

Unterstützung der Stechmückenbekämpfung mittels web-basierter Neuaufnahme und Editieren von Geodaten mit Freier Software

Margaritha VOGT und Alexander ZIPF

Dieser Beitrag wurde nach Begutachtung durch das Programmkomitee als „reviewed paper“ angenommen.

1 Einführung

Hochwasser sind nicht nur für die im Schadensfall betroffenen Gebäudeeigentümer von Bedeutung, sondern die dadurch verursachten Überschwemmungsflächen haben auch in unbebauten, naturnahen Gebieten weitreichende Konsequenzen. Die Aufnahme, Kartierung und Visualisierung von Überschwemmungsflächen stellt für viele Disziplinen die Datengrundlage zur Modellierung ihrer spezifischen Thematik dar. So decken sich Überschwemmungsflächen deutlich mit den Brutgebieten von Stechmücken. Gerade in Auegebieten oder Altarmen von Flüssen (hier: Altrhein) stellen diese Plagegeister seit Jahrzehnten ein erhebliches Problem dar. Daher wurden schon früh Initiativen gegründet, um diese zu bekämpfen. Aktuell werden hierzu biologische Bekämpfungsmittel eingesetzt, die zeitnah und punktgenau in die Brutplätze der Mückenlarven eingebracht werden müssen. Diese Kampagnen sind aufwändig und müssen daher genau geplant werden. Hierzu kann ein GIS bei Planung, Analyse und Dokumentation gute Dienste leisten und die Effizienz erhöhen. Insbesondere ein web-basiertes GIS bietet Einsparungspotenziale. Für die Stechmückenbekämpfung bieten die Möglichkeit einer webbasierten Dokumentation und Planung entscheidende Vorteile für eine schnelle und erfolgreiche Bekämpfungskampagne.

Daher wurde für Testgebiete am Oberrhein an der FH Mainz, FB ‚Geoinformatik und Vermessung‘ eine WebGIS-Lösung zur Aufnahme und Verbreitung von Überschwemmungsflächeninformationen entwickelt. Dabei werden der ‚Kommunalen Aktionsgemeinschaft zur Bekämpfung der Schnakenplage‘ (KABS) web-basierte Werkzeuge zur Verfügung gestellt, um deren Einsätze planen und optimieren zu können und bei der Erfassung und Kartierung neuer Ereignisse zu unterstützen. Damit stellen wir ein interessantes und vielleicht ungewöhnliches Anwendungsbeispiel für den Einsatz von WebGIS vor, das aber gerade durch seine hohe Praxisrelevanz besticht, da es den Nutzern des Systems hilft, Kosten einzusparen durch a.) eine Verbesserung der Effizienz der Planung und Dokumentation der Kampagnen und bearbeiteten Gebiete mittels einer web-basierte IT-Unterstützung und b.) geringste Kosten durch den Einsatz Freier Software. Ein weiteres Augenmerk dieser Arbeit richtete sich dabei auf die Frage, wie gut sich auf Freier Software basierende WebGIS-Systeme auch zu Aufgaben wie Erfassung und Verwaltung von Geodaten eignen. Damit bietet die Arbeit gute Chancen für eine Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse, denn die realisierte Funktionalität ist für vielfältige Aufgaben sinnvoll und kann leicht für diese angepasst werden. Noch immer geht das Editieren von Geo- und Attributdaten über die Funktionalität der meisten Web-Mapping-Systeme hinaus. Zur Dokumentation der Bekämpfungskampagnen

sowie als Hilfe bei Kartierungsarbeiten im Gelände ist die Entwicklung von Eingabemöglichkeiten für Geometrie und Attributdaten über eine Web-Schnittstelle von großem Nutzen.

