

# Interoperable Katalogdienste in öffentlichen Umweltinformationssystemen

Klaus Greve<sup>1</sup> und Ralf Kramer<sup>2</sup>

## Abstract

Die Konzeption von Umweltinformationssystemen (UIS), die von öffentlichen Institutionen für die interne und externe Nutzung betrieben werden, wird üblicherweise in die Architekturebenen Basissysteme, Fachverfahren und Fachinformationssysteme sowie Systeme der übergreifenden Komponenten gegliedert. Dieses "traditionelle" Ordnungsschema diente sowohl zur Analyse bestehender als auch zur Konzeption neuer UIS und ist vor allem auf die Konzeption von UIS der zweiten Generation anzuwenden.

In diesem Beitrag argumentieren wir, daß bei der (Weiter-) Entwicklung zu UIS der dritten Generation innerhalb dieses Ordnungsschemas die Faktoren zunehmende Vernetzung, neue Nutzerkreise für UIS sowie diensteorientierte Architekturen zu berücksichtigen sind. Aus diesen Einflußfaktoren resultieren zwei wesentliche Konsequenzen. Zum einen müssen Anbieter und Nutzer mit komplex vernetzten und sehr flexiblen diensteorientierten Architekturen im Netz umgehen. Zum anderen erlangen Metadaten insbesondere zur Beschreibung von Diensten auf *sämtlichen* Architekturebenen von UIS eine noch weitaus stärkere Bedeutung als sie bislang in Form von Katalogsystemen auf der Ebene der übergreifenden Komponenten bereits hatten. Abschließendes Ergebnis dieser Überlegungen ist, daß Metadaten in zukünftigen UIS auf sämtlichen Architekturebenen in Form interoperabler Katalogdienste verteilt zur Verfügung gestellt werden müssen.

## 1 Einleitung

### 1.1 Motivation

In Untersuchungen zur Konzeption von Umweltinformationssystemen wurden diese bislang vor allem als föderierte Systeme betrachtet, als Informationssysteme, die aus zusammenwirkenden Teilsystemen bestehen. Der Grad der Kopplung ist bei dieser Art der Föderation in aller Regel ein eher loser: (Teil-) Systeme werden nebeneinander gestellt ohne daß eine Interaktion erfolgt, die über Datenexport und -import hin-

---

<sup>1</sup> Universität Bonn, Geographische Institute, Meckenheimer Allee 166, D-53115 Bonn, email: klaus.greve@uni-bonn.de, Internet: <http://www.giub.uni-bonn.de/greve>

<sup>2</sup> Universität Karlsruhe, Forschungszentrum Informatik (FZI), Haid-und-Neu-Straße 10-14, D-76131 Karlsruhe, email: [kramer@fzi.de](mailto:kramer@fzi.de), Internet: <http://www.fzi.de/kramer.html>

ausgeht. Ohne das bisher verwandte Referenzmodell abzulösen, werden zunehmend *diensteorientierte Architekturen* bei der Konzeption von UIS eingesetzt. Die Einführung dieser stärker nutzer- und outputorientierten Betrachtungsweise korrespondiert mit beträchtlichem Fortschritt bei der Vernetzungs- und Middleware-technik, aber auch einer zunehmenden Außenorientierung in Bezug auf Ziele und Adressaten von Umweltinformationssystemen. Diese Veränderungen charakterisieren den Übergang von Umweltinformationssystemen der zweiten zur dritten Generation (Mayer-Föll et al. 1998, S. 23ff).

Mit der Einführung von diensteorientierten Architekturen sind eine Reihe von Strukturmerkmalen von Umweltinformationssystemen neu zu überdenken. Das gilt insbesondere für die Bereitstellung und Verteilung von Metainformationen. Bildet Metainformation in herkömmlichen Umweltinformationssystemen eine wichtige Navigationsunterstützung, so ist sie in einer dienstorientierten Architektur Voraussetzung dafür, dass ein Dienst überhaupt angezeigt und genutzt werden kann.

