

Definiens Developer

Ist die Welt in den letzten Jahren komplexer geworden? Wenn wir mit „Welt“ die Erde als Gesamtsystem meinen, wohl kaum. Beziehen wir uns aber auf die Herangehensweise, Fragen an dieses System zu stellen und entsprechende Antworten zu generieren, dann durchaus. Bilddaten der neuesten Generation spiegeln diese Komplexität wider und verlangen nach Lösungen, um die enorme Informationsflut und den hohen Detailreichtum wirkungsvoll zu interpretieren.



Abbildung 1: Definiens Developer GUI, „Develop Rule Sets“.

Der Ruf nach immer höher aufgelösten Bilddaten in der Fernerkundung wurde erhöht; heute liegt das Problem eher in der Auswertung und in der Inwertsetzung dieser massenhaft vorliegenden Bildinformationen. Die EU/ESA-Initiative GMES (Global Monitoring for Environment and Security) etwa setzt auf Bilddaten für die Beobachtung von Systemabläufen und Prozesskette, von maritimen Ökosystemen bis hin zur gesellschaftlichen Sicherheit, von „ship detection“ bis zu „vulnerability mapping“. Auch die verschiedensten Maßstabbereiche werden abgedeckt, die von medizinisch-pathologischen Untersuchungen bis zur Erdbeobachtung reichen. So ist es denn auch kein Wunder, dass der Erfinder des Tunnelrastermikroskops, der Physiknobelpreisträger Dr. Gerd Binnig, das Grundkonzept der Definiens Produktpalette entwickelt hat. Diese Entwicklung ermöglichte einen neuen Zugang zur Bildinterpretation und hat einen Paradigmenwechsel in der Bildverarbeitung wesentlich mitbestimmt. Wir konzentrieren uns im Rahmen dieser Besprechung jedoch aus Sicht der Geoinformatik auf das Flaggschiff des Earth Bereichs: Definiens Developer, das aktuell in der Version 7 vorliegt.

„Context matters“ – so heißt es auf der Homepage von Definiens. Kontext ist mit räumlichen Konzepten zu erfassen, wodurch die Brücke zwischen GIS und Fernerkundung nötig ist. Diese wurde in den letzten Jahren durch die objektbasierte Bildverarbeitung erfolgreich geschlagen. Der Ansatz hat einen methodischen Paradigmenwechsel eingeläutet, der derzeit in der Konsolidierungsphase ist.

Was kann die Software?

Eine der Kernfunktionalitäten der Definiens-Produktpalette ist die Abgrenzung (Delinierung, Regionalisierung) und Ansprache räumlicher Einheiten. Die Regionalisierung beinhaltet grundsätzlich zwei komplementäre Qualitäten, nämlich die Aggregation (Zusammenfassen von Detailinformation zu Einheiten) und die Disaggregation (Einteilung zu Untereinheiten).

Datenhandling und -integration

Der flexible Datengateway ermöglicht das Zuladen verschiedenster Datentypen, insbesondere natürlich Bilddaten, aber auch jede Art von Rasterdaten, etwa ein Höhen- oder Oberflächenmodell. Ferner können auch Vektordaten als thematische Layer hinzugeladen werden, die jedoch in eine interne Rasterrepräsentation umgewandelt werden. Der Schlüssel zur Integration der Geodaten ist wie üblich die Georeferenzierung, es kann aber auch die Option „enforce fitting“ („Ohne Gewähr!“) angewählt werden. Die Möglichkeit, per Koordinatenangabe oder durch interaktive Auswahl in einem Vorschaufenster ein Subset auszuwählen, blieb bestehen. Ebenso die Zuweisung von Alias-Namen zu einzelnen Kanälen und Datenschichten. Die Vergabe von aussagekräftigen Namen sollte zu Beginn durchgeführt werden, da dies die Arbeit mit den Informationsschichten wesentlich erleichtert. Ein in Bearbeitung befindliches Projekt, kann jederzeit verändert werden. Das betrifft etwa das Entfernen einzelner Kanäle oder das Hinzuladen weiterer thematischer Layer oder von Metadaten zu der aktiven Szene. Bei Bedarf

