

**Wissenschaftliche Berichte
FZKA 6565**



UIS

Baden-Württemberg

Projekt AJA

**Anwendung JAVA-basierter Lösungen
in den Bereichen Umwelt, Verkehr
und Verwaltung**

Phase I 2000

R. Mayer-Föll, A. Keitel, A. Jaeschke (Hrsg.)

Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

Forschungszentrum Karlsruhe,

- Institut für Angewandte Informatik -

Dezember 2000

Forschungszentrum Karlsruhe

Technik und Umwelt

Wissenschaftliche Berichte

FZKA 6565

Projekt AJA

**Anwendung JAVA-basierter Lösungen
in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung
Phase I 2000**

R. Mayer-Föll, A. Keitel, A. Jaeschke (Hrsg.)

Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg

Forschungszentrum Karlsruhe

- Institut für Angewandte Informatik -

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

2000

Für diesen Bericht behalten sich
das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg
Postfach 103439, 70029 Stuttgart
und
das Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Postfach 3640, 76021 Karlsruhe
alle Rechte vor.

Druck und Vertrieb
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Postfach 3640, 76021 Karlsruhe
ISSN 0947-8620

Projekt AJA

Anwendung JAVA-basierter Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung

Phase I - 2000

Projekträger:

Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (UVM);
R. Mayer-Föll
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU);
A. Keitel

Weitere Beteiligte:

Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)
Bundesanstalt für Wasserbau (BAW)
Datenzentrale Baden-Württemberg (DZ)
Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein (MUNF)
Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg (MLR)
Niedersächsisches Umweltministerium (MU NI)
Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL)
Stabsstelle für Verwaltungsreform im Innenministerium Baden-Württemberg (StaV/IM)
Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (TMLNU)
Umweltbundesamt (UBA)

Projektpartner:

Forschungszentrum Karlsruhe - Technik und Umwelt -
Institut für Angewandte Informatik (FZK/IAI);
A. Jaeschke (Federführung)
Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung
an der Universität Ulm (FAW);
K. Tochtermann
Forschungszentrum Informatik an der Universität Karlsruhe (FZI);
R. Nikolai
Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung Karlsruhe (FhG/IITB);
T. Usländer
Institut für Informatik der Universität Stuttgart (IfI/AIS);
L. Wanner
Institut für Kernenergetik und Energiesysteme der Universität Stuttgart (IKE);
F. Schmidt
Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der Universität Karlsruhe (IPF);
J. Wiesel
debis Systemhaus GmbH (debis SH)
R. Micheler
disy Informationssysteme GmbH;
A. Otterstätter
Ingenieurgesellschaft für Umwelttechnik GmbH (IUT);
P. Lautner

Vorwort

Die Bereiche Umwelt, Verkehr und Verwaltung profitieren bei der Erhebung, Erfassung, Auswertung, Darstellung und Weitergabe ihrer Daten in hohem Maße von Informations- und Kommunikationstechniken (IuK). Manche Darstellungsweisen und Berechnungen werden dadurch erst möglich. Nicht nur dem Experten, sondern auch dem Bürger wird auf einfache und wirtschaftliche Weise der freie Zugang zu Informationen über die Umwelt ermöglicht.

Um neue technologische Entwicklungen in Informationssystemen einsetzen zu können, führte das Ministerium für Umwelt und Verkehr (UVM) das F&E-Vorhaben AJA I "Anwendung JAVA-basierter Lösungen" durch. AJA baut auf dem Forschungs- und Entwicklungsvorhaben GLOBUS (Globale Umweltsachdaten im Umwelteinformationssystem Baden-Württemberg und anderen Systemen) auf. Mit der Projektphase I beauftragte das UVM im Jahr 2000 das Konsortium folgender Institute:

- Forschungszentrum Karlsruhe - Technik und Umwelt - Institut für angewandte Informatik,
- Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung an der Universität Ulm,
- Forschungszentrum Informatik an der Universität Karlsruhe,
- Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung Karlsruhe,
- Institut für Kernenergetik und Energiesysteme der Universität Stuttgart,
- Institut für Informatik der Universität Stuttgart,
- Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der Universität Karlsruhe

sowie insbesondere die Firmen

- debis Systemhaus GmbH,
- disy Informationssysteme GmbH,
- IUT Ingenieurgesellschaft für Umwelttechnik GmbH.

Das Institut für Angewandte Informatik des Forschungszentrums Karlsruhe übernahm das Projektmanagement und die Erstellung des Abschlussberichts auf bewährte Weise.

An dieser Stelle möchte ich den am F&E-Vorhaben beteiligten sieben wissenschaftlichen Instituten und den drei o.a. Firmen - auch im Namen der anderen Auftraggeber beim Bund und den Ländern Niedersachsen, Sachsen, Schleswig-Holstein und Thüringen - für ihr fachliches Engagement und die ausgezeichneten Leistungen danken.

Die Erkenntnisse von AJA I werden mit dem vorliegenden Bericht der Fachöffentlichkeit bekanntgegeben. Die Ergebnisse tragen zu einer weiteren Effizienzsteigerung der Verwaltung und zu einer besseren Information der Öffentlichkeit bei. Daher ist beabsichtigt, den erfolgreichen Weg im nächsten Jahr fortzusetzen.

*Ministerialdirigent Prof. Dr. Jürgen Pätzold,
Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg*

Inhalt

Vorwort

Inhaltsverzeichnis

Beiträge zum Festkolloquium des Instituts für Angewandte Informatik anlässlich der Verabschiedung von Herrn Dr. Andreas Jaeschke in den Ruhestand	1
Einleitung	3
Begrüßung	5
Umweltinformatik in der Praxis	7
Umweltschutz und nachhaltige Entwicklung	15
Das F+E-Projekt AJA	25
DIWA 2000 – Dokumentenverwaltung in Web-Archiven der Umwelt- dienststellen Baden-Württemberg	33
GIS-GwD – GIS-Arbeitsplatz für die Gewässerdirektionen als Teil des Gewässerinformationssystems im Rahmen des Umweltinformati- onsystems Baden-Württemberg	45
Umsetzung der Rahmenkonzeption des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg – RK UIS-U	57
Erweiterung der XfaWeb-Fachinformationssysteme für einen breiten Einsatz	65
Weiterentwicklung der Entwicklungsumgebung WAABIS am Beispiel der Fachanwendung Grundwasser	85
AutoText UIS – Automatische Produktion von Ozonkurzberichten	107
Das Konzept zur Einbindung von Simulationsdienstleistungen in die Kernreaktor-Fernüberwachung Baden-Württemberg	125
GISterm - Weiterentwicklung des flexiblen Frameworks zur Analyse und Visualisierung von raumbezogenen Daten	147
Das SDS-Komponentensystem – Ein System zur Integration, Filterung, Analyse, Darstellung und Verteilung strukturierter Informationen	169
Ausblick auf die F+E-Aktivitäten im Jahr 2001	189
Schlussbemerkung	192

**Beiträge zum Festkolloquium des
Instituts für Angewandte Informatik
anlässlich der Verabschiedung
von Herrn Dr. Andreas Jaeschke
in den Ruhestand**

Einleitung

*R. Mayer-Föll
Ministerium für Umwelt und Verkehr
Baden-Württemberg (UVM)
Postfach 103439
70029 Stuttgart*

Lieber Herr Dr. Jaeschke,

mit Ablauf des Monats Dezember 2000 scheiden Sie aus dem aktiven Dienst beim Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) aus.

Wir möchten Sie aus diesem Anlass auf verschiedene Weise besonders würdigen.

Veranstaltung eines Kolloquiums

Das Institut für Angewandte Informatik (IAI) des FZK veranstaltet Ihnen zu Ehren ein Festkolloquium. Der Leiter des IAI, Herr Prof. Dr. Georg Bretthauer, der Sprecher des Fachausschusses Informatik im Umweltschutz der Gesellschaft für Informatik (GI), Herr Dr. Werner Pillmann und ich richten dabei Grußworte an Sie persönlich und an die Teilnehmer.

Als Redner konnten wir Frau Präsidentin Margaretha Barth und Herrn Prof. Dr. Dr. Franz Josef Radermacher gewinnen. Frau Barth legt in ihrem Vortrag „Umwelthinformatik in der Praxis“ eindrucksvoll dar, wie wichtig und erfolgreich Ihre Leistungen zur Unterstützung des Umweltschutzes bei der täglichen Arbeit in der Landesanstalt für Umweltschutz und darüber hinaus sind. Herr Radermacher wird dann die „Beiträge der Informatik und Informationstechnik für den Umweltschutz und für die nachhaltige Entwicklung“ aus Sicht des wissenschaftlichen Leiters des FAW Ulm aufzeigen.

Widmung des Wissenschaftlichen Berichts über die F+E-Arbeiten im Jahr 2000

Der Koordinierungsausschuss F+E IuK/UIS, in dem Auftraggeber und –nehmer gleichermaßen vertreten sind, widmet Ihnen den umfangreichen und gehaltvollen Bericht über die F+E-Aktivitäten im Jahr 2000. Wir benennen ihn nach Andreas JAeschke. Die Bedeutung „Anwendung JAVA-basierter Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung“ ist

ein weiteres Synonym, das Ihren Intentionen entspricht. Unter dem Begriff **AJA** werden wir die F+E-Aktivitäten auch in den Folgejahren zusammenfassen.

Dank an den Auftragnehmer Andreas Jaeschke:

Danken möchte ich Ihnen im Namen aller Auftraggeber für die qualifizierte Arbeit in der Abteilung Umwelthinformatik des IAI. Unter Ihrer Leitung sind in zahlreichen Projekten wie KIWI, XUMA, WAABIS, GLOBUS, AJA, XfaWeb usw. ausgezeichnete Ergebnisse erreicht worden. Wir konnten uns immer auf Sie verlassen. Für Ihre Ideen und Lösungsvorschläge haben Sie die Anwender in der Praxis gesucht und gefunden. Sie berieten die Auftraggeber stets objektiv, auch wenn es zu Lasten des FZK sein konnte. Wirtschaftlichkeit war für Sie selbstverständlich.

Dank an den Partner Andreas Jaeschke:

Danken müssen wir Ihnen als Kooperationspartner, Moderator und Ideengeber für die gemeinsamen Projekte von Verwaltung, Wissenschaft und Wirtschaft. Der Bogen auf der Verwaltungsseite innerhalb Baden-Württembergs mit Ministerium für Umwelt und Verkehr, Landesanstalt für Umweltschutz, Innenministerium, Ministerium Ländlicher Raum sowie außerhalb mit Sachsen, Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Thüringen und dem Bund, auf wissenschaftlicher Seite FAW, FZI, FhG/IITB, IfI/AIS, IKE, IPF im Lande sowie Uni Dortmund und TU Dresden außerhalb und von der Wirtschaft debis Systemhaus, disy Informationssysteme, IUT Ingenieurgesellschaft für Umwelttechnik usw. ist sehr weit gespannt. Sie haben das Projektmanagement stets ziel- und sachorientiert geführt und auch bei Konflikten hervorragend moderiert.

