

Entscheiden und Bewerten in der Umweltverwaltung

Ivan Seder¹, Ronny Weinkauf¹

Abstract

In the environmental administration there is a need for solutions as a balance between ecological and economic objectives. For these complex environmental and ecological problems can be given a support by an Environmental Information System with integrated environmental data objects and environmental decision support subsystem. A general concept of knowledge-based system for decision support in this area is presented. The four level modular architecture with implementation including the system exupro and the own development IDEA as a prototype application is shown. Comparison of the results in the real administration environment is given and the advantages and limitations are discussed.

1. Problemstellung

Auf der Ebene der Gebietskörperschaften wird der Zielkonflikt Ökonomie versus Ökologie kontrovers diskutiert. Für die Landkreise bedeutet das ein Abwägen zwischen wirtschaftlicher Standortattraktivität für Investoren und der Umweltqualität des Standortes. Besonders bei Planungen und Genehmigungen von Bauvorhaben treffen verschiedene Interessengruppen aufeinander: Politiker, Investoren (Bauherren), Bürger (Öffentlichkeit), Verwaltungsangestellte, Vereine und Verbände usw. Der Zugang zu Informationen über die Umwelt kann die Qualität von Beratungen und Entscheidungen in den Planungs- und Genehmigungsvorgängen deutlich verbessern. Die benötigten Umweltinformationen umfassen bei Bauvorhaben verschiedene Umweltobjektkategorien:

1. Wasser,
2. Luft,
3. Lärm,
4. Abfall,
5. Altlasten,
6. Boden,

¹ Fachhochschule Merseburg, FB Informatik und Angewandte Naturwissenschaften, Heinz-Nixdorf-Stiftungsprofessur Datenbanken / verteilte Systeme, Geusaer Straße, 06217 Merseburg, Tel. (03461) 46 29 59, Fax (03461) 46 29 72, email: seder@in.fh-merseburg.de, weinkauf@in.fh-merseburg.de, <http://www.dbuis.in.fh-merseburg.de>

7. Natur und Landschaft,
8. Flächennutzung/-planung

und weisen überwiegend einen Raumbezug auf. Da die Umweltverwaltung häufig in Anlehnung an diese Kategorien strukturiert ist (Untere Wasserbehörde, Untere Naturschutzbehörde, Untere Immissionsschutzbehörde usw.) sind auch die benötigten Umweltinformationen über verschiedenen Verwaltungsressorts verteilt. Neben einer Informationsbereitstellung über verschiedene Umweltobjektkategorien muß auch die ressortübergreifende Informationsbereitstellung gesichert werden - eine fachliche und organisatorische Herausforderung.

2. Vorgangsorientiertes Umweltinformationsmanagement

Bereits 1995 wurden im Grobkonzept „Ressortübergreifende Umweltdatenbanken in der Kreisverwaltung Merseburg-Querfurt, [Kreisverw 96] die Anforderungen an eine umweltobjekt- bzw. ressortübergreifende Informationsbereitstellung spezifiziert. Die aufgestellten Forderungen können wie folgt zusammengefaßt werden:

- ein System zur Entscheidungsunterstützung für umweltrelevante Bereiche,
- die effiziente, informationstechnische Unterstützung der anfallenden Vollzugsaufgaben der Umweltbehörden des Landkreises mit vertretbarem wirtschaftlichen Aufwand und hoher Ergebnisqualität,
- die effiziente, informationstechnische Unterstützung von planerischen Aufgaben im Umweltbereich und bei der Beobachtung, Analyse, Bewertung und Prognose von Umweltzuständen,
- die fachlich-inhaltliche und organisatorische Integration und Koordination des Informationsflusses und der Arbeitsabläufe in der Umweltverwaltung.

Welche Lösungen werden diesen Anforderungen gerecht? Dazu finden wir Teillösungen in den Bereichen

- **Geschäftsprozeßmanagement:** die Erfahrungen aus der freien Wirtschaft können auf die Verwaltungsvorgänge angewendet werden [KGSt 95],
- **Umweltinformationssysteme (UIS):** leistungsfähige Umweltdatenbanken werden mit Geographischen Informationssystemen (GIS) verknüpft und
- **Wissensbasierte Systeme:** Wissen der Fachexperten wird akquiriert, edv-technisch abgelegt und für Entscheidungen genutzt.