können Bilder auch mit einem „Resample-Faktor“ (zum Beispiel 50 Prozent der Auflösung) eingeladen werden. Zusätzlich können Metadaten eingelesen und in einem eigenen Format als Features mitverwaltet werden. Das spezifische Aggregat an geladenen Kanälen und Zusatzdatenschichten wird in Definiens Developer als „Scene“ bezeichnet. In der Arbeit mit Regelwerken ist dies zu beachten, da es eigene Scene-spezifische Features gibt (zum Beispiel Gesamtanzahl gebildeter Objekte). Die Verwaltung der Attributdaten beziehungsweise der (vektorbasierten) Geodaten wird über Tabellen organisiert.

Benutzeroberfläche

Definiens Developer besitzt eine ausgereifte, komfortable und stabile Benutzeroberfläche (Abb. 1). Je nach primärem Aufgabenfeld sind vier Arrangements von Fenstern und GUI-Elementen voreingestellt (load and manage data, configure analysis, review results, develop rule sets). Es entfällt damit das mitunter mühsame Rearrangieren der zahlreichen Fenster für eine optimale Positionierung. Nach wie vor können die Fenster individuell verschoben und in der Größe verändert werden, es empfiehlt sich aber, dazu die Buttons „expand“ und „contract“ zu verwenden.

Alle Prozesse, auch umfangreiche Segmentierungsalgorithmen können mit „cancel“ effizient abgebrochen werden, wobei ein Fenster vor vorschnellem Unterbrechen des laufenden Prozesses warnt. Vor dem Starten umfangreicher, komplexer Prozesse sollte der Prozess-Profiler verwendet werden, um etwaige zeitintensive Schleifen aufzuspüren. Bei sehr ausge-

reifen, automatisiert laufenden Prozessen könnte die Angabe zur durchschnittlichen Bearbeitungszeit pro Objekt wichtige Information für eine Kosten-Nutzen-Rechnung bieten.

Klassenmodellierung

Das zentrale Ziel jeder Bildanalysesoftware ist die Klassifikation. Die oben angesprochene quasi-revolutionäre Entwicklung liegt bei Definiens Developer vor allem an der Kopplung von Segmentierungsalgorithmen mit regelbasierten Klassifikationsverfahren. Gegenüber dem „klassischen Verständnis“ (siehe auch GeoBIT Snapshot eCognition 4, Mai 2005) ist die Abfolge von Segmentierung und Klassifikation längst nicht mehr als linearer Ablauf zu sehen, sondern als ein zyklischer Prozess, der am besten mit dem Begriff der Klassenmodellierung wiedergegeben werden kann (Abb. 2). Nach wie vor werden aber mithilfe von Segmentierungen die Grenzen bereitgestellt, wobei über temporäre Klassenzuweisung und räumliches Inbezugsetzen der generierten Objekte immer neue Einheiten geschaffen werden, bis zuletzt die finalen Bildobjekte abgegrenzt und klassifiziert vorliegen. Die Klassenzuweisung wird über ein regelbasiertes Produktsystem erreicht, wobei die Regelerstellung über „Cognition Network Language“ (CNL) oder über „Samples“ geschehen kann. Obwohl in der Arbeit mit Regelsätzen aus pragmatischen Gründen der Einsatz scharfer Klassengrenzen überwiegt, ist die von eCognition bekannte Fuzzy-Zuordnung zu Klassen nach wie vor möglich und stellt weiterhin eine adäquate Herangehensweise zur „weichen“ Klassifikation dar. Das „Feature View“ ist ein mächtiges Modul, um die zahlreichen Objekteigenschaften und deren Wertebereiche graphisch anzeigen zu lassen. Dabei werden die gebildeten Objekte in der Szene im Farbverlauf nach dem Wert des entsprechenden Features dargestellt. Zur Auffindung distinkter Eigenschaften ist dieses Tool eine wertvolle Hilfe. Bei der Arbeit mit Samp-

les bietet es jedoch lediglich eine visuelle Kontrolle. Ein analytisches Werkzeug zur Beurteilung des Erklärungsgehalts von einzelnen Features bei der Auswahl von repräsentativen Klassensamples ist Feature Space Optimization.