2 Die Aufgaben der Kommunalen Arbeitsgemeinschaft zur Bekämpfung der Stechmückenplage

Die „Kommunale Aktionsgemeinschaft zur Bekämpfung der Schnakenplage“ (im Folgenden „KABS“) ist die Nachfolgeorganisation der 1910 gegründeten „Vereinigung zur Bekämpfung der Stechmücken- und Schnakenplagen“ und bereitet im Oberrheinverlauf auf einer Strecke von ca. 300 Rhein-Kilometern und einem Gebiet von 6:000 km² Stechmückenbekämpfungskampagnen vor und führt sie durch. Ihr gehören 103 Körperschaften (Städte, Gemeinden, Landkreise) als Mitglieder an, die eine Bevölkerung von rund 2,5 Millionen Personen repräsentieren. Zur Vorbereitung der Bekämpfungskampagnen (vgl. Abbildung 1) gehören umfangreiche Kartierungen der Stechmückenbrutplätze. Diese Stechmückenbrutplätze sind größtenteils identisch mit den Überschwemmungsflächen des Rheins. Da Überschwemmungsflächen einem hohen räumlichen und zeitlichen Wandel unterliegen, sind regelmäßig Aktualisierungen der Kartenwerke notwendig.



Abb. 1: Die KABS im Einsatz

Die Kartierung erfolgt in zwei Stufen. Im ersten Schritt werden mögliche Brutstätten, d.h. Flächen, in denen mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Massenentwicklung von Stechmückenlarven zu erwarten ist, erfasst. Im zweiten Schritt werden für diese Flächen die Artendiversität, deren zahlenmäßiges Auftreten und die ökologischen Eigenschaften festgehalten. Hierbei macht man sich zu Nutzen, dass sich Pflanzen entsprechend ihrer Empfindlichkeit gegenüber Feucht- bzw. Überschwemmungsgebieten in unterschiedlichen Höhenstufen ansiedeln, sodass eine Einschätzung der Häufigkeit der Überschwemmungsflächen erfolgen kann. Das Ergebnis ist eine Zonierung potenzieller Brutstätten nach Höhenstufen, die eine wichtige Entscheidungshilfe bei der Festlegung der zu bekämpfenden Fläche darstellt.

Zusätzlich werden vor und nach einer Bekämpfungskampagne Kontrollpunkte eingeführt. Unter Kontrollpunkten sind Beprobungsstellen zu verstehen, an denen Schöpfproben zur

Bestimmung der Larvendichte, der Larvenentwicklungsstadien und des eventuellen Bekämpfungserfolges vorgenommen werden. Die Kontrollpunkte sind so gewählt, dass sie im Regelfall repräsentativ für mindestens eine Brutstätte sind. Diese Informationen dienen zusammen mit den Kartierungsergebnissen zur Festlegung des Bekämpfungszeitpunktes und der Abgrenzung der zu behandelnden Fläche.

Bei einer akuten Überschwemmung schlüpfen die Stechmückenlarven aus ihren Eiern und verwandeln sich nach ca. fünf Tagen in Puppen, aus denen nach zwei weiteren Tagen die Insekten schlüpfen. Für die von der KABS eingesetzte Bekämpfungsmethode kommt also für eine erfolgreiche Kampagne nur der sehr kurze Zeitraum des Larvenstadiums der Stechmücke in Frage. Damit stehen für die Planung und Durchführung einer erfolgreichen Stechmückenbekämpfungsaktion nur wenige Tage zur Verfügung. In diesem kurzen Zeitraum werden die Brutplatzkartierungen und Kontrollpunktinformationen von den verschiedenen Regionalbetreuern für die Planung der Einsätze von Außendienstmitarbeitern und Hubschraubereinsätzen benötigt.

Um eine entsprechend schnelle und effiziente Analyse zu ermöglichen, sollen die vorhandenen Daten im Rahmen einer WebGIS-Anwendung zur Verfügung gestellt werden. Dies ermöglicht den Regionalbetreuern, über das Internet auf die Brutplatzatlanten zuzugreifen und über die realisierten Abfrage-, Visualisierungs- und Analysefunktionen die für eine konkrete Kampagne notwendigen Informationen schnell herausfiltern – und dies von überall dort aus, wo ein Web-Zugang möglich ist ohne Installation zusätzlicher Software. Online sind zudem vor allem Werkzeuge zur Flächenberechnung und Datenaktualisierung notwendig.

