

Hypermedia im Umweltschutz

Erfahrungen aus dem Arbeitskreis

Wolf-Fritz Riekert^{1,2} und Klaus Tochtermann²

Abstract

Der Arbeitskreis „Hypermedia im Umweltschutz“ wurde Anfang 1998 aus den Fachgruppen 4.6.1 „Informatik im Umweltschutz“ und 4.9.1 „Hypertextsysteme“ der Gesellschaft für Informatik (GI) heraus gegründet. Mit diesem Beitrag wird über den Stand der Technik auf dem Gebiet „Hypermedia im Umweltschutz“ berichtet und eine Übersicht über einschlägige Arbeiten gegeben. Dies geschieht am Beispiel von Projekten und Entwicklungen, die in den Workshops des Arbeitskreises präsentiert wurden.

1. Ausgangspunkt

Technologien wie Hypertext/WWW und Multimedia gewinnen wachsende Bedeutung für die Gestaltung von Informationssystemen im Umweltbereich. In zunehmendem Maße wird multimedial aufbereitete Umweltinformation von Wirtschaftsunternehmen, Verwaltungen und Forschungseinrichtungen über CD-ROM oder Internet-Dienste bereitgestellt. Digitale Bibliotheken mit Sammelschwerpunkten auf umweltrelevanten Dokumenten (etwa Berichten, Landkarten, Fotografien, Satellitenbildern) befinden sich an vielen Orten im Aufbau. Aufgrund ihres Raum- und Zeitbezugs und ihrer Verknüpfung mit vielfältigen Metadaten fordern und ermöglichen Umweltinformationen dabei neue Präsentations- und Retrievaltechniken. Vor diesem Hintergrund wurde Anfang 1998 – aus den beiden Fachgruppen 4.6.1 „Informatik im Umweltschutz“ und 4.9.1 „Hypertextsysteme“ der Gesellschaft für Informatik (GI) heraus – der Arbeitskreis „Hypermedia im Umweltschutz“ gegründet (AKHU 1999).

Mit dem Arbeitskreis wird bezweckt, in diesem Umfeld arbeitende Wissenschaftler sowie Praktiker aus Industrie und Verwaltung zum Erfahrungsaustausch und zur Förderung weiterer Zusammenarbeit zusammenzubringen. Dabei werden zum einen die Erfahrungen und Erkenntnisse der letzten Jahre aus dem Gebiet Hy-

¹ Hochschule für Bibliotheks- und Informationswesen (HBI),
Wolframstr. 34, D-70191 Stuttgart, Email: riekert@hbi-stuttgart.de

² Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW),
Postfach 2060, D-89010 Ulm, Email: tochterm@faw.uni-ulm.de

pertext/Multimedia in die speziellen Anwendungsbereiche Umweltschutz, Umweltvorsorge und nachhaltige Entwicklung eingebracht. Zum andern zeigt sich, daß konkrete Fragestellungen aus diesen Anwendungsbereichen neue interessante Aufgabenfelder für die Hypermedia-Technologie im umfassenden Sinne hervorbringen.

Die neuen Themen und Technologien der Informationsgesellschaft haben heute den Umweltbereich weitgehend erfaßt. Insbesondere Hypermedia im Sinne der Kombination von Hypertext- und Multimediatechnologie hat sich in vielen Praxisprojekten als das Paradigma schlechthin erwiesen, das in besonderem Maße imstande ist, der Vernetztheit und Vielfalt von Umweltinformationen gerecht zu werden. Mit Hypermedia eng verbunden sind zusätzliche Themenstellungen, die ebenfalls im Umweltbereich von großer Bedeutung sind wie die Vernetzung im weitesten Sinne (Dade/Schulz 1999) sowie die Dienste- oder Service-Orientierung. Ein weiterer Gesichtspunkt, der gerade im Bereich Multimedia von wachsender Bedeutung ist, ist der Unterhaltungsaspekt der Informationsinhalte.

Dieser Beitrag gibt im folgenden eine Übersicht über die Aspekte der Inhalte, der Methoden und Techniken sowie der Anwendung hypermedialer Konzepte und Systementwicklungen im Umweltbereich. Dies geschieht am Beispiel einschlägiger Projekte und Entwicklungen, die in den Workshops des Arbeitskreises Hypermedia im Umweltschutz präsentiert wurden.

