

Semantische Anreicherung von Umweltverordnungen zur wissensbasierten Operationalisierung

Jörg Schröder, Rainer Conrad¹

Abstract

Although in the field of environmental protection a great number of data keeps being collected it is often for filing only. Meanwhile it is realized that correct evaluation of these data will show many useful correlations. As a result, a Bremen group of scientists is developing an environmental information system with the aim of making this information available to concerned citizens, enterprises, and official authorities. One department of the Bremen Water Branch deals with plants for the treatment of substances representing a hazard to the water supply.

This contribution briefly presents the decree issued for the handling of these hazardous substances (VAwS) and its conversion into a hypertext format. This decree as well as further legislation and decrees served as a base for the development of two different ontologies with a view to an ontology-based annotation of www documents. Thus, the selective search for information will be facilitated, and additional knowledge in form of www documents will be made available as well. This method can be employed within the entire Internet, thus making it applicable to many different fields.

A critical review with respect to the practicability of this method will conclude this contribution.

1. Einleitung

In der heutigen Zeit bieten neue Medien vielfältige Möglichkeiten, Informationen aufzubereiten und zur Verfügung zu stellen. Dabei sollen diese Informationen nicht mehr nur eine kleine Anzahl von Experten ansprechen, sondern sie werden für die Allgemeinheit präsentiert. Im Bereich Umweltschutz werden eine Vielzahl unterschiedlicher Informationen erhoben und anschließend archiviert, obwohl diese Informationen mit Hilfe von Auswertungsmethoden sehr viele zusätzliche Erkenntnisse bieten können. Bei entsprechender Aufbereitung und Interpretation der Daten, Bilder, Grafiken etc. können Zusammenhänge bzw. Abhängigkeiten unterschiedlicher Bereiche erkannt und ausgewertet werden, die bisher keine Berücksichtigung fanden.

¹ Universität Bremen, Technologie-Zentrum Informatik, Bereich Intelligente Systeme, Postfach 330 440, D-28334 Bremen, Germany, e-mail: {jschroed, conrad}@informatik.uni-bremen.de

Hier stehen den Anwendern inzwischen eine Vielzahl an Tools zur Verfügung, um die Fülle an Informationen für eine gezielte Auswertung nutzbar zu machen.

Das Ziel des Internet-basierten Bremer Umweltinformationssystems (BUI SY) (Conrad/Visser 1998) besteht einmal in der Bereitstellung von Informationen und zum anderen in der Unterstützung der Bevölkerung und der Sachbearbeiter bei der Bearbeitung von Formularen. BUI SY besteht aus einzelnen Fachinformationssystemen, die jeweils eine Reihe von Hypertext-Dokumente enthalten. Das BUI SY befindet sich auf einem WWW-Server der Oberen Wasserbehörde der Freien Hansestadt Bremen und bietet z.B. Informationen zur Qualität der Bremer Badegewässer und zum Eisdienst an. Ein Bereich der Oberen Wasserbehörde befaßt sich mit Anlagen zur Herstellung bzw. Lagerung wassergefährdender Stoffe. Anlagenbetreiber können sich online auf dem WWW-Server in *der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (VAwS)* (VAwS 1995) und zugehörigen Dokumenten über die rechtlichen Bestimmungen und technischen Anforderungen informieren, die für die Anzeigepflicht einer entsprechenden Anlage relevant sind. Dadurch sollen die Anlagenbetreiber bei der Ermittlung, ob die Anlage anzeigepflichtig ist, unterstützt werden. Die Wasserbehörde bezweckt hiermit nicht nur die Kontrolle der Anlagen und Einrichtungen, die wassergefährdende Stoffe beinhalten, um das kostbare Gut Wasser vorsorglich zu schützen, sondern auch die effizientere Gestaltung der Vorgangsbearbeitung. Dazu besteht für Anlagenbetreiber die Möglichkeit, online ein Formular zur Anzeige ihrer Anlage auszufüllen und an die Behörde zu übermitteln.

Ein erfolgversprechender Ansatz zeichnet sich durch die Verwendung von Ontologien zur semantischen Anreicherung von Verordnungen bzw. Gesetzen im Umweltbereich ab. Dazu wird die Idee von Benjamins und Fensel (Benjamins/ Fensel 1998) aufgegriffen, Hypertext-Dokumente mit Hilfe einer auf Ontologien basierenden Annotationssprache anzureichern. Ziel ist es, einmal die Suchmöglichkeiten innerhalb der Dokumente effektiver zu gestalten, und zum anderen die HTML-Dokumente durch semantische Anreicherung als zusätzliche Wissensbasis zu nutzen.

An dieser Stelle wird ein kurzer Überblick über den Beitrag gegeben. Im Abschnitt 2 erfolgt die Vorstellung der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen. Abschnitt 2.1 geht auf den Aufbau und die Struktur der Verordnung ein und Abschnitt 2.2 auf die logische Verknüpfung der einzelnen Dokumente.

