

Cornelia GLÄßER, Halle/Saale  
Detlef THÜRKOW, Halle/Saale

## **Geomultimedia – neue Wege in der geowissenschaftlichen Aus- und Weiterbildung<sup>1</sup>**

### **Summary**

In addition to real field trips and education virtual field trips are an excellent tool to convey scientific knowledge concerning geography. This paper describes the scientific, technical and didactical approaches of the web-based virtual excursion in the real world of a former mining area. Numerous interactive functions and knowledge tests support the students' thinking and learning in a 3D- and 4D-world. The developed tools are highly interdisciplinary and contain geoscientific as well as remote sensing, cartographic and GIS knowledge. Multiple use, integration in widespread types of lectures, and self learning are possible and necessary. The procedure is an example of innovative knowledge transfer from theoretical topics to real landscape processes.

Qualified staff are needed to create and improve such virtual excursions and for supervision of students. The long-term sustainability of web-based teaching tools remains a challenge.

### **1 Einleitung**

Die rasante technische Entwicklung von Hard- und Software für die multimediale und internetbasierte Visualisierung von Geodaten hat zu vielfältigen neuen Impulsen in allen raumbezogenen Wissenschaften geführt. Im Vergleich mit konventionellen Karten, Texten und Bildern können die räumlichen Informationen schnell, effektiv und dezentral übermittelt werden. Innovative Internettechnologien fördern die Entwicklung und Nutzung von dynamischen, interaktiven und mit Sachattributen kombinierten Produkten. Es eröffnen sich vielfältige neue Möglichkeiten der drei- und vierdimensionalen Geovisualisierungen und der Generierungen von virtuellen Landschaften und Prozessen. Einen zusammenfassenden Überblick über die technisch-methodischen Lösungen und Perspektiven geben GARTNER et al. 1999, KRAAK u. BROWN 2001, FISHER u. UNWIN 2002 und DICKMANN 2004.

Die genannten Technologieentwicklungen haben einen positiven Einfluss auf die Präsentation und Distribution von georäumlichen Daten in unterschiedlichen

---

<sup>1</sup> Das Projekt GEOVLEX wird mit Mitteln des Landes Sachsen-Anhalt und des EFRE-Fonds finanziert. Wir bedanken uns hierfür. Der LMBV danken wir für die freundliche und unkomplizierte Bereitstellung des Laserscanner-Höhenmodells. Sebastian KRATSCH und Anita KEITEL sei für die sehr gute Zusammenarbeit während ihrer Diplomarbeiten gedankt.

Bereichen von Forschung, Verwaltung, Planung, Katastrophenmanagement und Geodienstleistungen. Parallel erfuhr der gesamte Bereich des webbasierten Lehrens und Lernens einen enormen Aufschwung (NIEGEMANN et al. 2004). Diese Entwicklung wurde seitens des Bundes mit dem Programm des BMBF „Neue Medien in der Bildung“ umfassend gefördert. Eine Zusammenstellung der realisierten Lösungen und Konzepte aus den unterschiedlichsten Fachgebieten enthält das KURSBUCH ELEARNING (2004).

Um ein verbessertes Verständnis komplexer geowissenschaftlicher Prozesse in der Lehre zu erreichen, stellen vielfältige Geovisualisierungsmethoden in Kombination mit einem hohen Grad an Interaktivität und einer Einbindung in eine virtuelle Exkursion ein sehr gut geeignetes Methodeninstrumentarium dar. Der inhaltliche, methodische und technische Ansatz des Konzeptes der virtuellen Exkursion in einer realen Landschaft wurde am Beispiel der Küstenregion Darß im Projekt WEBGEO (URL 2), Teilprojekt Fernerkundung und virtuelle Landschaften (FEVIL), entwickelt. Umfassende Informationen zur Konzeption, Philosophie und Methodik sind GLÄßER u. THÜRKOW (2004) und THÜRKOW et al. (2005) zu entnehmen.

Auf Grundlage dieser Erfahrungen erfolgt gegenwärtig die kontinuierliche Weiterentwicklung des Mediums „virtuelle Exkursion“. In die Entwicklungsumgebung wurden mit der urbanen Landschaft Halle (Saale) und der Bergbaufolgelandschaft Bitterfeld/Goitzsche (Sachsen-Anhalt) zusätzliche Beispielräume aufgenommen, die unterschiedliche Landschaftstypen repräsentieren. In diesem Aufsatz soll der Focus auf der hochdynamischen, stark anthropogen geprägten Bergbaufolgelandschaft Goitzsche liegen. Die Arbeiten erfolgen im Rahmen des Forschungsprojektes „GEOVLEX – Webbasierte Geovisualisierung, virtuelle Landschaften und virtuelle Exkursionen – innovative Tools in der geowissenschaftlichen Aus- und Weiterbildung“ (URL 1). Dieses Projekt unterliegt der Multimediaförderung des Landes Sachsen-Anhalt und wird aus EFRE- Mitteln ko-finanziert. GEOVLEX ist Bestandteil des Netzwerkes WEBGEO. Hier werden Ergebnisse geowissenschaftlicher eLearning-Angebote in einem eLearning-Portal vereint (URL 2), welche aus dem Ende 2003 beendeten Forschungsprojekt WEBGEO (GOßMANN et al. 2003) hervorgegangen sind.

## **2 Untersuchungsregion**

Die großflächige Gewinnung von Rohstoffen im Tagebaubetrieb impliziert weltweit intensive und irreversible anthropogene Landschaftsveränderungen. In Mitteldeutschland werden seit 70 Jahren im Großtagebau tertiäre Braunkohlenlagerstätten abgebaut. Im Resultat sind großräumige Absenkungen des Grundwassers mit einhergehendem Trockenfallen der Aquifere sowie vollständige Zerstörungen des Reliefs, der Böden und der Vegetation zu konstatieren. Zusätzlich werden natürliche Oberflächengewässer verlegt und die traditionellen Landnutzungen (Siedlungen, Forst- und Landwirtschaft, Infrastruktur) vernichtet. In Verbindung mit dem Abbau entsteht ein völlig neuer, eigenständiger Landschaftstyp, die Bergbaufolgelandschaft. Das Landschaftsbild wird primär durch anthropogene Prozesse der Rekultivierung bestimmt. Zu nennen sind vor allem Böschungsabflachungen, Aufforstungen und die Flutung der Restlöcher. Darüber hinaus wirken natürliche

Prozesse, wie Grundwasseranstieg, Bodenbildung, Erosion und Sukzession. Die neuen Landschaften haben ein hohes Naturschutz- und Erholungspotenzial, dessen touristische Vermarktung sich noch in einem Anfangsstadium befindet. Vielfältige Vorarbeiten in der Region bieten ausgezeichnete Voraussetzungen, um Prozesse der Landschaftsentwicklung auf der Basis aktueller Geodaten und Forschungsergebnisse zu visualisieren und zu analysieren (GLÄßER 2004; SCHULTZE u. GELLER 2004; BERKNER 1989; VON BISMARCK 2004; GLÄßER u. KABISCH 2004; GLÄßER u. BIRGER 2004). Einen Überblick zur Lage des Untersuchungsgebietes bietet Abbildung 4-1 auf der CD.