2. Inhalte

Hypermediatechnologien werden im Umweltbereich in breitem Umfang eingesetzt, um vielfältige Informationsinhalte zu vermitteln, seien dies Meßwerte oder statistische Daten, Dokumente aus der Bürokommunikation, Berichte, multimediale Präsentationen, Karten, Vorschriften, Stoffinformationen, Umweltmodelle oder Bibliographien.

Das in der Europäischen Union und vielen weiteren Staaten geltende Recht auf freien Zugang zu Informationen über die Umwelt (European Council 1990) belegt das öffentliche Interesse an derartigen Informationsinhalten. Insbesondere hypermedial aufbereiteten *Umweltberichte* bieten die Möglichkeit, diesem Interesse auf benutzernahe und zugleich wirtschaftliche Weise nachzukommen. Dies war auch der Leitgedanke des inzwischen abgeschlossenen Vorhabens „Hypermediatechnik für Umweltdaten“ (HUDA). In HUDA wurde ein Verfahren entwickelt, das es dem Umweltbundesamt und der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg erlaubt, Umweltberichte parallel in gedruckter Form sowie als Web-Präsentation und als CD-ROM zu produzieren (Keitel et al. 1998, 1999). Umweltinformationen werden mit diesen Berichten der interessierten Öffentlichkeit multimedial in Form von Texten, Bildern, Graphiken und thematischen Karten vermittelt. Ein ähnlicher Ansatz liegt den hypermedialen Umweltfachsystemen der XfaWeb-Familie zugrunde (Geiger et al. 1999; Lautner et al. 1998). Die Systeme der XfaWeb-Familie stel-

len Handbücher, Fachberichte, Publikationen, Verordnungen und kleinere Datenbanken zu verschiedenen Umweltbereichen wie Altlasten, Bodenschutz und Naturschutz in multimedialer Form auf CD-ROMS, in Intranets und in gedruckter Form bereit. Nutzer sind Fachleute aus Umweltbehörden und Ingenieurbüros.

Da der Wert von Umweltberichten nicht nur in der Qualität der Erfassung, der Aufbereitung und der Präsentation der umweltrelevanten Daten liegt, sondern in hohem Maße auch von deren Verfügbarkeit abhängt, können Referenzserver zur Sicherstellung der Verfügbarkeit und der Versionskontrolle als Bestandteil der elektronischen Umweltberichterstattung eingesetzt werden (Matscheroth 1999).

Viele Hypermedia-Projekte befassen sich mit *Umweltdaten*, beispielsweise mit Meßwerten oder statistischen Daten. Die Abfrage derartiger Daten aus Umweltdatenbanken sowie die multimediale Präsentation der Abfrageergebnisse mit Hilfe von Tabellen, Business-Graphiken und Karten ist Gegenstand verschiedener Entwicklungen für Internet und Intranet (Henning et al. 1998; Kramer et al. 1999; Siemonsen et al. 1998). Ein anderes Beispiel für Umweltdaten sind Informationen über chemische Stoffe, die ebenfalls durch webbasierte Informationssysteme bereitgestellt werden können (Herrmann 1999).

Informationen über Umweltchemikalien erschließt auch das Internet-basierte System DAIN (Voigt/Benz 1998). Bei DAIN handelt es sich jedoch um ein Metainformationssystem; denn das System enthält die Informationen über Umweltchemikalien nicht selbst, sondern lediglich *Metainformationen* über derartige Informationen. Webbasierte Metainformationssysteme wie DAIN dienen zur benutzergerechten Abfrage und Präsentation der Metainformationen sowie zur Navigation zu den primären Umweltinformationen mit Hilfe von Internettechniken. Die Nutzung von Metainformationen spielt heutzutage in fast allen hypermedialen Umweltinformationssystemen eine Rolle, so daß eine vollzählige Aufzählung aller Projekte mit Bezug zu Metainformationen den Rahmen dieser Abhandlung sprengen würde.

Ausschließlich auf Metainformationssysteme und digitale Kataloge konzentriert sich der Verweis- und Kommunikationsservice Umwelt (VKS Umwelt), dessen Entwicklung das Umweltbundesamt zusammen mit verschiedenen Partnern angegangen hat (Mohaupt-Jahr et al. 1998). In VKS Umwelt wurde ein sogenannter Broker konzipiert, der den parallelen Zugriff auf mehrere Metainformationssysteme und digitale Kataloge wie z.B. den Umweltdatenkatalog oder die bibliographischen Datenbanken des Umweltbundesamts ermöglicht. Die Konzeption des VKS-Brokers bildete den Ausgangspunkt für die zur Zeit laufenden Arbeiten am Umweltinformationsnetz Deutschland GEIN (German Environmental Information Network).

