiegen. Die Darstellung der z. B. rund 1000 Gemeinden in Mecklenburg-Vorpommern konnte nicht in einer zumutbaren Zeit angezeigt werden. Als Obergrenze stellten sich hier die Amtsgrenzen heraus. Zur Nutzung der Javafunktionalität ist eine aktuelle Version der Java-Runtime-Umgebung notwendig.

Eine weitere offene Umgebung für die interaktive Visualisierung von Geodaten ist SVG. SVG (Scalable Vector Graphics) ist eine Sprache, um zweidimensionale Grafiken in XML zu beschreiben. Es finden sich bereits verschiedene Normierungen beim W3C und es kann davon ausgegangen werden, dass SVG sich als Standard in allen zukünftigen Browserversionen durchsetzt. Die hoch entwickelten interaktiven SVG-Anwendungen sind mit Hilfe einer ergänzenden Skript-Sprache umgesetzt worden. Der volle Zugriff auf das SVG Document Object Mo-

del (DOM) ist z. B. mit dem hier angewendeten JavaScript möglich. Damit kann ebenfalls gleichzeitig auf alle weiteren XHTML- und SVG-Elemente innerhalb der gleichen Webseite zugegriffen werden. Die SVG-Anwendungen sind qualitätsfrei skalierbar und somit besonders bei kleingliedrigem Anzeigen geeignet. Die Dateigröße ist durch Text-Komprimierung relativ klein und verursacht dahingehend kaum Wartezeiten. Dadurch, dass SVG ein Ableger von XML ist und damit auf reinen ASCII-Dateien beruht, können die SVG-Anwendungen dynamisch mit PHP in der Internetoberfläche erzeugt werden. Hierbei werden die Geodaten im offenen Standard GML (Geographic Markup Language) in der MySQL-Datenbank abgelegt und je nach Interaktion angezeigt. Es kommt das Prinzip vom OpenSVG MapServer (www.carto.net) zur Anwendung.

Zur Berechnung von statistischen Kennzahlen wurde R genutzt. R ist eine Entwicklung der Universität Auckland und eine Computersprache für statistische Analysen. R kann in verschiedene Anwendungspakete eingebunden werden. Über die CGI-Schnittstelle des Webservers können die Funktionen von R dynamisch aufgerufen werden, wobei R direkt auf die Sachdaten in der Datenbank zugreifen kann.

Im Ergebnis hat sich für die hiesige Anwendung die Kombination aus MySQL/PHP und SVG als geeignet und performant genug herausgestellt und in Weiterentwicklungen werden nur noch diese freien Produkte für die Visualisierung eingesetzt.

3 Zur Nutzung des Lernmoduls „Raumbezogene Visualisierung statistischer Daten“

Ziel der Lerneinheit ist es, raumbezogene thematische Kartographie zur Verdeutlichung statistischer Zahlensammlungen aus dem Bereich der Bevölkerungsstatistik kennen zu lernen. Gegenstand der Bevölkerungsstatistik ist die Anwendung statistischer Methoden und Verfahren zur zahlen-

mäßigen Erfassung, Darstellung, Analyse und Interpretation des Bevölkerungsstands und seiner Entwicklung. Kaum ein Datenanalytiker wird bezweifeln, dass graphische Darstellungen statistischer Maße oder daraus berechneter Größen deren Interpretation oft erheblich erleichtern. Bei größerer Anzahl von Datenpunkten sind Graphiken anstelle von Tabellen die zweckmäßige und anschauliche Visualisierung. Speziell zur Darstellung von raumbezogenen Verteilungen der Bevölkerung lassen sich raumbezogene grafische Visualisierungstechniken sinnvoll einsetzen, da hiermit räumliche Gegebenheiten besser erkannt werden können.

In den interaktiven Übungen lernt der Studierende verschiedene statistische Maßzahlen aus der Bevölkerungsstatistik kennen und wandelt diese später in relative und absolute kartographische Darstellungen um. Er beschäftigt sich mit Fragen der Klassenbildung, der Aggregation auf unterschiedlichsten Ebenen und mit verschiedenen Darstellungsformen (von Symbolen über Farbabstufungen bis zu Diagrammen und Zeitreihen). Spielend lernt er dabei wichtige Grundzüge der thematischen Kartographie kennen.

Eine Testversion steht unter <http://methoden.informatik.uni-rostock.de/lektionen> zur Verfügung. Vor dem Starten sollten Sie die wichtigen Hinweise beachten, da das Lernpaket gewisse Voraussetzungen hinsichtlich SVG und Java besitzt, die vorher durch Download von den auf der Internetseite angegebenen Stellen sicherzustellen sind. Danach wählen Sie „Räumliche Visualisierung“ und starten das Lernmodul. In der linken Menüleiste wählen Sie nochmals „Räuml. Visualisierung“. Anschließend können Sie das Lernmodul kapitelweise durcharbeiten. Beachten Sie auch, dass es ein Glossar und ein Buch dazu gibt.

Danksagung

Die Autoren danken dem BMBF für die Förderung der Projektarbeiten unter dem Förderkennzeichen NM 108A.

Anschrift der Autoren:

Prof. Dr.-Ing. RALF BILL

Dipl.-Ing. MARCO L. ZEHNER

Universität Rostock, Institut für Management
ländlicher Räume,

Professur für Geodäsie und Geoinformatik

Justus-von-Liebig-Weg 6, D-18059 Rostock

Tel.: 0381-4982187, Fax: 0381-4982188

e-mail:

{ralf.bill;marco.zehner}@auf.uni-rostock.de

Manuskript eingereicht: Mai 2004

Angenommen: Juni 2004

Berichte zum Thema E-Learning

UNIGIS Fernstudien – E-Learning Online

Gerade in Technologie-orientierten Qualifikationsfeldern wie der Geoinformatik bietet sich die Nutzung des Computer-Arbeitsplatzes nicht nur als fachliches Werkzeug sondern auch als Lernmedium besonders an. Dazu kommt die Tatsache, dass in berufspraktisch relevanten und einer raschen Weiterentwicklung unterliegenden Disziplinen ein hoher Grad an Flexibilität beim Wissenserwerb gefordert ist – E-Learning entspricht diesen Rahmenbedingungen in hohem Maße.

An der Universität Salzburg wurde das UNIGIS-Fernstudienprogramm seit 1993 in Zusammenarbeit mit britischen und niederländischen Universitäten entwickelt und seither mit zahlreichen weiteren internationalen Partnern kontinuierlich ausgeweitet (siehe: www.unigis.net). Gemeinsamer Nenner dieser Studienangebote ist ein einheitlicher Curriculum, der Charakter von Fernstudien und die zentrale Zielgruppe berufstätiger GIS-Anwender.

Am Zentrum für GeoInformatik Salzburg werden zwei Varianten dieser mittlerweile breit anerkannten postgradualen Weiterbildung angeboten: der einjährige UNIGISprofessional Zertifikatslehrgang, und das zweijährige Studium mit Abschluss als Master of Science in Geographic Information Science (Msc GISc). Gemeinsam ist beiden Programmen, dass das Studium zur Gänze online absolviert wird, mit kurzen Präsenzphasen die insbesondere dem Aufbau und der Intensivierung persönlicher Kontakte zwischen allen Beteiligten gewidmet sind.

Während E-Learning auch in Präsenzstudien eine zunehmend wichtige Rolle spielt und etwa in Form des „blended learning“ eine Flexibilisierung und Schwerpunktbildung ermöglicht, ergeben sich durch die Nutzung der Reichweite des Internet her-

vorragende Chancen für Interessenten, denen aus beruflichen, familiären oder einfach örtlichen Gegebenheiten die Absolvierung eines Regelstudiums nicht möglich ist. E-Learning ist daher eine Basis für Fernstudien, jedoch nicht mit diesen gleichzusetzen: Erst mit dem Aufbau einer entsprechenden institutionellen und fachlichen Infrastruktur kann effektives Lernen online gewährleistet werden.

Gerade für Fernstudien ist persönlicher Kontakt unentbehrlich. Dies gilt für die Interaktion in Lerngruppen ebenso wie für die Betreuung durch Tutoren, den Kontakt mit Lehrenden und auch zur Berufspraxis. Virtuelle Lernwelten dürfen nicht anonymisieren, sondern müssen im Gegenteil verbinden und vernetzen: erfolgreiches E-Learning verläuft nicht primär an der Schnittstelle zwischen Lernenden und digitalen Dokumenten und Medien, sondern im gesamten Kommunikationsfeld eines Fernstudiums. Der Arbeitsplatzrechner dient dabei weniger als ‚media player‘, sondern als Zugangspunkt zur vernetzten Lernwelt.

Zurück zu E-Learning für GIS: Wie in jeder Methodendisziplin spielt die Koppelung konzeptuellen Wissens an dessen praktische Anwendung eine zentrale Rolle. E-Learning in GIS besteht nicht nur aus Kommunikation und Wissenserwerb aus Lernmedien, sondern vorrangig auch aus der Erarbeitung von Methodenkompetenz und Anwendungswissen auf der Basis fachspezifischer Software. UNIGIS arbeitet hier mit marktführenden Softwareherstellern zusammen, um Studierenden professionelle Anwendungssoftware zur Nutzung am Arbeitsplatzcomputer wie auch online als Web-Dienste zur Verfügung stellen zu können.

UNIGIS Curricula decken den Gesamtbereich von konzeptuellen Grundlagen über Datenmodelle, Datenerfassung, Analysemethoden und kartographischer Kommunikation bis zu Projektorganisation, verteilten Systemen und Applikationsentwicklung ab.

Ergänzt werden diese Kernfächer von Wahlmodulen für Methoden (z. B. Fernerkundung) und Anwendungsfeldern (z. B. Landschaftsökologie). Zur Unterstützung des Aufbaus von softwarespezifischen Bedienungsfertigkeiten wird eng mit Diensten wie einem ‚Virtual Campus‘ oder einer ‚Online University‘ von Softwareanbietern zusammengearbeitet.

Organisationsformen im Bildungswesen unterliegen heute strukturellem Wandel, bei E-Learning sind die Rollen von Autoren, moderierenden Betreuern und Lernenden rund um die Drehscheibe einer verteilten Organisation ‚Universität‘ angeordnet. Damit ist es den UNIGIS-Studien gelungen, vielen hundert Absolventen eine beruflich attraktive und fachlich anerkannte Qualifi-

kation in einem sich dynamisch entwickelnden Fachbereich zu bieten. Lebenslanges Lernen bedeutet kontinuierliche Weiterbildung, dafür wiederum sind E-Learning und Fernlehre immer wichtigere Bausteine!

Weitere Informationen: www.unigis.ac.at,
www.unigis.ac.at/club

JOSEF STROBL, Salzburg

Anschrift des Autors:

Dr. JOSEF STROBL, Universität Salzburg
Z—GIS Zentrum für Geoinformatik
Institut für Geographie und angewandte Geoinformatik
Hellbrunnerstrasse 34, A-5020 Salzburg,
Österreich, e-mail: Josef.Strobl@sbg.ac.at
Tel.: +43-662-80445203, Fax: 662-8044525

FerGI – ein aktuelles E-Learning Projekt in Deutschland



„Fernstudienmaterialien Geoinformatik“ (kurz FerGI) ist eines der größten zurzeit laufenden E-Learning-Vorhaben im Bereich der Geoinformatik. Ziel von FerGI ist es, ein hoch qualitatives Angebot für die Ausbildung an Hochschulen sowie für Weiterbildungszwecke zu erzeugen. Inhaltlich wird der Schwerpunkt auf aktuelle und spezielle Themen der Geoinformatik und Fernerkundung gelegt, die in Lehrbüchern bisher noch nicht oder kaum behandelt worden sind. Hierbei entstehen kleine, flexibel einsetzbare Module, die unter verschiedenen Lernplattformen eingesetzt werden können bzw. prototypisch bereits erfolgreich getestet worden sind.

In diesem Verbundprojekt arbeiten Partner aus zwei niedersächsischen Kompetenzzentren zusammen: Die fachliche Expertise für FerGI wird vom Kompetenzzentrum für

Geoinformatik (GiN) bzw. seinen Partnern der Universitäten Hannover und Osnabrück, der Hochschule Vechta sowie der Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven beigesteuert. Die mediendidaktische Expertise stellt das Kompetenznetzwerk VIA-Online, hier vertreten durch die Universität Hildesheim, bereit. Die Koordination des Projektes liegt beim Forschungszentrum für Geoinformatik und Fernerkundung (FZG) der Hochschule Vechta. Wissenschaftliche Leiter des Projektes sind Prof. Dr. MANFRED EHLERS (Vechta) und Dr. ERWIN WAGNER (Hildesheim), technischer Leiter ist PD Dr. JOCHEN SCHIEWE (Vechta). Die Förderung des Projektes erfolgt im Rahmen des Programms „Fernstudium“ der Bund-Länder-Kommission zu gleichen Teilen vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur.

Nähere Informationen zum Projekt FerGI sind auf der Homepage bzw. direkt beim technischen Projektleiter PD Dr.-Ing. JOCHEN SCHIEWE (e-mail: jschiewe@fzg.uni-vechta.de) erhältlich.

JOCHEN SCHIEWE, Vechta

Projektübergreifende Aktivitäten des DGPF-Arbeitskreises „Ausbildung“ im Bereich E-Learning

Themen des Arbeitskreises

Der Arbeitskreis „Ausbildung“ der DGPF befasst sich mit den vielfältigen Aspekten der Aus- und Weiterbildung im Bereich Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation, im Besonderen mit

- der Beobachtung von Aus- und Weiterbildungsangeboten,
- der Beobachtung und Bewertung neuer Lehr- und Lernmethoden,
- nationalen und internationalen Kooperationen sowie
- der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses (z. B. durch die Verleihung des Nachwuchs-Förderpreises).

Nähere Informationen zu den Aktivitäten des Arbeitskreises gibt die Homepage www.fzg.uni-vechta.de/dgpf.

Als zentraler Interessenschwerpunkt hat sich in den letzten beiden Jahren die Beschäftigung mit *E-Learning-Angeboten* herausgestellt – das Erscheinen dieses Schwerpunktheftes (wohl das erste seiner Art zum Thema Aus- und Weiterbildung in unseren Disziplinen!) belegt dies ausdrücklich. Aus diesem Grund sollen im Folgenden auch die entsprechenden, projektübergreifenden Aktivitäten des Arbeitskreises „Ausbildung“ näher vorgestellt werden.

Workshop „E-Learning in Geoinformatik und Fernerkundung: Status und Perspektiven“

Im Februar 2004 veranstaltete der DGPF-Arbeitskreis in Kooperation mit dem Deutschen Dachverband Geoinformation (DDGI) sowie dem Kompetenzzentrum für Geoinformatik (GiN) einen zweitägigen Workshop in Vechta, der einen Überblick über den aktuellen Stand von E-Learning-Angeboten gab sowie eine intensive Diskussion künftiger Strategien und Kooperationsmöglichkeiten anregte. Es ist offensichtlich, dass die Erstellung, Nutzung und

Bewertung von E-Learning-Materialien ein sehr komplexes und interdisziplinäres Feld darstellt, in dem inhaltliche, organisatorische, didaktische, technische und wirtschaftliche Aspekte berücksichtigt werden müssen. Demzufolge leisteten bei diesem Workshop nicht nur Geoinformatiker mit einer umfangreichen Expertise im Bereich E-Learning, sondern auch namhafte Experten aus der Mediendidaktik, Psychologie, Ökonomie oder dem Verlagswesen ihre Beiträge. Ergebnisse des Workshops (siehe hierzu auch den Bericht von T. CHRISTIANSEN im PFG-Heft 3/2004, S. 243ff.) sind inzwischen auch in Buchform beim Wichmann-Verlag veröffentlicht worden*.

Projektübergreifende E-Learning-Initiative Geoinformatik (PELIG)

Beim Vechtaer Workshop wurde einmal mehr deutlich, dass momentan viele ambitionierte und erfolgreiche E-Learning-Projekte enden, ohne dass die nachhaltige Pflege und Nutzung der erstellten Materialien und Lernumgebungen gewährleistet ist. Angesichts der immer geringer werdenden öffentlichen Förderung drohen sowohl ein „brain drain“, d. h. der Verlust des in den letzten Jahren aufgebauten Wissens der Entwickler, als auch ein „material drain“, d. h. die schleichende Veralterung bis hin zum Verlust der E-Learning-Module.

Aus dieser Problematik heraus wurde auf Initiative des DGPF-Arbeitskreises die Projektübergreifende E-Learning – Initiative Geoinformatik (PELIG) ins Leben gerufen, die sich zum Ziel gesetzt hat, Kooperationsmöglichkeiten zwischen möglichst allen Akteuren im deutschsprachigen Raum zu sondieren und umzusetzen. Zentrale Aufgaben der PELIG, die auf eine freiwillige und kostenlose Teilnahme der Mitwirkenden aufbaut, bestehen in

- der Erstellung und Bekanntmachung von gebündelten Übersichten der bisher er-

* SCHIEWE, J. (Hrsg.): E-Learning in Geoinformatik und Fernerkundung. Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg, 190 S., mit CD-ROM



Teilnehmer der ersten PELIG Lehr-/Lernwerkstatt „E-Learning in der Geoinformatik Inside“ in Gießen unter Leitung von Professor U. GLOWALLA (stehend, 2. v.l.)

stellten Aus- und Weiterbildungsangebote sowie

- der Diskussion und Umsetzung von Voraussetzungen zum Austausch von Materialien – sowohl von „atomaren Bestandteilen“, als auch ganzen Modulen.

Nach einem ersten Treffen in Bonn wurde im Juni 2004 die erste, sehr erfolgreich verlaufende PELIG Lehr-/Lernwerkstatt „E-Learning in der Geoinformatik Inside“ an der Universität Gießen veranstaltet, bei der unter Leitung von Professor U. GLOWALLA (Instruktionspsychologie) eine detaillierte Analyse aus Anwender- und Entwicklersicht in die Module von vier ausgewählten Projekten erfolgte und somit eine Basis geschaffen wurde, um über eine intensive Vernetzung der Angebote zu sprechen. Die Ergebnisse dieses Workshops werden in Kürze in Form einer NetLecture CD-ROM veröffentlicht werden.

Nähere Informationen zur PELIG, die gerne noch weitere Mitwirkende aufnimmt und auch als Diskussionsforum dienen soll, sind unter der o.g. Homepage oder direkt

beim Arbeitskreisleiter (e-mail: oder Telefon: 04441/15558) erhältlich.

JOCHEN SCHIEWE, Vechna

Grundwissen GIS Neue Lernsoftware für GIS-Einsteiger in Schule und Weiterbildung

In Zusammenarbeit mit der Intergraph (Deutschland) GmbH und dem Institut für Kommunale Geoinformationssysteme e.V. (IKGIS), Darmstadt, bringt der Bernhard Harzer Verlag, Karlsruhe, die multimediale Lernanwendung „Grundwissen GIS“ heraus. Dieses Lehrbuch vermittelt zum einen das Grundlagenwissen zu Geographischen Informationssystemen (GIS), zum anderen werden in praktischen Übungen die Anwendungsmöglichkeiten und der Nutzen von GIS anschaulich dargestellt.

Herausgeber: Institut für Kommunale Geoinformationssysteme e.V. (IKGIS), Darmstadt 2004. CD-ROM für WIN. In Kassette. ISBN 3-9808493-1-7.

BERNHARD HARZER, Karlsruhe

CARBON-3D – an International Earth Observation Mission for Global Biomass Mapping for an Improved Understanding of the CO₂ Balance

CHRISTIANE SCHMULLIUS, SÖREN HESE & WOLFGANG LUCHT, Jena

Keywords: remote sensing, biomass, Lidar, carbon, global change, biosphere models, CARBON-3D, CO₂

Summary: Understanding global climate change and developing strategies for sustainable use of our environmental resources are major scientific and political challenges. In response to an announcement of the German Aerospace Center (DLR) for a national Earth observation mission, the Friedrich-Schiller University Jena and the JenaOptronik GmbH proposed the EO-mission CARBON-3D. The data products of this mission will for the first time accurately estimate above-ground biomass globally, one of the most important parameters of the carbon cycle. Simultaneous acquisition of multi-angle optical with LIDAR (Light Detection and Ranging) observations is unprecedented. This innovative mission will reduce uncertainties about net effects of deforestation and forest re-growth on atmospheric CO₂ concentrations and will also provide key biophysical information for biosphere models.

Zusammenfassung: CARBON-3D – eine internationale Erdbeobachtungsmission zur globalen Biomassenkartierung für ein verbessertes Verständnis der Treibhausgasbilanz.

Das Verständnis des globalen Klimawandels und die Entwicklung von Strategien für die nachhaltige Nutzung unserer Umwelt sind die derzeit wichtigsten wissenschaftlichen und politischen Herausforderungen. Als Antwort auf einen Aufruf des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) zu einer nationalen Erdbeobachtungsmission schlagen die Friedrich-Schiller-Universität Jena zusammen mit der JenaOptronik GmbH die Mission „CARBON-3D“ vor, mit deren Daten erstmalig die terrestrische Biomasse, einer der wichtigsten Parameter des Kohlenstoffkreislaufs, präzise bestimmt werden kann. Der simultane Einsatz eines multidirektionalen optischen Sensors mit einem LIDAR-Sensor wird die Unsicherheiten über die Effekte von Abholzung und Wiederaufforstungen auf den atmosphärischen CO₂-Gehalt reduzieren. Dadurch wird eine entscheidende Validierungsgrundlage für die Modellierung der zukünftigen Entwicklung der CO₂-Quellen und -Senken durch Biosphärenmodelle gegeben.

1 Introduction

Understanding climate change processes and developing strategies for sustainable use of our environment to combat climate change on a global scale is a major scientific and political challenge. In response to a call of the German Aerospace Centre (DLR) the Friedrich-Schiller University Jena and the JenaOptronik GmbH proposed the EO-

mission “CARBON-3D” for global biomass mapping.

