

# Konzeption und Implementierung eines internetbasierten Geoinformationssystems zur Führung eines Ökokontos

Andreas Donaubauer und Kathrin Jaenicke

## Zusammenfassung

Die Bayerischen Kommunen sind seit dem 1.1.2001 verpflichtet, in der Bauleitplanung die naturschutzfachliche Eingriffsregelung nach dem BauGB anzuwenden. Neben der Pflicht, Eingriffe in Natur und Landschaft auszugleichen, lässt die neue Regelung aber auch die Möglichkeit zum Anlegen eines Ökokontos zu.

Dieser Beitrag beschreibt die Konzeption und Implementierung eines Geoinformationssystems (GIS) zur Führung eines Ökokontos und geht dabei insbesondere auf die Modellierung und Architektur des Systems ein. Die Ergebnisse einer Pilotierung des Systems in je einer Gemeinde im Ballungsraum München und im ländlichen Raum werden einander gegenübergestellt.

## Summary

*Since January 1st 2001 municipalities in Bavaria are obliged to apply the impact regulation according to the Baugesetzbuch. Besides the duty to compensate for interventions in nature and landscape, the new regulation allows to set up so called eco-accounts. This paper describes the concept and the implementation of a geographic information system (GIS) supporting the management of an eco-account focussing on the modelling and the architecture of the system. The out-*

*comes of pilot tests of the system carried out in two municipalities situated in the conurbation of Munich and in a rural area are documented.*

## 1 Einführung

Seit dem 1.1.2001 sind in Folge der Novellierung des BauGB 1998 auch bayerische Gemeinden dazu verpflichtet, für Eingriffe in die Natur im Rahmen der Bauleitplanung Ausgleichsflächen bereitzustellen (Attenberger 2002).

Der entscheidende Vorteil dieser Neuregelung ist die räumliche und zeitliche Entkoppelung von Eingriff und Ausgleich. Potenzielle Ausgleichsflächen können in einem so genannten Ökokonto vorsorglich angespart werden. Bei Aufstellung eines Bebauungsplanes kann die Gemeinde die aufgewerteten Flächen wenn nötig aus ihrem Guthaben im Ökokonto abbuchen, um Beeinträchtigungen der Natur zu kompensieren.

Potenzielle Ausgleichsflächen, wie ein intensiv bewirtschaftetes, drainiertes Grünland, können in einem Ökokonto vorsorglich angespart werden. Eine Wiedervernäsung der Fläche, eine Extensivierung der Nutzung und

andere Maßnahmen bewirken eine ökologische Aufwertung, die in Form ökologischer Zinsen honoriert wird. Durch diese Verzinsung erhöht sich der Ausgleichswert der Flächen. Bei Ausweisung eines Baugebietes kann die Gemeinde die aufgewerteten Flächen aus ihrem Guthaben im Ökokonto abbuchen, um damit die Beeinträchtigung der Natur an anderer Stelle auszugleichen.

Bei der Führung eines Ökokontos kann sich die Gemeinde an den Handlungsempfehlungen des Bayerischen Gemeindetags und des Bayerischen Städtetags (Bayerischer Gemeindetag und Bayerischer Städtetag 2000) orientieren.

Den Gemeinden wird empfohlen, sich dabei mit dem zuständigen Landratsamt (Untere Naturschutzbehörde) abzustimmen. Grundsätzlich liegt die Einrichtung eines Ökokontos aber in der Verantwortung der Gemeinden.

Neben der zeitlichen und räumlichen Entkoppelung von Eingriff und Ausgleich bietet die Führung eines Ökokontos weitere Vorteile: Das Bauleitplanungsverfahren kann durch eine frühzeitige und aktive Bodenvorratspolitik entscheidend verkürzt werden, was die bauliche Entwicklung der Gemeinde nicht verzögert, das Verfahren kostensparend verkürzt und die Bauleitplanung entlastet. Auch Bodenpreisspekulationen lassen sich dadurch vermeiden. Die Kosten, die durch die Führung eines Ökokontos beim Erwerb von Flächen oder bei der Durchführung von Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung entstehen, sind zudem umlagefähig (vgl. Bayerischer Gemeindetag, Bayerischer Städtetag 2000).

