

Konzeption einer Internetplattform für GIS- und Modellbasierte Lernmodule

Karsten VENNEMANN und Mark MÜLLER

Zusammenfassung

Im Projekt ‚gimolus¹‘ wird ein internetbasiertes modulares Lernangebot erstellt, welches helfen soll, komplexe Zusammenhänge aus Umweltwissenschaften an einer virtuellen Landschaft anschaulich zu vermitteln. Ergänzend zu den Präsenzveranstaltungen der Zielstudiengänge interdisziplinärer umweltorientierter Studienrichtungen werden Übungen zur selbstständigen Bearbeitung angeboten, in denen die zuvor eher passiv aufgenommenen Informationen schrittweise aktiv angewendet werden können. Der Übergang von der Informationsaufnahme zum Verständnis der Zusammenhänge soll somit gefördert werden. Neben GIS- und modellbasierten interaktiven Übungen mit Anwendungscharakter wird ein Schwerpunkt auf die Vermittlung von Grundlagenwissen über Geo-Informationssysteme und Geodatenverarbeitung gelegt. Die derzeit beteiligten Institute des Verbundprojektes entwickeln Lernmodule aus den Bereichen Landschaftsplanung, Landschaftsökologie, Populationsbiologie, Hydrologie, Umweltströmungsmechanik, Geo-Informationssysteme sowie Geodäsie. Eine Erweiterung der Themenbereiche ist noch im Laufe der Projektzeit geplant. Die Lernmodule werden neben Deutsch auch in Englisch erstellt, da auch internationale Studierende zu der momentanen Zielgruppe gehören.

1 Einleitung

Das Verständnis und die Reflexion von komplexen fachübergreifenden Zusammenhängen in den Umweltwissenschaften ist eine essentielle Voraussetzung, um Auswirkungen von Eingriffen in das Natur- und Landschaftsgefüge kritisch und kompetent beurteilen zu können. Mittlerweile ermöglicht es der Stand der Technik, bestimmte Funktionen von GIS-Systemen mit einem vertretbaren Aufwand über das Internet zur Verfügung zu stellen. Im Kontext der Etablierung von e-learning-Komponenten zur Ergänzung des Lehrangebots, ist es daher für die Lehre raumbezogener umweltorientierter Fachrichtungen nahe liegend e-learning und GIS-Technologien zu koppeln und zu einem multimedialen Lernangebot zusammenzuführen.

Es ist somit das Ziel von ‚gimolus‘, mit Techniken und Methoden aus den Bereichen GIS und Modellierung nachhaltig verwendbare Lernhilfen zu erstellen, welche vor allem Lernprozesse der komplexeren Zusammenhänge unterstützen. Die Interaktionsmöglichkeiten

¹ Verbundprojekt "GIS- und Modellgestützte Lernmodule für umweltorientierte Studiengänge" im Rahmen des BMBF-Förderprogrammes „Neue Medien in der Bildung“ unter der Federführung des Instituts für Landschaftsplanung und Ökologie an der Universität Stuttgart. (weitere Informationen unter: www.gimolus.de)

für die Anwender des Lernsystems daraufhin zu optimieren und die Fähigkeit der AutorInnen mit pädagogischem Fingerspitzengefühl, Fachwissen und technische Möglichkeiten geschickt zu kombinieren, sind entscheidend für die inhaltliche Qualität des Lernangebots.

2 Aufbau der Lernplattform

2.1 Inhaltliche Konzeption

Im System erreicht man über eine zielgruppenspezifische Suche die Lernmodule aus den unterschiedlichen Themenbereichen. Diese können unabhängig voneinander bearbeitet werden. Im Zentrum des Lernangebots steht eine von allen Teilbereichen gemeinsam verwendete virtuelle Landschaft (siehe Abbildung. 1). Modelle mit funktionalen Zusammenhängen, planungs- und entscheidungsbasierte Modelle sowie Visualisierungen von bestimmten räumlichen Sachverhalten sollen mit deutlichem Bezug zu dieser Landschaft erstellt und verwendet werden.

Um Fachwissen mit dem dazugehörigen methodischen Wissen zu koppeln, sollen einerseits diese fachlichen Anwendungszusammenhänge und andererseits das Erlernen von GIS und von Geodatenverarbeitung anhand derselben Untersuchungsobjekte (bzw. Landschaftsausschnitten) umgesetzt werden.