### 3 Ziele

Zum Grundverständnis der Geographie gehört die komplexe und systemare Betrachtung von Landschaften. Häufig ist es für Lernende in den Geowissenschaften schwierig, sich die Genese eines Raumes real vorstellen zu können. Theoretische Kenntnisse über die Landschaftskompartimente und -prozesse lassen sich in ihrer räumlichen Variabilität im Gelände schwer erkennen, verstehen oder analysieren. Aus diesem Grund nehmen Exkursionen in der geowissenschaftlichen Ausbildung eine zentrale Stellung ein. Sie sind mit einem hohen personellen und finanziellen Aufwand verbunden. Um die Effizienz dieser Ausbildungsform zu erhöhen, ist eine intensive Vor- und Nachbereitung notwendig. Hierfür steht in der Regel eine sehr heterogene Datenbasis aus Karten, Fotos, Literatur und eigenen Feldaufzeichnungen zur Verfügung. Um das Angebot an konventionellen Lehrmaterialien nachhaltig zu verbessern, wird das Konzept der virtuellen Exkursion mit integrierten modernen Visualisierungstechniken und Analysemethoden (GLÄßER u. THÜRKOW 2004) angewendet. Anhand konkreter Landschaftsräume erfolgt mit diesem Medium die integrative Wissensvermittlung von (exkursions-)standortspezifischen geowissenschaftlichen Sachverhalten und georäumlichen Datenmodellen. Die Präsentation der Inhalte ist modular aufgebaut und webbasiert über ein Informationssystem global zugänglich. Die vollständige Umsetzung einer Lehrveranstaltung wird dabei nicht angestrebt. Vielmehr geht es um die Auswahl besonders komplexer Themen, die mit klassischen Lehrmethoden schwierig zu vermitteln sind.

Primäres Ziel ist folglich die Schaffung (geo-)multimedialer Werkzeuge, um für die geowissenschaftliche Aus- und Weiterbildung zusätzliche, zeitgemäße Lehr- und Lernmedien zur Verfügung zu stellen. Parallel zu den geographischen Inhalten werden regionsbezogen Basiskennnisse zu modernen Methoden räumlicher Datenmodelle aus Fernerkundung und GIS vermittelt (vgl. BLASCHKE et al. 2002). Die Nutzung der Lernapplikationen kann von Lehrenden wie Lernenden multipel erfolgen:

- Integration einzelner Module in Vorlesungen oder Seminare,
- interaktive Nutzung von Modulen in Seminaren,
- Vor- und Nachbereitung von Feldexkursionen,
- eigenständiges Selbststudium oder Prüfungsvorbereitungen unabhängig von einer konkreten Lehrveranstaltung.

Die Konzeption der Lernbausteine erfolgt somit im Sinne eines „Blended Learning-Szenarios“, so dass ein Einsatz sowohl in der Präsenzlehre als auch im Rahmen eines virtualisierten Studiums oder eines ausschließlichen Selbststudiums erfolgen kann.

## 4 Konzept

### 4.1 Mediendidaktisches Konzept

Das mediendidaktische Konzept von GEOVLEX basiert auf der Anwendung und Erweiterung des im BMBF-Projekt WEBGEO gewonnenen know-how (vgl. GOßMANN et al. 2003; BRAUN et al. 2003).

Dabei kommen verschiedene Medienformen zum Einsatz, die eine hohe Interaktivität und Animertheit ermöglichen (vgl. u.a. BRODERSEN 2003; BUZIEK et al. 2000; DRANSCH 2001; DRANSCH 2003; DICKMANN 1997). Die Wissensvermittlung über ein „learning by doing“ in den Lernapplikationen ist somit primär (vgl. FUEST 2001).

Für die ganzheitliche und effiziente Bereitstellung des multimedialen Lehr- und Lernmaterials wurde eine eigene Lernumgebung geschaffen (vgl. Abb. 1 und Abb. 2). Nach eingehender Prüfung wurde bewusst auf den Einsatz von Lernplattformen verzichtet, da sich eine Adaptierung dieser Systeme für die gestellten Anforderungen als ungeeignet erwies. Als Instrumentarium dient ein webbasiertes (Geo)Informationssystem zur Testregion, in welchem sämtliche gesammelten Geo- und Metainformationen über den „Primärschlüssel“ Raumbezug (Hochwert, Rechtswert in Gauß-Krüger-Koordinaten) in Beziehung stehen. Folgende Module sind Bestandteil des Informationssystems:

- Geovlex-Online-Lernmodule (GOLM) und virtuelle Exkursionen (VE) zur standortbezogenen Wissensvermittlung der Fachthemen (vgl. URL 3),
- Navigationsdatenbank zur effizienten Steuerung in den GOLM und VE sowohl in freier Navigation als auch in „Guided Tours“ (URL 1, © WEBGEO|KAMO 2003),
- Datenbankgestütztes Glossar mit direkter Verlinkung der Glossarbegriffe aus den Lernmodulen (URL 4, © WEBGEO|KAMO 2003),
- Archivdatenbank zur Speicherung des den GOLM und VE zu Grunde liegenden Karten- und Luftbildmaterials. Nutzer können Datensätze über Suchapplikationen effizient auffinden und interaktiv eine Vorschau über die Lage des jeweiligen Kartenmaterials in einem WEBGIS-Mapservice abfragen (URL 5, © GEOVLEX 2005),
- Metadatenbank zur raumbezogenen Speicherung und Visualisierung von Geländefotos, Panoramabildern, Videos, Animationen, interaktiven Karten und Textdokumenten zu den Standorten der virtuellen Exkursionen. Auch hier ist interaktiv eine Vorschau zum Raumbezug der Datensätze über WEBGIS-Mapservices möglich (URL 6, © GEOVLEX 2005),
- Fachdatenbanken (URL 7, © GEOVLEX 2005 bis 2006) zur Hydrologie (z.B. Flutungsmengen, Volumina, Flächen) und zur Hydrochemie (physikochemische und hydrochemische Parameter der aufgehenden Tagebauseen (FRAUENDORF 2002),

