

# Integration von Entscheidungsunterstützungssystemen in kommerzielle Umweltinformationssysteme

Ivan Seder<sup>1</sup>, Ronny Weinkauff<sup>2</sup>, Thomas Vögele<sup>3</sup> und Thomas Krüger<sup>1</sup>

## Abstract

The regional and urban environmental administration is concerned more than ever about the environmental resources and as a consequence administrators require detailed information about the current state of the environment and ongoing developments. As a result of economic developments and growing awareness of ecological risks, there is a demand for planning and decision strategies in this complex area. Because of the complexity and enormous amount of relevant data, the decision makers need effective support for their decisions. This support can be given through the integration of existing commercially available environmental information system (EIS) with expert systems based on adequate domain knowledge. The architecture for the integration of **OPTI-UIS** as an existing EIS with **exupro** as an expert system for decision support is proposed. The design of an intelligent interface for the connection of two systems and their corresponding adaptation is presented. The prototype of the integrated environmental system with **exupro** as decision support module is installed as pilot project in regional and urban administration. The first experiences and responses of decision makers are discussed, and the further development of the system is discussed.

## 1 Einleitung

Die komplexen Aufgaben in der Umweltverwaltung der Kommunen erfordern in zunehmendem Maße den Einsatz von Informationssystemen, welche als Werkzeuge für die Unterstützung der zu treffenden Entscheidungen dienen sollen. Die Anforderungen an Umweltinformationssysteme können aus der Sicht deren Anwender als eine Liste der gewünschten Funktionalitäten definiert werden. Unsere Erfahrung zeigt,

---

<sup>1</sup> Fachhochschule Merseburg, Fachbereich Informatik und Angewandte Naturwissenschaften, Heinz-Nixdorf-Stiftungsprofessur Datenbanken/verteilte Systeme, Geusaer Straße, D-06217 Merseburg, Tel. (03461) 462959, Fax (03461) 462972, email: ivan.seder@in.fh-merseburg.de, Internet: <http://www.dbuis.in.fh-merseburg>

<sup>2</sup> Softwarehaus Ruppach GmbH, Weinbergweg 23, D-06210 Halle

<sup>3</sup> Universität Bremen, Technologiezentrum Informatik, Postfach 330440, D-28334 Bremen

daß die Anwender, und das sind in der Regel die Entscheider, in erster Linie auf eine einfache und aussagekräftige Bedienung großen Wert legen. Weiterhin wird erwartet, daß die vielfältigen Umweltdaten sowohl ressortgebunden als auch ressortübergreifend in verschiedenen Ausprägungen verfügbar sind (Reinhardt 1997). Das erfordert das Bereitstellen von Sachdaten, geographischen und multimedialen Daten. Mit der zunehmenden Komplexität der zu treffenden Entscheidungen wächst auch der Wunsch nach Funktionen, die als direkte Entscheidungsunterstützung dienen können. Diese Entscheidungsunterstützung soll als integrierter Bestandteil der UIS angeboten werden. Sie soll als zusätzliche, wissensbasierte Option für die Bereitstellung von Lösungsalternativen im Entscheidungsprozeß verfügbar gemacht werden (Li/Lochowski 1993).

Die heute im Einsatz befindlichen Entscheidungsunterstützungssysteme sind in der Regel als selbständige, isolierte Expertensysteme verfügbar, und deren Verbreitungsgrad hat bisher die Erwartungen nicht erfüllt. Durch die Integration von ausgewählten Expertensystemen als Entscheidungsunterstützungssysteme und bestehenden kommerziellen UIS kann die wissensbasierte Funktionalität als bedeutende Erweiterung dieser UIS gesehen werden, und damit können die Anforderungen an effiziente Unterstützung von Verwaltungsvorgängen in der Umweltverwaltung wesentlich besser erfüllt werden. Im Ergebnis soll sowohl eine höhere Qualität der Entscheidungen als auch eine Verkürzung der Bearbeitungszeit erreicht werden. Das gewünschte Ziel ist eine höhere Akzeptanz des integrierten Systems (Seder/Weinkauff 1998, 403 - 413).