Generell kann ein Ökokonto analog geführt werden, d.h. unter Verwendung von Formblättern auf Papier, oder digital mit Hilfe von (Geo-)Informationssystemen. Abb. 1 ist das Ergebnis einer Befragung bayerischer Gemeinden hinsichtlich der Bedeutung von GIS-Anwen-

dungen. Deutlich zu erkennen ist der Bedarf für die GIS-Unterstützung bei der Führung eines Ökokontos.

Beim GIS-Einsatz für ein Ökokonto lassen sich grundsätzlich zwei Tendenzen beobachten:

Beim *projekthaften GIS-Einsatz*, z.B. für das Auffinden und Abgrenzen von Kompensationsräumen bei der Neuaufstellung eines Flächennutzungsplans (Pröbstl 1998), stehen die Analysefunktionalität eines GIS und die Möglichkeit der Zusammenschau verschiedener Fachplanungen im Vordergrund.

Im Vergleich dazu kommt es beim hier beschriebenen Aufbau eines *GIS zur Führung eines Ökokontos* auf die persistente Speicherung aller Informationen zu Eingriffen, Ausgleichsflächen, Maßnahmen und Buchungen an.

Die dauerhafte Datenhaltung stellt höhere Anforderungen an die Datenmodellierung als dies bei einem zeitlich begrenzten GIS-Projekt der Fall ist.

## 2 Modellierung eines GIS zur Führung eines Ökokontos

Die Konzeption und Entwicklung des Geoinformationssystems zur Führung eines Ökokontos an der TU München beruht auf einer umfangreichen Anforderungsanalyse. Der Modellierungsprozess lässt sich in die Zwischenschritte konzeptionelles, logisches und physikalisches Modell unterteilen. Im Folgenden wird ersteres näher erläutert.

Die Anforderungen an das System wurden in Gesprächen mit Fachexperten aller am Ökokonto-Prozess beteiligten Stellen und deren Dienstleister ermittelt. Zusätzlich dienten die gesetzlichen Grundlagen zur Eingriffsregelung in der Bauleitplanung sowie die Handlungsempfeh-

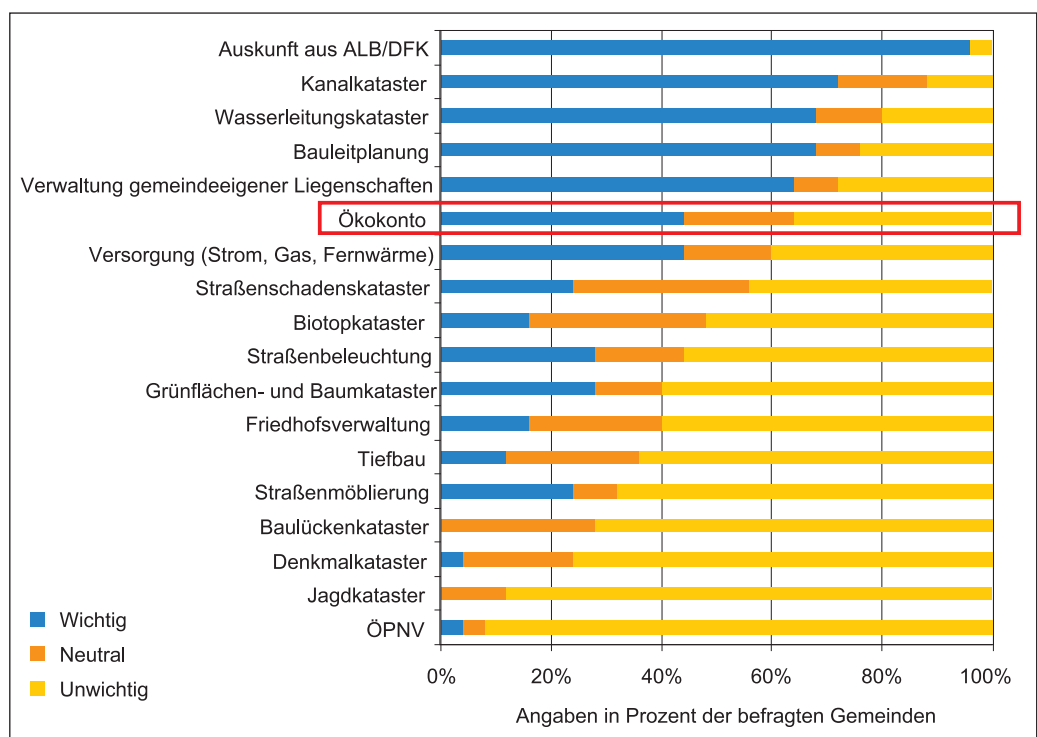


Abb. 1: Bedeutung von GIS-Anwendungen aus Sicht der Gemeinden (Schilcher 2002)