3 Datengrundlage im Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet, für das der Prototyp entwickelt wurde, liegt am nördlichen Oberrhein. Die KABS verfügt schon über in früheren Projekten (vgl. KECK & LEINER 1999) entwickelte auf ArcView basierende Eingabe- und Analysewerkzeuge. Diese bieten eine Grundlage für die aktuellen Arbeiten, da hierdurch schon auf entsprechend aufgenommene Geodaten zurückgegriffen werden kann. Es handelt sich hierbei um ein Naturschutzgebiet im Bundesland Hessen, für das bei der Datenerfassung sowie der Bekämpfungsaktion besondere Auflagen und Bestimmungen gelten, die von der oberen Naturschutzbehörde erlassen werden. Für dieses Gebiet liegen folgende Daten in Form von ESRI Shape-Files vor:

1. Die Gemeindegrenzen mit den Attributen Gemeindegrenze und KABS-Regionalleiter.
2. Das Naturschutzgebiet mit den Attributen Zonierung, Bezeichnung, Schwellenwert und Fläche. Die Zonierung beschreibt die Einteilung des Naturschutzgebietes gemäß der oberen Naturschutzbehörde in drei Zonen mit unterschiedlichen Auflagen, welche die Betretung und Bekämpfung regeln. Die Bezeichnung beinhaltet den Namen des Naturschutzgebietes. Der Schwellenwert beschreibt die durchschnittliche Populationsdichte von Stechmückenlarven je Zonierung. In allen Naturschutzgebieten Hessens muss zur Genehmigung einer Bekämpfung das Überschreiten des Schwellenwertes nachgewiesen werden. Für die Zone 1 liegt der Schwellenwert bei fünf Larven je Liter und es ist nur eine Fußbekämpfung mit Rückenspritze erlaubt. Für die Zone 2 liegt der Schwellenwert bei 50 Larven je Liter und es herrscht generelles Betretungsverbot, d.h. die Bekämpfung ist nicht zulässig.

fung darf nur per Hubschrauber erfolgen. Für die Zone 3 (= Tabu-Zone) sind keine Bekämpfungsmaßnahmen erlaubt.

3. Die Siedlungsflächen mit dem Siedlungsnamen. Diese sollen durch die Bekämpfungskampagnen vor plageerregendem Stechmückenaufkommen geschützt werden.
4. Die Dauergewässer
5. Die Brutstätten mit den Attributen Brutnummer, Gemarkung, Blattnr.-TK, Brutname. Die Brutnummer ist ein spezieller Code, der eine Lagezuordnung ermöglicht. Unter Blattnr.-TK ist die amtliche topografische Karte im Maßstab 1:25.000 zu verstehen, die als Hintergrundbild verwendet werden kann.
6. Die Feinkartierung mit den Attributen Typ, Code. Die Feinkartierung ist die zweite Stufe der Brutstättenkartierung. Sie stellt eine Gruppierung potenzieller Brutstätten nach Biotoptypen (= Attribut Typ) bzw. Höhenstufen dar.
7. Die Bekämpfungsdaten aus den Kampagnen 2002 mit den wesentlichen Attributen Gemeinde, Bekämpfungszeitraum, Regionalleiter, Bekämpfungsphase, Bekämpfungsart, Pegel-Maxau, Maxau-Datum, Pegel-Worms, Worms-Datum. Unter der Bekämpfungsphase werden die Bekämpfungszeiträume in fünf Phasen gruppiert. In Bekämpfungsart ist festgehalten, ob die Bekämpfung per Hubschrauber oder in Bodentrupps erfolgte. Pegel-Maxau und Pegel-Worms beinhalten die jeweiligen Wasserstandspegel, deren Ablesedatum jeweils in Maxau-Datum bzw. Worms-Datum festgehalten ist.
8. Die Kontrollpunkte mit den Attributen Datum, Lufttemperatur, Wassertemperatur, aktueller Pegelstand, durchschnittliche Larvenanzahl je Entwicklungsstadium (L1-L4), Gattung, Brutstättennummer.
9. Rasterdaten im TIFF-Format.