Cognition Network Language

Mit der Einführung von Definiens Developer hat sich nicht nur der Name der Software verändert: Speziell im Bereich der Softwarestruktur wurde ein komplett neues Konzept eingeführt. Bisher nur den Entwicklern zugängliche Prozessalgorithmen wurden ab der Version 5 auch für den normalen Nutzer verfügbar gemacht. Eingebettet sind sie in einen „process tree“, der eine automatische sequenzielle Abarbeitung dieser vom Benutzer angeordneten Algorithmen ermöglicht. Durch die Erweiterung dieser Algorithmen mit Kontrollstrukturen (Schleifen und Verzweigungen), sowie der Möglichkeit Variablen zu verwenden, wurde eine echte modulare Programmiersprache entwickelt. Unter dem Namen „Cognition Network Language“ (CNL) sind dem Benutzer nun Strukturen an die Hand gegeben worden, die eine Vielzahl neuer Möglichkeiten der objektbasierten Bildanalyse bieten – allerdings auch die Verantwortung weg von einem eher gekapselten Ansatz zum Benutzer hin verschiebt.

Als Beispiel sei die „multiresolution segmentation“ genannt: Dieser Segmentierungsalgorithmus war in eCognition

(bis Version 5) unabdingbarer Einstiegspunkt um Bildobjekte zu generieren und zu klassifizieren. In Definiens Developer ist dieser Segmentierungsalgorithmus nur noch einer von vielen – wenn auch zugegebenermaßen der Wichtigste. Es gibt nun nicht nur eine Vielzahl weiterer Algorithmen zur Segmentierung, es ist nun genauso möglich mittels CNL einzelne Bildobjekte direkt anzusprechen. Dadurch kann man Objekte nach selbst definierten Regeln zusammenfassen, innerhalb von Objektdomänen segmentieren und im Prinzip eigene Segmentierungsroutinen implementieren (Abb. 3).

Um häufig verwendete Codeteile von in CNL programmierten Regelsätzen nicht immer wieder neu programmieren zu müssen, gibt es ab Version 7 die Möglichkeit des Imports und Exports von Codeschnipseln („snippet“). Per Drag und Drop kann man diese snippets bei der Regelsatzentwicklung verwenden. In CNL programmierte Regelsätze können aber natürlich auch als Ganzes exportiert und auf andere Bilder übertragen werden. Eine automatisierte Anwendung auf n Bilder erfordert allerdings eine Definiens eCognition™-Server-Lizenz (siehe auch Produktschienen und Ausbaustufen).

Genauigkeitsabschätzung

Für die Evaluierung der durchgeführten Klassifikation gibt es mehrere Möglichkeiten des Accuracy Assessment, die sich alle auf die Klassenzuweisung der gebil-

deten Objekte beziehen. Zu unterscheiden sind „best classification“ (die Klasse mit dem größten Zugehörigkeitswert) und „classification stability“ (die Sicherheit, mit der klassifiziert wurde) sowie die Darstellung von Fehlermatrizen. Die Genauigkeitsabschätzung bezieht sich jedoch nicht auf die Art der Abgrenzung (Adäquatheit der Grenzziehung, Generalisierung und so weiter)