Die zu erwartenden Synergieeffekte lassen die Autoren folgende These aufstellen:

„Die Kombination des Geschäftsprozeßmanagements mit Umweltinformationssystemen und wissensbasierten Systemen zum Vorgangsorientierten Umweltinformationsmanagement (VUIM) führt zu einer neuen Qualität der Informationsinfrastruktur und so zu einer neuen Qualität der Entscheidungsunterstützung.“

Hinsichtlich dieser Arbeitstheese wurden VUIM-Prototypen erstellt, welche folgendes Szenario ermöglichen:

Der Datenrohstoff „Umweltinformation,, wird aus den Datenschätzen des automatisierten Verwaltungsvollzugs und aus relevanten externen Datenquellen (z.B. Gutachten) gewonnen. Verwaltungsschritte mit Bedarf an Umweltinformationen bekommen diese in aufbereiteter, bewerteter Form zur Verfügung gestellt. Innerhalb des Geschäftsprozeßmanagements werden die anfallenden bzw. benötigten Umweltinformationen mit ihrem Raumbezug in einem elektronischen Produktkatalog erfaßt. Diese Metainformationen gehen über den Umfang des Umweltdatenkatalogs hinaus und beinhalten sowohl semantische und syntaktische als auch strukturelle und navigatorische Metainformationen – je nach Ebene des Geschäftsprozeßmanagements. Das VUIM unterstützt innerhalb des Geschäftsprozeßmanagements die Ebenen Process Design, Process Management, Process Workflow und Process Application [Scheer 1996].

Auf der Basis dieses Konzeptes wurden bereits vier Prototypen implementiert. Sie gewährleisten eine konsistente, dezentrale Sachdatenerfassung unter Berücksichtigung der einheitlichen Raumbezugsbasis [Städtetag 88]. Die Entscheidungsunterstützung bietet ressortübergreifende Recherchemöglichkeiten und graphische Verschnittungsfunktionen. Alle Prototypen befinden sich in der Zielumgebung der Kreisverwaltung Merseburg-Querfurt im Test.

Innerhalb des VUIM-Konzeptes bewerten wissensbasierte Systeme die entscheidungsrelevanten Informationen und stellen damit eine qualitative und quantitative Erweiterung und Vertiefung im Sinne der gestellten Anforderungen dar. Als Bewertungssysteme kommen die Systeme exupro vom TZI Bremen im Rahmen einer Testpartnerschaft und IDEA (Information System for Decision Support in Environmental Administration and Management) eine Eigenentwicklung der Fachhochschule Merseburg zum Einsatz.

Die Aufgabe beider Systeme besteht in der Erfüllung der noch anstehenden Forderungen 1 und 4 des Forderungskatalogs, da bestehende Systeme wie die UIS-Recherche die Forderungen 2 und 3 bereits realisieren.

Die erwarteten Leistungen der wissensbasierten Systeme können in folgende allgemeine Kategorien eingeordnet werden:

- Unterstützung alternativer Verwaltungsabläufe durch Bereitstellung von Umweltinformationen mit Bewertungswissen,
- Steigerung der Qualität der Entscheidungen in komplexen Bearbeitungsvorgängen durch wissensbasierte Systeme,
- klare, übersichtliche, flexible und möglichst einfache Benutzerführung durch die bereits im Einsatz befindliche Mensch-Computer-Schnittstelle,
- Wiederverwendung/Aggregation der Ergebnisse von bereits durchgeführten Bewertungs- und Entscheidungsvorgängen.

Um diese Anforderungen stufenweise zu erfüllen, ist eine Lösung notwendig, welche das bereits vorhandene Wissen, Konzepte und Produkte in diesem Bereich berücksichtigt und die aktuellen Entwicklungstendenzen der Informationsverarbeitung in das Konzept einbezieht.