Im Abschnitt 3 wird der Aufbau zweier Ontologien beschrieben. Die erste Ontologie für Gesetze und Verordnungen steht im Mittelpunkt von Abschnitt 3.1. Für die VAwS wurde eine spezielle Ontologie entwickelt, die in Abschnitt 3.2 beschrieben wird.

Der Abschnitt 4 geht auf die Verwendung annotierter HTML-Dokumente als zusätzliche Wissensbasis ein. Es erfolgt die Anwendung der Methode von (Benjamins/Fensel 1998) auf die VAwS. Den Abschluß bildet Abschnitt 5 mit einer Bewertung der Methode und einem Ausblick.

2. Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

Die Bundesländer haben ein gemeinsames Konzept für Regelungen über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen vorgelegt, um unbeabsichtigte Gewässerverunreinigungen vorsorglich auszuschließen. Dabei richtet sich die Art und Schärfe der technischen Anforderungen

- nach der Wassergefährdungsklasse des betreffenden Stoffes,
- nach der Masse des Stoffes,
- nach der Art der Anlage und
- nach der Standortempfindlichkeit (z.B. Wasserschutzgebiet).

Aus diesen vier Merkmalen lassen sich das Wassergefährdungspotential und das technische Anforderungsprofil zusammensetzen, so daß für den Einzelfall unterschiedliche Sicherheitsmaßnahmen ermittelt werden können. In der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (VAwS), die von den einzelnen Bundesländern erlassen werden (UBA 1996), ist die Vorgehensweise zur Verknüpfung der stoffspezifischen Wirkungen mit dem Stoffvolumen vorgegeben.

Der nächste Abschnitt geht auf den Aufbau und den Inhalt der VAwS der Freien Hansestadt Bremen ein, die dieser Arbeit als Grundlage diene.

2.1 Aufbau und Inhalt der Verordnung

Die VAwS ist eine für den Bürger verbindliche Norm mit unmittelbarer Geltung, die sich auf Anlagen zum Lagern, Abfüllen, Umschlagen (LAU-Anlagen) bzw. Herstellen, Behandeln und Verwenden (HBV-Anlagen) wassergefährdender Stoffe bezieht. Sie basiert auf den §§ 150 und 151 Abs. 2 des Bremischen Wassergesetzes (BrWG 1991). Damit „ist der Senator für Umweltschutz und Stadtentwicklung als die obere Wasserbehörde ermächtigt, zum Schutz der Gewässer durch Rechtsverordnung zu bestimmen, wie Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen beschaffen sein, hergestellt, errichtet, eingebaut, aufgestellt, geändert, unterhalten und betrieben werden müssen.“¹ Das betrifft sowohl Privatpersonen als auch Bereiche der gewerblichen Wirtschaft und der öffentlichen Einrichtungen.

Wichtige inhaltliche Aspekte der Verordnung betreffen Aussagen zum Anwendungsbereich, zur Anzeigepflicht, zu Anforderungen an LAU- und HBV-Anlagen sowie zum Gefährdungspotential und zu Anlagen, die sich Schutzgebieten befinden. Gerade auf Anlagen in Schutzgebieten ist besonderes Augenmerk zu richten. Der Gesetzgeber hat dafür verschärfte Auflagen und Prüfungen bestimmt, um dem erhöhten Gefährdungspotential dieser Anlagen Rechnung zu tragen. Weiterhin ist in der

¹ Begründung zur Anlagenverordnung — VAwS — vom 04.04.1995, 1. Rechtsgrundlagen

Verordnung festgelegt, welche Anforderungen Organisationen und Institutionen erfüllen müssen, wenn sie die Überwachung dieser Anlagen übernehmen und in welchen Zeiträumen Überprüfungen durchzuführen sind. Für die Einhaltung der Zeiträume ist der Betreiber der Anlage selbst verantwortlich. Die Bußgeldvorschriften beziehen sich auf Verstöße gegen die Bestimmungen der Verordnung.

Zusätzliche Dokumente ergänzen bzw. erweitern die Bestimmungen der VAwS. Dazu gehören

- die Bekanntmachung der oberen Wasserbehörde über die Einführung allgemein anerkannter Regeln der Technik,
- die Bekanntmachung der Hinweise zum Vollzug der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen,
- Auszüge aus dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) (WHG 1996) und dem Bremischen Wassergesetz (BrWG) (BrWG 1991), auf dem die VAwS beruht.

Abschnitt 2.2 beschreibt die Umsetzung der VAwS als Hypertext-Dokument. Dabei wird auch kurz auf einige allgemeine Regeln zur Erstellung von Hypertext-Dokumenten eingegangen.