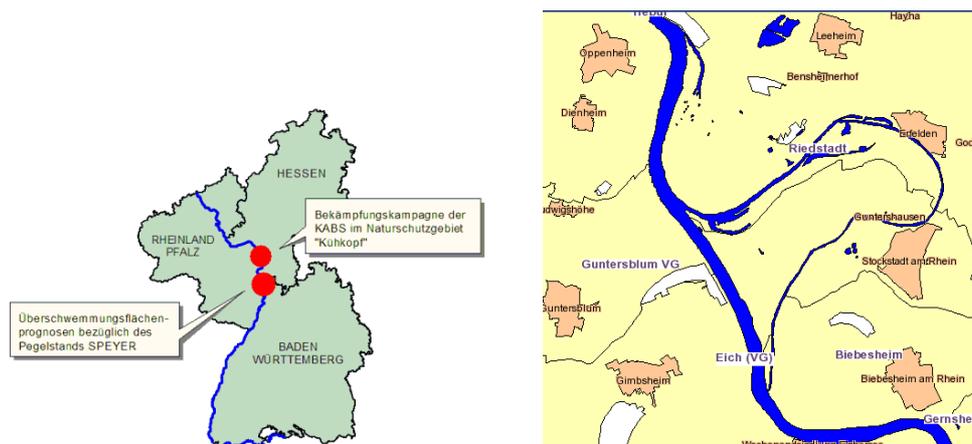


Abb. 2: Das Einzugsgebiet der KABS und das Untersuchungsgebiet

4 Freies Web-Mapping mit dem UMN Map Server

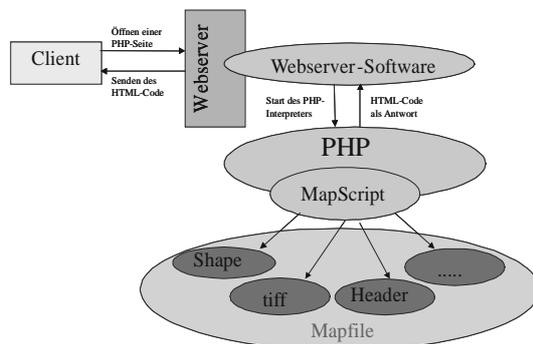
Der verwendete Mapserver wurde von der „University of Minnesota“ (UMN) in Kooperation mit der NASA entwickelt. Es handelt sich um eine kostenlose Open-Source-Software, die aus dem Internet bezogen werden kann. Im Gegensatz zu kommerziellen Software-

Produkten fallen keine Installationskosten, Lizenzgebühren und Wartungskosten an. Es gibt ausführliche englischsprachige Dokumentationen und eine Mailingliste als Informations- bzw. Problemhilfe. Da die Quelltexte zur Verfügung stehen, können jederzeit Programmierweiterungen und -änderungen vorgenommen und eventuelle Fehler schnell beseitigt werden. Für den Einsatz auf Windows-Servern gibt es vorkompilierte Binaries mit den entsprechenden Bibliotheken.

Der UMN-Mapserver kann auf zwei verschiedene Arten eingesetzt werden:

1. als CGI-Programm. Hierbei läuft der Mapserver innerhalb des Webservers und wird über URL-Parameter aufgerufen. Er generiert dynamische Karten entsprechend der Nutzeranfrage und liefert sie aus.
2. als MapScript-Variante. Es gibt eine Schnittstelle der Funktionalität des Mapservers nach außen, d.h. die Funktionen des Mapservers stehen in einer Bibliothek zur Verfügung und können von anderen Programmiersprachen/Scriptsprachen genutzt werden. Diese Funktionsweise erlaubt neben der Kartengenerierung auch den direkten Zugriff auf die zugrunde liegenden Geodaten.

Der UMN-Mapserver wird in beiden Einsatzarten von einer zentralen Layout-Datei gesteuert – dem Mapfile. Es handelt sich hierbei um eine einfache Textdatei, in der jedes ESRI-Shapefile bzw. jede Rasterbilddatei in einer Sektion abgebildet wird. Das Mapfile beschreibt damit den Inhalt und die Darstellung der auszuliefernden Karte. In der MapScript-Variante stehen alle Einträge im Mapfile als Objekte, die Methoden und Eigenschaften besitzen, zur Verfügung und können manipuliert werden. Als Eingangsdaten kann der UMN-Mapserver sowohl Vektor- als auch Rasterdaten in einer Kartendarstellung kombinieren.



Der UMN-Mapserver bietet in seiner Abfragefunktionalität als Ergebnis nicht nur das Anzeigen von Attributwerten an, sondern auch sogenannte Query-Maps, in denen das Abfrageergebnis visualisiert wird. Beispielsweise kann eine solche Query-Map zur Dokumentation eines bestimmten zeitlichen Bekämpfungsstadiums benutzt werden.

