

# FerGI: Innovative E-Learning-Materialien zur Aus- und Weiterbildung in Photogrammetrie und Fernerkundung

JOCHEN SCHIEWE<sup>1</sup>, THORSTEN HÖDL<sup>2</sup> & BEATA GRENDUS<sup>3</sup>

*Zusammenfassung: Im Rahmen des Projektes „Fernstudienmaterialien Geoinformatik (FerGI)“ wurden innovative E-Learning-Module zur Aus- und Weiterbildung, u.a. auch für die Bereiche Photogrammetrie und Fernerkundung, entwickelt. Dieser Beitrag stellt die allgemeinen konzeptionellen Grundsätze dar, die diesen Entwicklungen zugrunde liegen. Hierbei wird nicht nur auf inhaltliche, sondern primär auf organisatorisch-strategische, technische, didaktische und ökonomische Aspekte eingegangen. Darüber hinaus werden erste Erfahrungen hinsichtlich der Nutzung und Evaluation vorgestellt. Schließlich werden Module zu Themen der Photogrammetrie und Fernerkundung im Detail beschrieben.*

## 1 Einleitung

Die Aus- und Weiterbildungslandschaft im deutschsprachigen Raum erlebt derzeit tief greifende strukturelle und inhaltliche Diskussionen sowie entsprechende Umstellungen. Insbesondere die Einführung neuer Strukturen in der Hochschulausbildung (Stichworte: Bachelor und Master) verfolgt die Ziele einer stärkeren Flexibilisierung und Modularisierung sowie einer ständigen Aktualisierung der Lehrangebote.

In diesem übergeordneten Kontext wird dem komplementären oder substituierenden Einsatz elektronischer Medien zu Ausbildungszwecken – zusammengefasst unter dem Terminus „E-Learning“ – eine immer wichtigere Rolle beigemessen. Eine Reihe von öffentlich geförderten Initiativen in den deutschsprachigen Ländern hat in den letzten Jahren dazu beigetragen, dass eine Reihe hochwertiger E-Learning-Materialien auch in den Bereichen Geoinformatik und Geographie entwickelt worden sind. Stellvertretend hierfür seien hier die Projekte *geoinformation.net* (PLÜMER & ASCHE 2004), *gimolus* (MÜLLER & KAULE 2004), *GITTA* (LORUP & BLEISCH 2004) oder *WEBGEO* (SAURER, FUEST & GOSSMANN 2004) genannt. Für einen Überblick siehe auch SCHIEWE (2005).

Im Folgenden soll das Projekt *Fernstudienmaterialien Geoinformatik (FerGI)*, das die Implementierung, Nutzung und Evaluation von E-Learning-Modulen zu Themen der Geoinformatik verfolgt, näher vorgestellt werden. Dieses Vorhaben konnte bei der Konzeption und Implementierung auf die Erfahrungen der o.g. Vorgängerprojekte zurückgreifen. Die resultierenden konzeptionellen Grundsätze werden ebenso in Abschnitt 2 vorgestellt wie erste Erfahrungen hinsichtlich der Nutzung und Evaluation. In den Abschnitten 3 und 4 werden dann die FerGI-Module exemplarisch vorgestellt, die speziell zur Aus- und Weiterbildung in den Bereichen Photogrammetrie und Fernerkundung entwickelt worden sind. Weitere Informationen zum Projekt über diesen Beitrag hinaus sind auf der Homepage [www.fergi-online.de](http://www.fergi-online.de) verfügbar.

<sup>1</sup> apl. Prof. Dr.-Ing. Jochen Schiewe, Universität Osnabrück, Institut für Geoinformatik und Fernerkundung, E-Mail: [jschiewe@igf.uni-osnabrueck.de](mailto:jschiewe@igf.uni-osnabrueck.de)

<sup>2</sup> Dipl.-Ing. Thorsten Hödl, Universität Hannover, Institut für Photogrammetrie und GeoInformation, E-Mail: [hoedl@ipi.uni-hannover](mailto:hoedl@ipi.uni-hannover)

<sup>3</sup> Dipl.-Umweltwiss. Beata Grendus, Universität Osnabrück, Institut für Geoinformatik und Fernerkundung, E-Mail: [bgrendus@igf.uni-osnabrueck.de](mailto:bgrendus@igf.uni-osnabrueck.de)

## 2 Projekt FerGI

### 2.1 Organisatorische Aspekte

Das Projekt *Fernstudienmaterialien Geoinformatik (FerGI)* wird Ende 2006 nach einer Laufzeit von 3 Jahren beendet werden. Das Vorhaben ist in das Programm "Fernstudium" bei der Bund-Länder-Kommission integriert und wird zu gleichen Teilen vom Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie dem Ministerium für Wissenschaft und Kultur des Landes Niedersachsen gefördert. In diesem Verbundprojekt sind insgesamt fünf Partner vereinigt: Für die fachliche Expertise zeichnen die Universitäten in Osnabrück und Hannover (mit zwei Instituten) sowie die Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven verantwortlich, während für den Bereich Mediendidaktik und Evaluation das Zentrum für Fernstudium und Weiterbildung der Universität Hildesheim zuständig ist.