lungen zur Führung eines Ökokontos des Bayerischen Städte- und des Bayerischen Gemeindetags (Bayerischer Gemeindetag und Bayerischer Städtetag 2000) als Informationsquelle. Daneben wurde geprüft, welche vorhandenen Informationssysteme relevante Informationen für die Führung eines Ökokontos enthalten (z.B. Automatisiertes Liegenschaftsbuch der Bayerischen Vermessungsverwaltung) und wie diese mit der Ökokonto-Anwendung verknüpft werden können bzw. an welche vorhandenen Informationssysteme Daten aus dem Ökokonto abzugeben sind (z.B. Meldung an das landesweite Ökoflächenkataster des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz nach Art. 6b (7) BayNatSchG).

Als schwierig für die Aufstellung eines allgemeingültigen Modells erwiesen sich die großen Freiheiten, die den Gemeinden bei der Führung eines Ökokontos durch den Gesetzgeber eingeräumt werden. Anhaltspunkt für die Modellierung waren daher die bereits erwähnten Handlungsempfehlungen der kommunalen Spitzenverbände. Ein Ergebnis der Anforderungsanalyse sind die in Abb. 2 dargestellten Prozesse zur Führung eines Ökokontos.

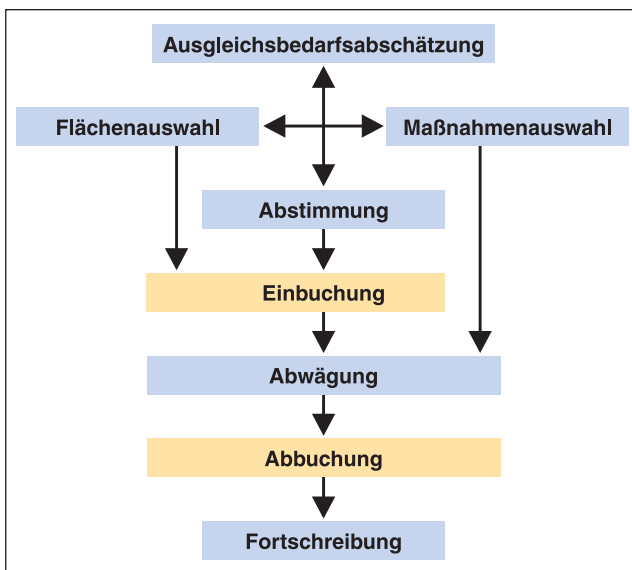


Abb. 2: Prozesse zur Führung eines Ökokontos (Heinzl 2000)

Eine GIS-Anwendung Ökokonto muss Informationen zur Dokumentation aller identifizierten Prozesse beinhalten. Zentrale Vorgänge der Kontoführung sind der Einbuchungs- und der Abbuchungsprozess. Beim Einbuchungsprozess wird ein Flurstück als potenzielle Ausgleichsfläche in das Ökokonto aufgenommen. Unter Abbuchung versteht man beim Ökokonto die Zuordnung der festgesetzten Ausgleichsflächen und -maßnahmen zu einem Eingriff in Natur und Landschaft.

Aus der Anforderungsanalyse ergeben sich für die konzeptionelle Modellierung des Informationssystems folgende Zwangspunkte:

- Das Datenmodell des Geoinformationssystems Ökokonto enthält sowohl Sach- als auch Multimediaten

(z.B. digitale Fotos zur Dokumentation von Eingriff und Ausgleich).

- Grundlage für die flurstücksbezogenen Sachdaten bildet das Automatisierte Liegenschaftsbuch (ALB). Informationen aus dem ALB, das bei den meisten Gemeinden in Bayern bereits digital genutzt wird (Schilcher 2000), sollen beim Einbuchungsprozess automatisch übernommen werden.
- Um das Datenmodell möglichst unabhängig von der Software eines GIS-Herstellers und dem zugrundeliegenden Geometriemodell zu gestalten, soll es keine Geometriedaten enthalten, sondern lediglich eine indirekte Georeferenz über das Flurstückskennzeichen. Daraus ergibt sich allerdings der Nachteil, dass bei einer Grafikanbindung das Flurstück die kleinste Einheit darstellt, wohingegen beim Abbuchungsvorgang im Ökokonto sogar Teile eines Flurstücksteils berücksichtigt werden.