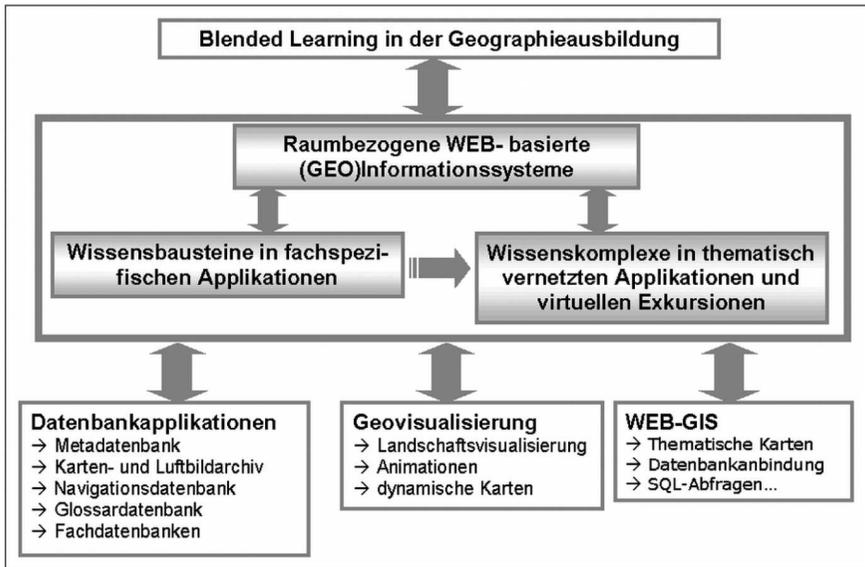


Abb. 1: Mediendidaktisches Konzept der Wissensvermittlung in GEOVLEX (= Abb. 4-2 auf der CD)

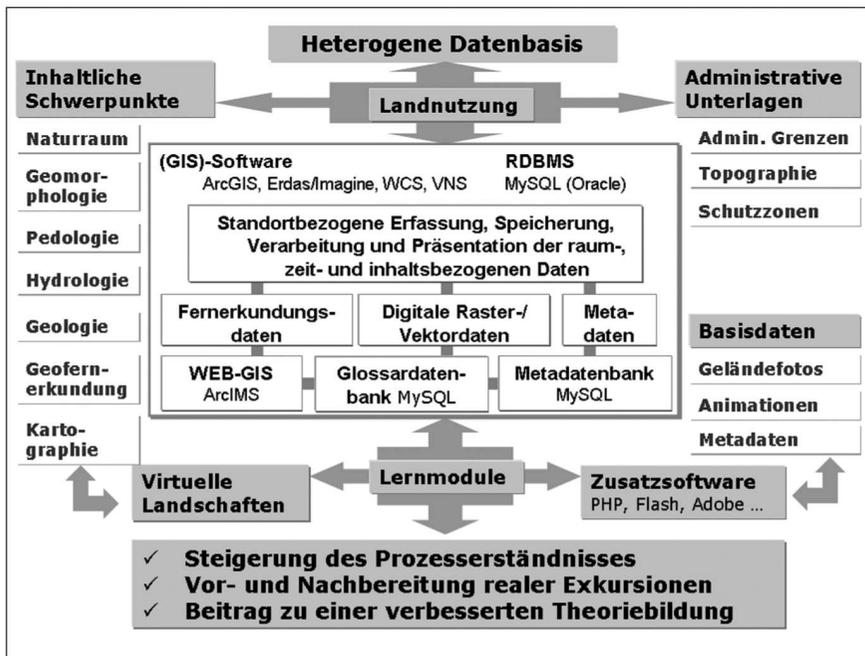


Abb. 2: Konzeption des (Geo)Informationssystems als Grundlage für virtuelle Exkursionen (= Abb. 4-3 auf der CD)

- WEBGIS-Applikationen zur Präsentation dynamischer Karten zu den Fachmodulen (z.B. Probenahmeorte, Biotoptypen, Flutungsszenarien; URL 8, © GEOVLEX 2004 bis 2006) unter interaktiver Anbindung der Fachdatenbanken.

## 4.2 Technische Konzeption

### 4.2.1 GIS-basiertes Informationssystem

Die in GEOVLEX eingesetzten Werkzeuge zur Erstellung der Lerninhalte sind äußerst heterogen. Dies gilt sowohl für die Datenbasis als auch für die technisch-methodische Realisierung. Als Datenbasis fungiert eine breite Palette an hybriden Daten. Multisensorale Fernerkundungsdaten, topographische und historische Karten sowie Laserscanning-Höhenmodelle sind ebenso Eingangsdaten wie Biotoptypenklassifikationen sowie Flächennutzungs- und Planungsdaten aus aktuellen Gutachten. Darüber hinaus ergänzen Geländefotos, 3D- und 4D-Animationen sowie weitere Metadaten aus Literatur und Forschung die Basisdaten.

Abbildung 2 dokumentiert die Komplexität des generierten (Geo)Informationssystems zur Testregion Bitterfeld-Goitzsche. Sie impliziert aber auch den hohen Aufwand bei der Erstellung, die benötigte sehr gute Hard- und Softwareausstattung und das fachlich hoch qualifizierte Personal für die technisch-methodische Umsetzung der Projektziele.

### 4.2.2 Datenvorverarbeitung und Präsentation mit GIS

In GEOVLEX werden alle Lerninhalte mit einem konkreten Raumbezug zu den Beispielregionen der virtuellen Exkursionen umgesetzt. Die Lerninhalte haben entsprechend den definierten Anforderungen eine GIS-basierte Editierung, Analyse, Verschneidung, Klassifikation und Präsentation der Geodaten zur Grundlage. Zum Einsatz kommen die GIS-Softwareprodukte ARCGIS (2005), ARCINFO (2005), ERDAS IMAGINE (2005) und VIRTUAL NATURE STUDIO (2005).

Teile der GIS-Analysefunktionalitäten werden in GEOVLEX über WEBGIS-Applikationen in die Lernumgebung transferiert. Die Integration von interaktiven Karten auf dieser Basis ist vergleichsweise einfach. Die benutzten Softwareprodukte ARCIMS (2005) und MAPVIEWSVG (2005) weisen standardisierte Schnittstellen zu ARCGIS (2005) auf, so dass sich die hybriden Daten einzelner GIS-Projekte schnell über diese Produkte webbasiert veröffentlichen lassen.

