

Erratum Entwickler Magazin 3.09

Im Artikel „Smallworld GIS“ von Robbie Schäfer haben sich Druckfehler auf Seite 72 eingeschlichen. Es muss lauten: *Emacs Editor* statt *eMac Editor*.
Das PDF zeigt die korrigierte Fassung.

Entwicklung von Anwendungen für geografische Informationssysteme mit Smallworld

Smallworld GIS

Es gibt wohl kaum noch Anwender, die nicht mit geografischen Informationssystemen (GIS) in Kontakt gekommen sind. Sei es über Webanwendungen zur Kartennavigation und Routenplanung oder mobile Navigationssysteme. Dabei ist die Anwenderseite nur ein kleiner Teil des GIS, denn die geografischen Daten und Sachdaten müssen auch erzeugt und verwaltet werden. Professionelle Systeme, wie sie z. B. in der Energiewirtschaft eingesetzt werden, ermöglichen diese ganze Bandbreite und erlauben die Entwicklung angepasster Applikationen. In diesem zweiteiligen Artikel wird das Produkt Smallworld GIS [1] vorgestellt. Während im ersten Teil die Anforderungen an geografische Informationssysteme erläutert und auf die Besonderheiten des Smallworld-Systems eingegangen wird, behandelt der zweite Teil die GIS-Applikationsentwicklung mit Smallworld.

von Robbie Schäfer

Geografische Informationssysteme werden für die unterschiedlichsten Anwendungsfelder verwendet. So liegen heutzutage in einer Vielzahl von Behörden die aktuellen Katasterdaten nur noch digitalisiert vor, Mobilfunkanbieter nutzen GIS für die Planung von Funknetzen, Energieversorger verwenden GIS unter anderem, um die Lage der Versorgungsleitungen dokumentieren zu können, und Umweltorganisationen können beispielsweise durch die GIS-Technologie Informationen über Bodenerosionen erhalten.

Allein an diesen wenigen Anwendungen wird schon deutlich, dass es bei einem GIS nicht damit getan ist, nur die geografischen Daten zu erfassen. So werden z. B. bei den Katasterdaten einzelne Flurstücke verwaltet, während für die Mobilfunkanbieter die realen und geplanten Positionen von Antennen mit ihren physikalischen Daten von Bedeutung sind. Für den Stromanbieter ist es wiederum wichtig, nicht nur zu wissen, wo die einzelnen Leitungen liegen, sondern auch, welche Lasten damit verbunden sind, um beispielsweise berechnen zu können, ob noch weitere Verbraucher angeschlossen werden können, ohne dass das Netz zusam-

menbricht. Wie wichtig so eine Planung ist, wird an Fällen wie im November 2006 deutlich, wo die Trennung einer einzigen Hochspannungsleitung zu Stromausfällen in ganz Westeuropa führte.

Technische Herausforderungen

Die oben beschriebenen Anwendungen deuten auf eine Vielzahl technischer Herausforderungen, die mit einem GIS gelöst werden müssen. Ein einfach gehaltenes GIS könnte zwar bereits mit reinen Rasterdaten (eingescanntem Kartenmaterial) realisiert werden, aber dann hat ein Anwender keine Möglichkeit, auf entsprechende Objekte, z. B. Leitungen, zuzugreifen

zu können. Somit werden Rasterdaten in einem modernen GIS lediglich als Hintergrund verwendet, womit auch schon das nächste Problem ansteht: Es müssen mehrere Ebenen verwaltet werden.

Um eine Anbindung an objektbezogene Daten zu ermöglichen, arbeiten GIS mit Vektordaten, idealerweise mit einem topologischen Modell. So können z. B. für eine Stromleitung nicht nur die einzelnen Koordinaten des Verlaufs festgelegt werden, sondern auch Regeln, ob etwa zwei sich kreuzende Leitungen eine Verbindung eingehen oder isoliert voneinander sind.