Bei der Gestaltung einer allgemeinen Architektur werden folgende Aspekte in den Vordergrund gestellt:

- Aufbau in logischen Schichten mit klaren Schnittstellen und modularer Substruktur
- Integration von Sachdaten, Raumbezug und Wissen
- Einsatz von wissensbasierten Systemen bzw. Expertensystemen für die Entscheidungsunterstützung
- Verwendung der objektorientierten Technologie zur Integration von Verwaltungsvorgängen mit Umweltdatenobjekten und zur Gestaltung der Wissensbasis

3. Verfahren und Modell für den Bereich Naturschutz

In der Kreisverwaltung werden Umweltinformationen besonders intensiv innerhalb der Verwaltungsvorgänge des Dezernats Bau/Planung/Umwelt mit den Sachgebieten Wasser, Naturschutz, Abfall/Altlasten und Emission/Immission verarbeitet.

Die Bearbeitungsvorgänge in den genannten Sachgebieten beruhen auf Aufgaben der Planung, Genehmigung und Kontrolle. Die dabei zu treffenden Entscheidungen zeigen einen hohen Grad an Komplexität sowohl hinsichtlich der Vielzahl der zu berücksichtigten Umweltobjekte, deren vielfachen Beziehungen untereinander als auch hinsichtlich der Struktur der Entscheidungsprozesse.

Diese Vielfalt ist durch entsprechende, allgemeine Taxonomie-Modelle wiedergegeben [Günther 98] und findet in der Organisationsstruktur der Kreisverwaltung ihre spezifische Ausprägung.

Stellvertretend für die Vielzahl der Aufgaben und Leistungen, welche die Mitarbeiter des Dezernates im Sinne der Maßnahmen zum Schutz von Natur und Landschaft wahrnehmen, werden in der ersten Phase des Einsatzes wissensbasierter Systeme die Abläufe und Prozesse der Bearbeitung von Bauanträgen in den Vordergrund gestellt.

Folgende Überlegungen lagen diesem Entschluß zu Grunde. Der Bearbeitungsprozeß soll nach Möglichkeit ein in sich geschlossener und mit begrenzter Komplexität ausgestatteter Vorgang mit überschaubaren Verbindungen zu anderen Vorgängen sein. Die während der Bearbeitung zu berücksichtigenden Umweltobjekte sollen in klaren Hierarchien geordnet und mit expliziten Eigenschaften ausgestattet sein. Die naturschutzrelevante Datenbasis ist im bestehenden UIS gespeichert und zur Entscheidungsunterstützung verfügbar.