Besondere Bedeutung im Zusammenhang mit Metainformationen besitzen Thesauri (Legat/Stallbaumer 1999) und Raumbezugssysteme (sog. Gazetteers). Diese Informationsstrukturen lassen sich ebenfalls mit Hilfe von Hypermediatechniken bearbeiten und präsentieren. Thesauri und Gazetteers ermöglichen benutzerorientierte Erweiterungen von Metainformationssystemen und Suchmaschinen und er-

lauben eine wirkungsvolle Erschließung von Umweltinformationen in Internet und Intranet (Riekert et al. 1999). Ein sehr anspruchsvoller Ansatz aus der Künstlichen Intelligenz ist die Verwendung von sogenannten Ontologien als Bezugssysteme für Umweltinformationen. Durch Ontologien wird die Festlegung allgemeiner semantischer Bezüge der Informationen und deren Verwendung bei der intelligenten Recherche möglich (Stuckenschmidt/Ranze 1999).

Metainformationssysteme sind eigentlich nichts anderes als digitale Erscheinungsformen von Katalogen, wie sie im Bibliothekswesen seit jeher in Gebrauch sind. So ist es kein Wunder, daß das Paradigma der Digitalen Bibliothek auch in der Umweltinformatik Eingang gefunden hat (Hicks/Tochtermann 1998). Ein neuer Gedanke ist die Konzeption einer an persönliche Ansprüche anpaßbaren digitalen Bibliothek, die aus im Internet oder Intranet verfügbaren Informationsressourcen besteht (Hicks/Tochtermann 1999). Ein anderer Bezug zum Bibliothekswesen manifestiert sich in einer digitalen Bibliographie der Umweltinformatik, die an der Universität Hamburg aufgebaut und gepflegt wird (Cummerow/Page 1998).

Den *geographischen Informationen* kommt unter allen Informationsarten im Umweltbereich eine besondere Rolle zu. Geographische Informationen zählen einerseits zu den primären Umweltinformationen, da ja der Raumbezug für fast alle Umweltphänomene ein entscheidendes Merkmal darstellt. Zum andern haben, wie bereits beschrieben, auch Metainformationen in aller Regel einen Raumbezug, der sich mit Hilfe von Raumbezugssystemen, also ebenfalls in Form geographischer Information darstellen läßt.

Die Web-Technologie erleichtert die hypermediale Darstellung von raumbezogenen Informationen. Insbesondere lassen sich Umweltinformationen in kartographischer Form im Internet und Intranet bereitstellen (Greve/Fitzke 1999, Huettmann 1998). Inzwischen gibt es eine große Zahl von marktgängigen webfähigen Geoinformationssystemen (GIS), die zunehmend auch im Umweltbereich zum Einsatz kommen (Leukert et al. 1999). Probleme bereitet jedoch nach wie vor die Integration von verteilten Daten und Systemen unterschiedlicher Hersteller. Hier Lösungen anzubieten, ist Gegenstand verschiedener Projekte zur Entwicklung von herstellerunabhängigen Geodatenservern und -clients (Friebe 1999; Hofmann 1998). Große Erwartungen werden auch in die Standardisierungen des Open GIS Consortiums für die Entwicklung eines webbasierten GIS gesetzt (Storch 1998).

Recherche über eine Metainformationskomponente und direkter Durchgriff auf die gefundenen raumbezogenen Informationsressourcen (Geodaten, Karten, Dokumente) kennzeichnen das Geospatial Warehouse der Stadt Köln (Hermsdörfer et al. 1998) sowie das Geoinformationssystem Umwelt (GISU) des Umweltbundesamts (Balzer/Nouhuys 1998). Mit einer auf einen Geodatenmarkt ausgerichteten Lösung, die ebenfalls auf einem Metainformationssystem basiert, propagiert das 1997 in Darmstadt gegründete Informations- und Kooperationsforum für Geodaten (InGeoForum) den Aufbau einer „nationale Infrastruktur für Geodaten“ (Göbel et al. 1999).