Ein Flurstücksteil entsteht im Ökokonto durch die Zuordnung einer Teilfläche eines Flurstücks zu einem ökologischen Entwicklungsziel. So würde z.B. ein Flurstück, das als Acker genutzt wird, in zwei Flurstücksteile zerlegt werden, indem die Entwicklungsziele »extensive Grünlandnutzung« und »Baumgruppe« zu je einer Teilfläche zugeordnet werden.

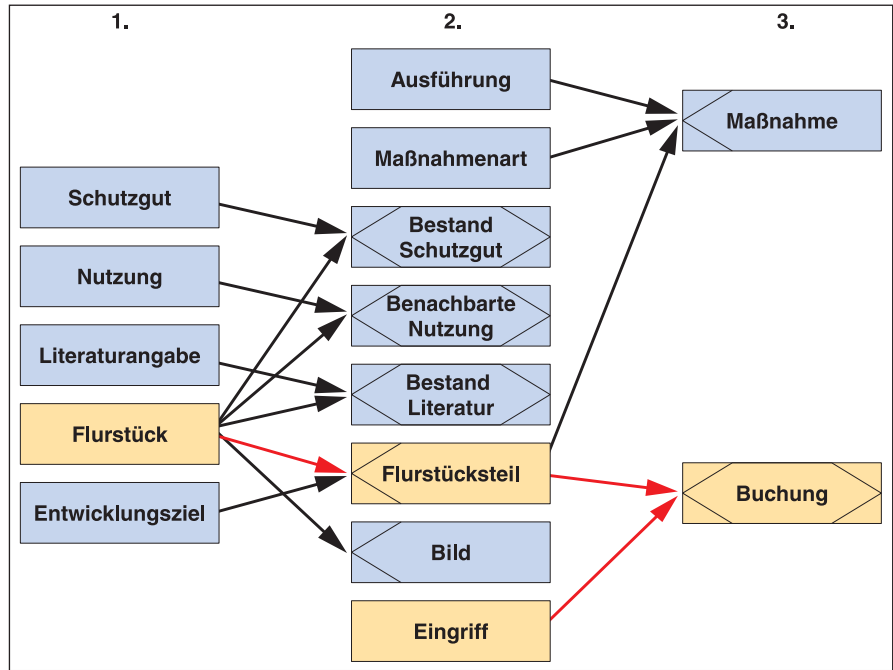
Alle Entitäten und Relationen des konzeptionellen Datenmodells können Abb. 3 entnommen werden. Der wesentliche Informationsstrang beginnt mit der Objektmenge *Flurstück* (enthält 47 Attribute) und endet mit der Objektmenge *Eingriff*, für deren N:M Beziehung die Entity-Menge *Flurstücksteil* und die Relationship-Menge *Buchung* verantwortlich sind.

### 3 Systemarchitektur und Implementierung

Für die Architektur und Implementierung des GIS-gestützten Ökokontos wurden folgende Design- und Technologieentscheidungen getroffen:

- Das System basiert auf Internettechnologie und erschließt Anwendern und Betreibern damit die bekannten Vorteile wie Unabhängigkeit von Standort, Hardware und Betriebssystem, Skalierbarkeit sowie kostengünstige Clientarbeitsplätze.
- Der Client für die Datenpflege und die Beauskunftung des Geoinformationssystems soll ohne Installationsaufwand beim Benutzer im Internetbrowser lauffähig sein. Die Benutzeroberfläche und Funktionalität wird in Form eines Java-Applets realisiert. Ein Standard-Java-Applet darf nicht auf das Dateisystem des Benutzers zugreifen. Genau dies ist aber im Ökokonto-GIS z.B. für das Einlesen und Übertragen von digitalen Fotos aus dem Dateisystem des Benutzers notwendig. Daher muss ein signiertes Applet verwendet werden, um diesen Zugriff zu erlauben (Feist 2001).