Dank an den Menschen Andreas Jaeschke:

Und dann gilt es den Kollegen herauszustellen. Ihre Freundlichkeit und Weltoffenheit zeichnen Sie aus. Sie sind ein feiner, humorvoller Mensch, bei dem man Zielorientierung, Ausdauer und Geschick erst auf den zweiten Blick bemerkt. Dabei stellten Sie sich nie in den Vordergrund. Sie haben Ihre Mitarbeiter gefördert und an den Aufgaben wachsen lassen, ohne sie zu überfordern. Trotz der hohen beruflichen Belastung brachten Sie sich bei der Gesellschaft für Informatik e.V. über Jahrzehnte engagiert ein. Sie initiierten den Fachausschuss „Informatik im Umweltschutz“, waren dessen erster Sprecher und sind dort bis heute wirkungsvoll aktiv.

Ausblick und Wünsche für Andreas Jaeschke:

Sie gehen gerne bergwandern, sind Rosenliebhaber und hören gerne klassische Musik. Diesen Steckenpferden werden Sie neben Ihrer Familie in Zukunft mehr Zeit widmen können. Vielleicht haben Sie zumindest ab und zu Gelegenheit, uns bei der Umwelthinformatik über die Schulter zu schauen. Bitte bleiben Sie uns weiterhin verbunden. Wir benötigen Ihren Rat. Ich wünsche Ihnen einen erfüllten Ruhestand mit viel Glück und Freude bei bester Gesundheit.

Ihr Roland Mayer-Föll

Begrüßung

G. Bretthauer
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Institut für Angewandte Informatik
Postfach 3640
76021 Karlsruhe

Lieber Herr Dr. Jaeschke!
Meine sehr verehrten Damen und Herren!
Liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter!

Zu unserem heutigen Ehrenkolloquium anlässlich der Verabschiedung von Herrn Dr. Jaeschke in den wohlverdienten Ruhestand möchte ich Sie als Leiter des Instituts für Angewandte Informatik (IAI) hier im Forschungszentrum Karlsruhe ganz herzlich begrüßen. Ein besonders herzliches Willkommen gilt dabei Ihnen, Frau Jaeschke, und den beiden Festrednern, Frau Barth, Präsidentin der Landesanstalt für Umweltschutz und Herrn Prof. Radermacher, Leiter des Forschungsinstitutes für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung an der Universität Ulm sowie Herrn MinR Mayer-Föll vom Ministerium für Umwelt und Verkehr des Landes Baden-Württemberg und Herrn Dr. Pillmann von der Gesellschaft für Informatik, die beide einige Dankesworte sagen werden. Ebenso herzlich möchte ich meinen Vorgänger, Herrn Kollegen Trauboth und die zahlreichen Weggefährten, die alle ein Stück des Weges gemeinsam mit Ihnen, Herr Dr. Jaeschke, gegangen sind, zu dieser Veranstaltung begrüßen.

Nach mehr als 23 Jahren aktiver Forschungsarbeit und Leitungstätigkeit als Abteilungsleiter und stellvertretender sowie kommissarischer Institutsleiter heißt es heute nun für Sie, Herr Dr. Jaeschke, Abschied nehmen vom Forschungszentrum Karlsruhe und dem Institut für Angewandte Informatik.

Nach dem Studium der Physik an der Universität Freiburg, das Sie im Jahre 1966 mit dem Diplom beendeten, waren Sie zuerst als Assistent am Fraunhofer-Institut für Elektrowerkstoffe in Freiburg tätig. Während dieser Zeit fertigten Sie Ihre Promotionsschrift an und verteidigten diese im Jahre 1969 ebenfalls an der Universität Freiburg. Danach gingen Sie in die Industrie und waren von 1970-1974 als leitender Angestellter in der zentralen Analytik der

Chemischen Werke Hüls in Marl beschäftigt, wo Sie für den Bereich Laborautomation und Analyseauswertung verantwortlich waren. Anschließend wechselten Sie zu den Klöcknerwerken nach Bremen. Dort waren Sie als Projektleiter in der Prozessdatenverarbeitung für den Aufbau von Prozesssteuerungssystemen für die Hochofen- und Walzstraßenautomatisierung sowie von Prozessmanagement- und Prozessüberwachungssystemen für die Hütte Bremen zuständig.

Die Arbeiten auf dem Gebiet der Datenverarbeitung gefielen Ihnen so gut, dass Sie hier den Schwerpunkt Ihrer zukünftigen Arbeiten sahen. Dazu zog es Sie wieder in südlichere Gefilde und so begannen Sie im Jahre 1977 Ihre Tätigkeit im Forschungszentrum Karlsruhe, wo Sie als Abteilungsleiter im Institut für Datenverarbeitung in der Technik (IDT) angingen, zuerst als Leiter der Abteilung Prozessinformationssysteme, dann ab 1985 als Leiter der Abteilung Umweltinformatik.

Im Mai 1992 wurde dann aus diesem Institut das heutige Institut für Angewandte Informatik gegründet. Während dieser Zeit beschäftigten Sie sich mit der Entwicklung und Erprobung von neuartigen Informatikmethoden und -werkzeugen sowie Entwicklungsumgebungen im Bereich der Künstlichen Intelligenz, wobei Sie als Anwendungsfeld die Umweltprozesse nahmen. Im Rahmen dieser Problematik entstanden dann die engen Kooperationen zur Landesanstalt für Umweltschutz und zum Institut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung in Ulm sowie zum Ministerium für Umwelt und Verkehr des Landes Baden-Württemberg. Auf diese Aktivitäten und die dabei erzielten Ergebnisse werden die nachfolgenden Festredner näher eingehen. Neben Ihrer Tätigkeit im Forschungszentrum Karlsruhe waren Sie auch sehr aktiv in der Gesellschaft für Informatik (GI) tätig. Hier gründeten Sie bereits im Jahre 1986 den Fachausschuss „Informatik im Umweltschutz“ und organisierten aktiv mehrere große Fachtagungen auf diesem Gebiet. Dazu wird Herr Dr. Pillmann, der jetzige Leiter dieses Fachausschusses, einige Dankesworte sagen.

Lieber Herr Dr. Jaeschke,

herzlichen Dank für alles, was Sie im Laufe Ihrer Tätigkeit hier im Forschungszentrum Karlsruhe für das Institut für Angewandte Informatik geleistet haben. Wir werden Sie schmerzlich vermissen.

Wir werden versuchen, Ihre ausgezeichneten Arbeiten im IAI in gleicher Weise fortzusetzen. Ich selbst bringe mich dazu als Gesamtverantwortlicher intensiv ein. Herrn Dr. Geiger bitte ich, die Projektarbeit in der Umweltinformatik in Ihrem Sinne mit den vielen unterschiedlichen Partnern erfolgreich voranzutreiben.

Für die kommenden Jahre möchte ich Ihnen im Namen aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts für Angewandte Informatik und sicher auch im Namen aller hier Anwesenden noch viele frohe Tage im Kreise Ihrer Familie bei Gesundheit und Zufriedenheit wünschen.

Ihr
Georg Bretthauer

Umweltinformatik in der Praxis

M. Barth

*Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Griesbachstr. 1
76185 Karlsruhe*

Sehr geehrter Herr Professor Dr. Bretthauer,
herzlichen Dank für die Einladung, hier im Forschungszentrum Karlsruhe über Umweltinformatik in der Praxis zu sprechen.

Sehr geehrter Herr Dr. Jaeschke,
Ort und Anlass des Kolloquiums haben mich dazu bewogen, in meinem Beitrag ein besonderes Augenmerk auf die Frage zu richten, wie wir Arbeitsergebnisse von Forschungseinrichtungen in die Praxis umsetzen.

Zudem gibt mir diese Schwerpunktsetzung Gelegenheit, mich im Namen der Umweltbehörden des Landes beim Forschungszentrum Karlsruhe – Umwelt und Technik, früher Kernforschungszentrum – für die langjährige ausgezeichnete Zusammenarbeit auf dem Feld der Angewandten Informatik zu bedanken.

Als äußerst dynamische Disziplin kann über Umweltinformatik kaum gesprochen werden, ohne die Entwicklungen in der Vergangenheit, aber auch die Perspektiven für die Zukunft zu betrachten. Wenn ich dies exemplarisch anhand von Meilensteinen tue werden Sie sehen, dass die Zusammenarbeit zwischen dem Forschungszentrum Karlsruhe und der Umweltverwaltung in Baden-Württemberg sich wie ein roter Faden durch die allgemeine Entwicklung der Umweltinformatik zieht.

Was ist nun das Besondere am Einsatz der Informationstechnik im Umweltschutz, das es rechtfertigt, dieses Arbeitsgebiet – auch aus Sicht der Praxis – als eigene Fachdisziplin zu behandeln ?

1. Die zu verarbeitenden Daten sind außerordentlich vielfältig; sie stammen aus sehr unterschiedlichen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen, müssen aber medienübergreifend zu einer ökologischen Sicht verknüpft werden. Hochspezialisierte fachliche Anforderungen stehen so im Zielkonflikt mit der Notwendigkeit, daraus ein für die Politik übersichtliches Abbild unserer Umwelt zusammenzustellen.
2. Die Informationsinhalte selbst, also die Erkenntnisse der Umweltwissenschaften und die Daten- und Dokumentenbestände erweitern sich ständig mit hohem Tempo, unter Umständen schneller als die Entwicklung der Software, mit der sie bearbeitet werden sollen.
3. Die Hauptnutzer der Daten nehmen unterschiedliche Aufgaben in staatlichen und kommunalen Dienststellen der Umweltverwaltung wahr. Die naturwissenschaftlich-technischen Informationen sind also in Verwaltungsabläufe zu integrieren, die ganz anderen Gesetzmäßigkeiten unterliegen.
4. Aus dem Umweltinformationsgesetz und verschiedenen supranationalen Vereinbarungen ergibt sich die Verpflichtung, über die verfügbaren Umwelt-Informationen jederzeit gegenüber der Öffentlichkeit Rechenschaft abzulegen.
5. Der Umweltschutz als überwiegende Aufgabe der öffentlichen Hand ist ein zu kleines Arbeitsfeld, als dass sich hier ein echter Markt für Software "von der Stange" entwickeln könnte. Häufig sind wir auf ganz spezielle und damit aufwändige Einzellösungen angewiesen.

Dieser Spagat zwischen den extrem hohen Anforderungen und den ungünstigen wirtschaftlichen Randbedingungen ist ein Problem für alle öffentlichen Stellen, die mit Umweltinformationen befasst sind. Aus dieser Not hat sich aber auch eine spezifische Tugend der Zusammenarbeit zwischen allen davon betroffenen Partnern entwickelt, seien es Forschungsinstitute, Umweltbehörden, Verbände oder spezialisierte Firmen. Die Arbeit in solchen Kooperationsnetzwerken ist geradezu charakteristisch für die Umweltinformatik.