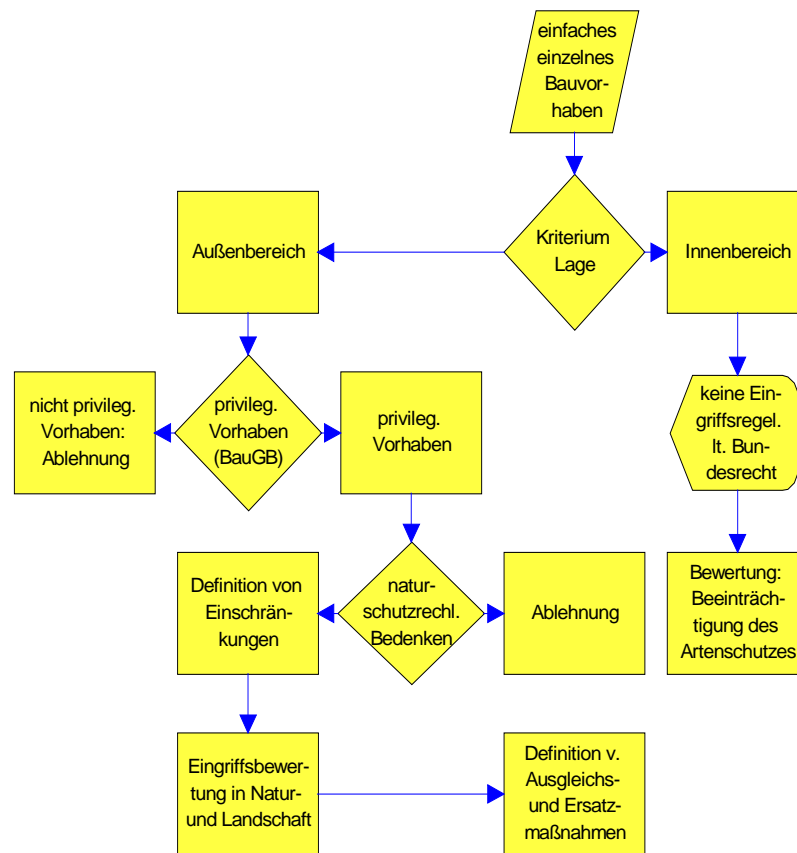


Abbildung 1: Erstellung einer fachtechnischen Stellungnahme im Naturschutz

Durch die Bereitschaft und das Entgegenkommen des Sachgebietsleiters konnte ein kompetenter Experte für die Wissensakquisition gewonnen werden. Das im ersten Ansatz notwendige Expertenwissen wurde in relativ kurzer Zeit akquiriert und in die Wissensbasis gespeichert. Auf der Grundlage des gewählten evolutionären Vorgehens im Sinne des Rapid Prototyping für den Aufbau des Wissensbasis kann das initiale Wissen in weiteren Schritten sukzessiv erweitert werden.

Ein Ausschnitt aus dem Bewertungsablauf einer fachtechnischen Stellungnahme zu einem Bauvorhaben ist in Abbildung 1 dargestellt. Dieser Bewertungsablauf ist ein Abbild des Vorgangs aus der Sicht der Zuständigkeit des Sachgebietsleiters der Unteren Naturschutzbehörde. Das für einzelne Bewertungsschritte erforderliche Wissen wird in beiden wissensbasierten Systemen hinterlegt.

Exupro besitzt dafür eine Modellkomponente, die das für Bewertungen von Sachverhalten benötigte Fachwissen organisiert. Ein Bewertungsmodell bezeichnet eine abgeschlossene Sammlung von Regeln und Fachwissen zu einem bestimmten Sachgebiet. Diese Komponente ist so komfortabel gestaltet, daß das Fachwissen leicht eingegeben werden kann. Die Bewertungsmodelle werden typischerweise von Fachexperten aufgebaut. Es stehen unterschiedliche Typen von Modellen zur Verfügung, die den verschiedenen Ansprüchen potentieller Anwendungsgebiete gerecht werden [exupro 98].

Die Abbildung des Bewertungsplanes in der Wissensbasis von IDEA erfolgt in baumstrukturierter Form. Es existiert ein Baum für jeden zu bewertenden Vorhabenstyp. Der Vorhabenstyp stellt die Wurzel des Baumes dar. Die erste Verzweigungsebene wird bestimmt durch die Kriterien, die zur Bewertung des Vorhabens untersucht werden müssen. Da diese bewertungsrelevanten Entscheidungen noch sehr komplex sind, werden sie in den Knoten der weiteren Ebenen zerlegt, um ihre elementare Struktur zu erhalten. Die Blätter des Baumes sind konkrete Regeln, über die das Faktenwissen ausgewertet wird. Durch die übergeordnete Synthese der Einzelentscheidungen gelangt IDEA zur Gesamtbewertung.

4. Bausteine des Zielsystems

Den Systemen exupro und IDEA werden gleiche Voraussetzungen für ihren Einsatz geboten. Dazu wurden die notwendigen funktionalen Schritte einer Recherche mit Bewertung analysiert und die entsprechende Verantwortlichkeit für die Systemrealisierung festgelegt.

Für den Benutzer steht weiterhin das Interface der Recherchesoftware UIS-Recherche zur Verfügung. Eine bewertende Recherche setzt aber zusätzliche Eingaben voraus. So wurde z.B. bisher für eine Recherche kein Vorhabenstyp erfragt. Abbildung 2 zeigt die modifizierte Benutzerschnittstelle zur Erfassung der für die Recherche relevanten Vorhaben.