## 2 Stand und Aufgabenstellung

In der Bauherrensprechstunde muß der Berater ad hoc den Bauherren über mögliche Hinderungsgründe und Alternativen beraten. Der Berater ist Mitarbeiter des Planungsamtes und hat nur begrenzt den fachlichen Hintergrund zur Beurteilung der Umweltinformationen. Zum Beispiel können im Umfeld des Bauvorhabens Beobachtungen im Rahmen des Artenschutzes registriert und Schutzmaßnahmen eingeleitet worden sein. Wie können dem Berater diese Informationen bereitgestellt werden (Cummerwie 1995)?

Eine Möglichkeit bieten kommerzielle Umweltinformationssysteme wie z. B. das **OPTI-UIS**, eine Kommunale Anwendungssoftware vom Softwarehaus Ruppach, welche in der Kreisverwaltung Merseburg-Querfurt zum Einsatz kommt. Die **OPTI-UIS** Produktreihe beinhaltet Anwendungen zur gezielten dezentralen Sachdatenerfassung, zur Administration der Informationslogistik und zur Bereitstellung der ressortübergreifenden Umweltinformationen in der Applikation **OPTI-UMWELTBERATER**. Der einheitliche, strukturierte Aufbau dieser Anwendungen (siehe Abbildung 1) genügt den Anforderungen des Information Brokering (Weinkauff/Seder 1998, 138 - 150).

Durch die Integration etablierter Technologien können dem Anwender in einer Applikation entsprechende Fachdaten, geographische Daten und multimediale Daten zur Verfügung gestellt werden (KGSt 1995). Diese Integration umfaßt Client/Server-Architekturen, Geographische Informationssysteme und Intranet/Internet-Technologien. Der **OPTI-UMWELTBERATER** hat keine Features zur Bewertung der Umweltinformationen gemäß den Anforderungen einer umfassenden Bauherrenberatung (Li/Lochowski 1993, Runkel 1993).

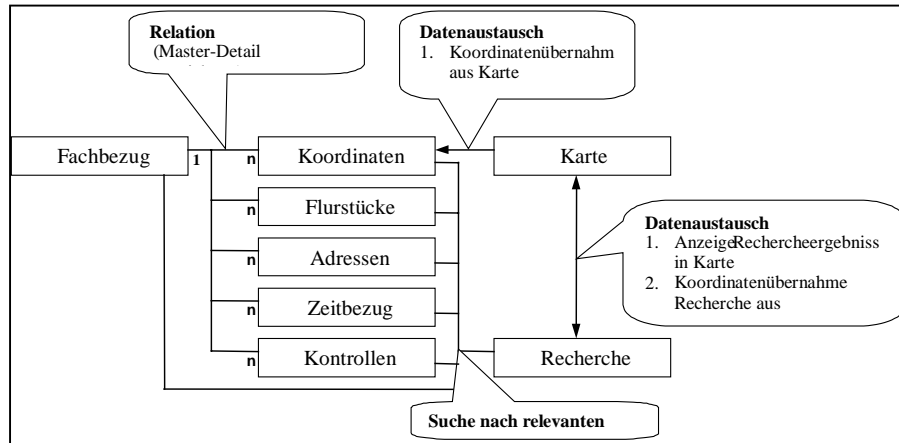


Abbildung 1

Modulares Information Brokering Konzept des **OPTI-UIS** [Wein1998]

An Forschungseinrichtungen wurden Anwendungen zur Entscheidungsunterstützung entwickelt und implementiert. Ein Beispiel dafür ist die Anwendung **exupro** vom Technologiezentrum Informatik (TZI) der Universität Bremen. Dieses System kann das Fachwissen ablegen und zur Bewertung heranziehen (Ranze/Mindermann 1997).

**exupro** ist ein integriertes Werkzeug zur Unterstützung von Bewertungen und Entscheidungen. Der Einsatzbereich des Systems reicht von unterschiedlichen Sachbilanzen über einfache Einschätzungen von Sachverhalten bis hin zu einer komplexen, vorgangsbezogenen Entscheidungsunterstützung.

Das System **exupro** vereinigt die Vorteile einer offenen Client/Server-Architektur mit der Flexibilität und Portabilität einer JAVA-Implementierung einzelner Systemkomponenten. Es besteht im wesentlichen aus vier Komponenten:

I. Die Datenbasis:

Die Datenbank stellt die relevanten Daten der zu bewertenden Sachverhalte (Bewertungsgegenstände) zur Verfügung. Zur Datenhaltung kommen herkömmliche relationale Datenbanken wie Oracle, DB2 oder Access in Frage.