Die Kooperation zwischen der LfU und dem damaligen KfK ist fast so alt, wie die Landesanstalt selbst – wie Sie wissen, haben wir gerade unser 25-jähriges Jubiläum gefeiert. Die Arbeiten der LfU, die seinerzeit mit Computern unterstützt wurden, entsprachen weitgehend den Aufgaben, die die Vorläufer-Institutionen der LfU 1975 in die "Vereinigung" mitgebracht hatten, und dies waren zunächst Anwendungen der Messtechnik und der Messdatenauswertung.

In diesen ersten Jahren war die Rechner-Ausstattung bei der LfU allerdings noch recht dürftig, kein Wunder, wenn man bedenkt, dass die Kosten für den größten IBM-Rechner im Geschäftsbereich etwa zwei Millionen Mark betragen – **Jahresmiete**, wohlgemerkt, nicht Kaufpreis - und das bei einem Hauptspeicher von sage und schreibe **einem** Megabyte! Für ihre damals schon recht anspruchsvollen Anwendungen war die LfU daher auf externe Rechnerkapazität angewiesen. Neben der Nutzung der DV-Stelle des Ernährungsministeriums hat die LfU überall in Karlsruhe, wo dies möglich war, Rechnerkapazität zusammengekratzt, beim Rechenzentrum der Oberfinanzdirektion, bei der Universität und nicht zuletzt hier beim Kernforschungszentrum! Es war also die Gastfreundschaft an den hiesigen Rechnerkonsolen und Plottern, die die langjährige Zusammenarbeit zwischen dem Forschungszentrum Karlsruhe und der LfU in der Informationstechnik begründet hat.

Die ersten zehn Jahre Informationstechnik-Einsatz in der Umweltverwaltung des Landes waren geprägt von natur- und ingenieurwissenschaftlichen Einzelanwendungen, die dazu dienten, spezielle fachliche Probleme zu lösen. Erst durch das systematische Zusammenführen

von umweltrelevanten Informationen für zum Teil ganz unterschiedliche Aufgaben im Umweltschutz hat sich die spezifische Kombination von Daten, Aufgaben, Sichtweisen und technischen Methoden entwickelt, für die sich der Begriff "Umweltinformatik" etabliert hat.

Das Thema muss förmlich in der Luft gelegen haben, da im Jahr **1986** mehrere Parallelentwicklungen fast gleichzeitig die Aufmerksamkeit zumindest der Fachöffentlichkeit erregten:

Im Mai **1986** legte eine Projektgruppe UIS unter der Leitung von Herrn Mayer-Föll, an der auch die LfU maßgeblich beteiligt war, eine UIS-Konzeption für Baden-Württemberg vor. Diese erste UIS-Rahmenkonzeption folgte einer Empfehlung des Landessystemkonzepts von 1983/84 und einem Auftrag des Ministerrats an das damalige Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten. Weit vorausschauend wurde hier die Zusammenführung unterschiedlicher Datenbestände und spezialisierter Fachanwendungen zu einem einheitlichen Umweltinformationssystem aufgezeigt.

Ein zweiter Meilenstein auf dem Weg zu integrierten IuK-Anwendungen im Umweltschutz war das "Konzept zur Einführung der EDV in der Wasserwirtschaftsverwaltung Baden-Württemberg", das eine Arbeitsgruppe des Instituts für Angewandte Informatik des KfK unter der Leitung von Herrn Dr. Jaeschke im selben Jahr **1986** für das Ernährungsministerium entwickelt hatte. Hier wurde zum ersten Mal die Datenverarbeitung in einer landesweit tätigen Fachverwaltung des Umweltbereichs zu einem einheitlichen Informationssystem zusammengeführt. Das Konzept mündete in einem der umfangreichsten Vorhaben des UIS Baden-Württemberg, dem Kommunikativ-integrierten Wasser- und Abfallwirtschaftlichen Informationssystem – KIWI –, das bis zum Jahrtausendwechsel seinen Dienst in der Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes geleistet hat. Derzeit wird es durch das nicht minder umfangreiche, technisch aber natürlich viel modernere, Informationssystem Wasser, Abfall, Altlasten, Boden – WAABIS – ersetzt. Dass die neue WAABIS-Konzeption auch die Handschrift des Instituts für Angewandte Informatik trägt, versteht sich da fast von selbst.

1986 war aber auch das Jahr, in dem Herr Dr. Jaeschke die bis dahin in Einzelprojekten agierenden Fachkollegen aus den Umweltwissenschaften und der Informatik zum ersten Symposium "Informatikanwendungen für den Umweltbereich" ins Kernforschungszentrum Karlsruhe eingeladen hat. Noch drei weitere Jahre haben die Umweltinformatiker für ihr regelmäßiges Treffen die Gastfreundschaft des KfK genossen, seither ist die Jahrestagung "Informatik für den Umweltschutz" eine Institution, um deren Ausrichtung sich Forschungseinrichtungen in Deutschland und bei unseren europäischen Nachbarn reißen.

Die Initiative von Herr Dr. Jaeschke, parallel zu den Symposien einen neuen Fachausschuss "Informatik im Umweltschutz" in der Gesellschaft für Informatik zu gründen, will ich hier nur erwähnen. Diese Leistung angemessen zu würdigen, überlasse ich gerne seinen anwesenden Fachkollegen.

Das Jahr **1986** wird noch aus anderen Gründen unvergessen bleiben - es war das Jahr der großen Unfälle in Tschernobyl und bei Sandoz. Diese spektakulären Ereignisse haben nicht nur das Bewusstsein für die Umwelt in der Öffentlichkeit nachhaltig verändert, sondern auch Mängel in der Verfügbarkeit von Umweltinformationen offenbart. Der zügige Ausbau des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg, aber auch die Förderung der Umweltinformatik als Forschungsdisziplin waren die mittelbaren Folgen dieser Entwicklung.

Lassen Sie mich anstelle eines breiten historischen Rückblicks über die weiteren Entwicklungen im UIS die Frage behandeln, warum Forschungseinrichtungen der Umweltinformatik in diesem Prozess eine so wichtige Rolle gespielt haben.

Nun, zunächst war dies eine politische Entscheidung. Im Landessystemkonzept von 1984 war unter anderem das Ziel formuliert worden, durch Innovationen in der Informatik den Wirtschaftsstandort Baden-Württemberg zu fördern. Als Konsequenz wurden neue Forschungseinrichtungen für Informatik gegründet, wie das FAW an der Universität Ulm und das FZI an der Universität Karlsruhe. Im Zuge der Umsetzung der zweiten UIS-Rahmenkonzeption Anfang der 90er Jahre lag es nahe, diese neuen Institute, aber natürlich auch die bewährten Forschungseinrichtungen, wie das Institut für Angewandte Informatik, für den weiteren Ausbau des UIS heranzuziehen.

Ein typischer Ansatz, neuere Erkenntnisse der Informatik im Umweltschutz umzusetzen, war Ende der 80er Jahre die Entwicklung von Expertensystemen oder – im Sprachgebrauch der Informatiker – wissensbasierten Systemen. Eines der ersten Systeme dieser Art im Umweltschutz war das "Expertensystem Umweltgefährlichkeit von Abfallstoffen" – kurz XUMA. Das "Wissen" für den ersten Prototypen dieses Systems haben die *Herren Weidemann* und *Dr. Geiger* aus der Arbeitsgruppe von Herrn Dr. Jaeschke im Jahr 1988 den Chemie-Spezialisten der LfU - *voran Herrn Dr. Eitel* - entlockt.

XUMA wurde in den folgenden Jahren hauptsächlich für Zwecke der Altlastenbewertung weiterentwickelt. Zum Kummer der Informatiker verlor es dabei einige besonders elegante Funktionen der Wissensverarbeitung, gewann aber dabei soviel an Praxisrelevanz, dass das System heute in Baden-Württemberg und Sachsen als Standard-Verfahren in der Altlastenbearbeitung verwendet wird, insbesondere für die Analysenplanerstellung. Andere Teile des Systems wurden mit dem Umweltbundesamt weiterentwickelt und zum Einsatz gebracht.

Dieser Erfolg ist umso bemerkenswerter, als sich im Laufe der Jahre herausgestellt hat, dass der Ansatz der Expertensysteme, so überzeugend er in der Theorie ist, selten den rauen Wind der Umweltschutz-Praxis überlebt hat. Das liegt nicht an der Unfähigkeit der Informatiker, Wissen zu verarbeiten, sondern zumeist daran, dass die fachkundigen Spezialisten den Zeitaufwand für die Formalisierung ihres Wissens nicht leisten können. So gibt es in Baden-Württemberg neben XUMA nur noch ein wissensbasiertes System im praktischen Einsatz, und zwar WANDA, das im FAW entwickelt wurde, und das bei der LfU zur Auswertung von Spurenstoff-Analysen eingesetzt wird.

Dies war nicht die erste und sicher auch nicht die letzte innovative und gleichzeitig anwendbare Lösung aus Ihrem Haus, Herr Professor Dr. Radermacher, die wir in unsere Praxis übernehmen konnten.

In den frühen 90er Jahren bestand die Praxis der Umweltinformatik in Baden-Württemberg vornehmlich im inhaltlichen, technischen und organisatorischen Ausbau des ressortübergreifenden UIS. Die Schlagworte der wichtigsten Ergebnisse dieser Jahre bilden eine lange Liste: die ressortübergreifende zweite UIS-Rahmenkonzeption, eine Gemeinschaftsarbeit mit der Firma McKinsey; Aufbau einer Projektorganisation; Entwicklung zentraler Sachdatenbanken auf der Basis eines medienübergreifenden Datenmodells; Aufbau des Räumlichen Informations- und Planungssystems als zentralem Geodatenserver im Umweltbereich; Entwicklung und

Einsatz von Führungs- und Berichtssystemen; Aufbau des Informationsmanagements und Entwicklung des Umweltdatenkatalogs; landesweite Einführung der Bürokommunikation ... und, und, und.

Aus Zeitgründen will ich hier nicht vertiefen; diese Entwicklungen sind an anderer Stelle beschrieben worden. Ich verweise in dem Zusammenhang auf unser neuestes Werk, Umweltdaten 2000, das erstmals auch ein Kapitel über das Umweltinformationssystem enthält.

Mit den genannten Entwicklungen und ihrer Konsolidierung in neuem organisatorischen Rahmen – vor allem durch die Bildung des Informationstechnischen Zentrums bei der LfU im Jahr 1991 – waren wir gerüstet, den nächsten innovativen Schub aus der Informatikwelt aufzunehmen und produktiv zu verarbeiten: die Entstehung der Internet-, insbesondere der WWW-Technik.

Schon früh waren sich die Strategen des UIS über die Chancen im Klaren, die diese Technologie bringen würde: Vollständige Vernetzung von Informationsanbietern und -nachfragern, die Möglichkeit, Textpassagen und Bilder beliebig zu sogenannten Hypertexten zu verknüpfen – und das mit einer weltweit allgemeingültigen graphischen Benutzeroberfläche, die praktisch nichts kostete. Zudem wurde bald klar, dass damit ein und dieselbe Technik sowohl für die Entwicklung bisher äußerst aufwändiger Führungs- und Berichtssysteme als auch für die öffentliche Umweltberichterstattung eingesetzt werden konnte. Bei diesem riesigen Potenzial war es andererseits nötig, die Orientierung darüber zu behalten, welche Komponenten in dieser hochdynamischen Entwicklung langfristig tragfähig genug sein würden, um – bildlich gesprochen – wichtige Teile des UIS daran aufzuhängen.

