

Land Use Scanner

Mit dem Simulationswerkzeug Land Use Scanner können Szenarien künftiger Veränderungen von Landnutzung und Landbedeckung modelliert werden. Die Software wurde bereits in den 1990er-Jahren von Object Vision BV in Amsterdam und in enger Kooperation mit der Vrijen Universiteit Amsterdam und der Netherlands Environmental Assessment Agency entwickelt.

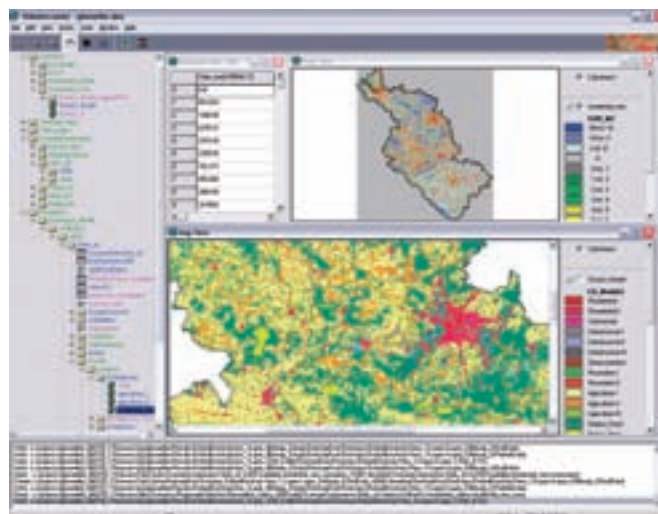


Abbildung 1: Screenshot des Land Use Scanner GUI. Der untere Kartenausschnitt zeigt den Bereich Magdeburg im Westen und Berlin im Osten.

Der Land Use Scanner ist ein Simulationswerkzeug zur räumlich expliziten Modellierung von Szenarien künftiger Veränderungen von Landnutzung und Landbedeckung. Die Analyse vergangener und künftiger Landnutzungsänderungen stellt ein wichtiges Element in der Entscheidungsunterstützung beispielsweise der Raumplanung oder dem Flussgebietsmanagement dar. Ein aktuelles Anwendungsbeispiel stellt die Bereitstellung von Szenarien künftiger Landnutzungsänderungen in den Niederlanden zur Erarbeitung des nationalen Raumordnungsprogramms dar. Auch in Portugal wurde der Land Use Scanner bereits zur Entscheidungsunterstützung in der Regionalpla-

nung eingesetzt. Im Elbeinzugsgebiet in Deutschland und der Tschechischen Republik sowie den Niederlanden findet das Werkzeug Anwendung bei der Analyse der Auswirkungen von Klima- und Sozioökonomischem Wandel auf den Wasserkreislauf oder der Abschätzung von Schadenspotenzialen bei Hochwasserereignissen. Im Rahmen des Flussgebietsmanagements dienen Szenarien der Siedlungsflächenentwicklung beispielsweise als Eingangsinformationen in die Analyse der künftigen Wasserverfügbarkeit. Die Szenarienanalyse bietet sich hierfür besonders an, da unter Berücksichtigung von Unsicherheiten, die simultane Betrachtung verschiedener plausibler Entwicklungspfade möglich ist.