Die technischen Möglichkeiten des Darbietungsmediums und die Vernetzungs- und Kommunikationsmöglichkeiten des Internets sollen didaktisch ausgewogen genutzt werden, um fachübergreifendes Denken und einen interdisziplinären Austausch zu fördern. Für die Lernenden soll die Verknüpfung von stark überlappenden Systemen aus verwandten naturwissenschaftlichen Fachrichtungen durch die Bezugnahme auf die gemeinsame Modelllandschaft transparenter werden, um das Verständnis der aufgezeigten Zusammenhänge zu erleichtern. Dabei spielt der Wiedererkennungswert von bestimmten Landschaftsausschnitten in der gemeinsamen Modelllandschaft die entscheidende Rolle, die Vernetzung der Fachdisziplinen sowie deren Betrachtungswinkel und Maßstabebenen zu erkennen und zu veranschaulichen. Die Gegenständlichkeit der räumlichen Untersuchungsobjekte soll genutzt werden, um die integrierten Modelle transparenter anzuwenden und das Verstehen der dahinterliegenden Algorithmen zu erleichtern. Die Landschaft ist dafür nach Bedarf erweiter- und veränderbar.

Um den Lernerfolg nachhaltiger zu gestalten, sollen die betrachteten Sachverhalte durch Praxisbezug anwendungsorientiert und im Sinne des problembasierten Lernens aufgearbeitet werden. Je nach Sachverhalt sollen die Inhalte durch einen möglichst hohen Grad an Interaktionsmöglichkeiten für die Studierenden selbstständig und individuell erfahrbar werden.

2.2 Aufbau der Modulplattform

Nach sorgfältiger Prüfung bestehender e-learning-Ansätze und -Produkte wird eine XML-basierte Lösungsarchitektur mit einer einheitlichen XML-Dokumentstruktur für alle Modulinhalte verfolgt. Umgesetzt wird diese mit einer ‚gimolus‘ spezifischen Dokumenten-Typ-Definition (DTD). Damit ist sowohl ein nachhaltige Verwendbarkeit als auch ein einheitliches Erscheinungsbild der Module gewährleistet. Auf der Basis dieser

DTD erstellte XML-Moduldateien werden über XSL-Transformationen webfähige Inhalte erzeugt. Die Datenhaltung erfolgt über eine Kombination aus Datenbank und Fileserver. Komplexe Elemente, wie Flash-Animationen, WebGIS-Anwendungen, serverinterpretierte Skripte (z.B. mit PHP oder JSP) und Java-Anwendungen werden über Verweise in den XML-Moduldateien verankert. Abbildung 1 zeigt ein stark schematisiertes Gesamtarrangement der wesentlichen Plattformelemente.