Das Umweltministerium entschloss sich daher 1994, vier Institute mit einer Studie zu beauftragen, in der die Möglichkeit geprüft werden sollte, auf der Basis der neuen WWW-Techniken eine "aktive Auskunftskomponente für globale Umweltsachdaten" zu entwickeln. Die Auftragnehmer waren die "alte Hasen" im UIS-Geschäft des Landes – ich verwende hier nur die Abkürzungen, die in diesem Kreis wohl jedem geläufig sind : IPF, IKE, FAW und FZI. Um die Untersuchungsergebnisse ansprechend und ausgewogen zu dokumentieren, wurde das IAI gebeten, die Studie redaktionell zu bearbeiten und zu veröffentlichen. So wurde der Abschlussbericht des Projekts **GLOBUS** Phase 1 / 1994, herausgegeben von Roland Mayer-Föll und Andreas Jaeschke, als Wissenschaftlicher Bericht Nr. 5863 des Forschungszentrums Karlsruhe publiziert.

Die gemeinsame Arbeit der genannten Forschungseinrichtungen mit dem Umweltministerium und der LfU hat sich, wie wir alle wissen, außerordentlich gut bewährt. So folgten der Phase 1 des Projekts GLOBUS noch fünf weitere, und es war nur der eiserne Grundsatz des Projektmanagements, dass ein Projekt ein Ende haben muss, der uns dazu zwang, das GLOBUS-Projekt im Jahr 1999 abzuschließen. Neben den eigenen Entwicklungsbeiträgen, über die noch zu sprechen sein wird, hat über die ganzen Jahre Herr Dr. Jaeschke die Moderation der GLOBUS-Projektsitzungen und die Koordination der Berichterstattung übernommen. Alle GLOBUS-Berichte, die inzwischen weit über Baden-Württemberg bekannt sind und als Standardwerke der Umweltinformatik gelten können, sind als Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe erschienen.

Mit dem Verbundprojekt GLOBUS rückte die Umsetzung der entscheidenden Innovation der internetbasierten Informationsvermittlung in den Mittelpunkt der Arbeiten: die Hypermedia-Technik.

Während in den ersten Phasen der UIS-Entwicklung die Zusammenführung und Bereitstellung hochwertiger, gut strukturierter Daten in Datenbanken und deren Verknüpfung mittels übergreifender Anwendungsprogramme im Zentrum der Arbeiten stand, so bot die neue Hypermedia-Technik des World-Wide Web erstmals die Möglichkeit, textbasierte Dokumente in ebenso effektiver Weise zusammenzutragen, zu verknüpfen und einer fast beliebig großen Nutzergruppe zur Verfügung zu stellen.

Die erste Praxisanwendung dieses Typs war das Web-basierte Altlasten-Fachinformationssystem – kurz AlfaWeb, das 1995 vom Institut für Angewandte Informatik des FZK und dem Altlasten-Referat der LfU *unter Leitung von Ernst Schmid* in Angriff genommen worden war. AlfaWeb war und ist die gelungene Kombination aus mühsamer, konsequenter Erfassung und Erschließung unzähliger, vormals Aktenschränke füllender Fachberichte und der Bereitstellung eines ganzen Straußes komfortabler und leichtgängiger Navigations- und Darstellungsfunktionen. Nun, es hieße Eulen nach Athen tragen, wenn ich dieses System hier in diesem Kreis näher beschreiben wollte.

AlfaWeb ist zum Standard geworden. Zum Einen war es das erste GLOBUS-Produkt, das in die Praxis der Umweltverwaltung Einzug gefunden hat, und es war das erste, das von einem anderen Bundesland, dem Freistaat Sachsen, übernommen wurde. Damit wurde es zum Vorreiter einer inzwischen breit entwickelten Beteiligung anderer Länder und Bundeseinrichtungen, die sich dem GLOBUS-Projekt angeschlossen haben.

Zum Anderen war das Konzept so attraktiv, dass sich in kürzester Zeit andere Fachbereiche, zunächst Naturschutz und Bodenschutz, für die Entwicklung ihrerer Fachdienste derselben Technik und auch derselben Entwicklergruppe des FZK bedient haben. NafaWeb und BofaWeb werden wohl nicht die einzigen Mitglieder der XfaWeb-Systemfamilie bleiben; als nächster Spross ist gerade ein Fachdienst zum Chemikalienmanagement im Saatbeet.

Sie sehen, ich bin inzwischen in der Gegenwart der UIS-Entwicklung angekommen. Zu dieser Gegenwart gehört, dass nach Ende von GLOBUS 1999 die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in geringfügig geänderter Form fortgesetzt werden – im Rahmen eines neuen Projekts mit dem unverwechselbaren Kurznamen **AJA**, was auf **Anwendungen** mit der Programmiersprache **Java** hinweist – *vielleicht sagt Herr Mayer-Föll nachher dazu noch etwas*.

Für AJA gilt zunächst, dass die tragende Rolle der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Rahmen der UIS-Entwicklung bestätigt wird. Nach wie vor sind die Forschungsinstitute als Partner ein unverzichtbarer Bestandteil des Kooperationsmodells, das so charakteristisch für die Umweltinformatik ist. Es geht weiter darum, die besten Ideen einzufangen und neue Initiativen aufzugreifen. Dies heißt auch, neue Köpfe und neue Institute als Partner zu gewinnen. So ist es folgerichtig, dass die Zahl der beteiligten Institute nach dem Abschluss von GLOBUS weiter zugenommen hat.

Erweitert hat sich auch der Kreis der Auftraggeber aus dem Bund und den anderen Ländern. Derzeit beteiligen sich Umweltbundesamt, Bundesamt für Strahlenschutz, Bundesanstalt für Wasserbau sowie die Umweltministerien der Länder Niedersachsen, Sachsen, Schleswig-

Holstein und Thüringen fachlich und finanziell an den AJA-Entwicklungen. Das für die Umweltinformatik typische Kooperationsprinzip, das in der dritten UIS-Rahmenkonzeption von 1998 nochmals ausdrücklich zum Programm erklärt wurde, ist gerade hier im F- und E-Bereich vorbildlich umgesetzt worden.

Besonders erfreulich ist, dass mehrere Entwicklungen aus dem GLOBUS-Projekt inzwischen den Status von Produkten erlangt haben, die jetzt in der Verwaltungspraxis bestehen müssen. Als Beispiele sind hier in erster Linie die XfaWeb-Systeme, der Web-basierte Umweltdatenkatalog und das GIS-Terminal zu nennen. Die Einführung von Produkten stellt aber, wie wir wissen, nicht das Ende der Software-Entwicklung dar, sondern verlagert nur den Aufwand von konzeptionellen Ansätzen zu zähen Pflege- und Wartungsarbeiten. Es zeigt sich, dass für diese Arbeiten die Forschungs- und Entwicklungsinstitute nicht in Anspruch genommen werden können. Die Folge ist, dass Ingenieurbüros und Firmen, zum Teil sogenannte Spin-offs der Forschungsinstitute, dieses Geschäft übernommen haben und inzwischen auch in den Arbeitsgruppen des AJA-Projekts vertreten sind. Mit wachsendem Erfolg der AJA-Entwicklungen wird die Bedeutung dieser neuen Partner zunehmen.

Wir müssen jedoch weiterhin bei vielen Software-Entwicklungen im Umweltbereich davon ausgehen, dass nicht alle Anforderungen am Anfang eines Projekts exakt feststehen, beziehungsweise sich im Projektzeitraum durch neue Erkenntnisse oder äußere Zwänge wieder ändern. Für diese Fälle hat sich – auch in wirtschaftlicher Hinsicht – der Weg bewährt, zunächst gemeinsam mit forschungsnahen Einrichtungen Prototypen zu entwickeln. Aufgabe der LfU ist es dabei, zunächst die Praxisanforderungen zu formulieren, dann die Einheitlichkeit und Kompatibilität der entwickelten Software zur bestehenden Systemlandschaft sicherzustellen und schließlich den Einsatz beim Anwender zu organisieren und zu unterstützen.

Neben den eigentlichen innovativen Arbeiten, in denen die besondere Stärke der anwendungsorientierten Forschungsinstitute liegt, wird aber auch der Aufwand für Koordination und Abstimmung zwischen den Kooperations-Beteiligten weiter zunehmen. Wir freuen uns daher, dass *Sie, Herr Dr. Jaeschke*, auch für das neue Projekt AJA die Projektmoderation und die Berichtspublikation übernommen haben.

Der Rahmenvertrag, den das Ministerium für Umwelt und Verkehr mit dem Forschungszentrum Karlsruhe geschlossen hat, ist nicht an Ihre Person gebunden, aber Ihr Verdienst. Nach Ihrem Ausscheiden beim FZK wird diese Aufgabe dem Institut für Angewandte Informatik erhalten bleiben, wenn es aktiv darum wirbt und durch Leistung überzeugt. Ebenso bin ich sicher, dass die XfaWeb-Familie sich nicht nur weiter vergrößern wird, sondern der Systemkern selbst mit der rasanten technischen Entwicklung ständig weiterentwickelt werden muss.

Sie können sicher sein, *Herr Dr. Jaeschke*, dass wir das Institut für Angewandte Informatik des Forschungszentrums Karlsruhe weiter fordern und fördern werden.

Ich möchte meinen Dank für die harmonische und erfolgreiche Zusammenarbeit in den zurückliegenden Jahren nochmals an Sie persönlich richten und Ihnen für die kommenden Jahre alles Gute wünschen.

Umweltschutz und nachhaltige Entwicklung

Beiträge der Informatik und Informationstechnik

F. J. Radermacher

Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW)

Helmholtzstr. 16

D-89081 Ulm

1. EINLEITUNG	17
2. INFORMATIK, UMWELTSCHUTZ UND NACHHALTIGE ENTWICKLUNG: WIE HÄNGT DAS ZUSAMMEN?	17
3. DER WERT EINER VERNÜNFTIGEN ORDNUNG	19
4. UMWELTINFORMATIK VOR ORT	19
4.1 DIE ARBEIT DER UMWELTVERWALTUNGEN	20
4.2 DER DATENBESTAND	21
4.3 META-INFORMATION	21
4.4 MODELLE	21
5. DAS PRODUKTIVITÄTSPARADOX.....	22
6. DR. ANDREAS JAESCHKE, DER MODERATOR UND GESTALTER IM UMWELTINFORMATIONSSYSTEM BADEN-WÜRTTEMBERG UND IN DER GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK.....	23
7. ERGÄNZENDE LITERATUR	24

1. Einleitung

Der folgende Text ist im Kontext der Verabschiedung von Herrn Dr. Jaeschke aus seiner Verantwortung als Abteilungsleiter Umweltinformatik im Institut für Angewandte Informatik des Forschungszentrums Karlsruhe entstanden. Er soll insbesondere den persönlichen Dank des Autors für die langjährige enge Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Jaeschke im Bereich der Umweltinformatik zum Ausdruck bringen. Im Folgenden werden hierzu einige Hinweise zur Geschichte der entsprechenden Arbeiten und zu einigen Highlights der Zusammenarbeit sowie zur Einordnung der Thematik in einen größeren Kontext gegeben.