Damit nun etwas mit den bislang rein geografischen Daten angefangen werden kann, müssen diese mit konkreten Objektdateien verbunden werden. So können für die bereits erwähnte Leitung z. B. das Material, der elektrische Widerstand und weitere spezifische Daten erfasst werden, während die Länge des Kabels wiederum aus den geografischen Koordinaten berechnet werden kann. Dabei ist die Synchronisierung zwischen den geografischen Daten und den Sachdaten ein nicht zu vernachlässigendes Problem. Da die GIS-Anwendungen so unterschiedlich sind, muss ein GIS entsprechend flexibel sein und entsprechend für den jeweiligen Anwendungsbereich angepasste Datenmodelle ermöglichen.

Weitere Ansprüche an ein GIS ergeben sich aus den großen Datenmengen, die verwaltet werden müssen, der Zahl der Anwender eines Systems, sowohl in der Datenerfassung als auch in der Abfrage, sowie des Designs der Anwendungen, um ein effizientes Arbeiten und Darstellen der Ergebnisse zur ermöglichen.

Smallworld, und sonst?

Zwar befasst sich diese Artikelserie vorwiegend mit dem Smallworld GIS, allerdings sollen nicht die vielen im Einsatz befindlichen Mitbewerber auf dem GIS-Markt verschwiegen werden. Um aber allen Systemen mit ihren Eigenschaften gerecht zu werden, reicht der Umfang des Artikels nicht aus, weswegen hier nur eine kleine Auswahl getroffen wird.

An erster Stelle wäre da die Firmengruppe ESRI (Environmental Systems Research Institute) [2] zu nennen, die auf eine

über dreißig Jahre lange GIS-Erfahrung zurückblicken kann und als Weltmarktführer die Standards des Open Geospatial Consortium (OGC) [3] mit prägt und auch einsetzt. Im Energieversorgungsbereich ist der Verbreitungsgrad von ESRI allerdings nicht so hoch, was sich aber in Zukunft ändern könnte, da ESRI als Ba-

GIS arbeiten mit Vektordaten, am besten mit einem topologischen Modell.

sistechnologie für das Produkt Arc FM UT der Firma AED SICAD [4] dient.

Ein anderer „Big Player“ auf dem Markt ist Intergraph [5], die ebenso wie ESRI mit ihrer Produktfamilie auf Standards setzen, sowohl im GIS-Bereich als auch bei den Datenbanken und Programmiersprachen.

Autodesk [6] hat mit einem hohen Verbreitungsgrad des Produkts AutoCAD einen Quereinstieg in die GIS-Welt geschafft, da das CAD-Produkt eine ideale Basisplattform zum Erfassen geografischer Daten ist.

Warum Smallworld?

Natürlich hängt die Auswahl eines GIS immer von den konkreten Anforderungen einer Organisation ab, sodass insbesondere bei einem bislang erfolgreichen Einsatz eines anderen Systems nicht unbedingt ein Wechsel angezeigt ist. Außerdem basiert Smallworld auf einer proprietären Programmiersprache und einem eigenen Datenbanksystem, also ersteinmal Punkte, die gegen dieses System sprechen würden. Allerdings hat sich gezeigt, dass sich gerade diese grundsätzliche Entscheidung im Design vom Smallworld GIS als großes Plus im Bezug auf Datensicherheit und Performance bei der Verwaltung großer, raumbezogener Datenmengen erweist, wie auch in den nächsten Abschnitten deutlich werden wird.

Historisches

Smallworld GIS hat seine Wurzeln in einem Forschungsprojekt zur Entwicklung eines neuartigen GIS Ende der 80er Jahre. 1988 wurde die Firma Smallworld in

Cambridge gegründet, und die 1989 erschienene technische Veröffentlichung „Ten Difficult Problems in Building a GIS“ [7] von Richard G. Newell und David G. Theriault bringt die ursprüngliche Zielsetzung vom Smallworld GIS auf den Punkt. Im Prinzip waren Probleme in folgenden vier Kategorien zu lösen:

- Datenerfassung mit allen damit verbundenen Herausforderungen, z. B. die Möglichkeiten, Geometrien und Topologien zu erfassen, aber auch die Datensicherheit und der Umgang mit großen Datenmengen.
- Gerade aus dem letzten Punkt leiten sich Anforderungen an die Systemgeschwindigkeit ab, denn auch bei terabytegroßen Datenbeständen sollen die Reaktionszeiten kurz genug sein, um die Benutzbarkeit des Systems zu gewährleisten.
- Wichtig ist auch die Anpassbarkeit des Systems, denn jede Anwendungsdomäne bzw. Organisation hat ihre eigenen Datenmodelle und Prozesse, die nach Möglichkeit auf das System abgebildet werden sollen.
- Letztendlich soll das System auch offen genug sein, um mit externen Anwendungen und Datenbanken integriert werden zu können.