CARBON-3D improves knowledge about spatio-temporal patterns and magnitudes of major carbon fluxes between land, atmosphere and oceans, and allows to quantify above-ground stocks. Since land use, land use change and forestry activities as well as vegetation response to enhanced levels of atmospheric CO₂ are major influences on

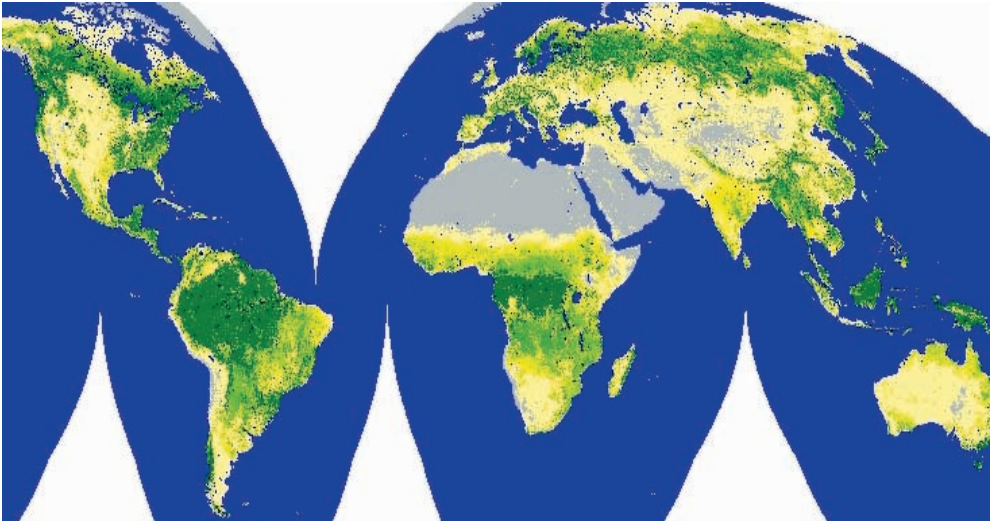


Fig. 1: Global tree cover in % (white: 0%, dark green: 100%) retrieved from NOAA AVHRR (DEFRIES et al. 2000). Uncertainties exist for global forest cover estimates (between 30 to 60 Mio km²) and carbon stored in different types of forests (stock ranges from 100 to 400 tC/ha with biome).

greenhouse gas emissions, quantifying carbon stocks and changes is critical (CIHLAR et al. 2002). Above-ground biomass stocks (Fig. 1) are also a key parameter in assessing the economic, conservation, and biofuel potential of land surfaces. The provision of a sensor that measures these stocks and their change in space and time is therefore paramount. The technical innovation of CARBON-3D is the simultaneous operation of a LIDAR (NASA's Vegetation Canopy Lidar – VCL) with a multi-angle imager providing BRDF-information (Bidirectional Reflectance Distribution Function). CARBON-3D's strength is the combined information on both, the fine-scale vertical structure of the canopy (through waveform analysis of the vertical laser profile) and biophysical properties of the surface targets (through multi-angular optical observation of vegetation targets with three-dimensional spatial structure). The BRDF information allows extrapolation of the point measurements to complete spatial coverage.

Large-footprint LIDAR remote sensing is a breakthrough technology for the estimation of important forest structural characteristics. The waveform information enables direct determination of vegetation height,

the vertical structure of intercepted surfaces and the sub-canopy topography (Fig. 2). A critical issue and key requirement for accurate parameter assessment is the ability to identify precisely the top of the canopy, as well as the ground reference level.

Accurate retrieval of vertical forest parameters is essential as other biophysical forest characteristics, such as biomass, stem diameter and basal area, are modelled on the base of these measurements. Above-ground biomass is commonly modelled using the height information by performing regression analyses or applying allometric height-biomass relations. Traditional predictive models require information on stem diameter to estimate biomass and volume. This parameter is a function of tree height

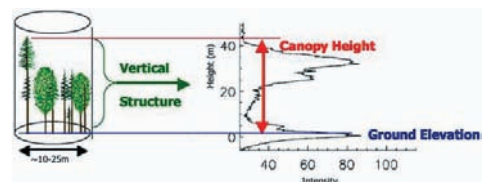


Fig. 2: Direct retrieval of vertical forest structure by LIDAR remote sensing (from DUBAYAH & DRAKE 2000).

and thus, could be inferred on the basis of LIDAR data.

Recent studies have proven the high benefit of large-footprint scanning airborne LIDAR: depending on the respective study area, total above-ground biomass as estimated from field data could be predicted from airborne LIDAR-derived metrics with R^2 values of up to 0,96 on biomass levels of 1300 t/ha which is far exceeding the capabilities of radar (LEFSKY et al. 1999).

For spatially consistent biomass assessment, information on horizontal biophysical forest parameters e. g. phenology and forest type is also essential. To gain such information the proposed CARBON-3D mission will be equipped with a multi-angle imager in the range of VIS/NIR/SWIR. Driven mainly by the needs of NASA's MISR and MODIS mission, considerable work was done regarding the development of BRDF model inversion algorithms for vegetation, surface and climate parameter retrieval (KNYAZIKHIN et al. 1998, LUCHT et al. 2000).

2 Positioning of CARBON-3D

The role of vegetation in reducing atmospheric levels of CO_2 has been recognised in a number of international agreements (e. g. United Nations Framework Convention on Climate Change, Kyoto Protocol) which specifically require countries to quantify their carbon stocks and changes. Plants store carbon in above- and below-ground biomass, 90 per cent of the above-ground carbon is stored in tree stems – which are being reduced through natural (diseases, wildfires, drought/flooding) and anthropogenic impacts (logging, pollution, human-induced fires) or vice-versa increased through regeneration or promoted growth associated with elevated CO_2 levels in the atmosphere.

Currently, the magnitude of the terrestrial carbon sink is considerably reduced by expanding land use. In the 1990ies, terrestrial uptake has been estimated to have been 1.6–4.8 billion tons of carbon per year (GtC/yr), a notable fraction of the 6.3 GtC/yr that

have been emitted from fossil fuel burning. However, losses due to land use are estimated to have amounted to 1.4 to 3.0 GtC/yr , leaving the net uptake of carbon from the atmosphere by the biosphere to have been about $1.0 \pm 0.8 \text{ GtC/yr}$ (HOUSE et al. 2003). This sink is the result of the combined changes in carbon content of vegetation, litter and soils. Changes in the carbon flux from vegetation into the litter and soil pools can be estimated from the carbon pools in vegetation. The relative magnitudes of these fluxes demonstrate the importance of interactions between atmospheric composition, biospheric biogeochemistry and land use for determining the rate of climate change.

CARBON-3D will provide crucial and unique data on vegetation biomass, vegetation productivity, and vegetation types and structure. Model-based extensions of these data will also allow estimations of soil carbon stocks and dynamics. These products will fill substantial gaps in current continental-scale carbon assessments which are specifically related to problems of spatial heterogeneity and scaling, as well as reliable quantifications of pool sizes. By observing biomass around the globe, the proposed mission will build a much needed bridge between knowledge gained at sites and the spatially poor resolved information from atmospheric inversion studies (JANSSENS et al. 2003). Biogeochemical process models of vegetation and soil and the associated carbon and water fluxes will immensely benefit from the upscaling and validation data that will

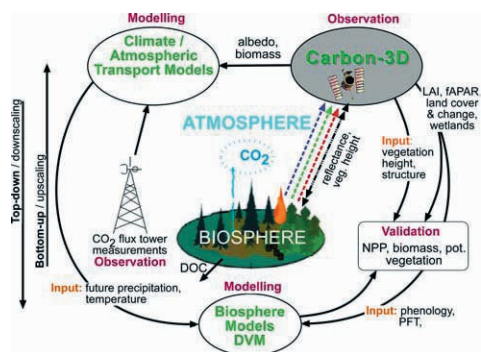


Fig. 3: Potential role of CARBON-3D in the observation and modelling strategy of the carbon cycle.

be available and it will be possible to assimilate the observations into these simulations (Fig. 3).

The implications of changes in biomass for the atmospheric greenhouse gas balance and the future evolution of climate change is critical. The temporal and spatial variations in observations of atmospheric CO₂ contain a strong biospheric signal. There is substantial evidence from model studies that the current role of the terrestrial biosphere as a net sink for CO₂, and therefore a brake on the build-up of anthropogenic CO₂ in the atmosphere could be reversed during this century as a result of climate change.

3 Carbon Fluxes – Scientific and Technological State of the Art

An observation system for carbon stocks and fluxes in vegetation consists of both, observations and modelling. Observations characterise spatial and temporal patterns of vegetation structure and activity, while modelling allows to infer from such observations a full carbon account of the surfaces viewed by computing the climate-dependent biogeochemical processes that contribute to the overall surface budget, including the dynamics of carbon pools not accessible to observation (e. g. in soils) (NEMANI et al. 2003). A side effect of such modelling is that the magnitude of evapotranspiration and resulting effects upon soil moisture can be estimated at the same time due to the close coupling of the carbon and water cycles in vegetation. The following three chapters describe how biomass and carbon fluxes are being determined.

3.1 *In-situ Biomass and Carbon Determination*

At the tree level, biomass cannot be assessed directly by non-destructive methods but is usually derived from measurements such as diameter-at-breast-height (dbh), tree height and wood density using conversion factors. These biomass estimation methods are relatively time-consuming and expensive, not uniformly standardized across the world,

and are characterized in many regions by under-sampling. Uncertainty also arises from insufficiently validated allometric equations. Upscaling of inventory data to the continental scale remains a challenge (JANSSENS et al. 2003) and is possible only where the sampling density is sufficient (SHVIDENKO & NILSSON 2002).

Around 100 flux towers have been installed around the globe to directly measure net carbon exchanges above canopies. These measurements of net fluxes do not immediately allow a differentiation between CO₂ exchanges through vegetation and CO₂ exchanged by soils. An extrapolation of the obtained data to the continental scale (PA-PALE & VALENTINI 2003) remains uncertain, but they provide valuable process understanding. Direct measurements of atmospheric CO₂ concentrations are undertaken at a network of stations. Their spatial differences can be inverted by taking into account wind and emission patterns as well as the effect of the oceans in order to deduce source-sink distributions for very large regions (BOUSQUET et al. 1999). The results suffer from a lack of regional pattern and insufficient sampling, but are extremely valuable as the only currently available independent information on large-scale net fluxes.

3.2 *Simulation of Biomass and NPP in Biosphere Models*

Carbon-fluxes between atmosphere and biosphere can be estimated using a range of global biosphere models that simulate the magnitude and geographical distribution of biomass and NPP (CRAMER et al. 1999). These models range in complexity from regressions between climatic variables and one or more estimates of biospheric trace gas fluxes to quasi-mechanistic models that simulate the biophysical and eco-physiological processes. Several different classification systems and descriptions of biosphere models exist in the literature (e. g. CRAMER et al. 1999, PRENTICE et al. 2000). The simplest differentiation is that into Static (Equilibrium) and Dynamic Vegetation Models

(SVMs and DVMs). SVMs are time-independent and assume equilibrium conditions in climate and terrestrial vegetation in order to simulate the global distribution of potential vegetation by relating the geographic distribution of climatic parameters to vegetation. DVMs are time-dependent process-based models that simulate the carbon balance of ecosystems under climatically induced changes to ecosystem structure and composition. The great strength of DVMs is their generality and predictive capability. By accurately representing the biophysical processes involved, they allow calculations of the long-term behaviour of vegetation systems under changing climate (CRAMER et al. 1999, PRENTICE et al. 2000). In order to achieve this, they use generalised plant functional types (PFTs) to represent the state of vegetation in each grid cell and to simulate plant succession processes like establishment, tree growth, competition and mortality.

Fire occurrence is modelled based on natural probabilities as a joint function of vegetation and litter state and climate. The majority of models addresses the potential natural state of vegetation, though increasingly human processes are being incorporated, most notably agriculture. In mechanistic models, biogeochemical fluxes in the vegetation-soil system are computed on the basis of soil type, climate and atmospheric carbon dioxide concentration without additional reference to external data. Exchanges of water and carbon through the stomates of leaves are simulated as physiologically coupled water and carbon balances. Hydrological processes taken into consideration include percolation, evaporation, snow fall and permafrost. Carbon assimilation is calculated from numerical simulations of photosynthesis.

The carbon gained is used for plant respiration, growth and reproduction following allometric relationships that ensure functional and structural coherence. Carbon fluxes into the litter and soil are estimated from vegetation parameters. Computations of climatically dependent soil decomposition are used to calculate the net carbon balance of

the vegetation-soil system as the difference between vegetation net uptake and carbon release from soils and through fire. Vegetation models have been shown to be able to reproduce a wide range of observed data from seasonal cycles of atmospheric carbon dioxide concentrations and growth rates to runoff and soil moisture, global vegetation patterns and satellite-observed trends in vegetation greenness (WAGNER et al. 2003, LUCHT et al. 2002). Due to their generalised nature, however, they are not fully capable of producing the full spatial and temporal detail of the real world, nor can human alterations of the land surface be inherently formulated as mechanistic processes.

Recently, a new type of regional vegetation models, which aim at combining process-based descriptions and available knowledge on individual landscapes in the form of a multi-layer GIS (Geo Information System) has been proposed (SHVIDENKO & NILSSON 2002).

3.3 Biomass Determination by Remote Sensing

MYNENI et al. (2001) provides examples of using optical remote sensing data to determine biomass with high spatial resolution at the continental scale using NDVI. Their method of correlating seasonally integrated measures of satellite-observed vegetation greenness with ground-based inventory data amounts to a spatial interpolation and extrapolation of the inventory data. While pioneering, the work is indirect in that direct space-based measurements of biomass are not available. The upscaling used relies on the unknown degree to which the sample of inventories used is representative of the whole of a continental area.

Correlations of Synthetic Aperture Radar data to biomass have been proven at low frequencies L- and P-band (LE TOAN et al. 1992). Multi-polarimetric SAR data allow interpretation of the canopy structure up to 200t/ha above-ground biomass at P-band and 100t/ha at L-band (DOBSON et al. 1992). Recently developed PolInSAR techniques, combining polarimetry and interferometry,

provide better vegetation characterisation and a sensitivity up to 400t/ha (METTE et al. 2003). No such system is foreseen yet for operational service in space.

In contrast to the frequent attempts of using SAR for biomass estimations only a few airborne light detection and ranging (LIDAR) missions have been developed and validated: the Laser Vegetation Imaging Sensor (LVIS) and the Scanning Lidar Imager of Canopies by Echo Recovery (SLICER). Results of these studies have demonstrated that large-footprint LIDAR instruments show great promise in biomass estimation of tropical as well as temperate forests due to the information about the location of the intercepting surfaces and sub-canopy topography (DRAKE et al. 2002, LEFSKY et al. 1999). Due to the correlation between light absorption and net carbon uptake by vegetation, a range of diagnostic methods exist for converting optical satellite observations into estimates of net primary production (e. g. VEROUSTRAETE et al. 2002, NEMANI et al. 2003). The relationship between these quantities is considerably moderated by effects of temperature and soil moisture, limiting the accuracy of the assessment. The use of satellite data, however, ensures fine spatial and temporal detail. Derivation of biomass from these estimates requires use of a full biogeochemical process model.

4 Description of the Mission

CARBON-3D (Fig. 4) is designed to ensure the overall science driven goal: global acquisition of a combined, synergistic BRDF-LI-

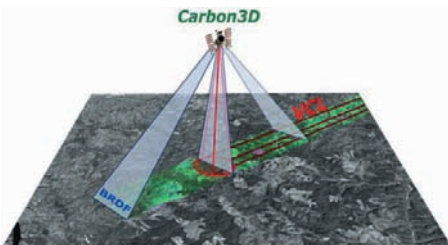


Fig. 4: CARBON-3D BRDF imager and VCL data acquisition configuration.

DAR-dataset to continuously map height profiles and reflectance to retrieve biomass.

Required ground data will be obtained from terrestrial monitoring sites linked to worldwide observation networks and associated regional projects. The scientific project leader is coordinating ESA's Landcover Implementation Office starting in 2004 and will be able to establish close links to global landcover validation activities and the CEOS landcover validation team.

If CARBON-3D will be selected for the phase A and B study in 2004 and 2005 the system will be launched in 2009.

4.1 The CARBON-3D BRDF Sensor

The BRDF imager is a multispectral pushbroom imager that is sampling the Bi-directional Reflectance Distribution Function of the target scenery (Tab. 1). The mission design lifetime will be two years with an orbit of 390–410 km (with monthly reboost to 410 km using monopropellant hydrazine).

The spatial resolution at nadir will be < 25 m to match the VCL resolution, allowing for approximately 50 m spatial resolution at the extreme off-nadir angles for BRDF angular acquisitions. The BRDF Imager will consist of two identical Three-Mirror-Anastigmat (TMA) imaging subsystems, a nadir imager and an off-nadir imager.

4.2 The CARBON-3D VCL Sensor

The Vegetation Canopy Lidar (VCL) instrument consists of 3 near-infrared laser beams (Tab. 2).

The instrument is designed to operate at an orbital altitude of 400 km \pm 10%. That does require orbital maintenance every few weeks, but higher orbits have a significant impact on the quality of the received laser signal. Laser altimetry is the only space-based remote sensing technique capable of measuring tree heights in closed canopies.

Waveform analyses based on extensive airborne and spaceborne Laser altimetry have revealed the need for footprint sizes of about one to two canopy diameters. This

Tab. 1: BRDF instrument characteristics.

BRDF Instrument Description	
Sensor/FOV	Along-track capability/ $\pm 3.5^\circ \times \pm 2^\circ$
Directional Sequence	Between 3 and 7 angles (desirable) ($+/- 50^\circ$, $+/- 25^\circ$, 0°)
Spatial Resolution	Nadir: < 25 m, Off-Nadir: ~ 50 m
Image Swath	Swath: 50–100 km
Spectral bands	3–5 channels (blue, red, NIR, SWIR 1,6 μm & 2,2 μm)
Radiometric Resolution	12 bits
SNR	200 : 1
Data rate	8 Mbps compressed
Design Lifetime	3 years

Tab. 2: VCL instrument characteristics.

VCL Instrument Description	
Lasers	3 Nd:YAG diode-pumped pulsed lasers at 1064 nm
Laser Pulses	242 pps (land), 10 mJ per pulse (EOL) (15 M, BOL)
Telescope	0.9 m f/1 parabolic mirror with 20 mrad total FOV and 0.3 mrad IFOV
Waveform Digitisation	250 Mega samples/sec
Resolution	25 m (60 μrad) footprint diameter, 400 km altitude
Track Spacing and Swath	4 km (3 tracks with 4 km spacing), swath: 8 km
Elevation Accuracy	~ 1 m in low slope terrain
Veg. Height Accuracy	~ 1 m limited by 100 : 1 pulse detection dynamic range
Design Lifetime	1 year, goal 2 years

guarantees a resulting reflection from the vertical top of canopies within the sampled area, as well as sufficient intra- and inter-tree gaps required to image the underlying ground. Smaller footprints underestimate true canopy height (reduced probability of sampling the top of the canopy). Conversely, with larger footprints, similar to those of ICESat mission, the fraction of the total return contributed by the canopy top is greatly reduced, making height measurement inaccurate, especially in mature forests with great height variability.

5 CARBON-3D Data Products

CARBON-3D will provide level 1 (raw data), level 2 (post processed data: radiance, reflectance, vertical distribution of interception) and level 3 data (empirical or semi-empirical science algorithms that build the products) (Tab. 3). The combination of the BRDF and the LIDAR information will lead to new and innovative data products (3-dimensional structure of landcover with global coverage, improved landcover and vegetation type mapping, vegetation parameter re-

Tab. 3: Potentials of VCL and the Multi-Angle Imager for deriving vegetation parameters.

LIDAR – vertical	BRDF – horizontal	LIDAR & BRDF – 3D
<ul style="list-style-type: none"> • Vegetation height • Vertical distribution of intercepted surfaces • Subcanopy topography • Biomass • Crown volume • Stem diameter • Basal area • Forest age • Density of large trees 	<ul style="list-style-type: none"> • Surface & spectral reflectance • Surface radiance • Surface emissivity • Albedo • Land cover mapping • Vegetation fraction • Phenology • Chlorophyll content • LAI, fAPAR, NPP 	<ul style="list-style-type: none"> • 3-dimensional structure of land cover • Improved land cover and vegetation type mapping • Improved vegetation parameter retrieval (e. g. LAI) • Derivation of life form diversity

trieval (LAI) and life form and physiognomic diversity analysis (Tab. 3). Level 4 products (NPP, forest age) will be the output from the modelling science community.

The following list of applications are anticipated for the CARBON-3D products: global 3-D canopy structure maps, improved parameterisation of Global Circulation Models, improved parameterisation of bio-geochemical vegetation models, improved forest parameters and deforestation information for forest inventories, fire susceptibility, fuel accumulation, biodiversity/desertification/shrub encroachment research, detection of habitat features associated with rare or endangered species and the control of subsidised land use.

6 Relevance to International Science-orientated Programmes

Since the early 1990's, international organisations have been working towards the establishment of systematic, long-term observation systems. To facilitate progress in the challenge of obtaining and disseminating global carbon-cycle observations, space agencies and international research programmes have established a coordination mechanism: the Integrated Observing Strategy Partnership (IGOS-P). IGOS-P established a Terrestrial Carbon Observation theme (TCO) under guidance of GTOS. CARBON-3D directly serves the IGOS requirements and supplies the missing global biomass map as a solid prerequisite to carbon accounting.

Further international research with respect to the global carbon cycle is organised through the ESA Living Planet Programme including the Earth Observation Envelope Programme (EOEP) and the Earth Watch Programme (EWP), the Orbiting Carbon Observatory (OCO) mission and the Global Monitoring of Environment and Security (GMES).

7 Summary

CARBON-3D will be of outstanding importance for vegetation and carbon cycle studies as it provides the first instrument capable of retrieving accurate biomass information from regional to global scales using combined LIDAR – BRDF-imager data.

Remote sensing only serves to diagnostically analyse the current state of the vegetation. It can neither analyse the actual flux of carbon through the system nor predict the future development and changes of vegetation patterns. Therefore, prognostic vegetation models are necessary for a prediction of future sources and sinks of carbon (LUCHT et al. 2001).

The Multi-Angle Imager provides BRDF-data delivering more comprehensive land surface information in terms of its spectral, directional, spatial and temporal characteristics than data acquired from mono-directional observations (VERSTRAETE et al. 1996, BARNSLEY et al. 1997, DINER et al. 1999, ASNER 2000). The determination of the chemical and physical structure of land surfaces improves bio-physical modelling.