- II. Die Modellkomponente:  
Das für die Bewertung von Sachverhalten benötigte Fachwissen wird in einem Bewertungsmodell (abgeschlossene Sammlung von Regeln und Fachwissen zu einem bestimmten Sachgebiet) organisiert.
- III. Die Projektkomponente:  
Die Bewertung wird menügeführt abgearbeitet (über Bewertungsmodell werden Bewertungsgegenstände aufgrund definierter Indikatoren/Merkmale bewertet). Dabei werden diese Indikatoren über Aggregationsschritte zu abstrakteren Wertaussagen zusammengeführt, d. h. ein 'Bewertungsbaum' wird durchlaufen.
- IV. Die Dokumentationskomponente:  
Bewertungsergebnisse werden in Berichtform aufbereitet und dokumentiert.

**exupro** wurde ursprünglich als "stand-alone" System konzipiert. Über eine Benutzungsschnittstelle (GUI) sollte es dem Anwender möglich sein, Bewertungsmodelle zu erstellen, Bewertungsvorgänge durchzuführen, eine Dokumentation der Bewertungsmodelle und -vorgänge zu erstellen sowie die zugrundeliegende Datenbank administrativ zu verwalten. Auf der Input-Seite kann dieses System über eine flexible Datenbankschnittstelle mit beliebigen Standard-Datenbanksystemen verknüpft werden. Den Output des Systems bildet neben der Abbildung der Bewertungsmodelle bzw. Bewertungsergebnisse am Bildschirm und einem Bericht in verschiedenen Standardformaten vor allem die Protokollierung des Bewertungsvorganges sowie der Bewertungsergebnisse.

Alle Aufgabenbereiche der Software werden mit genannten vier Softwaremodulen abgedeckt. In Kombination mit der zugrundeliegenden Client-Server Architektur erlaubt dieser modulare Aufbau, die Software flexibel von verschiedenen Arbeitsplätzen aus, über anzugebende Zugriffsautorisierungen, einzusetzen.

Es zeigte sich jedoch, daß die Implementierung des Systems als "stand-alone" Software nicht alle Anwendungsbereiche abdecken kann. Insbesondere wenn es darum geht, **exupro** in eine bereits bestehende Softwareinfrastruktur zu integrieren, hat der "stand-alone" Ansatz Nachteile. Aus diesem Grunde wurde **exupro** um einen Kommandozeilenaufruf erweitert. Dieser einfache, aber praktikable Ansatz erlaubt es, **exupro** unter Umgehung der Benutzungsoberfläche direkt von der Kommandozeile aus aufzurufen und die Ergebnisse des Bewertungsvorganges in die **exupro** Schnittstellen Datenbank zurückgeschrieben. Damit ist es z. B. möglich, einen bestimmten Bewertungsvorgang direkt aus einer Access- oder Delphi-Anwendung heraus aufzurufen und anschließend die Bewertungsergebnisse mit den spezifischen Werkzeugen der entsprechenden Anwendung zu analysieren und zu visualisieren.

Da die komfortable Erstellung von Bewertungsmodellen zum einen eng an die Funktionalität der System-GUI von **exupro** gebunden ist und zum anderen vorwiegend von Personen ausgeführt wird, die zur Gruppe der Experten-Nutzer zu zählen sind, ist der Kommandozeilenaufruf in der aktuellen Version 1.3 auf die Projekt-

komponente beschränkt. Zur Erstellung und Verwaltung von Bewertungsmodellen ist weiterhin das **exupro**-System-GUI nötig.

### 3 Lösungsansatz

Die Integration erfordert sowohl Anpassungen des Umweltinformationssystems als auch der Bewertungssysteme (Mackay 1999).

#### A) Anpassung des Umweltinformationssystems

Zunächst müssen am Umweltinformationssystem umfangreiche Erweiterungen vorgenommen werden, z. B.:

- Erweiterungen der Dialoge zur Erfassung von Standort und Vorhabenstyp
- Implementierung des Aufrufs der Bewertungssystem-Schnittstelle
- Erweiterungen zur Visualisierung der Informationen (thematische Karte).

#### B) Anpassung der Entscheidungsunterstützungssysteme

Darauf aufbauend, kann bei der Integration von Entscheidungsunterstützungssystemen wie folgt vorgegangen werden:

- Anforderungen des Einsatzbereichs definieren
- Bewertungssystem evaluieren
- Bewertungswissen akquirieren und in die Wissensbasis einspeisen
- Inputschnittstelle definieren
- Aufruf des Bewertungssystems parameterisieren
- Outputschnittstelle definieren
- Protokollierungen vereinbaren.