Das erste Core-System auf Basis der selbstentwickelten, objektorientierten Programmiersprache *Magik* wurde 1990 veröffentlicht. Seit 1993 existiert ein Case-Tool, um leichter angepasste Datenmodelle implementieren zu können, und seit 1996 gibt es für das Smallworld GIS die Standardfachschemata für Strom, Gas, Wasser und Kanal. Aufgrund der offensichtlichen Eignung für Energieversorger wurde die Firma Smallworld im Jahr 2000 von der Firma General Electric Corporation (GE) aufgekauft. Seit der Version 4 des Smallworld GIS können Anwender mittels XML-basierter Konfigurationen und Plug-in-Technologien ihre eigenen Smallworld-Applikationen modular erstellen.

Datenbanken

Smallworld GIS verwendet ein versionsbasiertes Datenbankkonzept. Das bedeu-

tet, dass Markierungspunkte gesetzt werden können, damit später im Fall eines Fehlers die Datenbank auf diese Version zurückgesetzt werden kann. Zur weiteren Erhöhung der Datensicherheit gibt es noch die so genannten Alternativen. Für jeden Smallworld-Benutzer kann eine separate Datenbankalternative eingerichtet werden, sodass alle Änderungen erstmal nur lokal für den Benutzer sind. Die Alternativen sind dabei in einem Baum strukturiert, sodass es für jeden Nutzer eine übergeordnete Alternative gibt, an die Änderungen propagiert werden, bzw. von der aktuelle Änderungen geholt werden können. Durch ein Autorisierungssystem kann zudem festgelegt werden, welcher Personenkreis auf welche Datenbestände und Alternativen Zugriff, bzw. Schreib- oder Leserecht hat.

Bezüglich der Datenbankinhalte kann beim Smallworld GIS von objektorientierten Datenbanken gesprochen werden, denn die Sachdaten sind nicht nur wie bei gängigen relationalen Datenbanken mit anderen Tabellen verknüpft, sondern können gegebenenfalls auch Funktionalitäten besitzen, die mit der objektorientierten Sprache *Magik* implementiert sind.

So gibt es im Strombereich z. B. für Kabelabschnitte ein Feld namens „TN-Prüfung“. In diesem Feld wird anhand der Kabelkoordinaten und weiterer Parameter eine Auswertung vorgenommen, ob der Kabelabschnitt topologisch korrekt mit anderen Elementen verbunden ist.

In Smallworld wird daher von „Real World Objects“ (RWO) gesprochen, denn Geometrien (z. B. Linien oder Flächen), die auf der Karte dargestellt werden, können zu einem Datenbankobjekt gehören. Ein wesentlicher Bestandteil einer Smallworld-Applikation ist auch das Objektklassenmenü, mit dem die Datenbankeinträge eingesehen, bzw. modifiziert werden können. In Abbildung 1 ist auf der linken Seite der Kartenbereich zu sehen, wo die unterschiedlichen Stromleitungen in der Nähe eines Umspannwerks dargestellt sind. Der violette Kabelabschnitt ist gegenwärtig markiert und wird im rechten Bereich im Objekteditor dargestellt. Dort befindet sich auch das zuvor erwähnte Feld „TN-Prüfung“ mit den aktuellen Ergebnissen der Prüfung.