Secondly, these data products improve existing vegetation parameters such as LAI, fAPAR, and NPP (KNYAZIKHIN et al. 1998, ROBERTS 2001). Furthermore, a reliable computation of albedo is granted improving climate modelling. These data can only be achieved from a multi-angle instrument as on-board CARBON-3D.

Acknowledgement

Gratefully acknowledged is the work of all other members of the CARBON-3D proposal team: RALPH DUBAYAH, MIKE BARNSLEY, KATHLEEN NEUMANN, DANIELA KNORR, TANJA RIEDEL and KARIN SCHRÖTER.

References

- ASNER, G., 2000: Contribution of multi-view angle remote sensing to land surface and biogeochemical research. – *Remote Sensing Rev.*, **18**: 137–162.
- BARNSLEY, M.J., ALLISON, D. & LEWIS, P., 1997: On the information content of multiple view angle (MVA) images. – *Int. J. Remote Sensing*, **18**: 1937–1960.
- BOUSQUET, P., PEYLIN, P., CIAIS, P., LE QUÉRÈ, C., FRIEDLINGSTEIN, P. & TANS, P.P., 1999: Regional changes in carbon dioxide fluxes of land and ocean since 1980. – *Science*, **290**: 1342–1346.
- CIHLAR, J.R., DENNING, S., AHERN, F., ARINO, O., BELWARD, A., BRETHERTON, F., CRAMER, W., DEDIEU, G., FIELD, C., FRANCEY, R., GOMMES, R., GOSZ, J., HIBBARD, K., IGARASHI, T., KABAT, P., OLSON, D., PLUMMER, S., RASOOL, I., RAUPACH, M., SCHOLES, R., TOWNSHEND, J., VALENTINI, R. & WICKLAND, D., 2002: Initiative to quantify terrestrial carbon sources and sinks. – *Eos, Transactions* **83** (1): 1, 6–7.
- CRAMER, W., KICKLIGHTER, D.W., BONDEAU, A., MOORE III, B., CHURKINA, G., NEMRY, B., RUIMY, A., SCHLOSS, A.L. and the participants of the Potsdam NPP Model Intercomparison, 1999: Comparing global models of terrestrial net primary productivity (NPP): overview and key results. – *Global Change Biology* **5**, S1: 1–15.
- DEFRIES, R., HANSEN, M., TOWNSHEND, J.R.G., JANETOS, A.C. & LOVELAND, T.R., 2000: A new global 1 km data set of percent tree cover derived from remote sensing. – *Global Change Biology*, **6**: 247–254.
- DINER, D.J., ASNER, G.P., DAVIES, R., KNYAZIKHIN, Y., MULLER, J.-P., NOLIN, A.W., PINTY, B., SCHAAP, C.B. & STROEVE, J., 1999: New directions in earth observing: Scientific applications of multiangle remote sensing. – *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, **80**: 2209–2228.
- DOBSON, M.C., ULABY, F.T., LE TOAN, T., BEAUDOIN, A., KASISCHKE, E.S. & CHRISTENSEN, N., 1992: Dependence of radar backscatter on coniferous forest biomass. – *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, **30** (2): 412–415.
- DRAKE, J.B., DUBAYAH, R.O., CLARK, D.B., KNOX, R.G., BLAIR, J.B., HOFTON, M.A., CHAZDON, R.L., WEISHAMPEL, J.F. & PRINCE, S., 2002: Estimation of tropical forest structural characteristics using large-footprint lidar. – *Remote Sensing of Environment*, **79**: 305–319.
- DUBAYAH, R. & DRAKE, J.B., 2000: Lidar remote sensing for forestry applications. – *Journal of Forestry*, **98**: 44–46.
- HOUSE, J.I., PRENTICE, I.C., RAMANKUTTY, N., HOUGHTON, R.A. & HEIMANN, M., 2003: Reconciling apparent inconsistencies in estimates of terrestrial CO₂ sources and sinks. – *Tellus*, **55B**: 345–363.
- JANSSENS, I.A., FREIBAUER, A., CIAIS, P., SMITH, P., NABUURS, G.-J., FOLBERTH, G., SCHLAMADINGER, B., HUTJES, R.W.A., CEULEMANS, R., SCHULZE, E.-D., VALENTINI, R. & DOLMAN, A.J., 2003: Europe's terrestrial biosphere absorbs 7 to 12% of European anthropogenic CO₂ emissions. – *Science*, **300**: 1538–1542.
- KNYAZIKHIN, Y., MARTONCHIK, J.V., DINER, D.J., MYNENI, R.B., VERTRAETE, M., PINTY, B. & GOBRON, N., 1998: Estimation of vegetation canopy leaf area index and fraction of absorbed photosynthetically active radiation from atmosphere-corrected MISR data. – *J. Geophys. Res.*, **103**: 32239–32356.
- LEFSKY, M.A., HARDING, D., COHEN, W.B., PARKER, G.G. & SHUGART, H.H., 1999a: Surface lidar remote sensing of basal area and biomass in deciduous forests of eastern Maryland, USA. – *Remote Sensing of the Environment*, **67**: 83–98.
- LE TOAN, T., 1992: Relating forest biomass to SAR data. – *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, **30** (2): 403–411.
- LUCHT, W., SCHAAP, C.B. & STRAHLER, A.H., 2000: An algorithm for the retrieval of albedo from space using semiempirical BRDF models. – *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, **38** (2): 977–998.
- LUCHT, W., BONDEAU, A., SITCH, S., CRAMER, W., VENEVSKY, S. & THONICKE, K., 2001: Synerg-

- istic use of satellite data and a dynamic model of the global biospheric carbon cycle 8th Int. Symp. Phys. Meas. Signat. – Remote Sensing, Aussois, France, January 8–12, p. 659–668.
- LUCHT, W., PRENTICE, I. C., MYNENI, R. B., SITCH, S., FRIEDLINGSTEIN, P., CRAMER, W., BOUSQUET, P., BUERMANN, W. & SMITH, B., 2002: Climatic control of the high-latitude vegetation greening trend and Pinatubo effect. – *Science*, **296**: 1687–1689.
- METTE, T., PAPATHANASSIOU, K. P., HAJNSEK, I. & ZIMMERMANN, R., 2003: Forest biomass estimation using polarimetric SAR interferometry. – Proceedings of POLinSAR 2003, Frascati, Italy, January 14–16, 2003.
- MYNENI, R. B., DONG, J., TUCKER, C. J., KAUFMANN, R. K., KAUPPI, P. E., LISKI, J., ZHOU, J., ALEXEYEV, V. & HUGHES, M. K., 2001: A large carbon sink in the woody biomass of Northern forests. – *PNAS* **98**, 26: 14784–14789.
- NEMANI, R. R., KEELING, C. D., HASHIMOTO, H., JOLLY, W. M., PIPER, S. C., TUCKER, C. J., MYNENI, R. B. & RUNNING, S. W., 2003: Climate-driven increases in global terrestrial net primary production from 1982 to 1999. – *Science*, **300**: 1560–1563.
- PAPALE, D. & VALENTINI, R., 2003: A new assessment of European forests carbon exchanges by eddy fluxes and artificial neural network spatialization. – **9**: 525–535.
- PRENTICE, C., HEIMANN, M. & SITCH, S., 2000: The carbon balance of the terrestrial biosphere: ecosystem models and atmospheric observations. – *Ecological Applications*, **10** (6): 1553–1573.
- ROBERTS, G., 2001: A review of the application of BRDF models to infer land cover parameters at regional and global scales. – *Progress in Physical Geography*, **25** (4): 483–511.
- SHVIDENKO, A. & NILSSON, S., : Dynamics of Russian Forests and the Carbon Budget in 1961–1998: An Assessment based on Long-Term Forest inventory data. – *Climatic Change*, **55**: 5–37.
- VEROUSTRAETE, F., SABBE, H. & EERENS, H., 2002: Estimation of carbon mass fluxes over Europe using the C-Fix model and Euroflux data. – *Remote Sensing Environ.*, **83**: 376–399.
- VERSTRAETE, M. M., PINTY, B. & MYNENI, R., 1996: Potential and limitations of information extraction on the terrestrial biosphere from satellite remote sensing. – *Remote Sensing Environ.*, **58**: 201–214.
- WAGNER, W., SCIPAL, K., PATHE, C., GERTEN, D., LUCHT, W. & RUDOLF, B., 2003: Evaluation of the agreement between the first global remotely sensed soil moisture data with model and precipitation data. – *J. Geophys. Res.*, **108**: 4611.
- Address of authors:
- Prof. Dr. CHRISTIANE SCHMULLIUS,
Dr. rer. nat. SÖREN HESE
Friedrich-Schiller University Jena, Institute for Geoinformatics, Remote Sensing Section, Löbdergraben 32, D-07743 Jena
phone: + +49 30 948877, e-mail: {c.schmullius; soeren.hese}@uni-jena.de
- Dr. rer. nat. WOLFGANG LUCHT
Potsdam Institute for Climate Change Impact,
PO Box 601203, D-14412 Potsdam, Germany,
phone + +49-331 2882533, e-mail: wolfgang.lucht@pik-potsdam.de
- Manuskript eingereicht: Februar 2004
Angenommen: April 2004

Eignung von CORONA-Fernerkundungsdaten zur Analyse der Landschaftsentwicklung

ULRICH WALZ, STEFAN WAGENKNECHT, ELMAR CSAPLOVICS, Dresden,
GEORG LISKOWSKY, Leipzig & LARS PRANGE, Düsseldorf

Keywords: remote sensing, CORONA space photography, analysis of landscape change

Zusammenfassung: Im Mittelpunkt dieses Beitrages steht die Frage, inwieweit sich die inzwischen als historisch anzusehenden CORONA-Satellitenaufnahmen aus den 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts für eine Analyse der Landschaftsentwicklung eignen. Zu diesem Zweck wurden in der Nationalparkregion Sächsisch-Böhmische Schweiz CORONA-Daten digital aufbereitet, georeferenziert und ausgewertet. Für die anschließende Landschaftsanalyse standen Topographische Karten aus dem Jahr 1939 sowie eine IKONOS-Satellitenaufnahme aus dem Jahr 2000 zur Verfügung. Methoden der Geoinformatik wurden genutzt, um die verschiedenen Daten nicht nur visuell, sondern auch quantitativ auszuwerten. Im Ergebnis wird festgestellt, dass die CORONA-Daten durchaus eine wichtige historische Quelle zur Dokumentation von Landschaftszuständen im Zeitraum von 1960 bis 1972 darstellen. Die Genauigkeit der Interpretation kann durch Integration geeigneter Zusatzdaten wesentlich verbessert werden.

Summary: *Suitability of CORONA space photography for the analysis of landscape change.* The focus of this paper is an investigation on the reliability of imagery of the historical CORONA satellite system acquired during the 60ties of the last century for the analysis of structural changes of landscapes. For this purpose CORONA data of the National Park Region Saxon-Bohemian Switzerland were digitally processed, georeferenced and interpreted. Additionally topographic maps of 1939 and an IKONOS satellite image of 2000 were available. Methods of geoinformatics like statistical analysis and landscape metrics were used for analysing the data not only visually but also quantitatively. It is stated that CORONA-data are an important historical source for the documentation and analysis of landscape conditions during the years 1960 to 1972. Accuracies of interpretation can be increased by integrating specific ancillary information.

1 Hintergrund und Zielstellung

Das CORONA-Satellitensystem als erstes satellitengestütztes militärisches Aufklärungsprogramm der USA war von 1960 bis 1972 im Einsatz, um in diesem Zeitraum mehr als 800.000 Bilder der Erdoberfläche vor allem von Gebieten des damaligen Ostblocks aufzunehmen. Dafür verwendete man Panoramakameras, die einen Öffnungswinkel von ca. 6° in und 70° quer zur Flugrichtung hatten. In den ersten Missionen noch als Einzelkameras eingesetzt, war dann ab 1962 mit einer dualen, konvergen-

ten Anordnung der Panoramakameras eine stereoskopische Erfassung der Erdoberfläche möglich. Die geometrische Auflösung variierte in Abhängigkeit von Kameramodell, Flughöhe, Filmauflösung, Blickwinkel, Objektcontrast und Atmosphärenverhältnissen zwischen 2 m und 10 m (KAUFMANN & SULZER 1997, FAS 1997). Im Jahre 1995 gestattete die amerikanische Regierung die öffentliche Nutzung von Daten dieser ehemaligen Aufklärungs-Satelliten. Das Archiv an Bilddaten bietet heute die Möglichkeit, Entwicklungen der Kulturlandschaften mittels Satellitenaufnahmen seit 1960 zu verfolgen.

In diesem Beitrag soll gezeigt werden, welche Möglichkeiten CORONA- und IKONOS-Daten zur Analyse der Landschaftsentwicklung bieten, aber auch, welche Probleme auftreten. Die Aufbereitung und Auswertung von CORONA-Daten erfolgte im Rahmen eines Projektes zum Aufbau eines Nationalparkinformationssystemes (CSAPLOVICS et al. 2000, WALZ et al. 2003) für das Gebiet der grenzüberschreitenden Nationalparkregion Sächsisch-Böhmische Schweiz, welches sowohl land- und forstwirtschaftlich als auch dörflich und urban geprägte Räume umfasst. Der sensible Landschaftsraum, der rund 40 Kilometer von Dresden und 90 Kilometer von Prag entfernt liegt, ist seit rund zweihundert Jahren vielfältigen Belastungen ausgesetzt, die vor allem aus dem Tourismus, dem Sandsteinabbau, der Landwirtschaft und der Siedlungsentwicklung am Rande des Ballungsraumes Dresden resultieren und bis heute andauern (WALZ & LEIBENATH 2003).

Im Rahmen der durchgeführten Untersuchung wurden CORONA-Satellitenaufnahmen vom 3. Mai 1965 gescannt und georeferenziert (Tab. 1). Das Scannen der CORONA-Streifen erfolgte mit einer Auflösung von 2540 dpi bzw. 10 µm. Dies entspricht einer Pixelgröße von 3 m.

Für die multitemporale Landschaftsanalyse fand ein panchromatisches und multispektrales IKONOS-Satellitenbild Verwen-

dung. Diese Aufnahme vom 1. August 2000 mit einer geometrischen Auflösung von 1 m im panchromatischen und 4 m im multispektralen Bereich deckt einen Ausschnitt der Sächsischen Schweiz ab. Die genutzten IKONOS-Daten lagen bereits als orthorektifiziertes Bild vor. Die Geokodierung war mit Hilfe eines Laserscanner-DHM (1 m Rasterweite (verdichtet), 0,5 m Höhen Genauigkeit) und eines Orthophotomosaiks (0,4 m Rasterweite, 0,5 m Lagetreue) vorgenommen worden.

2 Orthorektifizierung der CORONA-Bilddaten

2.1 Methodisches Vorgehen

Zur Erzeugung des Orthobildmosaiks war wegen der relativ großen Höhenunterschiede im Untersuchungsgebiet die Verwendung eines digitalen Höhenmodells notwendig. Ansätze zur Berechnung grenzüberschreitend-konsistenter Daten in Lage und Höhe sind durch TROMMLER & CSAPLOVICS (2001) aufgezeigt worden. Für einen Teil der Nationalparkregion lag ein aus Flugzeug-Laserscannermessungen abgeleitetes DHM mit einer Rasterweite von 2 m vor (CSAPLOVICS et al. 2003). Aufgrund des Fehlens eines genauen DHM mussten die Höheninformationen auf tschechischem Staatsgebiet durch einen aus der relevanten topographischen

Tab. 1: Parameter des Aufnahmesystems, des verwendeten Bildstreifens und der Wetterlage zum Zeitpunkt der Aufnahme

Missions- bzw. Bildnummer	1019-1/057 024D und 1019-1/057 025D
Bildformat	29,8 inch * 2,18 inch (ca. 76 cm * 5,5 cm)
beste Auflösung des verwendeten Filmmaterials	120 Linien pro mm
Objektivbrennweite	24 inch (ca. 61 cm)
beste Auflösung am Boden	ca. 9 Fuß (ca. 2,75 m)
Bildmaßstab	ca. 1:305.000
Abdeckung	230 km * 17 km
Wetterlage um 7.00 MEZ	Bewölkung 0/10; Sicht 20km; sonnig
Scanparameter	2540 dpi entspr. 3,05 m räuml. Auflösung

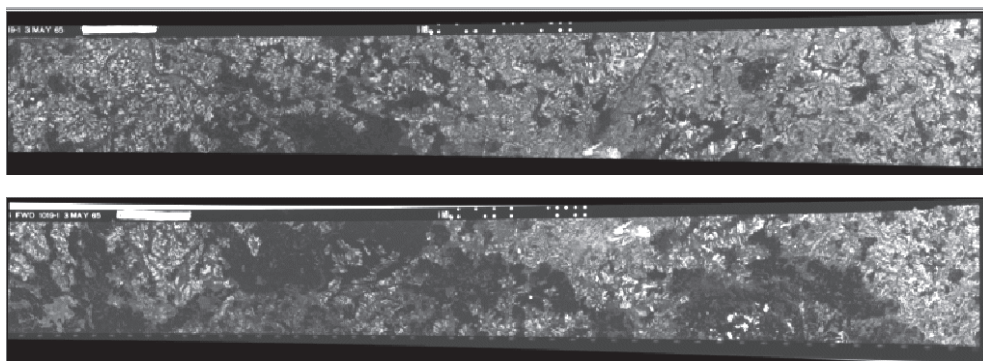


Abb. 1: CORONA-Bildstreifen nach der Panoramaentzerrung.

Karte 1:25.000 abgeleiteten Höhenliniendatensatz und Einzelpunktmessungen gewonnen werden. Nach der geometrischen Homogenisierung der Höheninformationen konnte ein digitales Höhenmodell, welches beide Nationalparkteile auf deutscher und tschechischer Seite umfasst, berechnet werden. Wegen der geringeren Genauigkeit der tschechischen Datensätze wurde ein DHM mit einheitlicher Rasterweite von 10 m berechnet und für die Orthorektifizierung genutzt. Es steht nunmehr als Grundlage für eine Vielzahl multithematischer und multitemporaler Analysen als räumliche Referenz mit einheitlichem Bezugssystem zur Verfügung.

Grundlage der Orthorektifizierung sind die durch Kollinearitätsgleichungen beschriebenen Projektionsbeziehungen zwischen Bild- und Landeskoordinaten. Die Anwendungen dieser Gleichungen setzt die Kenntnis der Elemente der inneren und äußeren Orientierung voraus. Die Elemente der inneren Orientierung (Koordinaten des Bildhauptpunktes, Kamerakonstante) sind kameraspezifisch. Für die vorliegenden CORONA-Streifen ist die Kamerakonstante (Objektivbrennweite) aus der Literatur (USGS 2003) mit 24 Zoll (609,6 mm) bekannt. Als Bildhauptpunkt ist – aufgrund fehlender Sensorinformationen – der Bildmittelpunkt mit Hilfe der Bildmatrix festgelegt worden.

Zusätzlich zu den bekannten Verzerrungen photographischer Bilder treten in Pano-

ramabildern die Panoramaverzerrung und ein Bildversatz auf. Der Bildversatz entsteht durch die Satellitenbewegung während des Schwenkvorgangs der Panoramakamera. Die durch Änderung der Aufnahmegeometrie erreichte Bildwanderungskompensation konnte den Bewegungseffekt allerdings nicht vollständig beseitigen (Itek Laboratories 1962). Der Restfehler ist im Vergleich zu den Einflüssen der Panoramaverzerrung jedoch gering und wurde – auch aufgrund fehlender Kameradaten – nicht weiter berücksichtigt. Die Panoramaverzerrung der verfügbaren Bilddaten kann an den Streifenenden zu Versetzungen von mehr als 10000 m am Boden führen (PRANGE 2002b). Durch Polynomapproximation konnten die Bildstreifen um den Effekt der Panoramaverzerrung weitestgehend bereinigt werden. Verbleibende Resteffekte sind im Vergleich zu anderen angesprochenen Fehlereinflüssen vernachlässigbar klein. Diese Bilder bildeten schließlich das Ausgangsmaterial für die Orthobildberechnung (Abb. 1).

Die für die Bündelblocktriangulation erforderlichen Passpunktmessungen erfolgten auf Grundlage eines digitalen Kartenmosaiks, welches für die gesamte Region (deutscher und tschechischer Teil) im Bezugssystem der sächsischen Landesvermessung vorlag. Auf Basis der iterativ ermittelten Orientierungsparameter wurden die CORONA-Bilddaten unter Verwendung des digitalen Höhenmodells schließlich entzerrt.

2.2 Genauigkeit der Ergebnisse

Eine Reihe von Fehlereinflüssen wirkt sich auf die Berechnung der Orientierungselemente im Rahmen der Bündelblocktriangulation aus. Insbesondere der nicht durch die Bewegungskompensation ausgeglichene Resteinfluss der Satellitenbewegung, der zu vermutende Filmverzug sowie die näherungsweise Bestimmung der Elemente der inneren Orientierung konnten als Hauptfehlerquellen ausgemacht werden. Die als Ergebnis der Bündelblockausgleichung erhaltenen RMS-Fehler aller verwendeten Passpunkte im Landeskoordinatensystem beträgt 2,757 m in X-Richtung, 2,432 m in Y-Richtung und 1,759 m in Z-Richtung (PRANGE 2002b).

Unabhängig gemessene Kontrollpunkte bestätigten prinzipiell die Güte des Ergebnisses, zeigten aber auch verbliebene unregelmäßige Verzerrungen innerhalb des Orthobildes. Der aus 36 im Referenz-Kartenmosaik und im entzerrten CORONA-Bild gemessenen Kontrollpunkten berechnete mittlere Punktlagefehler beträgt etwa 9,3 m; der mittlere Punktlagefehler gegenüber dem rektifizierten IKONOS-Bild beträgt 4,7 m.

3 Analysen zum Wandel der Bodenbedeckung und Landnutzung

Für die anschließende Untersuchung zur Veränderung der Landnutzung und Bodenbedeckung wurde ein Teilgebiet aus der Nationalparkregion ausgewählt, welches einerseits seit jeher einer Vielzahl von Nutzungsansprüchen ausgesetzt ist und für das andererseits bereits zahlreiche Referenzdaten als Zusatzinformationen für die Interpretation der CORONA-Orthobilddaten zur Verfügung standen. Die Abgrenzung des etwa 7900 ha großen Teilgebietes erfolgte mittels Naturraumeinheiten mikrochorischen Ranges (vgl. SMU 1997). Die 12 Mikrogeochoren sind zum einen ackerbaulich geprägte Bereiche mit Dorflagen, zum anderen Wald- und Felsgebiete (Abb. 3).