Das Simulationswerkzeug wurde bereits in den 1990er-Jahren von Object Vision BV in Amsterdam, Niederlande (Maarten Hilferink), in enger Kooperation mit der Vrijen Universiteit Amsterdam und der Netherlands Environmental Assessment Agency entwickelt. Der Land Use Scanner stellt eine rasterbasierte Simulationssoftware dar. Er integriert regional differenzierte Raumansprüche (Nachfrage nach Land) für unterschiedliche Ebenen administrativer Grenzen für verschiedene Landnutzungsklassen. Außerdem werden Eignungskarten verwendet, welche die besondere Eignung oder Nichteignung eines Ortes für eine Landnutzung angeben. Die Verortung der Veränderungen in Abhängigkeit der Nachfrage nach Land und der Eignung von Land (Angebotsseite) findet mit einem iterativen Algorithmus statt (Abbildung 2). Ein Logit-Modell optimiert die Verteilung von Landnutzung und Landbedeckung in Abhängigkeit zweier Randbedingungen. Auf der einen Seite müssen die regionalen Raumansprüche innerhalb ihrer administrativen Ebenen erfüllt werden. Andererseits darf einer Zelle in der Rasterkarte nicht mehr Land der verschiedenen Landnutzungen zugeordnet werden, als die Zelle groß ist.

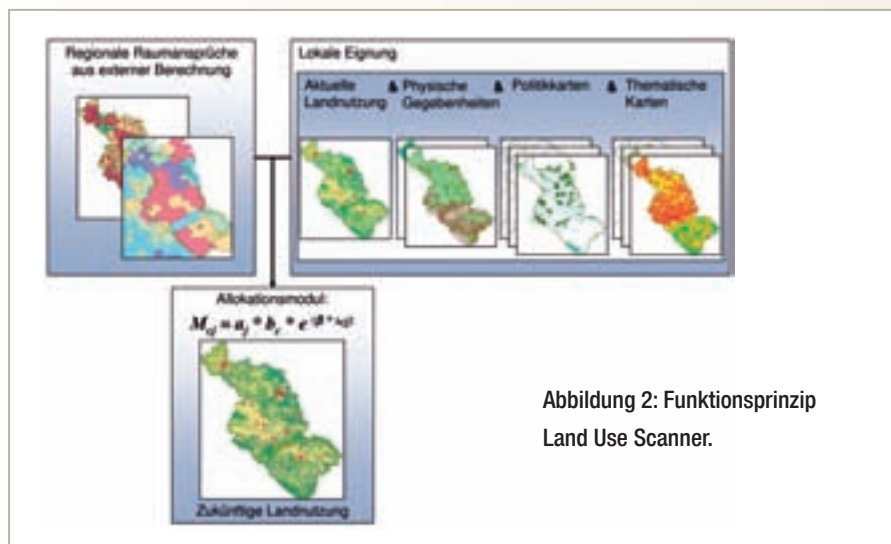


Abbildung 2: Funktionsprinzip Land Use Scanner.

Das Softwaresystem im Überblick

Den Rahmen des Softwaresystems bildet die Modellkonfiguration einer jeden Anwendung. Sie besteht aus den räumlichen

Eingangsinformationen und einer Skriptsammlung. Diese Konfiguration wird in einem Softwaresystem verwendet, dass aus den drei Komponenten Data and Model Server (DMS), graphische Benutzerschnittstelle (GUI) und Eingangsdaten besteht.

Der Data and Model Server stellt die Basissoftware dar, welche mittels GIS-Funktionalitäten die notwendigen Berechnungen und Simulationsläufe durchführt. Über die grafische Benutzerschnittstelle kann der Anwender Daten, Ergebnisse und Metadaten visualisieren oder Änderungen in der Modellkonfiguration vornehmen. Weiterhin besteht das Softwaresystem aus einer Reihe von hierarchisch strukturierten Konfigurationsdateien, welche für jede Anwendung individuell angepasst werden müssen und die Eingangsdaten spezifizieren, den Modellalgorithmus sowie die Visualisierungsvorschriften enthalten. Die dritte Komponente stellen die Eingangsdaten dar. Diese können sowohl in Datenbank-, Raster- und Vektorformaten integriert und verarbeitet werden. Alle Daten und Dateien für eine Konfiguration werden auf der Festplatte strukturiert in einem Projektordner abgelegt.