### 4 Evaluierung

Die Evaluierung erfolgt anhand des Beratungsbereiches Naturschutz. Darin wird der konkrete Anwendungsfall Artenschutz betrachtet. Im Artenkataster sind viele Beobachtungen mit einer geringen Anzahl an Indikatoren zu analysieren und zu bewerten.

Auf der Basis dieser Anforderungen wurde das verwendete Bewertungssystem **exupro** ausgewählt. Die Bewertungsfunktionen von **exupro** als Entscheidungsunterstützungssystem müssen die bestehenden Funktionalitäten des Umweltinformationssystems **OPTI**-UIS gezielt ergänzen. Dabei war zu überlegen, in welcher Weise sich eine Schnittstelle zwischen zwei „stand-alone“-Anwendungen realisieren läßt. Die Frage des Datenflusses zwischen beiden Anwendungen mußte geklärt werden. Sollten die recherchierten bzw. bewerteten Daten direkt als Parameterliste übergeben werden, oder ist die Übergabe einer Referenz auf die Daten praktikabel? Durch die

Öffnung des **exupro**-Systems in der Version 1.3, mit der Möglichkeit des externen Aufrufes (Kommandozeile) eines Bewertungsvorganges, wurde eine Fernsteuerung der Bewertung ermöglicht. Dieser externe Aufruf ist so definiert, daß die Datenbank und die Tabelle der zu bewertenden Sachdaten genau referenziert werden kann. Weiterhin wird in ihm ein bereits angelegtes Bewertungsmodell ausgewählt. Das Problem des Datenaustausches war damit gelöst.

Es mußte weiterhin untersucht werden, in welchen Richtungen UIS, Schnittstelle und Bewertungssystem miteinander kommunizieren. Der Ausgangspunkt ist das **OPTI-UIS**. Die aus dem UIS angestoßene Schnittstelle hat eher vorbereitenden als bewertenden Charakter. Da aber die Integration der Schnittstelle in das UIS mit all ihren Funktionen einen Eingriff in das bestehende **OPTI-UIS** bedeuten würde und diese Schnittstellenfunktionen logisch auch nicht in den Aufgabenbereich eines Umweltinformationssystems einzuordnen sind, wurde die Schnittstelle als Bindeglied zwischen **OPTI-UIS** und **exupro** als eigenständige Anwendung implementiert. Damit sind die Änderungen in **OPTI-UIS** minimal gehalten (Parameterruf der Schnittstelle). Mögliche Weiterentwicklungen und Änderungen der Schnittstelle können unabhängig von **OPTI-UIS** und **exupro** geschehen.

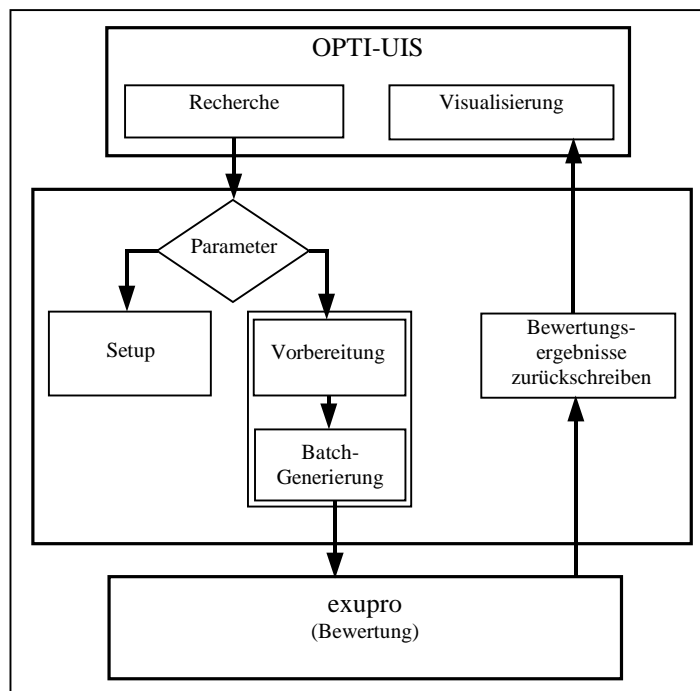


Abbildung 2  
Schematische Darstellung der Schnittstelle

Abbildung 2 zeigt eine schematische Darstellung der Schnittstelle und deren Anbindung an die beiden zu verknüpfenden Systeme. Die entwickelte Schnittstelle setzt an den von den Anwendungen bereitgestellten Standardschnittstellen auf und kontrolliert sowohl Informationsflüsse als auch Systemaufrufe während der Bewertung.