## 1.2 Abgrenzung

Der diesem Beitrag zugrundeliegende Begriff von öffentlichen Umweltinformationssystem meint UIS öffentlicher oder für die Öffentlichkeit arbeitender Institutionen, nicht unmittelbar die Öffentlichkeit der Information. Er orientiert sich vorrangig an der Anwendungspraxis von Institutionen des Umwelt- und Naturschutz auf der Ebene der Länder und des Bundes in Deutschland, kann aber auch auf kommunale und transnationale UIS ausgeweitet werden.

Bewußt ausgeklammert haben wir in diesem Beitrag den Aspekt der eher technisch orientierten Metadaten, mit denen die flexible Kopplung einzelner Dienste (vorzugsweise Systemdienste) unterstützt werden kann. Fragestellungen sind hier die Beschreibung der Ein-/Ausgaben solcher Dienste sowie die Angabe von Regeln für zulässige Kombinationen von Diensten.

## 1.3 Aufbau des Beitrags

Der Beitrag ist in drei Hauptteile gegliedert. Zuerst rekapitulieren wir das Organisations- und Konzeptionsschema von UIS. Dann identifizieren wir wichtige Einflußfaktoren, die bei der (Weiter-) Entwicklung einzelner Komponenten von UIS sowie des Konzeptes von UIS insgesamt zu berücksichtigen sind. Abschließend ziehen wir die Schlußfolgerungen aus den vorangehenden Überlegungen, zum einen hinsichtlich der Nutzer und Anbieter von Daten und Diensten in diensteorientierten Architekturen, zum anderen hinsichtlich Metadaten. Ein kurzes Resümee sowie ein Ausblick auf weitere Arbeiten beschließen das Papier.

## 2 Strukturierung von Umweltinformationssystemen

In organisatorischer Betrachtungsweise ist es üblich, Umweltinformationssysteme in verschiedene Teilsysteme zu zergliedern und diese zu Kategorien oder Klassen zusammenzufassen. Das Konzept beschreibt vor allem Umweltinformationssysteme der zweiten Generation (Greve et al. 1998, Page et al. 1996). Unterschieden wird zwischen:

- **Basissysteme oder verfahrensübergreifende Infrastruktur**  
Hierunter werden verstanden:
  - Normen und Standards
  - Netzinfrastruktur und Middleware
  - Rechnerinfrastruktur
  - Hintergrunddatenbanken und Hintergrundverfahren oder -dienste
- **Fachsysteme** bilden die datentechnische Basis von UIS. Hier werden umweltrelevante Informationen in spezifischen Fachzusammenhängen verarbeitet. Beispiele sind Meß-, Überwachungs- und Erfassungssysteme, Fachdatenbanken und fachspezifische Auswertesysteme.
- **Übergeordnete UIS-Komponenten** dienen der Weiterverarbeitung von umweltrelevanten Informationen aus den Fachverfahren und Fachinformationssystemen und der Bereitstellung von übergreifenden Umweltinformationen. Als Beispiele für übergeordnete UIS-Komponenten seien der Umweltdatenkatalog (Swoboda et al. 1998) und die digitalen Umweltatlanten von Berlin (Bock et al. 1989) und Hamburg (Greve et al. 1995) genannt.
- In dieser Betrachtungsweise ist ein **Umweltinformationssystem** der organisierte Zusammenhang zwischen den Fachsystemen, den Basiskomponenten und den übergeordneten UIS-Komponenten. Ein Umweltinformationssystem ist somit ein föderiertes System aus verschiedenen DV-Anwendungen. (Greve 1993, Page et al. 1993, Mayer-Föll/Jaeschke 1993-98).

Viele der UIS-Teilkomponenten sind als selbständige Informationssysteme ausgeprägt und können auch ohne den UIS-Zusammenhang funktionieren. Das gilt insbesondere für Fachinformationssysteme und Fachverfahren. Auch übergeordnete UIS-Komponenten sind häufig als selbständige Informationssysteme organisiert.