Die Konfigurationsdateien

In den Konfigurationsdateien (*.dms) werden alle für die Simulation notwendigen Informationen erfasst. Diese Konfigurationsdateien sind anwendungsspezifisch. Das bedeutet, dass für jede Anwendung, die ein eigenes Untersuchungsgebiet umfasst oder eine andere Datenbasis verwendet, die Konfigurationsdateien angepasst werden müssen. Sie bestehen aus einer

produktspezifischen Skriptsprache. Editionen der Konfigurationsdateien werden in der Regel in einem externen Texteditor vorgenommen. Empfohlen wird CrimsonEditor, da er bereits die entsprechende Syntax enthält. Die Informationen in den Konfigurationsdateien betreffen sowohl allgemeine Modellinformationen wie beispielsweise die Spezifikation des Modellalgorithmus als auch die spezifische Anwendung. Informationen, die speziell für jede Anwendung angepasst werden, betreffen zum Beispiel die räumliche Ausdehnung und Auflösung. Die räumliche Ausdehnung muss explizit definiert werden. Auch die räumliche Auflösung der implementierten Daten muss einmalig definiert werden. Die Analyse selber kann später in verschiedenen räumlichen Auflösungen stattfinden. Weiterhin werden die regionalen Ebenen definiert, auf die sich die regionalen Raumansprüche für die einzelnen Landnutzungen beziehen. Diese Raumansprüche wiederum werden in der Regel in einer Microsoft-Access-Datenbank oder DBbase-Tabellen gespeichert. Gleichzeitig werden die zugehörigen Vektordaten (shapefiles) der administrativen Grenzen definiert.

Es werden weiterhin alle Eingangsdaten, welche die aktuelle Landnutzung und die Eignungskarten bestimmen aus ASCII-, Bitmap- oder TIFF-Dateien eingelesen und die szenarienspezifischen Berechnungsvorschriften definiert, um die jeweiligen Eignungskarten zu berechnen. Die zur Simulation der Landnutzungsänderungen notwendigen Parameter wie Anzahl der Iterationen, Wichtigkeit der Eignungskarte oder Abbruchkriterien, welche

nach jeder Iteration prüft, ob der Raumanspruch entsprechend verortet wurde, werden ebenfalls in den Konfigurationsdateien definiert.

GUI

Die Visualisierung und Berechnung aller Daten und Berechnungsvorschriften erfolgt vom GUI aus (Abbildung 1). Dieses besteht einerseits aus dem Karten- oder Tabellenfenster, dem Legendenbereich, dem Tree-View sowie dem Event-Log. Der Tree-View (Abbildung 1) stellt eine Baumstruktur ähnlich dem Windows-Explorer dar, in dem alle Eingangsdaten, Konfigurationseinstellungen, Ergebnisdaten und Auswertungen als Data-Items aufgeführt sind. Der Tree-View ist im Wesentlichen in fünf Hauptzweige unterteilt. Der erste Zweig enthält die Daten zur aktuellen Landnutzung. Es sind Karten enthalten, welche für jede Rasterzelle die dominante Landnutzung enthalten sowie Karten welche den Anteil einer jeden Landnutzung an einer Rasterzelle zeigen (Abbildung 3). Im zweiten und dritten Hauptzweig sind alle Eingangsdaten zu den Eignungskarten enthalten. Beispiele sind physische Gegebenheiten, Distanzrelationen oder Planungskarten (Abbildung 4). Im vierten Hauptzweig Szenarienkompontenten werden die szenarienspezifischen Eingangsdaten so aufbereitet, dass sie für die Simulation zur Verfügung stehen. So werden aus den Einzelinformationen die Eignungskarten für jede Landnutzung berechnet und die regionalen Raumansprüche aus der Datenbank eingelesen (Abbildung 5). Im fünften ►