Abb. 3: Strukturiertes Entity-Relationship-Modell des Datenmodells Ökokonto (vereinfachte Darstellung) (Heinzl 2000)



- Der Datenbankzugriff wird über Java Database Connectivity (JDBC) realisiert. JDBC ist eine Programmierschnittstelle für die Kommunikation von Java-Programmen mit Datenbankmanagementsystemen. Die Ökokonto-Datenbank ist somit offen für den Zugriff durch weitere Java-Programme neben dem Ökokonto-Applet (z. B. Java-Servlets).
- Als Relationales Datenbankmanagementsystem (RDBMS) wird ORACLE 8.1.7 verwendet, da dies auf den Zugriff mit Java-Technologie abgestimmt ist.
- Als Grafikkomponente kommt RIS-View, eine Internet-Applikation der Firma GUC, basierend auf dem Geoinformationssystem SICAD InternetSuite zum Einsatz.
- Die Verknüpfung zur Grafik erfolgt nicht auf Datenbankebene, sondern im Client über das Flurstückskennzeichen. Dies ermöglicht eine Systemarchitektur

mit verteilter Datenhaltung (vgl. Abb. 4). Ökokontospezifische Sachdaten sowie das ALB können in einer Datenbank in der Gemeindeverwaltung gespeichert werden, während weitere Geodaten (z. B. Digitale Flurkarte) von einem (externen) GIS-Betreiber verwaltet werden können.

#### 4 Prototyping und Evaluierung

Das an der TU München in Zusammenarbeit mit den Firmen GUC und SICAD Geomatics entwickelte Ökokonto-GIS wurde anhand realer Anwendungsfälle zweier Gemeinden getestet und evaluiert. Die Ergebnisse dieses Prototypings mit Daten der Gemeinden Eichenau und Schleching werden im Folgenden beschrieben:

Die *Gemeinde Eichenau* liegt im Ballungsraum München, etwa 20 km westlich der Landeshauptstadt. Die zum Landkreis Fürstentfeldbruck gehörige, rund 700 ha große und etwa 11.000 Einwohner zählende Gemeinde baut seit 1998 einen Ausgleichsflächenpool auf. Zum Zeitpunkt des Prototypings im Jahr 2001 enthielt das bislang ohne digitale Hilfsmittel geführte Ökokonto vier Flurstücke mit einer Gesamtfläche von 5,9 ha, wobei eines dieser Flurstücke in der Gemarkung einer Nachbargemeinde zugekauft worden war. Für den Ausgleich eines Eingriffs in Natur und Landschaft wurde bereits eine ökologisch aufgewertete Fläche mit einer Größe von 0,25 ha vom Ökokonto abgebucht. Ziel des Prototypings war es, diesen Buchungsvorgang mit dem GIS-gestützten Ökokonto nachzuvollziehen.

Folgende Geodaten aus vorhandenen Geodatenbanken Bayerischer Ministerien wurden für das Gemeindegebiet Eichenau in das System eingespielt: Automatisiertes Liegenschaftsbuch (ALB), Digitale Flurkarte (DFK), Digita-

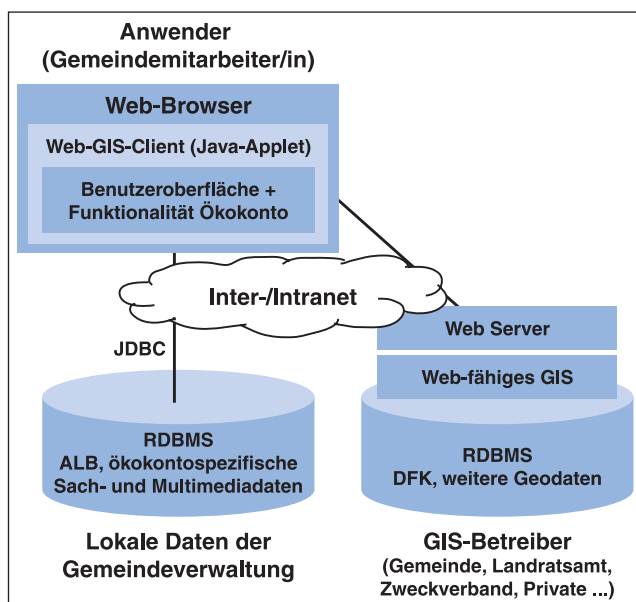


Abb. 4: Systemarchitektur des Ökokonto-GIS

le Orthophotos, Biotopkartierung. Ergänzt wurden diese Daten um ökokontospezifische Sachdaten und Multimediadaten der Gemeinde Eichenau (vgl. Abb. 5).

Die Vorteile der digitalen Ökokontoführung zeigten sich vor allem bei der Dokumentation des Zustands und der geografischen wie planungsrechtlichen Lage der potenziellen Ausgleichsflächen. Abb. 6 dokumentiert beispielsweise die Eignung eines Flurstücks als Ausgleichsfläche durch seine Lage am Rande eines bestehenden Biotops.