2.2 VAwS als Hypertext-Dokument

Die VAwS sowie die oben aufgeführten Dokumente wurden in das Hypertext-Format konvertiert, um eine komfortable Verwendung über das Internet zu ermöglichen. Es wurde der aktuelle HTML-Standard 3.2 zugrunde gelegt und weitgehend auf Browser-spezifische Attribute verzichtet. Jeder Paragraph bzw. Abschnitt eines Dokumentes wurde in einer separaten Datei gespeichert, damit der Text möglichst auf eine Browserseite paßt und nicht gescrollt werden muß. Außerdem sollte die Ladezeit der jeweiligen Datei über das Netz gering sein. So kann sich der Leser schnell auf die aktuelle Information konzentrieren und wird nicht unnötig lange beim Lesen unterbrochen. Jede Datei enthält am Anfang eine Navigationsleiste, mit der zum folgenden oder vorhergehenden Paragraphen, sowie ins Inhaltsverzeichnis des Dokumentes gewechselt werden kann.

Da Links auch auf Paragraphen anderer Dokumente verweisen, erhielt jedes Dokument einen anders farbigen Hintergrund, um es somit zu verdeutlichen. Dies betrifft nur die lokal auf dem WWW-Server der Behörde gespeicherten Dokumente. Es wurde aber auch von der Möglichkeit Gebrauch, Dokumente aus dem Internet hinzuzuziehen. Im Paragraph 19 der VAwS wird auf verschiedene Paragraphen der *Verordnung über brennbare Flüssigkeiten* verwiesen. Da die Mehrzahl der Leser den Inhalt dieser Paragraphen nicht kennen wird, wurde ein Link auf einen Jura-Server der Universität Stuttgart (<http://www.jura.uni-sb.de//BGBI/TEIL1/1996/>) aufgenommen, auf dem die aktuelle Verordnung über brennbare Flüssigkeiten für das Internet verfügbar gemacht wurde. Um den Leser darauf aufmerksam zu machen,

daß er bei Betätigung eines Links den WWW-Server der Behörde verläßt, befindet sich am Anfang des Paragraph 19 der VAwS ein entsprechender Hinweis.

An dieser Stelle sollen kurz einige allgemeine Regeln für Hypertext-Dokumente angesprochen werden, auf die bei der Erstellung geachtet wurde. (Neubert et al. 1996) unterscheiden zwischen der *lokalen* und der *globalen Kohärenz* eines Hypertext-Dokumentes. Lokale Kohärenz bezieht sich auf die Schlüssigkeit einer Seite. Durch definierte Links kann auf eine bestimmte Seite aus einem beliebigen Kontext heraus verzweigt werden. Deshalb muß diese Seite ein Thema abgeschlossen behandeln oder eine schlüssige Fortführung der vorangegangenen Seite darstellen. Die globale Kohärenz bezeichnet die Schlüssigkeit eines kompletten Dokumentes.

Wenn der Autor z.B. Zusatzinformationen in Form von Grafiken verfügbar machen möchte, so kann er dorthin entsprechende Links setzen. Hier sind dem Autor keine Grenzen gesetzt, nur muß der Einsatz dieser Mittel sinnvoll und sparsam erfolgen, da sonst die Übersichtlichkeit leidet oder in der Fülle der Informationen die Bedeutung wichtiger Textpassagen bzw. Abschnitte nicht mehr erkennbar ist.

Der folgende Abschnitt geht auf die logische Struktur der Hypertext-Dokumente ein.

2.3 Logische Struktur der Dokumente

Verordnungen bzw. Gesetze bestehen aus einer Struktur, die aber in der Regel nicht fest definiert ist. Als obligatorische Bestandteile enthalten Verordnungen und Gesetze Paragraphen. Sie können in Gruppen zu Kapiteln oder Abschnitte zusammengefaßt werden. Ein Paragraph läßt sich weiter in Absätze und Sätze unterteilen, so daß ein Sachverhalt genau spezifiziert werden kann. Zum Beispiel: „§ 11 Absatz (1) Für Anlagen der Gefährdungsstufe D nach § 6 Abs. 3 hat der Betreiber stets ein Anlagenverzeichnis zu erstellen.,, (VAwS 1995). Zusätzlich wird in den Paragraphen über Referenzen auf andere Gesetze, Normen und sogenannte Regelwerke verwiesen. Ein Beispiel für eine Referenz ist „Aufgrund des § 150 in Verbindung mit § 151 Abs. 2 des Bremischen Wassergesetzes in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. Februar 1991 (Brem. GBl. S. 65, 158 - 2120-a-1), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 2. November 1993 (Brem. GBl. S. 351) geändert worden ist, [...],, (VAwS 1995). Diesen wichtigen Eigenheiten von Gesetzen und Verordnungen muß durch Entwicklung einer logischen Struktur Rechnung getragen werden.