Die Implementierung typischer GIS-Werkzeuge, wie Entfernungsmessung, Koordinatenanzeige, Zoom, Pan, Anzeige der Attributtabelle sowie SQL-Abfragen in die Lernumgebung erweitert für Lehrende und Lernende das Angebot an analytischen Funktionalitäten zu den Exkursionsräumen (vgl. URL 8). Dem Nutzer wird bei der Erarbeitung des vermittelten Wissens sowie der Lösung von Übungen und Tests direkt umfassendes Kartenmaterial zur Verfügung gestellt. Als positive Nebeneffekte sind die Schulung der Anwender im Umgang mit GIS-Systemen und das Üben des Interpretierens von Karten und Fernerkundungsdaten zu nennen. Die Vernetzung von WEBGIS-Applikationen mit den anderen Modulen des Informationssystems (vgl. Abschn. 4.1) erfolgt im Projekt vor allem über SVG-basierte Mapservices. Hier sind dynamische Verlinkungen schnell und komfortabel via PHP

(2005) zu programmieren. Abb. 4-4 auf der CD zeigt das Beispiel einer WEBGIS-Karte zu den aus einer CIR-Biototypenklassifizierung abgeleiteten Nutzungstypen der Goitzsche-Mulde-Region.

#### 4.2.3 Datenkonvertierung für das www

Die Aufbereitung einzelner Bitmaps und Animationen zu den virtuellen Landschaftsszenarien und anderen Geovisualisierungen gestaltet sich um ein Vielfaches aufwändiger als deren Präsentation in WEBGIS. Zwar lassen sich diese auch direkt aus den Geographischen Informationssystemen exportieren, bedürfen jedoch einer Anpassung für eine bessere Webtauglichkeit mit handelsüblichen bzw. Open Source Grafik- und Videobearbeitungsprogrammen (z.B. GIMP 2005; IRFANVIEW 2005; ADOBE PHOTOSHOP 2005). Häufig sind die Visualisierungen auf Grund von Dateiformatummwandlungen und Auflösungsverringerungen erheblichen Qualitätsverlusten unterworfen. Die Nutzerfreundlichkeit im WWW ist jedoch auch heute noch an relativ kleine Dateigrößen des Datenmaterials gebunden und hat somit „Vorfahrt“ vor einer höheren Qualität der Visualisierungen.

#### 4.2.4 Datenintegration

Die Konzeption der Lerninhalte wird vor allem mittels FLASH MX (2004) und PHP (2005) umgesetzt. In Verbindung mit der Open Source Datenbank MYSQL (2005) erfolgen Programmierungen, welche die gewünschte hohe Dynamik, Animiertheit und Interaktivität der in GEOVLEX bereitgestellten Module gewährleisten. Die Werkzeuge zur Bedienung der GOLM und VE weisen ein einheitliches Graphical User Interface (GUI) im Corporate Design des Netzwerkes WEBGEO auf.

Für die Programmierung der Lernmodule steht im Rahmen des Autorenprogramms FLASH MX (2004) eine Art Baukasten zur Verfügung. Diese in WEBGEO|KAMO programmierten Flashvorlagen enthalten wesentliche Basisfunktionalitäten zur Integration von Bild-, Karten-, Animations- und Übungsobjekten. Im Netzwerk erfolgt gegenwärtig eine ständige Weiterentwicklung dieser Vorlagen. Die Entwickler der Lernmodule (Wissenschaftler, Assistenten, wissenschaftliche Hilfskräfte) können somit auf Standards zur Generierung der Lernmodule zurückgreifen, ohne selbst fundierte Programmierkenntnisse aufweisen zu müssen. Die Effizienz bei der Modulentwicklung wird folglich um ein Vielfaches erhöht und das Kosten-Nutzen-Verhältnis verbessert. Dies gilt gleichermaßen für die mehrfach genutzten Datenbankapplikationen (MYSQL 2005) zur Navigation durch die Lernmodule und die Verwaltung zugehöriger Glossarbegriffe (WEBGEO|KAMO).

In GEOVLEX erfolgen zusätzliche Entwicklungen zur Erweiterung der Lernumgebung hinsichtlich der Datenhaltung. Die konzipierten Datenbankapplikationen auf der Basis von PHP (2005) und MySQL (2005) dienen der effizienten Speicherung, Analyse und auch separaten Präsentation des den GOLM und VE zu Grunde liegenden Datenmaterials (vgl. Kap. 4.1). Auch hier erfolgt eine Mehrfachnutzung durch verschiedene inner- und außeruniversitäre Einrichtungen und Personen, die sich mit den GEOVLEX-Beispielregionen befassen.

## 5 Realisierung und ausgewählte Ergebnisse

### 5.1 GEOVLEX-Online-Lernmodule (GOLM)

Die GOLM zum Beispielraum kennzeichnen in sich geschlossene Wissensblöcke zu den Fachgebieten Geofernerkundung, Kartographie, Allgemeine Geographie, Geomorphologie, Geoökologie und Hydrogeologie.

In die Module sind didaktisch variierende Tests integriert, die eine sofortige Überprüfung des Gelernten ermöglichen sollen. Die Komplexität kann von einfachen Übungen zur Selbstkontrolle der Lernenden bis zu Testaten im Rahmen der Präsenzlehre reichen. Zu den technisch von WEBGEO|KAMO und didaktisch von WEBGEO|DIDAKT entwickelten Werkzeugen gehören Multiple Choice-, Lückentext- sowie Drag & Drop-Überprüfungen, die sowohl „stand alone“ als auch in Kombination eingesetzt werden.

Wie in der Einleitung im ersten Kapitel angedeutet, ist die Integration von 2D-, 3D- und 4D-Geovisualisierungen zu den Exkursionsstandorten der Beispielräume ein wesentliches Merkmal von GEOVLEX. Statische Abbildungen zu raum-zeitlichen Prozessen etwa in Büchern, auf Folien oder Tafelbildern werden durch drei- und vierdimensionale Animationen ergänzt. Die Nutzer lernen somit die Prozesse in der Landschaft besser verstehen.

Beispielhaft soll die Darstellung der Tagebauflutung über fotorealistische, virtuelle Landschaftsmodelle genannt sein (vgl. Abb. 4-5 und Virtual Reality M-4-1 auf der CD). In den Geovisualisierungen bestehen ebenfalls umfassende Möglichkeiten des Interagierens. „Hotspots“ zu den Datenbanken ermöglichen beispielsweise die dynamische Einbindung von Flutungsständen und zugehörigen hydrochemischen Parametern (URL 8).

Der Aufbau eines GEOVLEX-Online-Lernmoduls wird in Abb. 3 schematisch verdeutlicht.

