

TEXTE

03/2012

# Umweltinformations- systeme

Informationsgewinnung und Datenaufbereitung  
für maritime Informationssysteme

23. Workshop des Arbeitskreises "Umweltinformations-  
systeme" der Fachgruppe "Informatik im Umwelt-  
schutz", veranstaltet in Elsfleth am Zentrum für  
maritime Forschung am 26. und 27. Mai 2011



## **Umweltinformationssysteme**

### **Informationsgewinnung und Datenaufbereitung für maritime Informationssysteme**

**23. Workshop des Arbeitskreises „Umweltinformationssysteme“  
der Fachgruppe „Informatik im Umweltschutz“, veranstaltet in  
Elsfleth am Zentrum für maritime Forschung am 26. und 27. Mai  
2011**

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter <http://www.uba.de/uba-info-medien/4249.html> verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4804

Herausgeber: Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel.: 0340/2103-0  
Telefax: 0340/2103 2285  
E-Mail: [info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)  
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>  
<http://fuer-mensch-und-umwelt.de/>

Redaktion: Fachgebiet IV 2.1 Informationssysteme Chemikaliensicherheit  
Gerlinde Knetsch, Frau Karin Jessen, Frau Ute Zacharias

Dessau-Roßlau, Februar 2012

## Vorwort

Der Arbeitskreis „*Umweltinformationssysteme*“ der Fachgruppe "*Informatik im Umweltschutz*" veranstaltete am 26. und 27. Mai 2011 in Elsfleth am Zentrum für maritime Forschung den 22. Workshop. Dieses Treffen reihte sich ein, in das 23 jährige Bestehen des Arbeitskreises. Seit dem sind 173 Vorträge der Fachgemeinde präsentiert worden.

An diesem Workshop, organisiert von der Jade-Hochschule Wilhelmshaven Oldenburg Elsfleth, am Standort Elsfleth nahmen etwa 30 Interessierte teil. Die Jade-Hochschule ist die jüngste Hochschule Deutschlands (Gründung 01.09.2009) mit derzeit 6350 Studierenden und 90 Partner-Hochschulen. Sie ist international stark vernetzt, besonders in Richtung Osten & Skandinavien, Kooperationen bestehen auch mit Israel.

Der Einführungsvortrag durch die Sprecherin des Arbeitskreises zur Geschichte und den Zielen legte den Fokus auf die Nutzung neuer Medien. Mit Blick auf eine stärkere Netzwerkbildung zum Thema Informationssysteme im Umweltbereich ist der Versuch gestartet worden, den Arbeitskreis im Social Network XING zu integrieren. Einige Mitglieder des AK UIS wurden Mitglieder der XING-Arbeitsgruppe „Umweltinformationssysteme“ und haben den Workshop erstmalig auch über ein XING-Event publiziert. Die XING-Arbeitsgruppe verfügt über 688 Mitglieder. Allerdings konnte noch kein unmittelbarer Erfolg auf diese Aktivitäten zurückgeführt werden. Dazu waren die Aktivitäten wohl noch zu kurzfristig vor dem Workshop. Erstmals soll der Bericht auch in der XING-Gruppe veröffentlicht werden.

Das Schwerpunktthema „GIS und maritime Informationssysteme“ lockte viele Entwickler, Anwender und Entscheider aus dem Umfeld von Wasserbehörden zum Treffen. Ein Block der Beiträge befasste sich mit der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie und deren Umsetzung. Die Vielfältigkeit des Themas Umweltinformationssysteme zeigte sich durch Beiträge zum Umgang mit Schadstoffen und Bioziden, zur Umweltthematik in der Automobilbranche bei Hybridantrieben und zu Themen der medizinischen Informatik.

Der guten Tradition folgend, stets aktuelle Trends vorzustellen, wurden diesmal Ergebnisse aus der Grundlagenforschung über einen interessanten Ansatz zu Topic Maps in ökologischen Systemen vorgestellt. Ein weiterer Hochschulbeitrag befasste sich mit Konzepten zur computergestützten Erweiterung der Realitätswahrnehmung („augmented reality“) mit Hilfe von Zusatz-Objektinformationen in Live-Videostreams

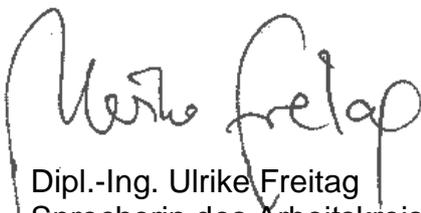
oder in Brillenprojektionen. Aber auch der Bericht über Erfahrungen mit modernen Ansätzen aus der Semantik-Web-Technologie zur Verbesserung von Suchergebnissen für Nicht-Fachleute im Hippolytos-Projekt, stellte vielversprechende Wege zur Vereinfachung von komplexen Umweltrecherchen vor.

Im Rahmen der Abschlussdiskussion standen nicht nur Fragen zum Informationsstand und zur Informationsqualität von Projekten und Vorhaben im Blickfeld. Insbesondere die Umsetzungsstrategien für das technische Design von Umweltinformationssystemen interessierte die Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Hervorgehoben wurde auch, dass neue Themenbereiche – z.B. Social Media – zukünftig stärker repräsentiert sein sollten, um die vielfältigen Blickrichtungen der Umweltinformatik auf Umweltinformationssysteme zu berücksichtigen. Hierzu zählten auch die neuen Herausforderungen an Anwendungsoberflächen durch Tablet & Co im Sinne von Natural User Interface Design. Dabei stellte sich die Frage, wann die Bedienungsgewohnheiten aus dem Smartphonebereich in Desktop-Anwendungen Eingang finden, oder ob dies nicht zu befürchten ist.

Der Workshop profitierte neben den interessanten Vorträgen auch von der konstruktiven Atmosphäre, die Grundlage für Diskussionen im großen und kleinen Kreise ist.

Nicht alle Teilnehmer haben eine Langfassung ihres Beitrages für diesen UBA-Bericht eingereicht. Bitte besuchen Sie auch die Homepage <http://www.ak-uis.de/index.htm> unseres Arbeitskreises. Dort finden Sie die komplette Workshopagenda sowie das Zip-Archiv<sup>1</sup> der zur Veröffentlichung freigegebenen Vorträge.

Der nächste Workshop findet am 3. und 4. Mai 2012 in Dresden statt. Weitere Informationen finden Sie dazu auf der Homepage des Arbeitskreises.



Dipl.-Ing. Ulrike Freitag  
Sprecherin des Arbeitskreises „Umweltinformationssysteme“  
Berlin, Januar 2012

---

<sup>1</sup> <http://www.ak-uis.de/ws2011/pdf-Vortraege.zip>

# Inhaltsverzeichnis

<b>VorsorgePlan Schadstoffunfallbekämpfung</b> <i>Klaus Daginnus</i>	<b>1</b>
<b>Semantische Suche in Umwelt- und Geodaten - Erfahrungen aus dem THESEUS-Forschungsprojekt Hippolytos</b> <i>Andreas Abecker, Wassilios Kazakos</i>	<b>3</b>
<b>Wasserqualität – Online Unternehmensübergreifendes Datenmanagement mit WebGIS-Portal</b> <i>Thomas Gutzke</i>	<b>15</b>
<b>Management ökologischer Anforderungen mit Topic Maps</b> <i>Hans-Knud Arndt, Stephan Jacob</i>	<b>21</b>
<b>Weiterentwicklungen von PortalU im Zeichen von INSPIRE: Pflege und Weitergabe von Metadaten</b> <i>Franz Schenk</i>	<b>33</b>
<b>Effizienzsteigerung bei Hybridantrieben durch Steuerungs- und Informationssysteme</b> <i>Folker Renken</i>	<b>37</b>
<b>Mobile erweiterte Realität im Hochwasserschutz</b> <i>Frank Fuchs-Kittowski, Fabian Wilske, Frank Trosien</i>	<b>45</b>
<b>Umweltdaten und INSPIRE am Beispiel Wasserrahmenrichtlinie/ Hochwasserrisikomanagement in Sachsen und INSPIRE - Annex I - Hydrography (HY),</b> <i>Heino Rudolf</i>	<b>55</b>
<b>Informationssystem für eine integrierte Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und der Europäischen Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL)</b> <i>Frank Mauersberger</i>	<b>61</b>
<b>Entwicklung einer Bewertungsdatenbank zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Schleswig-Holstein</b> <i>Friedhelm Hosenfeld, Johanna Lietz, Michael Trepel</i>	<b>69</b>

**Der Solarservice Bremen – ein Web-GIS-basierter Informationsservice  
für Solarenergie in der Stadt Bremen**

*Konstanze Steinhausen, Heide-Rose Vatterrott*

**79**

**Detektion von Funksignalen im internationalen Schiffsverkehr**

*Birgit Suhr*

**87**

# VorsorgePlan Schadstoffunfallbekämpfung

Dr. Klaus Daginnus

Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Hamburg

[Klaus.Daginnus@bsu.hamburg.de](mailto:Klaus.Daginnus@bsu.hamburg.de)

## Abstract

The German coastal areas of the Baltic and North Seas are part of the most highly-frequented shipping routes worldwide. The high density of shipping traffic requires effective prevention planning, especially to protect the environment from dangers implicit with high density shipping traffic. The pollution of seas and coasts are unavoidable.

Therefore the Ministeries for Environment of the Coastal States, in cooperation with the Federal Ministry of Transport, Building, and Housing compiled a plan for the entire German North and Baltic Seas, that assists the onshore response measures implemented in case of a pollutant release.

The main function of the **VorsorgePlan Schadstoffunfallbekämpfung** (VPS) - Contingency Plan for Marine Pollution Control – is derived from collection, storage, and dissemination of such information that are necessary or useful for the prevention of, as well as the response to, pollution incidents.

The following types of data are available:

- Alphanumerical data of the database
- Geodata in the GIS
- Texts, charts and graphics in the incident response manual
- Photo and video data of the whole German coast

More Information about the Contingency Planning for Pollution Control (VPS) you will find under:

<http://www.vps-web.de/>

## Kurzfassung

Vor den deutschen Küsten der Nord- und Ostsee verlaufen die am stärksten befahrenen Schifffahrtsrouten der Welt. Die hohe Dichte des Schiffverkehrs verlangt wirkungsvolle Vorsorgeaufwendungen, um insbesondere die Umwelt vor den Gefahren zu schützen, die dieser Verkehr mit sich bringt. Verschmutzungen des Meeres und der Strände durch Öl und Chemikalien sind unvermeidbar.

Deshalb haben die Umweltministerien der deutschen Küstenländer zusammen mit dem Bundesminister für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen für die gesamte deutsche Nord- und Ostseeküste einen Plan erstellt, der die landseitigen Bekämpfungsmaßnahmen eines Schadstoffunfalles unterstützt.

Die wesentliche Funktion des VorsorgePlan Schadstoffunfallbekämpfung (VPS) - Systems besteht in der Sammlung, Speicherung und Präsentation von solchen Informationen, die sowohl für die Prävention als auch während der Bekämpfung von Schadstoffunfällen notwendig oder ergänzend von Nutzen sind.

Die folgenden Datenarten stehen zur Verfügung:

- Alphanumerische Daten der Datenbank
- Geodaten im GIS
- Texte, Tabellen und Grafiken im Bekämpfungshandbuch
- Fotos und Videos der gesamten deutschen Küste

**Schlagwörter:** Vorsorgeplanung, unfallbedingte Gewässerverunreinigung, Ölunfallbekämpfung, Krisenmanagement

Weitere Informationen sind unter der nachfolgenden Web-Adresse zu finden:

<http://www.vps-web.de/>

# **Semantische Suche in Umwelt- und Geodaten: Erfahrungen aus dem THESEUS-Forschungsprojekt Hippolytos**

Andreas Abecker, Wassilios Kazakos, disy Informationssysteme GmbH,  
[abecker|kazakos@disy.net](mailto:abecker|kazakos@disy.net)

## **Abstract**

In this article we present the software prototypes HIPPOLYTOS and KOIOS that are both following different approaches to support better search for structured data in environmental information systems which are implemented on top of disy's Cadenza middleware for spatial data warehousing and spatial reporting. While HIPPOLYTOS exploits explicit metadata, semantic annotations and ontological background knowledge for making structured data easier findable, KOIOS realizes a schema-agnostic search approach together with a faceted-search GUI. In this article, the main emphasis is laid on HIPPOLYTOS.

## **Kurzfassung**

In diesem Artikel werden die Prototypen HIPPOLYTOS und KOIOS vorgestellt, die sich mit der Suche nach relationalen Daten in Umweltinformationssystemen beschäftigen, die auf Basis des disy-Produkts Cadenza für räumliches Datenmanagement und Berichtswesen implementiert sind. Während HIPPOLYTOS explizite textuelle Metadaten, semantische Annotationen und Hintergrundwissen in Ontologien nutzt, um strukturierte Daten besser auffindbar zu machen, realisiert KOIOS eine schema-freie Suche zusammen mit einer GUI im Stil der facettierten Suche. Dieser Artikel legt den Schwerpunkt auf HIPPOLYTOS.

## **1 Einleitung**

Spätestens mit der zunehmenden Umsetzung der INSPIRE-Direktive zum Aufbau einer europäischen Geodateninfrastruktur werden der Öffentlichkeit im großen Maßstab aufwändig erhobene Umweltdaten verfügbar gemacht, deren wertschöpfende Nutzung durch Bürger und Firmen aber offensichtlich noch deutlich ausbaufähig ist. Mögliche Gründe hierfür sind unter anderem die schiere Masse, die fachliche Komplexität und die physikalische wie auch logische und administrative Verteiltheit der Datenbestände – was dem Laien und sogar Mitarbeitern der öffentlichen Verwaltung,

die außerhalb ihres eigenen Fachgebiets recherchieren oder ad-hoc Recherchen durchführen müssen, den Zugang sehr schwer macht.

Zentrale Geodateninfrastrukturen und zusammenführende Portale als „single point of access“ wie das PortalU<sup>2</sup> können hier schon sehr viel weiter helfen, aber sicher nicht kurzfristig vollständige Abhilfe schaffen – weil auch bei einem zentralen Informationszugang mit einheitlichem Wissensorganisationssystem vielerlei Hintergrundwissen erforderlich ist, um eine Datenbasis effektiv und nutzbringend anzufragen.

Betrachtet man die Sache grundsätzlich, lässt sich sagen, dass man für die Suche in Datenbeständen bzw. für deren Nutzung mindestens Wissen über folgende Sachverhalte besitzen muss:

(1) die *Existenz* der Daten (Welche Daten werden überhaupt wo angeboten und zu welchen Themen können sie etwas aussagen?),

(2) ihre *relationale Struktur* und die technischen Möglichkeiten zu Anfrage, Verarbeitung und Darstellung (Wie formuliert man Anfragen an die Datenbank, prozessiert die Ergebnisse und zeigt sie an?) sowie

(3) die *Fachbegriffe*, die als Tabellen- und Attributnamen, Attributwerte usw. verwendet werden (Welche Begriffe tauchen in dem Themenfeld auf, was bedeuten sie und wie hängen sie zusammen? Nach welchen Begriffen kann ich suchen?).

Das Projekt HIPPOLYTOS basiert auf der Cadenza-Produktfamilie der disy Informationssysteme GmbH [Hofmann et al 2006]. Cadenza ermöglicht die Zusammenführung existierender Sach- und Geodatenquellen in einem Spatial Data Warehouse, welches dann mit der Desktop-Lösung „Cadenza Professional“, dem web-GIS „Cadenza Web“ oder über „Cadenza Web Services“ manipuliert und genutzt werden kann. Die Cadenza Produktfamilie ist die Basis der meisten operativen disy-Fachanwendungen bei Landes- und Bundesverwaltungen aus dem Umweltbereich. Ein wesentliches Ziel von Cadenza ist es, das Berichtswesen über strukturierte, relationale Daten bei öffentlichen Verwaltungen zu erleichtern. Dazu werden Möglichkeiten angeboten, komplexere Workflows zur Datenselektion, -verarbeitung und Ergebnisvisualisierung (weiter unten vereinfacht als „**Selektoren**“ bezeichnet) mit Unterstützung durch einen Design-Software-Assistenten einfach zusammenzustellen und in einem Repository mit einem Titel und einfachen textuellen beschreibenden Metadaten zusammen abzuspeichern. Diese gespeicherten Datenrecherchen und -auswertungen können dann später gesucht und gegen den aktuellen Datenbestand ausgewertet werden, um einen aktuellen Bericht zu erzeugen. Als Ergebnis eines solchen Recherche- und Verarbeitungsworkflows werden dann häufig graphische Ergebnispräsentationen als Diagramm oder Kartendarstellung erzeugt.

---

<sup>2</sup> <http://www.portalu.de/>

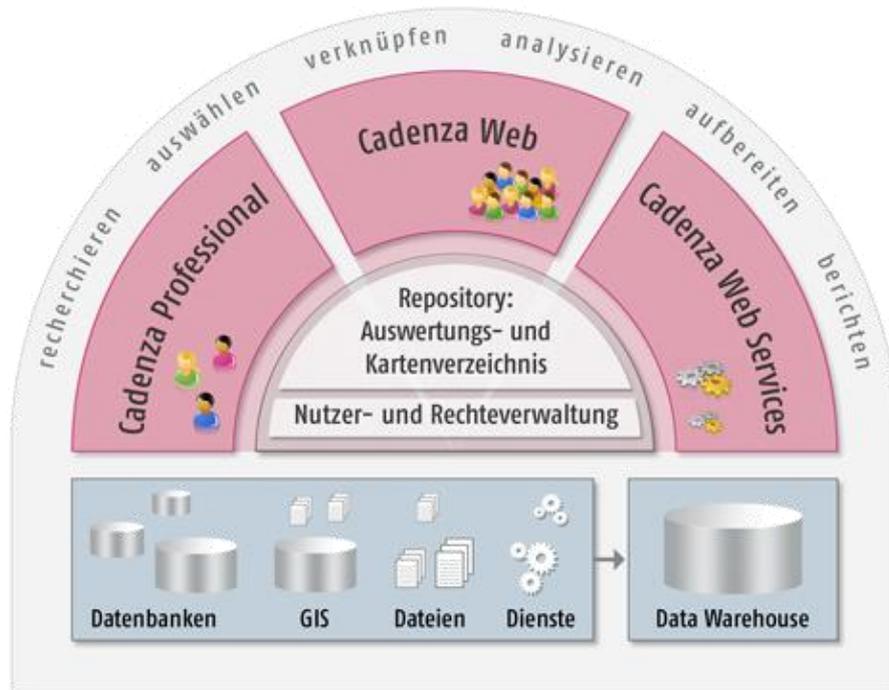


Abbildung 1: Überblick zum disy Cadenza-System

Bezogen auf die oben betrachteten Problemfelder, kann ein Werkzeug wie disy Cadenza die technischen Aspekte von (2) vereinfachen; dennoch ist Wissen zur Fachlichkeit (1, 3) unabdingbar für die effektive Suche und Nutzung. Ein zentrales Informationsportal wiederum kann (1) sehr erleichtern oder obsolet machen, aber ohne weiterführende Unterstützung bleiben (2, 3) schwierig.

Auf der anderen Seite befasst sich die Informatik seit Mitte der 1990er Jahre mit den sogenannten „**Semantischen Technologien**“ (oder auch Semantic Web Anwendungen [Domingue et al, 2011]). Diese versprechen intelligentere Software-Lösungen für die Suche, Integration und Verarbeitung von Daten, Dokumenten oder Web-Diensten, die über Internet-Protokolle erreichbar sind. Indem man Web-basierte Informationsquellen mit **maschinenlesbaren Metadaten** versieht, macht man sie besser auffindbar und für Maschinen besser interpretierbar. Semantische Metadaten beziehen sich auf sogenannte **Ontologien**, reichhaltige Modelle der Begriffsstrukturen und -zusammenhänge in einem Anwendungsgebiet [Staab & Studer, 2009]. Dieses Hintergrundwissen eines Fachgebiets kann zur Wissensorganisation genutzt werden und so die Suche und Navigation nach Informationen erleichtern.

Ontologien für die Wissensorganisation und -suche beinhalten häufig auch eine **lexikalische Schicht**, die den Fachwortschatz beschreibt, mit dem die konzeptuelle Ebene sich in Texten wiederfindet. Mit Hilfe dieser lexikalischen Schicht können bei Suchanwendungen Variationen der natürlichsprachigen Ausdrucksweise (Synonyme, Abkürzungen, unterschiedliche Fachsprachen) oder auch Mehrsprachigkeit unterstützt werden. Die traditionell in der Informationswissenschaft zur Wissensorganisation verwendeten **Thesauri** kann man als „leichtgewichtige“ Ontologien verstehen und können in Semantic Web Anwendungen genutzt werden.

Nun sind ausdrucksfähige Metadaten und umfangreiche Thesauri in der Umweltinformatik überhaupt nicht neu. Trotzdem ist die zeitgemäße Verwendung semantischer Technologien in Umwelthanwendungen noch lange nicht gängige Praxis.

Auch außerhalb des Umweltbereichs befasst sich die Forschung zur **semantischen Suche** überwiegend mit der Suche nach Text- oder Multimedia-Dokumenten, teilweise auch nach Web Services oder auch nach bereits im Stil der Semantic Web Anwendungen kodifiziertem Wissen (sog. „Triples“). Sehr viel seltener befasst man sich in diesem Kontext mit der einfachen Suche nach strukturierten Daten in relationalen Datenbanken – diese stellen aber in vielen Geschäftsbereichen ebenso wie in der Wissenschaft und im Umwelt-Monitoring immer noch eine hoch relevante, nicht ersetzbare Informationsquelle dar. Aus Sicht der Suche gibt es aber Phänomene, die die Suche nach strukturierten Daten von der Dokumentsuche unterscheidet:

- a) Während man bei der Suche nach Textdokumenten oder Multimedia-Dokumenten mit Textanteil hoch performante *Volltext-Suchmaschinen* auf dem *Dokumentinhalt* arbeiten lassen kann, enthalten Datenbankanhalte nicht notwendigerweise irgendwelche Suchbegriffe, wenn sie zu diesem Thema etwas zu sagen haben (ein Hochwasserpegelwert wird beispielsweise im Normalfall eine reelle Zahl sein, aber nicht das Wort „Pegel“ enthalten). Selbst im Datenbankschema muss der Begriff nicht unbedingt enthalten oder ohne weitergehendes Kontextverständnis interpretierbar sein.
- b) Bei einer Datenbankanfrage ist man häufig nicht nur an einem einzelnen *Datenpunkt* interessiert, sondern typischerweise an einer mehr oder weniger komplexen *Auswertung* auf einer *Datenmenge*, z.B. dem Durchschnittswert einer Messreihe. Selbst wenn sich (siehe (a)) Suchbegriffe im Datenbankschema finden, ist damit noch lange keine Anfrage- / Verarbeitungsprozedur klar.
- c) Auch wenn die korrekten Daten alle aufgefunden wären und die richtige Verarbeitung bekannt wäre (siehe (b)), wäre immer noch unklar, in welcher Weise Ergebnisse geeignet *darzustellen* oder zu *visualisieren* sind.

Da die Punkte (b) und (c) durch Cadenza Selektoren / Workflows abgedeckt werden, diese aber wiederum teilweise durch textuelle Metadaten beschrieben werden können, untersuchte disy im Projekt HIPPOLYTOS die Frage, wie eine praxistaugliche Kombination semantischer Technologien mit Cadenza gestaltet werden könne. Ziel war es, eine intuitive, begriffsbasierte Suchschnittstelle für komplexe Daten eines Umwelt-Data-Warehouse zu schaffen, die mit maximal 2 Klicks zu Endergebnissen führen kann. Diese Suchschnittstelle wäre somit ein dritter, begriffsbasierter Zugang zu Cadenza-Inhalten, neben den existierenden Zugängen einer kartenbasierten und einer maskenbasierten Recherche mit Auswahl relevanter Suchformulare über einen Navigatorbaum.

Wir skizzieren in diesem Artikel zwei aktuelle Prototypen zu diesem Zweck, nämlich HIPPOLYTOS und KOIOS.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> HIPPOLYTOS ist ein KMU-Projekt im Rahmen des BMWi-Forschungsprogramms THESEUS („Neue Technologien für das Internet der Dienste“), in dem disy zusammen mit Fraunhofer IOSB Suchschnittstellen für Geo- und Umweltdaten untersucht. HIPPOLYTOS-Konzepte basieren auf dem KEWA-Projekt SUI [Bügel et al, 2011] und ergänzen komplementär dessen Ergebnisse [Abecker et al, 2011b]. Der KOIOS-Prototyp [Bicer et al, 2011] wurde im Rahmen des THESEUS-Teilprojekts CTC-WP3 am FZI Forschungszentrum Informatik Karlsruhe entwickelt und im Rahmen einer Diplomarbeit auf Cadenza angepasst [Nedkov, 2011].

## 2 HIPPOLYTOS: Semantische Suche mit expliziten Metadaten

### 2.1 Ausgangspunkt: Cadenza Selektoren

Ausgangspunkt der Betrachtung sind die oben bereits angesprochenen Cadenza Workflows / Selektoren, die auch freie Parameter enthalten können, welche erst zur Auswertungszeit mit einem Wert belegt werden (im Text unterstrichen), z.B.:

- „Suche die Luftmessstation in meinem Garten, selektiere die Ozonwerte der letzten drei Tage, bestimme Maximum, Minimum und Mittelwert und präsentiere diese in einem Liniendiagramm.“ [Workflow ohne freie Parameter]
- „Suche die Luftmessstation am Standort X, selektiere die Ozonwerte der letzten drei Tage, bestimme Maximum, Minimum und Mittelwert und präsentiere diese in einem Liniendiagramm.“ [freier Parameter X]
- „Suche die Luftmessstation am Standort X, selektiere die Ozonwerte der letzten Y Tage, bestimme Maximum, Minimum und Mittelwert und präsentiere diese in einem Liniendiagramm.“ [freie Parameter X, Y]

Wie bereits angesprochen, können solche Selektoren im Cadanza-Repository abgespeichert werden und sind der Gegenstand der Suche in HIPPOLYTOS – als Vehikel, um schlussendlich an aktuelle Datenbankinhalte zu gelangen.

### 2.2 HIPPOLYTOS-Funktionalität

Abb. 2 zeigt einen Teil der Ergebnisliste von HIPPOLYTOS zur Anfrage „Eisenschrott Ballungsraum Stuttgart“. <sup>4</sup> Die Ergebnisliste wird immer angeführt von der Live-Vorschau der jeweils höchst rangierenden beiden Cadanza-Selektoren, die eine Karten- bzw. eine Diagramm-Darstellung liefern. Folgende Schlüsse wurden bei der Anfrage-Auswertung aufgrund von Hintergrundwissen der Ontologie unter anderem gezogen:

- „Eisenschrott“ ist im unterliegenden Repository kein Fachbegriff – aber „Wertstoff FE-Schrott“ ist einer, mit dem Synonym „Eisenschrott“ in der lexikalischen Schicht.
  - *Daher wird der Selektor „Diagramm: Vergleich Aufkommen Wertstoff FE-Schrott Großraum Stuttgart“ gefunden (in Abb. 2 oben rechts als Vorschau angezeigt).*
- Die Begriffshierarchie der Ontologie kennt „Wertstoffe“ als Oberbegriff von „Eisenschrott“, ebenso „Metall“ als Oberbegriff von „Eisen (FE)“ und „Abfall“ von „Schrott“.
  - *Daher wird der Selektor „Metallaufkommen im Abfall, Vergleich der Landkreise“ gefunden (in Abb. 2 oben links als Vorschau).*

---

<sup>4</sup> Die Daten für die in diesem Beitrag gezeigten Beispiele stammen mit freundlicher Genehmigung aus dem Umweltinformationssystem des Landes Baden-Württemberg (UIS BW), vom Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (LGL) Baden-Württemberg sowie vom Statistischen Landesamt Baden-Württemberg. Die Beispieldaten umfassen für einen gewissen Zeitraum statistische Daten sowie Messreihen zu Abfallaufkommen und Luftqualität in Baden-Württemberg.

- Die Begriffshierarchie enthält weiterhin „Wertstoffanteil Aluminiumschrott“ und „Wertstoffanteil Glas“ als Geschwister-Themen zu „Wertstoffanteil FE-Schrott“.
  - *Daher können entsprechende Selektoren (mit geringerer Relevanz) ebenfalls sinnvolle Suchergebnisse sein.*
- Ferner kann in der lexikalischen Schicht der Ontologie repräsentiert sein, dass „Großraum Stuttgart“, „Metropolregion Stuttgart“ und „Ballungsraum Stuttgart“ Synonyme für einen vagen Begriff sein können, der sich räumlich unterschiedlich interpretieren lässt, bspw. als das Stadtgebiet Stuttgart, die engere Region mit dem Stadtbezirk Stuttgart und 5 umliegenden Landkreisen oder auch als geographische Erstreckung in einem gewissen Radius um das Stadtzentrum.

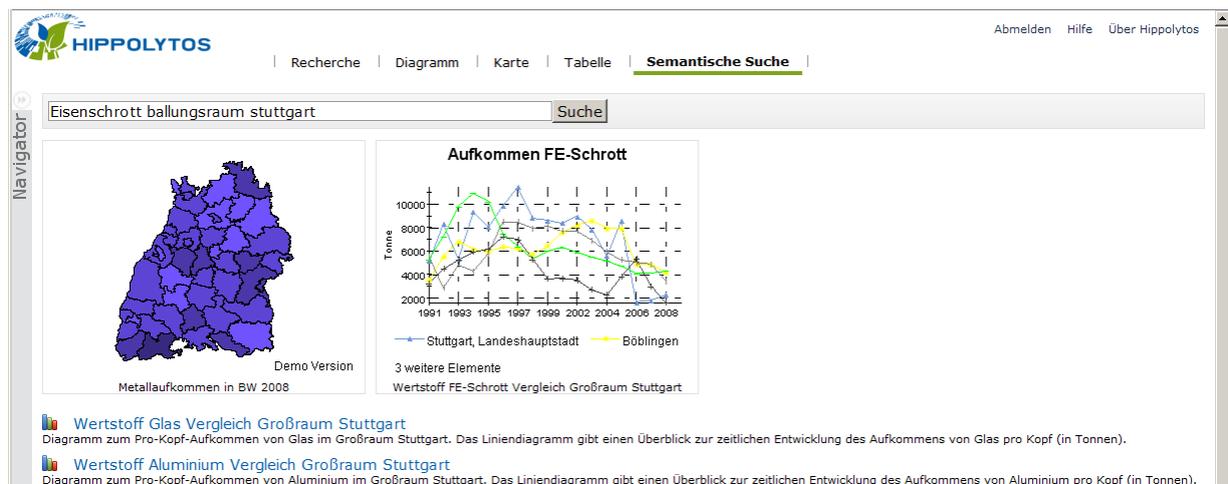


Abbildung 2: Anfang der Ergebnisliste der HIPPOLYTOS-Suche nach „Eisenschrott Ballungsraum Stuttgart“

Mithilfe von solchem lexikalischen und konzeptuellen Hintergrundwissen können semantisch indizierte Selektoren gefunden werden. Diese Abbildung von Anfrage-Konzepten auf Selektor-Metadaten kann sich auf verschiedene Aspekte beziehen:

- **Selektor-Thema:** Zum Beispiel könnte es einen Selektor geben, der das Aufkommen an einem bestimmten *Wertstoff* [Wertstoff (Eisen, Glas, Aluminium)] könnte ein Parameter dieses Selektors sein, der zur Aufrufzeit instanziiert wird] im sortierten *Abfall* einer bestimmten administrativen Region [2. Parameter] in einem bestimmten Zeitraum [3. Parameter] sucht und entsprechend darstellt.
  - *Bei der Beispiel-Suche nach „Eisenschrott“ könnte dieser Selektor, z. B. mit „Wertstoffe; Abfall“ indiziert, mit dem o. a. Hintergrundwissen gefunden werden.*
- **Wertebereich von Selektor-Parametern:** „FE“ als Synonym von „Eisen“ könnte den 1. Parameter des Beispielselektors belegen; „Stuttgart“ als Abkürzung für „Stadtkreis Stuttgart“ oder „Regierungsbezirk Stuttgart“ den 2. Parameter.
- **Visualisierungs- oder Darstellungsform** der Ergebnisse, z. B. Datenwert(e), Datentabelle, kartenbasierte Darstellung, spezieller Diagrammtyp: Hier können Details der Anfrageformulierung Hinweise auf die erwartete Darstellung

geben, z. B. „Vergleich“ für ein Balken- oder Kuchendiagramm, „Trend“ für ein Liniendiagramm oder „Verteilung“ – in einem räumlichen Kontext – für eine Kartendarstellung.

Gefundene Selektoren können dann beim Anklicken mit den entsprechenden Parametern instanziiert, gegen den aktuellen Datenbestand ausgewertet und ihre Ergebnisse angezeigt werden.