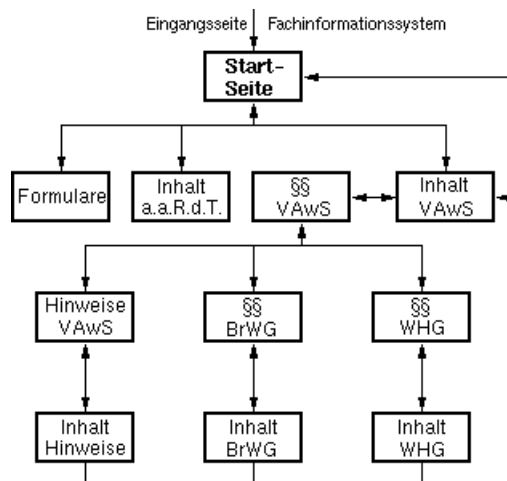


Abbildung 1
Die logische Struktur der Hypertext-Dokumente

Abbildung 1 illustriert die logische Struktur der Hypertext-Dokumente. Von der Start-Seite der VAWS aus gibt es die Möglichkeit, über Links zu den online Anzeigeformularen, den allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T.) oder zum Inhaltsverzeichnis der VAWS zu verzweigen. Vom Inhaltsverzeichnis der VAWS aus kann jeder Paragraph aufgerufen werden oder man beginnt mit Paragraph 1 und wechselt mit Hilfe der Navigationsleiste zwischen den Paragraphen. Innerhalb der Paragraphen der VAWS kann in die Dokumente WHG, BrWG und zu den Hinweisen zur VAWS verzweigt werden. Jedes dieser Dokumente enthält ein eigenes Inhaltsverzeichnis. Von den Paragraphen dieser Dokumente gelangt man wieder zurück zu den Paragraphen der VAWS oder zur Start-Seite.

Der Abschnitt 3 befaßt sich mit der Entwicklung und dem Einsatz von Ontologien zur Unterstützung der Operationalisierung von Umweltverordnungen.

3. Entwicklung von Ontologien

Der Schwerpunkt in diesem Abschnitt bildet die Beschreibung der Entwicklung zweier Ontologien zur Operationalisierung von Verordnungen am Beispiel der VAWS. Ontologien genießen in letzter Zeit große Bedeutung gerade im Knowledge Engineering Bereich und werden dort zunehmend mit Problemlösungsmethoden in Beziehung gesetzt (Pirlein 1995). Dabei ist angedacht, durch Einsatz von Ontologien die Wiederverwendung von Teilen einer Wissensbasis zu unterstützen. Heute läßt sich der Begriff nur noch in Abhängigkeit der Verwendung definieren. Im Sinne der

realistischen Seinslehre kann unter Ontologie „eine Wissenschaft von den Gegenständen, ihren Eigenschaften, Zuständen und Beziehungen,“ verstanden werden (Pirlein 1995, 6). Im Knowledge Engineering Bereich ist damit die Existenz von Dingen in einem Softwareprogramm oder einer Wissensbasis zu einer bestimmten Zeit gemeint. Kognitionswissenschaftler bezeichnen als Ontologien das Commonsensewissen, also Dinge, „die als allgemeingültiges Wissen über die Welt im Bewußtsein existieren,“ (Pirlein 1995, 17). Das Ziel des Einsatzes von Ontologien ist es, ein festes Vokabular zu definieren und die Semantik der Begriffe eines Gebietes insbesondere durch ihre Eigenschaften und Beziehungen untereinander zu beschreiben.

In den folgenden beiden Abschnitten wird jeweils eine Ontologie zu Gesetzen und Verordnungen sowie zur VAWs vorgestellt. Beide Ontologien werden durch eine semi-formale Notation beschrieben, wobei in diesem Beitrag nur einige Begriffe ausführlicher beschrieben werden.

3.1 Ontologie zu Gesetzen und Verordnungen

Gesetze und Verordnungen unterliegen vom Aufbau her keiner strengen Ordnung. Deshalb wurden zur Entwicklung einer Ontologie allgemeine Begriffe aus einer Reihe von Gesetzen und Verordnungen verwendet. Dabei handelt es sich vielfach um Überschriften von Kapiteln, Abschnitten und Paragraphen. Diese Begriffe lassen erste Gemeinsamkeiten im Aufbau von Gesetzen und Verordnungen erkennen. Sie soll daher als Basis-Ontologie für diesen Bereich dienen.