Die Schnittstelle ist als externe Anwendung konzipiert, um sie so flexibel wie möglich zu gestalten. Über einen Parameterruf wird diese Schnittstellenanwendung durch OPTI-UIS synchron gestartet. Sie besteht aus zwei Teilen. Der eine ist das Setup-Modul, in welchem sich die Schnittstelle in bezug auf Verwaltung und Organisation der Zugriffe und Funktionen konfigurieren läßt. Speziell die Zuordnung bestimmter Typen von Bewertungsobjekten zu erstellten Bewertungsmodellen wird an dieser Stelle vorgenommen. Das Schnittstellen-Modul stellt den zweiten Teil der Anwendung dar.

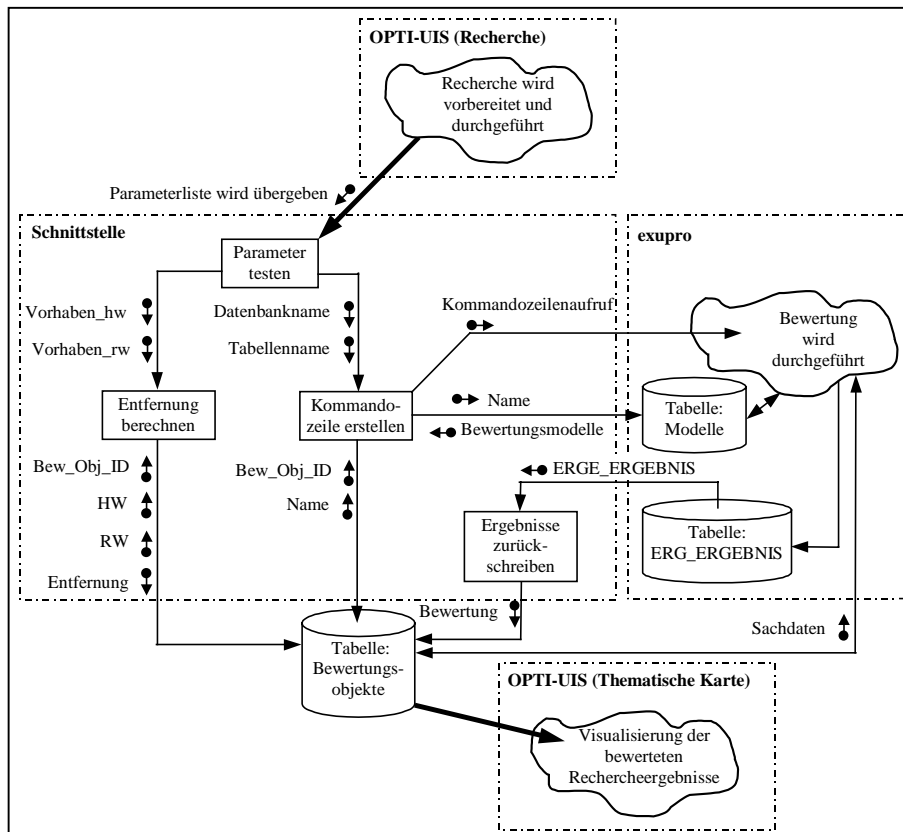


Abbildung 3  
Grobstruktur der Datenflüsse des Schnittstellenprototyps

In Abhängigkeit von Anzahl und Werten der Parameter werden entweder das Setup-Modul oder das eigentliche Schnittstellen-Modul gestartet. Abbildung 3 stellt den Datenfluß für das Schnittstellen-Modul dar. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird das Setup-Modul in dieser Darstellung nicht berücksichtigt.