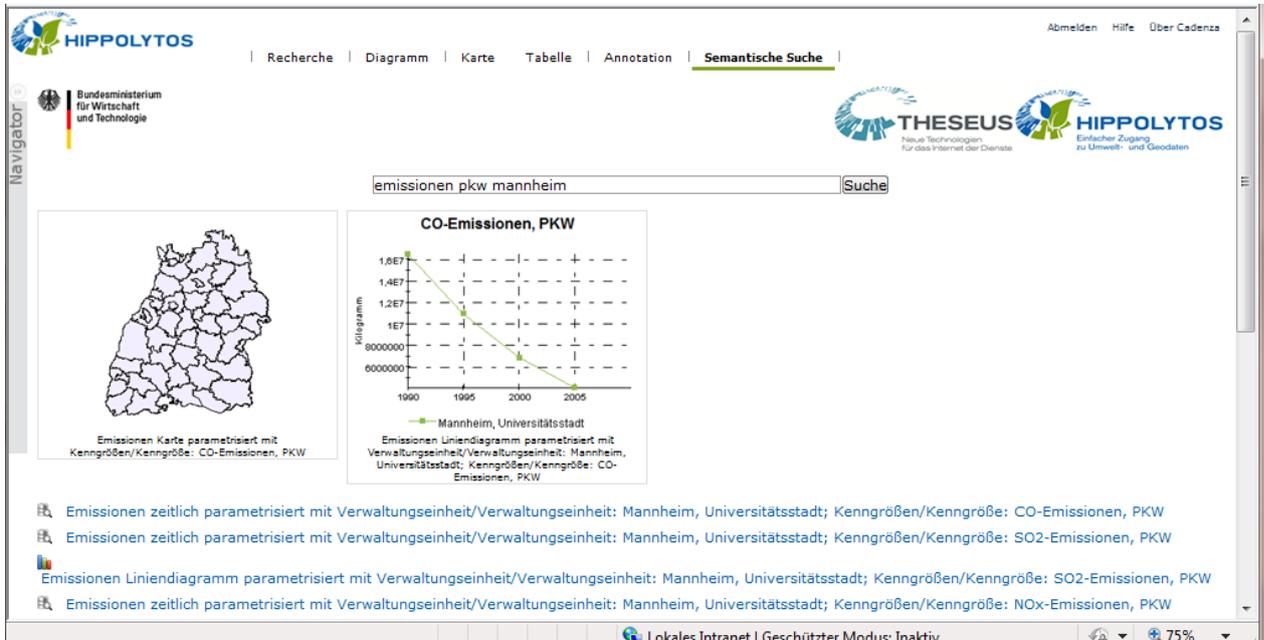


Abbildung 3: Ergebnisse für die Suche nach "emissionen pkw mannheim"

Abb. 3 zeigt noch ein anderes Beispiel, den Anfang der Ergebnisliste zur Anfrage „Emissionen PKW Mannheim“. Hier werden beispielsweise Selektoren zum CO<sub>2</sub>-, SO<sub>2</sub>- und Nox-Ausstoß angeboten, also für verschiedene mögliche Abgasbestandteile.

## 2.3 Umsetzung

Die Umsetzung von HIPPOLYTOS ist in [Abecker et al, 2011a] ausführlicher beschrieben. Einige wichtige Punkte: Der Ansatz ist in die Reihe der sog. **leichtgewichtigen semantischen Technologien** einzuordnen; d.h. es ist kein sehr tiefgreifendes automatisches logisches Schlussfolgern auf der Basis tief formal modellierter Ontologien erforderlich, sondern es reicht das typischerweise in Thesauri repräsentierte lexikalische und Wissensorganisations-Know-How aus, um die skizzierten Ergebnisse zu liefern. Dieses Thesaurus-Wissen wird in **SKOS**<sup>5</sup> repräsentiert, einer Menge von standardisierten Sprachkonventionen zur Darstellung von Wissensorganisationssystemen in Semantic Web Sprachen. Im HIPPOLYTOS-Prototypen wurde die SKOS-Repräsentation des **GEMET-Thesaurus** benutzt - in einer Produktivversion für den deutschsprachigen Raum würde man vielleicht auf den sehr viel umfangreicheren UMTHEs übergehen.

<sup>5</sup> Simple Knowledge Organisation System, <http://www.w3.org/2004/02/skos/>

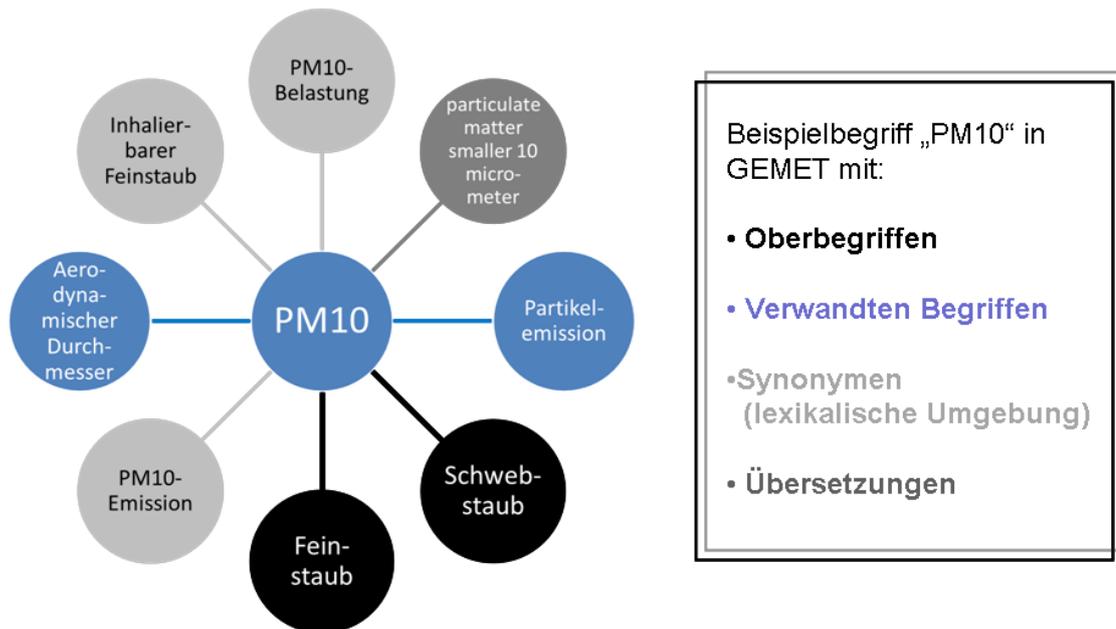


Abbildung 4: Beispiel für GEMET Thesaurus-Inhalte

Um für Endanwender akzeptable Szenarien zu bilden, werden Thesaurus-/Ontologie-Import und die semantische Indizierung vollautomatisch durchgeführt, können aber manuell überschrieben werden. Der semantische Index von HIPPOLYTOS ist technisch als Ergänzung des Volltext-Index realisiert und mit **LUCENE**<sup>6</sup> implementiert. Diese Ergänzung erfolgt derart, dass zusätzlich zu den Indexeinträgen aufgrund der Text-Metadaten von Selektoren weitere Indexeinträge für Begriffe aus der Ontologie erzeugt werden, nämlich für Ontologiekonzepte, die aufgrund ihrer lexikalischen Beschreibung *direkt* mit den Text-Metadaten in Verbindung gebracht werden können, oder aber *indirekt*, z.B. als Eltern- oder Geschwisterbegriffe der direkt assoziierten Konzepte. Somit wird ein Selektor auch im Bereich eine gewissen „semantischen und lexikalischen Nachbarschaft“ auffindbar. Durch die echte *Ergänzung* des Volltext-Index kann die HIPPOLYTOS-Suche niemals Selektoren „übersehen“, die mit der reinen Volltextsuche gefunden würden.

<sup>6</sup> <http://lucene.apache.org/j>

### 3 KOIOS: Schemafreie Suche mit Faceted-Search-GUI

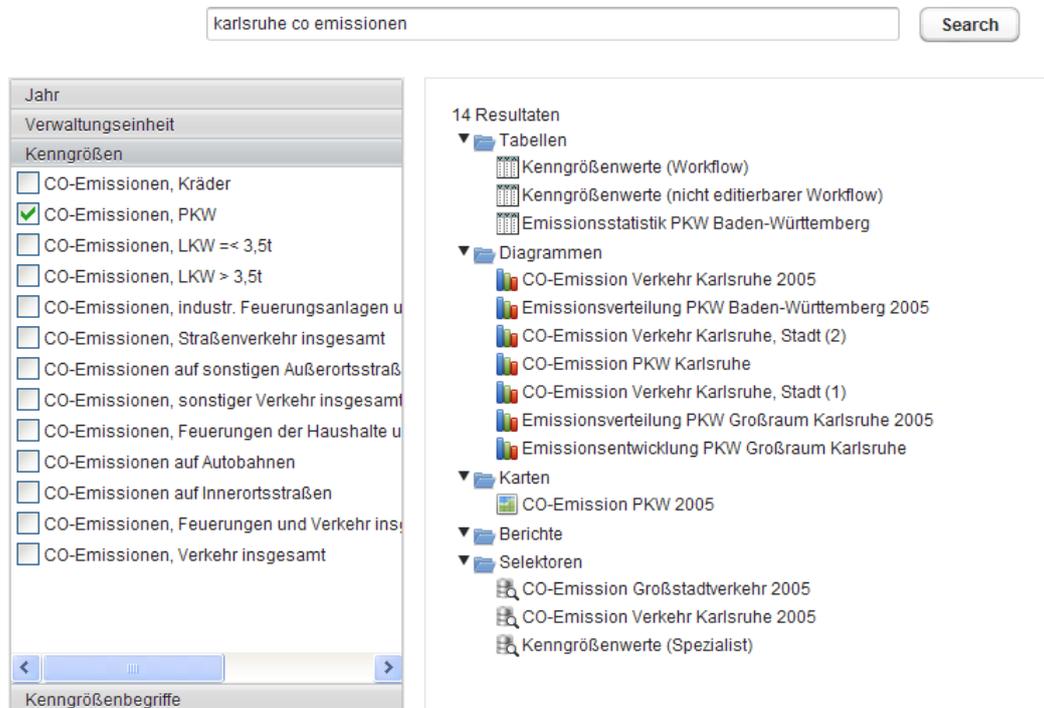


Abbildung 5: Facettierte Suche mit KOIOS für "Karlsruhe CO Emissionen"

Abb. 5 vermittelt schon eine Idee einer Problematik, die in der momentanen Implementierung der semantischen Suche auftreten kann: bewegt man sich in einem Anwendungsfeld mit potenziell relevanten Selektoren mit vielen freien Parametern bzw. großen Wertebereichen für freie Parameter und stellt eine stark unterspezifizierte Anfrage (z.B. „Emissionen“), multipliziert sich die Anzahl möglicher Parameterbelegungen (z.B. Anzahl Orte \* Anzahl Zeiträume \* Anzahl von Immissionsgasen/-stoffen \* Anzahl Verursacher), was in einer sehr großen und tendenziell unübersichtlichen Ergebnismenge mündet, auf der auch das Ranking schwierig wird. Dieser Problematik kann durch den Ansatz der sog. „**faceted search**“ [Tunkelang, 2009] auf der GUI-Seite begegnet werden, der im Prototypen KOIOs verwendet wird.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Der eigentliche Forschungsgegenstand von KOIOS ist die sog. **schemafreie Suche** („**schema-agnostic search**“). Diese erzeugt aus einer Menge von Schlüsselwörtern eine Reihe möglicher Datenbank-Anfragen, die durch diese Schlüsselwörter beschrieben werden *könnten* – ohne dass man dabei das DB-Schema kennen müsste (im Gegensatz dazu steckt das Schema-Wissen bei HIPPOLYTOS in den Selektoren). Dazu werden die konkreten DB-Inhalte statistisch ausgewertet und es wird ein probabilistisches Modell davon erstellt, welche Werte wie häufig in welchen Attributen des relationalen Schemas auftauchen. Werden dann bestimmte DB-Werte als Schlüsselwörter einer Suche verwendet, kann man mit heuristischen Methoden Hypothesen erzeugen, welche SQL-Anfrage auf dem Schema gemeint sein könnte. Innerhalb von disy Cadenza lassen sich dann wiederum diejenigen Selektoren finden, die diesen Anfragen am nächsten kommen. KOIOS soll in diesem Artikel nicht vertieft diskutiert werden. Dies geschieht bspw. in [Bicer et al, 2011].

Hierbei werden die verschiedenen Dimensionen, hinsichtlich derer sich verschiedene Ergebnismöglichkeiten unterscheiden (in Abb. 5 links die Selektorparameter Jahr, Verwaltungseinheit, Kenngröße), jeweils mit ihren möglichen Ausprägungen angeboten. Das Selektieren der gewünschten Parameterwerte führt dann direkt rechts zur Aktualisierung der Liste noch möglicher Suchergebnisse.

## 4 Zusammenfassung

Wir haben die Funktionalität zweier Ansätze skizziert, die eine einfache begriffsbasierte Suche nach Datenbankinhalten in Cadenza über den Umweg vorkonfigurierter Cadenza-Selektoren implementieren. HIPPOLYTOS realisiert im Grunde eine **Anfrage-Erweiterung** („query relaxation“) auf der Basis von textuellen Selektor-Metadaten und Hintergrundwissen der Ontologie/des Thesaurus – allerdings nicht zur Anfragezeit und interaktiv, sondern aus Performanz- und Useability-Gründen schon zur Indexierungszeit und automatisch. Gerade im Zusammenhang mit vielen freien Parametern (siehe voriges Kapitel) könnte man hier durch die große Menge von Indexeinträgen Skalierungsprobleme erwarten – diese Befürchtungen haben sich aufgrund der **Performanz** von LUCENE in unseren Versuchen nicht bestätigt. Hinsichtlich der **Ergebnisgüte** kann ein solcher Ansatz natürlich nur den *Recall* der Suche erhöhen, nicht aber die *Precision*. In unseren Experimenten hat das nicht zu Problemen aufgrund sehr vieler irrelevanter Probleme geführt. Das könnte daran liegen, dass man sich hier in einem fachlich sehr eingegrenzten Gebiet befindet, in dem kaum *vollkommen* irrelevante Ergebnisse möglich sind; schließlich wird ja schon in das Bauen und Beschreiben eines Cadenza-Selektors/-Workflows eine gewisse Fach-Intelligenz gesteckt. Allerdings, wie in Abschnitt 3 angesprochen, kann das **Ranking** im Falle sehr vieler freier Parameter und unterspezifizierter Parameter problematisch werden. Auch wenn sich häufig Ranking-Probleme durch kontinuierliches Nachjustieren von Ontologie und automatisch erzeugten Annotationen und ggf. manuelle Eingriffe in die Ranking-Regeln von LUCENE auflösen lassen, könnte die Problematik vieler freier Parameter mit dem vorliegenden Ansatz aus prinzipiellen Gründen schwierig sein. Hier sind sicherlich noch Praxiserfahrungen mit Teststellungen im operativen Umfeld zu sammeln, um herauszufinden, ob die Thematik im praktischen Einsatz wirklich kritisch wird. Sollte dies der Fall sein, könnte eine Kombination mit einem GUI-Konzept wie dem der **facettierten Suche** in KOIOS Abhilfe schaffen. Dies würde allerdings die verfolgte Useability-Grundphilosophie kompromittieren, eine radikale Google-artige **User Experience** zu bauen, die ausschließlich auf eine einfache Begriffssuche und wenige Klicks abgestellt ist, kombiniert mit den Live-Vorschau-Bildern von Ergebnis-Visualisierungen. Grundsätzlich wurde dieser Ansatz von Testnutzern sehr gut angenommen und ist in zukünftigen Szenarien auch sehr gut mit Informationszugängen aus mobilen Endgeräten wie Smartphones kompatibel.

Grundsätzlich haben die Ansätze HIPPOLYTOS und KOIOS komplementäre Eigenschaften und Stärken. z.B. baut HIPPOLYTOS *ausschließlich* auf explizite Metadaten, KOIOS nutzt diese gar nicht; HIPPOLYTOS kann externe Ontologien nutzen, KOIOS braucht sie nicht; KOIOS interpretiert die Werteverteilung der realen Daten intelligent, versagt aber bei nicht in der Datenbank auftauchenden Suchbegriffen, was wiederum für HIPPOLYTOS gleichgültig ist. Insofern wäre die weitergehende Erforschung von Kombinationen beider Suchparadigmen ebenfalls vielversprechend, genau wie auch die nähere Untersuchung von schema-agnostischer Suche an sich – was bisher nur punktuell passiert ist.

Ein weiteres Thema für zukünftige Arbeiten ist die Einbettung HIPPOLYTOS-artiger Informationslieferanten in den größeren Kontext föderierter Web-Portale, wie im Projekt SUI untersucht [Bügel et al, 2011]. Dies wird in [Abecker et al, 2011b] angesprochen.

Die in diesem Papier beschriebenen Entwicklungen sind im Zustand konsolidierter Prototypen, für die Testanwender gesucht werden. Aspekte von HIPPOLYTOS werden voraussichtlich in die nächste Produkthauptversion „Cadenza 2012“ einfließen. Größere Feldversuche sind in Vorbereitung.

## 5 Literaturverzeichnis

[Abecker et al, 2011a]

Abecker, A. et al.: Enabling User-friendly Query Interfaces for Environmental Geodata through Semantic Technologies. In: GEOINFORMATIK 2011, Münster, 2011.

[Abecker et al, 2011b]

Abecker, A., Bügel, U., Ebel, R., Schlachter, T.: Integrating Semantic Search for Relational Data into Environmental Information Systems. In: EnviroInfo-2011, Ispra, 2011.

[Bicer et al, 2011]

Bicer, V., Abecker, A., Tran, D.T., Nedkov, R.: KOIOS: Utilizing Semantic Search for Easy-Access and Visualization of Structured Environmental Data. In: Proc. 10th Int. Semantic Web Conference (ISWC'11). Koblenz, 2011.

[Bügel et al, 2011]

Bügel, U. et al.: SUI für Umweltportale – Entwurf und prototypische Implementierung einer Architektur für die semantische Suche im Portal Umwelt-BW. In: Mayer-Föll, R., Ebel, R., Geiger, W. (Hrsg.), Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt, Verkehr und benachbarte Bereiche in neuen Verwaltungsstrukturen, Phase VI 2010/11, Karlsruher Institut für Technologie, KIT Science Reports, FZKA 7586, 2011.

[Domingue et al, 2011]

Domingue, J., Fensel, D., Hendler, J. A. (Hrsg.): Handbook of Semantic Technologies, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2011.

[Hofmann et al., 2006]

Hofmann, C. et al.: disy Cadenza / GISterm – Plattform für Berichts- und Auswertesysteme sowie Geoinformationssysteme insbesondere im Umweltbereich. In: Mayer-Föll, R., Keitel, A., Geiger, W. (Hrsg.): F+E-Vorhaben KEWA – Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt und Verkehr in neuen Verwaltungsstrukturen, Phase I 2005/06, Forschungszentrum Karlsruhe, Wissenschaftliche Berichte, FZKA 7250, S. 63-86, Karlsruhe, 2006.

[Nedkov, 2011]

Nedkov, R.: Schlüsselwortsuche über relationalen Datenbanken, Diplomarbeit, Karlsruher Institut für Technologie, 2011.

[Staab & Studer, 2009]

Staab, S., Studer R. (Hrsg.): Handbook on Ontologies (2. Aufl.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009.

[Tunkelang, 2009]

Tunkelang, D.: Faceted Search (Synthesis Lectures on Information Concepts, Retrieval and Services), Morgan & Claypool, 2009.

# Wasserqualität-Online

## Unternehmensübergreifendes Datenmanagement mit WebGIS-Portal

Thomas Gutzke, [gutzke@envi-systems.com](mailto:gutzke@envi-systems.com)  
envi-systems GmbH, Darmstadt

### 1 Einführung

Für die Sicherstellung einer verlässlichen und qualitativ hochwertigen Wasserversorgung sind in Deutschland gut 6.000 Wasserversorgungsunternehmen verantwortlich. Neben einem internen Datenmanagement, das erforderlich ist, um alle Gewinnungs-, Aufbereitungs-, Speicher- und Verteilungsprozesse lückenlos zu überwachen und zu steuern, sind ausgewählte Daten kontinuierlich an verschiedene Überwachungsbehörden zu melden.

Nach dem Pilotprojekt „Grundwasser-Online“ im Jahr 2003 starteten die Landkreise „Fulda“ und „Bergstraße“ in 2011 die GW-Manager-basierten WTS-Server-Systeme, um ein landkreisweit einheitliches Datenmanagement zu etablieren, bei dem keinerlei Daten mehr von den Versorgern an die Überwachungsbehörden gesendet werden müssen (Bringschuld). Die Überwachungsbehörden werden hierbei in die Lage versetzt, stets auf den gesamten, hochaktuellen Datenbestand zugreifen zu können (Holmöglichkeit). Jeglicher manueller Datenaustausch und Versand mit verlustreichen Export- und Importprozessen gehört somit der Vergangenheit an.

### 2 Die aktuelle Situation (Datenarten und –umfänge)

Für die Sicherstellung der Wasserversorgung werden in der Regel die verschiedenen, regional verfügbaren Wasserressourcen genutzt. In Deutschland ist das überwiegend die Ressource Grundwasser, aber auch Oberflächengewässer und Quellen werden z.T. intensiv genutzt. Vom Versorger sind dabei neben den Mengen (Fördermengen, Entnahmemengen, Quellschüttungen) auch Umweltdaten in Form von Grundwasserständen, Gewässerpegeln und diverse Klimadaten zu erfassen und zu überwachen. Für die Überwachung der Roh- und Trinkwasserqualität werden zudem regelmäßig Proben von einem zertifizierten Labor genommen, analysiert und die Ergebnisse dem Versorger bereitgestellt.

Viele Umweltdaten werden heutzutage noch immer vor Ort ermittelt, handschriftlich protokolliert und später digital erfasst. Daneben halten jedoch zunehmend Sensoren Einzug, bei denen die Daten zum einen über autarke Datenlogger gesammelt, manuell ausgelesen oder per DFÜ übertragen werden. Zum anderen sind die Sensoren an sogenannte Fernwirk- bzw. Prozessleitsysteme angeschlossen, die die Steuerung der gesamten Anlage (Pumpen, Schieber, Hochbehälter etc.) erlauben. Insbesondere die Roh- und Trinkwasseranalysen werden von den Versorgern jedoch zumeist nur in Papierform abgelegt. Auch die Meldungen an die zuständigen Behörden erfolgen in den meisten Bundesländern noch immer papierbasiert. Dabei

werden die Rohwasseranalysen z.T. an das jeweilige Landesministerium, Regierungspräsidium bzw. die Unteren Wasserbehörden gesendet während das jeweilige Gesundheitsamt für die Trinkwasseranalysen zuständig ist. Viele Daten sind mittlerweile von den einzelnen Behörden an die übergeordneten Behörden zu melden. So meldet beispielsweise das Gesundheitsamt die Daten an das Ministerium, das wiederum an das Umweltbundesamt und von da an europäische Stellen. Bis heute sind diese Prozesse gekennzeichnet von zahlreichen Schnittstellen und mehr oder weniger verlustreichen und zeitverzögerte Export- und Import-Prozessen.

### **3 Motivation**

Die steigenden Pflichten, Daten an europäische Stellen melden zu müssen, haben in der jüngeren Vergangenheit die entsprechenden deutschen Stellen dazu bewogen, die Daten von den Zulieferern digital anzufordern. Hierbei werden die Daten in entsprechenden Wunschformaten eingefordert. Eine deutschlandweite Schnittstelle hat sich bislang noch nicht durchgesetzt. Zu hartnäckig beharren viele Bundesländer auf ihren eigenen, z.T. seit Jahren etablierten Schnittstellen. Hierzu gehören beispielsweise GruWaH, Labdüs, Octoware, Sebam, TEIS bzw. TwistWeb. Von der EU über den Bund, über die Länder und Kreise bis hin zu den Gemeinden werden die Pflichten nach „unten“ durchgereicht. In Hessen führt dies beispielsweise dazu, dass das Ministerium Rohwasseranalysen im GruWaH-Format einfordert, die Untere Wasserbehörde Excel-Listen und die Gesundheitsämter das TEIS-Format verlangen. Zudem müssen auch Umweltdaten wie Fördermengen, Grundwasserstände etc. in diversen Formaten von den Versorgern gemeldet werden.

### **4 Wasserqualität-Online**

Angestoßen durch die Gesundheitsämter in Ost- und Südhessen werden in den hessischen Landkreisen Fulda und Bergstraße die ersten kreisweiten Datenbank-Portale aufgebaut, über die alle Versorger alle wasserwirtschaftlichen Daten erfassen, verwalten und auswerten. Auf Basis des Softwaresystems „GW-Manager“ erfassen die Versorger so alle Stamm-, Mess-/Mengendaten und Probeanalysen aller Brunnen, Quellen, Grundwassermessstellen, Gewässerpegel, Klimastationen und Trinkwasserentnahmestellen (Abb. 1).

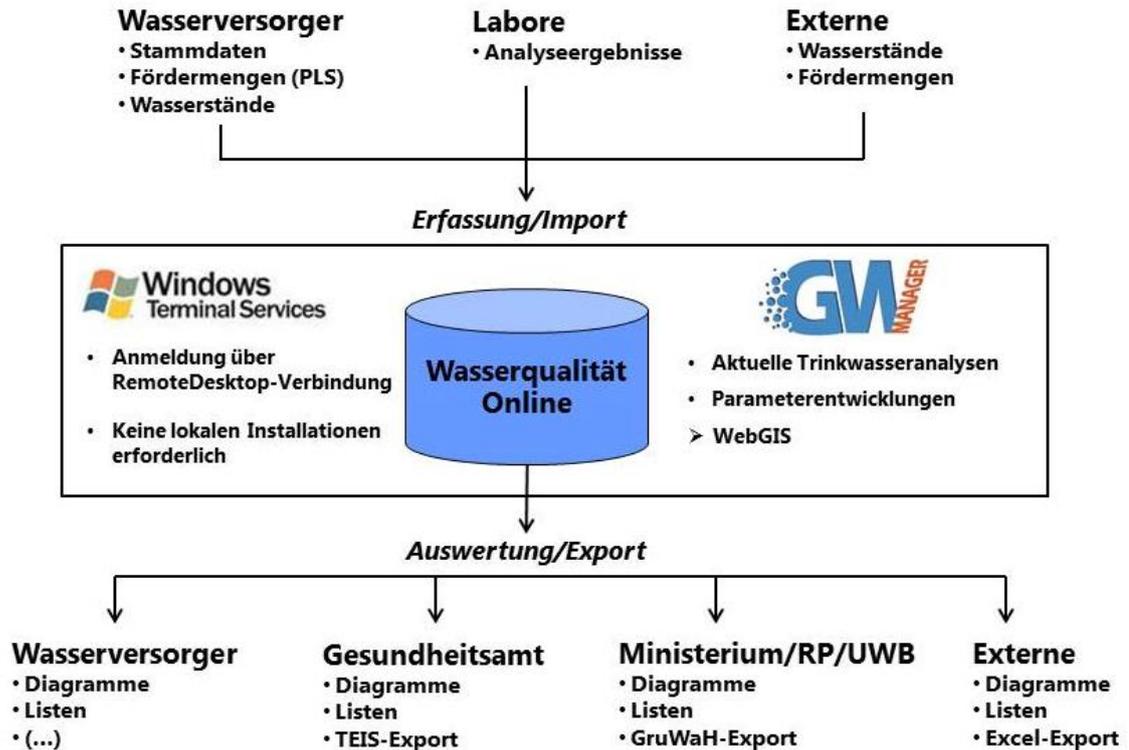


Abbildung 1: Beteiligte und beispielhafter Datenfluss

Die Daten werden dabei über einen Windows-Terminal-Server (WTS) in eine gemeinsame Datenbank eingepflegt. Über eine Remote-Desktop-Verbindung (RDP) kann hierbei jeder autorisierte Mitarbeiter eines Wasserversorgers von jedem beliebigen PC mit Internetverbindung mit dem GW-Manager und den für diesen Mitarbeiter explizit freigegebenen Daten arbeiten – lokale Installationen entfallen dabei vollständig (Abb. 2).



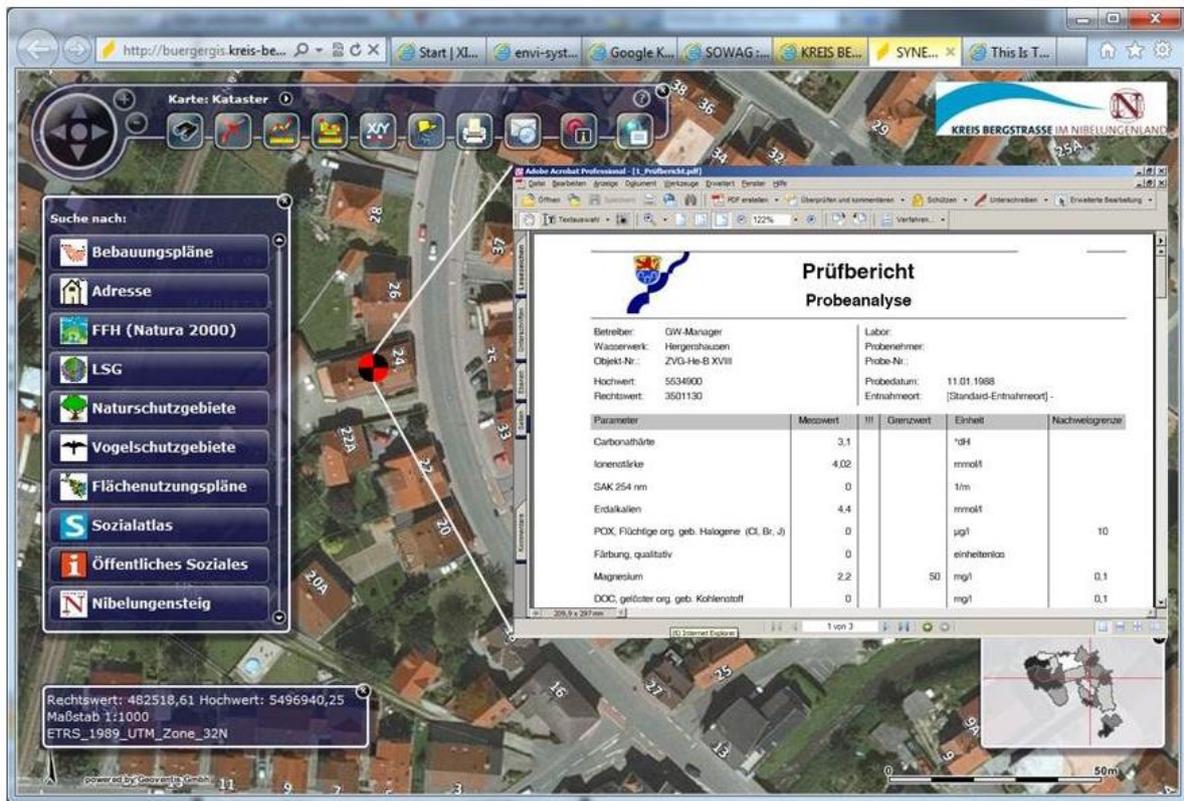


Abbildung 3: Öffentliches WebGIS



# Management ökologischer Anforderungen mit Topic Maps

Hans-Knud Arndt und Stephan Jacob  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg – Fakultät für Informatik – Arbeitsgruppe  
Managementinformationssysteme  
[Stepahan-Jacob@t-online.de](mailto:Stepahan-Jacob@t-online.de)

## Abstract

Organizations are complex systems embedded in their environment. Different kinds of stakeholder submit their interests, so called stakes, to the organization. These ecological stakes have to be taken into account in everyday business. The huge amount of stakes leads to a significant complexity. Based on the Topic Maps standard, which is originated in the fields of knowledge management and semantic web, this article presents a model for mapping such networks of stakes. This network supports the management of stakes and describes a basis for a standardized IT assisted evaluation.

## 1 Einleitung

Umweltmanagement ist eine bedeutende Aufgabe für Organisationen. So werden vielfältige Auflagen, Normen, Gesetze, Standards oder ähnliche Vorgaben zur Regulierung der umweltbezogenen Tätigkeiten an Organisationen herangetragen. Diese Vorgaben lassen sich im Kontext eines Managementsystems als ‚rechtliche Verpflichtungen und andere Anforderungen‘ [DIN EN ISO 14001, 2005] (früher als ‚gesetzliche und andere Forderungen‘ bezeichnet [DIN EN ISO 14001, 1996]), kurz ‚Anforderungen‘ klassifizieren. Diese Anforderungen werden durch verschiedene Anspruchsgruppen definiert. Zu den Anspruchsgruppen gehören allgemein „alle Personen, Personengruppen und Institutionen, die an den Aktivitäten eines Unternehmens mitwirken oder davon unmittelbar oder mittelbar betroffen sind“ [Ahrens, 2001]. In gleicher Weise werden auch andere Organisationen von verschiedenen Anspruchsgruppen beeinflusst. Die Beachtung und Implementierung der umweltbezogenen Anforderungen verschiedener Anspruchsgruppen ist von hoher Relevanz. Die Missachtung von beispielsweise gesetzlichen Vorschriften als Anforderungen der Anspruchsgruppe Staat, kann zu weitreichenden negativen Konsequenzen, bis hin zum Einstellen der Tätigkeiten innerhalb der Organisation, führen. Aus diesem Grund ist die Implementierung eines Umweltmanagementsystems zielführend. „Inhaltlich wird unter der Bezeichnung Umweltmanagementsystems (...) der Teil des gesamten Managementsystems bezeichnet, der eine Organisationsstruktur, Zuständigkeiten, Verhaltensweisen, Verfahren, Abläufe und Ressourcen für die Festlegung und Durchführung der Umweltpolitik umfasst“ [Müller-Christ, 2001]. Zur Erfassung von ökologischen Anforderungen ist ein systematisches Vorgehen notwendig, wie es bereits in der Literatur beschrieben wird [Bea/Haas, 2005, Welge/Al-Laham, 1999]. Aufgrund der Vielzahl von Anforderungen ergibt sich ein komplexes Wirkungs-

geflecht. Nur durch eine geeignete Aufbereitung der gewonnenen Informationen kann ein effektives und effizientes Umweltmanagement innerhalb einer Organisation betrieben werden. Hierzu ist eine Strukturierung der Anforderungen notwendig [Arndt/Jacob, 2010], um eine Integration in das Managementsystem zu gewährleisten. Dabei stehen die Erfassung der Anforderungen und die Beschreibung von Interdependenzen im Mittelpunkt. Durch eine geeignete Dokumentation, welche über die reine schriftliche Zusammenfassung, z. B. in Form von Dokumenten hinaus geht, werden die umweltbezogenen Prozesse durch Informationsbereitstellung unterstützt. In diesem Zusammenhang wird die Bedeutung der umweltbezogenen Anforderungen als Grundlage für die Planung und Entscheidung [Krinn/Meinholz, 1997] deutlich. Die Verknüpfung der internen Aktivitäten mit den Anforderungen unterstützt die Berichterstattung an die entsprechenden Anspruchsgruppen.