Manuelle Objektbearbeitung

Definiens Developer bietet eine Palette von Editiermöglichkeiten zur ▶

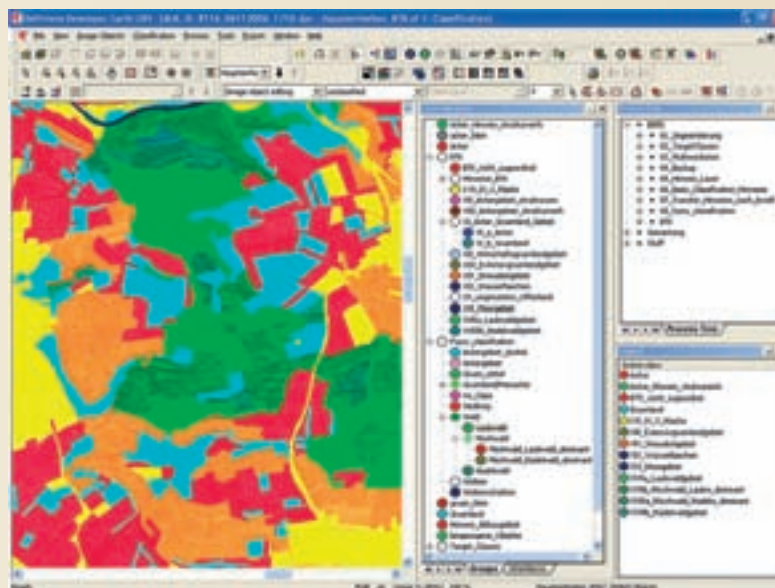


Abbildung 2: Klassenmodellierung mit hierarchischem Process Tree. Zu beachten auch die Möglichkeit der Legenden-Darstellung.

manuellen Optimierung von Objekten beziehungsweise deren Abgrenzung (Abb. 4). Es sind dies eine Reihe von Digitalisierungstools zum Entfernen („object merge“) und Hinzufügen („object split“) von Grenzen und zur Änderung des Labels.

Bildvorverarbeitung

Mit Definiens Developer 7 wird nun erstmals auch ein Schritt in Richtung pixelbasierter Bildvorverarbeitung gemacht. Einige Filteralgorithmen wie zum Beispiel Edge-detection-Filter oder Convolution-Filter können nun direkt als Prozessalgorithmen angewendet werden. Damit werden einige nützliche Bildvorverarbeitungsschritte komfortabel eingebunden. Eine komplette Bildverarbeitungssoftware, die alle Schritte der Bildvorverarbeitung umfasst, wird dadurch allerdings nicht ersetzt.

Neben dieser Erweiterung des Softwarepektrums durch die Integration etablierter Methoden wird auf der anderen Seite auch eine bessere Integration der Software in vorhandene Strukturen angestrebt, durch zum Beispiel einen erweiterten Datenimport und verbesserten Shapefile-Export, die Bereitstellung eines Software Development Kit mit Programmier-