Von der zuständigen Mitarbeiterin der Gemeinde, die keine speziellen GIS-Kenntnisse besaß und zur Bedienung des Systems auch nicht benötigte, wurde außerdem die Möglichkeit geschätzt, mittels der Software jederzeit einen aktuellen Überblick über den Kontostand zu erhalten. Begrüßt wurde zudem die aufgrund der Systemarchitektur grundsätzlich mögliche lokale Speicherung der ökokontospezifischen Sachdaten, da diese sehr sensibel seien und nicht für Dritte (einschließlich des Landratsamts) zugänglich sein sollten – Stichwort Bodenpreisspekulationen. Trotz dieser Vorteile plant die Gemeinde derzeit nicht, eine eigene GIS-Lösung für das Ökokonto zu beschaffen. Geprüft wird jedoch die Idee, sich über das Verwaltungsnetz KOM-NET an das GIS des Landratsamts Fürstentfeldbruck anzuschließen (o.V. 2003).

Die etwa 1700 Einwohner zählende, 4500 ha große Gemeinde Schleching liegt im Landkreis Traunstein, an der Grenze zu Österreich. Die Gemeinde führt seit Herbst 2001 ein analoges Ökokonto, in welches zum Zeitpunkt des Prototypings im Juli 2002 drei Flächen mit insgesamt 0,7 ha eingezahlt worden waren. Ein digitales Ökokonto war zum Zeitpunkt des Probelaufs nicht geplant, da sich der finanzielle Aufwand aus Sicht der Kommune für die Verwaltung eines derart kleinen Flächenpools nicht loh-

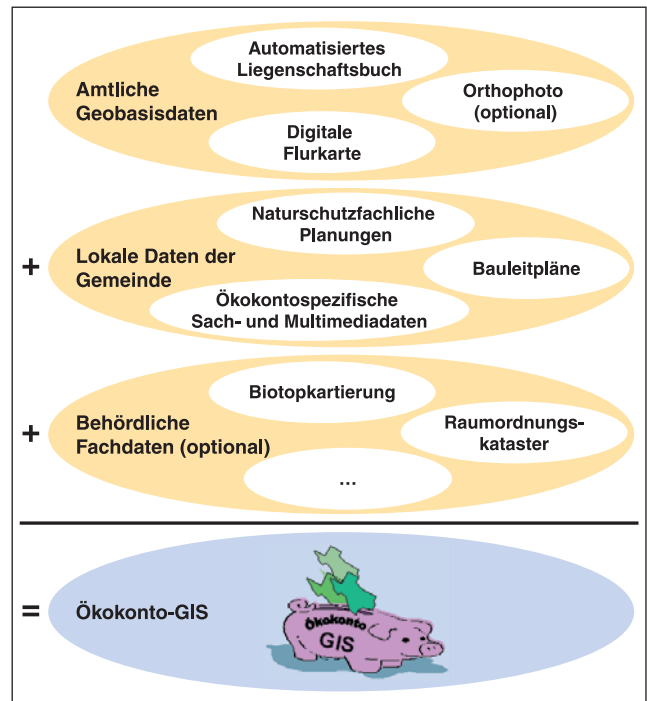


Abb. 5: Datenquellen für das Ökokonto-GIS

nen würde. Zudem verfügt die Gemeinde bisher nicht über ein GIS, in das eine zusätzliche Fachschale Ökokonto hätte integriert werden können. Schleching war daher für die TU München ein interessanter Fall, um den Einsatz des GIS-gestützten Ökokontos in einer kleinen Gemeinde im ländlichen Raum zu pilotieren. Für den Test wurde das Ökokonto an einem Rechner in der Gemeinde bedient, wohingegen der Datenbank (ORACLE 8.1.7)- und Applikationsserver, auf den via Internet zugegriffen wurde, an der TU in München stand. In Schleching stand zusätzlich zu den im Prototyping Eichenau genutzten