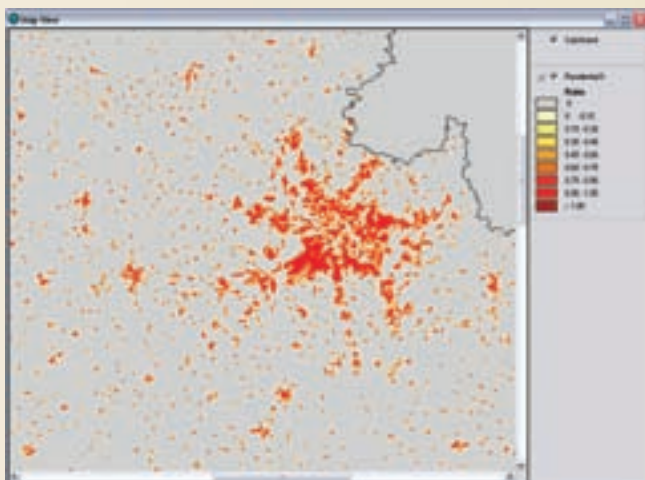


Abbildung 3: Aktuelle Landnutzung im Großraum Berlin am Beispiel einer Siedlungsflächenklasse.

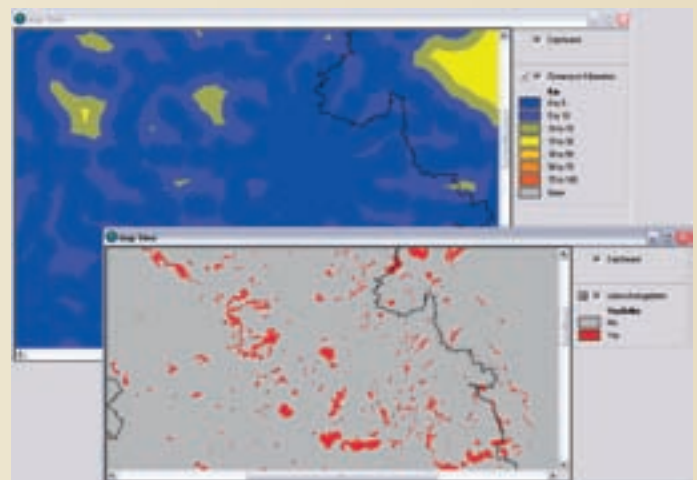


Abbildung 4: Eingangsdaten für die Eignungskarten im Großraum Berlin am Beispiel von Distanzen zu Bahnhöfen und Naturschutzgebieten.

Abbildungen: Z_GIS

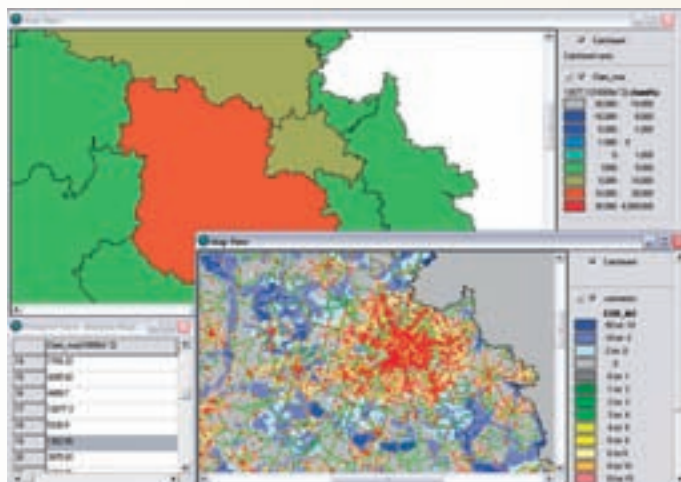


Abbildung 5: Szenariokomponenten im Großraum Berlin: Regionale Raumansprüche und Eignungskarte.



Abbildung 6: Visualisierungsmöglichkeiten der Berechnungsvorschriften und Abhängigkeiten innerhalb des Tree-Views.

Hauptzweig befinden sich alle Simulationsparameter und -ergebnisse sowie Auswertungen der Ergebnisse.