Das Zusammentragen der beschriebenen Anforderungsgeflechte wird durch verschiedene Kreativtechniken, wie die Anwendung von Mind Maps zwar unterstützt, aber diese Abbildungen bringen wesentliche Nachteile mit sich. Zum ersten verwenden Softwarehersteller eigene, nicht genormte Datenmodelle, zum zweiten lassen sich Beziehungen zwischen den Anforderungen nicht im notwendigen Umfang modellieren und zum dritten ist die Anreicherung der Modelle um weitere Informationen nicht möglich. Eine genauere Betrachtung des Anforderungsgeflechtes zeigt, dass das durch verschiedene umweltbezogene Anforderungen gebildete Wirkungsgeflecht mit Hilfe semantischer Netze abgebildet werden kann. Um eine Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)-gestützte Verarbeitung und Integration in das Umweltmanagementsystem sowie eine standardisierte Darstellung zu gewährleisten, ist eine Abbildung der Anforderungen mit Hilfe des Topic Map Standards, welcher ein Instrument des Semantic Webs darstellt und eine IKT-gestützte Umsetzung semantischer Netze beinhaltet, zielführend. Ein alternatives Konzept bildet das Resource Description Framework (RDF) und darauf aufgesetzte Ontologiesprachen (wie z. B. OWL). Aufgrund der Ausrichtung von RDF auf Software-Agenten ist es weniger für die Bearbeitung durch den menschlichen Nutzer geeignet (gleiches gilt auch für die auf RDF basierenden Sprachen). Aus diesem Grund beschreibt dieser Artikel eine Modellierungsvorschrift zur Abbildung von Anforderungen mit Hilfe von Topic Maps.

## **2 Eigenschaften von ökologischen Anforderungen**

Die verschiedenen umweltbezogenen Anforderungen der Anspruchsgruppen weisen bestimmte Strukturmerkmale auf, welche zunächst analysiert werden sollen. So haben Anforderungen typischer Weise mindestens einen Bezeichner. Dieser kann eine kurze Zusammenfassung der gesamten Anforderung sein, welche im Rahmen der Analyse durch die Organisation vergeben wird. Zusätzlich können weitere Benennungen erwünscht sein. So ist die Vergabe von Bezeichnern in verschiedenen Sprachen, als auch die Zuordnung von Namen mit unterschiedlicher Aussagekraft (entweder die beschriebene kurze Benennung oder eine etwas ausführlichere Bezeichnung), möglich.

Zwischen verschiedenen Anforderungen bestehen oftmals Einflussbeziehungen. Eine genauere Betrachtung zeigt, dass diese Relationen analog der Beziehungen zwischen Zielen in einem Zielsystem kategorisiert werden können. Für Ziele und somit auch für Anforderungen existieren folgende grundlegenden Relationstypen [Heinen, 1966]:

- Komplementarität: Die Umsetzung einer Anforderung unterstützt zugleich die Realisation eines zweiten Anspruches. Das bedeutet, die Anforderungen haben die gleiche Wirkungsrichtung.
- Konkurrenz: Die Realisation eines Anspruches hemmt die Verfolgung eines zweiten. Im Extremfall verhindert das Umsetzen einer Anforderung die Realisation einer zweiten. Es liegt Antinomie vor.
- Indifferenz: Zwei Anforderungen beeinflussen sich weder positiv noch negativ.

Zusätzlich zu den Bezeichnungen und den Relationen sind Anforderungen stets mit einer Quelle verbunden. Diese stellt zum einen die entsprechende Anspruchsgruppe oder aber zum anderen ein Instrument dieser Gruppe dar. So kann eine Anforderung beispielsweise von einer Bürgerinitiative als Anspruchsgruppe stammen. Ein Beispiel für den zweiten Fall stellt ein Gesetz dar. Dieses ist ein Instrument des Staates als Anspruchsgruppe.

Diese Quellen sind zum Teil öffentlich zugänglich und zum anderen Teil nur individuell an die Organisation gerichtet. Im Rahmen der strukturierten Erfassung der Anforderungen ist die Modellierung der Quellen hilfreich. So besteht auf einfachem Weg die Möglichkeit den konkreten Inhalt der Anforderung zu erfassen und die Ansprüche kontinuierlich auf Bestand und Relevanz zu prüfen.

Anhand der Quellen ist auch eine Typisierung der Anforderungen möglich. Diese wird durch die Anspruchsgruppe, welche die Interessen an die Organisation heranträgt, determiniert. Die Erfassung der Typisierung erlaubt es die Anforderungen zu kategorisieren. Dies wiederum erleichtert die Priorisierung und Prüfung auf Relevanz der verschiedenen Anforderungen. So sind z.B. Anforderungen von rechtlichen Anspruchsgruppen vorrangig zu verfolgen.

Zusätzlich erfolgt die Dokumentation der umweltbezogenen Anforderungen innerhalb der Organisation. Ein typisches Werkzeug hierfür ist ein Umweltmanagementhandbuch. Die Verknüpfung der Anforderungen mit der Dokumentation erlaubt es dem Nutzer, detaillierte Informationen über die entsprechenden Vorgaben auf schnellem Weg zu erfassen.

### **3 Topic Map Standard**

Der Standard der Topic Maps bildet eine mögliche IKT-gestützte Umsetzung von semantischen Netzen [Sowa, 1991]. Das Topic Maps – Data Model (TMDM) ist dabei zentraler Bestandteil der Standardfamilie. Nachfolgend werden die wichtigsten Elemente des TMDMs, welche zur Abbildung von Anforderungen mit Topic Maps notwendig sind, kurz eingeführt.

Ein realweltlicher Aussagegegenstand wird hierbei immer durch ein Topic repräsentiert [ISO, 2008a]. Diese Konvention fordert, dass für jeden relevanten Aussagegegenstand, welcher modelliert werden soll, ein Topic erzeugt werden muss [Maicher, 2007]. Allgemein ist ein Topic die Instanz von null oder mehreren Typen (Klassen) [Rath/Pepper, 2000]. Diese werden wiederum als Topics abgebildet. Topics besitzen verschiedene Eigenschaften. Diese sind die Namen des Topics (topic names), die Belegstellen bzw. relevanten Informationsobjekte des Topics (topic

occurrences) und die Rollen, welche das Topic im Rahmen von Beziehungen einnimmt [Widhalm/Mück, 2002].

Die Namen (topic names) von Topics bilden eine Eigenschaft dieser. Hierbei erlauben Namensvarianten die Abbildung von verschiedenen Namensbezeichnungen. Der Einsatzzweck der jeweiligen Namensvarianten ist durch einen Parameter spezifizierbar [Rath, 2003].

Die Belegstellen bzw. die Informationsressourcen eines Topics bilden eine weitere Eigenschaft dieser. Belegstellen werden in Form von Verknüpfungen, welche das Topic mit der Ressource verbindet, dargestellt und als Occurrences bezeichnet [ISO, 2008a]. Dabei besteht die Möglichkeit, kleine Informationsressourcen (z.B. kurze Artikel) direkt in der Topic Map zu speichern oder ein Uniform Resource Identifier (URI) auf die entsprechende Ressource anzugeben [Maicher, 2007]. Zur Spezifikation der Art der Ressource ist es möglich, Occurrences einen Typ zuzuordnen. Dabei kann eine Occurrence die Instanz von genau einer Klasse sein [Rath, 2003]. Analog zu den Namensvarianten der Topics können auch die Verknüpfungen zu den Informationsressourcen mit Gültigkeitsbereichen [ISO, 2008a] versehen werden.

Neben der Verknüpfung eines Topics mit einer Informationsressource, besteht die Möglichkeit der Modellierung von Verbindungen zwischen mehreren Topics. Hierzu wird das Konzept der Associations bereitgestellt. Associations sind dabei multidirektionale Verbindungen, welche in unterschiedliche Richtungen gelten. Somit sind Associations unabhängig von der Leserichtung gültig [Rath, 2003]. Verknüpfungen in einer Topic Map sind demnach ungerichtet. Die Anzahl der an der Verknüpfung beteiligten Topics ist dabei nicht beschränkt. So muss an einer Beziehung mindestens ein Topic beteiligt sein [Rath, 2003]. Die Topics, welche an der Verknüpfung partizipieren, nehmen eine bestimmte Rolle ein [Smolnik, 2005]. Diese Rollen werden über Topics spezifiziert und ermöglichen den ungerichteten Associations semantisch eine Richtung zuzuweisen [Maicher, 2007]. Die Topics, zwischen denen die eigentliche Beziehung abgebildet wird, werden Rollenspieler genannt [ISO, 2008a]. Analog den Occurrences können auch den Beziehungen maximal ein Typ zugeordnet werden [Rath, 2003]. Eine besondere Relation ist die Klasse-Instanz-Beziehung. Dieser Typ wird durch den Standard bereits durch die Typisierungsattribute der entsprechenden Elemente vorgegeben.

Innerhalb einer Topic Map ist es möglich, die Gültigkeit der Eigenschaften von Topics einzuschränken, was sinnvoll ist, da die verschiedenen Charakteristika nicht immer wahr sein müssen [Pepper/Gronmo, 2002]. Scopes legen dabei fest, in welchem Kontext eine Eigenschaft gültig ist [Pepper/Gronmo, 2002]. Diese Scopes werden durch Topics definiert.

## **4 Abbildung der umweltbezogenen Anforderungen mit Topic Map**

### **4.1 Modellierung der umweltbezogenen Anforderungsgeflechte**

Im Folgenden wird beschrieben, wie Anforderungsgeflechte mit Topic Maps modelliert werden können. Der Topic Map Standard fordert, dass jeder realweltliche Aussagegegenstand durch ein Topic in einer Topic Map repräsentiert wird. Daher werden Anforderungen als Topics abgebildet. Die Strukturanalyse im Abschnitt zwei

hat gezeigt, dass Anforderungen zum einen aus einem Bezeichner bestehen. Somit ist es zielführend für jede Vorgabe einer Anspruchsgruppe ein Topic mit entsprechender Benennung zu erstellen. Der Name des Topics sollte dabei so aussagekräftig sein, dass er die mit dem Topic verknüpfte Anforderung eindeutig und unmissverständlich identifiziert. Neben diesem Namen besteht zum anderen die Möglichkeit, einem Topic weitere Bezeichnungen hinzuzufügen. So können etwa Namen in unterschiedlichen Sprachen verwendet werden. Das erlaubt eine einfache Darstellung der Dokumentation in organisationsweit verschiedenen Sprachversionen.

Neben der Zuordnung verschiedener Benennungen besteht die Möglichkeit, Anforderungen nach ihrem Ursprung zu typisieren. Dies erfolgt durch Verwendung des vom Standard vorgegebenen Beziehungstyps „Instanz\_von“. Der Ursprung der Anforderung, z. B. eine Bürgerinitiative, bildet in diesem Zusammenhang die Klasse und die Anforderung selbst wird als Instanz modelliert. Die folgende Abbildung zeigt die Darstellung der Anforderung „Schmutzwasserausstoß reduzieren“, welche z. B. durch eine Bürgerinitiative an einen Papierhersteller herangetragen werden kann, als Topic. Im Rahmen dieses Artikels werden die Topic Map Elemente mit Hilfe von XML Fragmenten dargestellt. So existiert innerhalb des Topic Maps Standard eine spezielle Serialisierungssprache, die Topic Maps — XML Syntax (XTM) [ISO 2006], welche die Überführung einer Topic Map in XML-Textdokumente darstellt. Darüber hinaus existiert eine weitere Serialisierungssprache, die Topic Maps — Compact Syntax (CTM) [ISO 2008b], welche eine speziell zur Serialisierung von Topic Maps entwickelte Textrepräsentation darstellt. Ferner ist eine standardisierte, grafische Repräsentation von Topic Maps in der Entwicklung (GTM) [ISO 2008c]. Zur Veranschaulichung der Nutzung von Topic Maps in diesem Szenario werden hier XTM-Fragmente dargestellt. Die Umsetzung des Topic Maps Datenmodell im vorliegenden Kontext ist aber nicht auf die Nutzung von XML beschränkt, sondern kann potentiell auch durch die beiden anderen Varianten (CTM,GTM) erfolgen.

Die Abbildung 1 zeigt, dass neben einem universell gültigen Namen auch zwei Bezeichner mit entsprechenden Kontexten modelliert wurden. Die hierfür verwendeten Topics sind an einer anderen Stelle der Topic Map definiert. Es handelt sich zum einen um eine englische Bezeichnung und zum anderen um einen Langtext, welcher die Anforderung prägnant zusammenfasst. Ferner ist der Ursprung der Anforderung als Klasse, welcher der Anforderung zugeordnet ist, modelliert. Hierbei ist festzuhalten, dass die Bürgerinitiative wiederum als Topic an anderer Stelle der Topic Map modelliert wurde.

```
<topic id="Schmutzwasserausstoss_reduzieren">
  <instanceOf>
    <topicRef href="#Buergerinitiative A"/>
  </instanceOf>
  <name><value>Schmutzwasserausstoss reduzieren</value></name>
  <name>
    <scope><topicRef href="#Englisch"/></scope>
    <value>reduce water pollution </value>
  </name>
  <name>
    <scope><topicRef href="#Langtext"/></scope>
    <value>
      Schmutzwasserausstoß in den Fluss XY auf 25% reduzieren.
    </value>
  </name>
</topic>
```

Abbildung 1: Darstellung von Anforderungen als Topic

Das in Abbildung 1 exemplarisch dargestellte Vorgehen erlaubt es, durch die Typisierung Anforderungen zu filtern. Somit besteht die Möglichkeit, dem Nutzer der Dokumentation, individuelle Darstellungen auf einfachem Weg zu generieren. Aufgrund der hohen Komplexität von Anforderungsgeflechten hat der Anwender somit die Möglichkeit, nur bestimmte Teilbereiche einzeln zu analysieren. Dabei bleibt andererseits die Struktur im Hintergrund erhalten, so dass Auswirkungen auf andere Anforderungen im Rahmen einer Analyse nicht vernachlässigt werden. Zu diesem Zweck ist es notwendig die entsprechenden Einflussbeziehungen zwischen den Anforderungen zu modellieren. Hierzu ist das Konzept der Associations aus dem Topic Maps Standard zielführend. Abschnitt zwei hat gezeigt, dass zwischen Anforderungen drei grundsätzliche Arten von Relationen bestehen können: Komplementarität, Konkurrenz, Indifferenz. Aus Gründen der Übersichtlichkeit und der Komplexitätsreduktion des zu erstellenden Modells ist es sinnvoll, die Indifferenzbeziehungen zu vernachlässigen. Dies kann ohne Informationsverlust erfolgen, da dieser Relationstyp beschreibt, dass zwei Elemente sich weder positiv noch negativ beeinflussen. Da das Geflecht aber nur Einflussbeziehungen darstellen soll, ist eine Modellierung der Indifferenz nicht notwendig.

Zur Abbildung der Einflüsse erfolgt in einem ersten Schritt die Modellierung der entsprechenden Beziehungstypen. Diese werden im Rahmen der Topic Maps als Topics dargestellt, welchen ein entsprechender Name als Bezeichnung der Relation zugewiesen wird. Eine genaue Betrachtung der zu modellierenden Beziehungstypen zeigt, dass es verschiedene Rollen in den Verknüpfungen gibt. Beispielsweise ist eine Anforderung innerhalb der Komplementaritätsbeziehung ein Begünstiger und eine weitere der Begünstigte. Das bedeutet, dass die Realisation des Begünstiger die Umsetzung des Begünstigten fördert. Um dies zum Ausdruck zu bringen, werden dem Relationstyp zwei Namensvarianten hinzugefügt, welche im Kontext der entsprechenden Rollen Gültigkeit haben. Die Rollen sind als Topics in der Topic Map abgebildet. Die Abbildung 2 zeigt die Darstellung des Beziehungstyps „Komplementarität“.

```
<topic id=" Komplementarität_Association_Type">
  <name><value>Komplementarität</value></name>
  <name>
    <scope><topicRef href="#Begünstiger"/></scope>
    <value>begünstigt</value>
  </name>
  <name>
    <scope><topicRef href="#Begünstigter"/></scope>
    <value>wird begünstigt</value>
  </name>
</topic>
```

Abbildung 2: Modellierung des Relationstyps "Komplementarität" als Topic

Die eigentliche Verknüpfung von Anforderungen untereinander erfolgt durch Associations. Diese sind dabei eine Instanz des entsprechenden Beziehungstyps. Der Topic Map Standard erlaubt generell die Modellierung von n-ären-Beziehungen. Aus diesem Grund können an einer Beziehung mehr als zwei Topics teilnehmen. Dies führt zu einigen semantischen Besonderheiten. Nehmen beispielsweise zwei Anforderungen in der Rolle „Hemmer“ und eine Anforderung in der Rolle „Gehemmter“ an der Beziehung „Konkurrenz“ teil, bedeutet dies, dass nur die beiden Anforderungen zusammen die Dritte hemmen. Es besteht demnach ein Unterschied, ob eine n-äre-Beziehung verwendet wird oder mehrere binäre. Die Abbildung 3 zeigt

die Verknüpfung zweier Anforderungen durch eine Komplementaritätsbeziehung, wie sie in Abbildung 2 eingeführt wurde. Hierbei erfolgt die Verknüpfung der Anforderungen aus dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und den der Bürgerinitiative („Schmutzwasserausstoß reduzieren“) Komplementaritätsbeziehung. Die beiden Anforderungen sind analog der Abbildung 1 in der Topic Map definiert worden.

Neben der reinen Erfassung des Anforderungsgeflechtes, ist im Rahmen der Dokumentation die Verknüpfung der Ansprüche mit ihren Quellen sinnvoll. Quellen können z. B. Gesetze oder schriftliche Erklärungen sein, welche an die Organisation herangetragen werden. Hierzu wird für jedes Topic, welches eine Anforderung repräsentiert, eine Belegstelle erzeugt. Diese Belegstelle beinhaltet entweder einen Pfad (z.B. Internetadresse oder Gesetzesbezeichnung mit Paragraph) zu oder den Inhalt der Quelle.

```
<association>
  <type>
    <topicRef href="#Komplementarität_Association_Type"/>
  </type>
  <role>
    <type><topicRef href="#Begünstigter"/></type>
    <topicRef href="#WHG"/>
  </role>
  <role>
    <type><topicRef href="#Begünstigter"/></type>
    <topicRef href="#Schmutzwasserausstoß_reduzieren "/>
  </role>
</association>
```

Abbildung 3: Darstellung einer Beziehung zwischen zwei Anforderungen

## 4.2 Praktische Relevanz und Evaluierung des Ansatzes

Die Nutzung von Topic Maps zur Erfassung und Dokumentation von umweltbezogenen Anforderungen beinhaltet verschiedene Vorteile. Zum ersten wird eine Struktur erzeugt, welche auch vorliegende Querverbindungen zwischen den Anforderungen aufzeigt. Dies ermöglicht es dem Nutzer, sich einen Überblick über die bestehenden Anforderungen und vorliegenden Wechselwirkungen zu verschaffen, was die Beachtung der Vorgaben im Rahmen der Organisationsführung sicherstellt. Ferner können, aufgrund der strukturierten Darstellung, die Prozesse exakter auf die Anforderungen ausgerichtet werden. Zum zweiten sind die Eigenschaften des Topic Map Konzeptes im vollen Umfang nutzbar. Das bedeutet, die überblicksartige Darstellung des Anforderungsgeflechtes kann durch Verknüpfungen zu detaillierten Dokumentationen erweitert werden. Es entsteht ein grafisches interaktives Inhaltsverzeichnis, was die Verwaltung und Nutzung der Dokumentation wesentlich verbessert. Zum dritten ist es möglich die Anforderungen automatisiert zu gruppieren und zu sortieren. Durch die Verknüpfung mit der entsprechenden Quelle und die Zuordnung eines Relevanzmaßes, welches durch eine Erweiterung der beschriebenen Abbildungsvorschrift direkt in der Topic Map erfasst werden kann, wird eine Priorisierung auf einfachem Weg möglich. Als vierten Vorteil erlaubt die Nutzung von Topic Maps verschiedene anwenderindividuelle Sichten auf das ökologische Anforderungsgeflecht zu generieren. Dies stellt gerade in größeren (z. B. internationalen) Organisationen eine Erleichterung des Anforderungsmanagements dar. Als weitere Wirkung des Konzeptes kann das Anforderungsgeflecht durch Standardsoftware verwaltet werden. Um in diesem Zusammenhang die

Nutzerfreundlichkeit zu steigern, ist die Anpassung der vorliegenden Standardsoftware zur Verarbeitung von Topic Maps an das vorliegende Anwendungsszenario wünschenswert. Durch die Möglichkeit der Nutzung und Erweiterung frei verfügbarer Komponenten ist der Aufwand dafür als gering einzuschätzen. Durch die standardisierte Abbildung ist auch die Integration in bestehende Softwaresysteme durch Erweiterung dieser um eine XML-Schnittstelle möglich.

Im Vorfeld der Nutzung ist eine Menge an Topics als Vorlagen und Klassen zur Verarbeitung des Anforderungsgeflechtes zu erstellen. Die Analyse der im vorliegenden Anwendungsszenario benötigten Komponenten sowie deren technische Umsetzung, ist Teil weiterer Arbeiten.

Nachteilig an der Nutzung von Topic Maps für das Management von umweltbezogenen Anforderungen ist der notwendige Arbeitsschritt zur Erstellung des Wirkungsgeflechtes. Dieser lässt sich nicht automatisiert durchführen. Durch bereits vorliegende Programme zur Erstellung und zum Editieren von Topic Maps, wird der Anwender bei dieser Aufgabe bestmöglich unterstützt, so dass der Aufwand dem Nutzen nachsteht.

## **5 Zusammenfassung und Ausblick**

Interessen verschiedener Anspruchsgruppen sind für Organisationen von existentieller Bedeutung. Die Vernachlässigung dieser Anforderungen kann weitreichende negative Folgen nach sich ziehen. Aufgrund der Vielzahl von Anforderungen, welche an eine Organisation herangetragen werden, ergibt sich ein komplexes Geflecht. Aus diesem Grund ist die computergestützte Analyse dieser Interessen sinnvoll. Für die technische Realisation ist ein Datenmodell erforderlich. Die hier beschriebene Abbildungsvorschrift erlaubt die Übertragung und Modellierung der Anforderungen mit Hilfe von Topic Maps, was eine computergestützte Verarbeitung, wie sie in Abbildung 4 exemplarisch dargestellt ist, erst ermöglicht.

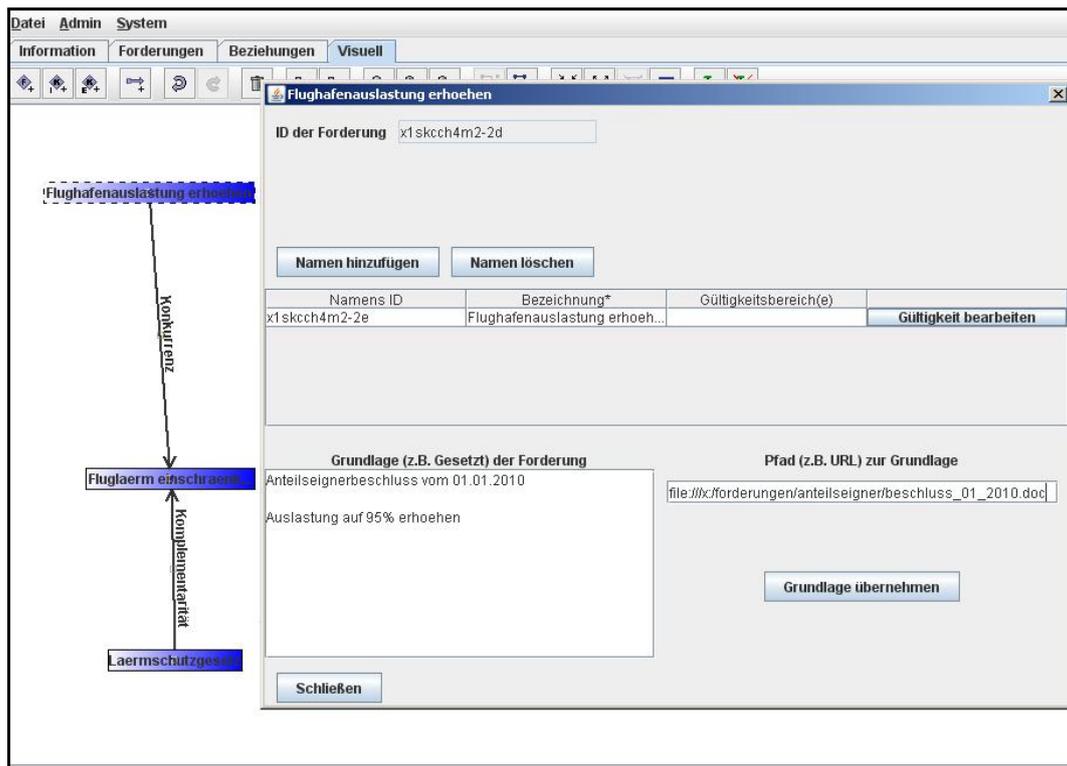


Abbildung 4: Softwaretechnische Darstellung eines Anforderungsgeflechtes

Der Nutzen für die Organisation aus der hier beschriebenen Abbildungsvorschrift ergibt sich aus der Möglichkeit der strukturierten Dokumentation der Anforderungen. Aufgrund der durch den Topic Maps Standard bereitgestellten Konzepte kann die Darstellung der Interessen und deren Abhängigkeiten auf einfachem Weg an individuelle Bedürfnisse der verschiedenen Nutzergruppen z.B. des Managementhandbuches angepasst werden. Weiterhin wird die Analyse von Teilbereichen der komplexen Geflechte erlaubt. Im Rahmen dieser Auswertungen bleiben aber die Beziehungen zu den restlichen Anforderungen im Hintergrund erhalten. Das hat den Vorteil, dass die fokussierte Betrachtung eines Teilbereiches nicht zu unerwarteten Folgen im Rest des Anforderungsnetzes führt. Dabei ist aber festzuhalten, dass der Nutzen sehr stark von der Qualität der erfassten Informationen abhängig ist. Nur durch eine korrekte sowie vollständige Abbildung der Anforderungen, inklusive deren mitunter komplexen Beziehungen, können richtige Schlüsse mit Hilfe des vorgestellten Ansatzes gezogen werden. Dabei kann die, durch die mit der Abbildungsvorschrift verknüpfte strukturierte Darstellungs- und Vorgehensweise, den Prozess der Anforderungsanalyse unterstützen. Fehlerhafte Angaben innerhalb des Modells führen aber dennoch zu möglichen Fehlinterpretationen. In weiteren Arbeiten soll geprüft werden, inwieweit Simulationen aufbauend auf den hier eingeführten Anforderungsgeflechtes möglich sind.

Der vorgestellte Ansatz bietet darüber hinaus vielfältige Integrationspunkte mit dem von Arndt/Jacob/Graubitz [2008] vorgestellten Konzept der Erfassung von Topic Map-basierten Ziel- und Kennzahlensystemen. Durch die Nutzung der gleichen Basistechnologie besteht die Möglichkeit der Erarbeitung eines einheitlichen Ordnungsrahmens, welcher die integrierte Verwaltung von Zielen, Kennzahlen und Forderungen aus dem Bereich des Umweltmanagements ermöglicht. Diese Integration ist Ziel weiterer Arbeiten, welche einen Ordnungsrahmen zur Unterstützung des Umweltmanagements konstruieren.

## 6 Literaturverzeichnis

Ahrens, V.: Business Excellence durch Stakeholder Value Management. In: Ahrens, V.; Hofmann-Kamensky, M (Hrsg.): Integration von Managementsystemen – Ansätze für die Praxis. München, 2001.

Arndt, H.-K.; Jacob; S.: Ein Konzept zur Steuerung von Organisationen bei unklaren Zieldefinitionen unter Berücksichtigung von ökologischen Forderungen mit Hilfe von semantischen Netzen. In: Grewe, K; Cremers; A. B. (Eds.): Integration of Environmental Information in Europe. Aachen, 2010.

Arndt, H.-K.; Jacob; S.; Graubitz, H.: Ein Umweltziel- und Kennzahlensystem für die Umweltverwaltung auf der Basis von Topic Maps. In: Umweltbundesamt (Hrsg.): Umweltinformationssysteme Suchmaschinen und Wissensmanagement – Methoden und Instrumente. Dessau, 2008.

Bea, F. X.; Haas, J.: Strategisches Management. 4. Auflage. Stuttgart, 2005.

DIN EN ISO 14001:1996: Umweltmanagementsysteme – Spezifikation mit Anleitung zur Anwendung, Berlin/Wien/Zürich, 1996.

DIN EN ISO 14001:2005-02: Umweltmanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung, Berlin/Wien/Zürich, 2005.

Heinen, E.: Das Zielsystem der Unternehmung. Grundlagen betriebswirtschaftlicher Entscheidungen. Wiesbaden, 1966.

ISO: Topic Maps — XML Syntax. 2006. <http://www.isotopicmaps.org/sam/sam-xm/2006-06-19/> (29.03.2011)

ISO: Topic Maps — Data Model. 2008a. <http://www.isotopicmaps.org/sam/sam-model/2008-06-03/> (29.03.2011)

ISO: Topic Maps — Compact Syntax. 2008b. <http://www.isotopicmaps.org/ctm/> (29.03.2011)

ISO: Graphical Topic Maps notation. 2008c. <http://www.isotopicmaps.org/gtm/> (29.03.2011)

Krinn, H.; Meinholz, M.: Einführung eines Umweltmanagementsystems in kleinen und mittleren Unternehmen – Ein Arbeitsbuch. Berlin, Heidelberg, 1997.

Maicher, L.: Autonome Topic Maps. Dissertation Universität Leipzig, 2007.

Müller-Christ, G.: Umweltmanagement. München, 2001.

Pepper, S.; Gronmo, G. O.: Towards a General Theory of Scope. 2002. <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/scope.htm>

Rath, H. H.; Pepper, S.: Topic Maps: Introduction and Allegro. 2000. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.103.2288&rep=rep1&type=pdf> (29.03.2011)

Rath, H. H.: The Topic Maps Handbook. 2003. [http://www.sts.tu-harburg.de/~r.f.moeller/lectures/anatomie-i-und-k-system/empolistopicmapswhitepaper\\_eng.pdf](http://www.sts.tu-harburg.de/~r.f.moeller/lectures/anatomie-i-und-k-system/empolistopicmapswhitepaper_eng.pdf) (29.03.2011)

Smolnik, S.: Wissensmanagement mit Topic Maps in kollaborativen Umgebungen. Aachen, 2005.

Sowa, J. F.: Principles of Semantic Networks. San Mateo, 1991.

Welge M.; Al-Laham A.: Strategisches Management – Grundlagen – Prozess – Implementierungen. 2. Auflage. Wiesbaden, 1999.

Widhalm, R.; Mück, T.: Topic Maps. Berlin, Heidelberg, 2002.



# Weiterentwicklungen von PortalU im Zeichen von INSPIRE: Pflege und Weitergabe von Metadaten

Franz Schenk  
[kst@portal.u.de](mailto:kst@portal.u.de)

## Abstract / Einleitung

The INSPIRE regulations have by now become national law in most of the member states of the European Union. In order to be fully compliant with these regulations, a metadata editor for the public administration has to deal with additional requirements. The kind and amount of efforts that are necessary in order to fulfil these requirements vary depending on the complexity and the background of the data model. In this paper we describe the challenges that PortalU faced when preparing the InGrid catalogue for full conformity with INSPIRE.

## 1 Einleitung

Der Metadatenkatalog InGrid® wird als gemeinsames Projekt der Umweltverwaltungen von Bund und Ländern entwickelt und ist als Nachfolger des Umweltdatenkatalogs das Ergebnis einer fast zwanzigjährigen Entwicklungsgeschichte. Auch wenn sich in dieser Zeit die politischen Anforderungen sowie die technischen Möglichkeiten stark gewandelt haben, ist die Aufgabe doch immer gleich geblieben: die einheitliche Erfassung und Bereitstellung von Metadaten zu Umweltinformationen in Bund und Ländern. In den letzten Jahren kam als neues, großes Thema die europäische INSPIRE Richtlinie hinzu. Damit wurden bestehende Anforderungen wie die ISO-Spezifikationen zu Metadaten in ihrer Bedeutung hervorgehoben und erweitert. Darüber hinaus sind Umweltmetadaten nicht länger eine Sache von Bund und Ländern, sondern eine europäische Angelegenheit geworden. Metadaten werden nicht mehr nur dem Bürger zur Verfügung gestellt sondern durch die Europäische Kommission eingefordert. Die Weiterentwicklungen der InGrid®-Software der letzten beiden Jahre spiegeln auch diese Anforderungen wider.

Die technischen Entwicklungen in PortalU® lassen sich generell in zwei Hauptaufgaben unterteilen. Ein Schwerpunkt liegt in der Entwicklung der Software zur Erfassung und Bereitstellung von Metadaten. Der andere Schwerpunkt umfasst den Bereich der Informationsintegration und dem Zugang zu diesen Informationen über das Internetportal [www.portal.u.de](http://www.portal.u.de). Der Schwerpunkt der Betrachtungen in diesem Artikel liegt bei der Entwicklung des Metadatenkatalogs.

## 2 Erweiterung des Datenmodells

Der InGrid® Metadatenkatalog musste zur Erfüllung der INSPIRE-Anforderungen um neue Felder und Auswahllisten erweitert werden. Als Bezugsrahmen für die Veränderungen können hier die ISO-Normen ISO19115 und ISO19119 dienen, welche im InGrid®-Katalog bereits umgesetzt waren. Dadurch, dass die Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie im Bereich der Metadaten zwar auf diesen ISO-Normen aufsetzt, sie in einigen Bereichen aber verändert, waren für den InGrid®-Katalog Änderungen nicht zu vermeiden.

Die einfacheren Änderungen lagen in der Einführung neuer sowie in der Erweiterung bestehender Auswahllisten. Dadurch, dass sich manche Vorgaben durch INSPIRE im Laufe der Zeit doch wieder geändert hatten und darüber hinaus einige deutsche Übersetzungen bis heute noch gar nicht vorliegen (man denke an die verschiedenen Angaben zur Datenqualität), bleibt die Pflege der Auswahllisten vorerst eine Dauerbeschäftigung.

Komplexer waren die Anpassungen im Datenmodell des InGrid®-Katalog. Zu den bestehenden Objektklassen, mit denen Umweltinformationsobjekte klassifiziert werden, wurde eine neue Klasse für geographische Dienste hinzugenommen. Diese Maßnahme war notwendig, da die Unterschiede in der Klassifikation von Informationen zwischen dem InGrid®-Datenmodell und dem INSPIRE Datenmodell nicht vereinbar waren.