Besondere Erwähnung verdient hier das Metainformationssystem Umweltdatenkatalog (UDK). Der Umweltdatenkatalog bildet ein zentrales, selbständiges Informationssystem. Es stellt UIS-weit Informationen über verfügbare Datenquellen und deren Inhalt zur Verfügung. Der UDK kann auch dann eingesetzt werden, wenn nur Teilkomponenten, aber kein integriertes UIS existiert.

### 3 Einflußfaktoren

In diesem Abschnitt gehen wir auf die wesentlichen Einflußfaktoren bei der Weiterentwicklung von UIS ein. Als wesentlicher technologischer Einflußfaktor wird die zunehmende Vernetzung auf der Basis offener Standards identifiziert. Wesentlicher organisatorischer Einflußfaktor sind neue Nutzer für UIS. Damit ergeben sich einerseits die Anforderung, andererseits das Potential, UIS diensteorientiert aufzubauen.

#### 3.1 Einfluß der Vernetzung

In der Vergangenheit bestanden - auch - UIS aus voneinander isolierten Systemen (UIS der ersten Generation). Die Durchgängigkeit von Daten wurde zwar gefordert, sie ließ sich aber aufgrund der technologischen Möglichkeiten im besten Fall mit beträchtlichem (manuellem) Aufwand realisieren. Die Software-Systeme auf den 3 Ebenen von UIS waren mehr oder weniger monolithische Systeme, die allenfalls zweischichtig aufgebaut waren (Client-/Server-Architekturen, beispielsweise mit Datenbankzugriffsschicht).

Wie auch in zahlreichen anderen Anwendungsgebieten erwiesen sich das World-Wide Web und seine Technologien in mehrfacher Hinsicht als eine Art Glücksfall (Kramer et al. 1996b) bei der Konzeption und Realisierung von UIS:

- Browser bieten ein einfaches und leicht zu beherrschendes Bedienparadigma. Ihr Einsatz erhöht somit die Nutzerakzeptanz und erschließt neue Nutzerkreise.
- Das Web kann als universelle Middleware-Technologie angesehen werden, die die flexible Integration unterschiedlicher Anwendungen unter einem einheitlichen Bedienparadigma ermöglicht (lose Kopplung in Form einer Föderation). Weitere Middleware-Technologien (u.a. CORBA) können als Ergänzung zur Integration technisch heterogener Datenquellen dienen (Koschel et al. 1996).
- Der Einsatz von Web-Technologien ist nicht an das Internet gebunden. Die selben Technologien können gleichermaßen auch auf behörden- oder verwaltungs-internen Intranets sowie innerhalb geschlossener Benutzergruppen auf dem Internet, auf sog. Extranets, eingesetzt werden.
- Damit bietet das Web zugleich das Potential, Software, die primär zur Erfüllung von Verwaltungsaufgaben für den internen Gebrauch entwickelt wurde, als Ganzes oder in Teilen (Dienstekonzept) auch der Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

### 3.2 Neue Nutzerkreise für UIS

In der Vergangenheit wurden die Teilsysteme von UIS ausschließlich verwaltungsintern zur Erfüllung der jeweiligen konkreten Aufgaben eingesetzt. Weitere Nutzer sowie neue Nutzerkreise ergeben sich nun primär aus 2 Gründen:

- Die Durchsetzung umweltpolitischer Maßnahmen setzt eine informierte Öffentlichkeit voraus. Die einschlägige EU-Direktive (90/313/EC) und deren Umsetzung in nationales Recht ermöglicht allen Bürgern freien Zugang zu den innerhalb von Behörden vorliegenden umweltrelevanten Daten. Eine kostengünstige und effektive Möglichkeit, dieser Vorgaben nachzukommen, besteht darin, die Umweltinformationen (auch) im Internet zugänglich zu machen.
- Der Einsatz von Web-Technologien vereinfacht innerhalb von Behörden den Zugang zu den Systemen eines UIS. Nicht nur diejenigen, die ein System zur Erfüllung ihrer Aufgaben regelmäßig benötigen, sondern auch diejenigen, die lediglich gelegentlich eine gewisse Teilfunktionalität zur Erfüllung ihrer Aufgaben benötigen, kann die Nutzung ermöglicht werden.