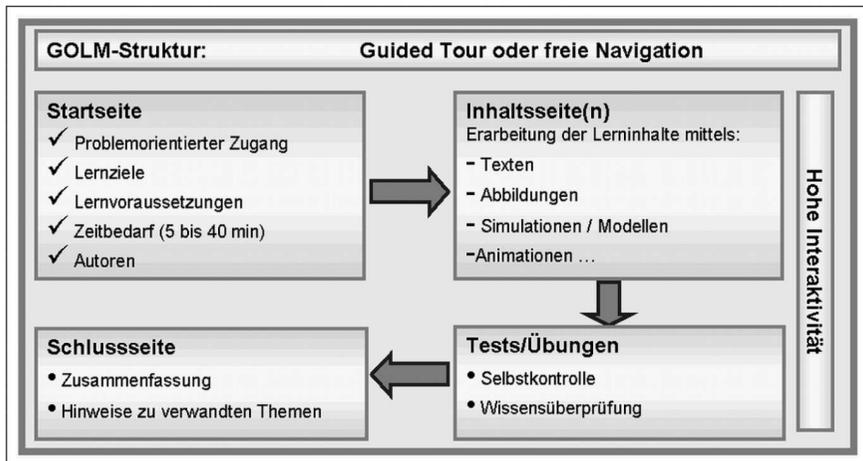


Abb. 3: Struktur eines Geovlex-Online-Lernmoduls (GOLM) (= Abb. 4-6 auf der CD)

Die GOLM sind in den unterschiedlichsten Lehrveranstaltungen der Präsenzlehre des Geographischen Instituts der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg im

Einsatz. Tabelle 1 vermittelt einen Überblick zu den Inhalten ausgewählter Module der Allgemeinen Geographie, der Landschaftsentwicklung und der Geofernerkundung.

Tab. 1: Inhalte und Werkzeuge ausgewählter GOLM

GOLM	Kurzbeschreibung	Inhalte/Werkzeuge
zum Thema: Allgemeine Geographie		
Einführung in den Raum	Geographische Kennzeichnung der Region, Lage, Bergbau, Besonderheiten	Fluganimation zur Untersuchungsregion Bitterfeld-Goitzsche, Interaktive Vermittlung von Orientierungswissen auf der Basis von GIS- und Fernerkundungsdaten
zum Thema: Landschaftsentwicklung und Nachnutzung		
Touristisches Nachnutzungskonzept	Lernmodul zu Zielstellungen für die touristische Entwicklung der Region auf Grundlage der „Tourismus- und Freizeitentwicklungs-konzeption zur Bergbaufolgelandschaft Goitzsche“	GIS-basierte und datenbankgestützte interaktive, animierte Karten, Destinationsmanagement, Informationssystem zum nachhaltigen Nutzungskonzept der Bergbaufolgelandschaft
Landschaftswandel	Lernmodul zur Landschaftsentwicklung in der Goitzsche von 1953 bis 2020	GIS-basierte 3D-Movies und virtuelle Landschaftsmodelle zur Landschaftsentwicklung der Goitzsche-Mulde-Region, interaktive Karten auf der Basis von Fernerkundungsdaten
zum Thema: Geofernerkundung		
Vegetationsklassifizierung mit Fernerkundungsdaten	Prozessvermittlung der Vegetationsklassifizierung mittels Fernerkundungsdaten, Erklärungswissen zu grundsätzlichen Methoden und Prinzipien bei der Klassifizierung vom Ausgangsbild bis zum Klassifikationsergebnis	Interaktive Karten auf der Basis unterschiedlicher Fernerkundungssensoren zur Goitzsche-Mulde-Region, Animationen zur Methodik bei der Klassifizierung
Fernerkundungsdaten – Bildkatalog zu den Strukturtypen mitteldeutscher Bergbaufolgelandschaften	Erklärungswissen zur Anwendbarkeit von satellitengestützten Sensoren (LANDSAT ETM, IRS 1D, SPOT) und Flugzeugscannern (CA-SI, HYMAP, HRSC-AX) bei der Detektion repräsentativer Strukturtypen in Bergbaufolgelandschaften	über 100 interaktive Karten und Animationen, ca. 1.000 Bildbeispiele zu den Sensoren und Strukturtypen, integrierte datenbankgestützte Suche und interaktive Tests zur Selbstüberprüfung

### 5.2 Virtuelle Exkursionen

Die Erstellung virtueller Exkursionen zur Bergbaufolgerregion Goitzsche/Bitterfeld stellt eine zentrale wie auch neuartige Einstiegsmöglichkeit in die interdisziplinäre Wissensvermittlung dar. Die fachspezifischen GOLM werden auf diese Weise zu komplexen Lerneinheiten verknüpft. Der Zugang zu den exkursionsstandortspezi-

fischen Themen kann, wie bei realen Geländeexkursionen auch, sowohl fachsystematisch an festgelegten Exkursionspunkten einer vorgegebenen Exkursionsroute („Guided Tour“) wie auch in themen- und problemorientierten Zugängen mittels einer „freien Navigation“ erfolgen (vgl. Abb. 4-7 auf der CD).

Die Exkursionsrouten sind wie folgt strukturiert:

1. Exkursionsroute in Form einer „Guided Tour“ als Überblicksexkursion mit Lehrinhalten zu den Themen:
  - Einführung in die Landschaft,
  - Vegetationsentwicklung auf Brachflächen (Sukzession, Rekultivierung),
  - Hydrographie,
  - Tourismuskonzeptionen
2. Frei wählbare Touren oder spezielle Fachexkursionen mit den Inhalten:
  - Vegetation in Bergbaufolgelandschaften*
    - Natürliche und gelenkte Sukzessionen,
    - Fernerkundungsdaten-Bildkatalog zu repräsentativen Strukturtypen der Bergbaufolgelandschaften Mitteldeutschlands,
    - Klassifikation von Fernerkundungsdaten für die Vegetation,
    - Prognosen der Vegetationsentwicklung,
    - Auswirkungen der Flutung auf die Vegetation,
    - Auswirkung des Mulde-Hochwassers August 2002 auf die Vegetation,
    - Naturschutz in Bergbaufolgelandschaften

#### *Hydrographie*

- Hydrochemie von Tagebaurestseen,
- Flutung der Restlöcher,
- Monitoring der hydrochemischen Eigenschaften der Restseen während der Flutung,
- Hochwasser August 2002,
- Auswirkungen des Hochwassers auf die Seen,
- Grundlagen hydrodynamischer und hydrogeologischer Prozesse

#### *Tourismus*

- Potenzial der Bergbaufolgelandschaft für eine künftige Nutzung,
- Plangerische Tourismuskonzepte,
- Sozialgeographische Parameter zur Bewertung des Bevölkerungspotenziales im Umland,
- Anbindung der Region Goitzsche an potenzielle Einzugsgebiete,
- Einbindung der Goitzsche in bestehende touristische Zielgebiete in der Region

Umfassende Informationen zur Konzeption und Umsetzung der virtuellen Exkursionen sind GLÄßER u. THÜRKOW (2004) sowie THÜRKOW et al. (2005) zu entnehmen.