3. Methoden und Techniken

In Projekten, die zum Bereich Hypermedia im Umweltschutz zählen, wird eine Vielzahl innovativer Techniken zur *Bereitstellung* von Umweltinformationen eingesetzt. An vorderster Stelle steht das World Wide Web (WWW) mit den klassischen Techniken wie der Seitenbeschreibungssprache Hypertext Markup Language (HTML) und dem Common Gateway Interface (CGI), mit dessen Hilfe dynamische Hypertextseiten generiert werden können. In mehreren Projekten wird bereits die Extended Markup Language (XML) eingesetzt (Arndt/Görsch 1999; Schreiter 1999; Weihs 1999). Aufgrund der oft für Umweltinformationen unzureichenden Übertragungsraten im Internet wird häufig auch der Einsatz von CD-ROMs vorgesehen. Um auch auf CD-ROMs dynamische Hypertextseiten anbieten zu können, hat sich die Plug-in- bzw. die ActiveX-Technologie als anwendergerecht erwiesen (Reißfelder et al. 1998).

Häufiger noch als ActiveX kommt in vielen neuen Projekten Java zum Zuge, meist mit weiteren interessanten Techniken im Gefolge wie z.B. dem Datenbankanbindungsverfahren Java Database Connectivity (JDBC) (Riekert et al. 1999) oder der SWING-Klassenbibliothek zur Gestaltung anspruchsvoller Benutzungsoberflächen und einer auf Java Beans basierten Komponentenarchitektur (Kramer et al. 1999). In einigen Projekten wird auch die Common Object Request Broker Architecture (CORBA) zur Realisierung verteilter Anwendungen genutzt (Freitag et al. 1998; Schreiter 1998). Die Forderung nach Datensicherheit und verlässlichem Programmcode sowie nach der Vermarktbarkeit von Umweltinformationen führt zunehmend auch zum Einsatz kryptographischer Methoden (Pursche et al. 1999). Beim Umgang mit verteilten Metainformationen wird mit Z39.50 zunehmend ein spezielles Kommunikationsprotokoll avisiert, das aus dem Bibliotheksbereich stammt (Mohaupt-Jahr et al. 1998). Um Rückschlüsse auf die Nutzungsfreundlichkeit von webbasierten Umwelt(meta)informationssystemen ziehen zu können, haben sich Statistiken zur Auswertung der Zugriffshäufigkeiten als große Hilfe erwiesen (Voigt/Benz 1999).

Bei der Bereitstellung von Umweltinformationen spielen benutzerorientierte Methoden und Techniken zur anschaulichen *Präsentation* der häufig komplexen Zusammenhänge eine wichtige Rolle. Am Beispiel verschiedener Anwendungsfälle werden wahrnehmungstheoretische Grundlagen sowie Gestaltungsprinzipien und -kriterien für attraktive multimediale Präsentations- und Interaktionsformen aufgezeigt (Buziek 1998; Röttgers/Günther 1998), wobei auch der Unterhaltungsaspekt der Umweltinformation eingeschlossen wird (Franzen 1998). Ganz konkrete Erfahrungen wurden mit einem mobilen multimedialen Umweltinformationssystem gemacht, das Besuchern des Oberharzer Bergbaumuseums Zellerfeld ermöglicht, Technik und Technikfolgen des Bergbaus direkt zu erleben (Eirund/Schreiber 1998). In zwei vorgestellten Systemen wird die Virtual Reality Modeling Language (VRML) zur Darstellung dreidimensionaler Umweltphänomene genutzt (Buziek

1998; Bauer et al. 1999). Eine Studie über den Grad der Motivationsverstärkung durch hypermediale umweltpädagogische Lernumgebungen liefern Zumbach et al. (1998).

Schließlich werden Groupware-Techniken zur Unterstützung der *teamorientierten Durchführung* von umweltbezogenen Aufgaben zum Einsatz gebracht, so beispielsweise bei der Erstellung von Umweltberichten (Lurk/Alber 1998) oder der Bewertung von Flächennutzungsplänen (Vögele/Ranze 1999).

4. Anwendungen

Viele Anwender im Umweltbereich setzen heute Hypermedia als Basistechnologie ein. An erster Stelle stehen derzeit die öffentlichen *Verwaltungen*, die diese wirtschaftliche Technologie sowohl intern wie auch extern (insbesondere zur Information der Öffentlichkeit) nutzen. Für viele Anwendungen stellen länderübergreifende Kooperationen zum Aufbau webbasierter Systeme einen gemeinsamen äußeren Rahmen dar; Beispiele hierfür ist die Weiterentwicklung des Umweltdatenkatalogs (UDK) und der Aufbau des Umweltinformationsnetzes Deutschland (GEIN).