### 2.2 Themen

Ein zentrales Ziel des Projektes FerGI besteht darin, sich auf aktuelle und spezielle **Themen** zu konzentrieren, wobei die komplementäre Expertise der Partner genutzt sowie Mehrfachentwicklungen und Überschneidungen mit bereits vorhandenen Materialien (z.B. Lehrbüchern) vermieden werden sollen.

Insgesamt werden 24 Module entwickelt, die punktuell Themen der Erfassung, Verwaltung, Analyse und Präsentation von räumlichen Daten sowie hierauf aufbauenden Anwendungen behandeln (siehe Abbildung 1). Es ist ganz bewusst nicht die Absicht, einen kompletten Studiengang, sondern „nur“ kleine Module mit einem **Umfang** von ca. 0,5 bis maximal 2 Leistungspunkten nach dem European Credit Transfer System (ECTS) anzubieten. Hiermit soll dem Trend zu einzelnen und locker miteinander verbundenen Einheiten entsprochen werden, der den Forderungen nach Flexibilität entgegenkommt und damit zu einer größeren Akzeptanz bei den Lehrenden und somit zu einer verstärkten Nutzung führen soll.



Abb. 1: Übersicht über FerGI-Module (Farbcodierung nach Themenbereichen, transparent dargestellte Module sind zum Zeitpunkt der Beitragserstellung, Juni 2006, noch in der Bearbeitung)

Primäre **Zielgruppe** für die Materialien sind Studierende, dennoch sind die Module auch für andere Personen für Weiterbildungszwecke nutzbar (siehe auch Abschnitt 2.4). In Abhängigkeit vom Thema sowie der Zielgruppe werden die Module in deutscher und/oder in englischer **Sprache** implementiert. Ausgewählte Module zu Themen der Photogrammetrie und Fernerkundung werden in den Abschnitten 3 und 4 behandelt.

## 2.3 Technische Gestaltung

Aus technischer Sicht verfolgt FerGI einen möglichst einfachen und flexiblen Ansatz. Grundsätzlich werden alle Materialien im HTML-Format erstellt, um eine Nutzung in allen gängigen Browsern zu ermöglichen (**standalone Basisversion**). Im Gegensatz zu einigen anderen größeren Vorhaben werden also **Lernplattform-unabhängige** Modul-Entwicklungen verfolgt. Hiermit wird den heterogenen Nutzeranforderungen Rechnung getragen, die sich hauptsächlich aus der einheitlichen Einführung von Lernplattformen an einzelnen Hochschulen oder Bildungsinstitutionen ergeben. Eine Aufgabe des Projektes besteht darin, Portierungen der erstellten „Basisversionen“ auf verschiedenen verfügbaren Lernplattformen (z.B. *Moodle*, *LearningSpace*, *ILIAS/Stud.IP*) nachzuweisen.

Für die Bereitstellung von **Testaufgaben** (idealer Weise mit automatischer Bewertung und Erstellung von Statistiken) und **Kommunikationsmöglichkeiten** (insbesondere Foren) werden für die standalone Basisversionen frei verfügbare Werkzeuge (*HotPotatoes* für Tests, *Webtropia* für Foren) eingesetzt, die aber bei optionaler Nutzung einer kommerziellen Lernplattform ausgeschaltet und durch die Funktionalitäten dieser Systeme ersetzt werden können (siehe Abbildung 2).

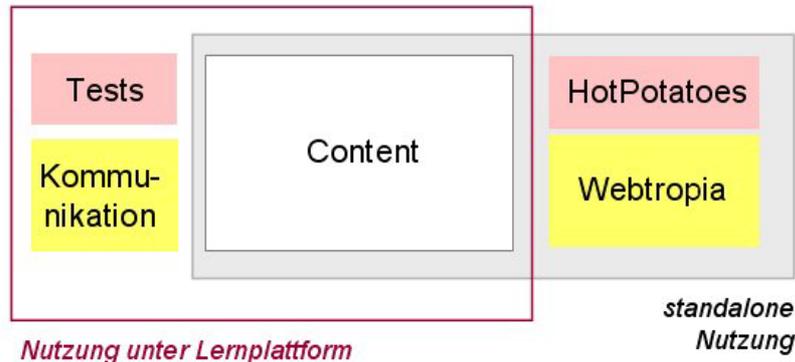


Abb. 2: Duales Konzept zur Einbindung von Test- und Kommunikationsmöglichkeiten

## 2.4 Nutzung

Ein weiteres Ziel des Projektes FerGI besteht darin, die erstellten Module zum einen so früh wie möglich, zum anderen auf möglichst breiter Basis einzusetzen. Hiermit soll nicht nur der Einsatz als solcher, sondern insbesondere eine Weiterentwicklung auf Grundlage von Rückmeldungen der Nutzer gewährleistet werden.

Grundsätzlich können zwei Nutzungsszenarien unterschieden werden: Zum einen erfolgt die Einbindung in die konventionelle Präsenzlehre durch einen teilweisen Ersatz oder eine Ergänzung der klassischen Lehrformen wie Vorlesungen, Seminare oder Übungen (**blended learning-Ansatz**). Während der Modul-Bearbeitung findet prinzipiell eine Betreuung mit asynchroner Kommunikation (d.h. per E-Mail oder Foren) statt.