Abb. 3: Komponenten der realisierten Web-Anwendung

5 Der realisierte Prototyp

Die Anwendung ist Plattform-unabhängig und erfordert auf der Client-Seite keine zusätzliche GIS-Software. Für die Realisierung der GIS-Funktionalität auf dem Client sorgt der Mapserver – der Client benötigt zur Interaktion lediglich einen aktuellen Internet-Web-

Browser. Eine Funktionserweiterung des Internet-Browsers durch Applets oder Plug-Ins ist nicht nötig. Die Softwareumgebung besteht, wie der Mapserver selbst, aus freier Software: als Webserver wurde der Apache-Webserver (V. 2.0.47) ausgewählt und als Scriptsprache, in der die MapScript-Bibliothek eingebunden werden kann, wurde PHP (V. 4.3.2) eingesetzt. Der PHP-Interpreter wurde als CGI-Version installiert. Die Verarbeitung speziell der Sachdateninformationen (Attribute und Attributwerte) erfolgt vollautomatisch, d.h. ein Austauschen oder Hinzufügen von Shape-Dateien ist ohne weiteren Programmieraufwand möglich. Es wurde darauf geachtet, die Bedienung der Funktionen für den Anwender einfach und selbsterklärend zu halten. Dies wurde dadurch erreicht, dass die wesentlichen Möglichkeiten auf einen Blick zu erkennen sind und durch zusätzliche Hilfetexte unterstützt werden. Lediglich die Editierfunktion wird erst über einen zusätzlichen Klick aktiviert, der die User zur Eingabe ihrer Benutzerkennung und Passwort auffordert, da diese Funktion nur für berechnete professionelle Nutzer zur Verfügung stehen soll.

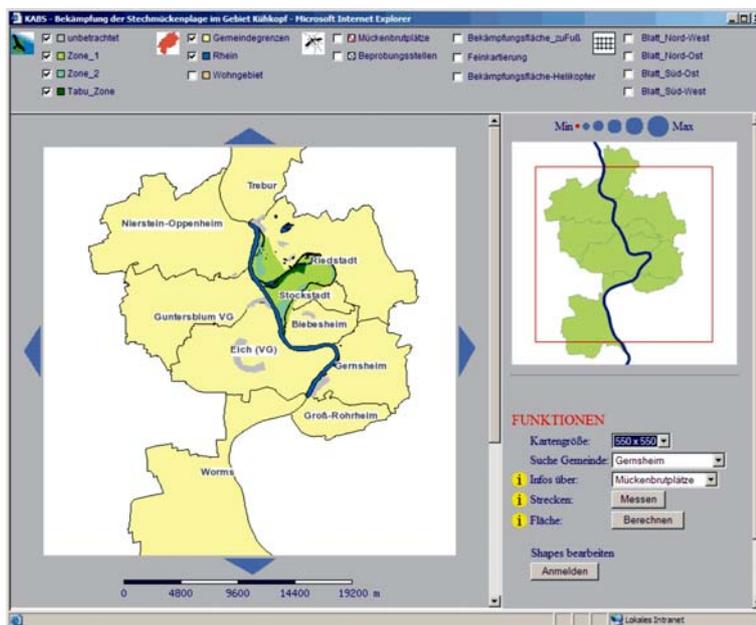


Abb. 4: Hauptfenster der Anwendung

Der Prototyp erfüllt die Anforderungen, die in Form eines Informations- bzw. Auskunftsystems an eine Web-Mapping-Anwendung gestellt werden. Darüber hinaus bietet er allerdings auch die Möglichkeit, die Geometrie- und die Sachdaten auf dem Server zu editieren.

5.1 Ein Informationssystem zu Bekämpfungskampagnen der KABS

Die realisierte Anwendung bietet dem Betrachter im aktuellen Realisierungszustand folgende GIS-Funktionen:

- Die dynamische Geodatenvisualisierung als Karte.
- Die räumliche Navigation durch Panpfeile rund um die Karte, das Einstellen verschiedener Zoomstufen und die Auswahl eines beliebigen Kartenausschnitts durch einen Klick in die Übersichtskarte.
- Die thematische Navigation durch Ein- und Ausblenden der einzelnen Kartenebenen und durch Zoomen auf ein bestimmtes Thema.
- Die Abfrage-Funktionalität, d.h. die Attributwerte angeklickter Objekte werden angezeigt.
- Räumliche Analysefunktionen in Form einer Längenbestimmung.
- Flächenberechnung eines ausgewählten Shapes.