Umweltverwaltungen setzen Hypermediatechnologien *intern* zum Vollzug verschiedenster Aufgaben ein. Das Sachdatensystem (SDS) des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg erlaubt die komfortable Selektion von Umweltdaten aus Umweltdatenbanken (Kramer et al. 1999). Der Umwelt- und Verkehrs-Informationsservice Baden-Württemberg (UVIS) unterstützt sogenannte Generalisten in der Umweltverwaltung, die sich einen fachübergreifenden Überblick zu bestimmten Fragestellungen verschaffen möchten (Henning et al. 1998). Baden-Württemberg setzt auch auf die Hypermediatechnologie für die Realisierung der Benutzungsschnittstelle des künftigen Systems zur Kernreaktor-Fernüberwachung (Bieber 1999; Klahn/Bieber 1998). Das bayrische Informationssystem für Planung und Umwelt (ISPU) verwendet einen XML-basierten Objektkatalog zum Nachweis von Umweltobjekten und deren Abstraktionen (Weihs 1999). Der bereits genannte Informationsservice VKS Umwelt zielt darauf ab, freigegebene interne Informationsbestände des Umweltbundesamtes sowie ausgewählte externe Internet-Ressourcen für die interne Nutzung zu erschließen (Mohaupt-Jahr et al. 1998).

Verschiedene Aufgaben der *öffentlichen Umweltberichterstattung* werden durch die ebenfalls bereits genannten Systeme XfaWeb (Geiger et al. 1999) und HUDA (Keitel et al. 1999) auf Landes- und Bundesebene unterstützt. Wie Sicherheitsaspekte beim Übergang zwischen interner und externer Nutzung von Umweltinformationssystemen in Verwaltungen berücksichtigt werden können, zeigt das Bremer Umweltinformationssystem (BUI SY), das auf einem Data-Warehouse-Konzept basiert (Conrad/Visser 1998; Schröder/Conrad 1998). Im ursprünglich für den internen Einsatz entwickelten CORBA-basierten Landesumweltinformationssystem (LUI S) Brandenburg wird inzwischen auch Web-Technologie für eine teilweise öf-

fentliche Nutzung der Informationsinhalte eingesetzt (Schreiter 1998, 1999; Freitag et al. 1998). Das hessische multimediale Auskunftssystem für Umweltdaten (MARS) unterscheidet sich von den anderen Systemen der Umweltverwaltung insbesondere dadurch, daß in MARS neben staatlichen Stellen auch Wirtschaftsunternehmen umweltbezogene Informationsdienste für die öffentliche Nutzung bereitstellen, so beispielsweise eine dreidimensionale Visualisierung von möglichen Gefahren- bzw. Schadstoffquellen in Innenräumen (Bauer et al. 1999).

Neuerdings setzen auch *Kommunen* Hypermediatechniken zur Unterstützung lokaler Aktivitäten zur Umsetzung der Agenda 21 ein (Maetzel et al. 1998). In diesem Umfeld gibt es für konkrete Themenbereiche bereits interaktive Diskussionsforen, die der Öffentlichkeit die Möglichkeit bieten, sich aktiv an Entscheidungsprozessen zu beteiligen (Vögele/Ranze 1999). Neben dem Einsatz auf lokaler Ebene können moderne Informations- und Kommunikationstechnologien als eine große und einmalige Chance gesehen werden, um weltweit zu einer nachhaltigen Informationsgesellschaft beizutragen (Radermacher 1998).

Forschungseinrichtungen stellen mit Hilfe von Hypermediatechniken Umweltinformationen bereit, die auf lokaler, regionaler aber auch internationaler Ebene von großer Bedeutung sind. Das ökologische Informationssystem KERIS (Kiel Eco-system Research Information System) macht auf Projektebene umweltrelevante Sach- und Geodaten sowie Modelle anderen Wissenschaftlern zugänglich (Heinrich/Hosenfeld 1998), damit diese die Struktur und Dynamik von Ökosystemen besser interpretieren können. Umweltinformationen mit regionaler Bedeutung werden für die Region Ost-Mosel und den Stadtverband Saarbrücken über ein öffentliches Informations- und Entscheidungssystem für Umweltfragen angeboten (Denzer et al. 1998). Schließlich sind die vom europäischen Joint Research Centre in Ispra (Italien) über das System GELOS bereitgestellten Ressourcen auf den Gebieten des Umweltschutzes und Naturwissenschaften sowie die über das System EWSE verfügbar gemachten Daten und Informationen zu vielfältigen Ressourcen der Fernerkundung auf internationaler Ebene von Bedeutung (Kleih et al. 1998).