Zum anderen ist es aber auch möglich, die Module im **Selbststudium** zu bearbeiten. In diesem Kontext werden die Materialien im Rahmen des so genannten *FerGI free*-Angebotes allen Interessierten zur freien Verfügung gestellt. Dies schließt allerdings nicht die Betreuung oder die Bereitstellung anderer Dienstleistungen (wie z.B. die Anpassung an Lernplattformen oder Übersetzungen) ein. Für die freie Nutzung werden lediglich eine formlose Registrierung sowie ein abschließendes Feedback mit Hilfe eines elektronischen Fragebogens verlangt. Der Aufruf der Module erfolgt gebündelt über die Projekt-Website <http://www.fergi-online.de>. Die Resonanz auf dieses Angebot von derzeit (Juni 2006) knapp 500 registrierten Personen aus unterschiedlichen Bereichen ist als sehr positiv einzustufen.

Die Nutzung beider beschriebener Varianten findet in der Regel **online** statt. Daneben ist aber auch eine **offline**-Nutzung (mit Einschränkungen hinsichtlich der Kommunikationsmöglichkeiten und Hyperlinks) möglich. Zusätzlich ist auch eine CD- bzw. DVD-Version geplant.

Eine Besonderheit des Projektes stellt die Portierbarkeit der Module auf einen **Personal Digital Assistant (PDA)** dar, die für bestimmte Themen bzw. Anwendungsfälle (wie z.B. für das Thema „Mobile Datenerfassung mit den PDA“, siehe Abbildung 3) sinnvoll erscheinen. FerGI hat damit einen der bisher seltenen Beiträge zum mobilen Lernen (**mLearning**) geschaffen.



Abb. 3: Ausgewählte Screenshots eines FerGI-Moduls zur Nutzung auf einem PDA

## 2.5 Evaluation

Die Qualitätssicherung im Projekt wird durch eine Mischung aus formativer und summativer Evaluation gewährleistet. Neben einer internen Gegenlesung der Module durch die Projektpartner werden diverse Befragungen durch analoge oder elektronische Fragebögen durchgeführt, die die Perspektiven der Studierenden und Lehrenden trennen. Hierbei stehen neben konkreten Fragen zum Modul auch übergeordnete Aspekte wie der Stellenwert des E-Learning im Fokus.

Erste Auswertungen bezüglich des **Einsatzes von E-Learning allgemein** haben ergeben, dass die Nutzer den größten Mehrwert in der flexiblen zeitlichen Einsetzbarkeit sehen. Grundsätzlich sehen sowohl Dozenten als auch Studierende E-Learning-Materialien als Ergänzung, nicht aber als Ersatz zu konventionellen Lehrveranstaltungen an.

Hinsichtlich der **FerGI-Module** werden in der Regel der klare Aufbau sowie die inhaltliche Fokussierung auf aktuelle und wichtige Themen lobend hervorgehoben. An einigen Stellen wird der Wunsch nach noch mehr Interaktivität geäußert. Die Tatsache, dass die Kommunikationsmöglichkeiten (insbesondere die Foren) wenig genutzt werden, lässt sich auf die Einsatzszenarien zurückführen, die in der Regel asynchron verlaufen. Insgesamt werden die FerGI-Module von den Nutzern mit der Schulnote „2,0“ bewertet.

Schließlich werden auch persönliche Gespräche mit **Verantwortlichen für Lehre** an den Hochschulen (z.B. den Vizepräsidenten für Studium und Lehre) durchgeführt, um die organisatorischen Rahmenbedingungen an den einzelnen Hochschulen zu eruieren und u.U. auf Verbesserungen hinzuwirken. Hierbei wurde deutlich, dass die Einführung moderner Medien in die universitäre Lehre immer noch Sache einzelner Dozenten bzw. Projektverantwortlicher ist, eine gezielte Förderung personeller oder finanzieller Ressourcen für einen nachhaltigen Einsatz durch die Hochschulen selbst aber kaum erfolgt.

### **3 Module zur Photogrammetrie**

#### **3.1 Vorbemerkungen**

Für den Bereich der Photogrammetrie existiert inzwischen eine ganze Bandbreite inhaltlich heterogener E-Learning-Materialien. Einen kurzen Einblick bietet Tabelle 1 im Anhang (ohne Gewähr auf Vollständigkeit und Richtigkeit, siehe auch unter [www.fergi-online.de/angebot/elearning.html](http://www.fergi-online.de/angebot/elearning.html)). Ergänzend zu diesem vorhandenen Angebot wurden im Rahmen des Projektes FerGI am Institut für Photogrammetrie und GeoInformation (IPI) der Universität Hannover drei englischsprachige Module zu den Themen „Integrated sensor orientation“, „Digital image matching and image sequence analysis“ sowie „Image analysis I“ entwickelt. Die Module werden begleitend zum jeweiligen Vorlesungsstoff eingesetzt und dienen sowohl als Nachschlagewerk als auch zur Vertiefung.