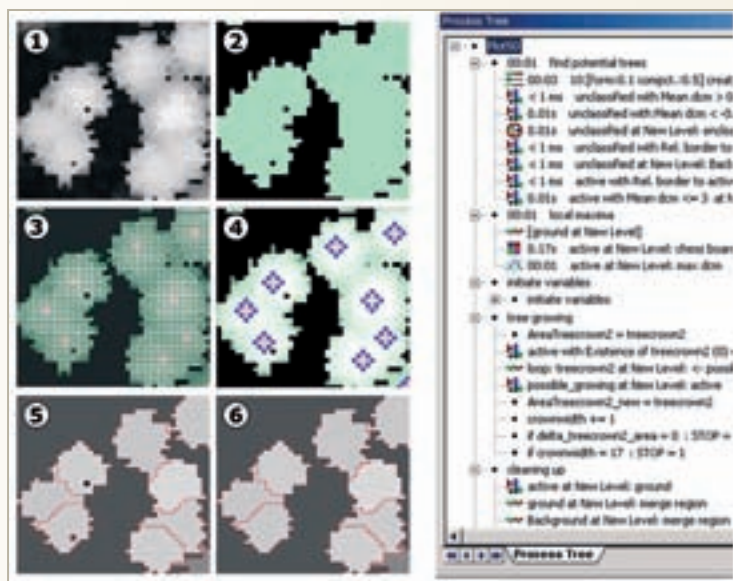


Abbildung 3: Links: Mittels CNL programmierter region-growing Algorithmus auf der Basis von Laserscanningdaten. Ausgehend vom höchsten Punkt werden nach definierten Regeln Objekte gebildet (hier: Baumkronenabgrenzungen). Rechts: Zugehöriger Process Tree mit Programmierung in CNL

schnittstellen (APIs) und Codebeispielen sowie die Veröffentlichung von Erweiterungen zur Anbindung der Software an ArcGIS beziehungsweise ArcGIS-Server (Definiens-Server erforderlich).

Produktschienen und Ausbaustufen

Die Definiens-Produktpalette richtet sich nach Funktionsumfang und Anwendungsbereichen: Die beiden Pole bilden Definiens Developer als Experten- und Entwicklungstool und Definiens Viewer zur Betrachtung und Überprüfung von Er-

gebnissen. Die Definiens Architect Version als Werkzeug zur Erstellung von speziell zugeschnittenen Applikationen und die Definiens-Analyst-Version als Analysetool für das Zusammenspiel mit Definiens eCognition Server komplettieren die Palette der Desktopwerkzeuge.

Definiens eCognition Server bildet die mächtige Basis für die gesamte Definiens Enterprise Image Intelligence Suite und ist vor allem für Umgebungen mit sehr großem Datendurchsatz gedacht. Durch parallel arbeitende und aufeinander abgestimmte Prozesse sowie sogenanntes „Tiling“ (virtuelle beziehungsweise vorübergehende Kachelung großer Szenen) können umfangreiche Scenes mit etwa pangeschärften SPOT-Mosaiken bearbeitet werden. Vollautomatisierte Workflows zur (Batch-)Verarbeitung großer Datenmengen sollen dadurch verwirklicht werden können.

Für ArcGIS-Nutzer schlägt die Definiens Extension für ArcGIS nun auch physisch die Brücke zwischen Fernerkundung und GIS. Es handelt sich jedoch dabei nicht um eine als Extension angebotene „Vollversion“. Die Extension ist am ehesten mit dem Funktionsumfang der

immer noch möglich, der „process tree“ verführt jedoch zu einer sehr prozeduralen Abfolge der Bildanalyse. Es wäre sinnvoll, die Fuzzy-Zuordnung etwas prominenter als Prozess anzubieten.

Wunschzettel

Hier nennen die Autoren ihre wichtigsten Verbesserungsvorschläge für Definiens Developer

1. Zum Austausch von CNL-Programmcode wäre eine Online-Bibliothek hilfreich. Dies wird dem Ruf vieler Forschungsinstitutionen nach einem Sharing von Regelsätzen gerecht, die aus diversen Gründen oft nur ungern als „Gesamtwerk“ veröffentlicht werden.
2. Der Beginn einer Prozesskette mit „insert child“ ist etwas technozentrisch. Eher mühsam ist auch das Ziehen von Prozessen in eine andere Hierarchie. Neue „rule sets“ sollten wahlweise unten oder oben angehängt werden.
3. Ein „Undo“ beim manuellen Editieren wäre wünschenswert.
4. Beim „Multi-resolution segmentation“-Algorithmus wäre es überlegenswert, eine Formoptimierung unabhängig von der spektralen Homogenität zu gestalten und somit beide Aspekte nicht voneinander abhängig zu machen.
5. Die gesamte Software baut auf einer strikten Objekthierarchie (gemeinsame Grenzen) auf. Zur Berücksichtigung der zunehmenden Generalisierung bei größeren Maßstäben, wäre die Einführung von skalenspezifischen, generalisierten Abgrenzungen zu überlegen.
6. Die implementierten regionsbasierten Segmentierungsalgorithmen könnten noch „intelligenter“ werden, so dass zum Beispiel geographische Features mit heterogenen spektralen Eigenschaften aber regelmäßigen Strukturen sofort „erkannt“ werden. Das Auftreten von Randobjekten (sliver objects) in spektralen Übergangsbereichen sollte (optional) unterdrückt werden.
7. Die Klassifizierung mithilfe Class Hierarchy mit Fuzzy-Werten ist
8. Zur Weiterentwicklung des Accuracy Assessment wäre die Einbindung von räumlichen Konzepten denkbar (Vergleich der Objektdelineierung mit manueller Abgrenzung).
9. Bei der Verwaltung von Metadaten wären Geodatenstandards oder zumindest die Unterstützung von XML wünschenswert.