Die Öffentlichkeit wird damit zu einem neuen Nutzerkreis. Aber auch durch die flexibleren Nutzungsmöglichkeiten innerhalb von Behörden ergeben sich weitere Nutzer. Die strenge Trennung von externem und internen Nutzerkreis wird aufgelöst. Mancher behördeninterne Nutzer greift auch für interne Zwecke auf Daten und Darstellungsmethoden zurück, die zunächst für die Öffentlichkeit bereitgestellt werden. Im Gegensatz zur bisherigen in aller Regel fest umrissenen Nutzergruppe der einzelnen Systeme eines UIS lassen sich hier weitaus weniger Annahmen über die Nutzer machen. Dies gilt insbesondere für das fachliche Vorwissen. Aufgrund der weniger häufigen Nutzung ist die Annahme gerechtfertigt, daß die Suche nach den benötigten Daten sowie deren korrekte Interpretation besonderer Unterstützung bedürfen.

### 3.3 Dienstekonzept für UIS

Nutzer von Umweltinformationssystemen arbeiten in der Regel nur mit einem Ausschnitt aus der Vielfalt der angebotenen Informationen. In Umweltinformationssystemen der zweiten Generation geht man von fachlichen Zuständigkeiten und Orientierungen aus. Daher ordnete man Nutzer einzelnen Teilkomponenten zu. Diese stellen dem Anwender nicht nur Informationen, sondern auch die Benutzeroberfläche und die Verarbeitungsmethoden zur Verfügung. Die Integration der Teilkomponenten zu einem UIS erfolgt durch Rückwärtsverflechtungen: Teilkomponenten nutzen Daten und Methoden anderer Teilsysteme, in der Regel transparent für den Nutzer. Diese Form der Systemintegration stößt schnell an Grenzen, wenn flexibel auf komplexe Informationsbedürfnisse reagiert werden muß oder Nutzer querschnittsorientiert auf vielfältige Informationen zugreifen möchten.

Diensteorientierte Architekturen zeigen hier deutliche Vorteile. Den Nutzer inter-

essiert die Komponentengliederung eines UIS wenig. Er möchte bestimmte, von ihm auszuwählende Informationen erhalten und geeignete Methoden zur Ermittlung, Analyse und Darstellung der Informationen nutzen. Diese Sichtweise wird durch dienstorientierte Konzepte unterstützt

Als Dienst wird die Bereitstellung von Daten und Methoden bezeichnet (Mayer-Föll/Jaeschke 1993-97). Jede Möglichkeit, Informationen zu erhalten oder zu verarbeiten wird als Dienst abgebildet. Eine Fachanwendung präsentiert sich gegenüber dem Nutzer als ein fachlich gebündeltes Set von Diensten. Dabei kann die Zuordnung der Dienste zu UIS-Komponenten dem Nutzer weitgehend verborgen bleiben. Die Bündelung der Dienste ist damit im wesentlichen ein konzeptionelles Merkmal von UIS. Dienstorientierte Architekturen präsentieren (und modellieren) UIS daher entsprechend ablauforganisatorischer Bedürfnisse der nutzenden Organisationen, während die nach Komponenten differenzierende Betrachtungsweise eher an der Aufbauorganisation orientiert ist. Die Integration von UIS in einer dienstorientierten Architektur erfolgt nicht durch einfache Addition von Diensten, sondern durch die Nutzung von generischen Diensten, aus denen sich durch Verfeinerung spezifische Dienste entwickeln lassen (Schöning et al. 1996). Mit der Einführung generischer Dienste, genügt es nicht mehr, Dienste nutzer- oder anwendungsbezogen zu betrachten. Nun bedarf es auch einer abstrakten, konzeptionellen Sicht auf Dienstarchitekturen und eines Dienstkonzeptes.

Basierend auf den konkreten Anforderungen des UIS Baden-Württemberg wurde in (Koschel et al. 1996) bereits die dienstbasierte Architektur von WWW-UIS vorgestellt. Wesentlich bei dieser Architektur und ihren Weiterentwicklungen (Koschel et al. 1997) sind die horizontale Unterscheidung zwischen Anwender- und Systemdienste, ferner die vertikale Unterscheidung zwischen Auskunft- und Datendiensten.