2. Informatik, Umweltschutz und nachhaltige Entwicklung: wie hängt das zusammen?

Wir leben heute in Zeiten der ökonomischen Globalisierung, die ihrerseits eine Folge der unglaublichen Innovationsdynamik im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien ist. Diese Technologien haben de facto früher bestehende geographische Distanzen fast restlos eliminiert und die globalisierte Ökonomie geschaffen, die wir heute kennen. Diese Ökonomie wird zwar immer noch in Termini einer Welthandelsordnung verstanden – und hat konsequenterweise ihre wichtigste Koordinierungsinstanz in dem Freihandelsregime der WTO (der World Trade Organisation) - ist aber de facto immer mehr eine einzige durchgehende Ökonomie. Dies ist im Wesentlichen eine Folge der neuen distanzüberbrückenden Informations- und Kommunikationstechnologien, die insbesondere im Bereich der Verarbeitung von Information, und damit in der überwiegenden Zahl aller Wertschöpfungsprozesse, heute über globale Netzwerke ein gemeinsames Arbeiten rund um den Globus zulassen. Informationen können in Sekundenschnelle ausgetauscht werden.

Damit treffen nun aber unvermeidbar die unterschiedlichsten gesellschaftlichen Logiken auf diesem Globus hautnah aufeinander. Dies gilt ebenfalls für die ganz unterschiedlichen gesellschaftlichen Arrangements und dies gilt auch für das gewaltige Wohlstandsgefälle zwischen Nord und Süd. In der Summe ergeben sich hieraus wegen der großen Gefälle enorme Beschleunigungs- und Veränderungspotentiale, das Unterlaufen von Standards etc. Dabei wird deutlich, dass in der erfolgenden Globalisierung bisher die internationalen politischen Instrumente fehlen, die es erlauben würden, diesen Prozess fairer und ausbalancierter zu steuern.

Wir beobachten statt dessen in Form einer erzwungenen Deregulierung Umverteilungsprozesse und zunehmend chaotische Zustände, „the winner takes it all“ Phänomene, „Gambling Prozesse“ etc, die man heute am besten auf dem „Neuen Markt“ und in der sogenannten „New Economy“ studieren kann. Dies alles ist zu sehen im Kontext einer Entwicklung, die in Richtung auf eine Welt mit 10 Milliarden Menschen führt, von denen immer mehr unseren Lebensstandart anstreben und als Folge der ökonomischen Globalisierung teilweise auch erreichen werden.

Die große Herausforderung für eine nachhaltige Entwicklung liegt an dieser Stelle in der Frage, wie dieses alles in einer Weise bewältigt werden soll, dass das globale Ökosystem nicht kollabiert. Dies ist zu sehen vor dem Hintergrund, dass die Ökosysteme weltweit heute schon überlastet sind und dabei die reichsten 20 % der Weltbevölkerung 80 % der Ressourcen verbrauchen und 80 % der Umweltbelastungen erzeugen – und das mit der saubersten Technologie.

Zu der Frage, wie man mit diesen Herausforderungen am ehesten umgehen kann, gibt es einen weltweiten intellektuellen Streit, der sich nach dem Fall der Mauer im wesentlichen auf die Frage konzentriert, ob wir mehr globale Ordnung brauchen, um die Probleme zu bewältigen oder ob weitere Deregulierung die Antwort ist. Der Deregulierungsansatz wird insbesondere massiv von Seiten der USA verfolgt. Die Vorstellung besteht dort darin, durch immer weitergehende Deregulierung die notwendigen Kräfte für Innovation zu entfalten. Ein besonderer Glaube gilt dabei dem inhärenten Potential der Informationstechnik, um die vor uns liegenden Probleme zu lösen. Man erhofft sich von dieser Technologie über die neuen Möglichkeiten einer Internetpräsenz und des weltweiten online Austausches eine Partizipation von Allen, auch eine Stärkung der Vielfalt der Kulturen, das Erreichen einer sozialen Ausgewogenheit und vor allen Dingen den Schutz der Umwelt durch die sogenannte Dematerialisierung von immer mehr Wertschöpfungsprozessen. Dies fällt unter das sogenannte Faktor 10 Konzept, also den Ansatz, die Probleme über die nächsten Jahrzehnte dadurch zu bewältigen, dass einerseits der Wertschöpfungsumfang auf diesem Globus verzehnfacht wird und das andererseits gleichzeitig durch technischen Fortschritt die spezifische Umweltbelastung und der spezifische Ressourcenverbrauch pro Wertschöpfungseinheit auf ein Zehntel reduziert werden können. Würde dies gelingen, so stünde am Ende des Jahrhunderts für 10 Milliarden Menschen das Zehnfache des heutigen Weltbruttosozialprodukts zur Verfügung, ohne dass die Umwelt stärker belastet würde als heute.

Die europäische Position stimmt bis zu dieser Stelle mit der US Sicht überein. Sie hält all das aber immer noch nur für eine notwendige, nicht aber für eine hinreichende Voraussetzung für Zukunftsfähigkeit. Der Grund für diese andere Sicht ist der sogenannte Rebound- oder Bumerang-Effekt, der historisch darin besteht, dass unter falschen Ordnungsbedingungen technischer Fortschritt zwar Probleme löst, aber in der Folge immer noch größere neue Probleme schafft. So beobachten wir heute als Folge des Siegeszugs von IT und WWW keineswegs die Stärkung der kleineren Kulturen, ganz im Gegenteil gibt es einen großen Sog in Richtung auf die englische Sprache, Hollywood und eine sogenannte „McDonalisedation“. Auch sind in der Folge der Netz-Innovationen die sozialen Unterschiede weltweit nicht kleiner geworden, ganz im Gegenteil. Der oben beschriebene Umverteilungseffekt macht sich vielmehr weltweit – und auch in Europa - als digitale Spaltung erkennbar, mit einer daraus resultierenden Verschärfung der Nord – Süd – Problematik und mit zunehmenden sozialen Problemen selbst in Europa. Und auch im Bereich der Umwelt ist es nicht so, dass durch diese Technologien die Probleme gelöst würden - ganz im Gegenteil. Trotz einer unglaublichen Miniaturisierung haben wir mehr Elektronikschrott als je zuvor, das vermeintliche papierlose Büro erweist sich als Ort des größten Papierverbrauchs in der Geschichte der Menschheit und in Zeiten von Internet und Multimedia-Präsenz wird nicht weniger gereist als früher, sondern mehr als je zuvor. Man braucht deshalb mehr als nur technischen Fortschritt. Technischer Fortschritt ist eine notwendige Voraussetzung für Zukunftsfähigkeit, aber keine hinreichende.

3. Der Wert einer vernünftigen Ordnung

Es ist an dieser Stelle der Kern der europäischen Position, dass langfristige Zukunftsfähigkeit nur erreicht werden kann, wenn auf der Weltordnungsebene geeignete, zukunftsfähige Rahmenbedingungen geschaffen werden. Das Regime der WTO muss hierzu weiterentwickelt werden, und zwar hin zu einem sozial-ökologischen Rahmen der Weltwirtschaft, der insbesondere auch die weltweiten kulturellen, sozialen und ökologischen Aspekte adressiert. Die Herausforderung auf WTO Ebene ist also nicht immer weitere Deregulierung, sondern partiell auch intelligente vermehrte Regulierung, und zwar an der richtigen Stelle. Es geht hierbei z. B. um die Etablierung weltweiter Umweltstandards und um die Co-Finanzierung von Entwicklung. Wir wissen aus den Erfahrungen mit der Ausdehnung der EU, dass entsprechende Fortschritte immer in der Weise erreicht werden, dass der ökonomisch schwächere Partner sukzessive die höheren Standards des ökonomisch stärker entwickelten Partners übernimmt, dieser aber umgekehrt durch Co-Finanzierung dazu beiträgt, dass der schwächere Partner seinen bisherigen Wettbewerbsvorteil aufgeben kann, der eben darin bestand, diesen Standard nicht einhalten zu müssen. Es geht also immer um die Co-Finanzierung des Angleichens vereinbarter Entwicklungsstand-abhängiger Standards. Dabei gilt die Formel: je mehr Co-Finanzierung, um so schneller ist die Angleichung der Standards möglich.

Genau dieses Thema steht nun weltweit an. Wir brauchen massive Investitionen des Norden in den Süden, vor allen Dingen in Ernährung, Ausbildung, Gesundheitssysteme, Rentensysteme und die Stärkung der Rolle der Frau. All dies ist auch der Schlüssel, um endlich die Trends in Bezug auf die Bevölkerungsentwicklung umzukehren. Diese europäische Denkposition ist heute die größte Chance für den Globus. Ob wir an dieser Stelle weiterkommen, wird über die Nachhaltigkeit des weltweiten Wirtschaftens entscheiden. Zur Zeit sind die Trends nicht nachhaltig! Die Auftaktsveranstaltung der WTO in Seattle Ende 1999 war in der beschriebenen Sicht der Dinge ein hoffnungsvolles Ereignis. Die Weltzivilgesellschaft hat in Seattle artikuliert, dass sie die Fortschreibung des WTO-Regimes nicht länger als eine bloß technische Frage der Handelsregulierung begreift, sondern als ein Thema mit massiven Implikationen auf weltweite soziale, kulturelle und ökologische Anliegen. Die G8 Gipfel von Köln (Entschuldung der ärmsten Entwicklungsländer) und Okinawa (Kampf gegen die globale digitale Spaltung) haben Zeichen in die richtige Richtung gesetzt. Ein wichtiger Ansatz für eine bessere Weltordnung wäre sicher auch eine faire Zuteilung und ein Handel von Verschmutzungsrechten auf globaler Ebene. Der CDM-Mechanismus des Kyoto-Vertrags ist hier ein vernünftiger Ansatz. Es ist sehr bedauerlich, dass die Europäer in falsch verstandener Moralität hier im Moment blockieren und den weiteren Einigungsprozess auf diese Weise verlangsamen.

4. Umweltinformatik vor Ort

Die gegebenen allgemeinen Hinweise sollten deutlich machen, wie sehr Informationstechnik, Globalisierung und nachhaltige Entwicklung thematisch zusammenhängen. Dies ist einer der Gründe, weshalb Informatiker, Naturwissenschaftler und Ingenieure sich zunehmend mit der Umweltinformatik beschäftigt haben. Eine starke Betonung der Informatikaspekte findet dabei nicht immer die ungeteilte Zustimmung aller anderen Disziplinen. Viele sehen das Um-

weltproblem eher von naturwissenschaftlichen Phänomenen oder von den Stoffströmen her, wieder andere sehen es primär als ein politisches Thema oder als ein Thema der Ökonomie. Demgegenüber ist der aus der Informatik kommende Aspekt der, dass in unseren heutigen Zeiten der Aspekt der Informationsbereitstellung angesichts der unglaublichen Innovationsgeschwindigkeit in diesem Bereich alle anderen Aspekte dominiert, bis hin zu den beschriebenen globalen ökonomischen Phänomenen, aber durchaus auch vor Ort und in den konkreten Details der Umweltthematik. Deshalb ist im Rahmen eines Engagements für die Umwelt eine adäquate Einbindung von Beurteilungsfähigkeit hinsichtlich IT unverzichtbar.