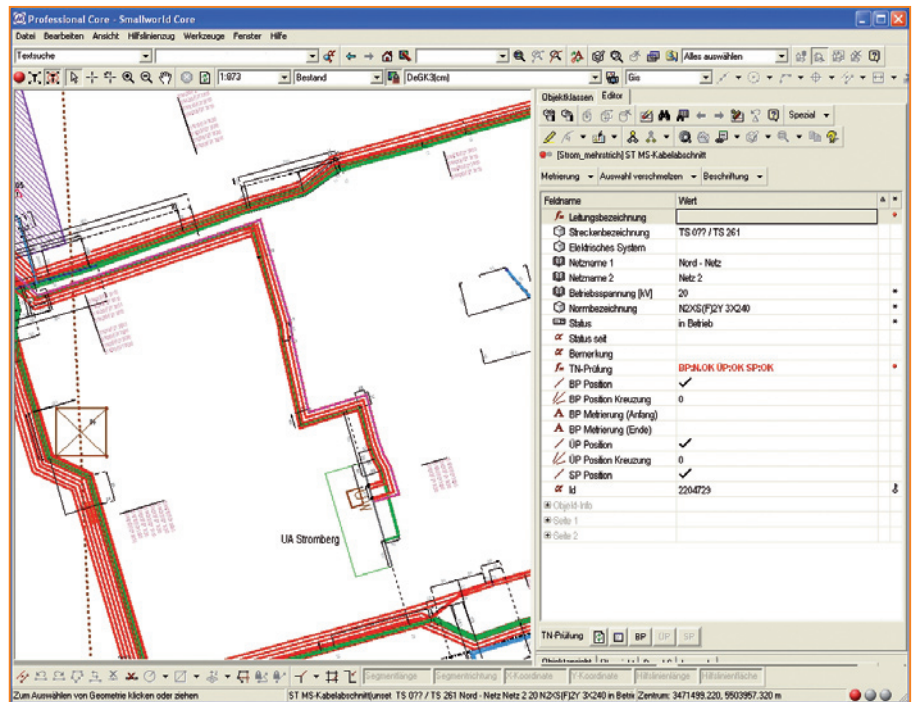


Abb. 1: Ausgewähltes Objekt in der Karte und im Objektklassenmenü

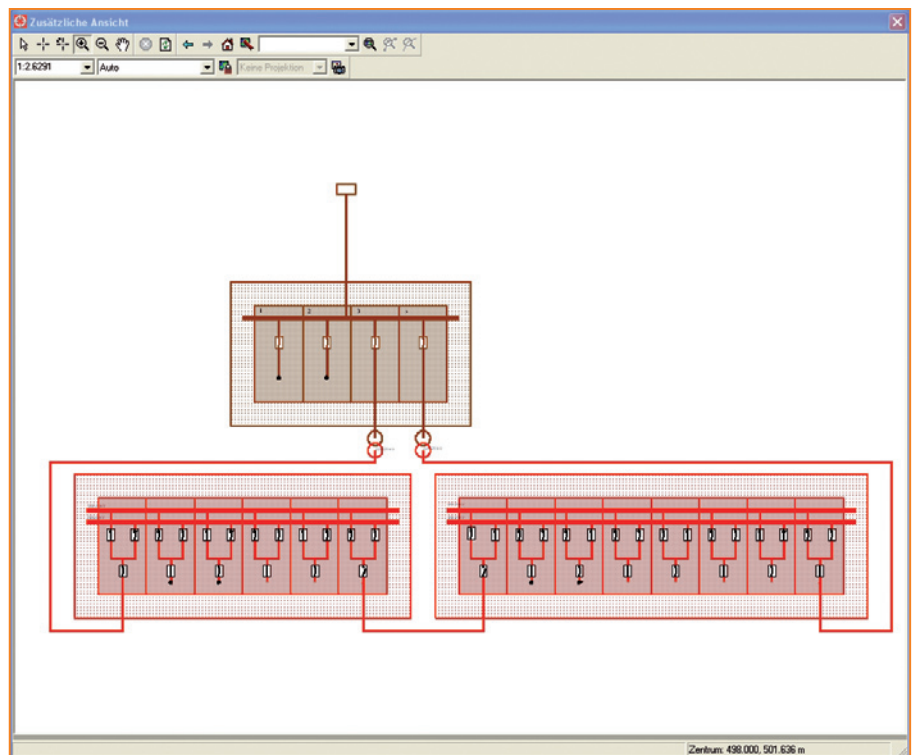


Abb. 2: Innenleben des Umspannwerks aus Abbildung 1

Neben den Vektordaten (Geometrien) können auch Rasterdaten (Bitmaps) in der Datenbank gehalten werden. Dies sind z. B. Luftbilder oder Katasterkarten,

die als Hintergrund koordinatengetreu abgelegt werden, also ähnlich wie bei Google Maps, wo die Straßeninformationen über den Satellitenbildern liegen.