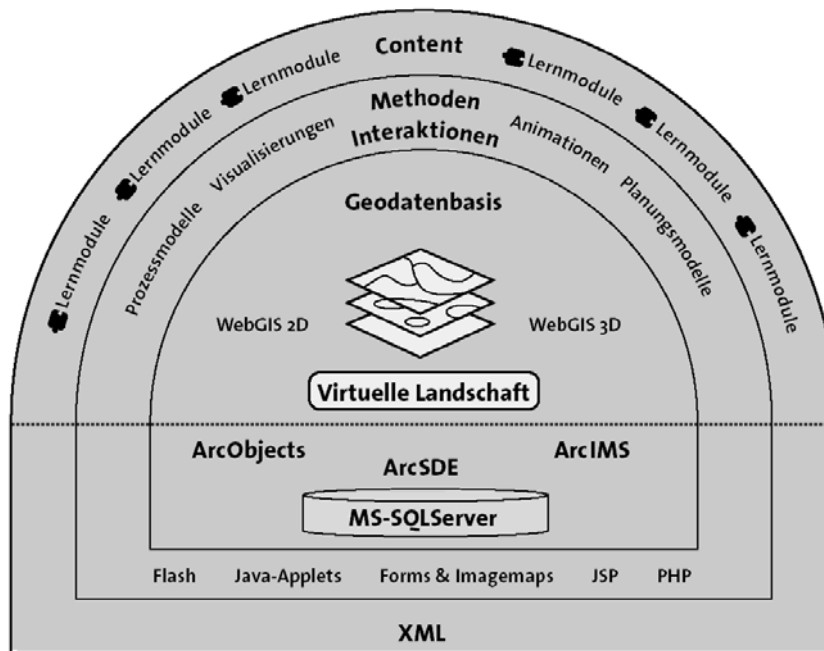


Abb.1: Bausteine und Techniken arrangiert zu „gimolus“

Eingebettet werden die transformierten Inhalte in einer anwenderfreundlichen Navigationsstruktur. Diese ist für das Einsatzszenario „Ergänzung und Vertiefung der Präsenzlehre“ optimiert. Konventionelle und webbasierte Kommunikationsmöglichkeiten (Elemente wie Foren und andere Groupware-Funktionen) werden insoweit in die Plattform integriert, wie es für die Unterstützung des praktischen Einsatzes in der Lehre der derzeit an ‚gimolus‘ beteiligten Institute förderlich ist.

3 Integration von WebGIS in Lernmodule

3.1 Technische Komponenten

Die Integration von WebGIS in die ‚gimolus‘ Lernmodule basiert im Wesentlichen auf der Verwendung von Komponenten aus der ArcGIS – Produktfamilie von ESRI. Die derzeit verfügbaren Clients zur ArcGIS Komponente Arc Internet Map Server (ArcIMS) erlauben

weitreichend konfigurierbare, lesende Zugriffe auf Geodaten mit JAVA oder HTML-basierten ‚Viewern‘. Auch ein Client für 3D-Visualisierungen der virtuellen Landschaft ist vorgesehen.

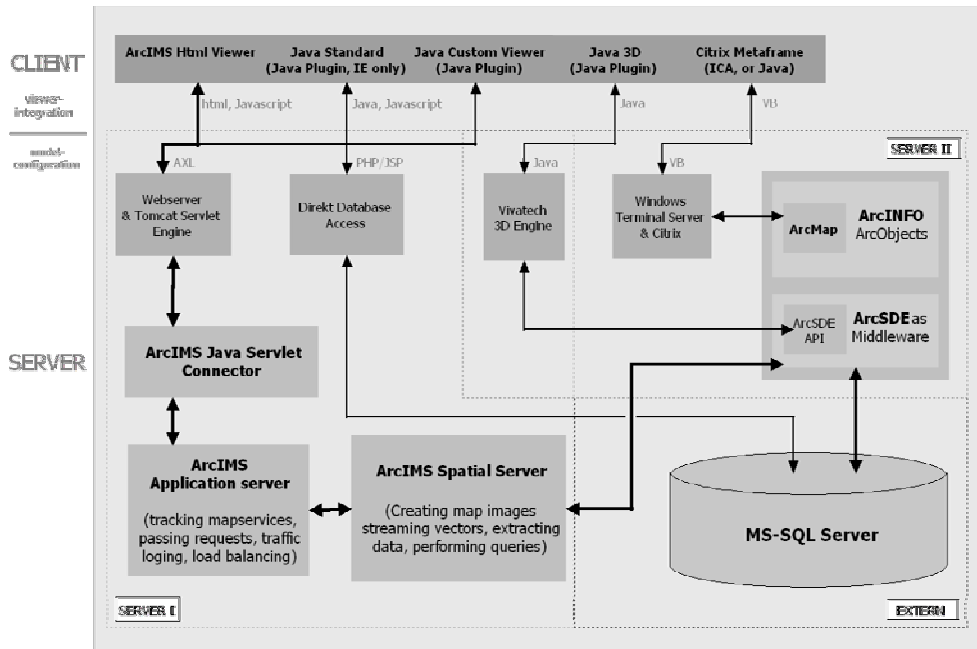


Abb.2: ‚gimolus‘ WebGIS & Applikations Architektur

Für die serverbasierte Ausführung von Modellberechnungen und komplexen Verschneidungen von Geodaten ist eine serverseitige Implementierung dieser Modellberechnungen und clientseitige Steuerung durch Terminal Server vorgesehen. Als robuste Lösung wird dafür die Integration von direkten Datenbankoperationen in die Standardviewer für Operationen niedriger Berechnungskomplexität und eine Verwendung von ArcMap über einen Windows Terminal Server (WTS) angestrebt. Abbildung 2 zeigt die Architektur des aus diesen Überlegungen resultierenden Client-Server-Systems mit den für die ‚gimolus‘-Lösung verwendeten Komponenten.