Gängige Klassifikationsansätze wie unüberwachte oder überwachte Klassifizierung, zum Beispiel mit dem Maximum-

Likelihood Verfahren, brachten aufgrund der panchromatischen Eigenschaften der CORONA-Daten keine brauchbaren Ergebnisse. PRANGE (2002a) ermittelte auf diese Weise unter Einbeziehung von Texturmerkmalen maximal vier unterscheidbare Klassen (Wald, Offenland, Siedlung, Wasser). Auch Versuche zur automatischen Abgrenzung von Nutzungseinheiten mit unterschiedlichen Filtern und Segmentierungsverfahren verliefen nicht vielversprechend.

Die folgenden Analysen stützen sich daher auf die visuelle *on-screen*-Interpretation der Bildinhalte. Zur Unterscheidung verschiedener Waldarten wie Laub-, Nadel- und Mischwald erwies sich die Anwendung des Schwellwertverfahrens als teilweise erfolgreich. Dabei wurden die Grauwertebereiche, die die entsprechenden Waldarten kennzeichnen, iterativ bestimmt.

Hilfreich waren in diesem Zusammenhang – trotz entsprechender Unterschiede in den betrachteten Bildmaßstäben – Erkenntnisse einiger im gegenständlichen Zeitraum von 1960 bis 1970 durchgeführter detaillierter Analysen zur visuellen thematischen Interpretierbarkeit von panchromatischen Luftbildern zum Zwecke der Landnutzungsinterpretation, insbesondere den Entwurf und die erzielbaren Genauigkeiten eines spezifischen Interpretationsschlüssels betreffend (STEINER 1961, MEIENBERG 1966).

3.1 Interpretationsschlüssel

Für die visuelle Interpretation wurde in Folge ein Kartierschlüssel auf der Grundlage einer erweiterten CORINE Land-Cover-Nomenklatur¹ (Statistisches Bundesamt 1994) erstellt. Diese gewährleistet die Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse mit vorhandenen Geodaten, da sie in vielen europäischen Projekten mittlerweile zur einheitlichen Erfassung der Bodenbedeckung bzw. Landnutzung genutzt wird. Durch den hierarchischen Aufbau der CORINE Nomenklatur ist eine generalisierende Zusam-

¹ Erweiterte Nomenklatur siehe <http://www.ioer.de/langzeitmonitoring/>

menfassung von Bodenbedeckungs- bzw. Nutzungsklassen leicht möglich, da nicht zu differenzierende Nutzungsklassen auf der nächst höheren Ebene des Kartierschlüssels eingeordnet werden können. Lassen sich Acker- und Grünland beispielsweise nicht unterscheiden, dann kann die Fläche zumindest als landwirtschaftlich genutzt ausgewiesen werden.

Die visuelle Interpretation der CORONA-Bilddaten ohne weitere Referenzdaten erlaubt eine zweifelsfreie Zuordnung von maximal 8 Klassen. Die Einbeziehung von Zusatzinformationen und die anschließende komparativ-iterative Analyse der Bildinhalte ist daher unabdingbare Voraussetzung für die erfolgreiche Auswertung der vorliegenden Bilddaten. Durch Einbindung der Topographischen Karte 1:25.000 (TK25, Aktualisierungsstand 1939), des IKONOS-Bildes und ausgewählter großmaßstäbiger CIR-Luftbilder (Aufnahmejahr 1992) konnten auf Basis des CORINE Interpretationsschlüssels insgesamt 18 Landnutzungsklassen in den verwendeten CORONA-Satellitenaufnahmen angesprochen werden (Tab. 2).

3.2 Visuelle Erkennbarkeit ausgewählter Klassen

Dem Vorgang der visuellen Interpretation liegt ein komplexes Zusammenspiel zugrunde, das von der Erkennung der Objekte im Bildmaterial bis zu deren Zuordnung und Klassifizierung reicht. Die Interpretationsgüte ist dabei neben den Kenntnissen und Erfahrungen des Interpretieren insbesondere von der Differenzierbarkeit der objektspezifischen Interpretationsmerkmale wie Grauwert, Schatten, relative Lage, Textur, Form und Größe abhängig.

In einer konkreten Untersuchung konnten Erfahrungen zur visuellen Interpretierbarkeit einzelner Nutzungsklassen und -objekte in den CORONA- und IKONOS-Bilddaten gesammelt werden (LISKOWSKY 2002). So sind *Straßen und Wege* in der CORONA-Szene durch ihre hellen Grauwerte und dem guten Kontrast zur Umgebung deutlich zu erkennen. Eine Unterscheidung in Hauptstraßen, Nebenstraßen und Fahrwege ist möglich, wobei in spezifischen Fällen trotz des zeitlichen Unterschiedes auch die Informationen der TK25 unterstützend hinzu gezogen werden konnten. Im IKONOS-Satellitenbild sind *Straßen und Wege* ebenfalls gut

Tab. 2: Interpretationsschlüssel auf Basis der erweiterten CORINE-Nomenklatur.

Bodenbedeckungs- und Landnutzungsklassen	Erweiterter CORINE-Code	Bodenbedeckungs- und Landnutzungsklassen	Erweiterter CORINE-Code
städtisch geprägte Fläche	11000	Kleingartenanlage	14221
Industrie-/Gewerbefläche	12100	Grünland	20000
Hafen	12300	Ackerland	21110
Hauptstraße	12221	Wald	30000
Nebenstraße	12222	Laubwald	31100
Fahrweg	12223	Nadelwald	31200
Gleisanlage	12240	Mischwald	31300
Abbaufläche/Baustelle	13000	Felsfläche	33210
Abbaufläche	13100	Wasserfläche	51200
Sportplatz	14212	Fließgewässer	51120

zu erkennen. In Waldgebieten wird die Kartierbarkeit jedoch durch die Dichte des Kronendaches bestimmt.

Dörfer und Städte sind im CORONA-Orthobild durch die starke, ungleichmäßige Textur von hellen und dunklen Grauwerten zu erkennen. Es ist jedoch keine Differenzierung zwischen dörflichen Strukturen (CORINE-Nomenklatur „nicht durchgängige städtische Prägung“) und urbanen Flächen (CORINE Nomenklatur „durchgängig städtische Prägung“) möglich, da einzelne Häuser und Gebäude und benachbarte Grünflächen meist nicht trennbar sind. Eine Unterscheidung ist nur durch kontrollierte Integration von Zusatzinformationen möglich. Die Auflösung der IKONOS-Bilder und insbesondere des panchromatischen Datensatzes ist dagegen so hoch, dass Häuser ansprechbar und somit abgrenzbar sind. Dagegen sind *Industrie-/Gewerbeflächen* mit ihren großen Werk- und Produktionshallen von den städtisch geprägten Flächen auch im entzerrten CORONA-Bild unterscheidbar. Ebenfalls in dieser Klasse befinden sich Gebäude und Stallanlagen der ehemaligen Landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften (LPG).

Kleingartenanlagen sind im CORONA-Bild durch die kleingliedrige Struktur, die durch einzelne Gartenparzellen gebildet wird, erkennbar. In der Regel benötigt man jedoch zur Klassifizierung die Hilfe von Zusatzdaten, bei bereits seit den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts bestehenden Anlagen z. B. der TK25 mit Aktualisierungsstand 1939. In dem durch Fusion des panchromatischen Kanals mit den drei Kanälen im sichtbaren Bereich entstandenen IKONOS-Bildes mit einer Auflösung von 1 m ist die Detailerkennung so groß, dass sogar Lauben und Gartenhäuschen sichtbar sind.

Aufgrund der vorherrschenden topographischen Bedingungen im Untersuchungsgebiet sind die Objekte *Ackerland und Grünland* einerseits sowie die Waldarten Laub-, Nadel- und Mischwald andererseits von besonderer Bedeutung. Dabei sind vegetationslose Ackerflächen auf Grund der hohen Reflexion und der damit sehr hellen Grauwerte sowie durch geradlinige Kanten von

den übrigen Flächen geometrisch klar abgegrenzt und im CORONA-Bildmaterial von allen Klassen am besten extrahierbar. Schwieriger gestaltet sich die Interpretation von schon bewachsenen Feldern im Vergleich zu Wiesen- und Grünflächen. So konnten nur jene Flächen eindeutig klassifiziert werden, die zum Zeitpunkt der Aufnahme unbestellt waren oder eine schütterte Vegetationsdecke aufwiesen. Sind dagegen Felder mit noch jungem, grünem Getreide oder Futterpflanzen bewachsen, ist eine Unterscheidung zu Wiesen und Weiden nicht möglich. Das IKONOS-Sensorsystem bietet im Gegensatz zu CORONA die Möglichkeit, auch die spektrale Reflexion im nahen Infrarot aufzuzeichnen, wodurch sich eine wesentlich bessere Eignung für Vegetationsuntersuchungen ergibt. Trotzdem lassen sich auch hier beispielsweise Felder mit unreifem Getreide von den übrigen Weiden und Wiesen nicht unterscheiden.

Um die einzelnen *Waldarten* im CORONA-Orthobild zu klassifizieren, wurde das Schwellwertverfahren genutzt. Die Übergänge von einer Waldart zur anderen sind fließend, der Grenzverlauf einzelner Klassen kann daher von mehreren Bearbeitern unterschiedlich ausgelegt werden. Junge Nadelbäume besitzen hellgrüne Nadeln und erscheinen im Bild in hellen Grauwerten, weswegen sie fälschlicherweise als Laubwald interpretiert werden könnten. Der Kanal des nahen Infrarot des IKONOS-Aufnahmesystems ist besonders gut zur Differenzierung und Kartierung der verschiedenen Waldarten geeignet. Dennoch existieren Probleme bei der Erkennung der Übergänge der verschiedenen Waldarten, da auch in diesem Falle meistens keine eindeutige Grenze festgelegt werden kann. Die angelegten Fichtenforste sind dagegen gut an den geradlinigen Begrenzungen auszumachen. Weiterhin ergeben sich Überschneidungen mit Grauwerten anderer Klassen, beispielsweise zwischen Laubwald, Wasserflächen und Grünland. Im Gegensatz zur CORONA-Szene sind in der IKONOS-Aufnahme Schonungen kartierbar, unterschiedliche Baumarten innerhalb dieser Flächen jedoch nicht differenzierbar.

Sowohl im CORONA- als auch im IKONOS-Bild konnten *Felsen und Felsformationen* sowie Sandsteinbrüche klassifiziert werden, sofern diese unbewachsen waren. Im CORONA-Bild ist die helle, gekörnte Textur dieser Objekte jedoch im Falle angrenzender Siedlungsgebiete leicht mit diesen zu verwechseln, weswegen in Einzelfällen die TK25 als Zusatzinformation herangezogen werden konnte.

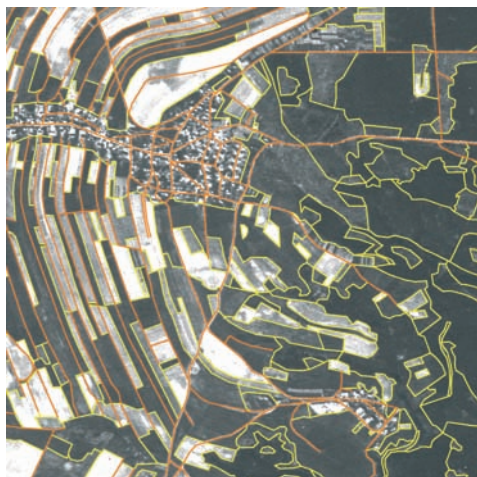
In der Klasse *Fließ- und Stillgewässer* sind im CORONA-Bild nur größere Gewässer wie beispielsweise die Elbe gut sichtbar. Als

schwierig erwies sich in manchen Bereichen die Erkennung der Grenze zwischen Wasserflächen und angrenzenden Wiesen. Die Erkennbarkeit von kleineren Fließgewässern und stehenden Gewässern wie Teichen und Tümpeln ist im CORONA-Bild sehr schwierig bzw. überhaupt nicht möglich. Die Grauwerte von stehenden Gewässern unterscheiden sich nicht wesentlich von jenen für Grünland. Für die Klassifizierung von Wasserflächen erwies sich die Farbinfrarot-Aufnahme des IKONOS-Satellitenbildes als sehr effizient. So sind auch Tümpel und Tei-

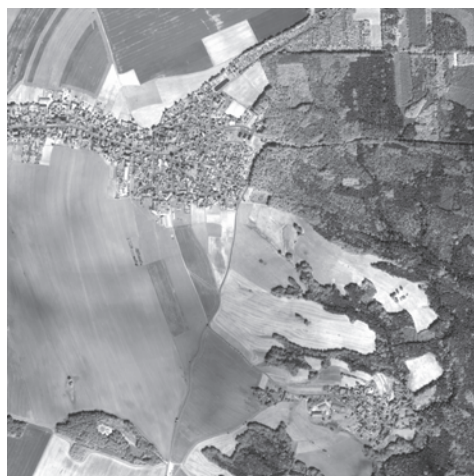
CORONA – Aufnahme 1965



Wegenetz und Nutzungsgrenzen 1965



IKONOS – Aufnahme 2000



Wegenetz und Nutzungsgrenzen 2000

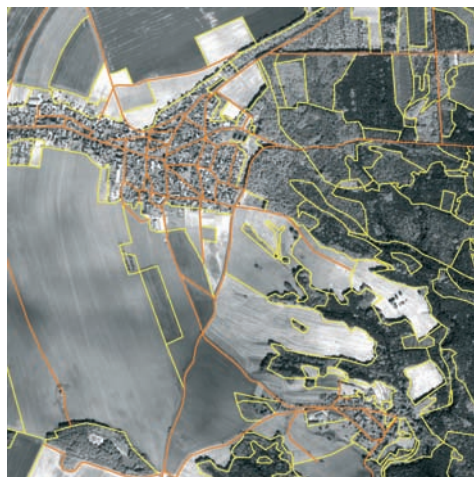


Abb. 2: Wegenetz und Nutzungsgrenzen um die Ortschaft Lohmen 1965 und 2000.

che mit geringem Flächenausmaß sowie die Elbe gut erkennbar.

3.3 Ergebnisse der multitemporalen Klassifikation

Als Ergebnis der visuellen Interpretation lagen Vektor-Datensätze zu den beiden Zeitschnitten 1965 (auf Basis der CORONA-Daten) und 2000 (auf Basis der IKONOS-Daten) vor. Diese entstanden durch manuelles Digitalisieren am Bildschirm auf der Grundlage der georeferenzierten Satelliten-daten (Abb. 2). Anhand dieser digitalen räumlichen Daten konnten quantitative Analysen der Landschaftsentwicklung durchgeführt werden. Deren Ergebnisse bestätigten den ersten Eindruck. Die Landschaft war im Jahr 1965 wesentlich kleingliedriger strukturiert als im Jahr 2000. So besaßen die Ackerflächen im Jahr 1965 nur eine durchschnittliche Größe von 1,69 ha. Demgegenüber beträgt im Jahr 2000 die Durchschnittgröße des Ackerlandes 8,34 ha.

Für den Zeitraum 1965 bis 2000 wurde insgesamt eine Flächenabnahme des Ackerlandes von 20 ha ermittelt.

Im Zeitschnitt 1965 (Abb. 3) wurden über 300 km Wege und 279 km Straßen kartiert. Ursache für die stattliche Länge des Wegenetzes waren die vielen kleinen Ackerflächen, die zu ihrer Erreichbarkeit viele Feldwege erfordern. Dies wird besonders im Bereich Lohmen und Dorf Wehlen deutlich (Abb. 2), wo die Flächen besonders klein und schmal sind. Ausgehend von den an der Straße stehenden Gehöften erstrecken sie sich streifenförmig ins Hinterland. Infolge der Kollektivierung der DDR-Landwirtschaft in den 60er und 70er Jahren des 20. Jahrhunderts verschwand jedoch durch Flächenvergrößerungen eine Vielzahl der Feldwege. Die Längen der Fahrwege und Nebenstraßen haben sich bis zum Jahr 2000 deutlich verringert. Dies wird im Vergleich der beiden Satellitenbilder klar sichtbar. Für den Zeitschnitt 2000 ermittelte LISKOWSKY (2002) die Länge der Haupt- und Nebenstra-

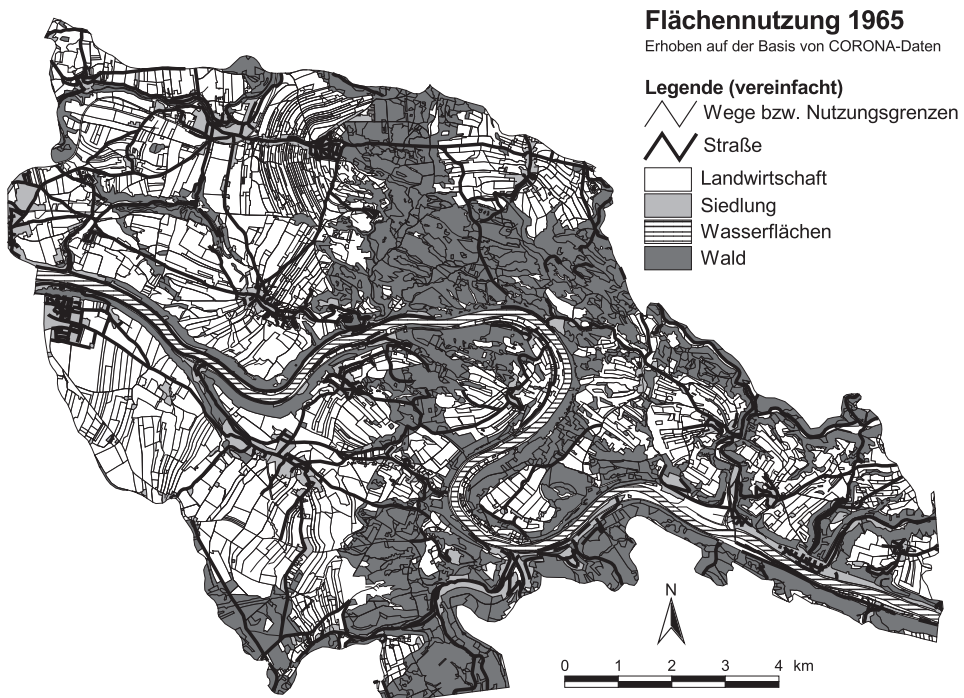


Abb. 3: Karte der Flächennutzung 1965 auf Basis der Auswertung des CORONA-Satellitenbildes.

Ben mit 168,7 km und die der Fahrwege mit 124,4 km.

Bei den *Siedlungsflächen*, die Dörfer, Städte, Einzelhäuser und Gehöfte beinhalten, konnte eine Flächenzunahme um 62,4 ha ermittelt werden. Im Falle der *Industrie- und Gewerbeflächen* ist ebenfalls ein Flächenzuwachs von 31,4 ha dokumentierbar, welcher insbesondere auf den Ausbau und die Errichtung von Industriegebäuden und Förderanlagen der Wismut AG in der Nähe von Leupoldishain zurückzuführen ist.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die Dokumentation und Analyse historischer und aktueller Landnutzung bzw. Landbedeckung durch Methoden der Fernerkundung zur sowohl qualitativen als auch quantitativen Erfassung der Landschaftsentwicklung erfordert hinreichend genaue räumliche Bezugsdaten. Vor dem Hintergrund der in der Praxis nach wie vor beschränkten Datenverfügbarkeit mussten bei der Entzerrung und Georeferenzierung der CORONA-Daten zugunsten praktikabler Lösungswege Abstriche bei den theoretischen Anforderungen an die Lagegenauigkeit gemacht werden. Die Orthobilderzeugung wurde mit Standard-Bildverarbeitungssoftware durchgeführt, die eigentlich nicht für die Verarbeitung von Panoramabildern vorgesehen ist. Restfehler aufgrund des Filmverzuges, der näherungsweise Bestimmung der inneren Orientierung sowie der ungünstigen Strahlenschnittgeometrie (schleifende Schnitte) im Rahmen der Bündelblockausgleichung beeinträchtigen die Genauigkeit des entzerrten CORONA-Bildes.

Mittels visueller Analyse auf der Grundlage der CORONA-Orthobildern konnten im Untersuchungsgebiet insgesamt 18 Landnutzungsklassen ermittelt werden. Dieses detaillierte Ergebnis wurde jedoch nur unter Zuhilfenahme von ausgewählten Zusatzinformationen aus topographischen Karten sowie durch spezielle Ortskenntnisse und Geländebegehungen möglich. Probleme bereitete u. a. auch das Fehlen entsprechender Referenzdaten aus dem Aufnahmezeitraum. So stammte die zeitlich am nächs-

ten liegende Topographische Karte aus dem Jahr 1939. Eine ausschließlich auf Grundlage des nur für sichtbares Licht sensibilisierten panchromatischen Filmmaterials und eines aus den Film- und Orbitparametern folgenden maximal erzielbaren geometrischen Auflösungsvermögens des CORONA-Bildes von ca. 3 m durchgeführte visuelle Interpretation gestattet hingegen nur die Trennung in 8 Landnutzungsklassen. Die fehlende multispektrale Auflösung insbesondere im nahen Infrarot wirkt sich besonders bei der Kartierung von Gewässerläufen und Gewässerflächen negativ aus und verhindert auch eine tiefgründigere Untersuchung der Vegetationsklassen sowie der naturräumlichen Feingliederung. Weiterhin müssen bei der Bewertung der Ergebnisse die unterschiedlichen saisonalen Aufnahmezeitpunkte (Mai *versus* August) der verwendeten Satellitenbilder berücksichtigt werden, wodurch das Auswertergebnis beeinflusst wird (LISKOWSKY 2002).