Im *betrieblichen Bereich* werden Hypermediatechniken u.a. bei der Umsetzung der Öko-Audit-Verordnung zur Erstellung von Umweltmanagementhandbüchern eingesetzt (Arndt/Günther 1998, Arndt et al. 1999). Insbesondere zur weiteren Verbesserung des Umweltmanagements in der Produktion werden Hypermedia- und Intranettechniken für die umweltgerechte Konstruktion (Mogge/Rosemann 1999) und Demontage (Kurbel et al. 1999) sowie für einen unternehmensinternen Umweltlizenzhandel (Bahlinger 1999) entwickelt. Hypermediatechniken haben auch neue Möglichkeiten eröffnet, um die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Umweltmanagement und Qualitätsmanagement sowie technischen und betriebswirtschaftlichen Aspekten besser zu unterstützen (Sternemann et al. 1998).

Der Einsatz eines betrieblichen Umweltinformationssystems in Unternehmen macht es jedoch erforderlich, daß die Mitarbeiter des Unternehmens entsprechend geschult werden. In diesem Zusammenhang werden internetbasierte Schulungskur-

se für den Fernunterricht angeboten (Vögele 1998; Dade/Schulz 1998). In diesem Zusammenhang spielen auch Kommunikationsplattformen, über die sich insbesondere kleine und mittelständische Betriebe austauschen können, eine wichtige Rolle (Müller/Lang 1999).

So vielfältig die Einsatzmöglichkeiten betrieblicher Umweltinformationssysteme sind, so wenig Unterstützung gibt es derzeit für Unternehmen bei der Auswahl eines betrieblichen Umweltinformationssystems, das die Erreichung der Ziele des Unternehmens am besten unterstützen kann. Abhilfe soll hier jedoch der Internet-Katalog betrieblicher Umweltinformationssysteme IKARUS schaffen (Rey/Schnapperelle 1999).

5. Zusammenfassung

Hypermedia im Umweltschutz ist ein sehr bewegtes und zukunftsorientiertes Arbeitsfeld, das von den Anwendungen wie auch von den zugrundeliegenden Technologien her außerordentlich interessant ist. Es ist ein Gebiet von weiterhin wachsender Bedeutung. Dies hat sich auch auf den einschlägigen GI-Arbeitskreis ausgewirkt: Zwei große Workshops in Ulm (Riekert/Tochtermann 1998) und Nürnberg (Dade/Schulz 1999), auf denen alle hier beschriebenen Entwicklungen vorgestellt wurden, – ein dritter Workshop ist für das Jahr 2000 in Ulm geplant – sowie ein über einen Emailverteiler verbundener Interessiertenkreis, der inzwischen auf weit über 200 Personen angewachsen ist, stellen eine sehr erfreuliche Bilanz dar, die alle Beteiligten ermutigt, den eingeschlagenen Weg fortzusetzen.

Literatur

- AKHU (1999): Homepage des Arbeitskreises „Hypermedia im Umweltschutz“ der Fachgruppen 4.6.1 „Informatik im Umweltschutz“ und 4.9.1 „Hypertextsysteme“ der Gesellschaft für Informatik (GI). URL: <http://www.faw.uni-ulm.de/akhu/>.
- Arndt, H.-K., Günther, O. (1998): Umweltmanagement-Handbücher – Anforderungen an betriebliche Umweltinformationssysteme. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Arndt, H.-K. et al. (1999): Umweltmanagementinformationssysteme: Der EcoExplorer. In: (Dade/Schulz 1999).
- Arndt, H.-K., Görsch, D.: Überbetriebliche Integration von Umweltinformationen mit Hilfe von XML. In: (Dade/Schulz 1999).
- Bahlinger, T. (1999): Multiagentensystem für den unternehmensinternen Umweltlizenzhandel. In: (Dade/Schulz 1999).
- Balzer, H., van Nouhuys, J. (1998): GISU – Geographisches Informationssystem Umwelt im Umweltbundesamt. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Bauer, K.M. et al. (1999): Inhaltliche und technische Erweiterungen des hessischen Umweltinformationssystems MARS. In: (Dade/Schulz 1999).