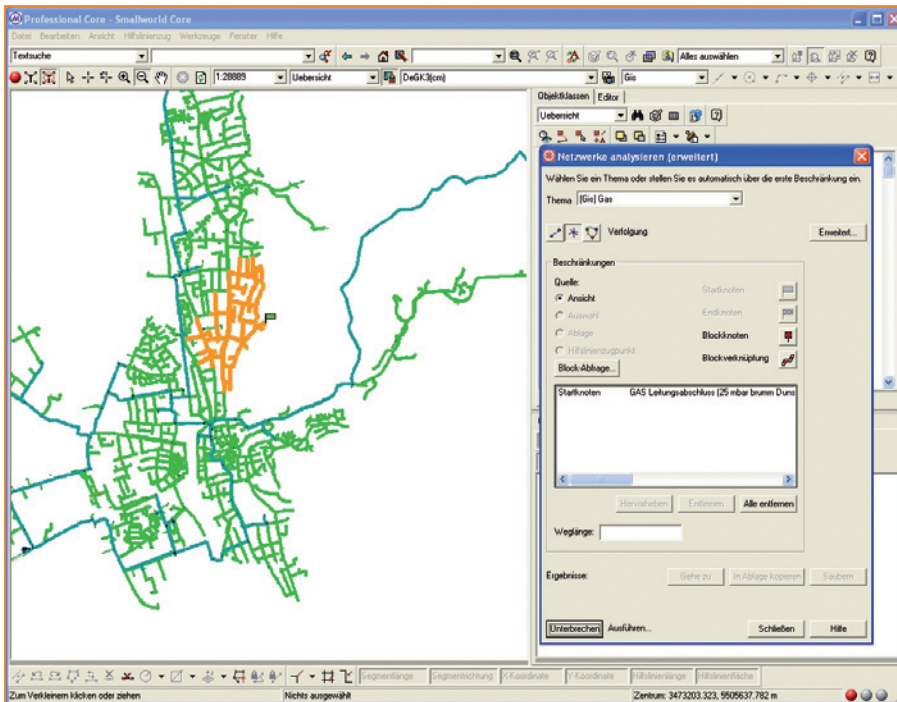


Abb. 3: Ergebnis einer Netzwerkverfolgung

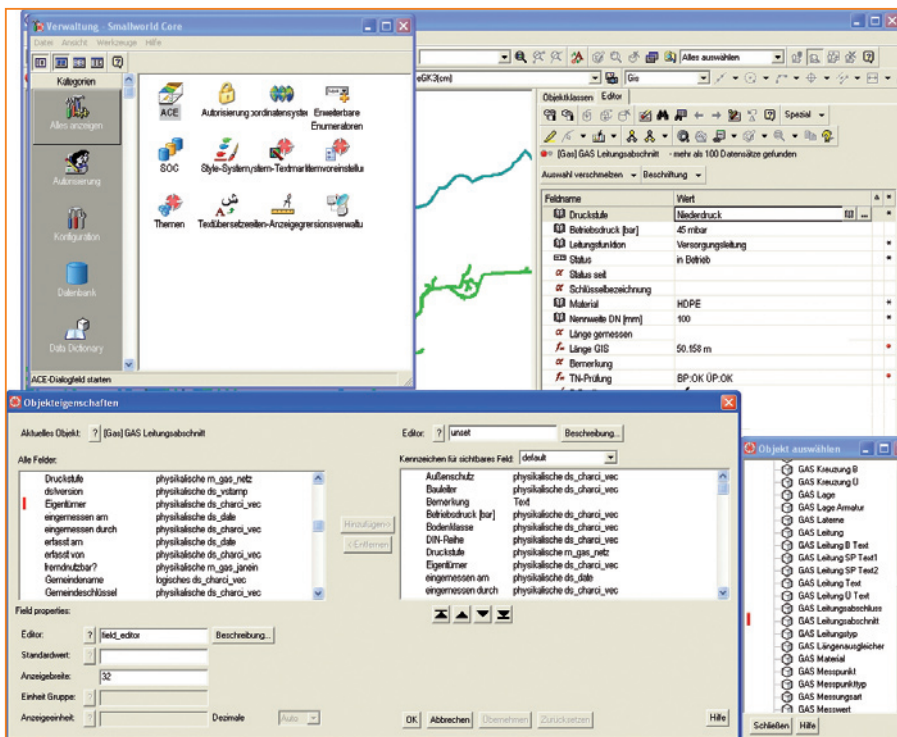


Abb. 4: ACE Konfiguration für Objektklassen

Natürlich kann nicht erwartet werden (und es ist auch nicht sinnvoll), dass eine Organisation all ihre Daten nun im GIS ablegt, weshalb es in Smallworld verschiedene Möglichkeiten gibt, externe

Datenbanksysteme zu verwenden. Zum einen können Datenbanken (z. B. Oracle) direkt eingebunden werden, wobei aber unter Umständen das RWO-Konzept und die Versionierungsmöglichkeiten nicht

mehr greifen, und zum anderen gibt es auch Schnittstellen, mit denen Daten für externe Systeme ausgespielt, bzw. eingelesen werden können. Während das erste Verfahren für die laufende Datenhaltung Verwendung findet, wird das zweite in der Regel nur für einen gelegentlichen Datenabgleich genutzt.

Neben der Datenhaltung und -erfassung müssen natürlich auch die Abfragen durch den Nutzer berücksichtigt werden. Dazu gibt es im Smallworld GIS mehrere Möglichkeiten. Es kann z. B. direkt im Objekteditor durch Angabe einiger Felder eine Suche gestartet werden. Es können aber auch Abfragen über ein spezielles Abfragemenü konstruiert und ausgeführt werden. Weitere Möglichkeiten, an Daten heranzukommen, gibt es z. B. mit der Netzwerkverfolgung (siehe unten), und es kann auch nach