Diese neue Sicht hat ihren Ursprung vor über 15 Jahren. In Baden-Württemberg wurde dies 1984 deutlich mit der Idee, ein landesweites Umweltinformationssystem (UIS) aufzubauen. Dass ein solches UIS notwendig ist, machten die Unfälle von Tschernobyl und Sandoz deutlich. In diesen thematischen und zeitlichen Kontext fällt die Bildung eines eigenständigen des Umweltministeriums Baden-Württemberg, die verstärkte Nutzung der Informatik an der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) in Karlsruhe und Gründung des FAW im Jahre 1987. Am damaligen Kernforschungszentrum Karlsruhe wurde ebenfalls parallel zum Rückgang der Kernenergiethemen eine Migration in diesem Bereich vorgenommen. Herr Dr. Jaeschke hat diesen Prozess von Anfang an wesentlich mitbeeinflusst und inhaltlich mit geprägt.

Warum spielt nun die Informatik in diesem Umfeld eine so große Rolle? Ganz allgemein wirkt hier ein Prinzip, das man auch aus dem Engineering kennt. Es ist das sogenannte 1:10:100-Prinzip, das besagt, dass von einer Idee zu einem Prototyp und von dort zu einer tatsächlichen Realisierung zwei Größenordnungen an Aufwand hinzukommen. Aus der Gehirnforschung weiß man entsprechend, dass der wirkliche Engpass bei jedem Lebewesen das Tun ist, die Aktorik. Es wird deshalb in allen Lebewesen ein erheblicher sensorischer Aufwand betrieben und ein noch um Größenordnungen größerer Aufwand der „Informationsverarbeitung“, des „Rechnens“ bzw. des „Durchdenkens“ von Situationen, bevor dann schließlich etwas getan wird, einfach weil das Tun in jeder Hinsicht der Engpass ist. Noch deutlicher: wenn man etwas tut, sollte man dies gut überlegt haben, weil man insgesamt nur so wenig tun kann. Nun ist das in unseren gesellschaftlichen Prozessen nicht anders. Mit der modernen Informationstechnik ergeben sich dabei unglaubliche neue Möglichkeiten, an immer mehr Stellen mit Hilfe dieser Technologie Dinge besser zu durchdenken, benötigte Informationen bereits im Vorfeld besser zu erfassen und zu speichern und diese dann bei Bedarf verfügbar zu machen. Dieses neue Potential muss unbedingt genutzt werden. Und in diesem Prozess sind wir nun mittendrin. Im Folgenden werden 4 Dimensionen dieser Entwicklung kurz diskutiert.

4.1 Die Arbeit der Umweltverwaltungen

Die Arbeit der Umweltverwaltungen ist in großem Umfang administrativer Natur. Hier werden Informationsbedürfnisse der Bürger, der Wirtschaft, der Politik und der öffentlichen Verwaltung befriedigt. Die Prozesse müssen juristisch überprüfbar sein, sie müssen Verwaltungsanforderungen genügen. In der Summe sind das detail-orientierte und teils sehr bürokratische Prozesse, die allesamt durch Informationstechnologie wesentlich unterstützt werden können. Jeder Fortschritt der Technologie, jeder Fortschritt hinsichtlich der Leistungsfähigkeit der Softwaresysteme eröffnet unmittelbar neue Möglichkeiten der besseren Beherrschung der Prozesse. Die Politik muss darauf reagieren und tut dies auch, gerade angesichts der zu-

nehmenden Erwartungen der Bürger in diesem Bereich. Insofern hat die Informationstechnologie hier eine wichtige Rolle und wird entsprechend in den Prozess eingebunden. Natürlich wachsen dabei die Wünsche von Bürgern, Wirtschaft und Politik mit den technischen Möglichkeiten, d. h. dieser Innovations- und Nutzungsprozess wird dauernd angeheizt.

4.2 Der Datenbestand

Die vielleicht wichtigsten Ressourcen im Umweltbereich sind die Datenbestände als solche. Die Datenbestände sind in erheblichem Umfang administrativer Natur, detailliert und Kontext-abhängig. So wie Gerechtigkeitsfragen letztlich beim Einzelfall enden, so endet auch Biotopkartierung letztlich beim Detail. Es sind Zehntausende von einzelnen Fällen zu unterscheiden, und zwar in genauer geographischer Abgrenzung und hinsichtlich der betroffenen Arten, Anzahlen etc. Nur mit modernen Informationstechnologien sind solche Aufgaben überhaupt angebar.

4.3 Metainformation

Letztlich drückt sich die Umweltthematik wie jede sprachliche Beschreibung der Realität in Begriffsbildungen und Zusammenhängen sowie insbesondere in Bezügen von Begriffsbildungen untereinander aus. Ganz unvermeidlich wird man zu Systementwicklungen kommen, bei denen eine geistige „Ownership“ bei einzelnen Personen liegt. Kontextabhängig werden die Terminologie, die Logik und die beteiligten Systeme unterschiedlich sein. Alles das wird in einem evolutorischen Prozess gleichzeitig mit und untereinander wachsen und sich entwickeln. Wirklich harte Informatikfragen treten auf, wenn dabei viele unterschiedliche Einzelsysteme über Netze miteinander verbunden und im verteilten Zugriff begrifflich integriert werden sollen. Hier gelangt man als Hilfsmittel der Integration zu sogenannten Metainformationssystemen, also zu Systemen, die Information über Informationssysteme sowie über den Zugriff auf derartige Systeme beinhalten. Hier greift man dann auch auf universelle Metaphern der Verknüpfung von Information zurück - das ist insbesondere im Geoinformationsbereich aber auch im Laborinformationsbereich mit dem Sach-, Orts- und Zeitbezug der Fall. Ort und Zeit werden dabei genutzt, um zunächst noch unverbundene Inhalte miteinander zu verknüpfen. Zugleich werden Ort und Zeit auf der Darstellungsseite einbezogen, um Inhalte für Nutzer leichter erfassbar aufzubereiten, z. B. über kartographische Darstellungen. Hier tut sich ein weites Feld sehr harter Informationstechnik auf, vor allen Dingen wenn all dies über Netze miteinander verknüpft werden soll, z. B. auch für die Umweltberichtserstattung. Wesentliche Fortschritte in diesem Bereich betreffen z. B. den Umweltdatenkatalog der deutschsprachigen Umweltbehörden zum terminologischen Abgleich und die Nutzung der amtlichen topografischen Karte als Referenz für die räumliche Situation. Dr. Jaeschke hat all diese Felder aktiv mitgestaltet.

4.4 Modelle

Die intellektuelle „Königsebene“ in all diesen Themenfeldern ist wie immer in Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften erreicht, wenn mittels Modellen und Algorithmik die schwere Aufgabe geleistet wird, immer neue Fragen auf der Basis schon vorhandener Daten zu beantworten. Dies ist deshalb wichtig, weil Daten nicht immer wieder themenspezifisch

neu erhoben werden können, schon gar nicht historische Daten. Hier braucht man Modelle, die es erlauben, über mathematische Verfahren Daten und Zusammenhänge in neue Kontexte transferieren. Von der Informatik her tritt dabei u. a. das Problem auf, entsprechende Modelle und Algorithmen zu verwalten, verteilt nutzbar zu machen etc. Insgesamt gibt es hier eine enorme Vielzahl von Herausforderungen, die letztlich nur bewältigt werden können, wenn man souverän mit den entsprechenden Daten, Methoden und Werkzeugen umgehen kann. Hier kam Dr. Jaeschke seine Herkunft als Diplom-Physiker, der in physikalischer Chemie promovierte, sehr zugute. Ergänzend sei bemerkt, dass dies alles nur geht, wenn man über entsprechend motivierte und erfahrene Mitarbeiter verfügt, die dieses alles beherrschen, wobei umgekehrt leistungsfähige Mitarbeiter nur gehalten werden können, wenn man ihnen Möglichkeiten bietet, sich in anspruchsvollen Feldern, wie sie hier beschrieben werden, aktiv zu engagieren und wenn in den Arbeitsteams das Klima stimmt. Auch auf diesem Feld, der Leitung und Motivation seines Teams, hat Dr. Jaeschke Maßstäbe gesetzt

5. Das Produktivitätsparadox

Auf Grund der beschriebenen Ausgangssituation ist klar, dass man in der Umweltinformatik mit dem enorm schwierigen Problemen zu kämpfen hat, dass man Aufgaben mit neuester Technologie angeht, Aufgaben, die insbesondere mit großen Datenbeständen und komplexen Algorithmen zu tun haben. Immer wieder ist es dabei so, dass noch bevor ein System fertig ist, bevor man ein System wirklich nutzen kann, neue technische Entwicklungen mit neuen Möglichkeiten auf den Markt kommen, auf die man reagieren muss, weil man nur so anschlussfähig an die moderne Technologie bleibt. Nur so kann man auch Einfluss nehmen auf die Entwicklung und gleichzeitig die Voraussetzungen dafür schaffen, dass die eigenen Mitarbeiter sich entfalten können und entsprechend motiviert weiter mitwirken. Dieser Prozess ist insbesondere für Beobachter frustrierend, die mit der Sicht des reinen „Haushälters“ auf der Ebene von Regelwerken die Kostenbalance entsprechender Entwicklungen nachzuprüfen versuchen. Man landet hier bei dem sogenannten Produktivitätsparadoxon der modernen Informationsgesellschaft, das besagt, dass alle entsprechenden Investitionen auf der Ebene der klassischen Kostenrechnungen kaum Sinn zu machen scheinen. Trotzdem tut es jeder, weil jeder weiß, dass es hier nicht primär um Kostenrechnung geht, sondern um Anschlussfähigkeit, um die Sicherung von Optionen, um die Fähigkeit, in Zukunft noch adäquat reagieren zu können. Anders ausgedrückt heißt das, dass eine klassische Kostenrechnung für derartig schnelle Innovationsprozesse sachlich nicht adäquat ist.