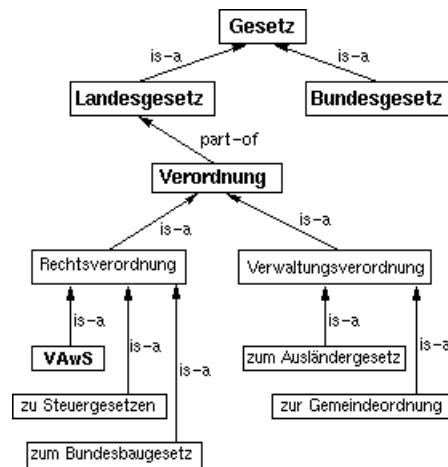


Abbildung 2
Import der VAWs-Ontologie in die Gesetz-Ontologie

In Abbildung 2 sind einige Begriffe der Gesetz-Ontologie in Form einer Taxonomie dargestellt. Dazu gehören *Gesetz*, *Landesgesetz*, *Bundesgesetz* und *Verordnung*. Landes- und Bundesgesetz stehen in einer is-a-Beziehung zu Gesetz. Wie weiter oben schon ausgeführt wurde, basiert eine Verordnung immer auf einem Gesetz. Die Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (VAwS) ist eine Rechtsverordnung und basiert auf dem Bremischen Wassergesetz (BrWG), das ein Landesgesetz ist. Deshalb besteht zwischen der Verordnung und dem Landesgesetz eine part-of-Beziehung. Die oben aufgeführten vier Begriffe der Gesetz-Ontologie und die Relationen *is-a* und *part-of* werden jetzt in der semi-formalen Notation CML (Conceptual Modeling Language) (Wielinga 1994) dargestellt.

Das Schema der CML-Notation ist wie folgt aufgebaut:

Konzept: Begriff der Ontologie.
Sub-Type-von: Angabe eines Oberbegriffes.
 Beschreibung: Beschreibung des Begriffes.
Relation: Name der Relation.
 Argument-1: Name des ersten Begriffes der Relation.
 Argument-2: Name des zweiten Begriffes der Relation.
 Beschreibung: Beschreibung des Begriffes.

In dieser Form werden die Begriffe der Gesetz- und der VAwS-Ontologie beschrieben.

Konzept: Gesetz;
 Beschreibung: Es ist nach der Verfassung die ranghöchste Rechtsquelle. Bevor ein Gesetz in Kraft tritt, muß es eine Reihe von Genehmigungsverfahren durchlaufen.

Konzept: Bundesgesetz;
Sub-Type-von: Gesetz;
 Beschreibung: Ein Bundesgesetz wird vom Bund erlassen, wobei die Zulassungsverfahren für das Gesetz auf Bundesebene ablaufen.

Konzept: Landesgesetz;
Sub-Type-von: Gesetz;
 Beschreibung: Landesgesetze werden von den einzelnen Ländern erlassen und müssen die dortigen Zulassungsverfahren durchlaufen.

Konzept: Verordnung;
 Beschreibung: Eine Verordnung kann nur auf Grundlage eines Gesetzes erlassen werden. Inhalt, Zweck und Ausmaß der erteilten Ermächtigung sind im Gesetz zu bestimmen. Die Rechtsgrundlage ist in der Verordnung anzugeben.

Relation: is-a;
 Argument-1: spezielles Dokument;
 Argument-2: allgemeines Dokument;

Beschreibung: In einer is-a-Beziehung stehen speziellere zu allgemeineren Dokumenten. Zum Beispiel stehen Bundes- und Landesgesetze in einer is-a-Beziehung zu Gesetz.

Relation: part-of;

Argument-1: spezielles Dokument;

Argument-2: allgemeines Dokument;

Beschreibung: In einer part-of-Beziehung stehen speziellere zu allgemeineren Dokumenten. Zum Beispiel basiert eine Rechtsverordnung auf einem Gesetz.

Als Synonym für die in der CML-Notation als Konzept bezeichneten Begriffe kann *Objekt* verwendet werden. Durch Sub-Type-von werden die is-a-Beziehungen in Abbildung 2 ausgedrückt.

3.2 Ontologie zur VAwS

Diese Ontologie ist speziell aus der Rechtsverordnung VAwS entstanden. Dazu wurden die Paragraphen auf Schlüsselwörter hin analysiert, die oft im Text verwendet werden. Als Schlüsselwörter bieten sich Begriffsdefinitionen sowie Überschriften der Paragraphen an. Diese Ontologie ist somit speziell auf die VAwS ausgerichtet und kann im wesentlichen nicht ohne große Änderungen auf andere Verordnungen übertragen werden. Auch die VAwS-Ontologie besteht aus Konzepten, Sub-Konzepten und Relationen. Der vorliegende Stand kann jederzeit verändert werden, so daß die Ontologie nicht als endgültig anzusehen ist. An dieser Stelle sollen einige Beispiele für Konzepte und Relationen aufgeführt werden.

Konzept: Anlage;

Beschreibung: Hierbei handelt es sich um die Anlage, auf die die Bestimmungen der VAwS angewendet werden sollen.