Sämtliche Module setzen Grundkenntnisse der Photogrammetrie voraus und sind für Studenten in den höheren Semestern konzipiert. Dies führte auch zu der Entscheidung die Module in Englisch zu entwickeln. Die Fremdsprachenfähigkeit der Studenten in Bezug auf wissenschaftliche Texte soll auf diese Weise verbessert werden. Zudem dokumentieren die Module die gestiegene Internationalität der Ausbildung durch die zum WS 2005/2006 eingeführten Bachelor- und Master-Studiengänge. Ein weiterer Effekt ist, dass die englischsprachigen Module einem größeren Publikum zugänglich sind. In sämtliche Module wird als Erleichterung für die deutschsprachigen Nutzer ein Wörterbuch mit den jeweiligen Fachbegriffen eingebunden.

Wesentliche Basis für die Akzeptanz von E-Learning-Kursen sind interessante und aktuelle Inhalte. Bei der Auswahl der Modulinhalte wurde deshalb auf eine enge Verbindung zu aktuellen Forschungsthemen am Institut geachtet. Auf diese Weise wird neben der Aktualität eine hohe fachliche Kompetenz sichergestellt. Darauf aufbauend leben gute Kurse von anschaulichen Animationen, interaktiven Übungen sowie anregenden Testaufgaben. Um die Anzahl der vom Nutzer zu installierenden Programme gering zu halten, wurde darauf geachtet, dass sämtliche Animationen im Flash-Format oder als ausführbare Datei entwickelt wurden (WIGGENHAGEN & HÖDL, 2005). Bei den in diesen Modulen eingesetzten Tests gibt es zwei Kategorien, zum einen Multiple-Choice-Tests, die automatisch ausgewertet werden und zum anderen Self-Assessment-Tests. Bei dieser Testform wird eine offene Frage gestellt,

die der Nutzer eigenständig beantworten soll. Eine Korrektur durch einen Betreuer ist bewusst nicht angestrebt, vielmehr soll die Kommunikation der Nutzer untereinander angeregt werden.

### 3.2 Inhalte

Das Modul „**Integrated sensor orientation**“ beschreibt in sieben Kapiteln aktuelle Verfahren der Bildorientierung. Zu Beginn werden die photogrammetrischen Grundlagen zur Bildorientierung dargestellt und eine Einführung in die Bündelblockausgleichung gegeben. Das Verfahren der kombinierten Bündelblockausgleichung mit Koordinaten der Projektionszentren, bestimmt durch GPS-Positionierung, wird vorgestellt. Die Theorie der integrierten Sensororientierung mit GPS und inertialen Messsystemen folgt im Anschluss. Diese Thematik wird anhand einer praktischen Übung mit der Demoversion des Programms BLUH (BundLe block adjustment University of Hannover) vertieft. Den Schwerpunkt der zweiten Modulhälfte bildet eine ausführliche Darstellung des OEEPE Tests der integrierten Sensororientierung für einen Testblock. Die Ergebnisse des Tests werden Schritt für Schritt mit Hilfe des Programmsystems BLUH analysiert. Anhand der detaillierten Betrachtung werden die Vorzüge und Nachteile der integrierten Sensororientierung erarbeitet und ein Ausblick für zukünftige Entwicklungen gegeben.

Das Modul „**Digital image matching and image sequence analysis**“ gibt einen Überblick über die Methoden der digitalen Bildzuordnung und die Auswertung von Bildsequenzen. Im ersten Abschnitt werden die Grundlagen der digitalen Bildzuordnung durch Verfahren der Kreuzkorrelation und der kleinsten Quadrate Anpassung im Detail behandelt. Optimierungsmöglichkeiten der Ansätze z.B. durch Einbeziehung der Epipolargeometrie oder Bildpyramiden werden dargestellt. Zahlreiche Animationen erlauben es dem Nutzer die sehr theoretischen Sachverhalte in kleinen Stufen zu erschließen und beliebig zu wiederholen (siehe Abbildung 4). Der zweite Abschnitt beschäftigt sich mit der Bestimmung von sich bewegenden Objekten und deren Beschreibung durch ein Bewegungsmodell. Die Auswertung von Bildsequenzen wird generell an diversen Beispielen beschrieben. Der Schwerpunkt liegt auf der Bildsequenzanalyse von Wasseroberflächen. Dieses aktuelle Forschungsthema wird in einer praktischen Übung, in welcher im ersten Teil die Zuordnungsprozesse im Fokus stehen, intensiv beleuchtet. Im zweiten Teil der Übung wird die Bildzuordnung zweier Bilder zur Bildsequenzanalyse ausgeweitet.