Der Unterschied der Datenmodelle lässt sich auf verschiedene Sichten zurückführen, mit denen die Gegenstände des Diskurses (sprich: die durch das Modell beschriebene Welt) betrachtet werden. Während im InGrid®-Katalog ein Datenmodell vorliegt, welches geeignet ist, Informationen der Umweltverwaltung zu klassifizieren, legt INSPIRE ein Datenmodell vor, welches die Welt vom Standpunkt der geographischen Informationsverarbeitung beschreibt. Obgleich die beschriebene Welt die gleiche ist, ist die Klassifikation jeweils eine andere. Am deutlichsten wird dieser Umstand bei der Klassifikation von Informationssystemen. Im InGrid®-Katalog gibt es eine Klasse *Dienst/Anwendung/Informationssystem*, welche Software-Lösungen beschreibt für welche gilt, dass sie einen Bezug zu Umweltinformationen besitzen. Darunter fallen auch geographische Dienste, welche durch die INSPIRE-Richtlinie adressiert werden. Allerdings sind längst nicht alle Objekte in dieser Informationsklasse relevant hinsichtlich des INSPIRE-Prozesses, da hier auch Softwaresysteme erfasst werden, welche keinerlei geographischen Bezüge aufweisen. Während also im INSPIRE-Datenmodell jeder relevante Dienst notgedrungen ein geographischer Dienst ist, trifft das für die Dienste-Objekte in einem InGrid®-Katalog nicht zu.

Um die Unterscheidung von Diensten mit und ohne geographischem Bezug zu ermöglichen, wurde das InGrid®-Datenmodell um eine neue Klasse, ausschließlich für geographische Dienste, genannt *Geodatendienst*, erweitert. Hier hinein fallen nun Objekte aus der Klasse *Dienst/Anwendung/Informationssystem*, welche sich für den Klassenwechsel aufgrund ihrer geographischen Relevanz qualifizieren. Bei Daten und Datenserien ist die Situation einfacher, hier existierte bereits eine Klasse *Geoinformation/Karte*.

Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich allerdings erst mit der Migration der Daten. Dieser Prozess soll möglichst automatisch erfolgen und treffsicher aus der alten Klasse *Dienst/Anwendung/Informationssystem* diejenigen Objekte in die neue Klasse *Geodatendienst* überführen, welche geographische Relevanz aufweisen. Um die

hierfür notwendige Unterscheidung treffen zu können, eignen sich die von den Metadatenerfassern vergebenen Schlüsselwörter zur Beschreibung der Objekte. Diese Schlüsselwörter erlauben mit hoher Treffsicherheit eine Zuordnung zu den Objektklassen. Allerdings kann natürlich eine manuelle Überprüfung des Ergebnisses des automatisierten Prozesses durch die Metadatenerfasser nicht ausbleiben. Diese Überprüfung durch die mehr als hundert Metadatenerfasser in deutschen Umweltverwaltungen ist aber ein langwieriger Prozess, auf den die Koordinierungsstelle PortalU selbst keinen direkten Einfluss hat.

### **3 Flexibilisierung des InGrid® Katalogs**

Die Weiterentwicklung zur Version InGrid® 3.0 beinhaltet noch eine weitere, wesentliche Neuerung. Die Erfahrungen mit der kontinuierlichen Pflege des Metadatenkatalogs haben gezeigt, dass sich immer wieder neue Anforderungen ergeben, welche es notwendig machen, mehr oder weniger weitreichende Änderungen im Katalog vorzunehmen. Damit gehen zuweilen auch Datenmodelländerungen einher, welche eine aufwändige und testintensive Datenmigration nach sich ziehen. Um diesen Aufwand zu verringern und Anpassungen am Katalog zu vereinfachen, muss zuerst zwischen verschiedenen Maßnahmen unterschieden werden. Änderungen am Datenmodell wie die oben beschriebene Einführung einer neuen Objektklasse sind so tiefgreifend, dass sie notgedrungen eine Weiterentwicklung der Katalogsoftware bedingen. Hingegen betreffen Änderungen wie das Hinzufügen weiterer Felder oder Auswahllisten zwar auch das Datenmodell, lassen sich bei geeigneter Implementierung aber weitgehend abstrahieren.

Damit kann die wichtigste Neuerung im InGrid®-Editor genannt werden: die Flexibilisierung der Editoroberfläche und des zugrunde liegenden Datenmodells. Diese Entwicklung wurde mit dem Release von InGrid® 3.0 im Frühjahr 2011 abgeschlossen und veröffentlicht. Mit der Flexibilisierung ist es möglich, die Erfassungsoberfläche bestehender InGrid®-Kataloge sehr viel freier zu gestalten, eigene Profile zu definieren und neue Felder und Rubriken hinzuzunehmen. Damit lassen sich Anpassungen sehr leicht auch durch die Katalogadministratoren umsetzen. Das können beispielsweise neue Felder für die Erfassung der Datenqualität in den Metadatensätzen sein, welche mit den Datenspezifikationen der INSPIRE-Themen in diesem und im nächsten Jahr nach und nach hinzukommen werden. Nun müssen nicht mehr die Datenmodelle der Kataloge sowie die Katalogoberfläche neu angepasst und implementiert werden, sondern es genügt, die Konfiguration des Katalogs zu überarbeiten.

### **4 Flexibilisierung des InGrid® Katalogs**

Im anderen Kerngebiet der Entwicklung, dem Portal und der Schnittstellen, hat der Standard *CatalogueServiceWeb (CSW)* einen besonderen Stellenwert eingenommen. Einerseits werden immer mehr Daten anderer Kataloge über deren CSW-Schnittstellen in das Informationsangebot von PortalU® eingebunden. Andererseits wird auch die CSW-Schnittstelle von PortalU® immer stärker genutzt, um die Kataloginhalte zu recherchieren. Ein wichtiger Anwendungsfall ist mit den Berichtspflichten bei den INSPIRE-Metadaten gegeben. Die Metadaten der verschiedenen Metadaten-Kataloge in Deutschland, darunter auch PortalU®, werden durch die

GDI\_DE in den Geodatenkatalog Deutschland gesammelt. Diese verteilte Datenstruktur beruht auf CSW. Insofern ist die volle Kompatibilität der Kataloge zu dieser Spezifikation keine Nebensächlichkeit. In der Realität ist die Kommunikation zwischen den einzelnen Katalogen noch immer fehlerträchtig, auch wenn sich schon viel verbessert hat.

Die Harmonisierung der Schnittstellen und die Bereitstellung automatisch interagierender Dienste wird wohl für einige Zeit noch ein reiches Betätigungsfeld darstellen. Die Landschaft der Metadatenkataloge in Deutschland ist derzeit in starker Bewegung begriffen, entweder im Aufbruch, manchmal auch im Umbruch. Die Probleme der Interoperabilität zeigen sich aber immer wieder aufs Neue. Von daher wird die nächste InGrid®-Version wichtige Anpassungen mitbringen hinsichtlich der eigenen CSW-Schnittstelle sowie beim Import und Kaskadieren von CSW-Datensätzen aus anderen Datenquellen.

## **5 Zusammenfassung**

Durch den INSPIRE-Prozess, welcher die Harmonisierung der Geodateninfrastrukturen in den europäischen Mitgliedsstaaten zum Ziel hat, ergeben sich auch für das Informationssystem *PortalU* neue Herausforderungen. Mit dem InGrid®-Datenmodell und dem INSPIRE-Datenmodell liegen zwei unterschiedliche Sichten vor, welche verschiedenen Paradigmen folgen: in dem einen Modell sind alle Informationen umweltrelevant, in dem anderen sind alle Informationen von geographischer Relevanz. Aus diesem Umstand folgte, daß bislang die geographisch relevanten Informationsanteile aus den InGrid®-Katalogen gegenüber INSPIRE nicht gesondert bereitgestellt werden konnten, da diese Unterscheidung nie vorgesehen war. Erst mit grundlegenden Änderungen am Datenmodell wurde diese Unterscheidung möglich. Zudem wurde das Datenmodell flexibilisiert, damit künftige Änderungen schneller und unkomplizierter realisiert werden können.

# Effizienzsteigerung bei Hybridantrieben durch Steuerungs- und Informationssysteme

Folker Renken, Jade Hochschule

[folker.renken@jade-hs.de](mailto:folker.renken@jade-hs.de)

## Abstract

Vehicles with hybrid drive systems are characterized by their driving dynamics, their energy efficiency and their environment-friendliness especially. Dependent on the electrical power and the drive train structure these hybrid drives are grouped into different classes. Designations such as micro-hybrid, mild-hybrid, full-hybrid, serial-hybrid, serial/parallel-hybrid or power-split-hybrid reflect the large variance of these different drive train possibilities.

In hybrid drive systems electronically controlled converters take an important role. With such a converter also the energy exchange between electrical power system and electrical machine is regulated. The reduction of the vehicle fuel consumption here is of special interest. Today's hybrid vehicles use for the control mainly information from the present driving conditions, taking into account the actual electrical power system-charge as well as the power demand of the driver. With such a control already considerable fuel reductions are reached. But additionally superimposed control and information systems promise substantial potential for more fuel reduction. With these systems an outstanding energy-saving and anticipatory way of driving could be realized. The aim is to find the best operating point in each case for the combustion engine and to adapt the charge state of the electrical power system to the respective driving situation.

## Kurzfassung

Fahrzeuge mit Hybridantrieb zeichnen sich besonders durch ihre Fahrdynamik, ihre Energieeffizienz und ihre Umweltfreundlichkeit aus. Diese Hybridantriebe werden abhängig von der elektrischen Leistung und der Antriebsstruktur in unterschiedliche Klassen eingeteilt. Bezeichnungen wie Mikro-Hybrid, Mild-Hybrid, Full-Hybrid, Seriell-Hybrid, Seriell/Parallel-Hybrid oder auch Leistungsverzweigter-Hybrid spiegeln die große Varianz dieser unterschiedlichen Antriebsmöglichkeiten wieder.

Bei Hybrid-Antriebssystemen nehmen elektronisch geregelte Konverter eine bedeutende Rolle ein. Mit solch einem Konverter wird auch der Energieaustausch zwischen Bordnetz und elektrischer Maschine geregelt. Dabei ist die Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs von besonderem Interesse. Heutige Hybridfahrzeuge benutzen zur Steuerung vor allem Informationen aus der derzeitigen Fahrsituation. Dabei werden jeweils der aktuelle Bordnetz-Ladezustand sowie die Leistungs-

anforderung des Fahrers berücksichtigt. Mit solch einer Steuerung werden schon beachtliche Kraftstoffreduzierungen erreicht. Allerdings versprechen zusätzlich überlagerte Steuerungs- und Informationssysteme erhebliches Potential zur weiteren Kraftstoffreduzierung. Mit diesen Systemen könnte eine besonders energiesparende und „vorausschauende Fahrweise“ realisiert werden. Ziel ist es dabei, den jeweils besten Betriebspunkt für den Verbrennungsmotor zu finden und den Ladezustand des Bordnetzes der jeweiligen Fahrsituation anzupassen.

## 1 Einleitung

Entwickler in der Automobilindustrie werden immer wieder vor neuen Herausforderungen gestellt um die Fahrdynamik und den Fahrspaß von Fahrzeugen weiter zu verbessern. Direkt verbunden mit diesen Bedürfnissen sind die installierte Leistung und deren unmittelbare Abrufbarkeit. Trotz dieser Anforderungen sollen der Verbrauch und die Emission von Automobilen zukünftig weiter sinken. Diese scheinbar widersprüchlichen Forderungen können mit einem Hybridantrieb – die Kombination aus Verbrennungsmotor und elektrische Maschine – sehr gut erreicht werden. Dieses Antriebskonzept ermöglicht viele neue Funktionen, die nicht nur zur Reduzierung des Verbrauchs und der Schadstoffemission beitragen, sondern obendrein noch den Fahrkomfort und die Fahrdynamik erheblich steigern.

In diesem Beitrag werden zunächst unterschiedliche Antriebsstrang- und Bordnetzstrukturen für Hybridfahrzeuge gezeigt. Für die unterschiedlichen Hybridantriebe werden im Anschluss daran die erreichten Kraftstoffeinsparungen aufgezeigt und miteinander verglichen. Weitere Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung werden darüber hinaus diskutiert.

## 2 Systemfunktionen bei Hybridfahrzeugen

Obwohl die elektrische Maschine eines Hybrid-Antriebssystems im Prinzip nur im Generator- oder Motorbetrieb laufen kann, sind mit einem Hybridfahrzeug sehr viel mehr interessante Betriebsarten realisierbar. Diese tragen nicht nur zur Verbrauchs- und Verschleißreduzierung bei, sondern erhöhen auch den Fahrkomfort und verbessern die Fahrdynamik. Die folgende Aufzählung zeigt die wichtigsten Betriebsarten und Funktionen eines Hybrid-Antriebssystems [Re, 2004].

- **Start (Kaltstart)**
- Verbrauchs- und Emissionsreduzierung durch schnelleren Startvorgang
- **Generatorbetrieb**
- Hoher Wirkungsgrad im Generatorbetrieb (z.B. 10kW bei  $\eta > 80\%$ )
- **Anfahrhilfe „Abwürgeschutz“**
- Unterstützung des Verbrennungsmotors bei geringen Drehzahlen
- **Boostbetrieb**
- Unterstützung des Verbrennungsmotors bei großen Drehzahlen
- (z. B. beim Überholvorgang)
- **Regeneratives Bremsen**

- Energierückspeisung in Verzögerungs- und Bremsphasen
- **Start/Stopbetrieb**
- Abschalten des V-Motors im Leerlauf mit schnellem Neustart (ca. 290ms)

Diese Funktionen bewirken eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs und der Schadstoffemission. Allerdings sind für eine spürbare Wirkung im Motorbetrieb erhebliche elektrische Leistungen erforderlich. Zum Beispiel ist bei einem Fahrzeug der Kompaktklasse ein zusätzliches „Boost-Drehmoment“ erst ab 20Nm wahrnehmbar. Dies entspricht einer mechanischen Leistung von ungefähr 3kW bei 1500U/min.

Voraussetzung für den kombinierten Betrieb aus Verbrennungsmotor und elektrischer Maschine ist ein leistungsfähiger Energiespeicher, der bedingt durch die hohe Anzahl von Start- und Boostvorgängen für eine ausreichende Zyklenfestigkeit ausgelegt werden muss. Der Energiespeicher wird bei solch einem dynamischen Antrieb kurzzeitig mit Gleichströmen von bis zu 400A belastet.

### 3 Antriebsstrukturen für Hybridfahrzeuge

Die mechanische Kopplung eines Hybridantriebs im Fahrzeug kann auf unterschiedlichen Wegen erfolgen. Zum einen kann die elektrische Maschine wie bei der Lichtmaschine mittels Keilriemen mit dem Verbrennungsmotor verbunden werden (Mikro-Hybrid). Sollen aber große Drehmomente und Leistungen übertragen werden, so ist eine Kopplung über ein Getriebe oder über die Kurbelwelle notwendig.

Abbildung 1 zeigt Antriebsstrukturen von unterschiedlichen Hybridsystemen [Re, 2007].

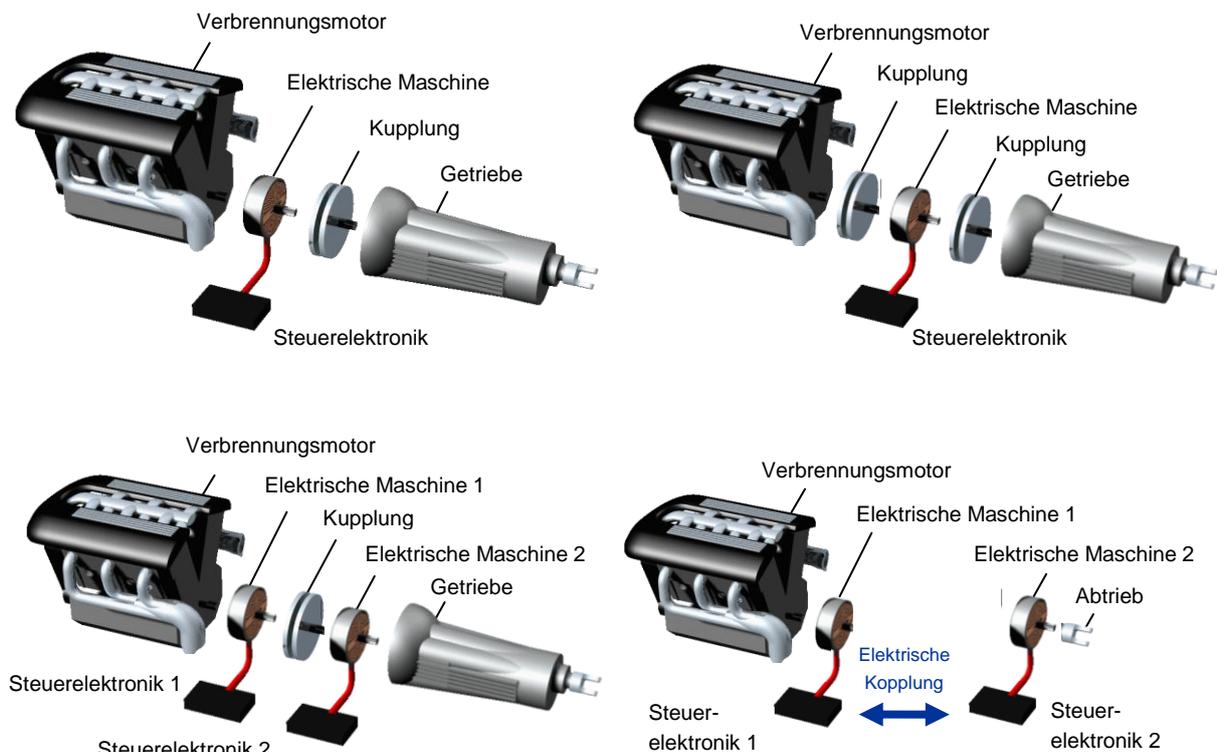


Abbildung 1: Antriebsstrukturen für Hybridfahrzeuge

Die typische Antriebsstruktur eines Mild-Hybrids ist oben links im Bild dargestellt. Die elektrische Maschine ist dabei direkt mit dem Verbrennungsmotor gekoppelt. Somit können Startdrehmomente auf direktem Wege übertragen werden. Außerdem kann bei diesem System die Beschleunigung des Fahrzeugs auf elektrischem Wege unterstützt werden. Bei Verzögerungs- und Bremsphasen ist eine Energierückspeisung in die Batterie möglich. Durch eine zusätzliche Kupplung im Antriebsstrang kann die typische Struktur eines Full-Hybrids, oben rechts im Bild dargestellt, realisiert werden. Damit ist neben den bisher genannten Funktionen sogar der rein elektrische Fahrbetrieb möglich [Re, 2008].

Die Antriebsstrangstruktur eines Seriell/Parallel-Hybrid ist im Bild unten links dargestellt. Dieses System ermöglicht eine Reihe von verschiedenen Funktionen. Bei geöffneter Kupplung ist zum Beispiel das elektrische Fahren mit Maschine 2 möglich. Falls die elektrisch gespeicherte Energie des Bordnetzes nicht ausreicht, wird der Verbrennungsmotor mit Hilfe von Maschine 1 gestartet. Bei diesem sogenannten Seriellen-Betrieb wird die Maschine 2 auf elektrischem Wege über die Maschine 1 versorgt. Bei geschlossener Kupplung (Parallel-Betrieb) kann das Beschleunigen (Motorbetrieb) sowie das Verzögern und Bremsen (Regeneratives Bremsen) elektrisch unterstützt werden.

Der "reine" Seriell-Hybrid ist unten rechts im Bild dargestellt. Der Verbrennungsmotor ist dabei nur noch über die beiden elektrischen Maschinen mit dem Abtrieb verbunden. Dies bedeutet, dass das Getriebe entfallen kann. Die Maschine 2 muss für die Antriebsleistung des Fahrzeugs ausgelegt werden. Eine Energierückspeisung in Verzögerungs- und Bremsphasen ist auch über Maschine 2 möglich. Eine Sonderausführung des Seriell-Hybrids stellt der elektrische Vierradantrieb dar. Dabei werden anstatt der Maschine 2 vier elektrischen Maschinen eingesetzt, die jeweils in den Rädern des Fahrzeugs integriert und auf elektrischem Wege über die Maschine 1 versorgt werden. Der Aufwand an mechanischen Komponenten für das Antriebssystem kann damit auf ein Minimum reduziert werden.

## **4 Bordnetzstrukturen für Hybridfahrzeuge**

Ein Hybridsystem wird in der Regel auch gleichzeitig zur Versorgung des Bordnetzes eingesetzt. Dies bedeutet, dass dieses System erheblichen Einfluss auf die Bordnetzstruktur des Fahrzeugs hat (Abbildung 2). Oben links im Bild ist eine einfache Variante des Bordnetzes mit nur einer Spannungsebene dargestellt. Die Bordnetzspannung von 14V reicht im Allgemeinen aus, um ein Mikro-Hybrid über einen DC/AC Konverter zu betreiben [Re, 2007; Re, 2008].

Die typische Bordnetzstruktur für ein Mild-Hybrid ist oben rechts im Bild zusehen. Die elektrische Maschine wird dabei über einen DC/AC Konverter mit einem separaten Bordnetz gekoppelt. Dieses Bordnetz kann mit Spannungen von bis zu 60V beaufschlagt werden. Die Versorgung des 14V-Bordnetzes wird mit einem DC/DC-Konverter, die in der Regel aus einer einfachen Stellerschaltung besteht, sichergestellt. Dieses Bordnetz gleicht im Prinzip auch der typischen Bordnetzstruktur eines Full-Hybrid das unten links im Bild dargestellt ist. Allerdings ist die Bordnetzspannung, die über den DC/AC Konverter mit der elektrischen Maschine gekoppelt wird, beim Full-Hybrid wesentlich größer. Heute werden bei diesen Systemen Bordnetzspannungen bis zu 650V verwendet. Dies hat zur Folge, dass der Isolationsaufwand wesentlich

größer ist. Darüber hinaus muss ein DC/DC Konverter mit galvanischer Trennung eingesetzt werden.

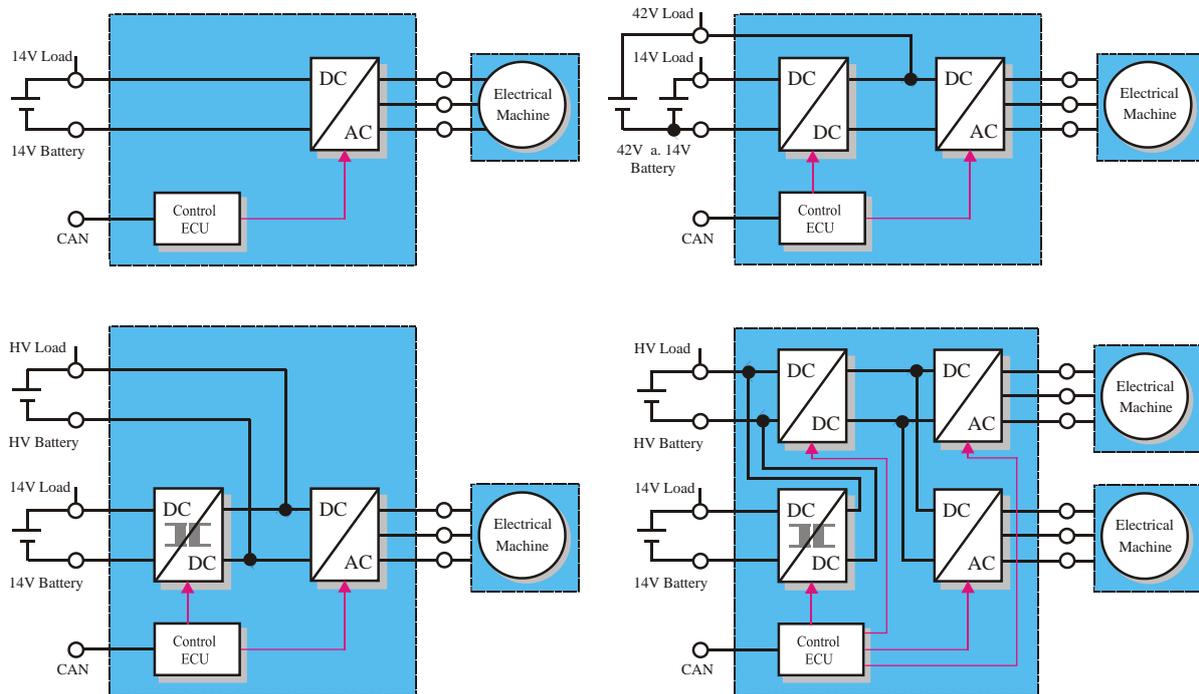


Abbildung 2: Bordnetzstrukturen für Hybridfahrzeuge

Unten rechts im Bild ist die typische Bordnetzstruktur von einem Leistungsverzweigen, Seriell- oder Seriell/Parallel-Hybrid dargestellt. Die beiden Maschinen sind dabei elektrisch über leistungsfähige DC/AC-Konverter miteinander gekoppelt. Auf diese Weise kann über den Gleichspannungszwischenkreis Energie zwischen den einzelnen Maschinen übertragen werden. Gleichspannungsseitig sind diese Antriebskonverter darüber hinaus noch über einen DC/DC-Konverter mit einem Energiespeicher verbunden. Als Konverter kann hier eine einfache Stellerschaltung eingesetzt werden. Dieser Konverter wird im Allgemeinen nicht für die gesamte Leistung eines Antriebs ausgelegt. Theoretisch könnten die DC/AC-Konverter gleichspannungsseitig auch direkt an dem Energiespeicher angeschlossen werden, so dass der DC/DC-Konverter nicht nötig wäre. Jedoch werden aufgrund der großen Maschinenleistungen in der Praxis größere Spannungen bevorzugt, die eine Reihenschaltung von sehr vielen Batteriezellen zur Folge hätte. Zur Versorgung des üblichen 14V-Bordnetzes im Automobil, wird ein weiterer DC/DC Konverter eingesetzt. Dieser Konverter sollte mit einer galvanischen Trennung versehen werden, damit die Komponenten des Hybridsystems elektrisch isoliert zum 14V-Bordnetz ausgeführt sind.

## 5 Energiemanagement-Strategien

Mit der Markteinführung der ersten Serienfahrzeuge werden die Eigenschaften von Fahrzeugen mit Hybridantrieb vermehrt öffentlich diskutiert. Das Potential zur Reduzierung des Fahrzeugverbrauchs ist dabei von besonderem Interesse. Oftmals werden von den Automobilherstellern deutliche Verbrauchsminderungen angegeben. Diese Minimierung wird durch den kombinierten Einsatz der im Fahrzeug zur

Verfügung stehenden Antriebe erreicht. Die derzeitigen Hybridfahrzeuge benutzen dafür vor allem die Informationen aus der Fahrsituation. Bei dem Verfahren werden der aktuelle Batterie-Ladezustand sowie die Leistungsanforderung des Fahrers berücksichtigt. Allein mit diesen Maßnahmen kann der Energieverbrauch bei den vorgestellten Antriebskonzepten schon erheblich reduziert werden (Tab. 1).

Hybridsystem	Systemfunktionen	Einsparpotential
Mikro - Hybrid 	Start-Stoppbetrieb Regeneratives Bremsen Abwürgeschutz	6 – 12%
Mild – Hybrid 	Start-Stoppbetrieb Regeneratives Bremsen Abwürgeschutz - Boostbetrieb	10 – 18%
Full – Hybrid 	Start-Stoppbetrieb Regeneratives Bremsen Abwürgeschutz Boostbetrieb - Elektrisches Fahren	16 – 25%

Tab. 1: Funktionen und Einsparpotential von den verschiedenen Hybridsystemen

Eine weitere Einsparung des Kraftstoffverbrauchs sowie der Emission kann durch die Einbindung von Informations- und Kommunikationssystemen erreicht werden. Mit den so erfassten Daten kann mit Hilfe eines Online-Energiemanagements jeweils der für den Zeitpunkt optimale Betrieb realisiert werden. Die folgende Aufzählung zeigt einige Kriterien, die eine optimierte energiesparende und vorausschauende Fahrweise ermöglichen [Me, 2004].

- Messung des Abstandes und der Relativitätsgeschwindigkeit zum vorausfahrenden Fahrzeug
- Stauererkennung mittels Verkehrsdatenfunk
- Informationen über die noch zu befahrenden Strecke: Höhenverlauf, Kurvenradien und Beschilderung
- Information über die Ampelphase sowie Zeitpunkt des Umschaltens
- Lokale Stauererkennung mittels Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation

Die benötigten Informationen sind zum Teil bereits heute verfügbar. So können die Abstände zum vorausfahrenden Fahrzeug mittels Abstandssensoren bestimmt werden. Eine Stauererkennung könnte heute schon durch eine einfache Auswertung

der Rundfunkdaten realisiert werden. Streckeninformationen können einer mitgeführten digitalen Straßenkarte des Navigationssystems entnommen werden. Während die Karten heute noch ungenau sind und keine aktuellen Informationen über die Straßeninfrastruktur enthalten ist dies bei der nächsten Generation von digitalen Karten anders. Diese Karten enthalten sowohl Steigungsangaben als auch Kurvenradien und Angaben zur Beschilderung. Mittelfristig ist auch zu erwarten, dass auch Informationen über die Ampelphase und über die Zeitdauer bis zum nächsten Umschalten zur Verfügung gestellt werden. Durch entsprechende Auswertung all dieser Informationen kann das Einsparpotential von Hybridfahrzeugen noch weiter vergrößert werden [Me, 2004].

## **6 Zusammenfassung**

In diesem Beitrag wurden zunächst unterschiedliche Antriebsstrang- und Bordnetzstrukturen für Hybridsysteme vorgestellt. Um viele unterschiedliche Hybridsysteme realisieren zu können, haben sich die meisten Hersteller für modulare Konzepte mit Baugruppen entschieden. Diese Baugruppen bestehen im Allgemeinen aus einer Batterie, einer elektrischen Maschine und elektronische Konverter, die mittels Mikroprozessoren gesteuert werden. Damit wird im Betrieb nicht nur der Energiefluss zwischen den Speichern und der elektrischen Maschine gesteuert sondern darüber hinaus werden auch regelungstechnische Funktionen zum Beispiel beim Anfahren des Fahrzeugs mit übernommen.

Die derzeitigen Hybridfahrzeuge nutzen für die Energieflusssteuerung vor allem die Informationen aus der Fahrsituation. Dabei werden Batterieladezustand und die Leistungsanforderung des Fahrers berücksichtigt. Allein damit werden heute schon beachtliche Verbrauchs- und Emissionsreduzierungen erreicht. Noch größere Einsparungen könnten durch die Einbindung von Informations- und Kommunikationssystemen erzielt werden. So kann durch die Auswertung von Streckeninformationen die Effizienz der Hybridfahrzeuge weiter vergrößert werden.

## **7 Literaturverzeichnis**

[Re, 2004]

Renken, Folker; Karrer, Volker; Peter, Skotzek: The Starter Generator – Systems, Functions and Components. 30th FISITA World Automotive Congress Barcelona, Spain, May 2004.

[Re, 2007]

Renken, Folker; Wolf, Jürgen: Power Electronics for Hybrid-Drive Systems. 12th EPE Conference Aalborg, Denmark, September 2007, Paper CD ISBN 9789075815108.

[Re, 2008]

Renken, Folker: Power Electronic Converter for Hybrid-Drive Systems. PCIM Conference Nürnberg, Germany, May 2008, Paper on CD ISBN 978-3-89838-605-0.

[Me, 2004]

Meinheit, Hinrich; Benmimoun, Ahmed: Vorausschauende Energiemanagement-Strategien für hybride Antriebssysteme. Buch: Innovative Konzepte für Starter-Generatoren (XSG). Expert-Verlag GmbH Würzburg, Deutschland, June 2004.

# Mobile erweiterte Realität im Hochwasserschutz

Frank Fuchs-Kittowski, Fabian Wilske, Frank Trosien

[frank.fuchs-kittowski@htw-berlin.de](mailto:frank.fuchs-kittowski@htw-berlin.de)

[fabian.wilske@htw-berlin.de](mailto:fabian.wilske@htw-berlin.de)

[frank.trosien@lugv.brandenburg.de](mailto:frank.trosien@lugv.brandenburg.de)

## Abstract

This paper presents possibilities to use Augmented Reality (AR) in the area of flood prevention and protection. Based on application areas in flood prevention and protection an AR information infrastructure and a mobile AR application are described.

## 1 Einleitung

Aufgrund der zunehmenden Anzahl der durch den Klimawandel hervorgerufenen Naturkatastrophen (UBA 2007), insbesondere Hochwasser (Bates et al. 2008) und einer erhöhten Verwundbarkeit (Vulnerabilität), haben die verursachten Schäden in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen (Adam 2006, Bower et al. 2007, Müller 2010). Beispielsweise forderte das Elbe-Hochwasser von 2002 in Deutschland 18 Menschenleben und es entstanden Schäden von über 9 Milliarden Euro (UBA 2007). Um die schädlichen Auswirkungen von Naturereignissen, wie Hochwasser<sup>8</sup>, zu vermindern, wurden in den letzten Jahren neben langfristigen Klimaschutzmaßnahmen auch das Engagement in den Bereichen des Katastrophenschutzes verstärkt.

Beispielsweise werden zur Umsetzung der EU-Richtlinie zur „Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken“ (EG 2007) für betroffene Gebiete Hochwassergefahrenkarten und -risikokarten erstellt sowie Pläne für das Hochwasserrisikomanagement erarbeitet (Müller 2010). Auch Informationssysteme können eine geeignete Unterstützung für den Katastrophenschutz bieten, z. B. zur besseren Erkennung, Überwachung und Vorhersage von Gefahren, bei der Durchführung von Schutzmaßnahmen, um Schäden zu minimieren oder zu vermeiden sowie zur Verminderung der Verwundbarkeit (Vulnerabilität) gegenüber Katastrophenereignissen. Eine Reihe von Forschungsanstrengungen wurden in den letzten Jahren unternommen, um neue Infrastrukturen und Systeme für den Hochwasserschutz zu entwickeln oder existierende zu verbessern, z. B. das Flutinformations- und -warnsystem FLIWAS (Leiner et al. 2007).