Konzept: HBV-Anlage;

Sub-Type-von: Anlage;

Beschreibung: Das ist eine Anlage zum Herstellen, Behandeln und Verwenden wassergefährdender Stoffe.

Konzept: LAU-Anlage;

Sub-Type-von: Anlage;

Beschreibung: Das ist eine Anlage zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe.

Konzept: Anzeigepflicht;

Beschreibung: In der VAwS wird festgelegt, was, wann, wie und wo anzuzeigen ist.

Relation: besteht-für;

Argument-1: Anzeigepflicht;

Argument-2: Anlage;

Beschreibung: Wenn bestimmte in der VAWs beschriebene Kriterien auf die Anlage zutreffen, so besteht für sie Anzeigepflicht.

Relation: hat-Standort;

Argument-1: Standort;

Argument-2: Anlage;

Beschreibung: Jede Anlage hat einen eindeutigen Standort.

Relation: eingeordnet-in;

Argument-1: Stoff;

Argument-2: Wassergefährdungsklasse;

Beschreibung: Jeder wassergefährdende Stoff wird einer Wassergefährdungsklasse zugeordnet.

Relation: enthalten-in;

Argument-1: Stoff;

Argument-2: Anlage;

Beschreibung: In einer Anlage ist ein wassergefährdender Stoff enthalten.

In Abbildung 2 wurde die VAWs-Ontologie hervorgehoben. Damit soll ausgedrückt werden, das eine speziellere Ontologie einfach durch Import an einer bestimmten Stelle in eine allgemeinere Ontologie eingefügt werden kann. Zum Beispiel wird die VAWs-Ontologie unter *Rechtsverordnung* importiert. Das bedeutet, daß speziellere Ontologien jeweils neu entwickelt werden müssen und dann an der entsprechenden Stelle der allgemeineren Ontologie importiert werden. Die allgemeine Ontologie kann dagegen ohne nennenswerte Änderungen wiederverwendet werden.

Für die allgemeinere Ontologie ist eine Art Mittlerfunktion vorgesehen. Die Bestimmungen der VAWs beziehen weitere Dokumente mit ein. Auf Abbildung 2 bezogen bedeutet das, daß beispielsweise zusätzlich notwendige Dokumente zum Umweltschutz an entsprechenden Stellen in die allgemeine Gesetz-Ontologie importiert werden können, z.B. werden das Bremische Wassergesetz (BrWG) unter Landesgesetz und das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) unter Bundesgesetz importiert. Natürlich lassen sich auch Gesetze und Verordnungen anderer Bereiche mit dieser Methode verwenden. Mit Hilfe dieser Struktur können intelligente Methoden eingesetzt werden, um Wissen aus unterschiedlichen Gesetzen und Verordnungen zum Schutz der Umwelt auszuwerten bzw. bereit zu stellen. Innerhalb der allgemeinen Ontologie von Abbildung 2 kann durch die Baumstruktur einfach zwischen diesen Gesetzen und Verordnungen navigiert werden. An dieser Stelle müssen aber noch weitere Arbeiten erfolgen.

Abschnitt 4 beschreibt die Verwendung von Ontologien als Grundlage für Wissensbasen. Dazu wird ein Ansatz von Benjamins und Fensel vorgestellt.

4. Ontologien als Grundlage für Wissensbasen

4.1 Das Ontobroker-Konzept

Vom Institut AIFB aus Karlsruhe (Benjamins/Fensel 1998) wurde das Ontobroker-Konzept vorgestellt, mit dem durch Erweiterungen der Hypertext Markup Language (HTML) das Einbetten und gezielte Auffinden von Wissen auf einer HTML-Seite ermöglicht wird. Das Ziel besteht im Zugriff auf Ontologie-basiertes Wissen oder im Information Retrieval über das Internet. Der Einsatz von Ontologien beschränkt sich auf abgegrenzte Domänen, wobei die annotierten Web-Seiten Instanzen der Domänen-Ontologien darstellen. Bisher wurden acht Ontologien entwickelt z.B. für Organisationen, Personen, Publikationen etc. Die Suche in dem vorgestellten Ansatz läuft dabei gezielt ab und nicht wie bei herkömmlichen Suchmaschinen, die nach Schlüsselwörtern suchen, und dadurch teilweise unübersichtliche oder unbrauchbare Ergebnisse liefern. Dazu wurde ein neuer anchor tag in HTML eingeführt: *onto*. Das Attribut verändert nicht das Aussehen einer Seite, sondern gestattet es, zusätzliche Informationen auf der Seite anzugeben. Zum Beispiel kann eine Web-Seite eines Wissenschaftlers mit `` annotiert werden. Wenn jetzt WWW-Seiten von Wissenschaftlern gesucht werden, so kann bei entsprechender Registrierung dieser Seite der Ontocrawler die URL (Uniform Resource Locator) als Ergebnis liefern. Auf HTML-Seiten kann jede Art von Information durch den anchor tag *onto* explizit gemacht werden wie Namen, Adressen, Publikationen usw.