Die Geometrien und Attributdaten der virtuellen Landschaft werden über ArcSDE in einer MS-SQL Server Datenbank verwaltet. Als erste Grundlage für die virtuelle Landschaft werden Geodaten eines realen Landschaftsraums verwendet. Eine Erweiterung und Veränderung des Datensatzes erfolgt nach Bedarf für die jeweiligen Anwendungsbereiche und Übungen.

3.2 Lesende Datenzugriffe

Den ModulautorInnen stehen zur WebGIS-Integration in Lernmodule der ArcIMS-HTML-Viewer, die ArcIMS-JAVA-Viewer und evtl. auch auf "Custom Servlets" basierte Viewer zur Auswahl. Alle Viewer können für bestimmte Aufgaben in den Modulen angepasst

werden. Die Konfiguration der dargebotenen Karten erfolgt in ArcIMS mit AXL (ArcXML). Gezielte dynamische Zugriffe können durch Senden von vorkonfigurierten AXL basierten „Requests“ an den Applikation Server von ArcIMS erstellt werden. Dazu zählen unter anderem Operationen wie „Zoomen“ auf ein ausgewähltes Objekt, die (Re-)Klassifikation von Attributwerten in der Legende eines Kartenlayer, Ändern der Kartenprojektion oder die Ausführung von Datenabfragen mit „Stored Queries“. Solche und andere Operationen können beispielsweise durch Anpassung der Oberfläche der Viewer über Buttons oder Formulare aufgerufen werden.

3.3 Kombination von WebGIS und Modellanwendungen

3.3.1 ArcIMS-Viewer und direkte Datenbankzugriffe

Die unter 3.2. genannten lesenden Zugriffsmöglichkeiten auf Geodaten können durch den Einsatz eines dynamischen Zugriffs auf die MS-SQL-Server Datenbank über serverinterpretierte Skriptsprachen wie PHP oder JSP erweitert werden. Es werden hierbei keine Geometrien geändert, sondern es wird ausschließlich auf Attributwerte zugegriffen, welche letztendlich beim Client zur Darstellung im Viewer verwendet werden. Dadurch ergeben sich Berechnungsmöglichkeiten vergleichbar mit einfachen MapAlgebra Funktionen mit Daten gleicher Geometrien. Ein Beispiel für mögliche Berechnungen mit einer derartigen Technik sind Bewertungsansätze in der Landschaftsplanung: Auf der Basis von bereits klassifizierten Grundlagendaten zu Auswirkungen eines Planungsvorhabens oder eines Eingriffs in den Landschaftshaushalt wird von den Studierenden die Gewichtung der verschiedenen entscheidungsrelevanten Parameter zueinander in einer mit PHP generierten dynamischen Formular-Maske vorgenommen. Die Gewichtungswerte werden in die Bewertungsalgorithmen übernommen und in SQL-Requests umgesetzt, um letztlich die Datenblattspalte mit den Ergebnisattributen zu verändern. Auf der Basis dieser Ergebniswerte wird über ArcIMS die Darstellung beim Client angepasst. Mit weiterführenden Aufgabenschritten könnten z.B. die Unterschiede zwischen zwei Bewertungsvarianten berechnet und diskutiert werden.

3.3.2 ArcMap und WTS mit CITRIX

Für komplexe Modellumsetzungen mit geometrieverändernden Berechnungsoperationen oder der Neuberechnung von bisher nicht vorhandenen Datenlayern ist in ‚gimolus‘ die Integration von ArcObjects-Anwendungen vorgesehen. Da die Hochskalierung von ArcObjects-Anwendungen nicht auf Thread- sondern nur auf Prozess-Ebene robust gewährleistet werden kann, wird zur technischen Lösung eine clientseitige Verwendung von ArcMap über CITRIX ‚Metaframes‘ vorgesehen. Die CITRIX-Metaframe Lösung ist eine Erweiterung der Windows-Terminal-Server Technologie (WTS) und auch für geringe Übertragungsbandbreiten wie 56k Modems sehr praktikabel. Diese Vorgehensweise für ‚gimolus‘ wird von ESRI ausdrücklich unterstützt.