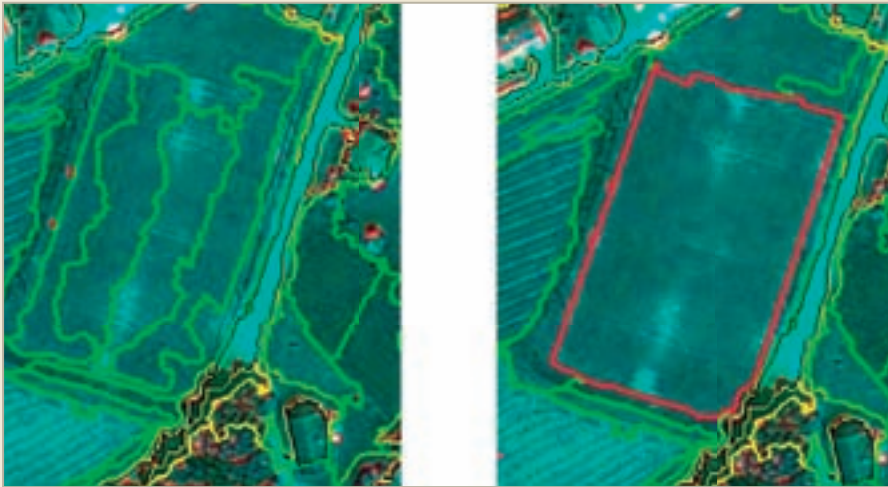


Abbildung 4: Manuelle Optimierung der Abgrenzung eines Fußballplatzes (rechts), der durch Segmentierungsalgorithmen nur unbefriedigend abgegrenzt wurde (links).

Definiens Analyst Version zu vergleichen und unterstützt die Anwendung bestehender Regelsätze zur Durchführung von Bildanalysen.

Das Lizenzmodell der Definiens-Developer-Software wird flexibel gehandhabt (FlexLM), wobei die von einem Server verwalteten Floating-Lizenzen als Einzelplatzlizenzen temporär aus- und eingebucht werden können.

Benutzerführung und Hilfe

Mit der Software werden gut aufbereitete Tutorials, ein User Guide sowie eine Beschreibung aller Prozessalgorithmen mitgeliefert. Regelmäßige Webinars (Online-Seminare) werden zu verschiedenen Themen abgehalten, wissenschaftliche Veröf-

fentlichungen und Fallstudien sind auf der Webseite verlinkt. Im Forum (<http://forum.definiens.com>) werden Probleme diskutiert und Fragen beantwortet. Das Zentrum für Geoinformatik (Z_GIS) hat Lehrmaterial zum allgemeinen theoretischen Hintergrund der objektbasierten Bildverarbeitung (OBIA) erstellt, das auf Anfrage bei den Autoren dieses Beitrags bezogen werden kann. Wissenschaftliche Publikationen, die sich mit dem objektbasierten Ansatz der Bildanalyse auseinandersetzen, findet man im Resource Center der Definiens-Homepage. Die Proceedings der 1st International Conference on Object-based Image Analysis (OBIA 2006) sind unter „<http://www.commission4.isprs.org/obia06>“ online verfügbar.