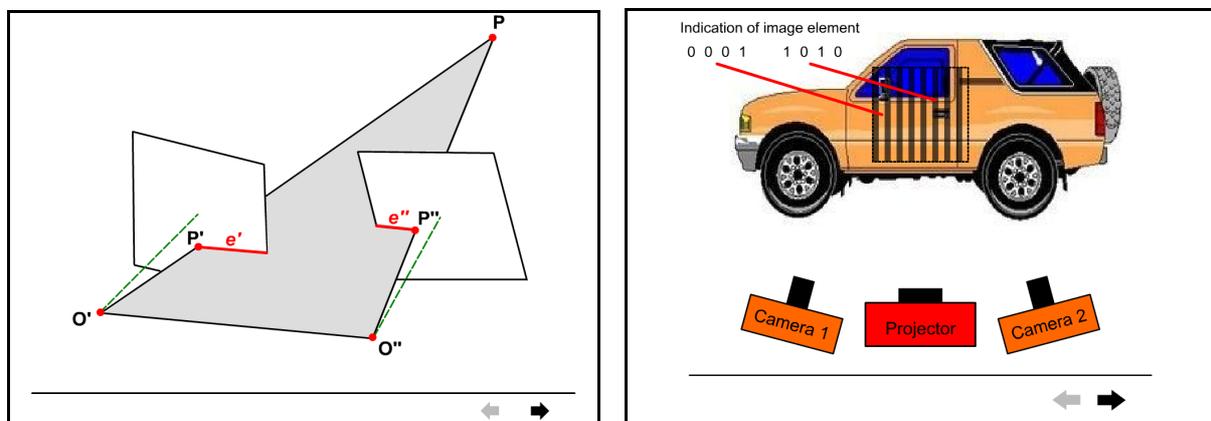


Abb. 4: Animationen zur [Epipolar-Geometrie](#) und zur [Streifenprojektion](#) – Start bei Anklicken des Links (aus dem Modul „Digital image matching and image sequence analysis“)

Eine Einführung in das weite Feld der Bildanalyse wird im Modul „**Image analysis I**“ gegeben. Der Inhalt erstreckt sich von der Bilderfassung bis zur Objektextraktion und dient somit als Basis für die modellbasierte Bildanalyse. Das Kapitel Bilderfassung beschäftigt sich mit unterschiedlichen Beleuchtungsmodellen, räumlicher und radiometrischer Auflösung sowie den Eigenschaften unterschiedlicher Spektralkanäle. Methoden der Bildverbesserung und Bildrestauration, z.B. durch verschiedene Filtertechniken, werden im Kapitel Bildvorverarbeitung behandelt. Im Folgenden werden vielfältige Ansätze zur Extraktion von Punkten, Linien und Flächen erarbeitet. Die einzelnen Verfahren werden theoretisch erläutert und ihr praktischer Einsatz demonstriert. Abschließend wird auf die Probleme mit diesen Ansätzen und auf mögliche Verbesserungsstrategien durch Bildnachbearbeitung eingegangen.

## **4 Module zur Fernerkundung**

### **4.1 Vorbemerkungen**

Die Marktstudie des Harzer-Verlages und des Kompetenzzentrums für Geoinformatik (GiN) (vgl. GRENDEL, HARZER & SCHIEWE, 2005) sowie eine anschließende eigene weitergehende Untersuchung haben gezeigt, dass es eine große unübersichtliche Masse an E-Learning-Materialien zum Thema Fernerkundung gibt. Einen kurzen Einblick bietet Tabelle 2 im Anhang. Bei genauerer Betrachtung der Inhalte konnte festgestellt werden, dass es sich zumeist um allgemein einführende und weniger um spezielle Sachverhalte der Fernerkundung handelt, und diese je nach Zielsetzung und Zielgruppe qualitativ und quantitativ sehr stark variieren bzw. mehr oder minder aktuell gehalten sind. Wie Tabelle 2 ebenfalls zeigt, sind fast ausschließlich Hochschulen, aber so gut wie keine Firmen an der Entwicklung beteiligt, obwohl gerade diese die neuesten Techniken und Daten vorhalten.

Vor diesem Hintergrund befassen sich im E-Learning-Projekt FerGI drei Module mit speziellen Aspekten der Fernerkundung, nämlich mit „Airborne Laserscanning“, „Segmentierungsverfahren in der Fernerkundung“ und „Fusion von Fernerkundungs- und GIS-Daten“ (siehe Abbildung 1). Diese wurden am Institut für Geoinformatik und Fernerkundung (IGF) der Universität Osnabrück entwickelt.

### **4.2 Inhalte**

Das Modul „**Airborne Laserscanning**“ befasst sich mit flugzeuggestützten Laserscanning-Daten, die sich zu einer wichtigen Datenquelle für die Ableitung von Digitalen Höhen-Modellen und zur Landschaftsmodellierung entwickelt haben. Der Schwerpunkt dieses Moduls liegt auf der Beschreibung des Aufnahmeprinzips sowie der Qualität der Daten. Darüber hinaus werden wesentliche Aspekte der Auswertung (z.B. Normalisierung, Kombination mit Bilddaten) sowie einige Anwendungen skizziert. Da das Modul zu Projektbeginn zu allererst verwirklicht wurde, kam es bereits frühzeitig an den partizipierenden Hochschulen zum Einsatz und fungierte als Prototyp. Deshalb konnten mit diesem Modul die ersten Probleme in der Umsetzung erkannt und behoben werden. Erwähnenswert ist, dass die Firmen TopScan und TopoSys an der Gegenlesung beteiligt wurden.

Das Modul „**Segmentierungsverfahren in der Fernerkundung**“ beruht auf der Grundlage, dass insbesondere räumlich hoch auflösende Fernerkundungsdaten statt der klassischen pixelbasierten nun regionenbasierte Interpretationsansätze benötigen. Deshalb werden die

unterschiedlichen Strategien zur Generierung der notwendigen Regionen beschrieben und die Ansätze zur regionen-basierten Klassifizierung theoretisch und an Praxisbeispielen vorgestellt. Das Modul wurde ebenfalls nach seiner Fertigstellung bereits mehrfach erfolgreich eingesetzt.