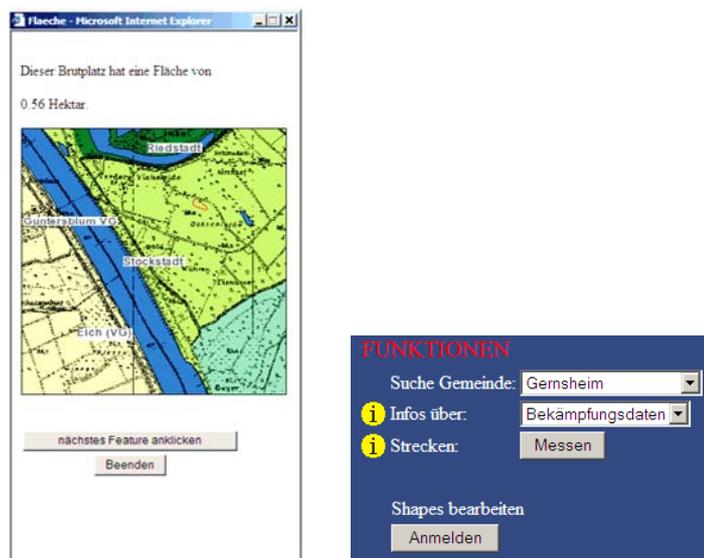


Abb. 5: Beispiele für Möglichkeiten der Navigation

Für die Realisierung der thematischen Navigation werden alle im Mapfile deklarierten Geodaten-Sektionen verarbeitet und in vier Kategorien zusammengefasst:

- Naturschutzgebiete
- Topografie-Ebenen
- KABS-Bekämpfungsdaten
- Rasterbilder als Hintergrundinformation

Je nach Datensatzinhalt erfolgt hierbei sofort eine Klassifizierung nach Attributwerten, wobei jede Klasse getrennt ein- bzw. ausgeblendet werden kann. Die Kategorie „Naturschutzgebiet“ repräsentiert eine solche Klassifizierung.

Die Kartenbeschriftung ist einerseits an das Ein- und Ausblenden der Ebenen gekoppelt und andererseits abhängig von der gewählten Zoomstufe. Da nicht für jede Zoomstufe alle Ebenen beschriftet werden sollen, wird bei jeder neuen Kartenanfrage der eingestellte Zoomfaktor von PHP ausgewertet und so die Kartenbeschriftung gesteuert. Für den Text der

Beschriftung werden Attributwerte der Geodaten herangezogen. Da es sich um eine automatische Beschriftung handelt, treten auch die damit verbundenen Nachteile auf, d.h. es kann passieren, dass Labels übereinander gezeichnet werden, nur teilweise im Kartenausschnitt sichtbar sind oder ein Label das andere verdrängt. Es gibt hierfür seitens des UMN Steuerungsmöglichkeiten wie z.B. das Erzwingen eines Labels oder das Definieren ein Mindestabstands, den andere Beschriftungen zu einem Label haben müssen, die so weit wie möglich genutzt wurden.