Voisard und Schweppe (1998) stellen ein Schema zur Dekomposition von Informationssystemen und zur Betrachtung von Diensten im Zusammenhang mit interoperablen GIS vor. Sie unterscheiden 4 unterschiedliche Ebenen oder Betrachtungsansätze von Diensten:

- Die **Anwendungsebene**, die Sicht der Anwender, die Anfragen formulieren und Informationen erhalten. Auf dieser Ebene werden Nutzerschnittstellen definiert.
- Die Ebene der **abstrakten Dienste**, in der der Gesamtdatenbestand als konzeptionelle Einheit ohne Berücksichtigung der konkreten Zuordnung zu Teilkomponenten dargestellt wird. Auf dieser Ebene findet die konzeptionelle Datenmodellierung statt.
- Ebene der **konkreten Dienste**, in der die auszulösenden Operationen der einzelnen Teilkomponenten betrachtet werden. Auf dieser Ebene wird die Verteilung von Funktionen oder Aufgaben festgelegt. Einzelne Systeme und ihre Eigenschaften werden allerdings auf dieser Ebene noch als Kapseln betrachtet.
- Ebene der **Systemdienste**, in der die Schritte einzelner Operationen beschrieben werden. Auf dieser Ebene werden konkrete Funktionen definiert.

## **4 Konsequenzen für die Konzeption von UIS**

### **4.1 Auswirkungen dienstorientierter Architekturen**

#### **4.1.1 Auswirkungen für Nutzer und Anbieter**

Dienstorientierte Architekturen von UIS wirken sich gleichermaßen für Nutzer (Anwender) als auch für Anbieter von Daten aus.

Nutzer interagieren nicht mehr mit einzelnen (monolithischen) Systemen. Vielmehr stehen ihnen nunmehr Dienste zur Verfügung, die sie flexibel zur Erfüllung ihrer Aufgaben bzw. zur Suche nach den sie interessierenden Daten nutzen können.

Anbieter stellen mit ihren Daten auch Anwenderdienste zur Verfügung. Um neue Anwenderdienste einzurichten, können sich Anbieter möglicherweise auf bereits vorhandenen Systemdiensten (beispielsweise für Datenzugriffe oder Datenaufbereitung) abstützen. Eine Möglichkeit hierbei sind parametrisierte, generische Systemdienste, mit denen neue Anwendungsdienste flexibel realisiert werden können.

#### **4.1.2 Lösungsansatz Metadaten**

In einer dienstorientierten Architektur kann der Nutzer ausschließlich Daten verarbeiten, die durch einen Dienst erreichbar sind. Die Nutzung eines Dienstes setzt eine geeignete und recherchefähige Beschreibung des Dienstes voraus. Um die Ergebnisse der angebotenen Dienste korrekt interpretieren zu können, sind ggf. ergänzende Hintergrundinformationen zu den Diensten bzw. den durch sie zur Verfügung gestellten Daten erforderlich.

Beide Aufgaben können durch Metadaten erfüllt werden, die entsprechende Informationen über die Dienste zur Verfügung stellen. In einer dienstorientierten Architektur sind Daten oder Funktionen ohne Metadaten somit nicht auffindbar und nicht nutzbar.

## **4.2 Aufgaben der Metadaten**

Die Bedeutung von Metadaten in und für UIS wurde bereits früh erkannt (z.B. Häuslein/Greve 1994, die Beiträge in Kremers/Krasemann 1996). Auch die Beschreibung von Anwenderdiensten in Web-basierten UIS wurde u.a. bereits beim Web-basierten WWW-UDK im UIS Baden-Württemberg umgesetzt (Kramer et al. 1996a, Kramer et al. 1997). Bislang an anderer Stelle lediglich in Ansätzen betrachtet wurden jedoch die Konsequenzen, die sich aus durchgängig dienstorientierten UIS auf sämtlichen Ebenen *eines einzelnen* UIS sowie UIS-übergreifend ergeben (Nikolai et al. 1997).