Das Modul „**Fusion von Fernerkundungs- und GIS-Daten**“ basiert auf der Verfügbarkeit von multi-sensoralen und multi-source Daten aus dem Fernerkundungs- und GIS-Bereich, die nach geeigneten Fusionsverfahren verlangen. Im Theorieteil dieses Moduls werden die Grundlagen zur integrativen Verarbeitung gelegt (z.B. Fusion auf verschiedenen Ebenen). Darüber hinaus werden Praxisbeispiele geschildert, die typische Datenquellen für häufige Anwendungen kombinieren.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Dieser Beitrag hat die Verfügbarkeit hochwertiger und moderner E-Learning-Materialien aus dem Projekt *Fernstudienmaterialien Geoinformatik (FerGI)* für den Bereich der Photogrammetrie und Fernerkundung demonstriert, die von interessierten Personen kostenfrei zur Aus- und Weiterbildung genutzt werden können.

Weiterhin wurde aufgezeigt, dass für einen erfolgreichen und nachhaltigen Einsatz von E-Learning-Materialien neben inhaltlichen, technischen und didaktischen Aspekten primär organisatorisch-strategische sowie ökonomische Faktoren von herausragender Bedeutung sind. Hierzu wurde ein Maßnahmenbündel als Lösungsansatz vorgestellt, das im FerGI-Projekt verfolgt wird. Zu diesen Maßnahmen gehören insbesondere:

- Schaffung vielseitiger und flexibler Einsatzszenarien (online, offline, PDA, blended learning, Selbststudium);
- Entwicklung relativ kleiner Einheiten;
- Entwicklungen basierend auf einfachen technischen Standards (z.B. unabhängig von Lernplattformen);
- Beachtung eines frühzeitigen, curricularen Einsatzes;
- freies Angebot auch für Nutzer außerhalb des Projektkonsortiums (*FerGI free*).

Bezüglich Verfügbarkeit und Nutzungskosten der erstellten Module haben sich die FerGI-Partner verpflichtet, ein entsprechendes **Verwertungsmodell** zu entwickeln. Dieses sieht vor, dass die erstellten (und möglichst ständig weiter entwickelten) Module auch nach Projektende innerhalb des Konsortiums ohne Entgelte ausgetauscht werden. Darüber hinaus haben die Partner beschlossen, auch nach Ende der Förderung weiter im Verbund FerGI zusammenzuarbeiten.

Im Hinblick auf ein langfristiges Angebot außerhalb des Projektkonsortiums erscheint ein echter Geschäftsmodell-Ansatz, der auf Gewinnertrag abzielt, generell nur für den Aufbau von Fernstudiengängen (wie z.B. die Angebote des UNIGIS-Konsortiums) aussichtsreich zu sein (KLEIMANN & WANNEMACHER, 2005). Dem stehen so genannte Betriebsmodelle gegenüber, die einen institutionell finanzierten Herstellungs- und Distributionsprozess und eine gebührenfreie Weitergabe vorsehen. Aufgrund der Situation auf dem eher kleinen und als unscharf zu bewertenden Geoinformatik-Weiterbildungsmarkt (GRENDUS, HARZER & SCHIEWE, 2005) erscheint für den Großteil der Anbieter die Konzeption und Implementierung eines Betriebsmodells angebracht (wie bisher mit *FerGI free* praktiziert). Dieses kann durch punktuelle Einnahmen aus noch zu entwickelnden Dienstleistungsangeboten bezuschusst

werden (siehe auch SCHIEWE 2006). Hierfür ist aber noch der Aufbau zentraler Strukturen notwendig, die möglichst alle Entwicklungen im Bereich Geoinformatik (virtuell) bündeln sowie Vermarktungs- und andere Dienstleistungsaufgaben übernehmen können.

Grundsätzlich sollte von E-Learning-Produkten nicht erwartet werden, dass sie zu einer signifikanten Kosteneinsparung im Aus- und Weiterbildungsbetrieb oder gar einem Ersatz von Lehrpersonen führen werden. Im Fokus bei der Entwicklung und dem Einsatz von E-Learning-Materialien steht derzeit vielmehr die Schaffung einer alternativen bzw. ergänzenden Lehrform, die hinsichtlich räumlicher und zeitlicher Flexibilität der Lernenden sowie erweiterter didaktischer Mittel einen Qualitätsgewinn bewirken soll.