### 5.3 Fallbeispiele

In den Virtuellen Exkursionen und den GOLM bilden sowohl nontemporale als auch temporale interaktive Karten und Animationen wesentliche Fundamente für ein interaktives Learning by doing.

Abb. 4-8 auf der CD zeigt eine animierte Darstellung von GIS-basierten Bufferberechnungen zum potenziellen touristischen Einzugsbereich der Goitzsche-Mulde-Region im Rahmen eines Lernmoduls zur nachhaltigen Nachnutzung der Landschaft (vgl. URL 9). Der Anwender kann in kürzester Zeit auf interaktivem Weg in Erfahrung bringen, welche Radien zu potenziellen Erholungssuchenden des nächsten und erweiterten Umlandes bestehen und verschiedene Szenarien zum Destinationsmanagement ergründen. GEOVLEX bietet eine Reihe weiterer dynamischer Animationen in Form von „key-frame“-Animationen auf der Basis hybrider Daten. Darüber hinaus werden häufig Überblendungsanimationen zur Visualisierung von Flächennutzungs- und Landschaftsveränderungen eingesetzt. Thematisch betrifft dies u. a. die Einführung in den Naturraum Bergbaufolgelandschaft Goitzsche, das Aufzeigen des Landschaftswandels der Region seit dem Jahr 1953 oder die Landschaftsentwicklung von der Ur-, Natur-, Kultur- und Bergbaulandschaft bis hin zur Bergbaufolgelandschaft auf der Basis von virtuellen Landschaftsmodellen. Diese Lerninhalte lassen sich effizient über das Suchportal von GEOVLEX ansteuern (URL 3).

Ein Schwerpunkt gegenwärtiger Projektarbeiten ist die Darstellung der Tagebauflutung. Die Umsetzungen basieren auf virtuellen Landschaftsmodellen, welche mit der Software VIRTUAL NATURE STUDIO (2005) in Szene gesetzt werden. Zusätzlich erfolgt auf der Basis von SCENE EXPRESS (2005) eine Integration vierdimensionaler Applikationen in die GOLM, die ein freies Navigieren durch den Raum in Echtzeit ermöglichen (Animation M4-1 auf der CD). An ausgewählte Exkursionspunkte werden über „Hot Spots“ datenbankgestützte Metainformationen zur Hydrologie, Hydrogeologie und Hydrochemie gekoppelt. So lassen sich beispielsweise spezifische Beprobungsdaten und aus ihnen via PHP und Flash-Scripts dynamisch erzeugte Charts zur Hydrochemie des aufgehenden Tagebaurestsees (FRAUENDORF 2002) abfragen (vgl. Abb. 4-9 auf der CD; URL 7).

Abb. 4-10 (auf der CD) zeigt ein Beispiel für eine dynamische Karte – hier zum touristischen Nachnutzungskonzept der Goitzsche. Auf Grund der Fülle der implementierten Methoden und Techniken kann diese bereits als ein eigenständiges webbasiertes Informationssystem bezeichnet werden. Zum Einsatz kommen sowohl dynamische Roll-Over-Effekte zur graphischen Informationsanzeige als auch Zoom- und Pan-Funktionalitäten für eine freie Navigation im Raum. Darüber hinaus wird der Nutzer befähigt, „on demand“ eine interaktive Auswahl zugehöriger hybrider Geoinformationen zu treffen. So lassen sich unterschiedlichste Hintergrundinformationen einladen, welche sich wahlweise aus Fernerkundungsdaten, topographischen Karten oder Flächennutzungsdaten zusammensetzen. Weiter bestehen Datenbankanbindungen der Kartenlayer zur Einblendung von Geländefotos, Videos, Animationen und Fachtexten via „hot spots“ zur Metadatenbank, um eine Reihe von zusätzlichen Informationen zu den einzelnen touristischen Standorten bereitzustellen (vgl. URL 9).

Abb. 4-11 (auf der CD) zeigt eine weitere Applikation mit ähnlichen Funktionalitäten, die Bestandteil eines Naturschutzinformationssystems zu den rekultivierten Tagebaubereichen Goitzsche und Muldenstein ist (URL 10). Mittels Überblendtechnik lassen sich vektor- und rasterbasierte Grundlageninformationen zu den Landschaftsschutzgebieten, geplanten und bestehenden Naturschutzgebieten sowie den FFH-Gebieten auf verschiedenen Maßstabebenen visualisieren und verschneiden. Zusätzlich sind dynamische Textfelder gekoppelt, die u. a. Informationen über den Prozessschutz, die jeweilige floristische und faunistische Bedeutung sowie die Entwicklung des Schutzgebietes integrieren. Gekoppelt mit allgemeingültigen Aussagen zur Entwicklung und Ausprägung von großflächigen Lebensräumen für Flora und Fauna in den mitteldeutschen Bergbaufolgelandschaften steht somit einem breiten Nutzerkreis von Schülern, Lehrern, Studenten, Dozenten sowie Mitarbeitern von Fachbehörden vor Ort ein interaktives Werkzeug zur Verfügung.

## 6 Fazit

In GEOVLEX werden erfolgreich analyseorientierte GIS-Anwendungen, komplexe Datenbankstrukturen und 3D/4D-Geovisualisierungen in einem webbasierten Informationssystem vernetzt. Ein breiter Nutzerkreis kann für ein effizientes Lehren und Lernen über diese kostenlose Lernplattform verfügen. Die angewendete Bandbreite und vielschichtige Kombination von aktuellen Webtechnologien der (Geo)Informatik zur Integration der Geovisualisierungen stellt eine große Herausforderung dar und verursacht hinsichtlich der einzusetzenden technischen und methodischen Kompetenz hohe Kosten. Viele der Applikationen zur Region Goitzsche/Bitterfeld können in der gegenwärtigen Internetlandschaft als Novum angesehen werden. Die generierten webbasierten Geovisualisierungen sind in unterschiedlichen Anwendungsbereichen interdisziplinär einsetzbar. Neben Studenten der Geowissenschaften sowie verwandter Studiengänge kommen zusätzlich auch Akteure der Umweltbildung, Fachbehörden, die interessierte Bevölkerung vor Ort sowie Touristen und allgemeine Internetnutzer als weitere Anwender und Nachnutzer des Informationssystems in Betracht. Das gewählte Konzept des Blended-Learning erweist sich aus fachlichen Gründen – der Mehrfachnutzung in sehr unterschiedlichen Lehrveranstaltungen – als sehr effizient. Der personelle, zeitliche und technische Aufwand für die Entwicklung der Animationen und Interaktionen ist so hoch, dass diese Mehrfachnutzung zwingend erforderlich ist. Die Geovisualisierungen stellen zugleich einen erheblichen Qualitätsgewinn in der Visualisierung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse im Internet oder auf wissenschaftlichen Kongressen dar.