#### 4.2.1 Metadaten auf den Architekturebenen eines einzelnen UIS

Sowohl aufgrund der technischen Möglichkeiten als auch aufgrund neuer Anforderungen entwickeln sich UIS zu diensteorientierten Architekturen, in der einzelne Dienste lose gekoppelt in Form von Föderationen zur Verfügung gestellt werden. Dies gilt nicht nur für die Ebene der übergreifenden Komponenten, sondern auch für die Ebene der Fachverfahren und Fachinformationssysteme sowie eingeschränkt auch für Basisysteme.

Aus den Überlegungen in Abschnitt 3 folgt, daß Metadaten auf sämtlichen Ebenen eines UIS relevant werden. Dabei ist zu erwarten, daß unterschiedliche Nutzer (-gruppen) bzw. Anbieter(gruppen) aufgrund ihrer unterschiedlichen Interessen und Aufgaben unterschiedliche Anforderungen an diese Metadaten stellen werden. Dies betrifft u.a. Detaillierungsgrad der Beschreibung, Ausführlichkeit der Beschreibung sowie verwendetes Vokabular für die Verschlagwortung.

Erforderlich ist daher ein auf die Anforderungen unterschiedlicher Nutzergruppen anpaßbarer und erweiterbarer Satz von Metadaten. Da diese Metadaten unterschiedliche Dienste beschreiben, die in aller Regel verteilt angeboten werden, erscheint es sinnvoll, auch die entsprechenden Metadaten in Form von Katalogdiensten anzubieten.

Aufgrund der Verteilung und Heterogenität der Dienste, die durch Metadaten zu beschreiben sind, scheiden rein zentrale Lösungen für die Katalogdienste aus. Zwei Lösungen erscheinen praktikabel. Zum einen können diese Katalogdienste zentral angeboten, aber dezentral gepflegt werden. Zum anderen können diese Katalogdienste dezentral (beispielsweise in Zusammenhang mit den Diensten, die sie beschreiben) angeboten und gepflegt werden.

#### 4.2.2 UIS-übergreifende Aufgaben von Metadaten

Im vorangehenden Abschnitt haben wir ein einzelnes UIS betrachtet, daß eine bestimmte Region (beispielsweise ein Bundesland) abdeckt. Ein solches UIS ist nun aber seinerseits in andere Kontexte eingebunden: Zum einen in regional über- bzw. untergeordnete UIS (beispielsweise Kommune, Bundesland, Bund, EU), zum anderen orthogonal dazu in thematische Querbezüge (beispielsweise Abfall-, Emissions- oder Ozondaten).

Aufgrund dieser Einbettung eines einzelnen UIS in andere Kontexte ergibt sich die Anforderung, daß die für ein einzelnes UIS bereits auf allen Ebenen postulierten Katalogdienste auch zwischen UIS in Form interoperabler Katalogdienste zur Verfügung stehen müssen. Wesentlich hierbei ist, daß ein Nutzer mit einer bestimmten Fragestellung bei der Suche nach Diensten, die seine Fragestellung beantworten, unterstützt wird, und daß Fehlinterpretationen von Ergebnissen ausgeschlossen werden.

Ein Beispiel für interoperable Katalogdienste findet sich in (Kramer et al. 1999).



Adressiert wird die Fragestellungen, wie vorhandenen bzw. in Entwicklung befindliche Katalogdienste unterschiedlicher Schwerpunkte (generelle Umweltdaten vs. Erdbeobachtungsdaten) unter weitgehendstem Beibehalt der gewohnten Benutzerinteraktionen zugänglich gemacht werden können.

## 5 Resümee und Ausblick

In diesem Beitrag haben wir auf der Basis des "traditionellen" 3-schichtigen Organisationsschemas öffentlicher UIS der zweiten Generation deren Weiterentwicklung vor dem Hintergrund neuer technologischer Möglichkeiten und neuer Nutzerkreise zu dienstorientierten UIS der dritten Generation beleuchtet. Es findet ein Wandel von stärker angebotsorientierten, relativ homogene Nutzergruppen bedienenden UIS der zweiten Generation zu stärker nachfrageorientierten Systemen der dritten Generation, die sich an heterogene Nutzergruppen wenden. Damit definiert nicht mehr das Informationsangebot des Systems die Relevanz von Daten für bestimmte Informationszwecke, sondern das Informationsbedürfnis des Nutzers.