Für die Eingabe von Suchkoordinaten und Suchflurstücken ist ebenfalls die UIS-Recherche verantwortlich. Die Suchkoordinaten können aus der Thematischen Karte übernommen werden. Die geographische Karte ist Bestandteil der Anwendung. Nach der Auswahl der zu recherchierenden Umweltdatenobjekte startet der Benutzer die Recherche (Abbildung 3). Jetzt wird der verteilte Datenbestand durchsucht und eine Ergebnismenge zurückgegeben. Die Ergebnismenge kann sofort im Modul Thematische Karte der UIS-Recherche visualisiert werden. Ist die Option Bewertung gewählt, erfolgt zunächst eine Prüfung, ob zusätzliche (geographische) Informationen für die Bewertung erforderlich sind. Gegebenenfalls werden die benötigten Angaben errechnet und den Ergebnisdatenobjekten hinzugefügt. Anschließend wird automatisch zur Bewertung des Rechercheergebnisses ein wissensbasiertes System gestartet. An dieser Stelle wird je nach Installation entweder exupro oder - IDEA im

Hintergrund aktiv. Beide Systeme lesen den Vorhabentyp und die im Rechercheergebnis enthaltenen Umweltdatenobjekte aus. Das Bewertungsergebnis wird anschließend der Ergebnismenge beigelegt. Wie in der bisherigen UIS-Recherche

können die Recherchetreffer im Modul Thematische Karte visualisiert werden - nur werden jetzt zusätzlich die Bewertungsergebnisse durch Einfärben der Treffer-symbole (Color-Coding) in der Thematischen Karte angezeigt (Abbildung 4).

Abbildung 2: Eingabe eines Vorhabentyps

Die Arbeitsschritte einer ressortübergreifenden Recherche mit anschließender Bewertung und Visualisierung werden in Tabelle 1 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 1: Funktionsverteilung zwischen Recherche und Bewertungssystem

Funktion	Realisierung
	
	UIS-Recherche
	UIS-Recherche
	UIS-Recherche
	UIS-Recherche
	UIS-Recherche
	UIS-Recherche
	UIS-Recherche
	UIS-Recherche
	UIS-Recherche
	UIS-Recherche
	UIS-Recherche
	Exupro / IDEA
	Exupro / IDEA
UIS Recherche	
UIS-Thematische Karte	

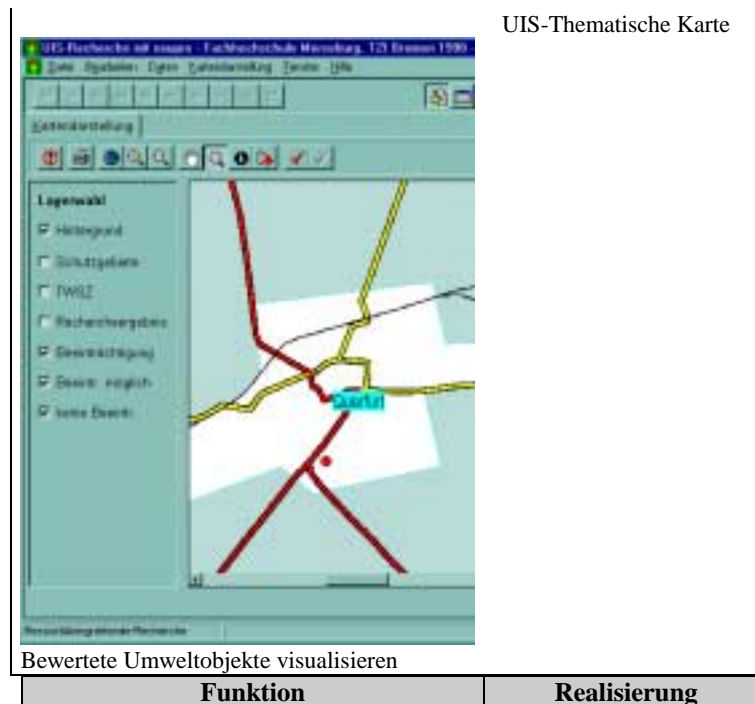


Abbildung 3: Recherche mit anschließender Bewertung

Abbildung 4: Visualisierung der bewerteten Rechercheergebnisse

Innerhalb dieses funktionalen Rahmens wird das Verhalten beider wissensbasierten Systeme untersucht. Besonders interessant wird dieser Vergleich durch die unterschiedlichen konzeptionellen Lösungsansätze beider Systeme. Die ersten Ergebnisse werden im folgenden Abschnitt näher erläutert.