## 6 Literatur

- GRENDUS, B., HARZER, B. & SCHIEWE, J., 2005: Ergebnisse einer Umfrage unter Entwicklern, Anbietern und Endnutzern von E-Learning-Angeboten im GIS-Bereich. Beitrag zur ersten GIS-Ausbildungstagung 2005, Potsdam, auf CD-ROM.
- KLEIMANN, B. & WANNEMACHER, K., 2005: E-Learning-Geschäftsmodelle für Hochschulen. In: Breitner, M.H. & Hoppe, G. (Hrsg.): E-Learning: Einsatzkonzepte und Geschäftsmodelle, Physica Verlag, Heidelberg, 225-240.
- LORUP, E.J. & BLEISCH, S., 2004: Schweizweite GIS-Ausbildung mit GITTA – Aufbau und Organisation. In: Schiewe, J. (Hrsg.): E-Learning in Geoinformatik und Fernerkundung, Wichmann-Verlag, 33-40.
- MÜLLER, M. & KAULE, G., 2004 (HRSG.): E-Learning mit GIS- und Modellanwendungen. Ergebnisse des Projektes gimolus. Wichmann-Verlag.
- PLÜMER, L. & H. ASCHE, 2004 (HRSG.): Geoinformation – Neue Medien für eine neue Disziplin. Wichmann-Verlag.
- SAURER, H., FUEST, R. & H. GOSSMANN, H., 2004: WEBGEO: Geographie Online lernen! - Die nachhaltige Integration neuer Medien in die Grundausbildung. In: Plümer, L. & Asche, H. (Hrsg.): Geoinformation - Neue Medien für eine neue Disziplin, Wichmann-Verlag, 167-178.
- SCHIEWE, J., 2005: E-Learning-Angebote zur Aus- und Weiterbildung in der Kartographie: Status und Bewertung. Kartographische Nachrichten, 55(5), 250-257.
- SCHIEWE, J., 2006: Verwertungsmodelle für E-Learning-Materialien zur Geoinformatik. Tagungsband zur „2.GIS-Ausbildungstagung“, Potsdam, CD-ROM.
- WIGGENHAGEN, M. & HÖDL, T., 2005: Werkzeuge zur Erstellung interaktiver Lerninhalte. In: Eckhard Seyfert (Hrsg.): Publikationen der DGPF. Band 14. Rostock, 2005, S. 19-25

## Anhang

Tab. 1: Ausgewählte nationale und internationale E-Learning-Materialien zur Photogrammetrie

Nationale E-Learning-Projekte in der Photogrammetrie
<b>100online</b> (Institut für Photogrammetrie, Uni Stuttgart) <a href="http://www.uni-stuttgart.de/100-online/">http://www.uni-stuttgart.de/100-online/</a> <ul style="list-style-type: none"><li>Nahbereichsphotogrammetrie</li></ul>
<b>Fernstudienmaterialien Geoinformatik (FerGI)</b> (Institut für Geoinformatik und Fernerkundung, Uni Osnabrück) <a href="http://www.fergi-online.de">www.fergi-online.de</a> <ul style="list-style-type: none"><li>Digital image matching and image sequence analysis</li><li>Image analysis</li><li>Integrated sensor orientation</li></ul>
<b>ELearning Academic Network (ELAN) Niedersachsen</b> (Institut für Photogrammetrie und GeoInformation, Uni Hannover) <a href="http://www.ipi.uni-hannover.de/elan/">http://www.ipi.uni-hannover.de/elan/</a>
Internationale E-Learning-Projekte in der Photogrammetrie
<b>Air Photo Interpretation and Photogrammetry</b> (International Center for Remote Sensing of Environment) <a href="http://r-s-c-c.org/rscc/v1.html">http://r-s-c-c.org/rscc/v1.html</a>
<b>Introduction into Photogrammetry</b> (Universität Wien) <a href="http://www.univie.ac.at/Luftbildarchiv/wgv/intro.htm">http://www.univie.ac.at/Luftbildarchiv/wgv/intro.htm</a>
<b>Learning Digital Photogrammetry</b> (Universität Aalborg, Dänemark) <a href="http://ldipinter2.plan.aau.dk/">http://ldipinter2.plan.aau.dk/</a>
<b>Theory of Close Range Photogrammetry</b> (K.B. Atkinson ed.) <a href="http://www.lems.brown.edu/vision/people/leymarie/Refs/Photogrammetry/Atkinson90/Ch2Theory.html">http://www.lems.brown.edu/vision/people/leymarie/Refs/Photogrammetry/Atkinson90/Ch2Theory.html</a>

Tab. 2: Ausgewählte nationale und internationale E-Learning-Materialien zur Fernerkundung