Die Einbeziehung des IKONOS-Satellitenbildes vom August 2000 ermöglichte dennoch eine aussagekräftige Analyse der Landschaftsentwicklung über einen Zeitraum von 35 Jahren. Im Untersuchungsgebiet waren dabei die größten landschaftlichen Veränderungen im Bereich der landwirtschaftlichen Flächen infolge der Zusammenlegung kleiner Schläge im Zuge der Kollektivierung der DDR-Landwirtschaft auszumachen. In der Forstwirtschaft sind Tendenzen weg von den Fichtenmonokulturen hin zu Mischwäldern zu beobachten. Bezüglich der Entwicklung der Flächenausdehnung von Ortschaften und Industriegebieten ist die zu erwartende Zunahme festzustellen.

Die gewonnenen Ergebnisse für das Untersuchungsgebiet Vordere und Hintere Sächsische Schweiz lassen den Schluss zu, dass Orthobilder aus CORONA-Daten als wirklichkeitstreue Abbildungen für Aufgabenstellungen wie die Analyse von Landbedeckungen und Strukturgefügen durchaus geeignet sind. Zum Zwecke der Vegetationskartierung und für die Ermittlung detaillierter Flächenversiegelungen sind jedoch alternative Raum bezogene Daten wie historische topographische Karten und Forstkar-

ten, Luftbilder sowie weitere ergänzende Informationsquellen heranzuziehen.

Insgesamt ist festzuhalten, dass photographische Satellitenbilder der CORONA-Missionen bei allen Einschränkungen eine nicht zu unterschätzende Bedeutung als wirklichkeitsgetreue historische Quelle zur Dokumentation des Landschaftszustandes im Zeitraum 1960 bis 1972 besitzen. Ihre Verfügbarkeit für viele unterschiedliche geographische Räume weltweit und die große Flächenüberdeckung der einzelnen Aufnahmen ermöglichen weitreichende Analysen sowohl des Ist-Zustandes als auch der Veränderungen von Landschaften über den Zeitraum der letzten 40 Jahre. Darüber hinaus enthalten CORONA-Satellitenbilder wertvolle spezifische Informationen zur Landnutzungsstruktur, die in analogen historischen Karten in der Regel nicht enthalten sind, wie z. B. die Größe und Anordnung von Ackerschlägen.

5 Literatur

- CSAPLOVICS, E., KAUTZ, A., WAGENKNECHT, S. & TROMMLER, M., 2000: Aufbau eines raumbezogenen Informationssystems zur nachhaltigen Entwicklung der grenzüberschreitenden Nationalparkregion Sächsisch-Böhmische Schweiz. – *Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden*, 2000 (6): 99–103.
- CSAPLOVICS, E., NAUMANN, K. & WAGENKNECHT, S., 2003: Beiträge zur Extraktion von Felskanten aus Airborne Laser Scanner Daten am Beispiel der Elbsandsteinformation im Nationalpark Sächsische Schweiz. – *Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation*, 2003 (2): 105–114.
- [FAS] Federation of American Scientists, 1997: Military Space Programms: Corona. <http://www.fas.org/spp/military/program/imint/corona.htm>.
- KAUFMANN, V. & SULZER, W., 1997: Über die Nutzungsmöglichkeiten hochauflösender Spionage-Satellitenbilder (1960-1972). – *Österreichische Zeitschrift für Vermessung & Geoinformation*, 1997 (3): 166–174.
- LISKOWSKY, G., 2002: Untersuchung der Eignung von Fernerkundungsdaten zur Analyse der Landschaftsentwicklung. – 112 S. + Anhang, Diplomarbeit am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Dresden.
- PRANGE, L., 2002a: Eignung von CORONA-Bildern als Grundlage für eine multitemporale Landnutzungsanalyse. – 54 S., Studienarbeit am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Dresden.
- PRANGE, L., 2002b: Aufbau eines historischen Orthobildatensatzes für die grenzüberschreitende Schutzgebietsregion Sächsisch-Böhmische Schweiz aus photographischen Satellitenbildern der CORONA-Missionen. – 154 S., Diplomarbeit TU Dresden.
- TROMMLER, M. & CSAPLOVICS, E., 2001: Raumbezogene Informationssysteme für grenzüberschreitende Nationalparkregionen im zentraleuropäischen Raum – Ein Pilotprojekt mit den Modellregionen Sächsisch-Böhmische Schweiz (Tschechien, Deutschland) und Neusiedler See-Fertő/Hanság (Ungarn, Österreich). – In: STROBL, J., BLASCHKE, T. & GRIESEBNER, G. (Hrsg.): *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XIII*, S. 499–505, Wichmann-Verlag, Heidelberg.
- [USGS] United States Geological Survey, 2003: Declassified Satellite Imagery – 1 (1996) <http://edc.usgs.gov/guides/disp1.html>
- WALZ, U., LEIBENATH, M. & CSAPLOVICS, E., 2003: Der Aufwand lohnt sich. Erfahrungen mit grenzüberschreitenden Geoinformationssystemen in der Nationalparkregion Sächsisch-Böhmische Schweiz. – *GeoBit* 7 (8): 25–27, Heidelberg.
- WALZ, U. & LEIBENATH, M., 2003: GIS als Instrument zur Entwicklung grenzüberschreitender Großschutzgebietsregionen in Mittel- und Osteuropa. Ergebnisse eines Modellvorhabens in der Sächsisch-Böhmischen Schweiz. – *Naturschutz und Landschaftsplanung*, Jg. 35, H. 5: 137–142.

Anschriften der Verfasser:

Dr. rer. nat. ULRICH WALZ

Institut für ökologische Raumentwicklung e.V.,
Weberplatz 1, D-01217 Dresden, u.walz@ioer.de

Dipl.-Ing. GEORG LISKOWSKY

aphos Leipzig AG, infos@aphos.de
Prager Straße 17, D-04103 Leipzig

Dipl.-Ing. LARS PRANGE

Mintropstraße 14, D-40215 Düsseldorf
e-mail: unita@gmx.de

Prof. Dr. techn. habil. ELMAR CSAPLOVICS und

Dipl.-Ing. STEFAN WAGENKNECHT, MSc

TU Dresden, Institut für Photogrammetrie und
Fernerkundung

Stefan.Wagenknecht@mailbox.tu-dresden.de

Manuskript eingereicht: Januar 2004

Angenommen: April 2004

Quality of Remote Sensing Data Affecting Thematic Mapping for GIS based Groundwater Assessment in Eritrea

SEMERE SOLOMON & FRIEDRICH QUIEL, Stockholm

Keywords: remote sensing, SRTM, ASTER, data quality, groundwater, Eritrea

Summary: Geographic information systems and remote sensing data provide a powerful combination for the assessment of groundwater resources in arid to semiarid countries like Eritrea. In a study these techniques were combined with traditional investigations, pumping tests and structural measurements. This provided interesting insights in the groundwater situation in the central highlands of Eritrea and objectives for further investigations. Data quality affects the achieved results significantly. In this paper the effects of improved data quality is shown in a number of examples with regard to Global Positioning System (GPS) location, evaluation of digital elevation models derived from contours and through radar interferometry in the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) and comparison of multispectral data from ASTER, Landsat TM and SPOT.

Zusammenfassung: Einfluss der Qualität von Fernerkundungsdaten auf die Thematische Kartierung zur Beurteilung von Grundwasser-Vorräten in Eritrea in einem GIS. Geographische Informationssysteme und Fernerkundungsdaten liefern eine kraftvolle Kombination zur Beurteilung von Grundwasser-Ressourcen in ariden und semiariden Länder wie Eritrea. In einer Untersuchung wurden diese Techniken mit traditionellen Feldarbeiten, Pumpversuchen und Strukturmessungen kombiniert. Das lieferte interessante Einblicke in die Grundwassersituation im zentralen Hochland von Eritrea und Ziele für weitere Untersuchungen. Die Datenqualität beeinflusst die erzielten Ergebnisse deutlich. In diesem Beitrag wird der Einfluss verbesserter Datenqualität an den Beispielen Lokalisierung mit dem Global Positioning System (GPS), Auswertung von digitalen Höhenmodellen, die aus Höhenlinien bzw. durch Radar-Interferometrie in der Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) gewonnen wurden und Vergleich der multispektralen Daten von ASTER, LANDSAT TM und SPOT aufgezeigt.

Introduction

Water is scarce in Eritrea. In almost all villages water supply comes mainly from dug wells and to some extent from boreholes that are found along major streams and valleys. Studies of existing productive wells in relation to lithology and structures are absent and a systematic approach to groundwater exploration is lacking. Integration of remote sensing, GIS and traditional field studies has proven to be an efficient tool in groundwater studies (e. g. SANDER 1996). The overall aim of a Ph.D. thesis (SOLOMON 2003) was to

contribute towards systematic groundwater studies combining remote sensing, field studies, digital elevation models (DEM) and geographic information systems (GIS) to assess groundwater resources in the central highlands of Eritrea. The specific objectives are:

- To prepare thematic maps such as lithology, lineaments, landform and slopes from remote sensing data and DEM.
- To assess groundwater controlling features by combining remote sensing, field studies and DEM.

- To identify and delineate ground water potential zones through integration of various thematic maps with GIS techniques.
- To evaluate the Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) data for lithology and lineament mapping.
- To compare digital elevation models, derived from contours and from radar interferometry in the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) for geomorphological and lineament mapping applications.
- To make recommendations for the future work and provide guidelines for groundwater prospection.

The methodology employed is summarized in Fig. 1. It involves digital image processing and interpretation for the extraction of lithological and linear features, evaluation of digital elevation models as well as field studies for hydrogeological and structural investigations. DEMs were used

to extract lineaments and to map drainage systems and landforms. All data were integrated in a GIS and analyzed to assess the groundwater controlling features. Finally groundwater potential maps were prepared based on the GIS analysis. This provided interesting insights in the groundwater situation in the central highlands and objectives for further investigations. However, data quality affects the achieved results significantly. The main objective of this paper is thus to show the effects of improved data quality with regard to location using the Global Positioning System (GPS), evaluation of digital elevation models and comparison of multispectral data from ASTER, Landsat TM and SPOT. The image processing software ENVI (Environment for Visualizing Images) version 3.5 was used for the remote sensing study. GRASS (Geographical Resources Analysis Support System) versions 4.3 and 5.0 were utilized for the GIS analysis.

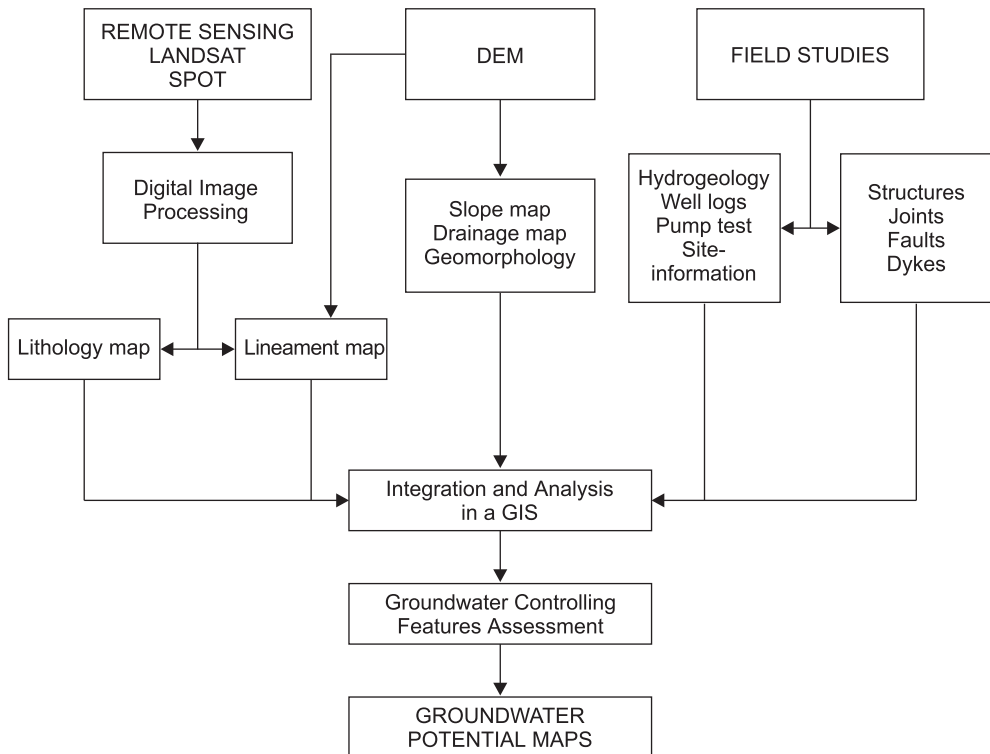


Fig. 1: Flow chart showing data and methods employed in the study.

Study area

Eritrea is located in the horn of Africa and is geographically bounded by Ethiopia to the south, Sudan to the west and north, the Red Sea to the east and Djibouti to the southeast (Fig. 2). The country is divided into three physiographic regions, namely: the western lowland (500–1500 m), central highland (1500–2500 m) and eastern coastal lowland (0–1500 m). The climate is arid to semi-arid with two rainy seasons in the study area. The long rainy season is during the summer from June to September, and the short spring rain during March to April. Rainfall is intense during the period from mid-July to mid-August. The average annual precipitation ranges from 300 to 600 mm. Potential evapotranspiration is approximately 1700 mm/year. Daily temperatures usually vary from 10° to 30°C.

The country is part of the Arabian-Nubian Shield, which is characterized by a low-grade volcanosedimentary-ophiolite assemblage, granitoids and gneisses (e.g. VAIL 1987). The regional geology of the central highlands where this study is focused is given in Fig. 2. The study area is 30 km by 30 km in size and is dominated by crystalline (granitoid and metamorphic) rocks, which form the highland plateau and a steep escarpment parallels the Red Sea rift towards

the northeast. Elevations vary from 1300 m down the escarpment to 2600 m on the plateau.

Data and Methods

GPS location of boreholes

The hydrogeological data consist mainly of a water point database with dug-well and borehole information. The data were entered into a GIS and site maps of water point yields were created and converted into raster format. The relationship between water point yield and distance from lineaments was examined. Buffer zones with 20 m distance interval were created and borehole yields correlated with proximity to lineaments. The correlation studies have been carried out using first the original location values for the boreholes and then GPS (Global Positioning System) positioned or surveyed boreholes.

Digital elevation models

Digital elevation models are useful to derive topographic parameters such as slope and surface curvatures and map drainage systems as well as landforms. Moreover DEMs can be used to extract lineaments useful for groundwater studies. Two types of digital elevation model data were available for this study. The first is a DEM with 50 m spacing derived from contours with 40 m equidistance in topographic maps at a scale of 1:100,000. Data to derive the second digital elevation model were acquired during the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) launched on February 11th, 2000. SRTM collected radar data in the X and C band, which are now processed using radar interferometry to generate a nearly global DEM with 1 arc second spacing, that is about 30 m, and an accuracy better than 20 m. Analysis of SRTM data by KOCH et al. (2002) indicates that the height accuracy depends on land cover, in particular forests, settlements and water bodies and is about ± 3 –4 m in open areas. They also suggested the existence of other systematic errors (see

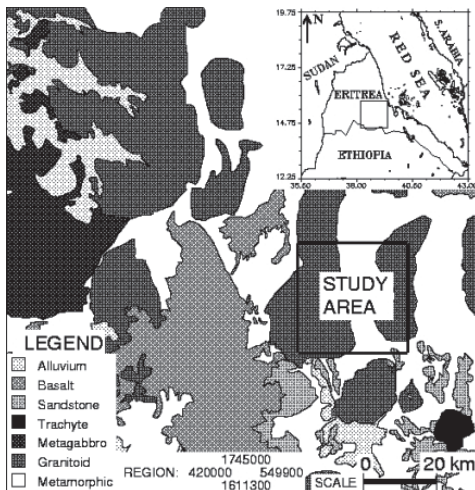


Fig. 2: Location and regional geology.

KOCH et al. 2002 for details). DEMs derived from contours and from SRTM were compared in relation to location and information content regarding drainage networks, linear features and morphological parameters.

Multi-spectral remote sensing

Landsat TM-4 (acquired September, 1987), SPOT (acquired April 6, 1996) and Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER, acquired December 15, 2001) data were used to assess the effects of data quality for lithological and lineament mapping. The spectral bands and the pixel size of each sensor are given in Tab.1. Geometric transformation with 30 m pixel size was carried out for all ASTER and Landsat TM bands using ground control points, the Universal Transverse

Mercator (UTM) coordinate system and nearest neighbor resampling. The thermal infrared (TIR) bands were converted from unsigned integer to byte data type in order to avoid statistical bias during the principal component transformation. Furthermore the digital number values from the visible near-infrared (VNIR) and short wave infrared (SWIR) bands of ASTER data were divided by a factor of two to facilitate comparisons of image spectra of geological materials in all wavelength regions.

The effect of pixel size and season on lineament mapping was evaluated by comparing color infrared composites from each sensor in Tab. 1 subjected to intensity-hue-saturation (IHS) transformation. Principal component transformation was performed on both the six reflective bands of Landsat TM and 14 bands of ASTER data (Tab.1) to assess the effect of number of bands, their wavelength and bandwidth for lithological mapping. To better evaluate the spectral information contained in ASTER's three wavelength regions, single pixel image spectra of selected rock types were extracted and examined in relation to the color variations in PC color composite images.

Tab. 1: Multispectral data used in the study.

Sensor	Band	Wavelength (µm)	Pixel size (m)	
LANDSAT TM	1	0.45–0.52	30	
	2	0.52–0.60		
	3	0.63–0.69		
	4	0.76–0.90		
	5	1.55–1.75		
SPOT	1	0.50–0.59	20	
	2	0.61–0.68		
	3	0.79–0.89		
ASTER*	1	0.52–0.60	15	
	2	0.63–0.69		
	3	0.78–0.86		
	* Bands 1–3: VNIR (visible and near infrared)			
	4	1.60–1.70	30	
	5	2.145–2.185		
	6	2.185–2.225		
	7	2.235–2.285		
	8	2.295–2.365		
9	2.360–2.430			
* Bands 4–9: SWIR (short wave infrared)				
10	8.125–8.475	90		
11	8.475–8.825			
12	8.925–9.275			
13	10.25–10.95			
14	10.95–11.65			
* Bands 10–14: TIR (thermal infrared)				

Results

GPS location of boreholes

The yield-proximity relationship for boreholes without GPS positioning or surveying is ambiguous (Fig. 3). If well loca-

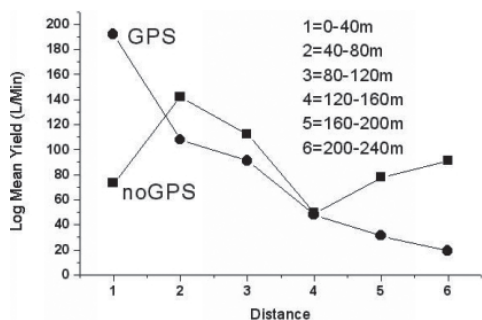


Fig. 3: Correlation between borehole log mean yield (Litres per minute) and distance from lineaments, before and after repositioning with GPS.

tions for the same boreholes are determined more precisely using GPS receivers or traditional surveying methods the correlation improves significantly and shows a clear inverse relationships between yield of GPS positioned boreholes and distance from satellite image lineaments (Fig. 3). Although based on a small borehole population, this study clearly demonstrates the need for accurate coordinates when comparing various spatial data in a GIS.

Digital elevation models

Fig. 4 shows DEM and elevation profiles along section A-A'. The profile from the contour derived DEM (Fig. 4a) generally smoothens the topography. The overall picture looks good but lacks details of drainage systems. In the SRTM DEM the elevation varies over short distances (Fig. 4b). Morphological details like small valleys, ridges but also small plateaus are clearly visible in the SRTM data, but are often less clear or even missing in the contour derived data. The difference of SRTM and contour DEMs is shown in Fig. 4c. Note that the peaks and depressions in the difference profile (Fig. 4c) coincide with the profile from the SRTM (Fig. 4b). This indicates that variations in elevation differences are mainly due to greater detail in the SRTM data. Adjacent large white and dark areas with sharp boundaries, e. g. in the eastern part of Fig. 4c indicate shifts in X and/or Y direction between the two DEMs.

The frequency distribution of the difference between the two digital elevation models shows near normal distribution from about -200 to $+200$ m. The mean elevation difference is about 40 to 50 m. In flat areas the elevation differences are small indicating that there is no systematic bias due to e. g. differences in datum. The positive differences are noted on higher grounds such as ridges and peaks. In contrast the negative differences are often related to narrow valleys and along sloping surfaces, which are underrepresented in the contour DEM.

The general pattern of the drainage network derived from the two digital elevation

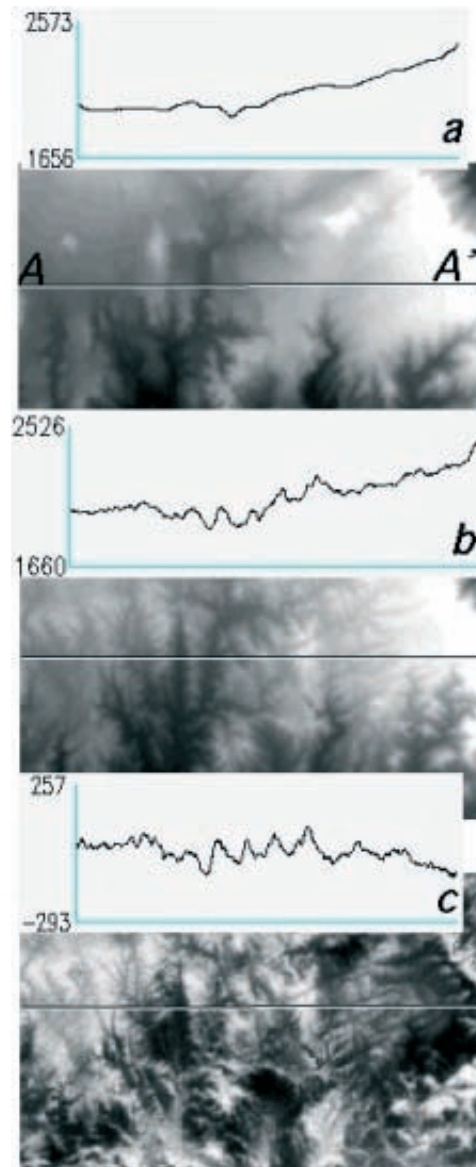


Fig. 4: DEM ($12\text{ km} \times 17\text{ km}$) and elevation profiles along A-A' (a) from contours (b) SRTM and (c) difference of SRTM and contour DEM.

models is similar (Fig. 5). Major high order tributaries are apparent in both DEM's, while low order drainage channels are better delineated in the SRTM data. Moreover several drainage channels that are extracted from the SRTM DEM are not detected from the contour DEM due to lack of detail in

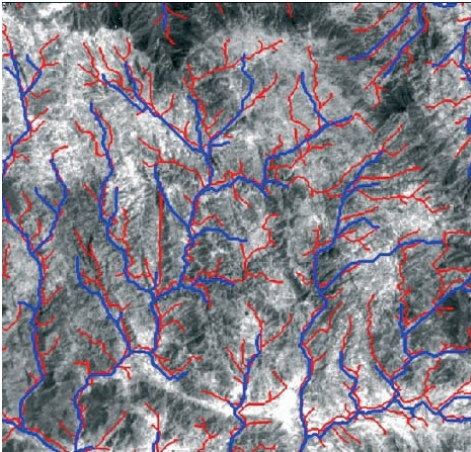
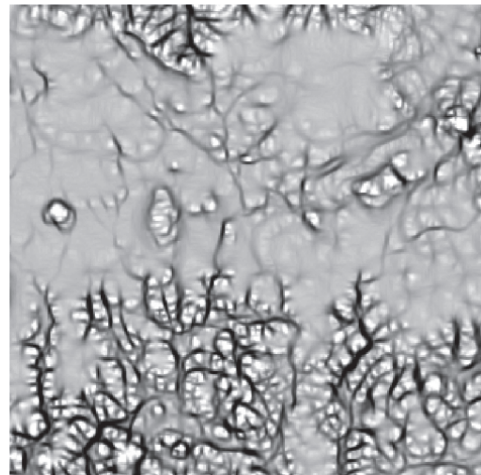


Fig. 5: Drainage networks derived from the contour DEM (blue) and the SRTM DEM (red) overlain on SPOT band 3 image. Area 17 km × 17 km.