Basis solcher Systeme sind meist Geodaten, die den Nutzern in Form von Web-GIS-Systemen auf internetfähigen Rechnern und teilweise auf mobilen Endgeräten (z. B.

---

<sup>8</sup> In Europa werden ca. 43% aller Katastrophenereignisse durch Hochwasser verursacht (EUA 2005).

ein webfähiges Mobiltelefon) bereitgestellt werden. Der Nutzer dieser Systeme muss aber weiterhin die relevanten Informationen interpretieren und sich in der realen Umgebung orientieren. Hierbei kann erweiterte Realität (Augmented Reality, AR) einen wesentlichen Beitrag leisten, weil sie eine neuartige Benutzerschnittstelle bietet, um relevante Informationen in der realen Umgebung zu präsentieren (und ggf. zu erfassen und zu modifizieren). Dies wird durch eine Überlagerung der Sicht auf die reale Umgebung durch relevante digitale Informationen realisiert. Die Fähigkeiten der AR-Technologie, die reale Welt kontextbezogen mit relevanten digitalen Informationen anzureichern, machen sie zu einem mächtigen Werkzeug, um draußen im Gelände dem professionellen Nutzer die Arbeit mit Geoinformationen zu erleichtern und dem privaten Nutzer den Zugriff auf diese Informationen erst zu ermöglichen. Sehr vielversprechend scheint daher die Nutzung dieser Technologie auch im Bereich des Hochwasserschutzes zu sein, wo die ortsbezogene und situative Darstellung von Informationen von zentraler Relevanz ist.

Waren AR-Anwendungen bis vor Kurzem nur mit sperrigen und teuren Spezialsystemen realisierbar, ist dies heute mit handlichen und kostengünstigen Smartphones der neueren Generation möglich, für die zusätzlich spezielle Augmented Reality-Browser zur Darstellung von Augmented Reality-Inhalten existieren. Damit steht nun eine Infrastruktur zur Verfügung, die eine kostengünstige Entwicklung von AR-Anwendungen sowie eine massenhafte Nutzung dieser AR-Anwendungen (z.B. durch „normale“ Bürger und Behörden) ermöglicht.

Ein zentrales Problem bei der Entwicklung von mobilen AR-Anwendungen für Smartphones ist aber derzeit noch das Erfassen und Bereitstellen von Daten für die AR-Anwendungen. In diesem Zusammenhang befasst sich das Projekt MAGUN<sup>9</sup> mit dem Ziel einer Infrastruktur für das einfache Integrieren und Erfassen relevanter Umwelt- und Geodaten aus verschiedenen Quellen sowie zum Bereitstellen der Daten zur einfachen Nutzung durch verschiedene proprietäre AR-Browser und AR-Anwendungen. Auf Basis dieser Infrastruktur sollen mobile AR-Anwendungen für den Hochwasserschutz in Brandenburg entwickelt und erprobt werden.

In diesem Beitrag wird dargestellt, wie sich mobile Augmented Reality nutzen lässt, um (1) den Fachanwender bei der Hochwasserprävention zu unterstützen und (2) den Bürger vom Hochwasser ausgehenden Gefahren zu sensibilisieren und damit zur Hochwasservorsorge beizutragen. Ausgehend von einem Überblick über smartphonebasierte Augmented Reality (Kapitel 2) und Anwendungsfeldern im Hochwasserschutz (Kapitel 3), wird eine Infrastruktur für die Integration und Bereitstellung von Geodaten für mobile AR-Anwendungen skizziert (Kapitel 4) und die Realisierung einer mobilen AR-Anwendung beschrieben (Kapitel 5).

## **2 Smartphone-basierte Erweiterte Realität (Augmented Reality)**

Der Begriff Erweiterte Realität (Augmented Reality oder kurz AR) bezeichnet die visuelle Ergänzung bzw. Überlagerung der optischen, menschlichen Wahrnehmung der Realität durch kontextabhängige, computergenerierte Informationen (Azuma 1997). Bei der mobilen Art der Augmented Reality werden mobile Endgeräte dazu genutzt, um die gemeinsame Wahrnehmung von realen und digitalen Informationen

---

<sup>9</sup> Mobile Anwendungen auf Basis von Geoinformationen in einer In-situ Informationsinfrastruktur (iii) im Umwelt- und Navigationsbereich

möglich zu machen (Höllerer et al. 1999), z. B. auf einem Smartphone oder einem Tablet-PC.

Bis vor wenigen Jahren handelte es sich bei der mobilen Erweiterten Realität noch um sperrige Spezial-Konfigurationen aus Laptop mit Tragegestell, Datenbrille (Head Mounted Display, HMD), Kamera, einem speziellen Eingabegerät (Handheld) und Trackingsystem (Feiner et al. 1997). Seit kurzer Zeit kann Erweiterte Realität auf kleineren, handlichen Mobilgeräten realisiert werden. Insbesondere in Smartphones der neueren Generation ist es möglich, mit Hilfe der bereits eingebauten Sensoren wie GPS, Kompass und Kamera, auf dem Display das Bild der Videokamera kombiniert mit erweiterten Informationen der Realität anzeigen zu lassen (Schall 2011). Durch den in diese Geräte integrierten Ortssensor (GPS) können die mobilen Anwendungen ortsbezogene Informationen verarbeiten. Der Kompass und weitere Lagesensoren (wie ein Gyroskop) dienen dazu, die Blickrichtung des Anwenders und die Neigung seines mobilen Geräts zu erfassen. Allgemein dienen die verfügbaren Sensoren dazu, die Situation des Anwenders in seiner Umwelt zu erfassen. Neben der Kontextualisierung der Informationen durch den Ort kann auf mobilen Endgeräten also auch eine Kontextualisierung der Informationen durch die Situation des Anwenders erfolgen. Solche Geräte sind hoch verfügbar, kostengünstig und haben eine gute technische sowie ergonomische Akzeptanz.

Für die Darstellung von Augmented Reality-Inhalten auf diesen neuen mobilen Endgeräten existieren inzwischen - analog zu den Browsern für das Internet - spezielle Augmented Reality-Browser. Diese ermöglichen die Anzeige von AR-Inhalten (z.B. Points of Interest, POIs) im Kamerabild des mobilen Gerätes und sind in der Regel kostenlos erhältlich. Die bekanntesten AR-Browser sind Layar<sup>10</sup>, Wikitude<sup>11</sup> und Junaio<sup>12</sup>. Die Bereitstellung der AR-Inhalte erfolgt über einen speziellen „Kanal“, den die Nutzer auswählen können.

Mit der neuen Generation der Endgeräte und den AR-Browsern steht nun eine Infrastruktur zur Verfügung, die eine kostengünstige Entwicklung von AR-Anwendungen sowie eine massenhafte Nutzung dieser AR-Anwendungen (z. B. durch „normale“ Bürger und Behörden) ermöglicht. Dies führt derzeit dazu, dass sich das schon seit der 60er Jahren erforschte Thema Augmented Reality aus den wissenschaftlichen Laboren heraus bewegt und zunehmend eine breitere Zahl von Anwendern anspricht.

### **3 Anwendungsfelder in der Hochwasserprävention und -vorsorge**

Im folgenden Abschnitt werden drei Anwendungsfelder für die mobile AR-Technologie vorgestellt: die Hochwasserprävention, die Hochwasservorsorge und der operative Hochwasserschutz.

Die Hochwasserprävention beinhaltet Maßnahmen zur angepassten Raumnutzung, raumplanerische Maßnahmen, natürlichen Hochwasserschutz, technischen Hochwasserschutz sowie Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten. Die Hochwasservorsorge beinhaltet die Risikovorsorge, die Verhaltensvorsorge, die Vorhaltung und Vorbereitung des Katastrophenschutzes sowie die Informationsvorsorge (Müller 2010).

---

<sup>10</sup> <http://www.layar.com/>

<sup>11</sup> <http://www.wikitude.org/>

<sup>12</sup> <http://www.junaio.com/>

### 3.1 Hochwasserprävention

Um raumplanerische Maßnahmen durchzuführen und die Erstellung von Gefahren- und Risikokarten zu ermöglichen, sind hydrologische Messungen vor Ort notwendig. Der derzeitige Stand ist, dass der bearbeitende Hydrologe oder Wasserbauer beim Vor-Ort-Termin die benötigten Daten und Informationen analog (Karten, Unterlagen, Messprotokolle etc.) oder digital auf einem Laptop mit ins Gelände nimmt. Ersteres ist nicht besonders effektiv, aber auch die Benutzung eines Laptops ist nicht überall vor Ort praktikabel. Hier eignen sich mobilere Endgeräte wie Smartphones und Tablets (wie das iPad) besser. Smartphones sind aufgrund ihrer geringen Größe bestens geeignet, den Nutzer jederzeit vor Ort mit relevanten Informationen zu versorgen und ihm die punktuelle Erfassung von Daten zu ermöglichen. Für den Einsatzzweck der Hochwasserschutzplanung eignen sich insbesondere Tablets. Besser als auf Smartphones, lassen sich hier auch komplexe Sachverhalte und Nutzeroberflächen darstellen. Unabhängig davon, ob der Hydrologe für seine Arbeit vor Ort nun analoge Karten und Ausdrucke oder Laptops, Tablets und Smartphones einsetzt: In jedem Fall ist der Blick des Betrachters entweder auf die bereitgestellten Geoinformation oder auf das Gebiet in der Realität gerichtet – niemals kann über die bisher üblichen Verfahren eine Gebietsansicht und die Sicht auf Geoinformationen vereinigt werden.

Mit Hilfe von Augmented Reality wird es möglich, diese Lücke in der Informationsdarstellung zu schließen und Geoinformationen vereinigt mit der Realität anzuzeigen. So lassen sich nicht nur für die Hochwasserprävention relevante Informationen, wie die aktuellen Werte von Messstellen, kontextsensitiv darstellen. Auch ist mit AR-Technologie die 3D-Überlagerung der Realität mit Planungsvarianten möglich. Diese Art der Visualisierung hilft dem Wasserbauer, die richtigen raumplanerischen Maßnahmen einzuleiten und so zur Hochwasserprävention beizutragen.

### 3.2 Hochwasservorsorge

Ein wichtiger Punkt der Hochwasservorsorge ist die Förderung und Bewahrung eines Hochwasserrisikobewusstseins. Dieses besteht beim Bürger oft nur während oder bis kurz nach dem Hochwasserereignis. Ohne ständig wiederkehrende Hochwasserereignisse und die Erinnerung an die bestehenden Gefahren, fällt das Risikobewusstsein relativ schnell wieder auf das Niveau vor dem Hochwasser ab (Müller 2010). Zur Bewahrung des Risikobewusstseins lassen sich zusätzlich zu periodisch durchgeführten Informationsveranstaltungen auch mobile Augmented Reality-Anwendungen nutzen.

Einen entscheidenden Beitrag zur Hochwasservorsorge leistet die Informationsvorsorge (Müller 2010), die u. a. durch die Umsetzung der EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (EG 2007) hergestellt werden soll. Sie sieht die Erstellung von Hochwasserschutzkonzepten und darauf aufbauenden Gefahren- und Risikokarten für Gebiete mit potentiell signifikantem Hochwasserrisiko vor. Es ist wichtig, diese Informationen in geeigneter Form auch vor Ort im Risikogebiet zur Verfügung zu stellen. Ein Bürger soll zum Beispiel darüber informiert werden, ob er sich zur Zeit in einem von Hochwasser bedrohten Gebiet befindet bzw. wo potentielle Überschwemmungsgebiete liegen. Außerdem soll er wissen können, wie weit das Wasser im Hochwasserfall fließen kann und ob sein Haus und Grund ausreichend vor Hochwasser geschützt ist. All diese Informationen lassen sich am besten vor Ort, im Risikogebiet selbst, darstellen. So lässt sich der Wasserspiegel bei Hochwasser,

überlagert mit der aktuellen Realität, im Kamerabild anzeigen. Auch ist mit den Daten aus den Risiko- und Gefahrenkarten die Einblendung ganzer Überflutungsgebiete im Kamerabild denkbar.

### **3.3 Operativer Hochwasserschutz**

Bei einem drohenden oder akutem Hochwasser sind bei allen Beteiligten (von den operativen Hochwasserleitstäben, über die Deichabschnittsbevollmächtigten bis hin zum Deichläufer) eine Fülle von Daten und Informationen erforderlich, um die Lage richtig zu beurteilen und entsprechende Maßnahmen einleiten zu können. Dabei müssen die benötigten Informationen den zuständigen Personen möglichst schnell und aktuell verfügbar gemacht werden. Derzeit erfolgt die Kommunikation zwischen Zentrale und Abschnittsverantwortlichen meist per Telefon sowie zwischen Abschnittsverantwortlichen und Deichläufern mündlich. Dabei kann es zu Missverständnissen und Fehlinterpretationen kommen, so dass ggf. nicht die besten oder passenden Maßnahmen eingeleitet werden.

Mit Hilfe von AR könnten schnell anderen Personen Informationen zur Verfügung gestellt werden, um auf das Hochwasser geeignet zu reagieren und entsprechende Maßnahmen einzuleiten (z.B. operative Hochwasserleitstäbe, Einsatzhelfer vor Ort). Die in den Hochwasserleitstäben vorhandenen Daten (Pegelstände, Vorhersagen, Abflusswerte, mögliche Zufahrtswege, geplante oder angelaufene Maßnahmen etc.) könnten besser vor Ort im Einsatzgebiet verfügbar und interpretierbar gemacht werden und somit die Einsatzhelfer vor Ort gezielter unterstützen. Andersherum könnte im Katastrophengebiet die Situation vor Ort besser und schneller erfasst, dokumentiert und an den Einsatzstab weitergeleitet werden (Bilder, Videos, Texte, Audio etc.), so dass in der Zentrale die Lage besser beurteilt werden kann. Beispielsweise könnten Deichgänger im Hochwasserfall aktuelle Fotos von aktuellen Deich-Wasserständen oder Überschwemmungsflächen machen (Fotodokumentation) oder Schadstellen an Deichen, Sickerstellen sowie durchgeführte Maßnahmen (Aufkadungen, Evakuierungen) dokumentieren.

## **4 Architektur der Infrastruktur**

Zur Darstellung von Augmented Reality auf mobilen Endgeräten werden heutzutage sogenannte Augmented Reality-Browser (wie Junaio, Layar oder Wikitude) eingesetzt. Gemeinsames Problem der heute verfügbaren AR-Browser ist, dass sie (1) für die Darstellung von einfachen Punktobjekten (POIs) entwickelt sind und (2) die POIs für jeden Browser separat bereitgestellt werden müssen, weil keine browserübergreifenden Standards zur Bereitstellung der Daten existieren.

Das Ziel der im Projekt MAGUN entwickelten Infrastruktur ist es daher:

- die Darstellung von komplexen Geoobjekten wie Linien und Polygonen zu ermöglichen,
- einen einheitlichen Erfassungsprozess bereitzustellen, der die Verfügbarkeit von komplexen Geoobjekten auf allen gängigen AR-Plattformen gewährleistet.

Die Infrastruktur besteht aus den Komponenten Geodatenbank, Geodatenserver und Geodatenportal. Die Geodatenbank enthält die bereitgestellten Daten, im Geodatenportal ist die Pflege und Integration der Daten über eine Web-Schnittstelle möglich,

und der Geodatenserver ermöglicht die zu den Standards des Open Geospatial Consortium (OGC) konforme Bereitstellung der integrierten Daten an die mobile Anwendung.

So wird das erste Ziel durch die Nutzung vorhandener und breit akzeptierter Dienstspezifikationen des OGC erreicht, die für das Bereitstellen komplexer Geoobjekte ausgelegt sind. Die Erreichung des zweiten Ziels wird möglich durch die einheitliche Erfassung und Integration der Daten in einem Geodatenportal sowie der Realisierung von Adaptern für die proprietären Schnittstellen der verschiedenen AR-Plattformen.

## **5 Mobile Anwendung für den präventiven Hochwasserschutz**

Im Rahmen des Projekts MAGUN wird für das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) Brandenburg eine mobile Anwendung entwickelt, die der Bewußtseinsbildung über Hochwassergefahren bei den Bürgern dient.

In einem ersten Schritt werden dazu die beim LUGV (analog) verfügbaren Hochwasserrisiko- und Gefahrenkarten und Pegel­daten (sowie auch extern verfügbare Pegel­daten, z.B. aus Pegel-Online) unter Einbeziehung der zu entwickelnden Infrastruktur für mobile Endgeräte verfügbar gemacht.

Zweitens werden die Daten aus den Hochwasserrisiko- und Gefahrenkarten sowie den Pegel-Diensten dazu benutzt, die Darstellung von Hochwasserereignissen nicht nur auf einer mobilen Karte bzw. als Liste sondern auch durch AR-Technologie zu ermöglichen. Der Nutzer wird die Möglichkeit haben, sich die Überflutungsgebiete (als Polygon) sowie die Pegel (als Punkt oder Linie) eines bestimmten vergangenen oder prognostizierten Hochwasserereignisses im Display seiner Kamera einblenden zu lassen.

Abb. 1 zeigt die Wasserpegel nach Entfernung sortiert in einer Listenansicht (links) sowie an einem Flusslauf zu zwei verschiedenen Zeitpunkten (rechts). Sowohl aktuelle als auch historische Pegelstände spielen hier eine Rolle. Interessant sind auch durch Überflutungsmodelle generierte Prognosen für bestimmte Jährlichkeiten. Ein Nutzer möchte also wissen, wie hoch der Wasserstand an einem bestimmten Pegel ist, wie hoch der Wasserstand zu einem bestimmten Zeitpunkt war und wie hoch der Wasserstand bei einem bestimmten Hochwasserereignis (HQ10, HQ100, HQExtrem, ...) wäre. Historische und prognostizierte Pegel sind vor allem dafür interessant, dem Nutzer ein Gefühl für das Risiko zu geben, dem er sich aufgrund der historischen Begebenheiten und der Hochwasserprognosen aussetzt. Aktuelle Pegel sind im Hochwasserfall interessant, wenn es darum geht, die momentane Situation zu bewerten und Warnstufen auszurufen.

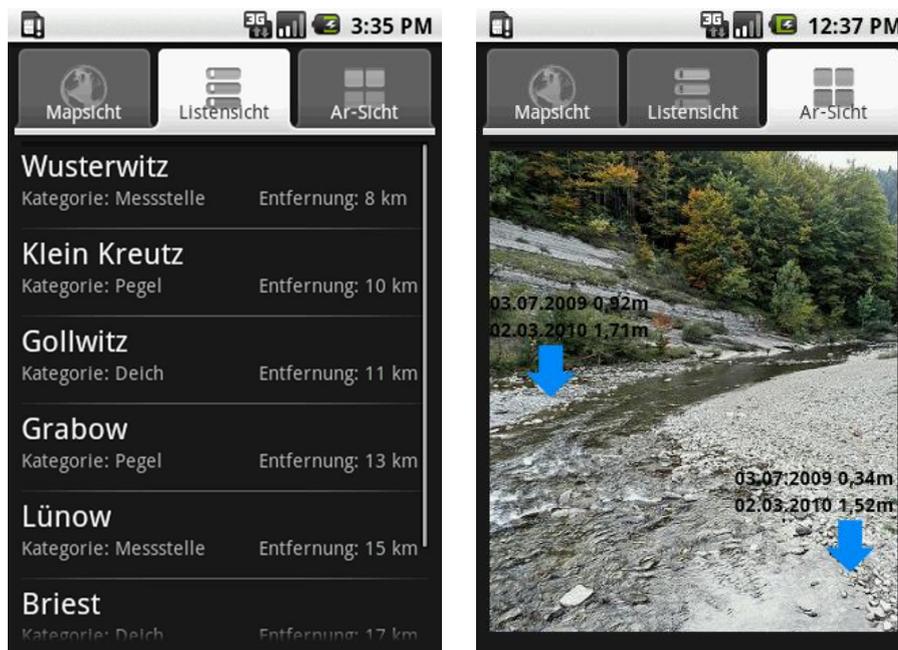


Abbildung 1: Listen- und Augmented Reality-Darstellung von Wasserpegeln an einem Flusslauf

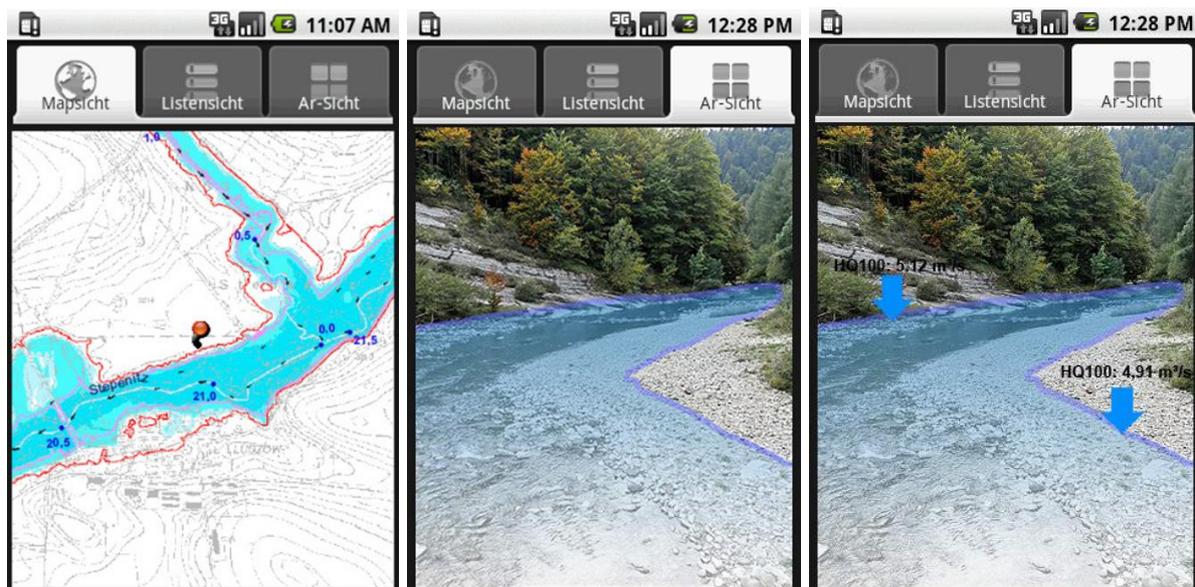


Abbildung 2: Karten- und AR-Darstellung eines Überschwemmungsszenarios mittels Polygonen

Abb. 2 zeigt die Überflutungstiefen eines 100-jährlichen Hochwasser-Ereignisses (HQ100) für den Bereich der Stepnitz auf einer (Hochwassergefahren-) Karte<sup>13</sup> (links). Die farbliche Abstufung erfolgt bei geschlossenen (durch Deiche geschützten) Systemen in Rottönen, bei offenen (nicht geschützten) Systemen in Blautönen. Die in der Karte dargestellten roten Linien ermöglichen außerdem eine kombinierte Darstellung von Überflutungstiefen und Risikogebieten und grenzen ein HQ10-Gebiet (hellrot) und ein HQExtrem-Gebiet (dunkelrot) ab. In der AR-Sicht werden für den festgelegten Hochwasserereignistyp (z.B. HQ100) ein Polygon zur Darstellung des

<sup>13</sup> Die Isolinien beziehen sich bei der Darstellung von Überflutungstiefen auf einen festgelegten Hochwasserereignistyp (HQ10, HQ100, HQExtrem,...).

Risikogebiets über den realen Flusslauf im Kamerabild eingeblendet (mittig) und ggf. zusätzlich mit dem prognostizierten Pegel für das bestimmte Hochwasserereignis (HQ10, HQ100, HQExtrem, ...) (rechts).

In einem dritten Schritt wird der Anwendung die Anreicherung von Hochwasserdaten mit multimedialen und textuellen Annotationen ermöglicht, um den Bürger am Ort des Ereignisses auf Gefahren aufmerksam zu machen. Der Nutzer soll an Ort und Stelle Fotos und Videos von vergangenen Hochwasserereignissen ansehen können und so für die vom Hochwasser ausgehenden Gefahren sensibilisiert werden. In einer weiteren Ausbaustufe wird der Nutzer die Möglichkeit haben, selbst Hochwasserereignisse zu dokumentieren. Die Dokumentationsmöglichkeiten reichen dabei von der Aufnahme aktueller Pegelstände, über das Fotografieren der Geschwemmsellinie bis zur Veröffentlichung von Warnhinweisen im Katastrophenfall.

## 6 Herausforderungen

Auch wenn die Rechenleistung moderner mobiler Endgeräte im Regelfall ausreicht, um Augmented Reality auf diesen zu ermöglichen, existieren noch eine Reihe technischer Probleme. Neben der allgemeinen Beschränkung der mobilen Hardware (geringe Akkulaufzeit, geringe Displaygröße, geringe Geschwindigkeit, geringer Displaykontrast etc.) ist speziell für AR-Anwendungen die relativ ungenaue Positionierung ein zentrales Problem. Die Folge ist, dass Objekte im Nahbereich (bis 100 m Entfernung) falsch platziert werden. Ein größeres Problem als die genaue Ermittlung der Lage, stellt die Ermittlung der Höhe dar. Systembedingt beträgt hier die Genauigkeit oft nur 30-50 m (Genauigkeit der Lage: 5-10 m). Diese Ungenauigkeit zwingt die Entwickler der meisten AR-Anwendungen dazu, die Höhe der Objekte zu ignorieren und sie entlang eines imaginären Horizonts darzustellen. In absehbarer Zeit wird mit der Verfügbarkeit von Galileo die Genauigkeit der Positionierung im erforderlichen Maße realisierbar sein. Ebenso werden die in Kürze verfügbaren Mobilfunkstandards wie LTE derzeitige Probleme mit der Netzabdeckung im ländlichen Raum beseitigen.

Ein weiteres Problem stellt die Latenz dar, d.h., dass virtuelle Objekte den realen Objekten leicht verzögert folgen bzw. hinterher „schwimmen“. Dieser Effekt lässt sich nicht vermeiden. Der erforderliche Abgleich zwischen realen und virtuellen Objekten kostet Rechenzeit und lässt sich somit durch leistungsfähigere Hardware und verbesserte Algorithmen reduzieren.

Die heute verfügbaren AR-Browser stellen ihre Daten meist in proprietären Formaten zur Verfügung, so dass die Daten nicht untereinander austauschbar sind. Im Regelfall müssen die Daten, meistens POIs, für jeden Browser separat zur Verfügung gestellt werden. Wünschenswert wäre ein gemeinsamer Standard zur Repräsentation von POIs. Lediglich für den AR-Browser Wikitude wurde ein auf KML aufbauender Standard ARML (Augmented Reality Markup Language) vorgeschlagen, der allerdings von den anderen Browser-Herstellern ignoriert wird. Für zukünftige Standardisierungsbemühungen sollten neben den Standards des OGC vor allem leichtgewichtige Web-Standards (wie GeoRSS, GeoJSON und KML) berücksichtigt werden.

Insgesamt steckt die Entwicklung von mobiler Augmented Reality-Technologie zwar noch in den Kinderschuhen, zeigt aber Potenzial auch für professionelle Anwendungen. Hierfür müssen die Orts- und Lagesensoren der mobilen Endgeräte noch präziser werden. Zudem ist die Entwicklung derzeit sehr auf den technikbegeisterten

Endkunden ausgerichtet. Aktuell verfügbare mobile AR-Anwendungen zeigen vor allem Punkte und an Punkten verankerte 3D-Objekte. Die im Projekt MAGUN zu realisierende Infrastruktur soll aber auch komplexere Geoobjekte, wie Linien und Polygone, überlagert mit der Realität darstellen können.

## 7 Danksagung

Das Projekt MAGUN wird aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) sowie des Instituts für angewandte Forschung (IfaF) Berlin gefördert. Die Autoren danken den Mittelgebern für die Unterstützung sowie allen MAGUN-Projektpartnern für die fruchtbare Zusammenarbeit.

## 8 Literaturverzeichnis

[Adam 2006]

Adam, Verena (2006): Hochwasser-Katastrophenmanagement. Deutscher Universitätsverlag.

[Azuma 1997]

Azuma, R. T. (1997): A survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 8/1997, S. 355-385.

[Bates et al. 2008]

Bates, Bryson; Kundzewicz, Zbigniew W.; Wu, Shaohong; Palutikof, Jean (2008): Climate Change and Water. IPCC Technical Paper VI, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, Geneva), [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).

[Bouwer et al. 2007]

Bouwer, L.M.; Crompton, R.P.; Faust, E.; Höpfe, P.; Pielke Jr., R.A. (2007): Disaster Management - Confronting Disaster Losses. In: Science, Vol. 318, Nr. 5851, S. 753.

[EG 2007]

Europäische Gemeinschaft (2007): Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken. ABl. L 288 vom 06.11.2007.

[EUA 2005]

Europäische Umweltagentur (2005): Klimawandel und Flusshochwasser in Europa. EEA Briefing, 01/2005, Kopenhagen: Europäische Umweltagentur.

[Feiner et al. 1997]

Feiner, S.; MacIntyre, B.; Höllerer, T.; Webster, T. (1997): A touring machine: Prototyping 3d mobile augmented reality systems for exploring the urban environment. In Proc. of the ISWC '97 (First IEEE Int. Symp. on Wearable Computers), S. 208–217.

[Höllerer et al. 1999]

Höllerer, T.; Feiner, S.; Terauchi, T.; Rashid, G.; Hallaway, D. (1999): Exploring MARS: Developing Indoor and Outdoor User Interfaces to a Mobile Augmented Reality System, *Computers and Graphics*, 23(6), Elsevier Publishers, S. 779-785.

[Leiner et al. 2007]

Leiner, Richard; Schnitzler, Sebastian; Wolf, Rüdiger (2007): Hochwasserinformations-und Managementsystem FLIWAS. In: Strobl, Josef, Thomas Blaschke und Gerald Griesebner (Hrsg): *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XVIII. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg '07*. Heidelberg: Wichmann, S. 446-450.

[Müller 2010]

Müller, Uwe (2010): *Hochwasserrisikomanagement - Theorie und Praxis*. Vieweg & Teubner.

[Schall 2011]

Schall, G. (2011): *Mobile Augmented Reality for Human Scale Interaction with Geospatial Models*. Dissertation, TU Graz. Februar 2011.

[UBA 2007]

Umweltbundesamt (2007): *Neue Ergebnisse zu regionalen Klimaänderungen - Das statistische Regionalisierungsmodell WETTREG*. Hintergrundpapier, Dessau: Umweltbundesamt.

# Umweltdaten und INSPIRE am Beispiel Wasserrahmenrichtlinie/Hochwasserrisikomanagement in Sachsen und INSPIRE – Annex I – Hydrography (HY)

Dr. Heino Rudolf,  
M.O.S.S. Computer Grafik Systeme GmbH  
[hrudolf@moss.de](mailto:hrudolf@moss.de)

## Abstract

Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE) a significant development has been activated concerning almost all official geo basis data sets<sup>14</sup>. The achievement: interoperable web based availability of all data sets via viewing and download services.

Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy or, in short, the EU Water Framework Directive (or even shorter the WFD) is the basis of a comprehensive water protection in Europa to get polluted waters clean again, and ensure clean waters are kept clean<sup>15</sup>.

Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council on the assessment and management of flood risks establishing a framework for Community action in the field of water policy requires river basin management plans to be developed for each river basin district in order to achieve good ecological and chemical status, and it will contribute to mitigating the effects of floods<sup>16</sup>.

The main target is to build up a harmonised data model for both categories of the water management focused as follows:

- A centralised administration of all basis data concerning water management
- Following up of water specific objects based on one data model
- A concerted administration of measurements
- Availability of interoperable linked data.

---

14 <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>

15 [http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html)

16 [http://ec.europa.eu/environment/water/flood\\_risk/index.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/index.htm)

## Einleitung

Umweltdaten liegen meist fachspezifisch strukturiert und fachübergreifend inkompatibel vor. Am Beispiel WRRL/HWRM-RL wird gezeigt, wie ein harmonisierter Datenbestand aufgebaut werden kann und wie die INSPIRE-Definitionen aus HY einfließen.

Inhaltlich sind folgende Datenbestände betroffen:

- Basisdaten zu den Gewässern und ihren Einzugsgebieten
- Daten zu Anlagen an Gewässern, Belastungen und Messstellen
- Daten zu den Bewertungen inkl. der Bewertungsergebnisse
- Maßnahmenverwaltung inkl. Controlling der Maßnahmenumsetzung.

Mit der Richtlinie 2007/2/EG vom 14. März 2007 zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der Europäischen Gemeinschaft (Infrastructure for Spatial Information in Europe = INSPIRE) wurde ein weitreichendes Vorhaben angestoßen, das nahezu alle behördlichen Geobasis- und Geofachdaten berührt. Im Ergebnis werden die Daten webbasiert über Viewing- und Download-Dienste interoperabel zur Verfügung stehen.

Die Interoperabilität beschränkt sich nicht, wie heute oftmals einschränkend diskutiert, auf dv-technische Standards und Metadaten, sondern zielt auch auf die Bereitstellung und Verschneidbarkeit inhaltlich aufeinander abgestimmter Fachdaten. Und hier kommen große Aufgaben auf die Umweltverwaltungen zu, liegen die Daten zumeist fachspezifisch und über diese Verfahren nicht kompatibel vor. Damit setzt INSPIRE eine Konsolidierung der vielfältigen Datensammlungen und -strukturen in Gang.

Der Datenbestand wird themenübergreifend für beide Richtlinien strukturiert zusammengefasst. Das dafür aufgebaute Gewässerkataster wird auch von der Vermessungsverwaltung für das ATKIS übernommen. Damit entsteht ein Basisdatenbestand, der der Wasserwirtschaft und allen weiteren Nutzern zur Verfügung gestellt wird.

Wichtig ist darüber hinaus (entsprechend HWRM-RL Artikel 9) die gemeinsame Maßnahmenverwaltung für beide Richtlinien, um einerseits die Maßnahmen effektiv zu koordinieren und andererseits einander konträr gegenüberstehende Maßnahmen zu vermeiden.

Ziel ist es, für die Wasserwirtschaft (und weitere Nutzerkreise) eine gemeinsame SDI zu schaffen, die die oben genannten Richtlinien abdeckt.