Hinter den einzelnen Data-Items in den Unterzweigen befinden sich Berechnungsvorschriften, die in den Konfigurationsdateien gespeichert sind. Bei Doppelklick auf die einzelnen Items in der Verzweigung werden die Prozeduren gestartet, vom Data and Model Server berechnet und das Ergebnis im Karten- oder Tabellenfenster des GUI angezeigt. Durch Berechnung der Ergebniskarte werden automatisch alle im Vorfeld notwendigen Operationen, wie beispielsweise die Generierung der Eignungskarten, automatisch

mit ausgeführt. Dies wird möglich, da Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Berechnungsschritten definiert sind. Die unterschiedliche Farbgebung im Tree-View verdeutlicht den Status der Daten. Es wird unterschieden in (1) zu validieren, (2) validiert und (3) fehlerhaft.

Die Menüleiste und Toolbar des GUI sind zwar nur in englischer Sprache erhältlich, dafür lassen sich aber die einzelnen Ordner und Data-Items in der Baumstruktur bei der Erstellung der regionalen Konfiguration sprachlich anpassen.

Die Funktionalitäten der Toolbar im GUI beschränken sich auf Basisfunktionalitäten wie Zoom, einem Informati-

onsbutton oder der Möglichkeit mehrere Kartenviewer in ihrem Ausschnitt zu synchronisieren.

Es besteht zusätzlich die Möglichkeit, weitere Daten über ein Dialogfeld zu implementieren. Diese Funktionen sind über die Menüleiste erreichbar. Notwendige Voraussetzung hierfür sind die Definition der Domain Unit und der Values Unit. Die Values Unit gibt die Maßeinheit des Datensatzes an. Dies ist wichtig, damit keine unlogischen Operationen durchgeführt werden können (Kilometer durch Tonnen teilen ergibt keinen Sinn). Die Domain Unit überprüft, ob der integrierte Datensatz in seiner räumlichen Ausdehnung und Auflösung exakt zur aktuellen Konfiguration passt. Datensätze, die nicht exakt die räumliche Ausdehnung und Auflösung der Konfiguration besitzen, können nicht dargestellt werden. Der räumliche Bezug ist im Header der ASCII-Grids enthalten. Allerdings werden die über Dialogfelder integrierten Daten nicht in die entsprechenden Konfigurationsdateien geschrieben, sondern lediglich in den log-file. Um diese Änderungen beizubehalten, muss die gesamte Konfiguration gespeichert werden. Wählt man einen neuen Namen für die geänderte Konfiguration, dann werden alle Informationen, einschließlich Konfigurationsdateien, Daten, Datenbanken etc. kopiert und in einem neuen Projektordner auf der Festplatte abgelegt.

Über die Funktion in der Menüleiste Edit Definition kann man sich die hinter dem Data-Item liegende Berechnungsvorschrift ansehen und ändern oder für neue Datensätze auch definieren (Abbildung

Wunschzettel

Hier nennen die Autoren ihre wichtigsten Verbesserungsvorschläge

1. Auf den Internetseiten von Object Vision BV ist umfangreiches Informationsmaterial zum Land Use Scanner und zum Data and Model Server vorhanden. Leider sind diese Dokumente nicht aus Anwender-, sondern Entwicklersicht geschrieben und daher nur mit erheblichem Aufwand verständlich. Eine anwendungsorientierte Dokumentation des Softwaresystems wäre wünschenswert.
2. Es sind mindestens drei Softwareprodukte für die Bearbeitung der Konfiguration notwendig: Datenbank, Texteditor und Data and Model Server. Eine stärkere Integration aller drei Eingabequellen über das GUI würde der Übersichtlichkeit dienen.
3. Die Übertragbarkeit auf eine andere Region bzw. ein anderes Untersuchungsgebiet ist zwar gewährleistet, erfordert aber jeweils einen erheblichen Programmier- und Zeitaufwand. Es wäre

wünschenswert, ohne Verlust der Flexibilität des Werkzeugs einen anwenderfreundlichen Weg zur Verfügung zu stellen, um neue regionale Konfigurationen zu erstellen.