In diesem speziellen Fall werden also anwenderspezifische Instanzen von ArcMap über servergespeicherte ArcMap.MXD-Dateien aufgerufen. Die MXD-Dateien referenzieren alle für einen Projektabschnitt relevante Geodaten, enthalten sämtliche Konfigurationen der Oberfläche (GUI) von ArcMap und referenzieren zusätzlich verwendete ArcObjects-Anwendungen inklusive der zugehörigen GUI-Erweiterungen. Für jeden Benutzer wird auf dem Server eine eigene ArcMap Instanz gestartet und dort ausgeführt. Das GUI

des ArcMap-Prozesses wird auf beliebig entfernte Clientrechner abgebildet. Der Anwender bedient an seinem Clientrechner über die abgelöste ArcMap-Oberfläche die Projekteinhalte der jeweils genutzten MXD-Datei. Da die Verwendung von Visual Basic und ArcObjects (im Gegensatz zu Programmierungen in Avenue und AML) in der Weiterentwicklung der ESRI ArcGIS Produkte auch langfristig verankert ist, stellt die angestrebte Lösung auch die nachhaltigste Integration von Modellalgorithmen dar. Die Gefahr, dass viel Aufwand in Programmierungen investiert wird, für die mittelfristig keine geeignete Systemgrundlage mehr vorhanden sein wird, ist durch Integration von C/C++-Standards nachweislich und vertretbar gering. Im Folgenden wird ein Beispiel, zur Modellanwendung in einem Lernmodul, umgesetzt mit ArcMap, näher betrachtet.

4 Anwendungsbeispiel Bodenerosion

Die Berechnung der räumlichen Verteilung des Bodenabtrags durch Wasser nach der ABAG² ist das Thema innerhalb eines Lehrmoduls zum Thema Bodenerosion. Erarbeitet werden sollen die Abhängigkeiten der natürlichen Charakteristika eines Landschaftsausschnitts (Maßstab 1:5000 - 1:10000) in Bezug auf die ABAG. Daran schließt sich eine kritische Bewertung der Relevanz des gewählten Modellansatzes an. In weiteren Modulen ist auch geplant, auf die Signifikanz des Parameterdesigns von Modellberechnungen näher einzugehen. In den angebotenen Übungen kann der Benutzer die Eingangsparameter für die Modellberechnung beeinflussen, indem er Veränderungen in der Landschaft durchführt. Beispielsweise werden in einer Aufgabe Maßnahmen zur Erosionsverminderung modelliert und deren Auswirkungen nachfolgend im WebGIS angezeigt. Dies können beispielsweise Maßnahmen wie die Änderung der Anbaufrucht auf landwirtschaftlichen Flächen sein oder auch die Anlage von Terrassen, um die Hanglänge zu verringern und die Erosionsanfälligkeit zu vermindern. Nachdem der Benutzer solche Maßnahmen in ArcMap virtuell durchgeführt hat (über eigene GUIs mittels Visual Basic Macros) werden die Werte des Bodenabtrags in Tonnen/ha pro Jahr nach der ABAG neu berechnet. Die Ergebnisse werden in der neu berechneten Karte zur räumlichen Verteilung des Bodenabtrags dargestellt. In darauf folgenden Aufgabenteilen werden dem Benutzer zur Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe im GIS zunehmend komplexere Auswahlmöglichkeiten und Werkzeuge zur Verfügung gestellt. Zur Visualisierung bestimmter Ergebnisse wird eine interaktive 3D Ansicht im Webbrowser angeboten, welche die Lage der Landschaftsobjekte und ihrer Charakteristika zu verdeutlichen hilft. Die Möglichkeit, mehrere Berechnungsdurchgänge zu durchlaufen und statistisch auszuwerten, sowie zwei Szenarien in Karten nebeneinander als auch auf einer Differenzkarte zu vergleichen, lässt dem Benutzer viel Spielraum, sich mit dem Thema eingehend auseinanderzusetzen. Anhand solcher angewandter Übungen können auch komplexe Wechselwirkungen auf dem Landschaftsmaßstab in ihrer räumlichen Ausprägung und Lage angemessen veranschaulicht werden.

² Allgemeine Bodenabtragungsgleichung