- Bieber, K. (1999): Die technische Realisierung der neuen Kernreaktor-Fernüberwachung Baden-Württemberg. In: (Dade/Schulz 1999).
- Buziek, G. (1998): Wahrnehmungstheoretische Grundlagen, Gestaltungsprinzipien und Beispiele für die animierte kartographische Visualisierung eines Überflutungsprozesses. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Conrad, R., Visser, U. (1998): Konzeption und Technologien für das Internet-basierte Bremer Umweltinformationssystem. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Cummerow, R., Page, B. (1998): Entwurf und Realisierung einer elektronischen Bibliographie der Umweltinformatik. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Dade, C., Schulz, B. (Hrsg.) (1999): Management von Umweltinformationen in vernetzten Umgebungen. 2. Workshop des Arbeitskreises „Hypermedia im Umweltschutz“ und 8. Workshop der Fachgruppe „Betriebliche Umweltinformationssysteme“, Nürnberg 1999. Metropolis-Verlag, Marburg.
- Dade, C., Schulz, B. (1998): Aufbau eines BUIS als integrativer Bestandteil von Fernunterricht. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Denzer, R. et al. (1998): TEMSIS – A Transnational System for Public Information and Environmental Decision Support. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Eirund, H., Schreiber, G. (1998): Umwelt ist draußen – Ein mobiles multimediales Umweltinformationssystem. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- European Council (1990): Directive on the freedom of access to information on the environment, 7 June 1990.
- Franzen, M. (1998): Umweltinformation und Hollywood – Ansätze für die attraktive Gestaltung von Umweltinformationen. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Freitag, U. et al. (1998): Internet-Technologien als Basis für förderierte Online-Umweltinformationsdienste am Beispiel des LUIS Brandenburg. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Friebe, J. (1999): Softwarekomponenten für GIS im Internet. In: (Dade/Schulz 1999).
- Geiger, W. et al. (1999): Ein integrierter Werkzeugkasten zur Erstellung und Verwaltung hypermedialer Umwelt-Fachinformationssysteme. In: (Dade/Schulz 1999).
- Göbel, S. et al. (1999): InGeoForum – Informations- und Kooperationsforum für Geodaten. In: (Dade/Schulz 1999).
- Greve, K., Fitzke, J. (1999): Kartenunterstützte Auskunftsmodule von Umweltinformationssystemen im WWW. In: (Dade/Schulz 1999).
- Heinrich, U., Hosenfeld, F. (1998): Multimediale Recherche und Präsentation heterogener Umweltinformationen. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Henning I. et al. (1998): UVIS: Umwelt- und Verkehrs-Informationsservice Baden-Württemberg. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Hermisdörfer, D. et al. (1998): Open Geospatial Warehouse – Bereitstellung und Nutzung raumbezogener Informationsressourcen im Intranet der Stadt Köln. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Herrmann, K.-D. (1999): Konzept und Standardprodukt für den Vollzug stoffbezogener Rechtsvorschriften in vernetzten Unternehmen. In: (Dade/Schulz 1999).

- Hicks, D., Tochtermann, K. (1998): Environmental Digital Library Systems. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Hicks, D., Tochtermann, K. (1999): Metadata Support for Customization in Environmental Information Management Systems. In: (Dade/Schulz 1999).
- Hofmann, C. (1998): Architektur eines GIS-Terminal – Eine auf Web-Technologien basierende Zugriffsarchitektur auf verteilte, heterogene Geodaten. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Huettmann, F. (1998): An Ecological GIS Research Application for the Northern Atlantic – The PIROP Database Software, Environmental Data Sets and the Role of the Internet/WWW. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Keitel, A. et al. (1998): HUDA: Ein Werkzeug zur Umweltberichterstattung für die Medien Druck, Internet und CD-ROM. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Keitel, A. et al. (1999): Umweltberichterstattung mittels HUDA: Möglichkeiten der zukünftigen Weiterentwicklung. In: (Dade/Schulz 1999).
- Klahn, B., Bieber K. (1998): Eine moderne Benutzeroberfläche für ein System zur Kernreaktor-Fernüberwachung. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Kleih, M. (1998): Die Informationsdienste des CEO: EWSE und GELOS-G7 – Zwei selbstpopulierende, internetbasierte Systeme zur Förderung des Austausches auf den Gebieten der Fernerkundung und des Umweltschutzes. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Kramer, R. et al. (1999): Das Sachdatensystem SDS: Das komponentenorientierte System zum komfortablen Recherchieren nach Umweltdaten im UIS Baden-Württemberg. In: (Dade/Schulz 1999).
- Kurbel, K. et al. (1999): Informationsbeschaffung und -bereitstellung in einem EUS für Entsorgungsunternehmen über das World Wide Web. In: (Dade/Schulz 1999).
- Lautner, P. et al. (1998): Anforderungen an ein hypermediales Umwelt-Fachinformationssystem. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Legat, R., Stallbaumer, H. (1999): Erstellung, Wartung und Visualisierung multilingualer Thesauri mittels „THESmain“ und „THESshow“. In: (Dade/Schulz 1999).
- Leukert, K. et al. (1999): GIS-Internet Architekturen. In: (Dade/Schulz 1999).
- Lurk, A., Alber C. (1998): Entwicklung eines allgemeinen Systemen zur teamorientierten Erstellung hypermedialer Umweltberichte. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Maetzel, K. et al. (1998): Information Services for Local Agenda 21 Processes. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Matscheroth, Th. (1999): Der Referenzserver als Bestandteil der Elektronischen Umweltberichterstattung. In: (Dade/Schulz 1999).
- Mogge, C., Rosemann, B. (1999): Umweltinformationssysteme in der Konstruktion – Voraussetzung zum präventiven Umweltschutz. In: (Dade/Schulz 1999).
- Mohaupt-Jahr, B. et al. (1998): Die Konzeption des Verweis- und Kommunikationsservice Umwelt im Umweltbundesamt. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Müller, A., Lang, R. (1998): Informationsdatenbank und Kommunikationsnetz für ökologisch orientierte Planungsdisziplinen im Internet. In: (Riekert/Tochtermann 1998).