4. Dauerhafte Änderungen der Konfigurationsdateien lassen sich nur über die Änderung im Texteditor vornehmen, nicht jedoch über die Funktion Edit Definition. Es würde der Anwenderfreundlichkeit dienen, vom GUI aus direkt in die Konfigurationsdateien schreiben zu können.

5. Die Kartenfenster erlauben das Öffnen mehrerer Datenlayer pro Fenster. Es besteht jedoch keine Möglichkeit, die Transparenz der Layer zu beeinflussen oder aber Zellen ohne Daten auch ohne Farbe darzustellen, sodass sie durchsichtig erscheinen würden. Eine Implementierung solcher Funktionalitäten würde die Vergleichbarkeit von Datenlayern wesentlich erleichtern.

6c), jedoch wird die Änderung auch hier nicht dauerhaft in den Konfigurationsdateien gespeichert, sondern nur für den laufenden Prozess verwendet. Es ist also empfehlenswert, Änderungen immer direkt in den Konfigurationsdateien durchzuführen.

Eine weitaus größere Flexibilität für Analysen bietet das Skripting in den Konfigurationsdateien. Der Anwender kann jederzeit beispielsweise eigene Auswertungen der Simulationen, wie Differenzkarten, Landschaftsmaße oder Indikatoren des Impact Assessment programmieren und sich die Ergebnisse im GUI anzeigen lassen.

Die Ergebnisse können auch exportiert werden. Hierfür stehen drei Optionen zur Verfügung. Karteninformationen können sowohl als ASCII Grid als auch als Bitmap exportiert werden. Eine Integration in andere GIS-Programme ist somit gewährleistet. Informationen können aber auch in tabellarischer Form ausgegeben werden. Das Exportformat ist auch hier eine ASCII-Datei.

Systemanforderungen

Der Land Use Scanner läuft auf allen Windows Betriebssystemen ab Windows '98. Der Arbeitsspeicher sollte mindestens 512 MB betragen. Je nach Größe der Anwendung können auch 1 GB und mehr empfohlen werden. Die Mindestanforderung für den Festplattenspeicher beträgt 2 GB. Es wird jedoch auch hier empfohlen 50–100 GB bereit zu stellen, da alle Berechnungen, Zwischenergebnisse und Ergebnisse im CalcCache-Ordner der Konfiguration gespeichert werden. Dies hat den Vorteil, dass nach Änderungen in der Konfiguration nur die Schritte neu gerechnet werden müssen, die tatsächlich von der Änderung betroffen sind. Nicht veränderte Komponenten können aus dem CalcCache wieder eingelesen und für die

weiteren Berechnungen wieder verwendet werden. Dies spart erheblichen Rechenaufwand bei wiederholten Simulationen.

Benutzerführung und Hilfe

Die Benutzerführung im GUI ist durch die Baumstruktur recht intuitiv. Die erläuterte Baumstruktur folgt einer logischen Vorgehensweise. Durch die Möglichkeit, jeden einzelnen Zwischenschritt zu visualisieren, wird eine sehr starke Transparenz geschaffen bezüglich dessen, was im Hintergrund berechnet wird. Die entsprechende Zuordnung der Data-Items in den jeweiligen Konfigurationsdateien erfordert jedoch intensive Einarbeitung. Die Gliederung der Konfigurationsdateien entspricht nicht vollständig der Struktur des Tree-Views.

Die Zusammenhänge der einzelnen Verzweigungen und Abhängigkeiten lassen sich aber auch im GUI visualisieren. Zum einen wird angezeigt, welche Daten für das jeweilige Dataitem notwendig sind (supplier) (Abbildung 6a). Zum anderen kann die Berechnungsvorschrift visualisiert werden (Abbildung 6b).