4.2 Die Methode

Das Konzept benutzt das Prinzip der Suchmaschinen im Internet, wobei der Web-crawler hierbei als Ontocrawler bezeichnet wird. Weiterhin gibt es eine Inferenzmaschine und eine Schnittstelle zum Formulieren von Anfragen. Damit eine Seite durch den Ontocrawler gefunden werden kann, muß zuerst eine Registrierung der URL im Provider-Index des Ontocrawlers erfolgen. Somit ist die Suche im gesamten Internet möglich. Danach kann eine Anfrage an den Ontocrawler gestellt werden. Als Ergebnis der Suche des Ontocrawlers wird ein WWW-Dokument generiert, das z.B. URLs, Namen, Adressen oder beliebig andere Informationen enthält, die genau der Anfrage entsprechen.

Anfragen werden mit Hilfe einer grafischen Benutzungsschnittstelle gestellt, indem in einem Fenster in entsprechenden Feldern Begriffe und Attribute einer bestimmten Ontologie ausgewählt und ihnen Werte zugewiesen werden können. Die Parameter der Anfrage werden an Variablen gebunden, die als Platzhalter fungieren. Zu den Parametern gehören Objekte, Klassen, Attribute und deren Werte. Klassen und Attribute entstammen der Ontologie, während hier mit Objekten z.B. die WWW-Adressen gemeint sind. Komplexere Anfragen lassen sich durch logische

Operatoren wie AND, OR, AND NOT, OR NOT und NONE verknüpfen. Dieses Vorgehen schließt die Verwendung der Umgangssprache aus. Nun soll der vorgestellte Ansatz untersucht werden, ob er sich auf die VAwS anwenden läßt.

4.3 Anwendung auf die VAwS

Das Ontobroker-Konzept kann für viele Bereiche eingesetzt werden. Am Beispiel der VAwS soll gezeigt werden, welche Informationen der Verordnung sich zur gezielten Suche eignen. Die Verwendung der VAwS-Ontologie stellt sicher, daß die Annotierung der WWW-Dokumente nur auf Grundlage definierter Begriffe erfolgt. Durch Annotierung können auf den HTML-Seiten der Verordnung zusätzliche Informationen in Form von Text, URLs, Grafiken und Bildern untergebracht werden, ohne die Seiten der Verordnung optisch und inhaltlich zu ändern, was nicht statthaft ist. Die HTML-Seiten fungieren somit als zusätzliche unstrukturierte Wissensbasis.

Beim praktischen Einsatz hat sich die Offenheit der VAwS-Ontologie als Vorteil erwiesen, da noch einige Begriffe zusätzlich mit aufgenommen werden konnten. Zum Beispiel werden zu Kosten für Anlagenprüfungen in der VAwS keine Angaben gemacht, so daß hier die VAwS-Ontologie erweitert wurde.

Zuerst wurden Anfragen ermittelt, die Anlagenbetreiber an das System stellen werden, um wichtige Informationen zu erhalten. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Anfragen auf den Bereich VAwS beschränkt sind und nur unter Verwendung von Begriffen der VAwS-Ontologie gestellt werden können. Dafür wird die in Abschnitt 4.2 beschriebene grafische Benutzungsschnittstelle eingesetzt. Anhand von umgangssprachlich formulierten Anfragen soll die Methodik konkret erläutert werden.

1. Welche Sachverständige prüfen Heizölanlagen?
2. Was kostet die Überprüfung einer Heizölanlage?
3. In welchen zeitlichen Abständen muß eine Anlage im Wasserschutzgebiet überprüft werden?

Aus Begriffen der VAwS-Ontologie — verknüpft mit logischen Operatoren — lassen sich zusammengesetzte Anfragen an das System stellen. Das folgende Beispiel wird anhand der in Abschnitt 4.2 vorgestellten Methodik erläutert. Zur Beantwortung der ersten Frage muß sie hinsichtlich der Begriffe analysiert werden. Es ist zu klären, welchen Feldern des Anfragefensters die entsprechenden Begriffe zugeordnet werden und welche Werte einzutragen sind. Um die erste Frage zu beantworten, muß zuerst aus der Begriffsliste der Klassen *Sachverständiger* selektiert werden. Dann wird das Attribut *Prüfen* ausgewählt und als Wert *Heizölanlage* eingetragen. Danach wird der zweite Teil der Anfrage erstellt. Die Verknüpfung beider Teile erfolgt mit dem logischen Operator *AND* und über die Variable des Objektes, die in beiden Teilen die gleiche ist. Bei Attribut wird jetzt *Name* ausgewählt und bei Wert Variable 2 eingetragen. Dies ist notwendig, denn als Ergebnis sollen gerade diese Werte ermittelt werden. Als Ergebnis ergeben sich eine URL als Objekt, die auf eine

HTML-Seite mit Sachverständigen verweist und eine Liste der Namen von Sachverständigen, die Heizölanlagen prüfen.