geometrischen Sachverhalten gefragt werden, z. B. „Liefere mir alle Kabelabschnitte innerhalb einer Fläche“. Die Ergebnisse können dann im Smallworld-Explorer hierarchisch dargestellt und weiterverarbeitet werden.

Welten

Eine Besonderheit von Smallworld ist das Konzept verschiedener Welten, also dass ein Objekt je nach Welt, in der es sich befindet, auf unterschiedliche Weise dargestellt wird. Der Nutzen dieser doch recht abstrakten Beschreibung soll am Beispiel eines Umspannwerks im Strombereich erklärt werden.

Im Übersichtsplan ist das Umspannwerk als Fläche mit angeschlossenen Hochspannungs- und Mittelspannungskabeln zu erkennen (Kartenbereich Abb. 1). Nun reicht es aber nicht, für Stromnetze nur die Kabel zu dokumentieren, sondern es ist auch wichtig zu wissen, wie alles im Inneren des Umspannwerks verschaltet ist. Deshalb gibt es eine eigene Welt, die das Innenleben beschreibt. In Abbildung 2 sind z. B. die Sammelschienen und der Transformator zu erkennen. Eine dritte Welt, hier nicht dargestellt, zeigt eine schematische Darstellung des Stromnetzes, in der ähnlich wie bei U-Bahnplänen die einzelnen Netzknoten und -kanten nicht mehr lagetreu abgebildet werden. Dabei kann jede Welt ihr eigenes Koordinatensystem

und ihren eigenen Maßstab haben, und im Prinzip können beliebig viele Welten definiert werden.