5. Erste Ergebnisse und Vergleiche

Die wissensbasierten Systeme exupro und IDEA wurden bisher im Datenbanklabor der Fachhochschule Merseburg installiert und getestet. Außerdem erfolgte eine Installation beider Systeme in der Zielumgebung der Kreisverwaltung Merseburg-Querfurt, wobei in der zweiten Jahreshälfte die ersten konkreten Einsatzergebnisse erwartet werden.

Exupro basiert auf einer offenen Client/Server-Architektur und besteht im wesentlichen aus den Komponenten:

- Datenbasis
- Modellkomponente
- Projektkomponente
- Dokumentationskomponente

Das System ist zum größten Teil in plattformunabhängigen JAVA-Code implementiert und nutzt relationale Datenbanksysteme wie IBM DB2, Oracle 7 oder MS ACCESS.

Die relevanten Daten der zu bewertenden Sachverhalte (Bewertungsgegenstände) werden in der Datenbasis gesammelt. Die Datenbasis stellt eine Liste von Indikatoren über eine definierte Schnittstelle nach außen für Bewertungen zur Verfügung. Wie im Kapitel 3 bereits erwähnt, wird in der Modellkomponente das für die Bewertung von Sachverhalten notwendige Fachwissen organisiert. Die dafür zu erstellenden Bewertungsmodelle bezeichnen eine abgeschlossene Sammlung von Regeln und Fachwissen zu einem bestimmten Sachgebiet. Ein Projekt bezeichnet die menügeführte Durchführung einer Bewertung. Dazu werden zunächst die zu bewertenden Sachverhalte (Bewertungsgegenstände) aus der Datenbank ausgewählt und anhand eines Bewertungsmodells ausgewertet. Der Anwender kann seine Arbeitsergebnisse in unterschiedlicher Weise übersichtlich in der Dokumentationskomponente beschreiben und ablegen [exupro 98].

IDEA speichert die Wissensbasis in einer objektorientierten Datenbank. Die Datenbankstruktur entspricht dem im Kapitel 3 beschriebenen Baum. Dabei sind Wurzel, Knoten und Blätter persistente Objekte, die alle einen kleinen Ausschnitt aus dem Gesamtwissen repräsentieren. Sie „wissen,, welche Informationen sie von ihren Nachfolgern benötigen, fassen diese zusammen und geben das Ergebnis an ihre Vorgänger weiter. Der Extraktion des Wissens aus der Datenbank erfolgt kaskadiert, als erstes wird der Hauptdatensatz ausgewählt, der dem Vorhabentyp und damit der Wurzel des Baumes entspricht. Darüber kann dann der Zugriff auf die nächste Bauebene realisiert werden. Über jedes einzelne der dort befindlichen Knotenobjekte sind weitere Verfeinerungen möglich.

Zur Laufzeit werden diese persistenten Objekte aus der objektorientierten Datenbank in den Speicher geladen und mit dem Faktenwissen aus der relationalen Datenbank gefüllt. Anschließend wird der Bewertungsvorgang angestoßen.

Exupro ist ein integriertes Werkzeug zur Unterstützung von Bewertungen mit breitem Einsatzspektrum: von unterschiedlichen Sachbilanzen über einfache Einschätzungen von Sachverhalten bis hin zu einer komplexen, vorgangsbezogenen Entscheidungsunterstützung. Es ist netzwerkfähig, systemunabhängig und portabel. Exupro realisiert die Erstellung von Bewertungsmodellen als Kombination von verschiedenen Bewertungsmethoden. Die Stärke dieses Bewertungsvorgehens ist die Möglichkeit, qualitative und quantitative Merkmale der untersuchten Objekte miteinander zu einer bewertenden Aussage zu verknüpfen. Exupro ist eine eigenständige

Anwendung. Die Einbindung in bestehende Systeme kann deshalb nur über einen zusätzlichen externen Programmaufruf erfolgen.