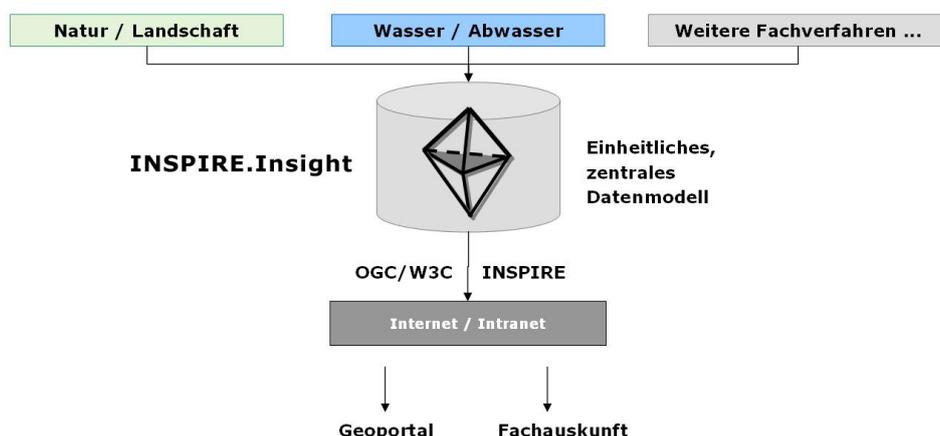


Bild 1: Lösungsmethodik

# 1 INSPIRE heute

## 1.1 Annex I

Derzeit geht es inhaltlich um die sogenannten Annex I-Themen, wie Koordinatenreferenzsysteme, geographische Netzwerke, geographische Namen, Verwaltungseinheiten, Adressen, Flurstücke. Das erweckt den Eindruck, INSPIRE sei vor allem ein Thema der Vermessungsverwaltungen.

## 1.2 Annex II und III

Tatsächlich aber sind die Geobasisdaten des Annex I im Wortsinn nur die Grundlage für die Datendienste der weitreichenden Annex II und III-Themen, die vor allem aus dem Umweltbereich kommen. Derzeit werden unter der Koordination der Europäischen Kommission die Grundlagen für die notwendigen Standards in sogenannten „Thematical Working Groups“ in Form von fachlichen Datenmodellen entworfen.

## 1.3 Hydrographie

Zu den Annex I-Themen zählt „Hydrographie“. Für viele geht es bei diesem Thema überraschender Weise nicht ausschließlich um die Gewässer - sondern Datenobjekte wurden zu folgenden Themenbereichen modelliert:

- Gewässer
- Anlagen in/an/unter/über Gewässern
- ein Netzmodell der Wasserabflüsse
- Objekte für die Wasserrahmenrichtlinie.

Wie ist mit der Datenspezifikation „Hydrographie“ umzugehen, insbesondere in der Wasserwirtschaft?

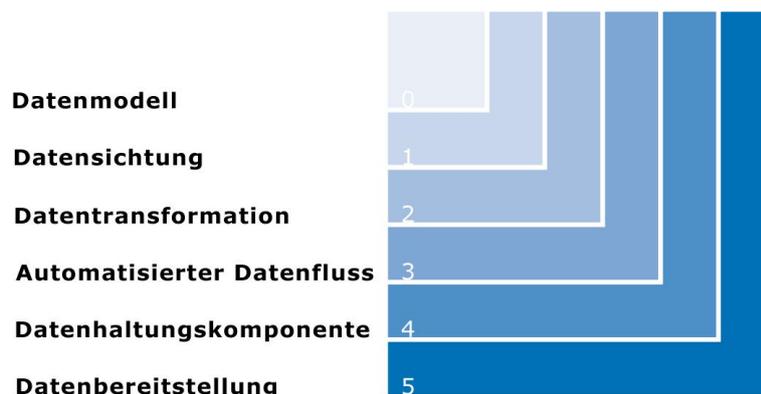


Bild 2: Vorgehensmodell

## 2 Ausgangssituation

- Daten wurden zur WRRL-Berichterstattung gesammelt, liegen aber zumeist unstrukturiert und nicht miteinander kompatibel vor. Wenn überhaupt systematische Datenstrukturen aufgebaut wurden, dann entsprechend der Berichtsschablonen (zur Einordnung: Die Beschreibung des sächsischen Datenmodells für die WRRL umfasste 200 Seiten).
- Die Daten wurden aus den verschiedensten (Fach-)Verfahren zusammengesucht. Zumeist haben diese Fachverfahren keinerlei Schnittstellen miteinander (zum Vergleich: In Sachsen wurden für die WRRL Daten aus 10 Fachinformationssystemen, 8 Access-Lösungen und weiteren xls zusammengetragen.)
- Die Prozesse des „Datensammelns“ wurden fast ausschließlich manuell vorgenommen (natürlich mit dv-technischer Unterstützung – je nach Expertise des Bearbeiters). Professionelle Datenströme wurden nicht aufgebaut, so dass diese Tätigkeiten bei Bedarf (also spätestens alle 6 Jahre) zu wiederholen sind.
- Es gibt oftmals nicht mal ein einheitliches Gewässernetz, auf das alle Verfahren aufsetzen können. – Das ATKIS-Gewässernetz ist des Öfteren für wasserwirtschaftliche Zwecke nicht brauchbar, wenn die Gewässerabschnitte aus kartografischen Gesichtspunkten gebildet wurden (z.B. Unterbrechung an einer Brücke).
- Daten zu Hochwasserschutzkonzepten liegen bisher, wenn überhaupt, sehr heterogen vor.
- Eine Maßnahmenverwaltung gibt es kaum (in Sachsen läuft das per xls und gegenseitigem Zusenden), geschweige denn eine für beide Richtlinien abgestimmte Maßnahmenverwaltung.

## 3 Lösungsstrategie Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)/ Hochwasser- risikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL)

Im Vortrag werden Erkenntnisse aus Sachsen für eine Datenbereitstellung nach den vorgegebenen Inhalten und Strukturen erläutert: Im Jahre 2009 erfolgte erstmalig eine Berichterstattung zur WRRL. Dazu wurden in Anlehnung an die Berichtsschablonen Datenstrukturen aufgesetzt. Es fällt auf, dass ein und dieselben Objekte mehrfach verwaltet werden (insbesondere Basisobjekte, die mehreren Berichten zugrunde liegen). Eine weitergehende Nutzung der zusammengesuchten Daten, die über die WRRL-Berichterstattung hinausgeht, ist nicht möglich. Für die nächste „Runde“ sind alle manuellen Datenzusammenstellungen dann zu wiederholen.

Im Ergebnis der Elbe-Flut 2002 hat Sachsen ein Hochwasserschutzkonzept erarbeitet. Auch hier liegen die Daten fachspezifisch strukturiert vor. Ziel war es nun, ein harmonisiertes Datenmodell für beide Aufgabenbereiche der Wasserwirtschaft zu erarbeiten. Dabei wurden folgende Schwerpunkte umgesetzt:

- Eine zentrale, aufeinander abgestimmte Verwaltung der Basisdaten (wie Gewässer, Wassereinzugsgebiete)

- Daran anknüpfend konkrete fachspezifische Objekte, die nach einem einheitlichen Datenmodell aufgesetzt sind (Beseitigung aller Redundanzen, über beide Fachthemen hinweg)
- Eine gemeinsame Verwaltung der Maßnahmen
- Schaffung von Möglichkeiten, um die Daten interoperabel verknüpfbar bereitzustellen.

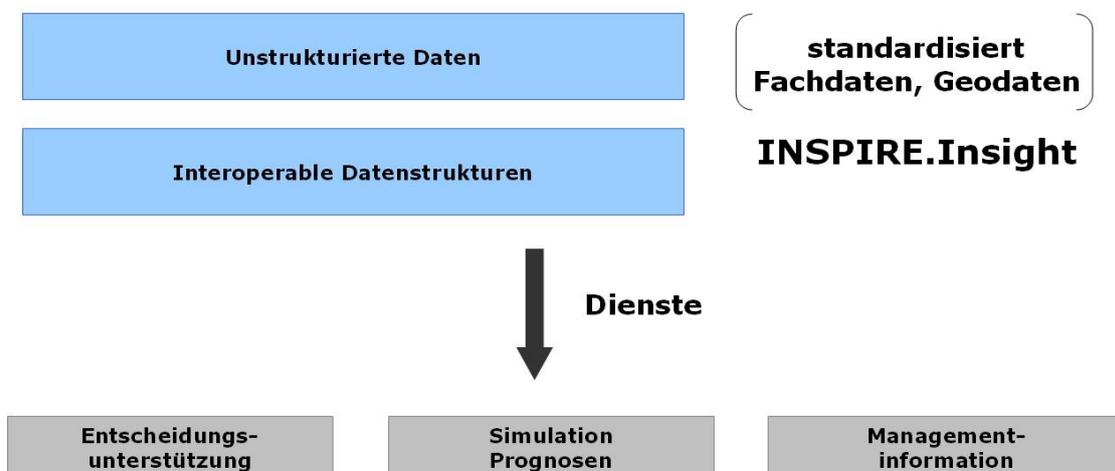
Für die Zusammenstellung der Daten aus den konkreten Fachsystemen werden automatisierte ETL-Prozesse (Extract/Transform/Load) aufgesetzt. Es entsteht für die WRRL/HWRM-RL eine SDI, die wie eine Datenzentrale fungiert. Basisdaten (wie Gewässer, Wassereinzugsgebiete, Maßnahmen) werden hier originär verwaltet. Andere Daten werden aus vorhandenen Fachsystemen (z.B. aus dem Digitalen Wasserbuch) übernommen, so dass sie in der SDI auswert- und verschneidbar für die Berichterstattungen aber auch für themenübergreifende, fachspezifische Bearbeitungen zur Verfügung stehen.

#### 4 INSPIRE inklusive

Nun liegt es doch auf der Hand, neben den Berichterstattungen zur WRRL/HWRM-RL auch die Datenbereitstellungen für INSPIRE auf Basis dieser SDI vorzunehmen:

- Die SDI hält alle notwendigen Basisdaten vor, die entsprechend dem Annex „Hydrographie“ bereitzustellen sind.
- In der SDI sind die „WFD“-Objekte (WFD = Water Framework Directive = WRRL) aus dem INSPIRE-Datenmodell natürlich mit angelegt.

Die Daten, die für die WRRL/HWRM-RL vorzuhalten sind, gehen weit über die „INSPIRE-Daten“ hinaus. Das INSPIRE-Datenmodell lässt sich aber in der Gesamtstruktur wiederfinden. Eine gesonderte Datenhaltung für INSPIRE, die ein nochmaliges ETL mit sich bringen würde, wird abgelehnt. Vielmehr müssen sich die Datenstrukturen um das Fachthema gruppieren und INSPIRE als eine mögliche Bereitstellungsform mit anbieten.



## **5 Literaturverzeichnis**

LfULG (2010)

Fachkonzept zum Aufbau eines Systems zur Datensammlung, -aufbereitung und Datenverarbeitung für die integrierte Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG (WRRL) und der Europäischen Hochwasser-  
risikomanagementrichtlinie 2007/60/EG (HWRM-RL)

Rudolf, Heino; Meyer, Andy Hendrik, LfULG (2010)

DV-Konzept zum Aufbau eines Systems zur Datensammlung, -aufbereitung und Datenverarbeitung für die integrierte Umsetzung der Europäischen Wasser-  
rahmenrichtlinie 2000/60/EG (WRRL) und der Europäischen Hochwasser-  
risikomanagementrichtlinie 2007/60/EG (HWRM-RL)

# **Informationssystem für eine integrierte Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und der Europäischen Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL)**

Frank Mauersberger,  
Sächsisches Landesamt für Umwelt,  
Landwirtschaft und Geologie  
[Frank.Mauersberger@smul.sachsen.de](mailto:Frank.Mauersberger@smul.sachsen.de)

## **Einleitung**

Die Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL) sieht nach Artikel 9 eine enge Koordination mit der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) vor. Im Rahmen einer koordinierten Umsetzung der WRRL und HWRM-RL müssen umfangreiche Informationen in unterschiedlichster Form von verschiedenen Akteuren erhoben und verarbeitet werden. Diese Informationen müssen für eine effiziente Arbeit strukturiert organisiert werden. Im Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), wird daher ein zentrales Informationssystem zur Umsetzung der WRRL und HWRM-RL aufgebaut. Ziel ist die dv-technische Unterstützung eines integrierten Einzugsgebietsmanagements.

## **1 Motivation**

„Die Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie), ist die erste europäische Richtlinie, die einen umfassenden und kohärenten Schutz für das Gut Wasser vorsieht.“ Sie ist die Grundlage für eine moderne, nachhaltige und länderübergreifende Wasserpolitik in Europa.

Am 23. Oktober 2007 wurde vom Europäischen Parlament und vom Rat der Europäischen Union die Richtlinie 2007/60/EG über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (Hochwasserrisikomanagementrichtlinie) verabschiedet. Diese Richtlinie verfolgt das Ziel, hochwasserbedingte Risiken für die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeiten zu verringern und zu bewältigen.

Die HWRM-RL sieht nach Artikel 9 eine enge Koordinierung mit der WRRL vor, um Synergien und Vorteile im Hinblick auf die Umweltziele der WRRL zu nutzen. Die

Hochwassergefahren und Hochwasserrisikokarten nach HWRM-RL, sind mit den Informationen aus der Umsetzung der WRRL abzustimmen und die Hochwasserrisikomanagementpläne mit den Überprüfungen der WRRL-Bewirtschaftungsplänen zu koordinieren. Ziel ist eine integrierte Bewirtschaftung der Einzugsgebiete (Gewässer, Wasserkörper, Flussgebiete).

Im Rahmen einer koordinierten Umsetzung der WRRL und HWRM-RL sind umfangreiche Informationen in unterschiedlichster Form von verschiedenen Akteuren zu erheben und zu verarbeiten. Diese Informationen müssen für eine effiziente Arbeit strukturiert organisiert werden. Die derzeitige dezentrale Datenbereitstellung in Sachsen, aus verschiedenen DV-Systemen und Formaten bei zahlreichen Akteuren, muss durch ein homogenes zentrales System zur Datenhaltung und -bereitstellung ersetzt werden.

## **2 Zielsetzung**

Ziel ist die dv-technische Unterstützung der Arbeiten bei der integrierten Umsetzung der WRRL und der HWRM-RL durch eine effiziente Organisation und Verwaltung aller WRRL und HWRM-RL-relevanten Daten mittels eines gemeinsamen Informationssystems.

## **3 Ausgangssituation**

Die Umsetzung der WRRL und HWRM-RL ist eine Querschnittsaufgabe. Es werden Daten zu verschiedenen Umweltthemen aus unterschiedlichsten Bereichen, wie Abwasserbeseitigung, Wasserversorgung, Hydrologie, Altlasten, Hydromorphologie, Naturschutz usw. benötigt. Die Aufzählung ist bei Weitem nicht vollständig.

Die Daten zur Umsetzung der beiden Richtlinien werden im Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie derzeit in heterogenen Datenquellen (in Fachinformationssystemen, als Shapes, Exceldateien, in Access-Datenbanken) gehalten. Technische Schnittstellen zwischen diesen einzelnen Fachinformationssystemen und Datensammlungen existieren nur zum Teil. Aus diesem Grunde war und ist noch ein erheblicher manueller Aufwand für den Datenexport und die Datenaufbereitung und -verarbeitung erforderlich.

## **4 Lösungsansatz**

### **4.1 Systemarchitektur**

Abbildung 1 zeigt die Architektur des geplanten Systems. Es handelt sich um eine Multi-Tier-Architektur, bestehend aus der Datenhaltungsebene sowie verschiedenen Geschäftslogik- und Präsentationsebenen.

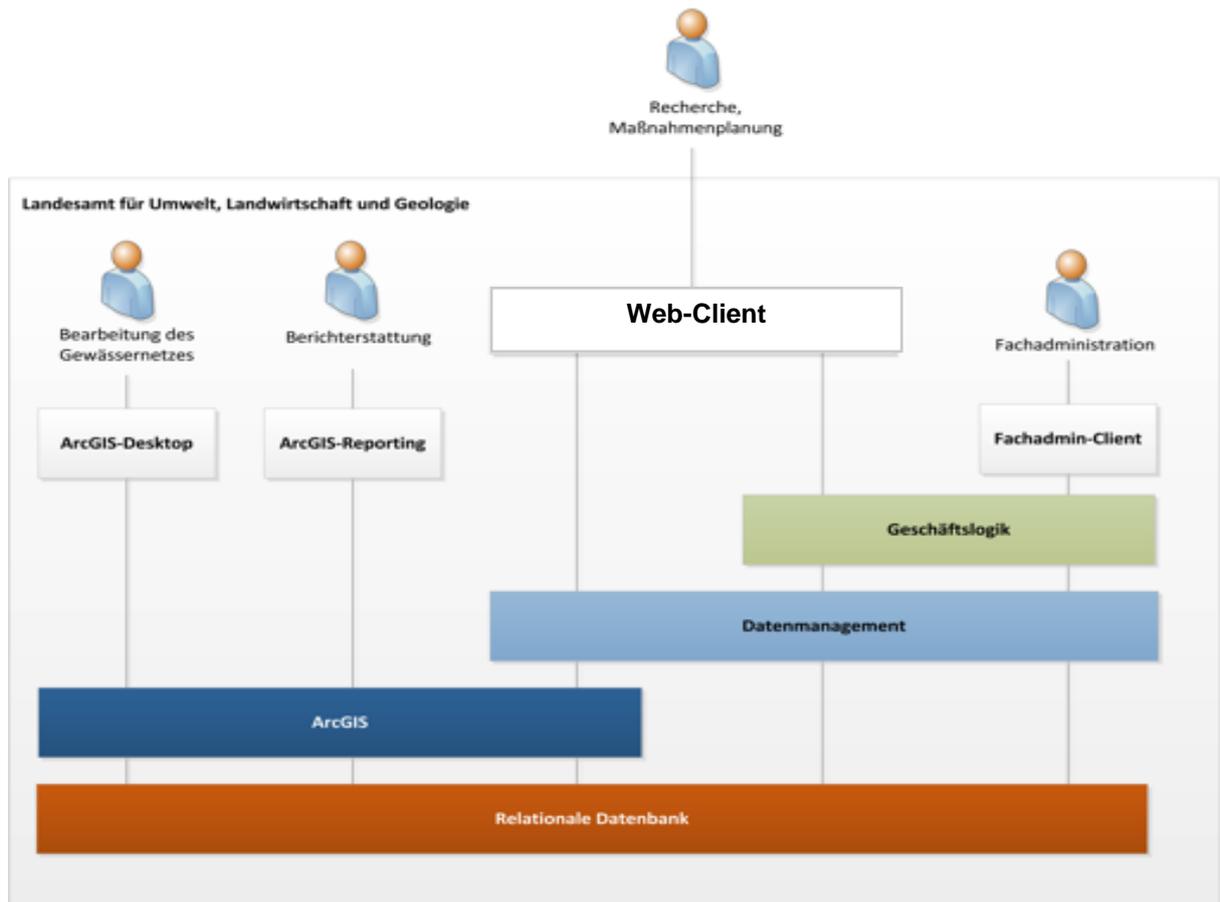


Abbildung 1: Systemarchitektur

## 4.2 Datenbank, Datenmodellierung und Datenmanagement

### 4.2.1 Datenbank

Kern des Systems ist eine relationale ORACLE-Datenbank, die alle vorhandenen Objekte und Informationen speichert und diese redundanzfrei an einem zentralen Speicherort für den Zugriff durch die Anwendungen vorhält. Die Objekte innerhalb der Datenbank können sowohl reine Sachdaten als auch geografische Objekte mit einem Raumbezug darstellen. Zusätzlich werden in der Datenbank die Beziehungen zwischen den einzelnen Objekten abgebildet, und durch entsprechende Mechanismen eine Konsistenthaltung der eigentlichen Daten garantiert.

Für die Verwaltung der geografischen Informationen der Objekte wird auf die Software ArcGIS Server Enterprise Basic (ArcSDE) aus dem Hause ESRI aufgebaut. Dieses Geodatenbankmanagementsystem (GeoDBMS) erlaubt die Verwendung von Analyse- und Verwaltungsfunktionen für die jeweiligen Datenbestände. Über das GeoDBMS erfolgt nicht nur die Verwaltung der Daten, sondern auch der performante Zugriff von den vorhandenen GIS-Clients und Anwendungssystemen auf die ortsbezogenen Daten.

## 4.2.2 Datenmodellierung

Die Datenmodellierung erfolgt streng objektorientiert. Die Datenverwaltungsstrukturen werden nicht nach den Berichtserfordernissen der Richtlinien und Geschäftsprozesse angelegt, sondern sie bilden die Realität nach. Ausgangsbasis für das Datenmodell ist ein Ökosystemmodell. Dadurch wird die Datenstruktur so gestaltet, dass sie beliebig erweiterbar ist und zwar unabhängig von Organisationsstrukturen und Gesetzmäßigkeiten. Zur Beschreibung eines Ökosystems und seiner Funktionsweise sind Elemente („Betrachtungsobjekte“) und Prozesse (Energien, Stoffe, Impulse) zu definieren. Hinzu kommen Ereignisse (menschliche Handlungen zur Umweltbeobachtung, Umweltvorsorge, zum Umweltschutz, zu Störungen, Mängel u.ä.). Auf dieses „Modelldreieck“ kann bei entsprechender Abstraktion die Beschreibung der Vorgänge in unserer Umwelt und des Umwelthandelns heruntergebrochen werden. Ergänzt wird dieses „Modelldreieck“ einerseits durch eine zentrale Erfassung der Personen, die in konkreten Beziehungen zu Betrachtungsobjekten (z.B. Eigentümer oder Betreiber), zu Prozessen (z.B. Stoffeinleiter/-entnehmer, Energiegewinner) und zu Ereignissen (z.B. als Verantwortliche, Ausführende) stehen und andererseits durch Werte (Attribute), die z.B. die konkreten Zustände der Betrachtungsobjekte oder Prozessparameter beschreiben. So entsteht das „Doppeltetraeder“, welches das Datenmodell umreißt und symbolisiert (Abbildung 2).

Von dieser Basis werden die konkreten Klassen- und Datenobjekte des Datenmodells abgeleitet.

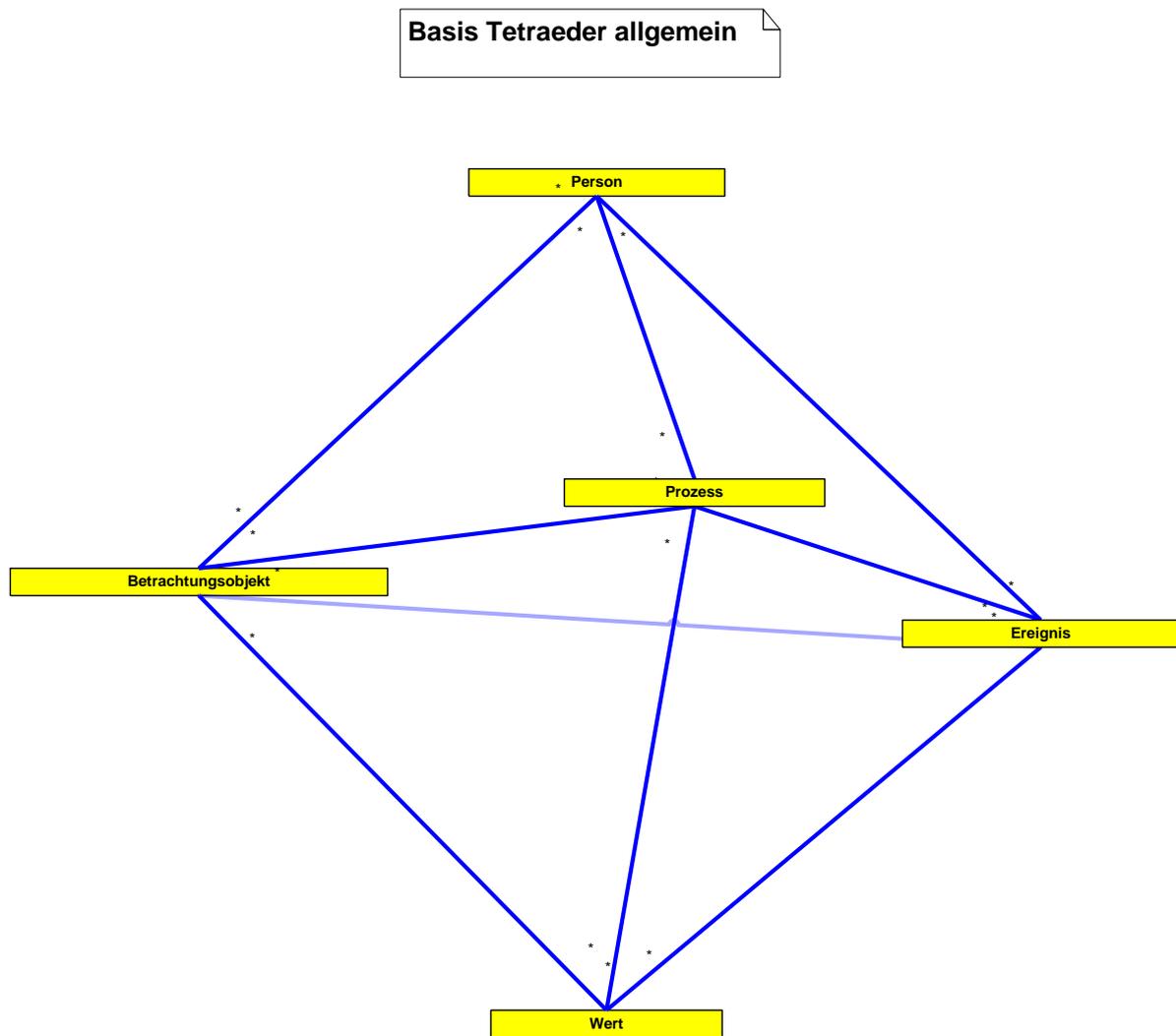


Abbildung 2: Tetraeder\* als Basis des Datenmodells

### 4.2.3 Versionierung und Historisierung

Die WRRL und die HWRM-RL verlangen Analyse- und Bewertungsergebnisse (z. B. Bewirtschaftungsplan nach WRRL und Hochwasserrisikomanagementplan nach HWRM-RL) mit einem konkreten Zeitbezug. Als Lösung werden die Daten versioniert abgelegt. Das bedeutet, dass keine an das Analyse-/Planungsverfahren angepasste Datenmodellierung notwendig wird. Die Daten werden zu einem konkreten, festgelegten Zeitpunkt „eingefroren“ und in einer speziellen Version weiterbearbeitet. In den Versionen werden lediglich die Differenzen verwaltet. Somit entsteht keine doppelte Datenhaltung und die Datenmenge bleibt überschaubar. Eine Version stellt die Daten in einem eigenständigen Bearbeitungszeitraum bereit, z.B.:

- die Ergebnisse der HWRM-RL 2012 als eine Version mit den entsprechenden Unterversionen zur Maßnahmenplanung.

Neben der Versionierung wird für die WRRL / HWRM-RL auch die Verwaltung von Historien zu einzelnen Objekten bei bestimmten Zielstellungen wesentlich. Für einen konkreten Sachverhalt wird die Kenntnis der zeitlichen Gültigkeit gefordert. Die Historisierung verwaltet zu einem Datensatz dessen zeitliche Veränderung (innerhalb des Datenbestandes oder einer Version).

### **4.3 Fachapplikationen**

Aufbauend auf diese erweiterte, zentrale Datenhaltungskomponente werden die jeweiligen Fachanwendungsclients gestaltet. Die Fachclients werden entsprechend web-basiert als Intra- und Internetanwendungen ausgelegt, um die Verwaltung der Applikationen an einer zentralen Stelle zu ermöglichen und die Installation von Programmen auf den Computern der Endanwender zu vermeiden. Der Zugriff über die normalen GIS-Clients auf die gespeicherten Informationen soll aber weiterhin möglich sein. Da am LfULG die Software ESRI ArcGIS Server installiert ist, soll dieses Softwarepaket für die Darstellung der geografischen Informationen (als WebGIS) zum Einsatz kommen. Zusätzlich dazu wird die eigentliche Oberfläche der Fachapplikationen in einem Applikationsserver zur Verfügung gestellt, der zur Kommunikation die Protokolle http bzw. https zur sicheren Datenübertragung verwendet. Die Fachapplikationen orientieren sich dabei an den jeweils durch die Nutzer zu bearbeitenden Geschäftsprozessen bzw. am anvisierten Publikum bei den öffentlichen Applikationen.

### **4.4 Berichterstattung**

Das Berichtswesen erfolgt über eine eigene Berichtsfunktion, die auf gespeicherte Objekte in der zentralen Datenhaltung zurückgreifen und diese auswerten kann. Dabei wird sowohl eine getrennte als auch eine kombinierte Auswertung sowohl der gespeicherten Sach- als auch der geografischen Daten realisiert. Die Berichte sind innerhalb des Berichtsdienstes frei gestaltbar und somit auf den zu unterstützenden Prozess hin zu optimieren. Außerdem ist der Zugang zur Berichtsfunktion über die Fach- und damit die Webapplikationen vorgesehen. Als Technologie soll ArcGIS-Server und Crystal Reports oder CADENZA zum Einsatz kommen.

### **4.5 Administration**

Die Administration des Systems erfolgt sowohl über eine Webanwendung innerhalb eines Fachadministrations-Clients als auch über eine entsprechende ArcGIS-Desktopapplikation. Die Fachadministration enthält dabei zusätzlich zur Verwaltung der Fachapplikationen auch ein Modul zur datenbankgestützten Benutzerverwaltung, zur Verwaltung der Versionen und Historienführung sowie der Schnittstellen für Import- und Exportvorgänge.

### **4.6 Schnittstellen**

Das System verfügt über Schnittstellen zu zahlreichen Fachinformationssystemen und Datenquellen. Abbildung 3 zeigt die Schnittstellen und die Fachinformationssysteme/Datenquellen.

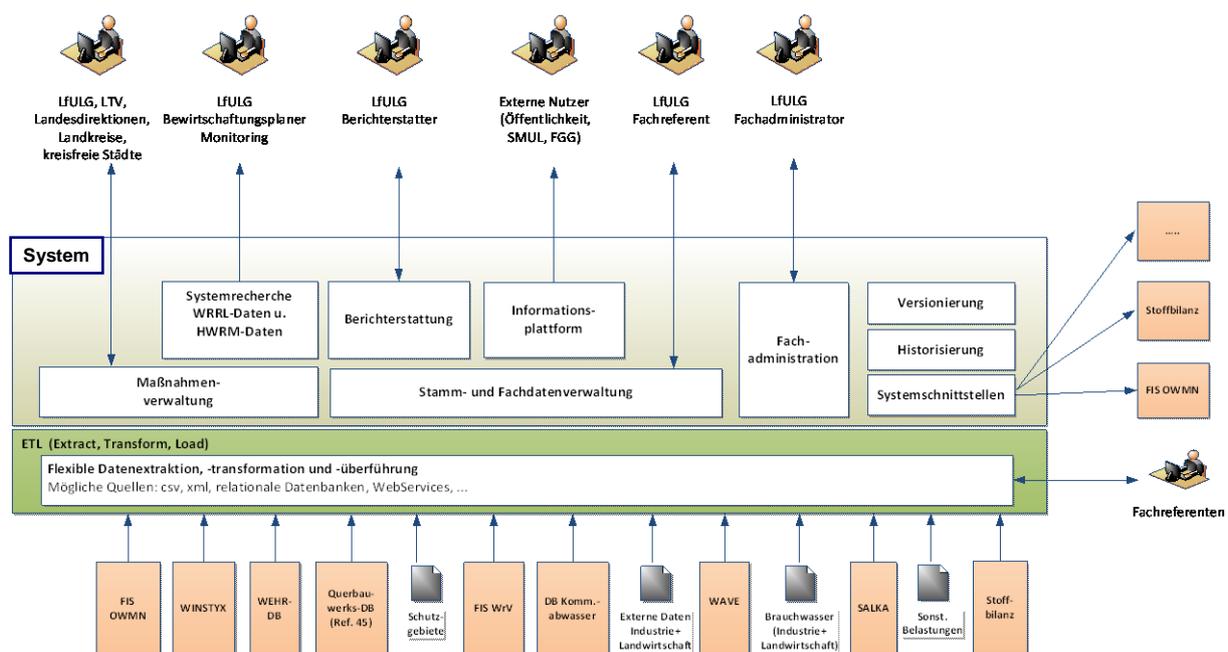


Abbildung 3: Schnittstellen

Der Datenimport und -export erfolgt über einen FME-Prozess. Dabei werden die Daten im originären Format des Ausgangssystems, der Datenquelle oder ggf. in einem aufbereiteten Format (Importformat) angeliefert. Eine Modelltransformation passend zum objektorientierten Datenmodell wird automatisiert durchgeführt. Im nachfolgenden Schritt findet der Import der Daten in die Datenbank statt. Die Exportschnittstellen dienen dazu, Daten aus der zentralen Datenbank in einem definierten Format (Exportformat) anderen Systemen wieder zur Verfügung zu stellen. Daten aus den Fachinformationssystemen/Datenquellen nach Abbildung 3 werden, um keine redundante Datenhaltung aufzubauen, nur dann importiert werden, wenn die Quellsysteme keine Historisierung besitzen, sondern dort die Daten immer wieder überschrieben werden. Für die Bearbeitung der WRRL und HWRM-RL ist es notwendig, historische Datenstände aufzuheben. Werden jedoch Daten importiert so würden historische Daten überschrieben werden.

Primär wird der Zugriff auf bestehende Fachinformationssysteme und Datenbanken über Datenbank-Views und/oder standardisierte Web-Services wie WMS oder WFS sowohl auf die aktuellen Daten als auch historische Stände in den jeweiligen Systemen, falls diese geführt werden, erfolgen. Auf diese Weise entsteht ein vernetztes System mit einer zentralen Komponente für Verwaltung, Zugriff und Analyse aller WRRL und HWRM-RL-relevanten Daten.

## 5 Ausblick

Das DV-Konzept zum geplanten System wurde im Jahr 2010 erstellt. Mit dem Aufbau des Systems soll im Juni 2011 begonnen werden. In einer ersten Realisierungsphase sollen die Datenbanken sowie die Komponenten für die Bearbeitung der WRRL bis Ende 2011 erstellt werden. Die Produktivsetzung (Datenbank und WRRL-Applikationen) ist für Ende 2011 vorgesehen. Von Januar bis Ende Mai 2012 sollen die

erstellten Komponenten um die Funktionalitäten zur Bearbeitung der HWRM-RL ergänzt werden.