Nationale E-Learning-Projekte in der Fernerkundung
<b>CASTLE - Computer Aided System for Teleinteractive Learning in Environmental Monitoring</b> (Geographisches Institut, Uni Kiel) <a href="http://www.uni-kiel.de/ewf/geographie/allgemei/Hassenpflug/castle.htm">www.uni-kiel.de/ewf/geographie/allgemei/Hassenpflug/castle.htm</a>
<b>Einführung in die Fernerkundung</b> (Institut für Geodäsie und Geoinformationstechnik, TU Berlin) <a href="http://www.fpk.tu-berlin.de/%7Efpk/cbt/fernerkundung/start/index.html">www.fpk.tu-berlin.de/%7Efpk/cbt/fernerkundung/start/index.html</a>
<b>Einführung in die digitale Fernerkundungsmethodik in den Geowissenschaften</b> (IVV Geowissenschaften, Uni Münster) <a href="http://ivvgeo.uni-muenster.de/Vorlesung/FE_Script/Start.html">ivvgeo.uni-muenster.de/Vorlesung/FE_Script/Start.html</a>
<b>Einführung in die Fernerkundung</b> (Geographisches Institut, Uni Kiel) <a href="http://www.uni-kiel.de/ewf/geographie/forum/unterric/material/einf_fe/index.htm">www.uni-kiel.de/ewf/geographie/forum/unterric/material/einf_fe/index.htm</a>
<b>E-Learning zur Fernerkundung</b> (Institut für Geographische Wissenschaften, FU Berlin) <a href="http://www.geog.fu-berlin.de/de/Studium/elearning.shtml">www.geog.fu-berlin.de/de/Studium/elearning.shtml</a> <ul style="list-style-type: none"><li>Fernerkundung und Geoinformationssysteme I</li><li>Fernerkundung und Geoinformationssysteme II (im Aufbau)</li><li>Einführung in die Geodatenvisualisierung (im Aufbau)</li></ul>
<b>E-Learning zur Fernerkundung</b> (Interdis. Zentrum f. Musterdynamik und angewandte Fernerkundung, Uni Potsdam) <a href="http://www.uni-potsdam.de/imaf/lectures/ge_elearn.html">www.uni-potsdam.de/imaf/lectures/ge_elearn.html</a>
<b>Fernstudienmaterialien Geoinformatik (FerGI)</b> (Institut für Geoinformatik und Fernerkundung, Uni Osnabrück) <a href="http://www.fergi-online.de">www.fergi-online.de</a> <ul style="list-style-type: none"><li>Airborne Laserscanning (Deutsch und Englisch)</li><li>Segmentierungsverfahren in der Fernerkundung</li><li>Fusion von Fernerkundungs- und GIS-Daten (Englisch)</li></ul>
<b>geoinformation.net</b> (Insitut für Kartographie und Geoinformatik, Uni Bonn) <a href="http://www.geoinformation.net">www.geoinformation.net</a> <ul style="list-style-type: none"><li>Fernerkundung</li></ul>
<b>Geographie und Fernerkundung</b> (Institut für Geographie, Uni München) <a href="http://www.geographie.uni-muenchen.de/jggf/multimedia/Start.htm">www.geographie.uni-muenchen.de/jggf/multimedia/Start.htm</a> <ul style="list-style-type: none"><li>Einführung in Fernerkundung</li><li>Physik für Fernerkundler</li><li>Arbeitsmethoden der Fernerkundung</li></ul>

- Abbildende Stereoskopie

**GEOvLEx – Webbasierte Geovisualisierungen** (Uni Halle-Wittenberg)

[www.geovlex.de/](http://www.geovlex.de/)

- Einführende Aspekte zur Fernerkundung
- Grundlagen der Digitalen Bildverarbeitung
- Temporale Auflösung von Fernerkundungsdaten
- Spektrale und Geometrische Auflösung von Fernerkundungsdaten
- Vegetationsklassifizierung mit Fernerkundungsdaten
- Fernerkundungsdaten – Bildkatalog zu Strukturtypen mitteleuropäischer Bergbaufolgelandschaften

**gimolus – GIS- und Modellgestützte Lernmodule für umweltorientierte Studiengänge** (Institut für Photogrammetrie, Uni Stuttgart)

[www.gimolus.de](http://www.gimolus.de)

- Primäre Erfassung (Terrestrische Vermessungsmethoden, GPS-Positionsbestimmung, Fernerkundung, Photogrammetrie, Sachdatenerfassung)

**Lexikon der Fernerkundung**

[www.fe-lexikon.info](http://www.fe-lexikon.info)

**Satellitengeographie im Unterricht** (Zentrale für Unterrichtsmedien im Internet e.V.(ZUM); DFG)

[www.satgeo.de](http://www.satgeo.de)

## Internationale E-Learning-Projekte in der Fernerkundung

**Basics of Remote Sensing from Satellite** (National Oceanic & Atmospheric Administration)

[www.orbit.nesdis.noaa.gov/smcd/opdb/tutorial/intro.html](http://www.orbit.nesdis.noaa.gov/smcd/opdb/tutorial/intro.html)

**Belgian Earth Observation (BEO)** (EODesk)

[telsat.belspo.be/beo/flash\\_menu.htm](http://telsat.belspo.be/beo/flash_menu.htm)

**eduspace - learning with earth observation** (esa)

[www.eduspace.esa.int](http://www.eduspace.esa.int)

**Einführung in Fernerkundung und Digitale Bildverarbeitung** (Uni Salzburg)

[www.sbg.ac.at/geo/student/fernerkundung/index.htm](http://www.sbg.ac.at/geo/student/fernerkundung/index.htm)

**Introduction to Remote Sensing** (University of Hawaii)

[satftp.soest.hawaii.edu/space/hawaii/vfts/oahu/rem\\_sens\\_ex/rsex.spectral.1.html](http://satftp.soest.hawaii.edu/space/hawaii/vfts/oahu/rem_sens_ex/rsex.spectral.1.html)

**NASA's Remote Sensing Tutorial** (Goddard Space Flight Center (NASA))

[rst.gsfc.nasa.gov](http://rst.gsfc.nasa.gov)

**Principles of Remote Sensing** (Singapore Science Center)

[www.science.edu.sg/ssc/virtual\\_ssc.jsp?type=4&root=140&parent=140&cat=239](http://www.science.edu.sg/ssc/virtual_ssc.jsp?type=4&root=140&parent=140&cat=239)

**Remote Sensing Tutorials** (Canada Centre for Remote Sensing)

[www.ccrs.nrcan.gc.ca/ccrs/learn/tutorials/tutorials\\_e.html](http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/ccrs/learn/tutorials/tutorials_e.html)