Soll eine Bewertung der vom **OPTI-UIS** recherchierten Sachdaten mittels **exupro** erfolgen, werden die gesendeten Parameter (Datenbankname, Tabellename, Position des Bauvorhabens) analysiert und an eine Funktion zur Vorbereitung des Bewertungsvorganges übergeben. Datenbankname und Tabellename geben hierbei die Namen der Datenbank bzw. der Tabelle an, in der die zu bewertenden Sachdaten gespeichert sind. Die Vorbereitungsfunktion übernimmt innerhalb des Schnittstellenprototyps (Abbildung 4) die Berechnung der Entfernung des Bewertungsobjektes

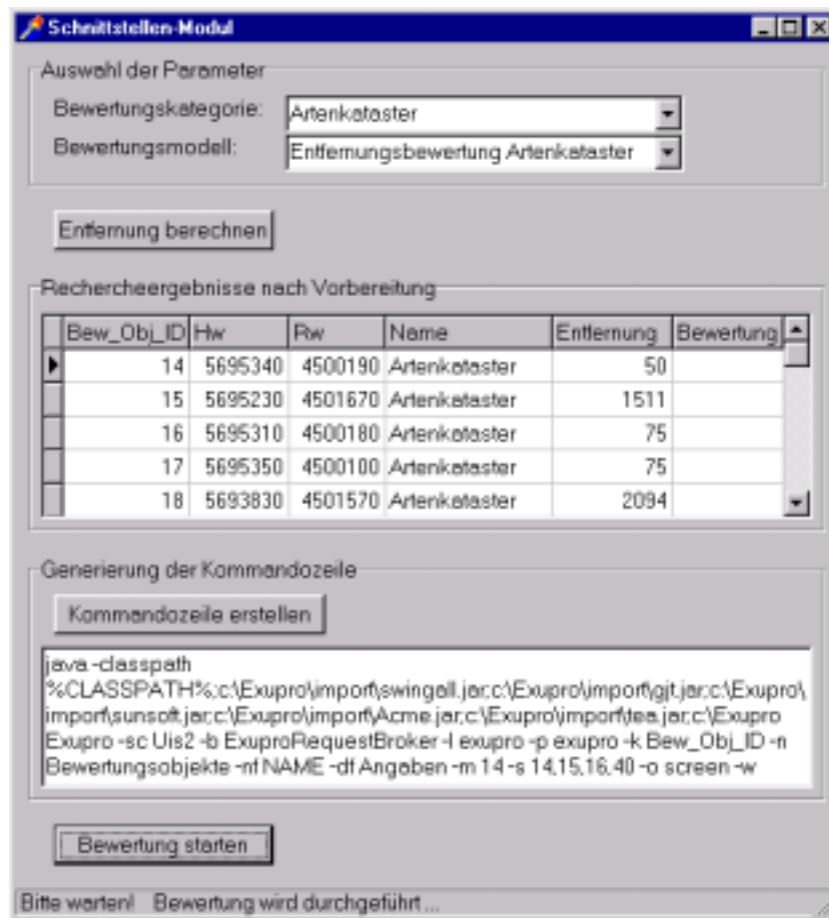


Abbildung 4  
Schnittstellen-Modul



vom Bauvorhaben. In gleicher Weise können Vorberechnungen weiterer Parameter (Indikatoren) erfolgen. Die Implementierung solcher Funktionen zur Aufbereitung von Faktenwissen war nötig, um Änderungen der bestehenden Systeme und deren Standardschnittstellen möglichst gering zu halten. Die für die Bewertung notwendigen Attributwerte werden deshalb durch Schnittstellenfunktionen bereitgestellt.

Es folgt eine weitere Funktion zur Bedienung von **exupro** aus der Schnittstelle heraus. Der Aufruf von **exupro** wird über eine, in Anzahl und Reihenfolge der Parameter von **exupro** festgelegte, Kommandozeile realisiert. Die Zusammenstellung dieses externen Aufrufes erfolgt dynamisch zur Laufzeit der Schnittstellenanwendung über die Auswahl des Bewertungsmodells. Dieser Batch-Aufruf übergibt Informationen zur Datenbankverbindung, zum Bewertungsmodell und den Bewertungsgegenständen an **exupro** und stößt damit die Bewertung an. Der Bewertungsvorgang läuft synchron zur Schnittstellenanwendung und bleibt für den Anwender transparent. Nach erfolgreicher Bewertung schreibt **exupro** die Ergebnisse in eine Tabelle seiner Standardschnittstelle. Anschließend werden diese Bewertungsergebnisse durch eine entsprechende Funktion des Schnittstellen-Moduls in die Standardschnittstelle des UIS eingepflegt. Nach erfolgter Bewertung und Bereitstellung der Ergebnisse gibt die Schnittstelle die Steuerung an **OPTI-UIS** zurück. Die **OPTI-UIS**-Komponente 'Thematische Karte' kann jetzt auf die temporäre Tabelle mit den bewerteten Sachdaten zugreifen und diese z. B. durch Color-Coding farblich abgestuft in einer Karte visualisieren.