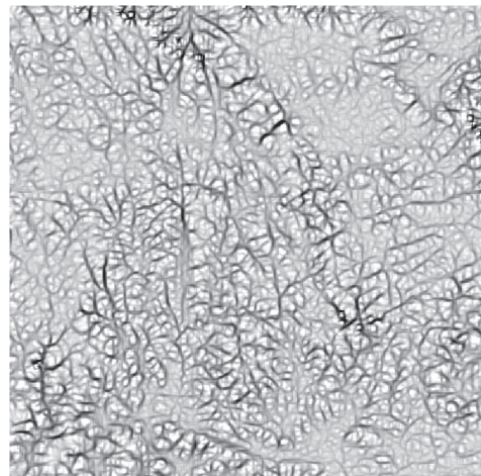
the data set. In general topographic parameters like drainage systems are influenced by contour line spacing and resolution of the DEM and in flat areas not all characteristic features may be identified. The existence of systematic shift of location between the two data sets is clearly visible in the overlays of the drainage systems. Overlays of the drainage networks over a SPOT band 3 image shows additional shifts. Since the SPOT data were taken slightly oblique displacements due to height differences occur and this is sufficient to cause the additional systematic error. Because a DEM was not available during geometric transformation it was not possible to make height corrections. Highly accurate topographic information such as the SRTM data and/or use of GPS can reduce the geometric errors and thus improve data quality.

In minimum curvature images derived from both digital elevation models (Fig. 6) linear features are mostly expressed by alignment of drainage channels. The most conspicuous trends are N-S, NW-SE and NE-SW to ENE-WSW. The NE-SW/ENE-WSW is not obvious from the contour DEM. Other trends though discernible in the contour DEM generally are less numerous when compared with the SRTM data. Overlay of contours with line spacing of

40 m show wide spacing in the blurred areas (center of Fig. 6a) and dense spacing for instance at the bottom of the same figure. Comparison between the two digital elevation models demonstrates that the SRTM digital elevation model is better for detection of drainage systems and linear features than the contour DEM. This superiority is mainly due to greater detail in the SRTM



(a)



(b)

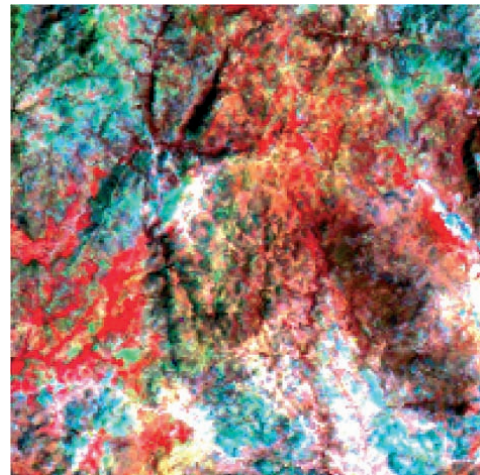
Fig. 6: Minimum curvature images derived from digital elevation models of the same area as Fig. 5 (a) contours (b) SRTM. White: positive (convex) curvature (e.g. ridges), grey: plane black: negative (concave) curvature (e.g. small valleys).

data as a result of a dense grid of measured elevation points. It also shows how the achieved results (drainage extraction and lineament interpretations) were affected by poor data quality due to interpolation from contour lines.

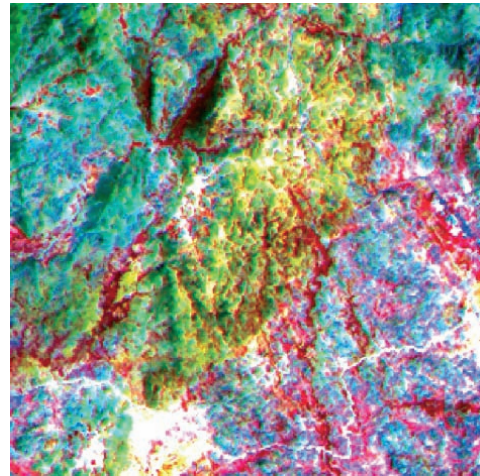
Multi-spectral remote sensing

In the Landsat TM color infrared image (bands 4, 3, 2) dyke swarms are hardly recognizable because of relative large pixels of 30 m (Fig. 7a). The dyke swarms are more obvious in the SPOT bands 3, 2 and 1 with 20 m pixels (Fig. 7b). Dyke swarms with dominantly NNE-SSW orientations are clearly visible in the color infrared composite with bands 3, 2 and 1 of ASTER with 15 m pixels (Fig. 7c). Vegetation cover in red varies significantly due to seasonal differences. Landsat data were collected at the end of the rainy season and large areas are covered by vegetation. The ASTER data were collected in the dry season and have less vegetation cover, which further improves visibility of linear features. This investigation shows the potential of ASTER data for lineament mapping as a result of the improved spatial resolution. Moreover the nadir and backward looking near-infrared bands provide stereo-coverage and can facilitate detailed lineament mapping. Lineaments such as dykes have great hydrogeological significance in hard rock areas with arid to semi-arid climate like Eritrea. This study already showed good correlation between well yields and proximity to lineaments mapped from Landsat TM and SPOT data. Thus improved data quality is crucial and has great hydrogeological significance.

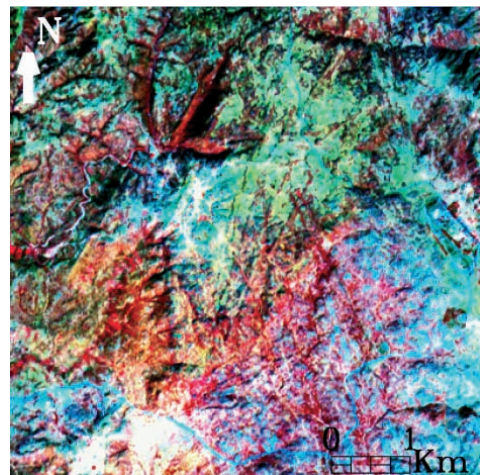
A color composite created from Landsat PC 3, 2 and 4 is given in Fig. 8a. In this image the post-tectonic granite unit appears less



(a)

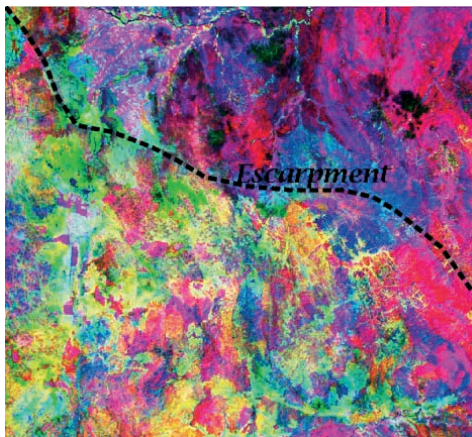


(b)

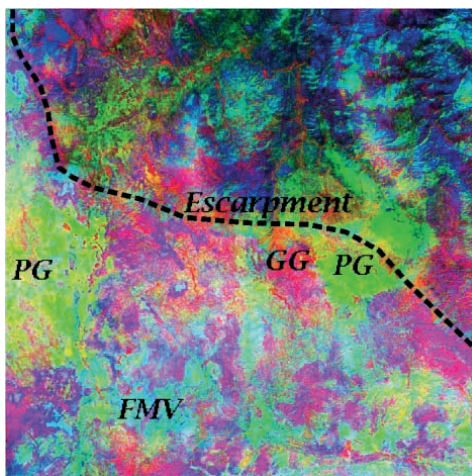


(c)

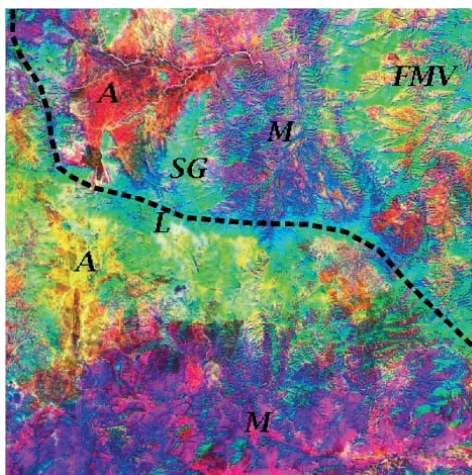
Fig. 7: IHS-transformed color composites in RGB order (a) TM bands 4, 3, 2; 30 m pixels (b) SPOT bands 3, 2, 1; 20 m pixels and (c) ASTER VNIR bands 3, 2, 1; 15 m pixels. Dyke swarms are mainly located near the image center in (c). Vegetation cover appears in red color. Area 6 km × 6 km northwest of the study area.



(a)



(b)



(c)

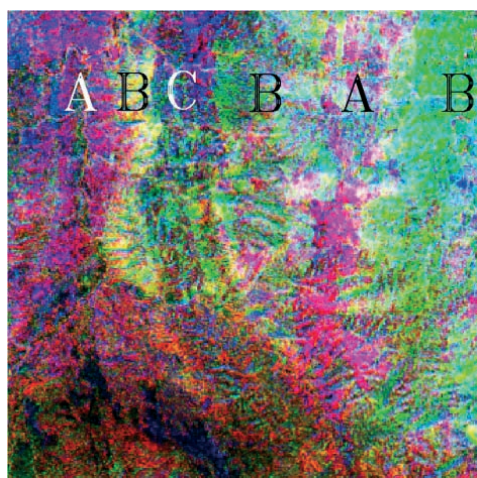
obvious when compared with the principal component color composite image (PC 4, 5 and 6) derived from ASTER data (Fig. 8b). Despite similarity in the composition of rocks to the south and north of the escarpment, variations in color are conspicuous in Fig. 8b. Rocks on the north side of the escarpment (down) show dominantly blue color whereas rocks on the south side of the escarpment (up) show dominantly magenta, cyan and green colors. These variations are due to variations in the degree of weathering and are in this form not obvious in the Landsat TM principal component color composites (Fig. 8a). A color composite of the first three ASTER principal component images is presented in Fig. 8c. The regional geology including local variations in geologic materials are apparent on this image. The metamorphic rocks to the south (bottom of Fig. 8c) appear in magenta and red colors. Yellow to light green to cyan colors immediately south of the escarpment represent the granitoid rocks. The metamorphic and granitoid rocks also persist down the escarpment to the north with different colors in the PC 1, 2, 3 image. The alluvial materials exhibit yellow color (south of the escarpment) and red color (north of the escarpment). Lateritized crystalline rocks (metamorphic and granitoids) appear in white with shades of yellow colors. The regional geology that is conspicuous from the ASTER data is not apparent in the Landsat TM data.

Fig. 9 shows for the northeastern part of Fig. 8a comparison of Landsat PC 3, 2 and 4 (Fig. 9a) and PC 7, 8 and 9 (Fig. 9b) derived from ASTER data. The various units in the metamorphic rocks are hardly differentiated in the PC image derived from the Landsat TM data, but are clearly apparent

Fig. 8: Principal component color composite images from (a) Landsat TM PC 3, 2, 4 (b) ASTER PC 4, 5, 6 (c) ASTER PC 1, 2, 3. All in RGB order. Escarpment marked by dashed line, A: alluvium, PG: post-tectonic granite, GG: granite gneiss, FMV: foliated metavolcanics, SG: syntectonic granite, M: metamorphic and L: laterite. Area 30 km by 30 km.



(a)



(b)

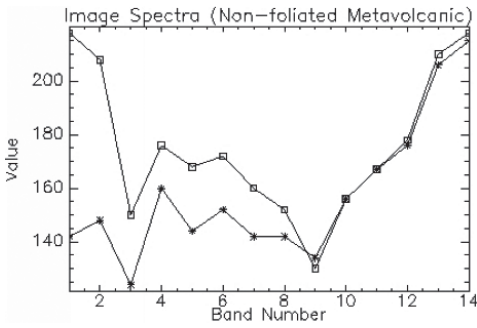
Fig. 9: Comparisons of principal component images northeast of the escarpment in metamorphic rocks (a) PC 3, 2, 4 derived from Landsat TM and (b) PC 7, 8, 9 derived from ASTER, both in RGB order. A: non-foliated metavolcanics, B: foliated metavolcanics and C: metasediments. Area 10 km × 10 km.

in the PC image derived from ASTER data. This shows the level of detail that can be extracted from ASTER data for lithological mapping purposes even from lower principal components.

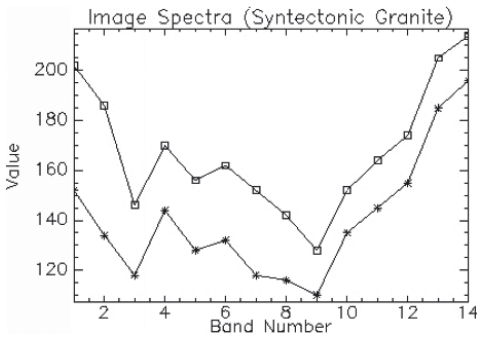
Examples of image spectra collected from rocks up and down the escarpment are given in Fig. 10. The spectra collected from rocks

on the down side of the escarpment are marked with squares and those on the up side of the escarpment marked with asterisk. In metamorphic and granitoid rocks spectral profiles collected down the escarpment generally show higher reflectance and emissivity in all wavelength regions than those collected on the upper side of the escarpment (e.g. Figs. 10a and 10b). These spectral variations are clearly visible on the PC 4, 5, 6 (Fig. 8b) and reflect the degree of weathering of the rocks involved (see e.g. YOUNIS et al. 1997, HUNT 1977). This observation is further supported by the ease in discriminating lithological units in the metamorphic rocks down the escarpment because of less alteration and absence of thick soil cover. Thick soil development derived from chemical weathering and dense natural vegetation cover caused difficulty in lithological discrimination south of the escarpment. Fig. 10c shows image spectra taken from the post-tectonic granites (east and west in Fig. 8b). Agreements in the spectral profiles from the two suggest similarity in minerals that make up the rocks and this is conspicuous in the PC 4, 5, 6 color image where they appear in green. Spectral profiles from the alluvial materials are given in Fig. 10d. Difference in colors in the PC 1, 2, 3 image (Fig. 8c) is also shown in the image spectra. Variations in color in the PC 1, 2, 3 image in alluvial materials are attributed to differences in brightness from PC1. Variations in brightness are partly due to higher surface temperatures caused by lower elevation down the escarpment. Improved ASTER data products with reflectance and emittance values will facilitate image spectra interpretation.

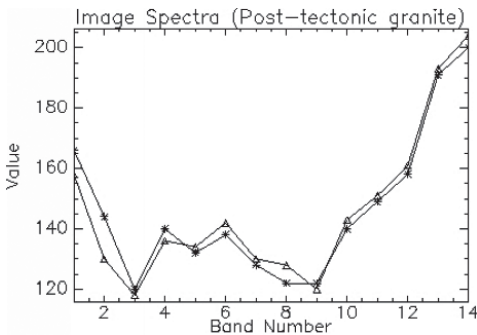
However, general inferences can be made from the data. Difference in the VNIR bands reflect the degree of weathering of iron-bearing minerals, for instance, chlorite, actinolite and hornblende in the non-foliated metavolcanic rocks on both sides of the escarpment (Fig. 10a). The cause of the variations in the VNIR bands in the post-tectonic granites and alluvium is similar to non-foliated metavolcanic rocks. A continuous decline in the reflectance curves in the SWIR



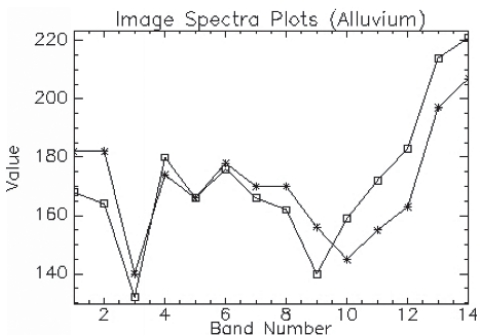
(a)



(b)



(c)



(d)

bands in all spectral profiles suggests presence of clay minerals derived from chemical weathering of crystalline rocks. No significant variations in the emissivity of the less weathered (down escarpment) and highly weathered (up escarpment) metamorphic rocks are observed in the TIR wavelength region (Fig. 10a). This is probably due to lower amounts of silica-bearing minerals in the metamorphic rocks when compared to the granitoid rocks, which show variations in the emissivity in the TIR bands.

Conclusions

Effects of remote sensing data quality on the production of thematic maps used to assess groundwater resources have been demonstrated in a number of examples. Accurate coordinates are essential when comparing various spatial data in a GIS. GPS technology can improve coordinate accuracy significantly and facilitate data integration in a geographic information system. Digital elevation models derived from modern remote sensing systems such as SRTM data are better for detection of drainage systems, linear features and have high geometric accuracy compared to those derived from contours. This superiority is mainly due to the dense grid of measured elevation values in the SRTM data and interpolated grid points derived from contours. The improved data quality in terms of spectral and spatial resolution from ASTER data compared to other satellite data such as Landsat TM and SPOT, is a significant advantage in preparing detailed lithological and lineament maps of excellent quality that have great hydrogeological importance. Modern systems such as ASTER and SRTM as well as GPS

Fig. 10: Image spectra collected from selected rocks (a) non-foliated metavolcanic rocks (b) syntectonic granites (c) post-tectonic granites and (d) alluvium. In figures (a), (b) and (d) spectra with squares are from down the escarpment and asterisks from up side of the escarpment. In figure (c) both spectra are from the up side of the escarpment with the asterisks from eastern and triangle from western post-tectonic granite rocks (see location in Fig. 8b and 8c).

technology provide high quality data crucial for assessment of groundwater resources using remote sensing and geographic information systems.

Acknowledgements

This study was supported financially by the Swedish International Development Agency (SIDA), within the framework of cooperation between Uppsala University, Sweden and the University of Asmara, Eritrea. Special thanks go to the Water Resources Department in Eritrea for providing all types of data and Dr. S. DRURY for facilitating access to Landsat TM data. The German Aerospace Center deserves great appreciations for providing the SRTM DEM. We are grateful to the University of Asmara, for arranging field visits for data collection.

References

- HUNT, G.R., 1977: Spectral signatures of particulate minerals in the visible and near-infrared. – *Geophysics*, **42**: 501–513.
- KOCH, A., HEIPKE, C. & LOHMANN, P., 2002: Bewertung von SRTM Digitalen Geländemodellen – Methodik und Ergebnisse. – *Photogrammetrie Fernerkundung Geoinformation*, **2002** (6): 389–398.
- SANDER, P., 1996: Remote Sensing and GIS for Groundwater Assessment in Hard Rock Areas: Applications to water well siting in Ghana and Botswana. – Chalmers Univ., Sweden, Publ A 80.
- SOLOMON, S., 2003: Remote Sensing and GIS: Applications for Groundwater Potential Assessment in Eritrea. – 136 pp., Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- VAIL, J.R., 1987: Late Proterozoic terrains in the Arabian-Nubian Shield and their characteristic mineralization. – *Geol. Jour.*, **22**: 161–174.
- YOUNIS, M. T., GILBERT, M. A., MELIA, J. & BASTIDA, J., 1997: Weathering process effects on spectral reflectance of rocks in a semi-arid environment. – *Int. J. Remote Sensing*, **18** (16): 3361–3377.

Addresses of Authors:

Dr. SEMERE SOLOMON
Prof. Dr. FRIEDRICH QUIEL
Environmental and Natural Resources Information Systems
Royal Institute of Technology
Brinellvägen 34, S-100 44 Stockholm
Sweden
Tel./Fax: 0046-8-790 7346
e-mail: semere@kth.se
Friedrich.Quiel@byv.kth.se

Manuskript eingereicht: Januar 2004
Angenommen: März 2004

Automatische Kratzerbeseitigung in farbigen Orthophotos

GERD REDWEIK, Lissabon

Keywords: digital orthophotos, scratches, between-band differences, image matching

Zusammenfassung: Der Artikel beschreibt die Funktionsweise eines neu entwickelten Programms zur automatischen Beseitigung von Kratzern in farbigen Orthophotos. Die Kratzer sind etwa zwei Pixel breit, transparent weiß und verlaufen mit unterschiedlicher Neigung in horizontaler Richtung über die Bilder.

Summary: *Automatic Elimination of Scratches on Digital Color Orthophotos.* This article describes a new algorithm for automatic elimination of scratches on digital color orthophotos. The scratches are horizontal, about two pixel wide, white transparent and appear with variable tilt over the images.