Die Entwicklung von IDEA ist an den Anforderungen der Umweltverwaltung angepaßt. Die objektorientierte Wissensrepräsentation wird komplexen Sachverhalten gerecht. IDEA ist als Programmbibliothek realisiert und kann deshalb leicht in bestehende Anwendungen integriert werden. Durch die gewählte Entwicklungsumgebung ist IDEA auf die MS Windows-Plattform beschränkt.

6. Fazit und Ausblick

Die in diesem Beitrag vorgestellte Architektur eines Vorgangsorientierten Umweltinformationsmanagements stellt mit ihrer Ausrichtung auf die vier Ebenen des Geschäftsprozeßmanagements eine solide Basis für die Entwicklung wissensbasierter Lösungen in der Umweltverwaltung dar. Ein wissensbasiertes System, welches auf dem vorhandenen UIS einer Kreisverwaltung aufsetzt, kann recherchierte, ressortübergreifende Umweltinformationen hinsichtlich konkreter Sachverhalte bewerten und dokumentieren. Die Bereitstellung bewerteter, entscheidungsrelevanter Informationen führt zu einer neuen Qualität der Entscheidungsunterstützung.

Die ersten Einsätze wissensbasierter Systeme in der Umweltverwaltung zeigen, daß sich die Weiterentwicklung der UIS-Recherche hinsichtlich der Entscheidungsunterstützung sowohl mit exupro als auch mit IDEA als nutzbringende Ergänzung erweist. Wir erwarten, daß im Untersuchungsbereich konkrete Einsatzfelder sowohl für exupro als auch für IDEA bestimmt werden können, in denen die Vorteile des jeweiligen Systems besonders zum Tragen kommen.

Literatur

- [Adam 97] Adam, N. R., Gangopadhyay, A.: Database Issues in Geographic Information Systems. Kluwer Academic Publishers, 1997
- [exupro 98] <http://www.tzi.uni-bremen.de/IS/exupro/home.html>
- [Günther 98] Günther, O.: Environmental Information Systems, Springer Verlag Berlin, 1998
- [Hadzilacos 96] Hadzilacos, T., Toyfona, N.: Logical Data Modelling for Geographical Applications. International Journal of Geographical Inf. Systems 10(2)
- [KGSt 95] Das Neue Steuerungsmodell – Erste Zwischenbilanz. Köln 1995, S. 19
- [Kreisverw 96] Kreisverwaltung Merseburg-Querfurt, Softwarebüro Bodo Ruppach: Grobkonzept Ressortübergreifende Umweltdatenbanken in der Kreisverwaltung Merseburg-Querfurt. Merseburg 1996
- [Laurini 92] Laurini, R., Thomson, D.: Fundamentals of Spatial Information Systems. N.Y.: Academic Press, 1992

- [Levesque 85] Levesque, H. S., Brochman, R.S.: A fundamental tradeoff in knowledge representation and reasoning. In: Readings in knowledge representation, Morgan Kaufmann, 1985
- [Müller 96] Müller, M., Ranze, K. C.: exupro: Konzeption eines Systems zur ökologischen Bewertung alternativer Produktionspläne, Proc. zum 10. Symposium ‚Informatik im Umweltschutz‘; H. Lessing, U. W. Lipeck (Hrsg.), Umwelt-Informatik aktuell, Bd. 10, Metropolis-Verlag, Marburg, 1996
- [Scheer 1996] Scheer, A.-W.: ARIS – House of Business Engineering. In: SCHEER magazin special, IDS Prof. Scheer GmbH, 1996, S. 7
- [Städtetag 88] Deutscher Städtetag (Hrsg.): Maßstaborientierte Einheitliche Raumbezugsbasis für Kommunale Informationssysteme (MERKIS). DST-Beiträge zur Stadtentwicklung und zum Umweltschutz, Reihe E Heft 15, Köln 1988
- [Young 97] Young, Lee: Intelligent Spatial Decision Support Systems, Springer Verlag Berlin, 1997