## **6 Zusammenfassung**

Das System wird konsequent web-basiert aufgebaut, damit ist ein direkter Zugriff der zahlreichen Akteure in der Umsetzung der WRRL und HWRM-RL außerhalb des Landesamtes möglich.

Kern des Systems ist eine objektrelationale Datenbank. Für die Verwaltung der Geodaten wird auf die Software ArcSDE aus dem Hause ESRI aufgebaut. Damit ist die volle ArcGIS-Funktionalität verfügbar. Die Datenmodellierung erfolgt streng objektorientiert und INSPIRE-konform. Ausgangsbasis für das Datemodell ist ein Ökosystemmodell. Die Daten werden versioniert abgelegt. Neben der Versionierung wird die zeitliche Veränderung der Daten verwaltet und protokolliert. Damit wird der Anforderung der WRRL und HWRM-RL Rechnung getragen Analyse- und Bewertungsergebnisse mit einem konkreten Zeitbezug bereitzustellen sowie zeitliche Veränderungen von Objektzuständen auszuwerten.

Das Berichtswesen erfolgt über eine eigene Berichtsfunktion, die in der zentralen Datenhaltung auf gespeicherte Objekte zugreifen und diese auswerten kann. Dabei wird sowohl eine getrennte als auch eine kombinierte Auswertung der gespeicherten Sachdaten, als auch der geografischen Daten realisiert.

Die Umsetzung der WRRL und HWRM-RL ist eine Querschnittsaufgabe bei der umfangreiche Daten zu verschiedenen Umweltthemen aus unterschiedlichen Datenquellen benötigt werden. Das System verfügt daher über Schnittstellen, um Daten aus anderen Datenquellen zu verarbeiten. Die physische Übernahme und Ausgabe von Daten zur Weiterbearbeitung in anderen Systemen erfolgt mittels Import und Export über einen FME-Prozess.

Auf benötigte Daten in bestehenden Fachinformationssystemen und Datenbanken wird über Datenbank-Views sowie standardisierte Web-Services wie WMS und WFS sowohl auf aktuelle als auch historische Stände in den jeweiligen Systemen, zugegriffen. Auf diese Weise entsteht ein vernetztes System mit einer zentralen Komponente für Verwaltung, Zugriff und Analyse aller für die integrierte Umsetzung der WRRL und HWRM-RL relevanten Daten (Datenzentrale).

## **7 Literaturverzeichnis**

LfULG (2010)

Fachkonzept zum Aufbau eines Systems zur Datensammlung, -aufbereitung und Datenverarbeitung für die integrierte Umsetzung der Europäischen Wasser-rahmenrichtlinie 2000/60/EG (WRRL) und der Europäischen Hochwasserrisiko-managementrichtlinie 2007/60/EG (HWRM-RL)

Rudolf, Heino; Meyer, Andy Hendrik, LfULG (2010)

DV-Konzept zum Aufbau eines Systems zur Datensammlung, -aufbereitung und Datenverarbeitung für die integrierte Umsetzung der Europäischen Wasser-rahmenrichtlinie 2000/60/EG (WRRL) und der Europäischen Hochwasserrisiko-managementrichtlinie 2007/60/EG (HWRM-RL)

# Entwicklung einer Bewertungsdatenbank zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Schleswig-Holstein

Friedhelm Hosenfeld,  
Institut für Digitale Systemanalyse & Landschaftsdiagnose (DigSyLand)  
[hosenfeld@digsyland.de](mailto:hosenfeld@digsyland.de)

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume  
des Landes Schleswig-Holstein (LLUR-SH)

Johanna Lietz

[johanna.lietz@llur.landsh.de](mailto:johanna.lietz@llur.landsh.de)

Michael Trepel

[michael.trepel@llur.landsh.de](mailto:michael.trepel@llur.landsh.de)

## Abstract

An assessment database was developed in order to support implementation of Water Framework Directive (WFD) in Schleswig-Holstein. So-called quality elements (QE) were proposed by WFD to estimate the water body status. Suitable assessment software computes water body status using measurement data concerning quality elements. The main task of the presented assessment database consists in integrating all results of the different assessment tools within one central database so that assessment data are broadly available to be used in further evaluations.

The assessment database application was implemented as an intranet web application, thus taking no special requirements on the client side. Assessment results are managed in a uniform way and combined on the level of each water body to present a status value for the water body, which is reported to the European Union (EU) according to WFD demands.

## Kurzzusammenfassung

Eine *Bewertungsdatenbank* wurde entwickelt, um die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in Schleswig-Holstein zu unterstützen. Sogenannte Qualitätskomponenten (QK) werden durch die WRRL vorgegeben, um den Zustand von Wasserkörpern zu bestimmen. Geeignete Bewertungssoftware-Tools ermitteln den Wasserkörper-Zustand auf der Basis von Messwerten der Qualitätskomponenten. Die Hauptaufgabe der vorgestellten Bewertungsdatenbank besteht in der Integration aller Ergebnisse der verschiedenen Bewertungsverfahren in einer zentralen Datenbank, so dass die Bewertungsdaten allgemein verfügbar sind und für weitergehende Auswertungen genutzt werden können.

Die Bewertungsdatenbank-Anwendung wurde als Intranet-Web-Applikation implementiert, so dass keine speziellen Anforderungen auf der Client-Seite erforderlich sind. Die Bewertungsergebnisse werden in einer einheitlichen Form verwaltet und auf der Ebene der einzelnen Wasserkörper zusammengeführt, so dass ein Zustandswert für jeden Wasserkörper berechnet wird, der den Anforderungen der WRRL gemäß an die Europäische Union (EU) berichtet werden kann.

## **1 Einführung**

### **1.1 Gewässerbewertung zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie**

Die EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) fordert neben der Verbesserung auch die Überwachung der Qualität der Gewässer [Directive 2000/60/EC, 2000]. Zur Feststellung und Beurteilung des Gewässerzustands werden neben physiko-chemischen und hydromorphologischen Messwerten auch biologische Parameter, die sogenannten biologischen Qualitätskomponenten (QK), erhoben.

Bei den biologischen Qualitätskomponenten handelt es sich um Organismengruppen, die Aufschluss über den Zustand der Gewässer geben sollen. Aufgrund unterschiedlicher Bedingungen in den Gewässerkategorien (Fließgewässer, Seen, Übergangsgewässer, Küstengewässer) kommen verschiedene Erhebungsmethoden und Bewertungsverfahren zum Einsatz.

Für die Berichterstattung an die Europäische Union (EU) werden einheitliche Standards in Form von Berichtsschablonen vorgegeben. Auch für eigene landesinterne Auswertungen ist es wünschenswert, eine einheitliche Basis zur Zustandsbewertung der Gewässer zur Verfügung zu haben.

### **1.2 Aufgaben der WRRL-Bewertungsdatenbank Schleswig-Holstein**

Zur zentralen Aufnahme, Verwaltung und Verfügbarmachung der Bewertungsergebnisse wurde die Fachanwendung „*Bewertungsdatenbank Schleswig-Holstein*“ konzipiert.

Das aus einer Datenbank und einer Intranet-Web-Anwendung bestehende System sollte unter anderem folgende Aufgaben erfüllen:

- Import der Bewertungsergebnisse aus verschiedenen Bewertungsverfahren
- Vereinheitlichung von Basis-Bewertungsparametern und zusätzliche Verwaltung von verfahrensspezifischen Ergebnissen
- Historisierung von Bewertungsergebnissen
- Bereitstellung von Funktionen zur manuellen Korrektur aufgrund gutachterlicher Einschätzungen
- Auswertungs- und Exportfunktionen

## 2 Entwicklung der Bewertungsdatenbank

2008 wurde das Unternehmen DigSyLand vom Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) mit der Konzeption und Umsetzung der Bewertungsdatenbank beauftragt.

### 2.1 Voraussetzungen und Rahmenbedingungen

Zur Verwaltung der Maßnahmen, die in Schleswig-Holstein im Rahmen der WRRL an Gewässern geplant sind, war bereits die Web-Anwendung „WRRL-Maßnahmen-datenbank“ (1. Ausbaustufe: MDB I) entwickelt worden, die sowohl innerhalb des LLUR als auch bei den übrigen Fachanwender/innen große Akzeptanz erfuhr [Hosenfeld et al., 2009]. Daher wurde angestrebt, die Bedienung und Funktionsweise der Bewertungsdatenbank an der MDB I zu orientieren und, falls möglich, auch Module nachzunutzen.

Zudem war für den Gewässerbereich durch die Firma Brockmann Consult die sogenannte Bio-Datenbank entwickelt worden, die außer den biologischen und chemischen Roh-Messdaten auch räumliche und fachliche Bezüge in einheitlicher Weise organisiert und damit als Basis für das Datenmodell der Bewertungsdatenbank dient (siehe Abb. 1).

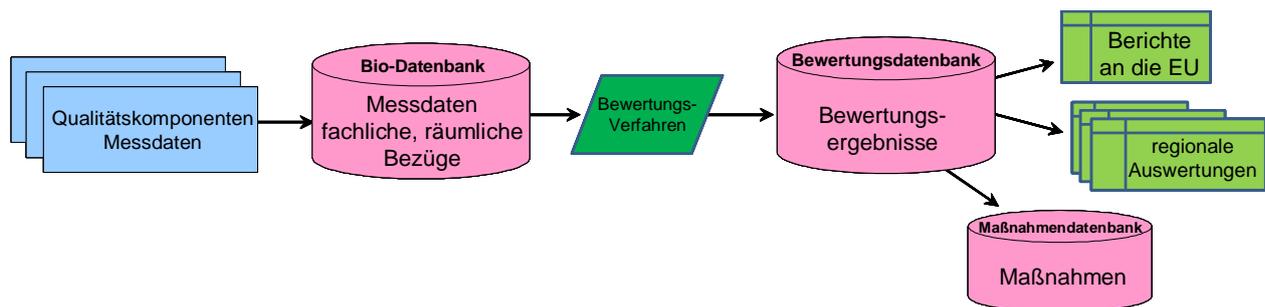


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Datenflusses zwischen den Informationssystem-Komponenten zur Unterstützung der WRRL-Berichterstattung

### 2.2 Bewertungsverfahren

Die für die einzelnen Qualitätskomponenten eingesetzten Bewertungsverfahren werden im Allgemeinen bundeseinheitlich entwickelt und abgestimmt, liegen aber in heterogener Form als Software vor. Häufig werden Anwendungen auf der Basis von Microsoft Access oder Microsoft Excel eingesetzt, die in Schleswig-Holstein ihre Eingaben als Importe aus der zentralen *Bio-Datenbank* beziehen. Deren Ergebnisse sollen über die *Bewertungsdatenbank* wieder zentral bereitgestellt werden.

### 2.3 Software-Umgebung

Als Datenbank kommt das relationale Datenbankmanagementsystem (RDBMS) von Oracle (Oracle 10g) zum Einsatz. Als Entwicklungssprache wurde die Skript-Sprache PHP<sup>17</sup> verwendet, die sich bereits in ähnlichen Projekten bei der Entwicklung

<sup>17</sup> PHP: <http://www.php.net/>

leistungsfähiger Web-Anwendungen als geeignet erwiesen hat [Hosenfeld et al., 2009].

## 2.4 Datenmodellierung

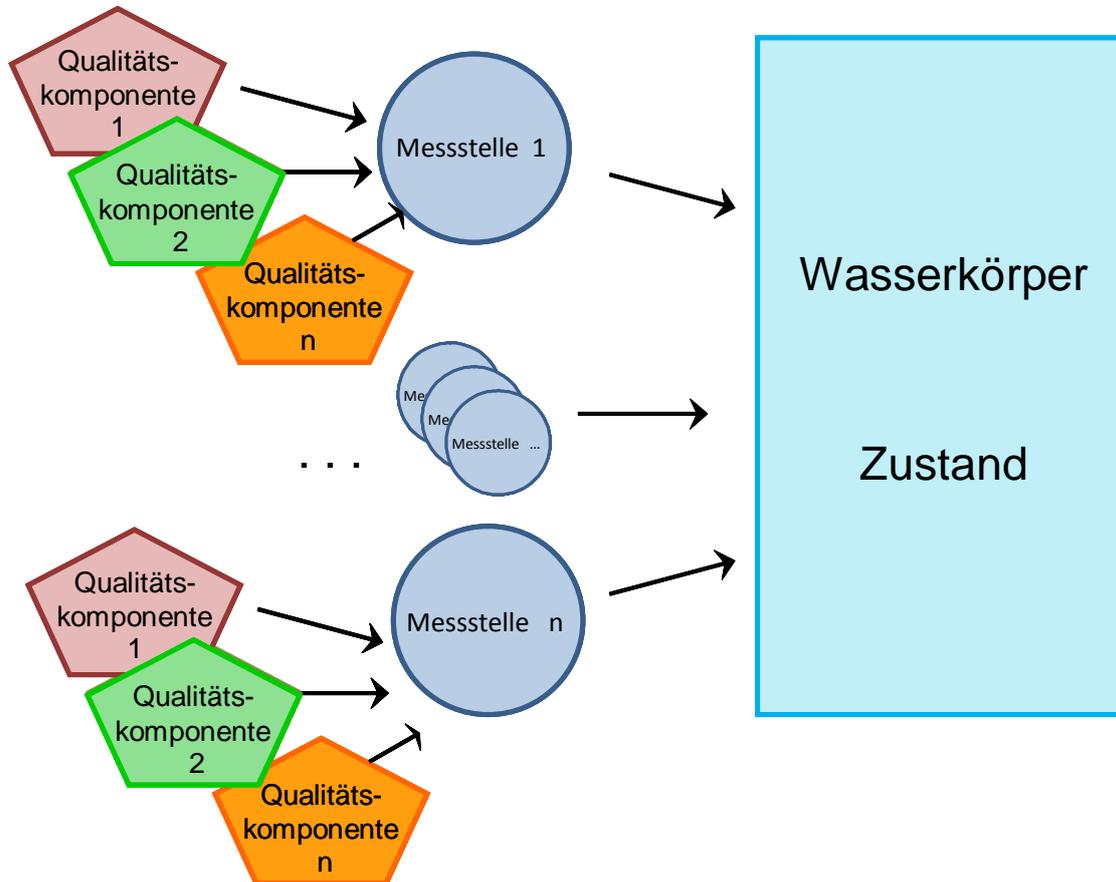


Abbildung 2: Qualitätskomponenten zur Bewertung des Zustandes für Wasserkörper

Als räumlicher Bezug ist der Wasserkörper (WK) durch die WRRL festgelegt. Messdaten und auch Bewertungen beziehen sich auf *Messstellen*, die wiederum jeweils einem Wasserkörper zugeordnet sind. Für die EU-Berichterstattung muss ein Zustandswert (1-5 = „high“ – „bad“) pro Wasserkörper und Jahr ermittelt werden. Dieser Zustandswert setzt sich aus Einzelwerten zusammen, so dass innerhalb des Datenmodells Bewertungsdaten pro Messstelle und Qualitätskomponente abgebildet werden müssen (s. Abb. 2).

Die für die WRRL in der WFD<sup>18</sup>-Codelist verbindlich festgelegten Kodierungen sind in der Datenbank hinterlegt und mit den Daten verknüpft, so dass für die WRRL-Berichtspflichten konforme Auswertungen problemlos erzeugt werden können.

Um einerseits den einheitlichen Berichterstattungs- und Auswertungsanforderungen und andererseits den verschiedenen Bewertungsverfahren Rechnung tragen zu können, werden die Bewertungsergebnisse auf zwei Ebenen verwaltet:

<sup>18</sup> WFD: Water Framework Directive = Wasserrahmenrichtlinie

## 2.4.1 Standardisierte Basis-Bewertungsdaten

Basisdaten, die für jede Qualitätskomponente in einheitlicher Form vorliegen müssen, wie der Bewertungsindex (Zustandswert), Zeit- und Ortsbezug sowie Datenqualitätsmerkmale, werden in einheitlich strukturierter Form vorgehalten. Dazu gehören auch Meta-Informationen wie Quellen- und Herkunftsangaben und gutachterliche Einschätzungen.

## 2.4.2 Verfahrensspezifische Bewertungsparameter

Ergänzend dazu können für jedes Bewertungsverfahren beliebig viele Parameter definiert werden, die spezifische Informationen zu jeder Bewertung enthalten.

## 2.5 Historisierung

Bei jeder Änderung eines Bewertungsdatensatzes wird der bisher vorliegende Datensatz in der Datenbank historisiert. In der Web-Anwendung kann die Historie eines Datensatzes auf die gleiche Weise wie der aktuelle Datenbestand abgerufen werden, so dass Änderungen jederzeit nachvollziehbar sind.

## 2.6 Zugriffsrechte

Die Anwendung verfügt über ein eigenes Benutzer- und Rechte-Management, das Lese- und Schreibzugriffe auf die Bewertungsdatenbank steuert. Innerhalb des Administrationsbereichs der Anwendung übernimmt die zuständige Fachabteilung des LLUR die Einrichtung von Benutzerkonten und die Vergabe der Zugriffsrechte in Eigenregie.

The screenshot shows the web interface of the 'Bewertungsdatenbank' (Assessment Data Bank). At the top, there is a header with the text 'Landwirtschaft und Umwelt Schleswig-Holstein' on the left and the 'Landesregierung Schleswig-Holstein' logo on the right. Below the header is a navigation menu on the left side with the following items: 'Anmelden', 'Auswahl-Seite' (highlighted), 'XLS-Datei-Import', 'Fische-Import', 'Fluvibase-Import', 'Bewertung Chemie', 'Messstellen', 'Wasserkörper', 'Auswertung', 'Konfiguration', 'Dokumentation', 'Benutzerdaten / Kennwort', 'Administration', 'zur Bio-Datenbank', and 'Abmelden'. The main content area is titled 'Bewertungsdatenbank' and 'Funktionsauswahl'. It lists the following functions available for use:

- Import (Hochladen) von Bewertungsdaten, Excel-Format
  - [PhytoSee](#) (Phytoplankton)
  - [PhytoFluss](#) (Phytoplankton)
  - [Fische \(XL-Datei\)](#) (Fische)
  - [PHYLIB FG](#) (Makrophyten/Phytobenthos)
  - [PHYLIB SE](#) (Makrophyten/Phytobenthos)
  - [BEIMA-TI Marschen](#) (Makrophyten/Phytobenthos)
  - [Gutachterliche Bewertungen in Ergänzung zu PHYLIB FG](#) (Makrophyten/Phytobenthos)
- Import weiterer Formate:
  - [Fische](#)
  - [Fluvibase](#) (Makrozoobenthos FG)
- Chemische Qualitätskomponenten
  - [Bewertung Chemie](#)
- Wasserkörper-Auswahl
  - [alle Fließgewässer](#) oder [nur mit Bewertung](#)
  - [alle Seen](#) oder [nur mit Bewertung](#)

Abbildung 3: Ausschnitt aus der Start-Seite der Bewertungsdatenbank

## **3 Programmmodule und Ablauf**

### **3.1 Import von Bewertungsdaten**

Im Allgemeinen liegen die Bewertungsergebnisse in Form von Import-Dateien vor, die mit der jeweiligen Bewertungssoftware erzeugt wurden. Die Spezifikation der Import-Formate ist in der Bewertungsdatenbank abgebildet, so dass nicht für jedes Verfahren eine eigene Importroutine entwickelt werden muss, sondern Klassen von Bewertungsverfahren einheitlich behandelt werden können. Änderungen der Import-Spezifikationen können häufig durch entsprechende Aktualisierungen in der Datenbank berücksichtigt werden, ohne den Programmcode zu ändern.

#### **3.1.1 Ablauf**

Nach Auswahl einer Gewässerkategorie (Fließgewässer, See) und einer Qualitätskomponente kann die Importdatei mit den Bewertungsergebnissen ausgewählt werden. In der anschließenden Analyse der Datei bietet die Web-Anwendung die Möglichkeit, einzelne Datensätze zum Import an- bzw. abzuwählen und zusätzliche Meta-Daten zum Import anzugeben, die nicht automatisch ausgelesen werden können.

Anhand der Schlüsselwerte wird festgestellt, ob ein passender Datensatz bereits vorliegt. Liegt dieser vor, wird dessen Bewertungsindex angezeigt.

Bei dem anschließenden Import werden auf Wunsch vorhandene Datensätze mit gleichen Schlüsselwerten historisiert.

Neben den in der Regel Excel-basierten Import-Dateien wird auch die Übernahme von Bewertungsergebnissen aus der Oracle-Datenbank unterstützt.

### **3.2 Chemische Bewertung**

Einen Sonderfall bildet die Bewertung der chemischen Qualitätskomponenten, die im Wesentlichen auf dem Vergleich der vorhandenen Messdaten mit Grenzwerten und Umweltqualitätsnormen beruht. Da alle zugrundeliegenden Informationen bereits in der zentralen Bio-Datenbank vorliegen, kann die chemische Bewertung direkt in der Bewertungsdatenbank durchgeführt werden. Für die ausgewählten Zeiträume und Qualitätskomponenten werden die Bewertungsergebnisse ermittelt und angezeigt, so dass interaktiv ausgewählt werden kann, welche der Ergebnisse in die Bewertungsdatenbank übertragen werden sollen.

### 3.3 Bearbeitung von Bewertungsergebnissen

Während die meisten Bewertungsparameter nicht manuell bearbeitet werden können, da das nachvollziehbare Zustandekommen der Ergebnisse mit einheitlich festgelegten Bewertungsverfahren ein wichtiges Ziel ist, kann der Bewertungsindex aufgrund gutachterlicher Einschätzung nachträglich korrigiert werden. Dies erfordert jedoch die Angabe einer Begründung. Zudem wird ein manuell geänderter Datensatz speziell gekennzeichnet, so dass die Herkunft der Bewertung nachvollziehbar bleibt.

## 4 Auswertungen

**Bewertungsdatenbank**

Ökologische Qualitätskomponenten

Wasserkörper: bi\_06\_a (Bille im Sachsenwald)

Fließgewässer  
 Typ: 17 (Typen des Norddeutschen Tieflandes - Kiesgeprägte Tieflandflüsse)  
 Einstufung: natürlich (1)

Messstellen	Makrozoobenthos <a href="#">Repr. Messst.</a> aktiv <input type="button" value="Deaktivieren"/>	Fische aktiv <input type="button" value="Deaktivieren"/>	Makrophyten/Phytobenthos <a href="#">Repr. Messst.</a> aktiv <input type="button" value="Deaktivieren"/>	Phytoplankton <a href="#">Repr. Messst.</a> aktiv <input type="button" value="Deaktivieren"/>	Ökologische Bew. gesamt
<b>WK-Bewertung:</b>	<b>2</b>	<b>U</b>	<b>2</b>	<b>U</b>	<b>2</b>
<a href="#">120002</a> Bille am Pegel Sachsenwaldau			2 (2001)		
<a href="#">120264</a> Bille an der Doktorbrücke bei Witzhave	2 (2008) <input type="button" value="R"/> 1 (2004) <input type="button" value="R"/>		2 (2008) <input type="button" value="R"/>		
<a href="#">120265</a> Bille bei Bismarkquelle	2 (2005) 2 (2004)				
<a href="#">120757</a> Bille, westl. Rotenbek			3 (2006)		
<a href="#">120814</a> Bille, östl. Gut Silk	(4) (2007) *		3 (2007)		
<a href="#">120815</a> Bille, nördl. Sachsenwaldau	2 (2007)		2 (2007) <input type="button" value="R"/>		
RWSEG Delivery: 28.05.2009	1	2	3	U	5

**Erläuterungen**

- 1: High (only for status, not for potential)
- 2: Good
- 3: Moderate
- 4: Poor
- 5: Bad
- U: unclassified
- : repräsentative Messstelle
- (Wert in Klammern): Wert wurde (noch) nicht zur Verwendung freigegeben.
- \*: Wert wurde geändert bzw. nachträglich für Verwendung freigegeben.

[Chemische Qualitätskomponenten anzeigen](#)

Abbildung 4: Beispiel für die ökologische Bewertung eines Wasserkörpers

### 4.1 Wasserkörper-Bewertung

In der zentralen Auswertung der Anwendung werden für einen einzelnen Wasserkörper die Bewertungen aller Messstellen und Qualitätskomponenten in einer Matrix dargestellt. Dabei wird die Gesamtbewertung jeder Qualitätskomponente und auch für den gesamten Wasserkörper ermittelt. Optional können einzelne Messstellen als repräsentativ für den Wasserkörper gekennzeichnet werden oder unterschiedlich gewichtet werden. Außerdem können die verantwortlichen Fachleute einzelne Qualitätskomponenten deaktivieren, so dass diese nicht in die Bewertung des

Wasserkörpers einfließen, wenn die Experteneinschätzung dies nahe legt (s. Abb. 4). Zum Vergleich wird zudem der zuletzt an die EU gemeldete Zustand ausgegeben. Aktuell wurde die Anwendung um die Zusammenfassung von Teilkomponenten-Ergebnissen zur Bewertung einer Qualitätskomponente erweitert.

**Bewertungsdatenbank**  
**Auswahl von Angaben zum Export**  
 Phytoplankton (QE\_1\_1)

Tabellarische Ausgabe  
 CSV-Export

Bitte wählen Sie die Attribute aus, die ausgegeben werden sollen.  
 Diese müssen angekreuzt werden.  
 Hinter jedem Attribut können Sie einen Wert als Auswahlkriterium eingeben.

Wasserkörper/Messstellen		Bewertungsstammdaten		Metadaten		Parameter	
WK_NR (WK_NR)	<input checked="" type="checkbox"/>	MS_NR (Messstelle)	<input type="checkbox"/>	BEW_GUTACHTEN (Bewertung der QK – Fachgutachterlich)	<input checked="" type="checkbox"/>	PSI_M_DIPROF (PSI_M_DiProf enthält das Bewertungsergebnis der QK-Phytoplankton inklusive dem Metrix DI-PROF)	<input checked="" type="checkbox"/>
WK_NAME (Wasserkörper-Name)	<input checked="" type="checkbox"/>	QK_ID (QK-ID)	<input type="checkbox"/>	BEW_GUTACHTEN_BEM (Bemerkungsfeld für fachgutachterliche Einschätzung)	<input type="checkbox"/>	SEE_TYP_NR (TEXTFIELD: See-Typ-Nr. Seetyp nach dem Phytoplanktonverfahren)	<input checked="" type="checkbox"/>
GEW_KAT (Gew.-Kategorie)	<input checked="" type="checkbox"/>	MESS_JAHR (Mess-Jahr)	<input type="checkbox"/>	BEW_WAHRSCHEINLICHKEIT (Schätzung der Zuverlässigkeit (gesichert/ungesichert))	<input checked="" type="checkbox"/>	GEWASSERNAME (Gewässername (kann von Meldung der Bundesländer abweichen, da keine Doppel erlaubt sind))	<input checked="" type="checkbox"/>
GEW_TYP_NR (Gew.-Typ)	<input checked="" type="checkbox"/>	BEW_INDEX (Bew.-Index)	<input type="checkbox"/>	BEM (Generelle Bemerkungen, Kommentare bei Änderungen)	<input checked="" type="checkbox"/>	GESAMTBEWERTUNG_VERBAL_STUFIG (Gesamtbewertung verbal in den 5 Stufen nach EG-WRRL von sehr gut (Indexwert 0,5-1,5), gut (1,51-2,5), mäßig (2,51-3,5), unbedeutend (3,51-4,5) bis schlecht (4-5))	<input checked="" type="checkbox"/>
EINSTUFUNG (Einstufung)	<input type="checkbox"/>	FLAG (Flag)	<input type="checkbox"/>	BEW_QUELLE (Quelle der Bewertung)	<input checked="" type="checkbox"/>	BUNDESLAND (Bundesland)	<input checked="" type="checkbox"/>
ZIELSTATUS (Zielstatus)	<input type="checkbox"/>	VERWENDEN (Verwenden?)	<input type="checkbox"/>	HISTORIE_INFO (Grund für Neuberechnung, ...)	<input checked="" type="checkbox"/>	GEWASSERART (Gewässerart: Hier auch Sondertypen ausgewiesen)	<input checked="" type="checkbox"/>
MS_NR (MS_NR)	<input type="checkbox"/>			TOOL_VERSION (Tool-Versions-Nummer)	<input checked="" type="checkbox"/>	LAWA_SEE_TYP (Original-LAWA-Seetyp)	<input checked="" type="checkbox"/>
MS_NR_ALT (MS_NR_ALT)	<input type="checkbox"/>			TOOL_DATUM (Tool-Versions-Datum)	<input checked="" type="checkbox"/>	SCHICHTUNGSVERHALTEN (Schichtungsmethode: Thermischer Schichtungstyp des Seetyps)	<input checked="" type="checkbox"/>
M_NAME1 (M_NAME1)	<input type="checkbox"/>			TOOL_ID (Tool-ID)	<input checked="" type="checkbox"/>	GESGEWNR_INTERN (GesGewNr-Intern: Programm-Internes Schlüssel und Pflichtfeld zur Bezeichnung des gesamten Gewässers bezogen auf einen Wasserkörper einschließlich mehrerer Messpunkte)	<input checked="" type="checkbox"/>
M_NAME2 (M_NAME2)	<input type="checkbox"/>			BEW_DATUM (Datum der Berechnung/Bewertung)	<input type="checkbox"/>	LAWA_INDEX (LAWA-Index: Trophiebewertung nach LAWA 1999)	<input type="checkbox"/>
KREIS (KREIS)	<input checked="" type="checkbox"/>			BEW_INDEX_ORG (ursprünglicher Original-Bewertungswert)	<input type="checkbox"/>	LAWA_INDEX_BELAST (LAWA_Index_belast: Grunddaten für Trophiebewertung nach LAWA 1999 vollständig ja / nein)	<input type="checkbox"/>
GEMEINDE (GEMEINDE)	<input type="checkbox"/>			BEW_VERBAL_ORG (verbale Bewertung)	<input type="checkbox"/>	BEWERTUNG_VERBAL (Verbale Begriffe der Gesamtbewertung in 5 Stufen gemäß der EU-WRRL)	<input type="checkbox"/>
TOPKARTE (TOPKARTE)	<input type="checkbox"/>			DATUM_AEND (Datum der letzten Änderung)	<input type="checkbox"/>	KEINE_BERECHNUNG_GRUENDE (Gründe, wenn keine Berechnung des Gesamtwertes ausgegeben werden)	<input type="checkbox"/>
						BESONDERHEITEN	<input type="checkbox"/>

Abbildung 5: Zusammenstellung von Kriterien für den flexiblen Export (Ausschnitt)

## 4.2 Weitere Auswertungen

Verschiedene Listen von Wasserkörpern mit den Bewertungsergebnissen und weiteren in der Datenbank vorliegenden Informationen werden zur Ansicht und zum Export angeboten. Zudem steht der sogenannte „flexible Export“ zur Verfügung, in dem alle verfahrensspezifischen Parameter abgerufen und nach frei definierbaren Kriterien recherchiert, angezeigt und exportiert werden können (s. Abb. 5).

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Die Bewertungsdatenbank bietet die erforderlichen Strukturen und Funktionen, die vormals dezentral vorliegenden Bewertungsergebnisse einheitlich zentral zu verwalten und allen zuständigen Fachleuten verfügbar zu machen, so dass die angestrebten Ziele mit der entwickelten Anwendung erreicht wurden. Die bisher vorliegenden Bewertungsergebnisse ermöglichen bereits die gewünschten Auswertungen.

Auch nach der Inbetriebnahme wurde die Anwendung gemäß den aktuellen Anforderungen weiterentwickelt. Es zeigte sich dabei, dass weitere komplexe Anforderungen, wie etwa die Verwaltung von Teil-Qualitätskomponenten in der ersten Ausbaustufe, nicht ohne Weiteres zu erfüllen waren, so dass derzeit Weiterentwicklungen durchgeführt werden, um den aktuellen Erfordernissen gerecht zu werden.

Der Aufbau der Bewertungsdatenbank erfolgte in enger Zusammenarbeit mit den Fachleuten des Fließgewässer- und des Seen-Dezernats des LLUR. Außerdem gebührt dem IT-Dezernat des LLUR, namentlich den Spezialisten Dirk Görtzen und Stefan Schneberger Dank für die technische Unterstützung bei Einrichtung und Aktualisierungen von Datenbank und Web-Anwendung.

Inzwischen wurde auch die Bio-Datenbank um eine Web-Anwendung ergänzt, die einige Module der Bewertungsdatenbank nutzt - unter anderem die Benutzerverwaltung und den Administrationsbereich - so dass neben den Synergieeffekten auch ein Single-Sign-On für beide Anwendungen ermöglicht werden konnte.

Um insbesondere Auswertungen noch flexibler und komfortabler anbieten zu können und auch räumliche Visualisierungen zu realisieren, ist eine Integration in die bereits für die Bio-Datenbank umgesetzte disy Cadenza- und GIS-Term-Installation zukünftig vorgesehen.

## **6 Literatur**

[Directive 2000/60/EC, 2000]

Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy (EU Water Framework Directive), in: Official Journal of the European Communities, pp. 327/1-327/72.

[DWA, 2008]

Der Prozess der Bewirtschaftungsplanung gemäß Europäischer Wasserrahmenrichtlinie – Handlungsempfehlungen aus Sicht der DWA. Korrespondenz Wasserwirtschaft 1(4): pp. 212-214

[Hosenfeld et al., 2009]

Hosenfeld, F.; Behrens, D.; Lempert, M.; Rinker, A.; Trepel, M. & Steingräber, A. (2009): Entwicklung einer Maßnahmendatenbank für die Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. In: Umweltbundsamt: Umweltinformationssysteme Suchmaschinen und Wissensmanagement – Methoden und Instrumente.

UBA Texte 01/09, pp. 107 – 117.