Die nontemporalen Visualisierungen beschreiben verschiedene Aspekte, wie z.B. die Lage oder historische Entwicklung des Raumes zu einem bestimmten Zeitpunkt, und sind somit abgeschlossen. Dagegen erfordern temporale Visualisierungen, wie z.B. zum Nachnutzungskonzept oder zum Naturschutzinformationssystem, ständige Aktualisierungen. Dieser Umstand ist leider ein über den Förderzeitraum des Projektes (bis Ende Oktober 2006) hinaus ungelöstes Problem.

## Literatur

- ADOBE PHOTOSHOP CS 2005: Grafikbearbeitungssoftware. Adobe Systems Incorporated.
- ARCGIS DESKTOP 9.0 2005: GIS-Software. ESRI – Environmental Systems Research Institute Inc. Redlands, California.
- ARCIMS 9.0 2005: WEBGIS-Software. ESRI – Environmental Systems Research Institute Inc., Redlands, California.
- ARCINFO 9.0 2005: GIS-Software. ESRI – Environmental Systems Research Institute Inc. Redlands, California.
- BERKNER, A. 1989: Braunkohlebergbau, Landschaftsdynamik und territoriale Folgewirkungen in der DDR. In: Petermanns Geographische Mitteilungen, Bd. 133, H. 3, S. 173–190.
- BLASCHKE, T., C. GLÄBER u. S. LANG 2002: Bildverarbeitung in einer integrierten GIS/Fernerkundungsumgebung. Trends und Konsequenzen. In: BLASCHKE, T. (Hrsg.): Fernerkundung und GIS. Neue Sensoren – Innovative Methoden. Heidelberg, S. 1–8.
- BRAUN, K., U. KOHNLE u. R. FUEST 2003: Datenbankgestützte Analyse des Lernverhaltens im Projekt WEBGEO – Webbing von Geoprozessen für die Grundausbildung Physische Geographie. In: PINKAU, S. u. T. GERKE (Hrsg.): E-Learning – Workshop der ingenieurwissenschaftlichen Projekte im bmb+f-Förderprogramm „Neue Medien in der Bildung“, 25./26. Juni 2003, Hochschule Anhalt. Dessau.
- BRODERSEN, L. 2003: Modellierung der Beziehungen zwischen Geoinformatik, Graphik und Benutzer. In: Deutsche Gesellschaft für Kartographie (Hrsg.): Visualisierung und Erschließung von Geodaten. Bonn, S. 95–99 (= Kartographische Schriften, 7).
- BUZIEK, G., D. DRANSCH u. W.-D. RASE 2000: Dynamische Visualisierung. Berlin, Heidelberg.
- DICKMANN, F. 1997: Kartographie im Internet. Möglichkeiten und Grenzen der neuen Informationstechnologie für die kartographische Praxis. In: Kartographische Nachrichten, 47. Jg., H. 3, S. 87–65.
- DICKMANN, F. 2004: Einsatzmöglichkeiten neuer Informationstechnologien für die Aufbereitung und Vermittlung geographischer Informationen – das Beispiel kartengestützte Online-Systeme. Habilitationsschrift an der Fakultät für Geowissenschaften und Geographie der Universität Göttingen. Göttingen.
- DRANSCH, D. 2001: Theorien, Methoden und Modelle der kartographischen Animation. In: Technische Universität Dresden, Institut für Kartographie (Hrsg.): Theorie 2000 – Vorträge des kartographischen Symposiums am 17./18. November an der TU Dresden. Dresden, S. 68–75. (= Kartographische Bausteine, Bd. 19).
- DRANSCH, D. 2003: Konzepte zur Modellierung der Nutzer von Geovisualisierungssystemen. In: Deutsche Gesellschaft für Kartographie (Hrsg.): Visualisierung und Erschließung von Geodaten. Bonn, S. 103–110 (= Kartographische Schriften, 7).
- ERDAS IMAGINE 8.7 2005: GIS-Software zur digitalen Photogrammetrie. Erdas Inc., Atlanta.
- FUEST, R. 2001: Internetunterstütztes Lehren und Lernen in der Geographie. Eine explorative Praxisstudie. Dissertation an der Geowissenschaftlichen Fakultät der Universität Freiburg. Freiburg i.Br.
- FISHER, P. u. D. UNWIN (Hrsg.) 2002: Virtual Reality in Geography. London, New York.
- FLASH MX 2004: Animationsentwicklungssoftware. Adobe Systems Incorporated.
- FRAUENDORF, J. 2002: Entwicklung und Anwendung von Fernerkundungsmethoden zur Ableitung von Wasserqualitätsparametern verschiedener Restseen des Braunkohlentagebaus in Mitteldeutschland. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Dr. rer. nat., Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Halle/Saale.
- GARTNER, G., W. CARTWRIGHT u. M.P. PETERSON (Hrsg.) 1999: Multimedia Cartography. Berlin.
- GIMP 2005: Freie Grafikbearbeitungssoftware. In: www.gimp.org.