Fazit

Definiens Developer setzt neue Maßstäbe in der automatisierten Bildanalyse. Die umfangreichen Möglichkeiten und die fast uneingeschränkte Verwendbarkeit von Objekteigenschaften und die Kombination von Prozessen eröffnen zahlreiche neue Möglichkeiten für intelligentes Bildverstehen. Sie bedeuten aber auch mehr Verantwortung für den Nutzer und Experten. Die Übertragbarkeit ist technisch sehr gut. Fest steht, dass mithilfe von Definiens Developer ein bedeutender Schritt getan wurde, um komplexe Bildinhalte zu analysieren und zu verstehen. Ob nun die Software tatsächlich besser, schneller, effizienter und genauer ist als die menschliche Wahrnehmung oder bestenfalls das „sehen“ kann, was das menschliche Auge erfasst, muss im konkreten Fall entschieden werden. ■

AUTOREN

Dr. Stefan Lang

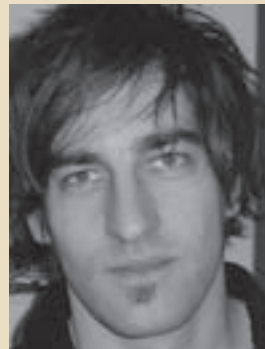
Stefan Lang studierte Geographie (Diplom) mit den Schwerpunkten Geoinformatik, Fernerkundung und Landschaftsökologie. Er promovierte im Bereich objektbasierte Bildverarbeitung, hierarchische Repräsentation und Wissensintegration. Er leitet die Forschungsabteilung des Z_GIS der Universität Salzburg und ist in mehreren internationalen Forschungs- und Ausbildungsprojekten involviert. Er ist Lehrbeauftragter der Universität Salzburg und als Betreuer und Modul-Autor im Fernlehrgang UNIGIS tätig.



Forschungskordinator am Zentrum für Geoinformatik (Z_GIS), Univ. Salzburg
Schillerstr. 30, Bauteil XV, 3. St., 5020 Salzburg
Tel: +43 (0) 662/8044-5262
stefan.lang@sbg.ac.at

Dipl.-Geogr. Dirk Tiede

Dirk Tiede studierte an den Universitäten Tübingen und Innsbruck Geographie (Diplom) mit dem Schwerpunkt Geographische Informationssysteme. Er arbeitet im Z_GIS der Universität Salzburg in den Bereichen 3D-Visualisierung, fortgeschrittene räumliche Analysemethoden in GIS und objektbasierter Bildanalyse. Im Fernlehrgang UNIGIS ist er als Modulentwickler und -betreuer tätig (GIS-Applikationsentwicklung) und gibt Lehrveranstaltungen und Z_GIS-Seminare in den genannten Themenbereichen.
E-Mail: dirk.tiede@sbg.ac.at



DAS PRODUKT IM ÜBERBLICK

Aktuelle Version Definiens Developer 7
Vertrieb und Bezugsquellen Versand, Trialversion zum Download
Lizenzsystem Einzelplatzlizenzen oder Serverlizenz
Preissegment 3.000 bis 16.000 Euro
Physischer Speicherplatz 200MB (inklusive Tutorien)
Varianten Software Development Kit mit Programmierschnittstellen (APIs) und Codebeispielen
Betriebssystem Microsoft (inkl. Windows Vista)
Kurse / Anwendertreffen Online Seminare (Webinars), Professionelles Training, Jährliches Nutzertreffen, wechselweise USA / Europa
Dokumentation Umfangreiche Hilfe- und Referenzdokumente, Guided Tours, User Forum, Tutoriumsdaten werden mitgeliefert, Zahlreiche anwendungsorientierte Veröffentlichungen, White Papers
Web www.definiens.com (*.de)

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.