- Pursche, K. et al. (1999): Zertifizierung und Signierung von Java Applets für deren Nutzung in internetbasierten Umwelteinformationssystemen. In: (Dade/Schulz 1999).
- Radermacher, F. J. (1998): Telematiktechniken für eine nachhaltige Informationsgesellschaft. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Reißfelder, M. et al. (1998): Dynamische Seiten für ein Altlastenfachinformationssystem auf CD-ROM auf Basis der WWW-Technologie. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Rey, U., Schnapperelle, D. (1999): Transferplattform zur Darstellung IT-gestützter Werkzeuge im betrieblichen Umweltschutz. In: (Dade/Schulz 1999).
- Riekert, W.-F. et al. (1999): Erschließung von Fachinformationen im Internet mit Hilfe von Thesauri und Gazetteers. In: (Dade/Schulz 1999).
- Riekert, W.-F., Tochtermann, K. (Hrsg.) (1998): Hypermedia im Umweltschutz. 1. Workshop, Ulm 1998. Metropolis-Verlag, Marburg.
- Röttgers, J., Günther, O. (1998): Mensch-Computer Interaktion in Umwelteinformationssystemen. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Schreiter, H.-P. (1998): Landesumwelteinformationssystem Brandenburg (LUI) – Ein flexibles, verteiltes System auf der Basis von CORBA für die Bereitstellung von Umwelt-Informationen. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Schreiter, H.-P. (1999): WebLUI – Informationsbereitstellung in einem förderativen Umwelteinformationssystem. In: (Dade/Schulz 1999).
- Schröder, J., Conrad, R. (1998): Operationalisieren von Verordnungen im Internet. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Siemonsen, K. et al. (1998): Ein web-basiertes Navigationssystem für allgemeine, heterogene Datenbanksysteme. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Sternemann, K.-H. et al. (1998): Integrierte betriebliche Informationssysteme auf der Basis von Intranettechnologien. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Storch, H. (1998): Konzeptionelle Anforderungen an die WebGIS-Komponente eines Umwelteinformationssystems (UIS). In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Stuckenschmidt, H., Ranze, K.C. (1999): Intelligenter Zugang zu Umweltinformationen durch Ontologie-basiertes Information Retrieval. In: (Dade/Schulz 1999).
- Vögele, T. (1998): ADAPT-Bootstrap – Flexibles Ausbildungs- und Informationsangebot im Bereich „Umwelt“. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Vögele, T., Ranze, K.C. (1999): Gruppenorientierte Bewertungsunterstützung für die Einschätzung der Nachhaltigkeit von Flächennutzungen. In: (Dade/Schulz 1999).
- Voigt, K., Benz, J. (1998): Umweltchemikalien und Umweltmodelle im Internet. In: (Riekert/Tochtermann 1998).
- Voigt, K., Benz, J. (1999): Statistik zur Auswertung der Zugriffe auf Umwelt-relevante Metadatenbanken. In: (Dade/Schulz 1999).
- Weih, E. (1999): Objektorientierung bei der Speicherung und Recherche von XML-Dateien in vernetzten Systemen. In: (Dade/Schulz 1999).
- Zumbach, J. et al. (1998): Hypertexte als Lernumgebung – Motivation und Wissenserwerb in hypertextbasierten umweltpädagogischen Lernumgebungen. In: (Riekert/Tochtermann 1998).