Ausführliche Dokumentationen sowohl zur Methodik des Land Use Scanners als auch zum Softwaresystem stehen unter <http://www.objectvision.nl/DMS/default.asp> zur Verfügung. Des Weiteren sind bereits zahlreiche Publikationen erschienen.

Fazit

Der Land Use Scanner stellt ein flexibles Simulationswerkzeug dar, welches an die spezifischen Gegebenheiten der regionalen Anwendungen angepasst werden kann. Es wäre jedoch wünschenswert, Änderungen in der Konfiguration dialoggesteuert und mit direkter Änderung der Konfigurationsdateien durchführen zu können. Auf diese Weise könnte auch vermieden werden, immer in mehreren Anwendungen (DMS und Texteditor) parallel arbeiten zu müssen. Die Übertragung auf eine andere Region ist zudem sehr aufwendig, da alle Konfigurationsdateien angepasst werden müssen. Die Einarbeitung in die Konfigurationsdateien bedarf zusätzlicher Einarbeitungszeit, da eine eigene Skriptsprache verwendet wird. Diese ist jedoch unter Verwendung der Dokumentationen verständlich, auch wenn keine Programmierkenntnisse vorliegen. Trotz einiger Verbesserungsmöglichkeiten stellt der Land Use Scanner ein hilfreiches und sehr flexibel gestaltetes Werk-

AUTOREN

Jana Hoymann

Jana Hoymann studierte an der Universität Bonn Geographie (Diplom) mit den Schwerpunkten GIS und Fernerkundung. Sie ist derzeit am Institut für Landschaftsarchitektur und Umweltplanung der Technischen Universität Berlin im Rahmen eines Forschungsvorhabens angestellt. Ihr besonderes Interesse gilt der Modellierung künftiger Veränderungen von Landnutzung und Landbedeckung mit besonderem Schwerpunkt der Siedlungsflächenentwicklung.

Kontaktinformationen

Dipl.-Geogr. Jana Hoymann
+49 3031473695
jana.hoymann@tu-berlin.de
www.landschaftsoekonomie.tu-berlin.de



DAS PRODUKT IM ÜBERBLICK

Aktuelle Version 5.29 beta

Vertrieb und Bezugsquellen Demoversion für Studenten zum Download

Lizenzsystem GNU General Public License

Physischer Speicherplatz > 2GB

Betriebssystem Windows '98, Windows 2000, Windows XP, Windows Vista

Kurse/Anwendertreffen Übung zur Demoversion für Studenten

Dokumentation Umfangreiche Hilfe zu DMS unter <http://www.objectvision.nl/DMS/default.asp>, Hilfedokumente zu DMS jeweils für Anwender und Entwickler, zahlreiche anwendungsorientierte Veröffentlichungen in Englisch und Niederländisch

Web <http://www.objectvision.nl/DMS/default.asp>, <http://ivm10.ivm.vu.nl/spinlab/>

zeug zur Entscheidungsunterstützung dar, da beispielsweise die Anzahl und die Ausgestaltung von Szenarien nicht beschränkt ist. Des Weiteren müssen auch die zu verwendenden Daten keinem starren Muster folgen. Er bietet folglich einen gut strukturierten Rahmen für Szenarioanalysen künftiger Landnutzungsänderungen. ■

Die Kooperation mit Z_GIS

Das Zentrum für Geoinformatik Salzburg, kurz Z_GIS, ist das interdisziplinäre Zentrum für Forschung und Weiterbildung im fächerübergreifenden Gesamtbereich der Geoinformatik an der Universität Salzburg. Z_GIS steht für innovative und angewandte Forschung und Entwicklung. In einer Kooperation mit der GIS-Business liefert das Zentrum in der Rubrik „Snapshot“ ihre Eindrücke von untersuchten Programmen.