Topologien

Smallworld setzt konsequent ein Knoten-Kanten-Modell um. Das heißt, dass Geometrien, die an einem RWO gekoppelt sind, topologische Verbindungen mit anderen solchen Geometrien eingehen können. So ist es z. B. in der Gasfachscha-le nicht möglich, zwei Leitungsabschnitte direkt miteinander zu verbinden, sondern das Ende der ersten und der Anfang der nächsten Leitung muss – wie in der Realität auch – an einer Verbindungsmuffe liegen. Da natürlich an einer Koordinate beliebig viele Objektgeometrien platziert werden können, werden im Datenmodell Regeln eingestellt, ob und wie zwei solcher Geometrien eine topologische Verbindung eingehen können. So kann z. B. keine Hochdruckleitung eine Verbindung mit einer Niederdruckleitung eingehen.

Wenn nun zwei Objekte eine topologische Verbindung eingehen, kann das Verhalten dennoch von Fall zu Fall unterschiedlich sein. So kann ein Schieber zwei Gasleitungen miteinander verbinden, aber je nach Zustand des Schiebers (geöffnet oder geschlossen) wird Gas durch

Smallworld setzt konsequent ein Knoten-Kanten-Modell um.

die Leitung fließen oder nicht. Diese Eigenschaft von Smallworld ermöglicht das Durchführen von Netzwerkverfolgungen, um den Zustand der Netze zu simulieren und visualisieren, und gegebenenfalls die Ergebnisse mittels Schnittstellen für spezielle Netzberechnungsprogramme auszuspielen.

Die Netzwerkverfolgung durchsucht von einem Startknoten aus alle topologisch verbundenen Elemente, die nicht

einen Stoppstatus haben. Da ein so gefundenes Netz recht groß sein kann, besteht für den Nutzer auch die Möglichkeit, explizit Stoppknoten zu setzen, um so die Netzgröße einzuschränken. Abbildung 3 zeigt den Beginn einer Netzwerkverfolgung, in der die besuchten Kanten und Knoten orange eingefärbt werden. Das Fähnchen markiert dabei den Startpunkt der Verfolgung.

Konfigurierbarkeit

Smallworld GIS ist ein hoch konfigurierbares Produkt – und das auf unterschiedlichen Ebenen. So können dank des komponentenbasierten Systems mittels relativ einfacher XML-Konfigurationsdateien aus der Basissoftware und diversen Zusatzmodulen unterschiedlichste Applikationen erstellt werden, und auch das Layout der Benutzungsschnittstelle kann auf diese Weise relativ frei geändert werden.

Ein weiterer Konfigurationsaspekt ist mit der Anbindung entsprechender Datenmodelle gegeben, da diese, wie

bereits oben beschrieben, mit eigenen Objekten und angebundener Logik einher gehen, wird gewissermaßen automatisch eine andere Anwendung aus dem Basisprodukt. So wird man in den unterschiedlichen Fachschalen, z. B. bei den Objekteditoren, unterschiedliche GUI-Elemente finden, die bestimmte Eigenarten der Anwendungsdomäne berücksichtigen.

Aber nicht nur das grundlegende Applikationsdesign ist (vorzugsweise durch einen Administrator oder Entwickler) konfigurierbar, sondern auch die Sichtbarkeit, Zugriff und Darstellung von Objekten. Dies kann auch durch den Endanwender vorgenommen werden, wobei eine sinnvolle Voreinstellung durch den Administrator vorgenommen werden sollte. Dazu existiert für jeden Anwender eine Datenbankalternative, in denen diese Einstellungen abgespeichert werden. Diese „Application Configuration Environment“ (ACE) kann über ein Konfigurationsprogramm angepasst werden. Die Objekteinstellungen sind dabei maßstabsabhängig. So kann ein Nutzer sich verschiedene Maßstabsbereiche definieren, z. B. kleiner als 1:500, 1:500 bis 1:1000 etc. Dies ist unter anderem wichtig, um die Menge von sichtbaren Objekten für großflächige Übersichten einzuschränken. So muss z. B. für den Übersichtsplan einer Großstadt bei Stromnetzen nicht jeder Hausanschluss angezeigt werden. In den Objekteinstellungen kann dann pro Maßstabsbereich festgelegt werden, welche RWOs sichtbar sind oder überhaupt auf der Karte angewählt werden können. Weiterhin kann für jedes RWO festgelegt werden, welche Felder im Objekteditor erscheinen dürfen, und in welcher Reihenfolge sie positioniert werden. In Abbildung 4 ist ein Teil dieser vielfältigen Einstellungen zu sehen.