5. Bewertung und Ausblick

Durch Anwendung dieser Methode auf die VAWs ist es möglich, einfach Anfragen durch Anlagenbetreiber zusammenstellen zu lassen. Es können aber nur Fragen beantwortet werden, die mit Hilfe des Inferenzmechanismus und der verwendeten Ontologie ableitbar sind. Der Mechanismus dürfte von der Klientel verstanden werden, wobei aber die größte Schwierigkeit bei der Verwendung der logischen Operatoren zu erwarten ist. Auch der Einsatz von Variablen, die zur Übergabe der entsprechenden Werte dienen, wird anfangs Probleme bereiten. Ob die Verwendung von Beispielen als Illustration der Methodik schneller das Verständnis fördert, muß erst noch validiert werden. Wichtig ist auf alle Fälle die Bereitstellung einer geeigneten grafischen Benutzungsschnittstelle zur einfachen Formulierung der Anfragen. Schließlich muß die Verwendung dieser Methode für alle Anlagenbetreiber ermöglicht werden und nicht nur für Menschen, die über eine informatische Ausbildung verfügen.

Als kompliziert stellt sich die Annotierung der Dokumente im Internet dar. Dieser Vorgang ist sehr zeitaufwendig und fehleranfällig, da erst einmal alle relevanten Informationen bestimmt werden müssen, dann die Annotierung korrekt erfolgen muß und abschließend die Indizierung der Seiten durch Registrierung beim Ontocrawler durchgeführt wird. Hierdurch ergibt sich ein nicht unerheblicher Aufwand für die Verwendung der Methode. Deshalb wurden versuchsweise nur eine geringe Anzahl der VAWs-Seiten auf dem WWW-Server der Wasserbehörde annotiert, um zu testen, ob sich dieses Konzept im praktischen Einsatz bewährt.

Auch wenn der Anfragemechanismus schon sehr einfach aufgebaut ist, muß hier noch einige Entwicklungsarbeit hinsichtlich einfacherer Bedienung geleistet werden. Bei der Anwendung der Annotierung von Dokumenten ist eine Menge an Vorarbeiten zu erledigen. Für die Entwicklung einer Ontologie müssen Dokumente auf wichtige Begriffe, Attribute und Relationen zwischen den Begriffen hin analysiert werden. Zuletzt muß dann noch die korrekte Annotierung und Registrierung der HTML-Dokumente erfolgen. Auch an dieser Stelle ist ein einfacherer und effektiverer Mechanismus zu entwickeln, wenn diese Methodik im praktischen Einsatz bestehen soll.

Literaturverzeichnis

- Benjamins, V. R., Fensel, D. (1998): Community is Knowledge! In (KA)². 8th Workshop, Knowledge Engineering: Methods & Languages (KEML'98), Karlsruhe, January 21-22, 1998
- Bremisches Wassergesetz (BrWG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. Februar 1991 (Brem. GBl. S. 65, ber. S. 158), zuletzt geändert durch Gesetz vom 2. November 1993 (Brem. GBl. S. 351)
- Conrad, R., Visser, U. (1998): Konzeption und Technologien für das Internet-basierte Bremer Umweltinformationssystem, in: Wolf-Fritz Riekert, Klaus Tochtermann (Hrsg.): Hypermedia im Umweltschutz. 1. Workshop, Ulm 1998, Marburg, Metropolis
- Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz WHG) in der Fassung der Veröffentlichung vom 12. November 1996 (BGBl. I S. 1695)
- Pirlein, Th. (1995): Wiederverwendung von Commonsense Ontologien im Knowledge Engineering: Methoden und Werkzeuge. Bd. 85, Sankt Augustin, Infix
- Neubert, S., Ljungström, H., Oldach, O. (1996): Richtlinien für die Erstellung eines Hypertextes,
<http://www.formiss.uni-erlangen.de/~foertsch/workshop/Inhalt/Inhalt.html>
- Umweltbundesamt (1996): Die Einstufung von Stoffen in Wassergefährdungsklassen, Aktueller Stand und Möglichkeiten der Weiterentwicklung, Geschäftsstelle der Kommission Bewertung wassergefährdender Stoffe (KBwS)
- Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (Anlagenverordnung - VAwS), vom 4. April 1995 (Brem. GBl., S. 251)
- Wielinga, B. J. (Hrsg.) (1994): Expertise Model Definition Document, ESPRIT Project P5248, KADS-II/M2/UvA/026/5.0, University of Amsterdam