1 Einleitung

Bei den Verarbeitungsprozessen von Luftbildern können feine Kratzer mit einer Breite von etwa 30 µm auftreten, die ohne Vergrößerung nicht erkannt werden. Da sie auch in der Gesamtdarstellung der digitalisierten Bilder am Monitor nicht sichtbar sind, bleiben sie zunächst unentdeckt. Erst bei der Betrachtung der Orthophoto-Ergebnisse in der tatsächlichen Pixelgröße treten sie deutlich störend hervor.

Diese Kratzer sind überwiegend zwei Pixel breit, transparent weiß und verlaufen mit unterschiedlicher Neigung in horizontaler Richtung über die Bilder. Ihre Länge beträgt einige hundert Pixel, ihre maximale Breite vier Pixel. Ihr Verlauf weicht von einer exakten Geraden ab und weist Unterbrechungen auf.

Da eine manuelle Korrektur in über tausend Orthophotos zu zeitaufwendig ist und eine direkte Korrektur in den originalen Bilddaten eine unwirtschaftliche Neuberechnung aller schon bestehender Orthophotos bedeuten würde, wurde erfolgreich versucht ein Programm zu entwickeln, welches diese Arbeit in beliebig vielen Orthophotos nacheinander automatisch durchführt.

Diese Software besteht aus zwei Teilen. Ein Programm ermöglicht die Bestimmung der für die Definition der Kratzer erforderlichen Parameter. Das Andere filtert die Kratzer in beliebig vielen Bildern nach den optimal bestimmten Parametern.

Die Eliminierung der Kratzer erfolgt in sechs Hauptschritten:

- Entdeckung horizontaler Elemente in den Spektralkanälen,
- Entdeckung horizontaler Elemente in den Differenzbildern der Spektralkanäle,
- Kombination der detektierten Horizontalelemente,
- Kratzerbereichsbestimmung durch Korrelation,
- Bestimmung der genauen Kratzerlage und
- gezielte Filterung der Kratzer.

Zweck des Verfahrens ist die gezielte Entfernung der Störungen bei weitestgehender Erhaltung der ungestörten Bildinformation.

2 Verfahrensprinzip

Globale Filtermethoden sind für gezielte Störungsbeseitigungen ungeeignet, weil sie zwangsläufig den Bildkontrast verringern. Linienartige Bildstörungen, die sich deutlich

von der Bildinformation abheben, lassen sich mit lokalen Filtern beseitigen (HABERÄCKER 1987, KRAUS 1990, LILLESAND & KIEFER 1987). Im vorliegenden Fall sind die Kratzer nicht rein weiß sondern transparent. Sie weichen nur um etwa 5 bis 20 Graustufen von dem jeweiligen Bildhintergrund ab. Da Grauwert-Schwankungen zwischen benachbarten Pixeln in dieser Größenordnung auch in ungestörten Bildbereichen auftreten, lassen sich die Kratzer nicht mit einfachen Methoden von der Bildinformation trennen.

Deshalb wird zuerst versucht, die vorhandenen Spektralinformationen zu nutzen um möglichst viele Objektlinien von den Kratzern zu trennen. Die für diesen Zweck eingesetzten Grauwert-Differenzvergleiche liefern ein erstes Zwischenergebnis, in dem die Kratzer nur unvollständig erkannt werden und in dem noch sehr viel Objektinformationen als Rauschen enthalten sind.

Mit einem Korrelationsverfahren werden nun die Kratzerbereiche von den extrahierten Objekten getrennt. Gleichzeitig sorgt dieses Verfahren für eine vollständige Erfassung der bisher unerkannten Störungsbereiche.

Vor der Filterung findet in den genäherten Störungsbereichen eine präzise Lokalisation der Kratzer statt. Mit diesem iterativen Verfahren ist es möglich die Bildstörungen zu korrigieren ohne die ungestörte Bildinformation zu beeinträchtigen.

2.1 *Entdeckung horizontaler Elemente in den Spektralkanälen*

Die Kratzer in den Bildern sind weiß. Gemäß dem Prinzip der additiven Farbmischung ist das nur möglich, wenn sie in allen drei Spektralkanälen mit etwa der gleichen Intensität auftreten (ALBERTZ 2001, KRAUS & SCHNEIDER 1988, LILLESAND & KIEFER 1987). Im Gegensatz dazu sind die Objektreflexionen in jedem Kanal eher unterschiedlich (ALBERTZ 2001, KRAUS 1990, LILLESAND & KIEFER 1987). Die dadurch bewirkte kanalspezifische Grauwertverteilung lässt die Objektkanten – im Gegensatz zu den Kratzern – in jedem Kanal mit unter-

schiedlichen Intensitäten erscheinen. Führt man nun in jedem Kanal eine Suche nach horizontalen Elementen durch, so können die Kratzer nur in den Bereichen liegen, die in allen Kanälen horizontale Elemente in der gleichen Position aufweisen. Hiermit ist eine erste Trennung von Objektlinien und Kratzern möglich.

Weil Länge, Neigung und Geradlinigkeit der Störungen variieren, wird zunächst versucht spaltenweise Elemente zu finden die Kratzer sein könnten.

Als Kratzer-elemente gelten zwei senkrecht benachbarte Pixel, wenn ihr mittlerer Grauwert innerhalb vorgegebener Grenzwerte höher ist als der mittlere Grauwert ihrer senkrechten Nachbarn, und zusätzlich die direkten Grauwert-Differenzen zwischen vorgegebenen Grenzwerten liegen (Abb. 1).

Die Parameter für die Grenzwerte können dem jeweiligen Bildmaterial durch empirische Voruntersuchungen optimal angepasst werden.

2.2 *Entdeckung horizontaler Elemente in den Differenzbildern der Spektralkanäle*

Das oben geschilderte Verfahren lässt sich noch verbessern, wenn man die Differenzbilder der Spektralkanäle für die Trennung von Kratzern und Objektlinien heranzieht. Ein konstanter, additiver Rauschanteil (R) in zwei Kanälen (K1, K2) wird durch die Berechnung eines künstlichen Kanals (D), bestehend aus den Bilddifferenzen der Eingangskanäle, eliminiert (LILLESAND & KIEFER 1987, RICHARDS 1994):

$$D = K1 + R - (K2 + R) \quad (1)$$

Auf Grund der weißen Kratzerfarbe kann der Rauschanteil in allen Kanälen als konstant und additiv angenommen werden. Tatsächlich treten die Kratzer in den drei Differenzbildern (Rot – Grün, Rot – Blau, Grün – Blau) auch nicht mehr auf. Führt man nun in den Differenzbildern eine Suche nach horizontalen Elementen durch, so lassen sich ausschließlich Objektlinien finden (Abb. 2).

Weil die Grauwertverteilung in den Differenzbildern unterschiedlich ist, muss die Suche nach horizontalen Elementen in allen Differenzbildern erfolgen, um möglichst viele Objektlinien zu erfassen. Sie erfolgt wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben. Hierbei sind die Parameter den neu berechneten Grauwerten in den Differenzbildern anzupassen.

2.3 Kombination der detektierten Horizontalelemente

Abb. 1 zeigt einen panchromatischen Ausschnitt, in dem die in den drei Spektralkanälen detektierten Horizontalelemente als weiße Pixel gekennzeichnet sind. Es ist deutlich sichtbar, dass neben dem Kratzer auch Fahrspuren von Fahrzeugen entdeckt wurden. Abb. 2 zeigt den gleichen Ausschnitt mit im Differenzbild (rot – blau) aufgespürten Horizontalelementen. Hier wurden nur die Fahrspuren entdeckt, weil das Kratzer-rauschen im Differenzbild nicht auftrat. Abb. 3 zeigt den gleichen Ausschnitt, nachdem die in den Differenzbildern gesuchten Objektlinien von den Horizontalelementen der Abb. 1 subtrahiert wurden. Während die Informationen über die Lage der Kratzer erhalten blieb, sind die detektierten Fahrspuren verschwunden. Wie gezeigt, ist das Verfahren für die Trennung von Objektlinien und Kratzern geeignet.

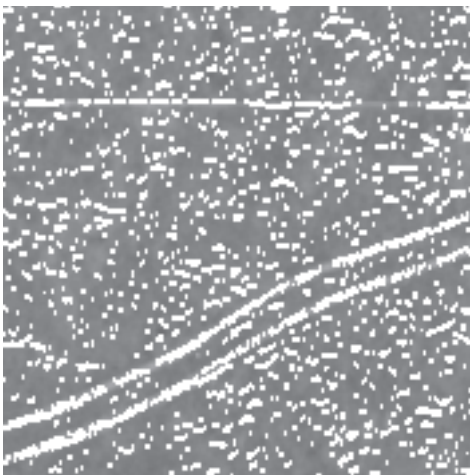


Abb. 1: Horizontalelemente aus Spektralkanälen.

2.4 Kratzerbereichsbestimmung durch Korrelation

Betrachtet man die Abb. 3 genauer, so stellt man fest, dass die Kratzer in ihrem Verlauf unvollständig erfasst wurden und viele Objektbereiche als punktuell verstreutes Rauschen detektiert sind. Zur Beseitigung dieser Unvollkommenheiten wird ein spezielles Korrelationsverfahren angewendet. Dabei wird das Bild zeilen- und spaltenweise nach den detektierten weißen Elementen durchsucht. Zur Beschleunigung der Rechenzeit

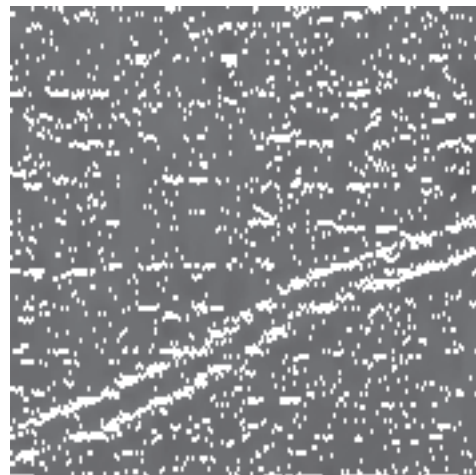


Abb. 2: Horizontalelemente aus Differenzbild (rot-blau).

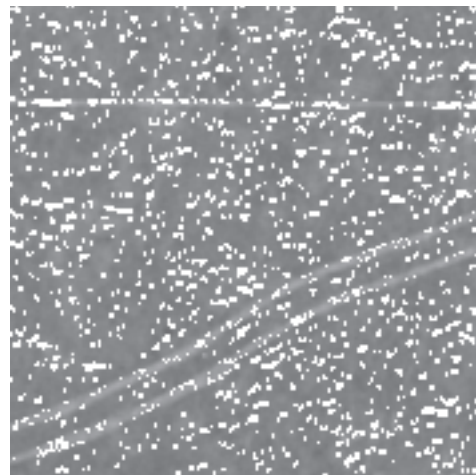


Abb. 3: Von Objektbereichen getrennte Kratzer.

wird nur dann mit der Berechnung begonnen, wenn vier weiße Pixel gefunden sind, die alle einen gemeinsamen Eckpunkt besitzen.

Bestandteile der Kreuzkorrelation sind die Muster- und die Suchmatrix (LUHMANN 2000, MIKHAIL et al. 2001, ZHIZHUO 1990). Die Mustermatrix entspricht hier mit einer Breite von zwei Zeilen der überwiegenden Stärke der Kratzer. Ihre Länge ist frei wählbar, um sie optimal an das aktuelle Bildmaterial anpassen zu können. Die Länge sollte größer als die im Bild auftretenden Objektlinien sein und noch so kurz, dass sie sich gut an die nicht streng geradlinigen Kratzer anschmiegt. Für die Testbilder hat sich eine Länge von 200 Pixel als optimal erwiesen.

Sollen horizontale und nach rechts unten geneigte Kratzer entdeckt werden, so bildet die Suchmatrix ein rechtwinkliges Dreieck. Betrachtet man das linke Kratzerende als Dreieckspunkt, dann ist in diesem Fall die Ankathete horizontal und die Gegenkathete senkrecht. Treten nur geneigte Kratzer auf, so kann die Suchmatrix als schiefwinkliges Dreieck definiert werden. Dadurch wird die Zuverlässigkeit des Verfahrens gesteigert und die Rechenzeit verringert.

Die Verschiebung der Mustermatrix ist in diesem Fall eine im Uhrzeigersinn erfolgende Rotation um den Anfangspunkt des Kratzers.

Der Zuordnungs-Algorithmus bestimmt für jede Doppellinie in der Suchmatrix die Anzahl der detektierten Horizontalelemente. Ihre Normierung liefert einen Korrelationskoeffizienten zwischen 0 und 1. Ein Kratzer gilt als entdeckt, wenn der maximale Korrelationskoeffizient einen Schwellwert überschreitet und sich stark genug vom Mittelwert der aktuell berechneten Korrelationskoeffizienten unterscheidet.

Mit diesem Verfahren lassen sich die Kratzer von dem zufällig verteilten Objekt-rauschen trennen. Die Unterbrechungen der unvollständig detektierten Kratzer-elemente werden überbrückt, indem alle Elemente der Mustermatrix in der Lage des optimalen Korrelationskoeffizienten gespeichert werden (Abb. 6).

2.5 Bestimmung der genauen Kratzerlage

Die Speicherung der optimalen Positionen aller Mustermatrizen führt, wie in Abb. 6 dargestellt, zur Definition eines breiteren Bereichs (etwa 2–5 Pixel), der den Kratzer vollständig enthält. Um die genaue Kratzerlage zu erhalten, wird an jeder Stelle des Bereichs seine aktuelle, vertikale Dimension automatisch bestimmt. In diesem Bereich wird die präzise Kratzerlage durch die in ihm auftretende maximale Grauwertdifferenz berechnet. Wie Abb. 7 zeigt, lassen sich mit diesem Verfahren die Kratzer als Doppellinie kontinuierlich erfassen.

2.6 Filterung

Filtert man nur die Pixel der Doppellinie, so werden Bereiche, in denen der Kratzer eine breitere Dimension aufweist, nicht berücksichtigt. Auch wenn die Grauwertstörungen in diesen Übergangsbereichen extrem gering sind, so fallen sie in farbigen Bildern, im Gegensatz zu Grauwertbildern, unangenehm auf. Deshalb werden auch die direkt benachbarten Grauwerte der Doppellinie geglättet.

Durch eine lineare Interpolation werden für vier vertikal benachbarte Pixel (Kratzer und Nachbarn) neue Grauwerte in den drei Spektralkanälen berechnet, wenn die beiden, außerhalb der Störung liegenden, Pixel keine großen Grauwert-Unterschiede aufweisen.

Treten große Grauwert-Unterschiede auf, so liegt das Kratzer-element im Bereich einer Grauwertkante. In diesem Fall würde eine lineare Interpolation eine zu starke Glättung der Kante bewirken. Um das zu verhindern, werden die Grauwerte der ungestörten Pixel bis zur Kante ohne Manipulation ausgedehnt.

3 Ergebnisse

Die Wirksamkeit des Programms wurde an Orthophoto-Ausschnitten getestet, welche Siedlungen, Ackerflächen und Waldgebiete abbildeten. Alle elf Kratzer, die in den fünf



Abb. 4: Bildausschnitte mit Kratzern.

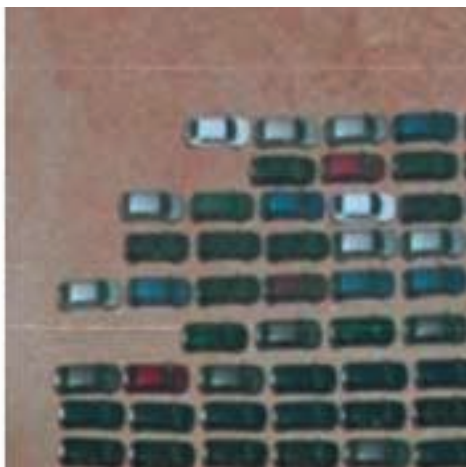
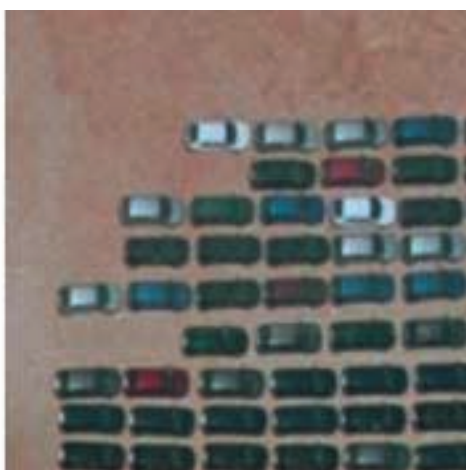


Abb. 5: Kratzerlose Bildausschnitte.

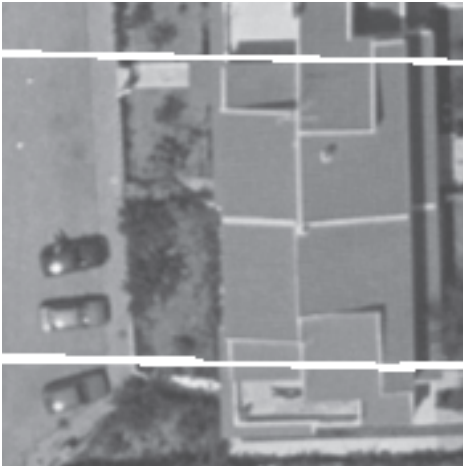


Testbildern auftraten, konnten vollständig beseitigt werden. Damit wurde die Leistungsfähigkeit des Programms bewiesen.

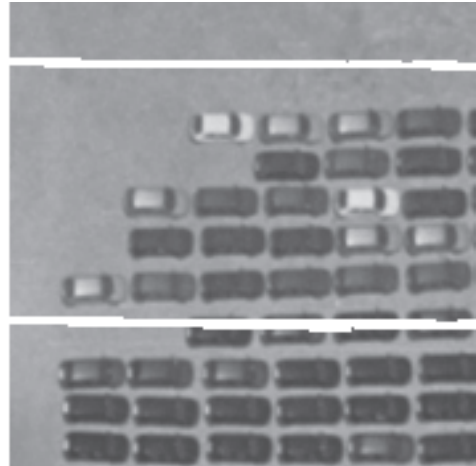
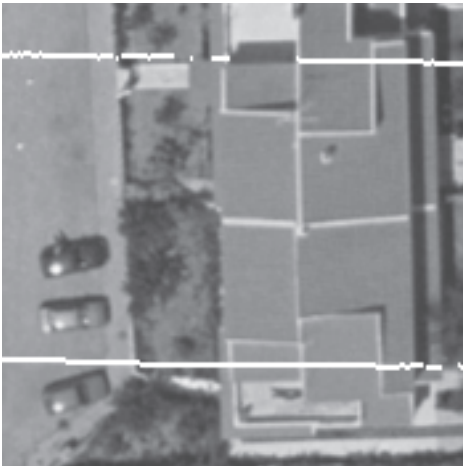
Abb. 4 zeigt zwei radiometrisch unveränderte Ausschnitte aus den Testgebieten mit je zwei Kratzern in Originalgröße. Wie Abb. 5 zeigt, konnten die Kratzer gezielt herausgefiltert werden ohne die restliche Bildinformation negativ zu beeinträchtigen.

In Abb. 6 sind die durch das Korrelationsverfahren bestimmten Kratzerbereiche dargestellt. Die zwei Pixel breiten Linien in Abb. 7 dokumentieren die tatsächlich gefilterten Bildbereiche.

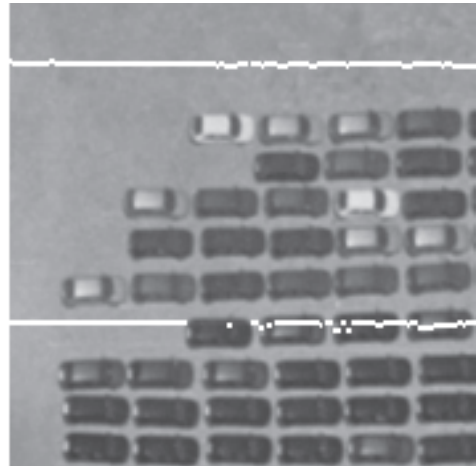
Anwendungen auf vollständige Orthophotos zeigten, dass auch hier alle Kratzer, die denen in den Testbildern entsprachen, vollautomatisch beseitigt wurden. Als Problemzonen erwiesen sich Bereiche wie Ackerfurchen, Fensterreihen von Gewächshäusern und Kabel von oberirdischen Leitungen, mit einer ähnlichen Verlaufsrichtung wie die der Kratzer. Da einige dieser Objekte für den Bildinhalt relativ bedeutungslos sind, bzw. wie die Kabel der Oberleitungen in diesem Fall gar nicht an der geometrischen Entzerrung teilnehmen, ist ihre Filterung hier relativ unproblematisch. Eine



△ **Abb. 6:** Kratzerbereiche.



▽ **Abb. 7:** Korrigierte Pixel.



Weiterentwicklung des Programms könnte auch diese Objekte berücksichtigen.

4 Dank

Mein besonderer Dank für die Initiierung dieser Arbeit gilt Herrn OLIVER HAITZMANN von der Firma Swissphoto, ohne dessen Unterstützung diese Arbeit auch nicht möglich gewesen wäre.

5 Literatur

ALBERTZ, J., 2001: Einführung in die Fernerkundung: Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern. – 2. Aufl., 250 S., Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

LUHMANN, T., 2000: Nahbereichsphotogrammetrie. Grundlagen, Methoden und Anwendungen. – 571 S., Wichmann Verlag, Heidelberg.
 MIKHAIL, M. et al., 2001: Introduction to Modern Photogrammetry. – 479 S., John Wiley & Sons, New York.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr.-Ing. GERD REDWEIK
 Bokemeyerstr. 5, D-38304 Wolfenbüttel
 Tel.: 05331-855815
 bis 2004: Universidade de Lisboa

Manuskript eingereicht: Februar 2004
 Angenommen: März 2004

Berichte

9. Münchener Fortbildungsseminar „Geoinformationssysteme 2004“ vom 10. bis 12. März 2004

Rund um eine Keimzelle an der TU München hat sich in den vergangenen Jahren eine Gruppe aus unterschiedlichsten Disziplinen zusammengefunden, um am runden Tisch offen über das Thema GIS zu diskutieren, sich gegenseitig zu informieren und unterstützen, sowie Forschungsprojekte zu initiieren und durchzuführen. Wichtig war von vornherein eine weitgehende Neutralität als Basis für offenen Dialog und Kooperation. Aufgrund des Erfolges dieses Konzeptes entwickelte sich hieraus im Juli 2000 die Institution „Runder Tisch GIS e.V.“ Mittlerweile über 100 Mitglieder aus Verwaltung, Wirtschaft, Forschung und Industrie kooperieren hier mit dem Ziel, mehr Effizienz in der Nutzung von Geoinformationssystemen und ihrer Daten zu erreichen.