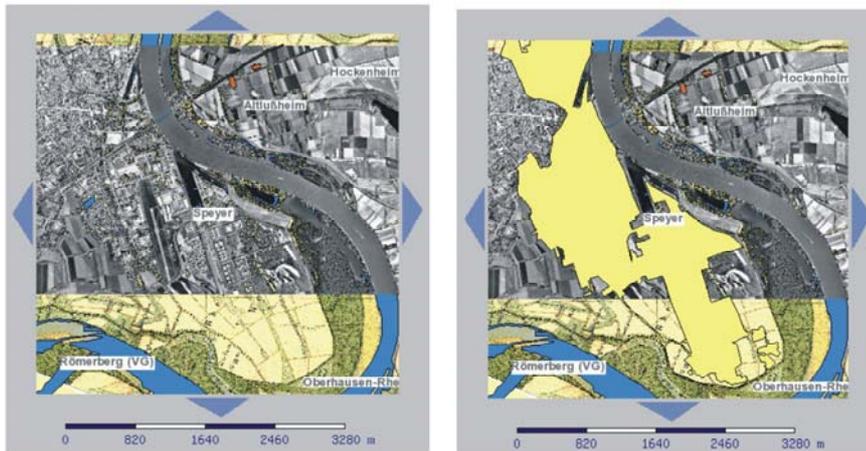


Abb. 6: Eingblendete Orthophotos und Vektordaten im Vergleich

Flächenberechnungen sind für die Ebene „Mückenbrutplätze“ realisiert. Der Nutzer klickt im Funktionsblock auf den Button „Flächen Berechnen“ und anschließend in der Karte auf ein Objekt dieser Ebene. Ähnlich der Vektorattributabfrage werden die Pixelkoordinaten des Mausklicks in Abbildungskoordinaten umgerechnet und die MapScript-Funktion „queryByPoint“ stellt an den ausgewählten Layer die Anfrage, ob ein Objekt getroffen wurde. Im Erfolgsfall wird der Shape-Index des Objektes abgefragt und über den Index das Objekt selbst geöffnet. Die Methode „shapeobject->getArea()“ liefert dann den Flächeninhalt. Als Antwort erhält der Nutzer in einem PopUp-Fenster die Flächeninformation (s. Abb. 5 unten) und zusätzlich eine QueryMap, d.h. eine kleine Karte, die das Ergebnis der Query visualisiert. Abgebildet werden der Ausschnitt der Karte, in dem man die Anfrage gestellt hat, und das angefragte Objekt selbst.

Wenn man seine Geodaten nicht nur betrachten möchte, sondern über die dargestellten Objekte auch Attribut-Informationen haben will, dann werden solche Anfragen im Umfeld des UMN Mapservers als QUERIES bezeichnet. Die Informationen, die durch eine Query-Abfrage angezeigt werden, sind die Attributwerte aus der Shape-Datei. Es sind Queries möglich für die KABS-spezifischen Daten wie Mückenbrutplätze und Bekämpfungsf lächen.

5.2 Aufnahme und Editieren von Geodaten über eine Web-Schnittstelle

Aus den Erfahrungen in der Praxis hat sich gezeigt, dass insbesondere anwendungsfreundliche Werkzeuge zur Editierung von Attribut- und Geometriedaten, zur Bestimmung von Längen oder des Flächeninhalts von Überschwemmungsflächen bzw. einer im Gelände verteilten Gruppe von Überschwemmungsflächen benötigt werden, die Nutzern zur Verfügung gestellt werden sollen.

Da das Editieren von Sach- und Geometriedaten nicht für alle Anwender möglich sein soll, ist diese Funktion passwortgeschützt. Erst nach erfolgreichem Anmelden erscheinen die Funktionen für den Editiermodus. Der Prototyp erlaubt das Verändern von Punktobjekten am Beispiel der Kontrollpunkte (d.h. den Beprobungsstellen). Hierbei gibt es drei Modi:

- die Attribute von vorhandenen Beprobungsstellen editieren
- neue Beprobungsstellen samt Attributdatensatz hinzufügen
- vorhandene Beprobungsstellen löschen.

Für die Modi „Editieren“ und „Löschen“ wird das zu bearbeitende Feature durch einen Mausklick in der Karte ausgewählt. Im Modus „Löschen“ wird das getroffene Geoobjekt aus dem Layer entfernt, im Modus „Editieren“ werden die dazugehörigen Attribute und Attributwerte angezeigt und können verändert werden. Um die Bearbeitung abzuschließen und die Änderungen in dem Layer durchzuführen, muss das Formular über den Button „DB aktualisieren“ nur abgeschickt werden. Erst wenn die gesamte Aktualisierung erfolgreich durchgeführt werden konnte, erhält der Nutzer eine entsprechende Bestätigung.