- GLÄßER, C. (Hrsg.) 2004: Nachhaltige Entwicklung von Folgelandschaften des Braunkohlebergbaus. Stand und Perspektiven in Wissenschaft und Praxis. Sonderband der Zeitschrift für Angewandte Umweltforschung, Sonderheft 14. Berlin.
- GLÄßER, C. u. J. BIRGER 2004: Integriertes Langzeitmonitoring der Bergbaufolgelandschaften. Möglichkeiten und Grenzen. In: GLÄßER, C. (Hrsg.): Nachhaltige Entwicklung von Folgelandschaften des Braunkohlebergbaus. Stand und Perspektiven in Wissenschaft und Praxis. Sonderband der Zeitschrift für Angewandte Umweltforschung, Sonderheft 14. Berlin, S. 276–285.
- GLÄßER, C. u. S. KABISCH 2004: Quo vadis Bergbaufolgelandschaften. Eine Einführung in das Tagungskonzept. In: GLÄßER, C. (Hrsg.): Nachhaltige Entwicklung von Folgelandschaften des Braunkohlebergbaus. Stand und Perspektiven in Wissenschaft und Praxis. Sonderband der Zeitschrift für Angewandte Umweltforschung, Sonderheft 14. Berlin, S. 20–25.
- GLÄßER, C. u. D. THÜRKOW 2004: Virtuelle Landschaften und Exkursionen – innovative Tools in der geowissenschaftlichen Aus- und Weiterbildung. In: Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformation, 5, S. 391–398.
- GOßMANN, H., R. FUEST, V. ALBRECHT, R. BAUMHAUER, C. GLÄßER, R. GLASER, R. GLAWION, H. NOLZEN, J. RIES, H. SAURER, u. B. SCHÜTT 2003: Online-Lernmodule zur Physischen Geographie – Das Projekt WEBGEO. In: Geographische Rundschau, 55, S. 56–61.
- IRFANVIEW 2005: Freie Grafikverarbeitungssoftware. – Irfan. Wien.
- KEITEL, A. 2005: 3D-Landschaftsvisualisierungen und Echtzeitumgebungen zur Flutung der Goitzsche. Unveröff. Diplomarbeit. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Halle/Saale.
- KRAAK, M.-J. u. A. BROWN 2001: Web Cartography – Developments and Prospects. New York.
- KRATSCH, S. 2005: Generierung von interaktiven Karten und Animationen zur Nachnutzung der Bergbaufolgelandschaft Goitzsche im Rahmen einer webbasierten virtuellen Exkursion. Unveröff. Diplomarbeit. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Halle/Saale.
- KURSBUCH eLEARNING 2004 = DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT e.V. (Hrsg.) 2004: Neue Medien in der Bildung – Hochschulen. Kursbuch eLearning 2004. Produkte aus dem Förderprogramm. Im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Mülheim/Ruhr.
- MAPVIEWSVG 2005: WEBGIS-Software. UIS-Media Lang & Müller. Freising.
- MYSQL Version 4.x 2005: Open Source Relationales Datenbank-Managementsystem. In: <http://www.mysql.com>.
- NIEGEMANN, H.M., S. HESSEL, D. HOCHSCHEID-MAUEL, K. ASLANSKI, M. DEIMANN, M. u. G. KREUZBERGER 2004: Kompendium E-Learning. Berlin, Heidelberg, New York.
- PHP Version 4.x 2005: PHP HyperText Preprocessor. Open Source Programmiersprache zur Erzeugung dynamischer Webseiten. In: <http://www.php.net>.
- SCENE EXPRESS 2 2005: Software zur Visualisierung von Virtual Reality – Applikationen. – West Chango Ave. Morrison, USA.
- SCHULTZE, M. u. W. GELLER 2004: Seewassergüte nach einer Flusswasserflutung – Ergebnisse vom Goitzschensee bei Bitterfeld. In: C. GLÄßER (Hrsg.): Nachhaltige Entwicklung von Folgelandschaften des Braunkohlebergbaus. Stand und Perspektiven in Wissenschaft und Praxis. Sonderband der Zeitschrift für Angewandte Umweltforschung, Sonderheft 14. Berlin, S. 71–82.
- THÜRKOW, D. 2001: GIS-basierte Methoden zur Analyse der Wasserqualitätsentwicklung in Trinkwasserbrunnen am Beispiel des Einzugsgebietes der Saldenbachtalsperre (Erzgebirge). Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Dr. rer. nat., Fachbereich Geowissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Halle/Saale.

- THÜRKOW, D., C. GLÄßER, u. S. KRATSCH 2005: Virtual Landscapes and Excursions – Innovative Tools as a Means of Training in Geography. In: KÖNIG, G., H. LEHMANN, u. R. KÖHRING: Tools and Techniques for E-Learning, International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVI–6/W30, Proceedings of the ISPRS working group VI/1 – VI/2, June 01–03, 2005 Potsdam, Berlin. (<http://www.igg.tu-berlin.de/ISPRS/proceedings/#SessionIV>).
- VIRTUAL NATURE STUDIO 2 2005: GIS- und Landschaftsvisualisierungssoftware. – West Chango Ave. Morrison, USA.
- VON BISMARCK, F. 2004: Programm der Braunkohlesanierung. Weichenstellung für Regionen? In: GLÄßER, C. (Hrsg.): Nachhaltige Entwicklung von Folgelandschaften des Braunkohlebergbaus. Stand und Perspektiven in Wissenschaft und Praxis. Sonderband der Zeitschrift für Angewandte Umweltforschung, Sonderheft 14. Berlin, S. 12–19.
- WIESER, T. u. D. THÜRKOW 1999: Projektorientiertes Datenbankmanagement unter Verwendung einer relationalen Datenbank. In: STROBL, J. u. T. BLASCHKE (Hrsg.): Angewandte geographische Informationsverarbeitung XI. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 1999. Heidelberg, S. 563–570.

### **URL-Verzeichnis**

URL 1: <http://www.geovlex.de>

*Webbasierte Geovisualisierungen, virtuelle Landschaften und Exkursionen, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.*

URL 2: <http://www.webgeo.de>

*Webbing von Geoprozessen für die Grundausbildung Physische Geographie, Univ. Freiburg et al.*

URL 3: [http://mars.geographie.uni-halle.de/ve\\_db/viewtheme.php](http://mars.geographie.uni-halle.de/ve_db/viewtheme.php)

*Themendatenbank zu den Geovlex-Online-Lernmodulen und virtuellen Exkursionen, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.*

URL 4: <http://mars.geographie.uni-halle.de/glossar/index.php>

*Glossardatenbank von GEOVLEX auf Grundlage der Glossardatenbank des Netzwerkes WEBGEO, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.*

URL 5: <http://mars.geographie.uni-halle.de/archiv/index.php>

*Karten- und Fernerkundungsdatenarchiv von GEOVLEX, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.*

URL 6: [http://mars.geographie.uni-halle.de/meta\\_db/index.php](http://mars.geographie.uni-halle.de/meta_db/index.php)

*Metadatenbank von GEOVLEX, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.*

URL 7: [http://mars.geographie.uni-halle.de/geovlex/svg\\_mapservices/pnort\\_dbcon/index.html](http://mars.geographie.uni-halle.de/geovlex/svg_mapservices/pnort_dbcon/index.html)

*WEBGIS zur hydrochemischen Entwicklung in den aufgehenden Tagebaurestseen mit dynamischer Anbindung zur Fachdatenbank Beprobungskampagne Hydrochemie, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.*

URL 8: <http://maps.geographie.uni-halle.de>

*GEOVLEX-WEBGIS-Mapserviceportal, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.*

URL 9: [http://mars.geographie.uni-halle.de/geovlex/module/rahmen.php?string=1;r\\_005;1](http://mars.geographie.uni-halle.de/geovlex/module/rahmen.php?string=1;r_005;1)  
*Touristisches Nachnutzungskonzept der Goitzsche-Mulde-Region, Martin-Luther-Universität  
Halle-Wittenberg.*

URL 10: [http://mars.geographie.uni-halle.de/geovlex/module/rahmen.php?string=1;r\\_007;1](http://mars.geographie.uni-halle.de/geovlex/module/rahmen.php?string=1;r_007;1)  
*Naturschutz in der Bergbaufolgeregion Goitzsche-Bitterfeld, Martin-Luther-Universität  
Halle-Wittenberg.*