Vor der beschriebenen Herausforderung steht man natürlich auch in der Umweltverwaltung, insbesondere angesichts der vorgegebenen öffentlich-rechtlichen Logik. Aus der Sicht dieses Textes gilt in diesem Kontext ein höchster Respekt dem Umweltministerium bzw. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg und seinen thematisch Verantwortlichen, im Besonderen Herrn Mayer-Föll und z. B. auch Frau Henning, Herrn Dr. Schulz und Dr. Obrecht, denen es gelungen ist, alle institutionellen Gegebenheiten dieser Themen über viele Jahre auf einem hohen Qualitätsniveau verantwortlich voranzubringen. Ein großer Respekt gilt auch der Landesanstalt für Umwelt (LfU) mit der Präsidentin Frau Barth und Mitarbeitern wie die Herren Dr. Keitel, Dr. Ehrlenspiel, Manfred Müller, Ernst Schmid, Burkhard Schneider, Dr. Spandl und Frau Ebel, die über Jahre hinweg diese Themen von der Fachseite her entwickelt haben. Aus Sicht des FAW, das nun schon seit mehr als einem Dutzend

Jahre in die Entwicklung des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg (UIS) involviert ist, gilt diesen verantwortlichen Akteuren ein großer Dank, ebenso wie den beteiligten Partnern im Forschungszentrum Karlsruhe unter Leitung von Dr. Jaeschke, dem Forschungszentrum Informatik und anderen Partnern, die diese Themen mit uns erfolgreich bearbeitet haben. Besonders wichtige Projekte in diesem Bereich waren für das FAW HUDA, WAABIS und GLOBUS; vor allem GLOBUS verdankt seinen großen Erfolg auf Landes- wie auf nationaler Ebene insbesondere der immer ausgleichenden und thematisch genau fokussierten Orientierungsfunktion von Herrn Dr. Jaeschke. Dies ist in dem vorliegenden Band an anderer Stelle noch genauer beschrieben.

6. Dr. Andreas Jaeschke, der Moderator und Gestalter im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg und in der Gesellschaft für Informatik

Wir sind damit bei den vielfältigen Verdiensten von Dr. Jaeschke. Wie schon erwähnt, hat er vom Forschungszentrum Karlsruhe her die hier angesprochenen Themen über mehr als ein Jahrzehnt betrieben. Er war ein wichtiger Partner im Auf- und Ausbau des UIS Baden-Württemberg und hat vor allem durch seine inspirierende und ausgleichende Art wesentlich dazu beigetragen, dass man überhaupt so weit kommen konnte.

Parallel hierzu hat er auch bei der Gesellschaft für Informatik, in enger Zusammenarbeit mit Kollegen wie Herrn Prof. Page und Herrn Dr. Pillmann, wesentlich dazu beigetragen, dass sich der Fachausschuss „Umweltinformatik“ der Gesellschaft für Informatik mit vielen hundert Mitgliedern konstituiert hat, die das Thema der Verknüpfung von Informatik und Umwelt nun seit mehr als 15 Jahren engagiert in verschiedenen thematischen Fachgruppen und Arbeitskreisen vorantreibt.. Herr Dr. Jaeschke war in all dem immer auch persönlich inspirierend mit seiner sehr jugendlichen Ausstrahlung, enormen Motivationsfähigkeit und großen Ausdauer. Hinzu kommt die Inspiration der Mitarbeiter, auch mit einem in vielem eher intuitiven persönlichen Führungsstil, und die Organisation eines breiten Partnernetzwerkes. Deshalb haben wir in der Community der Umweltinformatik Herrn Dr. Jaeschke viel zu verdanken. Welchen Einfluss Herr Dr. Jaeschke auf die Entwicklung der deutschen Umweltinformatik hatte, wurde nicht zuletzt dadurch zum Ausdruck gebracht, dass der Fachausschuss „Umweltinformatik“ Herrn Dr. Jaeschke zu seinem ersten Ehrenmitglied ernannt hat. Er hat auf allen Ebenen des Engagements Vorbildliches geleistet und sich für unsere Community verdient gemacht. Wir hätten ihn gerne weiter in einer aktiven, führenden Rolle gesehen und werden ihn sehr vermissen. Wir hoffen nun auf vielfältige andere Formen der Interaktion mit ihm und wünschen ihm ansonsten im Kreis seiner Familie viele weitere Erfahrungen und Herausforderungen. Bei Dr. Jaeschke darf man davon ausgehen und zuversichtlich sein, dass er noch viele Pläne hat und Vieles bewegen wird.

7. Ergänzende Literatur

1. Carrelli, C., J. van Dijk, J. Gray, J. Majo, R. Pestel, F.J. Radermacher: Auf dem Weg in eine globale nachhaltige Informationsgesellschaft - eine europäische Perspektive. In: Jahrbuch Arbeit und Technik 1999/2000. Was die Gesellschaft bewegt (Werner Fricke, ed.), Verlag J.H.W. Dietz Nachf., Bonn, S. 399-412, 1999
2. Geiger, W., Jaeschke, A., Rentz, O., Simon, E., Spengler, Th., Zilliox, L., Zundel, T. (Hrsg.): Umweltinformatik 1997 / Informatique pour l'Environnement 1997, 11. Internationales Symposium der Gesellschaft für Informatik, Straßburg 1997, Metropolis-Verlag, Marburg.
3. Jaeschke, A., Keitel, A., Mayer-Föll, R., Radermacher, F.J., Seggelke, J.: Metawissen als Teil von Umweltinformationssystemen, Proceedings des Workshops "Umweltinformatik 1990", FAW-B-91002/I+II, 1991; Günther, O., Kuhn, H., Mayer-Föll, R., Radermacher, F.J. (eds.), Konzeption und Einsatz von Umweltinformationssystemen, Informatik-Fachberichte 301, Springer-Verlag, Berlin, 115-130, 1992
4. Mayer-Föll, R., Jaeschke, A. (Hrsg.): Projekt GLOBUS, Von Komponenten zu vernetzten Systemen für die Nutzung globaler Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg und anderen fachübergreifenden Anwendungen., Phase VI 1999, Forschungszentrum Karlsruhe, Wissenschaftliche Berichte, FZKA 6410
5. Radermacher, F.J.: Informationsgesellschaft und nachhaltige Entwicklung: Was sind die vor uns liegenden Herausforderungen. Erscheint in dem Tagungsband: „Umweltinformatik aktuell“ des 11. Symposiums Umweltinformatik '97 in Strasbourg (GI Fachausschuss 4.6 „Informatik für den Umweltschutz“, Hrsg.), Metropolis Verlag Marburg, 1997
6. Radermacher, F.J.: Zukunftsfragen der Menschheit: technische, gesellschaftliche und ethische Aspekte. Gekürzte Fassung erscheint unter dem Titel „Think globally, act locally“ in Forschung & Lehre 12, 619-622, 1997
Nachdruck in: Tagungsband „Leitbilder einer nachhaltigen Entwicklung“ Ministerium für Umwelt und Verkehr , Baden-Württemberg (ed.), 1999
7. Radermacher, F. J.: Informationsgesellschaft und Nachhaltige Entwicklung, Ergebnisband der Stuttgarter Konferenz, 2.7.1998
8. Radermacher, F. J.: Globalisierung, Informationsgesellschaft und nachhaltige Entwicklung - Hinweise zu einem Politikprogramm aus europäischer Sicht. Ulmensen, Band 13 „Globalisierung und Soziale Marktwirtschaft“, S. 31-53, Universitätsverlag Ulm, 1999
9. Radermacher, F.J. (ed.): Informationsgesellschaft und nachhaltige Entwicklung. Wissensverarbeitung und Gesellschaft. Eine Publikationsreihe des FAW. Universitäts-Verlag Ulm GmbH, 2000
10. Tochtermann, K., Kadric, L., Rainbold, E., Pursche, K., Kramer, R., Schmidt, R., Jaeschke, A., Geiger, W., Wiesel, J., Hofmann, C., Keitel, A., Reimann, A., Schütz, T., Burkhardt, J.(1999): Erstellung von Umweltberichten mit dem HUDA-Werkzeugkasten., Tagungsband Umweltinformatik `99, Metropolis-Verlag, Marburg, 1999

Das F+E-Projekt AJA
Anwendung JAVA-basierter Lösungen
in den Bereichen Umwelt, Verkehr und
Verwaltung
Phase I 2000

Das F+E-Projekt AJA

Die Entwicklung des Umweltinformationssystem Baden-Württemberg

Entwicklung, Aufbau und Ausbau des Umweltinformationssystem Baden-Württemberg (UIS BW) sind seit 16 Jahren schrittweise und bedarfsorientiert vollzogen worden. Die erste UIS-Generation wurde auf Grundlage einer ressortinternen Konzeption des damaligen Ernährungsministeriums (EM) in den Jahren 1983-86 realisiert /1/. In den Jahren 1987-94 erfolgte der ressortübergreifende Ausbau als UIS der 2. Generation unter der Federführung des Umweltministeriums (UM) /2/, /3/. Die vom Ministerium für Umwelt und Verkehr (UVM) weiterentwickelte 3. Generation deckt einen Planungszeitraum bis zum Jahr 2005 ab /10/, /11/.

Zur IuK-technischen und funktionalen Weiterentwicklung des UIS BW wurde 1994 das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben GLOBUS (Globale Umweltsachdaten) begonnen und in einjährigen Projektphasen (GLOBUS I bis VI) fortgeführt /4/ - /9/.

Die Entwicklungsarbeiten im Vorhaben GLOBUS waren ausgerichtet auf:

- die Anpassung des UIS an innovative Hard- und Softwarekonzepte und die Nutzung moderner Informatik-Werkzeuge, um die Pflege des Systems sicherzustellen und um die technischen und kostenmäßigen Vorteile der Innovationen zu nutzen.
- die Erweiterung des UIS entsprechend den jeweils aktuellen Anforderungen, die sich aus den ständigen Veränderungen in der Verwaltungsstruktur und der immer engeren Verzahnung der Verwaltungsabläufe von Land und Kommunen sowie der wachsenden Vernetzung auf Länder-, Bundes- und Europa-Ebene ergaben.

Mit dieser Zielsetzung wurde im Laufe der sechs Projektphasen eine Vielzahl von systemanalytischen Arbeiten, Marktuntersuchungen, konzeptionellen Aufgaben und Realisierungen durchgeführt. Dazu gehörten im Wesentlichen:

- die Fortschreibung der Rahmenkonzeption des UIS BW - RK UIS,
- die Integration des Umweltdatenkatalogs in WWW-Anwendungen - WWW-UDK,
- die Entwicklung des Informationsservices Umwelt- und Verkehr - WWW-UVIS,
- die Entwicklung des Geo-Informationssystem-Terminals - GISterm,
- die Entwicklung der Web-basierten Fachinformationssystem-Familie XfaWeb,
- die Entwicklung des Sachdatensystems - SDS,
- die Durchführung des Projekts Hypermediatechnik für Umweltdaten - HUDA,
- die Entwicklung des Systems zur Dokumentenverwaltung in Web-Archiven - DIWA,
- die Mitarbeit bei der Teilerneuerung der KFÜ BW mit der Realisierung des Dienstes Ausbreitungsrechnung und
- der Aufbau der Entwicklungsumgebung WAABIS mit der Erstellung der Anwendung Grundwasserdatenbank GWDB.

Mit der Phase VI wurde das Vorhaben GLOBUS Ende 1999 abgeschlossen.

Das neue F+E-Projekt AJA

Mit Beginn des Jahres 2000 wurde im Rahmen des UIS BW das neue F+E-Vorhaben Anwendung JAVA-basierter Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung (AJA) begonnen.