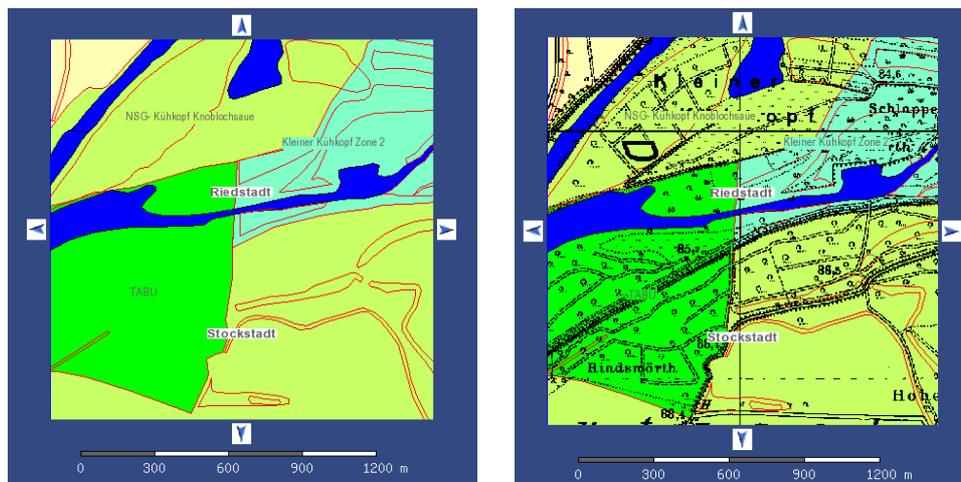


Abb. 7: Einblenden der TK25 als Hintergrundbild zur besseren Orientierung

Im Modus „Hinzufügen“ wird die Position des neuen Punktes durch einen Mausklick in die Karte bestimmt. Der Anwender erhält ebenfalls ein Formular mit den zu erfassenden Attributen. Nach dem Eintragen der Attributwerte wird das Formular zur Datenübernahme ab-

geschickt. Gleichzeitig erfolgt eine neue Kartenanfrage, sodass die durchgeführte Änderung an der Shape-Datei sofort sichtbar wird.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegende Prototyp zeigt, dass unter dem Begriff Web-Mapping nicht nur das Generieren und Ausliefern von dynamischen Karten plus vielleicht eine Attributabfrage zu verstehen ist, sondern auch das Einbinden weiterer GIS-Funktionen auch für das Datenmanagement möglich und sinnvoll ist, wie z.B. insbesondere das Editieren der Geodaten inklusive der Attributdaten. Für das Bearbeiten der Geodaten muss der Nutzer keine zusätzlichen kommerziellen GIS-Lizenzen erwerben. Die durchgeführten Änderungen sind sofort im Netz verfügbar und können ohne Zeitverlust für weitere Analysen herangezogen werden.

Sicherlich kann der UMN-Mapserver in der grundlegenden Datenerfassung und -analyse kein vollwertiges GIS ersetzen, jedoch stellt er mit seiner GIS-Funktionalität dem Programmierer ein Werkzeug zur Verfügung, welches erlaubt, dem Anwender eine Palette an vorgefertigten Datenmanagement- und Analysemöglichkeiten zu bieten. Darunter fallen auch die Möglichkeiten der themenbezogenen Datenabfrage durch Aufstellen von Bedingungen (Beispiel: zeige alle Mückenbrutplätze mit einer durchschnittlichen Larvenanzahl größer 5) und die Möglichkeit von topologischen Anfragen (Beispiel: zeige alle Mückenbrutplätze, die sich innerhalb der Gemeinde x befinden).

Eine zukünftige Unterstützung der Datenaufnahme per GPS und einem mobilen Rechner bei der Kartierung von Überschwemmungsflächen, Kontrollpunkten und Uferlinien wäre hierbei sehr hilfreich und wird für spätere Projektstadien anvisiert. Mittels des realisierten Prototypen wurde die Basis für derartige Folgearbeiten gelegt.

Danksagung

Wir danken den Herren N. Becker, K. Hoffmann und R. Leiner für ihre Unterstützung bei der Anforderungsanalyse, der Überlassung von Testdaten und die gute Zusammenarbeit.

Literatur

- BECKER, N., GLASER, P. & H. MAGIN: Biologische Stechmückenbekämpfung am Oberrhein. Kommunale Aktionsgemeinschaft zur Bekämpfung der Schnakenplage. Speyer
- FISCHER, T. (2002): UMN Map Server: Handbuch und Referenz. MapMedia J. Thomsen und D. Geschwandtner GbR, Berlin
- KECK, I. & R. LEINER (1999): Einsatz von ArcView GIS im Rahmen der biologischen Stechmückenbekämpfung – Überschwemmungsflächenprognose und Analyse von Stechmückenbrutplätzen am nördlichen Oberrhein. In: Arc-Aktuell, 1/99, 12
- UMN UNIVERSITY OF MINNESOTA: The UMN Web Map Server.
<http://mapserver.gis.umn.edu/>