# Der Solarservice Bremen – ein Web-GIS-basierter Informationsservice für Solarenergie in der Stadt Bremen

Konstanze Steinhausen

Hochschule Bremen

[ksteinhausen@stud.hs-bremen.de](mailto:ksteinhausen@stud.hs-bremen.de)

Heide-Rose Vatterrott

[Heide-Rose.Vatterrott@hs-bremen.de](mailto:Heide-Rose.Vatterrott@hs-bremen.de)

## Abstract

Germany uses the biggest share of solar energy worldwide and could record the strongest increase in photovoltaic plants in the last few years [EPIA, 2010]. But the benefits, that are possible to gain with solar energy in this country, are still not reached by far yet. Over the half of the power requirement of the Federal Republic could be gained on the basis of a consistent use of existing roof areas [BSW, 2011]. Although on average there is less intensity of solar radiation in the north than in southern regions, the annual incident solar radiation in Bremen can go up to 950 kWh/m<sup>2</sup>. This increases the importance to use solar energy even in private households. A GIS-based information service for solar power for the city of Bremen is therefore developed by the University of Applied Sciences Bremen in cooperation with the BUND LV Bremen and the GeoInformation Bremen. The Solarservice Bremen is planned in addition to a number of information services<sup>19</sup> of Bremen, which inform about solar energy, and shall increase or at least arouse the interest in solar energy for the promotion of the use of renewable energies.

## Einleitung

Deutschland nutzt weltweit den größten Anteil an solarer Energie und konnte in den letzten Jahren mit Abstand die stärkste Zunahme an Photovoltaikanlagen verzeichnen [EPIA, 2010]. Doch die Grenzen des Nutzens, der durch das Schöpfen der Sonnenenergie mit derzeit verfügbarer Technik in Deutschland gewonnen werden könnte, sind bei weitem noch nicht erreicht. Allein durch konsequente Nutzung der zur Verfügung stehenden Dachflächen könnte über die Hälfte des benötigten Strombedarfs der Bundesrepublik gedeckt werden [BSW, 2011]. Obwohl im Norden Deutschlands durchschnittlich weniger einstrahlende Sonnenintensität zu verzeichnen ist, als in südlicheren Regionen, beträgt die jährliche mittlere

---

19 A.o. Solarliga Bremen (<http://solarliga-bremen.de/>), Solarinitiative Bremen (<http://194.94.26.120/index.php>), Solardachbörse NordWest (<http://www.solardachboerse-nordwest.de/>) and BUISY – Solarenergienutzung (<http://www.umwelt.bremen.de/de/detail.php?gsid=bremen179.c.3665.de>)

Sonneneinstrahlung in Bremen noch bis zu 950 kWh/m<sup>2</sup>, was eine verstärkte Nutzung der Solarenergie auch für Privathaushalte sinnvoll erscheinen lässt. An der Hochschule Bremen wird daher in Kooperation mit dem BUND LV Bremen und der GeoInformation Bremen ein GIS-basierter Informationsservice für Solarenergie in der Stadt Bremen entwickelt. Der Solarservice ist als Ergänzung zu einer Reihe von Informationsangeboten<sup>20</sup> der Stadt Bremen zum Thema Solarnutzung konzipiert und soll insbesondere das Interesse an Solarenergie zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien wecken bzw. steigern.

## 1 Komponenten des Services

Der Service erlaubt es interessierten Nutzern, sich online über vorhandene Solarnutzungen im Stadtgebiet zu informieren, sowie eine Übersicht über das Solarpotential von Gebäuden in der Region zu erhalten. Er besteht aus den drei Komponenten:

- Visualisierung vorhandener Anlagen in einer Solaranlagenbestandskarte
- Anzeige der Eignung von Flächen für die Solarnutzung
- Solarberatung auf Basis individueller Eingaben des Nutzers

Der Solarservice richtet sich an Bremer Bürger, die sich einen Überblick über den Stand der Solarnutzung in der Stadt Bremen verschaffen und die Möglichkeiten des sinnvollen Einsatzes von Solaranlagen in ihrem Wohnumfeld erkunden möchten.

### 1.1 Solarbestand

In der Solaranlagenbestandskarte werden die in Bremen vorhandenen und bei der Solarliga Bremen für die Veröffentlichung registrierten Solaranlagen visualisiert, wobei der Visualisierung sowohl die Art der Nutzung (Photovoltaik- oder solarthermische Anlage) als auch die erzielte Ausbeute zu entnehmen ist. Es besteht zudem die Möglichkeit zu einzelnen Objekten Informationen wie Leistung, Modulfläche oder Hersteller in Popups in der Karte anzuzeigen.

Die Registrierung der Anlagen erfolgt auf freiwilliger Basis über das Portal der Solarliga Bremen. Im Rahmen der Registrierung erteilen die Eigentümer die Genehmigung zur Veröffentlichung der Informationen. Die bis 2010 erfassten Daten wurden von der Solarliga für die Entwicklung des Solarservices zunächst einmalig zur Verfügung gestellt. Konzeption und Realisierung eines automatisierten regelmäßigen Datenaustausches ist eine Aufgabe im Rahmen der Weiterentwicklung des Solarservices.

---

<sup>20</sup> U.a. Solarliga Bremen (<http://solarliga-bremen.de/>), Solarinitiative Bremen (<http://194.94.26.120/index.php>), Solardachbörse NordWest (<http://www.solardachboerse-nordwest.de/>) und BUISY – Solarenergienutzung (<http://www.umwelt.bremen.de/de/detail.php?gsid=bremen179.c.3665.de>)

Solarservice
BREMEN

[Datenschutz](#) | [Datengrundlage](#) | [Kontakt](#) | [Impressum](#)

Home

Bestand der Solaranlagen in Bremen

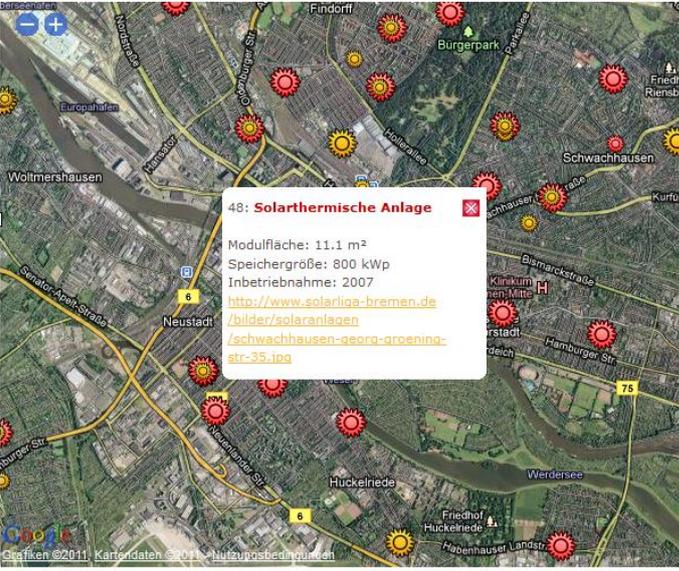
Potentialkarte Bremen

Interaktive Solarberatung für Bremen

Stand: 16.5.2011

### Bestand der Solaranlagen in Bremen

Hier können Sie bereits installierte Anlagen in Bremen sehen. Die Anlagen wurden freiwillig auf der Seite der Solarliga registriert. Wenn Sie möchten, dass Ihre Anlage hier auch erscheint, dann besuchen Sie bitte die [Solarliga](#).



**Anzeige von:**

Photovoltaikanlagen

Solarthermische Anlagen

**Bedienung:**

Die Karte kann mit gedrückter linker Maustaste verschoben werden. Der Zoom wird über die Buttons in der Karte oder dem Mausrad betätigt. Wenn sie in einen bestimmten Bereich reinzoomen möchten, können Sie ebenfalls mit gedrückter Shift-Taste () über die linke Maustaste das gewünschte Rechteck aufspannen.

Abbildung 1: Bestand der Solaranlagen in Bremen

## 1.2 Solarpotential

In der Solarpotentialkarte werden die Potentiale der einzelnen Dachflächen dargestellt. Der Nutzer kann zwischen den Ansichten mit Angaben zur Sonneneinstrahlung sowie zu den Potentialen der Nutzung von Photovoltaik oder Solarthermie wechseln. Dabei wird ihm durch unterschiedliche Einfärbungen in mehreren Abstufungen angezeigt, welche Flächen für die jeweilige Technologie nutzbar und welche nicht geeignet sind. Genau wie bei der Solaranlagenbestandsansicht können Popups zu den einzelnen Objekten angezeigt werden, mit deren Hilfe der Nutzer weitere Informationen zu der Dachfläche erhält.

Die Berechnung des Solarpotentials erfolgt derzeit auf Basis folgender Informationen:

- Informationen über Größe, Dachneigungen und Ausrichtung der Dächer, errechnet aus dem 3D-Stadtmodell<sup>21</sup>, das von der GeoInformation Bremen zur Verfügung gestellt wurde
- Algorithmen zur Abschätzung des Solarpotentials, die auf Basis der Messwerte des Projektes „Modell-Solarhaus“ [Mevenkamp, 2010] an der Hochschule Bremen für den Standort Bremen erstellt wurden

<sup>21</sup> Siehe GeoInformation Bremen - Das virtuelle 3D-Stadtmodell der Freien Hansestadt Bremen (<http://www.geo.bremen.de/sixcms/detail.php?gsid=bremen04.c.1954.de>)

Der modulare Aufbau des Services ermöglicht es, diese Algorithmen gegebenenfalls auszutauschen sowie zusätzliche Informationen und Algorithmen, z.B. zur Verschattungsberechnung, zu integrieren.

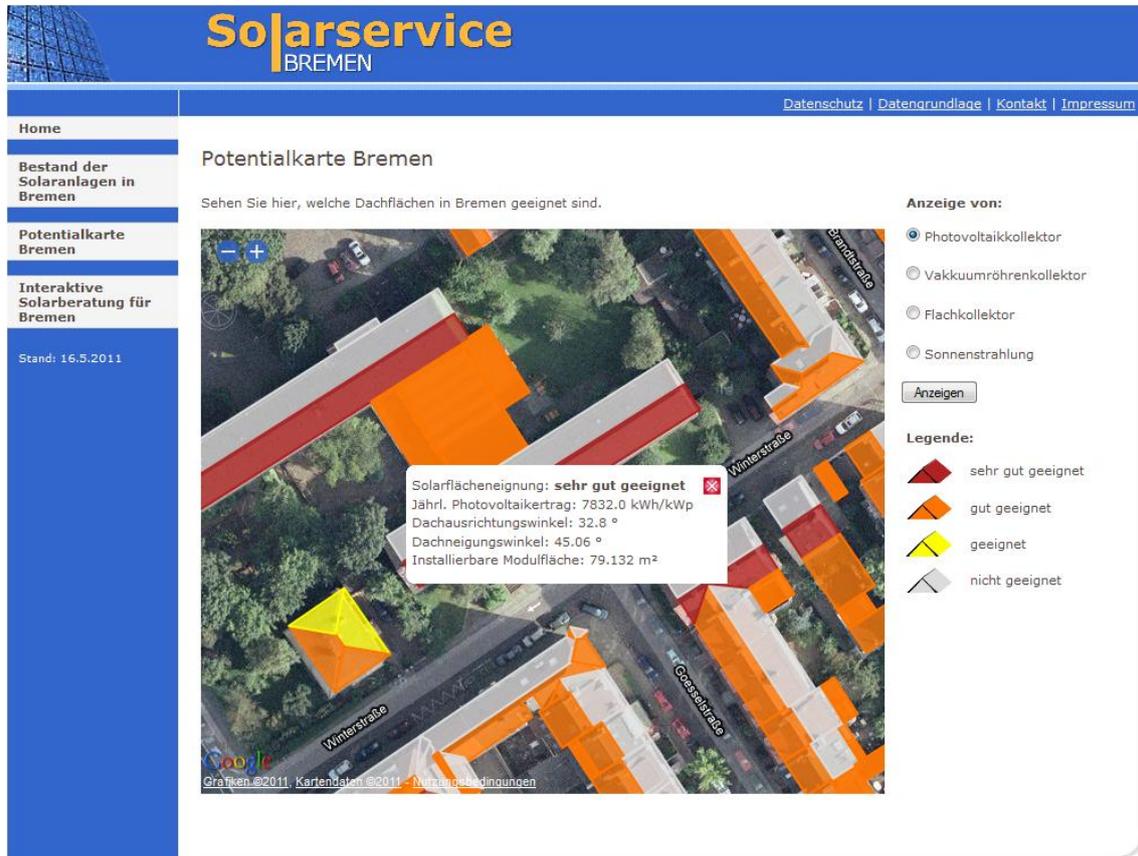


Abbildung 2: Potentialkarte Bremen

### 1.3 Interaktive Solarberatung

Darüber hinaus bietet der Solarservice in der Solarberatung eine interaktive Potentialberechnung für einzelne Gebäude der Stadt Bremen an. Der Nutzer kann, durch das System weitgehend unterstützt, die für die Potentialberechnung benötigten Informationen zu einem Gebäude interaktiv erfassen. So ist es möglich, Angaben zur Größe und Ausrichtung von Dächern numerisch einzugeben oder nach Identifizierung der Fläche in der Karte errechnen zu lassen. Anschließend wird die Eignung der Fläche unter Nutzung der Algorithmen, die ebenfalls für die Erstellung der Solarpotentialkarte verwendet werden, berechnet und dem Nutzer angezeigt.

Datenschutz | Datengrundlage | Kontakt | Impressum

# Solarservice BREMEN

[Home](#)  
[Bestand der Solaranlagen in Bremen](#)  
[Potentialkarte Bremen](#)  
[Interaktive Solarberatung für Bremen](#)  


---

 Stand: 16.5.2011

## Interaktive Solarberatung für Bremen

Berechnen Sie hier selbstständig das Potential Ihres Daches und erfahren Sie, welche Erträge Sie im Jahr durch die Nutzung von Solarenergie erzielen können.



POWERED BY  
Grafiken ©2011, Kartendaten ©2011 - Nutzungsbedingungen

### Wie berechne ich das Potential meines Daches?

1. Haus in der Karte suchen
2. Polygonbutton aktivieren und Form der Dachfläche nachzeichnen (Punkt durch Klick setzen - Polygon durch Doppelklick abschliessen)
3. Faktoren eintragen und Potential brechnen:

Ausrichtung in ° (0-180):

Neigung in ° (0-90):

Fläche in m²:

**Jährl. direkte Sonnenstrahlung:** 327872.24 kWh/m²

**Jährl. Photovoltaikertrag:** 30738.02 kWh/kWp

**Deckungsgrad Flachkollektor:** 59.76 %

**Deckungsgrad Vakuumröhrenkollektor:** 72.53 %

**Bitte beachten Sie:** Die Berechnungsalgorithmen basieren auf Messwerten, daher kann für die Solarthermie nur ein allgemeiner Deckungsgrad für ein Objekt mit einer Dachfläche von 6m² und einem 300l-Tank angegeben werden. Die Effizienz ist zudem abhängig von der Anzahl der Verbraucher und deren Verbrauchsverhalten.

Abbildung 3: Interaktive Solarberatung für Bremen

Diese Komponente bietet die Möglichkeit, weitere Informationen wie z.B. evtl. vorhandene Restriktionen auf Grund denkmalschützender Auflagen, zu visualisieren und erweitert zu werden.

## 2 Technische Realisierung

Der Solarservice wurde als verteilte javabasierte Webanwendung unter Nutzung von Apache Tomcat und Ajax realisiert. Die Karten werden mit Hilfe der Javascript-Bibliothek OpenLayers generiert. Als Kartengrundlage dient derzeit Google Maps. Diese Karten können im Bedarfsfall durch Angebote anderer Anbieter ersetzt oder ergänzt werden.

Die für den Service benötigten Daten werden mit dem Datenbankmanagementsystem PostgreSQL verwaltet. Zur Optimierung der Kartendarstellung werden sie mit Hilfe der Java API for KML (JAK) in KML-Dateien übertragen, die mittels OpenLayers als Overlay in die Karten eingefügt werden.

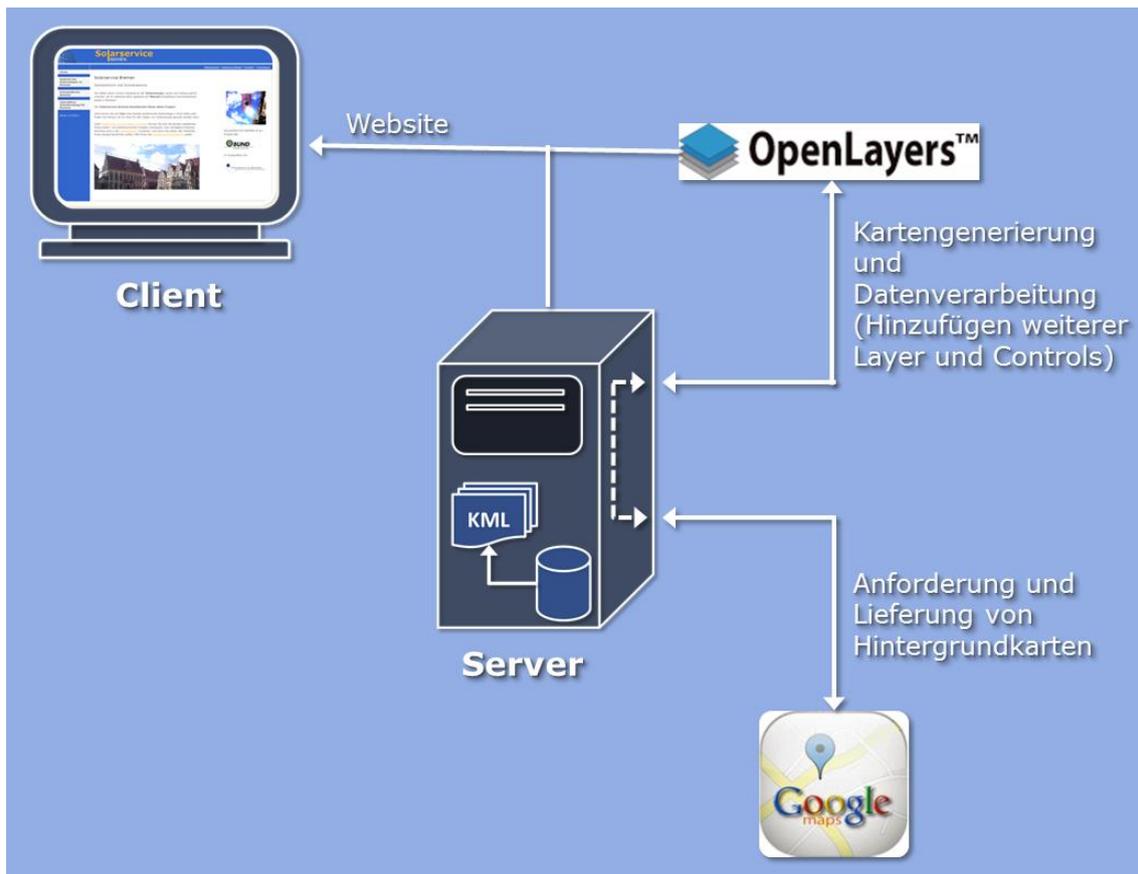


Abbildung 4: Komponentenarchitektur des Solarservices

Aufgrund dessen, dass Daten und Algorithmen unterschiedlicher Anbieter, u.a. Solarliga Bremen, GeoInformation Bremen, Projekt „Modell-Solarhaus“ und Google Maps, verwendet werden, wurde das System modular strukturiert, so dass einzelne Komponenten ausgetauscht oder hinzugefügt werden können.

### 3 Der Solarservice in der Praxis

Der Solarservice mit seinen Komponenten der Bestandskarte, der Potentialkarte und der interaktiven Beratung hat sich das Ziel gestellt, Bremer Bürger zur Auseinandersetzung mit den Möglichkeiten der Nutzung von Solarenergie in ihrem Wohnumfeld zu ermutigen und so das Interesse an einem weiteren Ausbau dieser Technologie zu fördern. Um dies zu realisieren, werden kartographische Darstellungen von Gebäuden genutzt, was aus datenschutzrechtlicher Sicht (in Zeiten von Google StreetView) momentan als problematisch gewertet werden kann.

In Absprache mit der Datenschutzbeauftragten des Landes Bremen wird derzeit eine praktikable Lösung erarbeitet, um mit dem Solarservice einen Beitrag zur Förderung erneuerbarer Energien unter Wahrung datenschutzrechtlicher Auflagen leisten zu können.

## 4 Literaturverzeichnis

[EPIA, 2010]

European Photovoltaic Industry Association: Global Market Outlook for Photovoltaics until 2014.

[http://www.epia.org/fileadmin/EPIA\\_docs/public/Global\\_Market\\_Outlook\\_for\\_Photovoltaics\\_until\\_2014.pdf](http://www.epia.org/fileadmin/EPIA_docs/public/Global_Market_Outlook_for_Photovoltaics_until_2014.pdf), Mai 2010, aufgerufen am 13.03.2011.

[BSW, 2011]

Bundesverband Solarwirtschaft e.V.: Solarenergie für Deutschland – 100 % saubere Energie. <http://www.solarbusiness.de/fakten/sonne-unendlich-viel-potenzial/100-saubere-energie/>, aufgerufen am 13.03.2011.

[Mevenkamp, 2010]

Mevenkamp, Manfred: Ertragssimulationen – PV und Solarthermie. April 2010.



# Detektion von Funksignalen im internationalen Schiffsverkehr

Dr. Birgit Suhr, Lars-Christian Hauer, Jörg Behrens, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), [birgit.suhr@dlr.de](mailto:birgit.suhr@dlr.de), [lars-christian.hauer@dlr.de](mailto:lars-christian.hauer@dlr.de),  
[joerg.behrens@dlr.de](mailto:joerg.behrens@dlr.de)

## Zusammenfassung

Aufgrund der stetig steigenden Verkehrsdichte im Schiffsverkehr nehmen auch die Anforderungen an die Überwachung von Gewässern zur Verkehrssicherung und zum Schutz der maritimen Umwelt zu. Die aktuellen Verkehrsüberwachungssysteme nutzen neben den vorhandenen Systemen wie Radar, Wetter- und Wasserstands-sensoren zusätzlich das automatische Schiffsidentifizierungssystem (AIS). Die Überwachung des Seeverkehrs erfolgt in küstennahen und besiedelten Bereichen meist durch ein gut ausgebautes Netz von AIS-Bodenstationen entlang der Küste. Außerhalb dieser Bereiche ist oft nur eine lückenhafte Beobachtung möglich und auch der Empfang von Satelliten AIS befinden sich derzeit noch in der Aufbauphase. In diesem Beitrag wird das DLR Projekt AISat vorgestellt. Dieses satellitengestützte Projekt trägt zur Entwicklung von Techniken im Hinblick auf den Empfang von Funksignalen zur globalen Überwachung des Schiffsverkehrs bei.

## 1 Hintergrund

Der stetig steigende Schiffsverkehr führt zu einer immer höheren Verkehrsdichte und somit zu größeren Anforderungen an die Überwachung von Gewässern. AIS (Automatic Identification System) ist ein automatisches Schiffsidentifikationssystem, mit dessen Hilfe sich Schiffe sofort über Identität, aktuelle Fahrdaten und Manöver anderer Schiffe informieren können, die dieses System ebenfalls installiert haben und sich im näheren Umkreis befinden. Im Jahre 2000 wurde AIS von der IMO (International Maritime Organisation) als ein neuer Standard verabschiedet.

Seitens der IMO sind seit 2004 alle Schiffe mit mehr als 300 BRT auf internationaler Fahrt und Frachtschiffe mit mehr als 500 BRT in nationalen Gewässern sowie Passagierschiffe mit einer AIS Funkanlage auszustatten.

AIS dient der Vermeidung von Kollisionen auf See, dem automatischen Informationsaustausch zwischen Schiffen untereinander und mit Landstationen sowie mit den Verkehrszentralen an der Küste als ergänzendes Mittel zur maritimen Verkehrssicherung. Die Überwachung der Schifffahrtswege erfolgt in küstennahen und besiedelten Bereichen größtenteils durch ein gut ausgebautes Netz an terrestrischen AIS-Empfangsstationen entlang der Küste. Außerhalb dieser Bereiche ist nur noch eine lückenhafte Beobachtung möglich, da fernab von küstennahen

Bereichen sowie in strukturschwachen Gebieten nur wenig oder gar keine AIS Bodenempfangsstationen (z.B. Afrika, Weißrussland, Polargebieten, ...) vorhanden sind. Der Empfang von Satelliten-AIS befindet sich derzeit noch in der Aufbauphase.

Über AIS geben Schiffe ihre positions-, statischen und reisebezogenen Daten in regelmäßigen Abständen bekannt. Die zwei wichtigsten Nachrichtentypen sind die dynamischen Schiffsdaten (Positionsangaben, Kurs, Geschwindigkeit, Navigationsstatus, etc.) sowie die statischen Schiffsinformationen (Schiffsname, IMO-Nr. Rufzeichen, Schiffstyp, Abmessung, Reiseziel, geplante Ankunftszeit, etc.). Der Informationsaustausch funktioniert über VHF-Transponder in den Kanälen 69 und 70 (161,975 MHz und 162,025 MHz).

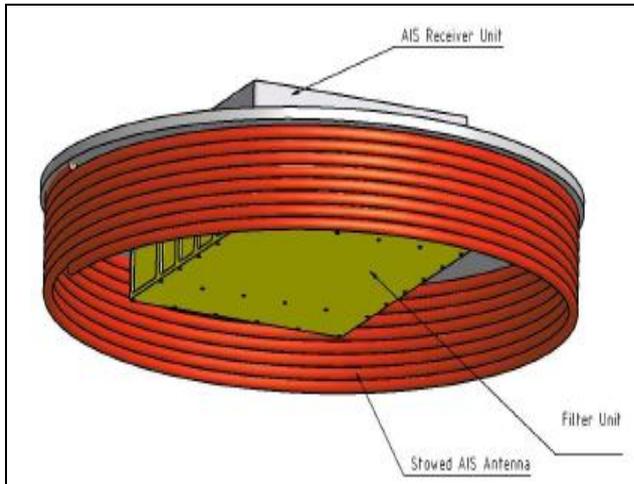
Es gibt zwei Kategorien von Transpondern, die unterschiedliche Sendeintervalle nutzen (siehe Tabelle 1). Die Berufsschifffahrt setzt Class A Sender ein und alle nicht ausrüstungspflichtigen Schiffen, wie z.B. Sportboote, können Class B Transponder nutzen. Bei den Class B Sender wird zwischen der SOTDMA und der CSTDMA Technologie unterschieden. TDMA steht für „Time Division Multiple Access“ und meint ein Verfahren bei dem sich mehrere Benutzer die gleiche Übertragungsfrequenz teilen. Das SOTDMA (SO = self-organizing) Verfahren versendet automatisiert die Daten in reservierten Zeitschlitzten. Bei dem CSTDMA (CS = carrier-sence) Übertragungsverfahren wird dann gesendet, wenn freie Kapazitäten im AIS Netzwerk zur Verfügung stehen.

Tabelle 1: AIS Sendeintervalle in Abhängigkeit von der Schiffsklasse, Technologie und Geschwindigkeit (Quelle: ITU)

Class A Sender		Class B Sender	
Schiffsgeschwindigkeit	Intervall	Technologie & Geschwindigkeit	Intervall
vor Anker oder festgemacht < 3 kt	3 min	SOTDMA, Schiff < 2 kt	3 min
vor Anker oder festgemacht > 3 kt	10 s	SOTDMA, Schiff 2 bis 14 kt	30 s
0 bis 14 kt	10 s	SOTDMA, Schiff 14 bis 23 kt	15 s
0 bis 14 kt und bei Kursänderung	3 1/3 s	SOTDMA, Schiff > 23 kt	5 s
14 bis 23 kt	6 s	CSTDMA, Schiff < 2 kt	3 min
14 bis 23 kt und bei Kursänderung	2 s	CSTDMA, Schiff > 2 kt	30 s
> 23 kt	2 s	Such- u. Rettungsdienste	10 s
> 23 kt und bei Kursänderung	2 s		

## 2 Projekt AISat

Das DLR in Bremer entwickelt derzeit den Kompaktsatelliten AISat, der zur Beobachtung des Schiffsverkehrs über offenen Gewässern eingesetzt werden soll. Der Satellit wird mit verschiedenen AIS-Empfängern sowie einer speziellen Antenne ausgestattet (Aufbau siehe Abbildung 1). Der Start ist geplant für 2012.



### Spezifikation:

- Helix Antenne → Reduzierung des Polarisationsverlustes
- Horizontaler Öffnungswinkel  $< 45^\circ$
- Antennen-Länge 4000 mm
- Optimiertes Frontenddesign
- Modifizierte AIS-Empfänger

Abbildung 1: AISat Payload Segment (Empfänger, Antenne und Filter)

Als Zusatzinformationen, zu den empfangenen AIS-Nachrichten, ist es geplant die Antennenparameter und die Signalstärken mit abzuspeichern. Die verschiedenen Empfänger werden sogenannte zwei Kanal Empfänger sein, die es ermöglichen, die Daten von den Kanäle A und B zu empfangen.

Der Selbstentfaltungsmechanismus der Antenne wurde in einem Parabelflug mit einem A300 getestet. Ziel des Tests war es, den Entfaltungsmechanismus und die Antennen-Lage zu überprüfen. Die entfaltete Antenne ist in Abbildung 2 zu sehen. Durchgeführt wurde der Test mit Kollegen vom DLR Standort Braunschweig.



Abbildung 2: Entfaltete Antenne während des Parabelfluges

### 3 Testflug

Im Sommer 2010 wurde ein erster Testflug über der Deutschen Bucht durchgeführt (Flugroute siehe Abb. 3). Im Rahmen des Fluges konnten bei einer Flughöhe von 2.200 m mit einem 2 Kanal-AIS-Empfänger in einem Umkreis von ca. 240 km AIS-Nachrichten empfangen werden.



Abbildung 3: Flugroute der AIS-Kampagne über der Deutschen Bucht

Während des 75 minütigen Fluges wurden mehr als 146.000 Positionsmeldungen von 1224 verschiedenen Schiffen empfangen. Jeder rote Ballon in Abbildung 4 entspricht jeweils der letzten gemeldeten Position eines Schiffes.



Abbildung 4: Ergebnis des DLR Testfluges vom Juni 2010

Neben den Schiffen in der Deutschen Bucht sieht man auch Schiffe auf den verschiedenen Wasserstraßen (Elbe, Weser, Ems, Nord-Ostsee-Kanal,...) sowie in der Ostsee.

## 4 Bodenstationsnetz

Im Rahmen des AISat Projektes baut das Bremer DLR derzeit ein AIS-Referenz-Netzwerk mit mehreren AIS-Empfangsanlagen auf. Das geplante Bodenstationsnetz entlang der Nordsee-Küste umfasst derzeit die Standorte Bremen, Emden, Wilhelmshaven und Hamburg. Eine weitere Station befinden sich in Dülmen in der Nähe zum Dortmund-Ems-Kanal. Alle Stationen haben eine Anbindung ans Internet von wo die aufgezeichneten AIS-Daten im 2-Minutentakt abgeholt, aufbereitet und in eine zentrale Datenbank beim DLR in Bremen übertragen werden. Die in der Datenbank gespeicherten Nachrichten sollen später, nach dem Start von AISat, mit den empfangenen AIS-Satelliten Nachrichten validiert werden. Abbildung 5 zeigt den Aufbau des geplanten Bodenstationsnetzes. Die linke Seite der Grafik stellt die Anbindung der verschiedenen terrestrischen Bodenstationen dar, die rechte Seite skizziert die Anbindung des Satelliten sowie die Einbindung der AIS-Datenbank.

Die Datenbank befindet sich in einem geschützten Bereich des DLR-Intranets. Die Dekodierung der AIS Daten erfolgt mittels einer DLR eigenen Software, welche die relevanten Positions- und statischen Schiffsdaten in eine SQL-Datenbank überträgt. Neben den Bodenstations- und Satellitendaten können auch die Daten von Testflügen in die Datenbank übernommen werden.

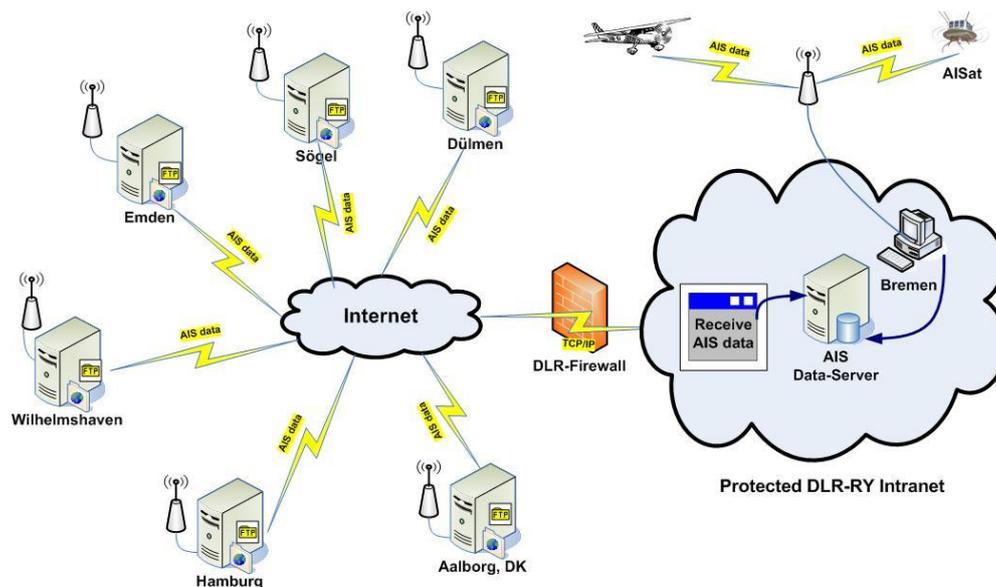


Abbildung 5: DLR Bodenstationsnetz

Zusätzlich betreibt das DLR in Bremen eine eigene Amateurfunk-Clubstation (DK0DLR) sowie einen eigenen AIS-Sender. Dieser Sender dient zur Verifikation der empfangenen AIS-Nachrichten von den Bodenstationen als auch später für die empfangenen Satelliten-AIS-Nachrichten.

## Danksagung

Das AISat Projekt des DLRs wird von der Universität in Aalborg, DK sowie der Jade Hochschule in Wilhelmshaven und der Hochschule Emden/Leer unterstützt.

## **Literaturverzeichnis**

ITU (International Telecommunication Union), Recommendation ITU-R M.1371-4, April 2010.

Norris, Andy: Integrating Ship Bridge Systems: A practical guide, The Nautical Institute. London, England, 2008.