Wesentliches Mittel zum Erschließen des Informationsinhaltes und seiner Nutzungsmöglichkeiten kommt damit der Metainformation zu. In dienstorientierten Architekturen sind Daten und Funktionen für den Nutzer nur dann verfügbar, wenn sie durch Metadaten beschrieben und erschlossen sind. Die Dienste sind verteilt, werden in unterschiedlichen Systemen und auf verschiedenen Ebenen der Systemarchitektur angeboten. Sowohl für Nutzungs-, wie für Pflegezwecke ist der Zusammenhang von Metadaten und Sachinformation in dienstorientierten Systemen nur aufrechtzhalten, wenn diese nicht in getrennten Systemen, sondern gemeinsam in einem System gehalten werden. Es folgt daraus auch eine Verteilung des Angebots an Metainformationen. Wesentliches Ergebnis dieser Überlegungen ist, daß in zukünftigen UIS verteilte Metadaten auf sämtlichen Ebenen in Form interoperabler Katalogdienste erforderlich sind. Diese können sowohl UIS-intern als auch UIS-extern, also UIS-übergreifend, genutzt werden.

Als nächste Schritte gilt es, auf der Basis der bereits vorhandenen Katalogsysteme im Umweltbereich (hier ist für die deutschsprachigen Länder insbesondere der UDK relevant) und unter Berücksichtigung internationaler Standardisierungsbestrebungen (Open GIS Consortium, ISO/TC 211) gemeinsam mit Anwendern anhand von Fallstudien entsprechende Use Cases zu erarbeiten. Diese können dann als Grundlage für eine Umsetzung im Rahmen regionaler, nationaler oder auch supranationaler UIS dienen.

## Danksagungen

Die Autoren möchten sich bei den Teilnehmern und Veranstaltern des BLAK UIS Workshops "Offene Umweltinformationssysteme" (4./5.2.1999, Münster) für die intensiven Diskussionen und zahlreichen Anregungen bedanken.

## Literaturverzeichnis

- Bock, M. et al. (1989): Umweltatlas Berlin - Aufbau eines ökologischen Planungsinstrumente, in: Schilcher, M., Fritsch, D. (Hrsg.): Geo-Informationssysteme: Anwendungen - neue Entwicklungen, Karlsruhe
- Greve, K. (1993): Vorüberlegungen zur Konzeption des Hamburger Umwelt-Information-Systems und der Integration von Elementen Geographischer Informationssysteme, in: Dollinger, F., Strobl, J. (Hrsg.): Angewandte Geographische Informationstechnologie V, Beiträge zum GIS-Symposium 7.-9. Juli 1993, Salzburg, S. 129-135
- Greve, K., Scholles, F., Stahl, R. (1998): Grundzüge eines allgemeinen Modells zur Beschreibung der Konzeption von Umweltinformationssystemen, in: Haasis, H.-D., Ranze, K.C. (Hrsg.): Umweltinformatik '98: Vernetzte Strukturen in Informatik, Umwelt und Wirtschaft, 12. Internationales Symposium „Informatik für den Umweltschutz“ der Gesellschaft für Informatik (GI), Marburg, S. 424-434
- Greve, K., Maier, K., Schaper, M. (1995): Digitaler Umweltatlas Hamburg 1995 - Eine Anforderungsanalyse, in: Kremers, H., Pillmann, W. (Hrsg.): Raum und Zeit in Umweltinformationssystemen, 9th International Symposium on Computer Science for Environmental Protection, Marburg, S. 517-524
- ISO/TC 211 <http://www.statkart.no/isotc211/>
- Koschel, A. et al. (1996): Evaluierung und Einsatzbeispiele von CORBA-Implementierungen für Umweltinformationssysteme, in: Lessing, H., Lipeck, U. (Hrsg.): Proc. 10. Symposium „Informatik für den Umweltschutz“ der Gesellschaft für Informatik (GI), Marburg, S. 190- 200
- Kramer, R., Kazakos, W., Rolker, C. (1999): Interoperability among Earth Observation and General Environmental Data Catalogues via CIP, in: Proceedings of the Earth Observation and Geo-Spatial Web and Internet Workshop '99, Washington D.C., USA, <http://ceo-www.jrc.it/eogeo99/>
- Kramer, R., Nikolai, R., Keitel, A., Legat, R., Zirm, K. (1996a): Enhancing the Environmental Data Catalogue UDK for the World Wide Web, in: Lessing, H., Lipeck, U. (Hrsg.): Proc. 10. Symposium „Informatik für den Umweltschutz“ der Gesellschaft für Informatik (GI), Marburg
- Kramer, R., Nikolai, R., Koschel, A., Rolker, C., Lockemann, P., Keitel, A., Legat, R., Zirm, K. (1997): WWW-UDK - A Web-based Environmental Metainformation System, in: ACM SIGMOD Record, 26, No 1, S. 16-25
- Kramer, R., Nikolai, R., Spandl, H. (1996b): Umweltdaten im Internet: Aufbau eines öffentlichen WWW-Servers, in: Proc. EMISA Fachgruppentreffen 1996, Aachen, S. 15-19, erschienen in: EMISA FORUM, 1997, Heft 1