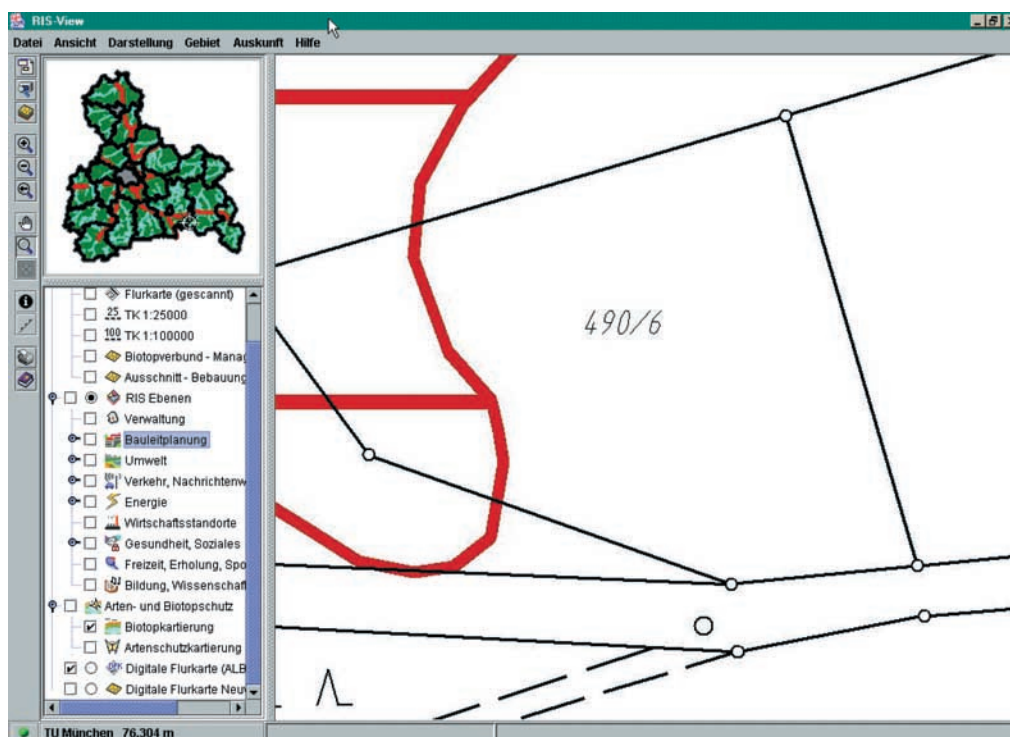


Abb. 6: Überlagerung eines Flurkartenausschnitts und der Biotopkartierung (rote Schraffur)

Datenquellen noch ein digitaler Biotopmanagementverbundplan zur Verfügung, der u. a. Entwicklungsziele im Rahmen der Landschaftsplanung vorschlägt. Dieser Plan unterstützt die Auswahl potenzieller Ausgleichsflächen sowie entsprechender Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung.

In beiden Gemeinden wurden die Vorteile einer digitalen Ökokontolösung im Vergleich zur jetzigen Vorgehensweise deutlich:

- So können in ein digitales Ökokonto bei entsprechender Modellierung beliebige Kartengrundlagen, wie DFK, Orthophotos, Bauleitpläne und Biotopkartierung integriert werden.
- Die Software unterstützt die Eingabe der relevanten Daten durch Plausibilitätsprüfungen und trägt somit zu einer widerspruchsfreien und benutzerfreundlichen Dokumentation aller Vorgänge bei. Der Überblick, u. a. bei der Abbuchung und Einzahlung von kleineren Flächen bzw. Teilen von Flurstücken, kann so besser gewahrt werden.
- Die Grafikanbindung hilft bei der Auswahl geeigneter Flächen für eine Einbuchung in ein Ökokonto und bei der Abfrage des Kontostandes.
- Über Eingriffe und verbleibende Ausgleichsflächen, sowie über bisher angefallene Kosten kann jederzeit Auskunft gegeben werden.
- Der gesetzlich geforderte Datenaustausch mit dem Ökoflächenkataster des Landesamts für Umweltschutz wird erleichtert.
- Der Einsatz neuer Technologien kann zudem die Motivation der Mitarbeiter der Gemeinde erhöhen. (vgl. Feist 2001)