Bereits zum neunten Mal hatte nun die TU München, Fachbereich Geoinformationssysteme, in Zusammenarbeit mit dem Verein „Runder Tisch GIS“ zum Fortbildungsseminar nach München geladen, um den Teilnehmern neue Entwicklungen und Trends auf der GI-Markt vorzustellen. Da sich der Runde Tisch als OpenGIS-Mitglied sehr intensiv für die Hersteller übergreifender Nutzung verteilter Geodaten engagiert, war es nahe liegend, dass dieses Thema zu einem der Leitthemen der Veranstaltung wurde.

Im Rahmen der Eröffnung des Fortbildungsseminars konnte Frau Dr. AUMANN rund 290 Teilnehmer aus 5 Ländern und 12 Bundesländer begrüßen. Sie führte in das Seminar ein und gab einen Überblick über Projektarbeiten die durch den „Runden Tisch GIS“ initiiert und gefördert wurden. Prof. RUMMEL als Dekan der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen begrüßte die Teilnehmer und wünschte dem Seminar einen guten Verlauf. Prof. MAGEL beleuchtete die Bedeutung des Fortbildungsseminars sehr engagiert aus seiner

Sicht als FIG-Präsident. Er stellte die Forderung auf, dass noch mehr Kompetenz in GIS, Landmanagement, Riskmanagement und Geodäsie aufzubauen und international bekannt gemacht werden solle. Er rief die deutsche GIS-Gemeinde auf, auch international Flagge zu zeigen und durch Verstärkung der Ausbildung (z. B. englischsprachige Masterausbildung) ausländischer Studenten zur Stärkung des „Standortes Deutschland“ beizutragen.

Den Eröffnungsvortrag hielt Prof. ROTHACHER (TU München) zum Thema „*Neue Entwicklungen in der Satellitennavigation: GPS, Glonass und Galileo*“. Ausgehend vom derzeitigen Stand der Satellitennavigation mittels GPS und Glonass und deren Genauigkeiten zeigte er das Potential zukünftiger Positionierungssysteme und verschiedene Anwendungen auf. Insbesondere die Kombination mit Galileo, dessen Status, Zeitplan und Systemaufbau er eingehend beleuchtete, bietet zukünftig hervorragende Möglichkeiten, die Positionierung für vielfältige Zwecke weiter zu verbessern.

Im Rahmen der Eröffnung des Fortbildungsseminars wurde vom Runden Tisch GIS e.V. auch der diesjährige Förderpreis verliehen (siehe dieses Heft Seite 453).

Das Programm selbst umfasste 4 Hauptblöcke mit insgesamt 21 Vorträgen die wiederum in Blöcke von 2–3 Vorträgen mit jeweils etwa 30 Minuten anschließender Diskussionszeit unterteilt wurden. Es machte sich wohlthuend bemerkbar, dass die Teilnehmer nicht mit einer Anhäufung kurzer Vorträge überfordert wurden, sondern dass ausreichend Vortrags- und Diskussionszeit zur Darstellung und Vertiefung der einzelnen Themen zur Verfügung stand. Hinzu kam, dass die Vortragenden sehr gut vorbereitet waren und sich weitgehend an die Zeitvorgaben halten konnten.

Der erste Tag galt komplett dem Thema „*Projekte für Geodateninfrastrukturen*“. Unter der Moderation von Prof. SCHILCHER, gleichzeitig Vorstandsvorsitzender

des Runden Tisch GIS e.V. beschäftigten sich die Vorträge mit allgemeinen und länderspezifischen Problemen und Perspektiven, die sich durch den Aufbau von Geodateninfrastrukturen ergeben. Diese wiederum sind Voraussetzung, um die Nutzung von Geodaten flexibel und Branchen übergreifend zu gestalten.

Der zweite Tag begann mit dem Vortragsblock „*Best Practice Projekte*“, in dem eine Reihe von Projekten vorgestellt wurden, die direkt oder indirekt mit der Entwicklung von GIS verknüpft sind. Die Vortragsthemen beschäftigten sich insbesondere mit dem Bereich „*Mobiles GIS*“ sowie Berichten aus Internet-Applikationen auf der Basis von OGC-Diensten. Der Donnerstag Nachmittag war dem Thema „*Projekte zur Ausbildung und Weiterbildung der Berufspraxis*“ gewidmet. Ein erster Schwerpunkt war dabei die Verbreitung und der Einsatz von GIS an Schulen. Verschiedene Vorträge berichteten über Erfahrungen und Stand bei der Einführung dieses Themas in den Unterricht. In mehreren Bundesländern ist es bereits erklärtes Ziel, durch GIS neue Medien in den Erdkundeunterricht einzuführen. Ein weiterer Schwerpunkt galt der didaktischen Gestaltung der GI-Ausbildung an Hochschulen. Der Lernprozess wurde durchleuchtet und die Erkenntnisse daraus wurden auf den Bereich Geoinformation abgebildet. Neben Inhalten und Organisation spielten die Didaktik und Wirtschaftlichkeit eine große Rolle.

Der letzte Block am Freitagvormittag galt dem Thema „*GIS im e-Government*“. Da sich Bürger, Politiker, Wirtschaft und Behörden darin einig sind, dass in Zeiten knapper Kassen unter Kostengesichtspunkten die Kommunikation mit und zum Bürger einer Weiterentwicklung bedarf, bieten sich Möglichkeiten, durch die zunehmende Vernetzung der Beteiligten viele Vorgänge zu vereinfachen und zu beschleunigen. Damit können Verwaltungsvorgänge effizienter werden, zu zeitgemäßen Leistungen führen und letztlich sogar Kosten gesenkt werden. Die Nutzung von verteilten Geodaten in Raum bezogenen Verwaltungsprozessen zeigt, dass zunehmend GI-Technologien in-

tegraler Bestandteil auch im öffentlichen Verwaltungshandeln werden. Aus e-Government wird geo-Government. Die vorgestellten Beispiele zeigten ein breites Spektrum bereits realisierter Projekte und berichteten über die dabei gesammelten Erfahrungen. Deutlich wurde dabei wiederum die Bedeutung der OGC-Standards, die letztlich Grundlage von erfolgreichen interoperablen web-GIS-Plattformen bilden.

Im Rahmen dieses Blockes wurde der neue „Leitfaden für kommunale GIS-Einsteiger“ (www.gis-leitfaden.de) präsentiert. Der Leitfaden wurde erstellt in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Staatsministerium der Finanzen, dem Bayerischen Gemeindetag, dem Bayerischen Städtetag, dem Bayerischen Landkreistag und dem Verein Runder Tisch GIS e.V. Er gibt insbesondere Kommunen, die sich mit der Einführung von GIS und darauf aufbauenden Diensten beschäftigen, einen Überblick über verfügbare Lösungsansätze und Daten sowie Einführungs- und Betriebskonzepte.

Parallel zum Fortbildungsseminar wurde die vom Runden Tisch GIS entwickelte OGC-Testplattform vorgeführt. In eindrucksvoller Weise demonstrierten Projektmitarbeiter die System übergreifende Nutzung von verteilten Geodatenbanken anhand verschiedener Anwendungsbeispiele.

Das Fortbildungsseminar selbst lebte insbesondere durch die Diskussionsbereitschaft der Referenten und der Diskussionszeit, die von den Teilnehmern rege genutzt wurde. Aufgeschlossenheit und Offenheit waren groß geschrieben, was sicherlich zur Qualität und zum Erfolg der Veranstaltung wesentlich beigetragen hat.

Sowohl in den Pausen als auch bei der obligatorischen Abendveranstaltung im „Valentinssaal“ im „Wirtshaus in der Au“ gab es viele gute Möglichkeiten der persönlichen Begegnung und des individuellen Gedankenaustausches.

Insgesamt ist es den Veranstaltern gelungen, einen Überblick und Anreize zur Diskussion über aktuelle GI-Themen zu geben und zu weiteren Forschungs- und Projektarbeiten auf diesen Gebieten zu motivieren. Das Seminar selbst hat sich mittlerweile im

Bewusstsein der GI-Gemeinde als eine der Veranstaltungen verwurzelt, die sehr gut geplant und organisiert einen kompetenten Überblick und Einblick über aktuelle GI-Themen bietet. Und ein Seminar, das über die Jahre so gut gewachsen ist, sich verwurzelt und verzweigt, trägt auch Früchte – ganz im Sinne der Begrüßungsworte von Prof. MAGEL.

KARL ZIPPELT, Karlsruhe
zippelt@gik.uni-karlsruhe.de

Runder Tisch GIS e.V. an der TU München verleiht „Förderpreis Geoinformatik 2004“

Der Förderpreis für Geoinformatik wird in jedem Jahr vom *Verein Runder Tisch Geoinformationssystem e.V.* an der TU München vergeben. Mit dem auf 2.500 EUR dotierten Förderpreis sollen hervorragende Diplomarbeiten und Dissertationen ausgezeichnet werden. „Der Preis ist auch ein Wertmesser für Forschung und Lehre“ bemerkte MD Prof. Dr. JOSEF FRANKENBERGER, der am 10. März 2004 im Rahmen des 9. *Münchner Fortbildungsseminars Geoinformationssysteme* den Preis verlieh.



Die Preisträger/innen 2004 vorn im Bild, v. l. n. r. MARCO KELLERMANN, VERONIKA BÖTTNER und FLORIAN TRAUB. Im Hintergrund Prof. MATTHÄUS SCHILCHER und MD Prof. Dr. JOSEF FRANKENBERGER vom Runden Tisch GIS e.V.

Der Preisträger in diesem Jahr ist Dipl.-Geogr. MARCO KELLERMANN von der Technischen Universität Dresden. Aufgrund der hohen Qualität der eingereichten Arbeiten entschloss sich die Jury, zusätzlich einen zweiten Platz zu vergeben. Diesen teilten sich Dipl.-Ing. VERONIKA BÖTTNER und Dipl.-Ing. (FH) FLORIAN STRAUB für ihre Diplomarbeiten an der Technischen Universität München.

In diesem Jahr wurden 17 Diplomarbeiten und 2 Dissertationen eingereicht. Die Arbeiten kommen aus einem sehr weiten Themenspektrum u. a. aus den Bereichen der Geo- und Umweltwissenschaften, der Informatik, Wirtschaftsinformatik und der Kartographie. Die Geoinformatik, die bei allen Arbeiten im Mittelpunkt steht, durchdringt dabei immer mehr Domänen der Forschung, Lehre und Anwendung.

Zum Abschluss der Verleihung präsentierte der Preisträger MARCO KELLERMANN seine Arbeit „*Internetbasierte Visualisierung ausgewählter Straßennetzdaten – eine vergleichende Analyse mit Smallworld GIS, MapInfo und ESRI ArcView*“ den Besuchern des Münchner Fortbildungsseminars und gab die Möglichkeit zur Diskussion mit dem Fachpublikum.

Zusammenfassungen der eingereichten Arbeiten und Richtlinien zur Förderpreisvergabe 2005 (Einsendefrist: 30. Nov. 2004) sind auf der Homepage des *Runder Tisch GIS e.V.* (www.runder-tisch-gis.de) online abrufbar.

FLORIAN FISCHER, München

Zweiter EuroSDR Educational Service erfolgreich abgeschlossen

EuroSDR (European Spatial Data Research – früher bekannt unter dem Namen OEEPE) hat im Frühjahr 2004 erfolgreich die zweite Ausgabe des Educational Service (EduServ2) durchgeführt. Das Konzept von EduServ besteht aus einer kurzen Präsenzveranstaltung, gefolgt von je zweiwöchigen Fernkursen, die mit Hilfe des Internet

durchgeführt werden. Angeboten werden wechselnde, aktuelle Themen aus Photogrammetrie und Geoinformatik. EduServ richtet sich an Mitarbeiter von öffentlichen Vermessungsbehörden und privaten Firmen, aber auch an den akademischen Bereich. Die verhältnismäßig günstige Teilnahmegebühren werden für ausgewählte Studenten durch Stipendien ergänzt.

In EduServ2 behandelte Themen (in Klammern die Kursleiter):

- Integrierte Sensororientierung (CHRISTIAN HEIPKE und KARSTEN JACOBSEN, Universität Hannover),
- Automatische Bildorientierung mittels Datenbanken (JOACHIM HÖHLE und MARKETOTA POTUCKOVA, Aalborg University),
- Laserscanning und interferometrisches SAR (KLAUS TEMPFLI und GERRIT HUURNEMAN, ITC, Enschede),
- Digitale Sensoren und Datenfusion (CHARLES TOTH und BEA CSATHÓ, Ohio State University, Columbus).

Das Einführungsseminar von EduServ2 fand vom 15.–16. April in Budapest statt und wurde von 25 Teilnehmern aus 11 europäischen Staaten besucht. Es wurde umrahmt von einer Icebreaker Party am Vorabend der eigentlichen Veranstaltung und schloss am 17. April mit einer Exkursion in die malerische ungarische Kleinstadt Szentendre. Das lokale Organisationskomitee setzte sich aus Doktoranden des Lehrstuhls für Photogrammetrie und Geoinformatik der Technischen und Wirtschaftswissenschaftlichen Universität Budapest unter der Leitung von Dr. ÁRPÁD BARSÍ zusammen.

Die jeweils zweiwöchigen Fernkurse schlossen sich an das Seminar an und dauerten bis in den Sommer hinein. Jeder Kurs wurde mit einem Test abgeschlossen, erfolgreiche Teilnehmer bekamen am Ende der Veranstaltung ein Zertifikat ausgehändigt. Interessanterweise führte die Mischung aus Präsenz- und Fernlehre zu einer relativ hohen Quote an erfolgreichen Teilnehmern.

EduServ3 wird im Frühjahr 2005 unter der Leitung des Dublin Institute of Technology veranstaltet, das Einführungsseminar wird in Dublin stattfinden. Mehr Informa-

tionen zu EduServ und zu EuroSDR finden Sie unter www.eurocdr.org.

ÁRPÁD BARSÍ, Budapest

70. Jahrestagung der ASPRS

23.–28. 5. 2004 in Denver, CO, USA

Die 70. Jahrestagung der American Society for Photogrammetry & Remote Sensing (ASPRS) wurde in diesem Jahr in Denver, Colorado veranstaltet. Mit fast 2000 Teilnehmern zählt die Konferenz zu den größten Veranstaltungen weltweit in den Bereichen Fernerkundung und Geoinformatik. Der eigentlichen Tagung gingen die Treffen der verschiedenen Komitees der ASPRS am Sonntag und Montag voraus. Ebenfalls am Montag wurden Workshops angeboten, die den Teilnehmern die Möglichkeit boten, ihr Wissen zu speziellen Themen aufzufrischen. Auf kommerziellen Workshops wurden parallel neue Produkte dieser Firmen vorgestellt: ESRI (Geoinformationssysteme), DigitalGlobe (hochauflösende Satellitenbilddaten), RSI (ENVI Bildverarbeitungssoftware), PCI Geomatics und INPHO (beide Bildverarbeitungssoftware), Definiens (segmentbasierte und Objekt-orientierte Bildanalyse), Leica und Z/I Imaging Corporation (beide bieten integrierte Flugzeuggetragene Systeme zur Herstellung extrem hoch auflösender digitaler Bilddaten an).

Der Hauptteil der ASPRS Konferenz wurde mit einer Plenarsitzung am Dienstag eröffnet, auf der der Gastredner, Prof. Dr. AHMED K. NOOR, einer der führenden Wissenschaftler im Design zukünftiger Systeme und Entwicklungen, einen Ausblick auf zukünftige Entwicklungen in der Fernerkundung, Sensorentwicklung und im Plattformdesign gab. Dieses war auch zugleich der Beginn des wissenschaftlichen Tagungsprogramms. Zwölf Vortragskategorien gliederten sich in 40 Blöcke mit insgesamt 138 Sitzungen. In den Sitzungen wurden mehr als 435 neue wissenschaftliche Untersuchungsergebnisse präsentiert. Besonders hervorzuheben sind die Blöcke mit den zahlenmäßig meisten Beiträgen: „Remote Sensing and GIS Applications“, „Analysis Techniques“,

„Data Calibration Issues, Standards and Techniques“ und „Environmental and Land Cover Assessment“. In den USA werden starke Anstrengungen unternommen, ein Nationales Kartierungsprogramm (National Mapping Program) zu etablieren. Der Stand dieser Aktivitäten wurde in einem eigenen Themenblock mit dem Titel „National (& Global) Spatial Data Infrastructure and its Activities with the National Map Program, the President's Management Program on E-Gov and the Geospatial One-Stop Portal“ vorgestellt.

Der Mittwoch wurde mit einem eingeladenen Vortrag von Prof. Dr. RUSSEL G. CONGALTON eröffnet. Er referierte zum Bildatneneinsatz für das Monitoring natürlicher Regionen unter dem Titel „Give and Take“, gefolgt von einem Beitrag von KEITH LENNARD, Vizepräsident der Rocky Mountain Elk Foundation. LENNARD sprach über den sehr praxisnahen gekoppelten Einsatz von Fernerkundung und GIS in seiner Organisation. Zu Beginn des Donnerstags referierte LYNN SHERROD, Director of the Colorado Cattlemen's Agricultural Land Trust über den Einsatz von Geoinformationstechnologien für die Erfassung von Landnutzungs-

änderungen unter dem Hintergrund der Aufrechterhaltung der landwirtschaftlichen Produktion und des historischen Erbes. „What's New on Mars? A Mars Exploration Rover Mission Update“, zeigte eindrucksvolle Aufnahmen der Marsoberfläche, dargebracht von Dr. STEVEN W. LEE, der University of Colorado.

Die Tagungswoche schloss mit begleiteten Touren zu Firmen im Umfeld der Fernerkundung und Geoinformatik, die sich in großer Zahl in der Gegend um Denver finden.

Begleitend zur Tagung waren auf einer Messe mit 83 Ausstellern alle namhaften Anbieter von Fernerkundungsprodukten, spezieller Software, sowie auch das USGS und die NASA als Einrichtungen der US amerikanischen Regierung präsent.

Insgesamt kann die 70. Jahrestagung der ASPRS als rundum gelungene Veranstaltung bezeichnet werden und den Veranstaltern muss für die gute Organisation gedankt werden.

Dr. MATTHIAS MÖLLER, Arizona State University (ASU), Center for Environmental Studies (CES), Tempe, AZ, USA.

ISPRS Kongress Istanbul 2004

U. V. HELAVA Preis

Die zweite Auszeichnung mit dem im Jahre 1999 geschaffenen Preis für das „Best Paper“⁽¹⁾ erfolgte im Juli 2004 anlässlich des ISPRS-Kongresses in Istanbul. Unter 32 zu bewertenden Veröffentlichungen des Jahres 2002 wurde von einer internationalen Jury folgende Arbeit ausgewählt:

The shuttle radar topography mission – a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar

mit den Autoren BERNHARD RABUS, MICHAEL EINEDER, ACHIM ROTH und RICHARD BAMLER vom Deutschen Zentrum für Luft-

und Raumfahrt e. V. (DLR) Oberpfaffenhofen. In der Begründung wird u. a. hervorgehoben: „Die Arbeit gibt einen umfassenden und kompakten Überblick sowie eine sorgfältige Darstellung der SRTM-Mission und ihrer Ergebnisse. Insbesondere werden die hohe Auflösung und Genauigkeit des globalen DHM beschrieben, ermittelt durch SAR-Interferometrie, gegenwärtig aktuell und bedeutungsvoll. Der Artikel enthält eine verständliche Darstellung des Prinzips von InSAR, der SRTM-Geräte und der Mission, der interferometrischen SAR Datenverarbeitung und der Bestimmung der DHM-Qualität. Er vermittelt eine detaillierte Fehleranalyse mit Beispielen.“

¹⁾ Siehe auch PFG 1/1999, S. 67 und 3/2000, S. 227/228.

Quelle: E. M. Baltsavias, *ISPRS Highlights*, VOL. 9, N° 2, June 2004, p. 16

Persönliches

Ehrendoktorwürde des MIIGAiK für Professor GOTTFRIED KONECNY

Prof. GOTTFRIED KONECNY, der ehemalige Leiter des Instituts für Photogrammetrie und GeoInformation der Universität Hannover, wurde im Mai 2004 von der Staatlichen Universität für Geodäsie und Kartographie (MIIGAiK), Moskau, die Würde eines Doktors ehrenhalber verliehen. MIIGAiK ist die bedeutendste russische Universität für Geodäsie und Geoinformatik (Vermessungswesen) und hat ca. 3000 Studenten.

KONECNY, der für sein jahrzehntelanges, erfolgreiches Wirken bereits vergleichbare Ehrungen von Universitäten in Argentinien, Indien und Kanada entgegennehmen durfte, wurde in Moskau insbesondere für seine Verdienste um die internationale Geodäsie und Geoinformatik ausgezeichnet. Die Ehrung fand statt im Rahmen der 225-Jahrfeier des MIIGAiK.

CHRISTIAN HEIPKE, Hannover



Prof. KONECNY (links) erhält von Rektor SAVINYKH die Ehrendoktorwürde des MIIGAiK für seine Verdienste um die internationale Geodäsie und Geoinformatik.

Zum Titelbild

IKONOS – Satellitenbild von Athen

Auf diesem IKONOS – Satellitenbild von „Space Imaging“ ist ein Teil des Stadtgebietes von Athen/Griechenland mit dem alten Flugplatz zu sehen, aufgenommen am 8. Januar 2001.

IKONOS ist ein kommerzieller Satellit, der hoch auflösende Bilder der Erdoberfläche liefert mit 1 m Auflösung im panchromatischen Kanal und 4 m in den vier multispektralen Kanälen. Die radiometrische Auflösung mit 8–11 bit ist ebenfalls sehr hoch.



© Space Imaging
Datenvertrieb: European Space Imaging
<http://www.EuSpaceImaging.com>