- Kremers, H., Krasemann, H.L. (1996): Umweltdaten verstehen durch Metainformationen, Band 6 der Praxis der Umweltinformatik, Marburg
- Mayer-Föll, R. et al. (1998): Umweltinformationssystem Baden-Württemberg als Teil des Landessystemkonzepts - Rahmenkonzeption 1998, Karlsruhe
- Mayer-Föll, R., Jaeschke, A. (Hrsg.) (1993-97): Projekt GLOBUS - Berichte der Projektphasen I-IV, Forschungszentrum Karlsruhe, Wissenschaftliche Berichte, FZKA 5863, 5700, 5900, 6000, <http://www.uis-extern.um.bwl.de/lfu/uis/globus/>
- Nikolai, R., Koschel, A., Kramer, R. (1997): Automating metadata updates exemplified by the environmental data catalogue UDK, in: 8th International Conference on Management of Data (COMAD'97), Chennai (Madras), India
- Open GIS Consortium: OpenGIS Abstract Specification, Topic 11 - Metadata, Topic 13 - Catalogue Services; <http://www.opengis.org/techno/specs.htm>
- Page, B., Häuslein, A., Greve, K. (1993): Das Hamburger Umweltinformationssystem HUIS: Aufgabenstellung und Konzeption, Hamburg
- Page, B., Schikore, E., Mack, J. (1996): Dokumentation der Umweltinformationssysteme des Bundes und der Länder, herausgegeben vom Bund-Länder-Arbeitskreis Umweltinformationssysteme (BLAK UIS), Hamburg
- Schöning, C., Steinhau, R., Wagner, W. (1996): LUIS - Landesumweltinformationssystem Brandenburg: Umfassende Umweltinformationen aus erster Hand, in: Lessing, H., Lipeck, U. (Hrsg.): Proc. 10. Symposium „Informatik für den Umweltschutz“ der Gesellschaft für Informatik (GI), Marburg, S. 139-148
- Swoboda, W., Kruse, F., Nyhuis, D., Rouselle, H. (1998): Die Neukonzeption des Umweltdatenkataloges, in: Haasis, H.-D., Ranze, K.C. (Hrsg.): Umweltinformatik '98: Vernetzte Strukturen in Informatik, Umwelt und Wirtschaft, 12. Internationales Symposium „Informatik für den Umweltschutz“ der Gesellschaft für Informatik (GI), Marburg, S. 610-620
- Voisard, A., Schweppe, H. (1998): Abstraction and decomposition in interoperable GIS, in: International Journal Geographical Information Science, 12, S. 315-333