## 5 Übertragbarkeit der Evaluierungsergebnisse

Der Vergleich des Prototypings in den beiden Kommunen zeigt, dass die Akzeptanz eines GIS-gestützten Ökokontos sich erstaunlich wenig unterscheidet. Die Größe einer Gemeinde spielt eine untergeordnete Rolle bei der Frage, ob sich der Einsatz eines GIS bei der Führung eines Ökokontos lohnt. Wichtiger erscheint die Frage nach einem geeigneten Betreibermodell. Ein GIS-gestütztes Ökokonto, verwaltet von einem externen Betreiber, ermöglicht auch kleineren Gemeinden eine Optimierung ihres Flächenmanagements durch GIS-Technologie, ohne großen Finanzierung- und Organisationsaufwand für Einführung und Betrieb eines neuen, umfangreichen Systems. Dies gilt nicht nur für das Ökokonto-GIS, sondern auch für die Unterstützung kommunaler Geschäftsprozesse durch GIS im Allgemeinen. Nicht nur im Falle des Ökokontos lässt sich zudem feststellen, dass sich der Nutzen von GIS in der Gemeinde erst durch die Kombination von amtlichen Geobasisdaten, lokalen Daten der Gemeinde und behördlichen Fachdaten erschließt (vgl. Abb. 5).

## 6 Fazit und Ausblick

Das Prototyping zeigte, dass die Entscheidung, bei der Implementierung des Ökokonto-GIS auf Internettechnologie zu setzen, richtig war. Die Fusion von GIS und Internet ermöglicht neue Betriebsmodelle für GIS und trägt so dazu bei, den Gemeinden die Angst vor einer GIS-Einführung und einem damit verbundenen finanziellen Aufwand zu nehmen und somit auch kleineren Gemeinden den Weg zum GIS-gestützten Bodenmanagement zu bereiten. Ein digitales Ökokonto ist zwar auf kurze Sicht mit höheren Kosten verbunden als die analoge Variante, der Software-Einsatz bietet jedoch zahlreiche Vorteile.

Um das System weiter zu optimieren, werden momentan regelbasierte Verfahren für die automationsgestützte Flächenauswahl untersucht. So können bei der Auswahl nicht nur naturschutzfachliche Kriterien, sondern auch die Eigentumsverhältnisse berücksichtigt werden – in Fachkreisen eines der wichtigsten Erfordernisse bei der Mobilisierung und Sicherung von Ausgleichsflächen (vgl. Attenberger 2002).

### Literatur

- Attenberger, J.: Ausgleich für Eingriffe in Natur und Landschaft durch Bauleitplanungen – Hilfen für Gemeinden durch die Verwaltung für Ländliche Entwicklung in Bayern. *zfv* 127, S. 179–183, 2002.
- Bayerischer Gemeindetag, Bayerischer Städtetag (Hrsg.): Handlungsempfehlungen für ein Ökokonto. Ein Vorsorgeinstrument für die Eingriffsregelung in der Bauleitplanung, 1. Auflage, 2000.
- Feist, T.: Entwicklung einer Web-GIS-Anwendung Ökokonto. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Fachgebiet Geoinformationssysteme der Technischen Universität München, 2001.
- Heinzel, M.: Ökokonto – Modellierung und prototypische Umsetzung einer Datenbanklösung. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Fachgebiet Geoinformationssysteme der Technischen Universität München, 2000.
- o. V.: Internet-GIS für Kommunen. In: *Computerzeitung*, 3/2003, S. 18, 2003.
- Pröbstl, U., Pihusch, T.: Eingriffsregelung und GIS auf der Ebene der vorbereitenden Bauleitplanung – ein Modell für die Anwendung in Bayern. In: Strobl, J., Dollinger, F. (Hrsg.): *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung, Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 1998*, Wichmann Verlag Heidelberg, 1998.
- Schilcher, M., Deking, I., Donaubaue, A., Hartl, T., Lose, Ch.: *Marktanalyse: Der Geoinformationmarkt Bayern für Landkreise, Kommunale Zweckverbände und Gemeinden*. Technische Universität München, 2000, Kurzfassung unter <http://www.rundertischgis.de>.
- Schilcher, M., Donaubaue, A.: Zum GIS-Bedarf im kommunalen Bereich. In: Bill, R., Schilcher, M., Seuß, R. (Hrsg.): *Kommunale Geoinformationssysteme*. Wichmann Verlag Heidelberg, S. 20–41, 2002.

### Anschrift der Autoren

Dipl.-Ing. Andreas Donaubaue und Kathrin Jaenicke  
Technische Universität München  
Institut für Geodäsie, GIS und Landmanagement  
Fachgebiet Geoinformationssysteme  
Arcisstraße 21, 80290 München  
[andreas.donaubaue@bv.tum.de](mailto:andreas.donaubaue@bv.tum.de)  
[kathrin.jaenicke@campus.lmu.de](mailto:kathrin.jaenicke@campus.lmu.de)