

## 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-

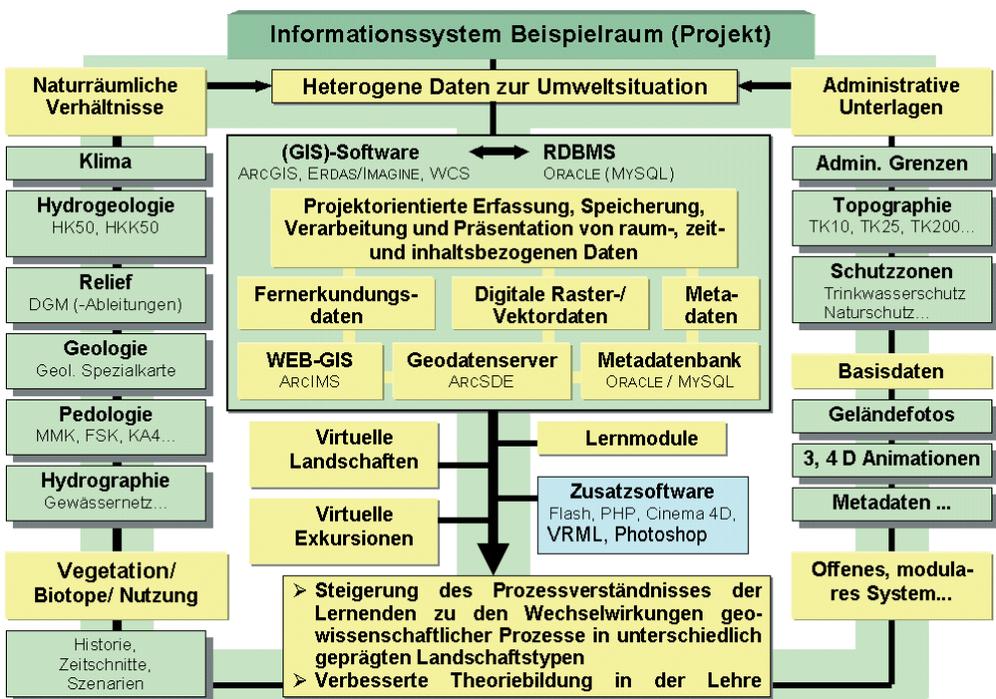


Abb. 1: Konzept der virtuellen Exkursionen.

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 photogrammetrisch 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 Mapservers (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

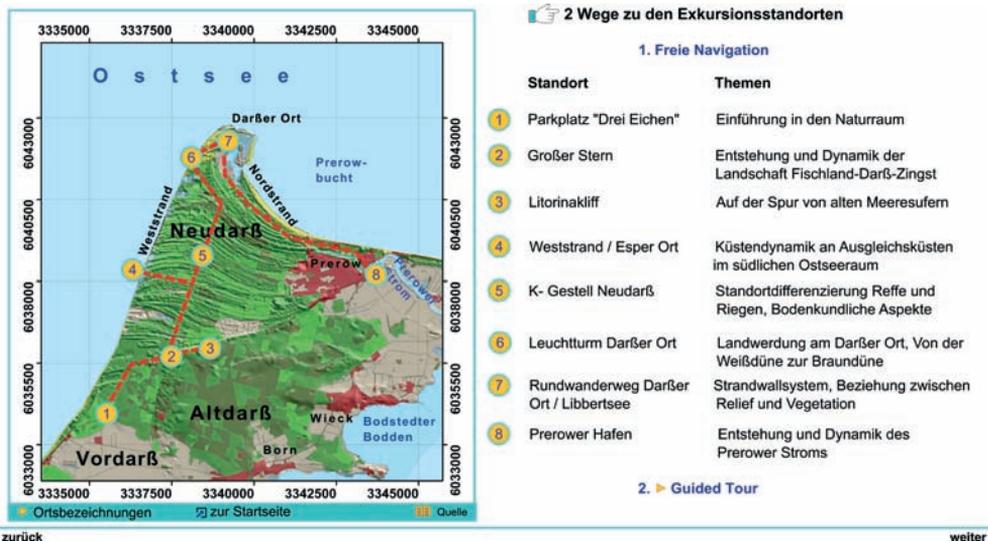
Tourismuskonzepten (FRAUENDORF et al. 2003, TRENTZSCH 2001, DAMMANN 2003). Sie ist Beispielregion für das im November 2003 neu gestartete Projekt GEOVLEX (URL 4).

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 Tagebaugebiet 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. Biotoptypen 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

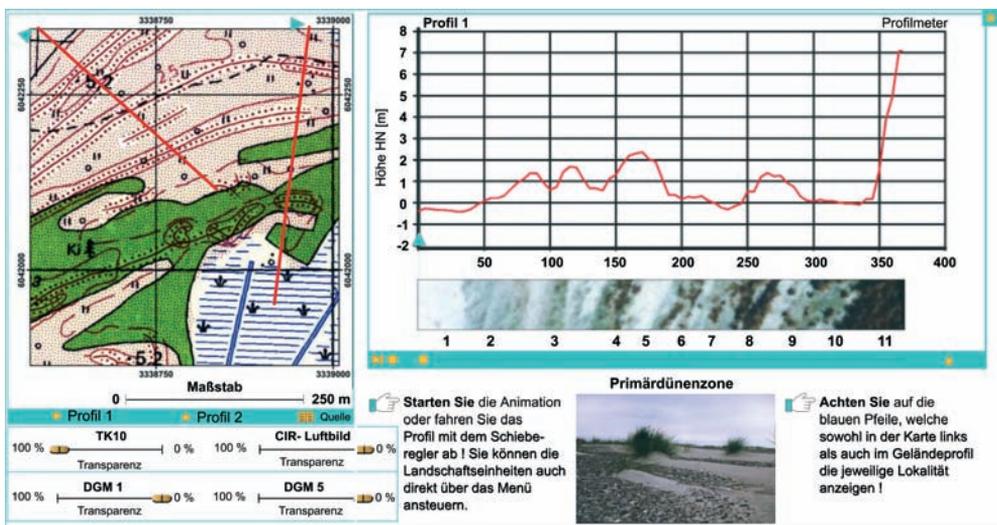


Abb. 3: Applikation zur Beziehung zwischen Relief und Vegetation auf dem Höftland des Neudarbß.

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: [glaesser@geographie.uni-halle.de](mailto:glaesser@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](mailto:thuerkow@geographie.uni-halle.de)

Manuskript eingereicht: März 2004  
 Angenommen: Juni 2004