## 5 Resultate

Die Evaluierung der Kopplung eines vorhandenen Umweltinformationssystems mit einem Bewertungssystem durch eine intelligente Schnittstelle brachte folgende Ergebnisse:

- Entscheidungsunterstützungssysteme können die Funktionalität vorhandener Umweltinformationssysteme erweitern.
- Es wird empfohlen, bereits in der Entwurfsphase derartiger Systeme eine allgemeine Schnittstelle zu definieren.
- Je nach Anforderung der Aufgabenstellung können dann verschiedene (mehrere) Entscheidungsunterstützungssysteme zum Einsatz kommen.
- Zur Förderung der Nutzerakzeptanz empfiehlt sich insbesondere die Verlagerung der Bewertungsprozesse in den Hintergrund der Anwendung, d. h. die Bewertungssysteme müssen als synchroner, parameterisierter Hintergrundprozeß die Bewertung durchführen können.
- Während der Wissensakquisition und der Einrichtung des Bewertungssystems kristallisieren sich zusätzliche Anforderungen an die Sachdatenerfassung und

damit an das Umweltinformationssystem heraus. Das betrifft vorrangig den Umfang der zur Nutzung als Indikator benötigten Faktenwissenbasis.

- Bei hinzukommenden Anforderungen ist die ausschließliche Erweiterung der Schnittstellenanwendung empfehlenswert, d. h. die vorhandenen Standardschnittstellen werden ohne Veränderungen genutzt, und eine Erweiterung von UIS bzw. Bewertungssystem ist nicht notwendig.
- Im Planungsamt der Kreisverwaltung Merseburg-Querfurt erfolgt die Ablösung der Anwendung **OPTI-UMWELTBERATER** durch die Anwendung **OPTI-BAUHERRENBERATER**. Dieses integrierte System kommt am Arbeitsplatz Bauherrensprechstunde zum Einsatz.

### Literaturverzeichnis

- Cummerwie, H.-G. (1995): Radikaler Reformansatz zur Veränderung der Verwaltungsstruktur in der Planungs- und Bauverwaltung, Vortrag im 336. Kurs des Instituts für Städtebau Berlin „Dienstleistungsbetrieb Planungs- und Bauverwaltung“, 28. und 29. März 1995, Berlin
- KGSt (1995): KGSt-Bericht Nr. 12/1994: Raumbezogene Informationsverwaltung, Kommunale Gemeinschaftsstelle, Köln
- Li, Q., Lochowsky, F.H. (1993): An Approach to Integrating Data and Knowledge Management in Next Generation Information Systems, in: Proceedings International Workshop Next Generation Information Technologies and Systems, Haifa, Israel
- Mackay, D.S. (1999): Semantic Integration of Environmental Models for Application, to Global Information Systems and Decision-Making, in: ACM SIGMOD Record, 28, No. 1
- Ranze, C., Mindermann, A. (1997): exupro - ein flexibles, heterogenes System zur Bewertungs- und Entscheidungsunterstützung, Beitrag zum 11. Internationalen Symposium für den Umweltschutz, Straßburg
- Reinhardt, K. (1997): Grobkonzept zum Aufbau Ressortübergreifender Umweltdatenbanken in der Kreisverwaltung Merseburg-Querfurt, Merseburg
- Runkel, P. (Hrsg.) (1993): Baugesetzbuch, mit BauGB-Maßnahmengesetz, Köln et al.
- Seder, I., Weinkauff, R. (1998): Entscheiden und Bewerten in der Umweltverwaltung, in: Haasis, H.-D., Ranze, K.C. (Hrsg.): Umweltinformatik '98 - vernetzte Strukturen in Informatik, Umwelt und Wirtschaft, Marburg, S. 403 – 413
- Weinkauff, R., Seder, I. (1998): Information Brokering in der Umweltverwaltung, in: Bischoff, R. et al. (Hrsg.): Von der Informationsflut zum Information Brokering, Wiesbaden, S. 138 – 150