Neben den grundlegenden Objektivsichtbarkeiten kann auch noch das Aussehen der mit diesen RWOs verbundenen Geometrien angepasst werden. Dies geschieht über eine Style-Konfiguration. Dabei können Styles für unterschiedliche Geometrietypen (Punkte, Linien, Flächen und Texte) festgelegt werden. Und da es sich bei Smallworld um ein

objektorientiertes System handelt, gibt es auch für Objektgeometrien die Möglichkeit, Style-Tabellen festzulegen, aus denen je nach Zustand des Objekts ein passender Style ausgewählt wird.

Application Configuration Environment kann über ein Konfigurationsprogramm angepasst werden.

Smallworld-Entwicklung

Smallworld GIS basiert nahezu vollständig auf der objektorientierten Programmiersprache *Magik*. Lediglich die Teile, die eine Verbindung mit dem Betriebssystem ermöglichen, sind nicht mit *Magik* realisiert.

Durch das Konzept, wie eine Smallworld-Applikation aufgebaut ist, steht dem Entwickler nach dem Start des Systems das komplette API offen, und es können zur Laufzeit Änderungen am Code vorgenommen werden.

Das ist dadurch möglich, dass die aktuelle Smallworld-Sitzung in einem sogenannten „Image“ abläuft. Ein Image enthält den kompletten Quellcode der laufenden Applikation, und mit dem integrierten Class Browser lassen sich die Methoden anzeigen (API-Dokumentation) oder auch direkt der Quellcode ansteuern und editieren. Natürlich kann es riskant sein, Änderungen am Quellcode der Basissoftware vorzunehmen, deshalb werden alle Änderungen nach Beendigung der Smallworld-Sitzung verworfen, es sei denn, das Image wird explizit abgespeichert. Selbst dann ist noch nichts verloren, denn die eigentlichen Quellen befinden sich in separaten Verzeichnissen, die bei der Erstellung eines Images eingelesen werden.

Seit der ersten Version von Smallworld GIS basiert die Entwicklungsumgebung auf dem Emacs Editor, in dem entsprechend die Kontrolle über die Smallworld-Session integriert ist. Die Softwareentwicklung mit dem Emacs mag zwar heutzutage antiquiert erscheinen, hat aber durchaus noch ihre Berechtigung, insbesondere im Hinblick

auf Fernwartungsarbeiten, wo gegebenenfalls nur ein Terminal zur Verfügung steht. Die gute Nachricht für Freunde moderner IDEs ist aber, dass eine Eclipse-basierte Entwicklungsumgebung [8] in einem fortgeschrittenen Stadium existiert.

Ausblick

Im ersten Teil zu Smallworld GIS wurde ein grober Blick auf das gesamte System gegeben. Im nächsten Teil sollen dann einige für den Entwickler interessante Aspekte beleuchtet werden, insbesondere die Programmierung mit der Sprache *Magik* und die Applikationskonfiguration.



Robbie Schäfer hat 2007 an der Universität Paderborn promoviert und arbeitet seit 2008 bei der Firma Mettenmeier GmbH (www.mettenmeier.de), einem IT-Dienstleister und Lösungsanbieter für Unternehmen der Energie und Wasserwirtschaft.

Links & Literatur

- [1] Smallworld: http://www.gepower.com/prod_serv/products/gis_software/en/smallworld4.htm
- [2] ESRI: <http://www.esri-germany.de/>
- [3] OGC: <http://www.opengeospatial.org/>
- [4] AED SICAD: <http://www.aed-sicad.de/>
- [5] Intergraph: <http://www.intergraph.com/>
- [6] Autodesk: <http://www.autodesk.de/>
- [7] Richard G. Newell und David G. Theriault: Ten Difficult Problems in Building a GIS. http://cfis.savagexi.com/pages/technical_paper_1
- [8] Magik Development Tools: <http://www.mdt-project.com/index.php>