Das generelle Ziel der F+E-Aktivitäten dieses Vorhabens ist die Weiterentwicklung, die Konsolidierung und die Integration der im GLOBUS-Vorhaben und in sonstigen F+E-Vorhaben des UVM erstellten Konzepte, Werkzeuge und Systeme und ihr Transfer in die praktische Anwendung.

Vorhabensbegleitend werden dabei - wie schon im GLOBUS-Vorhaben - der technische Fortschritt und neue Nutzeranforderungen bezüglich ihrer Konsequenzen auf die F+E-Arbeiten analysiert.

Neue Aspekte für die F+E-Arbeiten ergeben sich, da jetzt auch die unterschiedlichen IuK-Rahmenkonzepte der neuen Kooperationspartner zu berücksichtigen sind.

Im Verlauf des Vorhabens soll wie bisher versucht werden, weitere, neue Kooperationspartner für die F+E-Entwicklungen und deren Anwendung zu finden.

Projekträger des F+E-Vorhabens AJA sind das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (UVM) und die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU).

Desweiteren sind an dem Vorhaben beteiligt:

- die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW),
- das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU),
- das Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein (MUNF SH),
- das Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg (MLR),
- das Niedersächsische Umweltministerium (MU NI),
- das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL SN),
- die Stabsstelle für Verwaltungsreform im Innenministerium Baden-Württemberg (StaV/IM) und
- das Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (TMLNU),
- die Datenzentrale Baden-Württemberg (DZ).

Die F+E-Arbeiten des AJA-Vorhabens werden insbesondere von folgenden Forschungs-Institutionen und Firmen durchgeführt:

- Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung an der Universität Ulm (FAW),
- Forschungszentrum Informatik an der Universität Karlsruhe (FZI),
- Forschungszentrum Karlsruhe - Technik und Umwelt - Institut für Angewandte Informatik (FZK/IAI),
- Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung Karlsruhe (FhG/IITB),
- Institut für Informatik / Abteilung Intelligente Systeme der Universität Stuttgart (IfI/AIS),

- Institut für Kernenergetik und Energiesysteme der Universität Stuttgart (IKE),
- Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der Universität Karlsruhe (IPF),
- debis Systemhaus GmbH Ulm (debis SH),
- disy Informationssysteme GmbH Karlsruhe (disy),
- Ingenieurgesellschaft für Umwelttechnik GmbH (IUT).

F+E-Arbeiten in 2000

Im Jahr 2000 wurden insbesondere bearbeitet:

vom FAW

- DIWA - Dokumentenverwaltung in Web-Archiven der Umweltdienststellen
- GIS-GwD - GIS-Arbeitsplatz für die Gewässerdirektionen
- HUDA-Pflege - Werkzeugkasten Hypermediatechnik für Umweltdaten
- RK UIS-U - Umsetzung der Rahmenkonzeption des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg

von FZK/IAI / IUT

- XfaWeb - Webbasierte Fachinformationssystem-Familie

von FhG/IITB / DZ

- EUW/GWDB - Entwicklungsumgebung WAABIS/Grundwasserdatenbank

von IfI/AIS / UMEG

- Auto-Text-UIS - Automatische Erstellung von Kurzberichten für Ozon

von IKE / debis SH

- ISS-KFÜ - Integration von Sachdaten und Simulationskomponenten in die Kernreaktor-Fernüberwachung Baden-Württemberg

von IPF / FhG/IITB

- GISterm/GWDB - Weiterentwicklung des GIS-Terminals für die Grundwasserdatenbank

von disy

- SDS - Weiterentwicklung und Pflege des Sachdatensystems.

Der vorliegende Bericht gibt in Beiträgen der beteiligten Forschungsinstitute die Ergebnisse der F+E-Arbeiten zu den Teilprojekten des Vorhabens AJA wieder.

Literatur

- /1/ R. Mayer-Föll, P. Schilling, D. Weigert et al;
Konzeption für das Umweltinformationssystem Baden-Württemberg.
Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg,
Mai 1986
- /2/ Umweltministerium Baden-Württemberg / McKinsey and Company, Inc.;
Konzeption des ressortübergreifenden Umweltinformationssystems
im Rahmen des Landessystemkonzepts Baden-Württemberg
(Phase I: Bestandsaufnahme und inhaltliche Konzeption;
Phasen II/III: Systemkonzeption und Umsetzungsplanung;
Phase IV: Weiterentwicklung der Rahmenkonzeption;
Phase V: Umsetzung der Rahmenkonzeption).
1987-1990
- /3/ Arbeitsgemeinschaft Diebold - Dornier - Ikoss;
Erstellung eines Landessystemkonzepts für einen rationellen und
wirtschaftlichen Einsatz der Informations- und Kommunikationstechniken
in der öffentlichen Verwaltung des Landes Baden-Württemberg,
Dezember 1984
- /4/ R. Mayer-Föll, A. Jaeschke (Hrsg.);
Projekt GLOBUS - Vorstudie zur Konzeption und prototypischen Realisierung
einer aktiven Auskunftskomponente für globale Umweltsachdaten.
Phase I 1994
Wissenschaftliche Berichte FZKA 5863
- /5/ R. Mayer-Föll, A. Jaeschke (Hrsg.);
Projekt GLOBUS - Konzeption und prototypische Realisierung
einer aktiven Auskunftskomponente für globale Umweltsachdaten
im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg
Phase II 1995
Wissenschaftliche Berichte FZKA 5700
- /6/ R. Mayer-Föll, A. Jaeschke (Hrsg.);
Projekt GLOBUS - Konsolidierung der neuen Systemarchitektur und Entwicklung erster Produk-
tionssysteme für globale Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg
Phase III 1996
Wissenschaftliche Berichte FZKA 5900
- /7/ R. Mayer-Föll, A. Jaeschke (Hrsg.);
Projekt GLOBUS - Umsetzung der neuen Systemarchitektur und Entwicklung weiterer Produk-
tionssysteme für globale Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg
Phase IV 1997
Wissenschaftliche Berichte FZKA 6000
- /8/ R. Mayer-Föll, A. Jaeschke (Hrsg.);
Projekt GLOBUS - Multimediales Recherchieren und Verarbeiten von globalen Umweltsachda-
ten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg
Phase V 1998
Wissenschaftliche Berichte FZKA 6250
- /9/ R. Mayer-Föll, A. Jaeschke (Hrsg.);
Projekt GLOBUS - Von Komponenten zu vernetzten Systemen für die Nutzung globaler Um-
weltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg und anderen fachübergrei-
fenden Anwendungen
Phase VI 1999
Wissenschaftliche Berichte FZKA 6410

- /10/ R. Mayer-Föll, J. Pätzold (Hrsg.)
Umweltinformationssystem Baden-Württemberg - Rahmenkonzeption 1998
Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg / Universitätsverlag Ulm
1998
- /11/ R. Mayer-Föll, J. Pätzold (Hrsg.)
Umweltinformationssystem Baden-Württemberg - Fortschreibung und Weiterentwicklung der
Rahmenkonzeption - Hauptuntersuchung in vier Bänden
Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart / Forschungsinstitut für an-
wendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW) Ulm
1999

DIWA 2000

Dokumentenverwaltung in Web-Archiven der Umweltdienststellen Baden-Württemberg

*K. Pursche; Ch. Fuchs; L. Kadric; A. Schultze; K. Tochtermann
Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW)
an der Universität Ulm
Helmholtzstr. 16
89081 Ulm*

*I. Henning; R. Ebel; G. Braun von Stumm
Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (UVM)
Postfach 103439
70029 Stuttgart*

*B. Schneider
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU)
Postfach 210752
76157 Karlsruhe*

*M. Schwaninger; W. Machata
Zentrale Stelle für Vollzugsunterstützung
beim Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Stuttgart (GAA)
Kronenstr. 39
70174 Stuttgart*

1. EINLEITUNG	35
2. ÜBERBLICK DIWA 2000	35
3. ZIELE UND ANFORDERUNGEN DIWA 2000.....	36
3.1 DIWA-UVM.....	37
3.2 FA-ZSV.....	37
3.3 ZFD37	
4. REALISIERUNG	38
4.1 DIWA-UVM.....	38
4.2 FA-ZSV.....	39
4.3 ZFD41	
5. AUSBLICK.....	42
6. LITERATUR.....	43

1. Einleitung

Der Einsatz von Internet und Intranet in der modernen Umweltverwaltung hat sich bislang in zwei Bereichen bewährt. Zum einen werden speziell aufbereitete Umweltdaten und -informationen der Öffentlichkeit über das Internet zur Verfügung gestellt. Auf der anderen Seite wird über das Intranet, teilweise auch Internet, die Recherche nach umweltrelevanten Arbeitsmaterialien und Dokumenten über spezielle Zugangssysteme für die Fachdienste verwaltungsintern ermöglicht.

Internettechnologien werden heute nicht nur für Recherchen sondern allgemein nutzbar auch für die Bereitstellung von umweltrelevanten Dokumenten eingesetzt. Spezialisierte Fachinformationssysteme werden um internetbasierte Archive ergänzt, in denen umweltrelevante Dokumente abgelegt werden, die für die Durchführung von alltäglichen Aufgaben in den Umweltdienststellen eine hohe Relevanz besitzen. Systeme, die in ihrer Funktionalität diese beiden Trends widerspiegeln, bieten einen vielseitigen Nutzen: Zentrale Stellen werden entlastet, umweltrelevante Dokumente können optimiert von Anwendern für Anwender aufbereitet und zielgruppengerecht inhaltlich erschlossen werden. Innerhalb der Umweltdienststellen entsteht eine höhere Transparenz über vorhandene Umweltdokumente, woraus zum einen eine Reduktion redundanter Datenhaltung entsteht und zum anderen eine Erhöhung der Arbeitsproduktivität bewirkt wird.

Vor diesem Hintergrund wurde das FAW im Jahr 2000 mit der Durchführung des Vorhabens „Dokumentenverwaltung in Web-Archiven der Umweltdienststellen Baden-Württemberg (DIWA 2000)“ durch das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (UVM), die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) sowie das Staatliche Gewerbeaufsichtsamt Stuttgart (GAA) beauftragt. Die Stabsstelle für Verwaltungsreform im Innenministerium unterstützte dieses Projekt.

2. Überblick DIWA 2000

Im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens GLOBUS Phase VI wurde das Projekt DIWA 1999 begonnen. Ziel von DIWA 1999 war die Realisierung eines Systems zu Aufbau, Pflege und Nutzung von Web-Archiven für multimediale Umweltdokumente. In diesen Web-Archiven können in erster Linie solche Umweltdokumente systematisch verfügbar gemacht werden, die in spezialisierten Recherche- und Redaktionssystemen wie XfaWeb /1/ oder dem HUDA-Werkzeugkasten (Hypermediatechnik für Umweltdaten, /2/) nicht berücksichtigt werden. Das im Rahmen von DIWA 1999 entwickelte System wurde in DIWA 2000 zu einer Betriebsversion DIWA-UVM ausgebaut.

Bereits im Rahmen von DIWA 1999 /3/ /4/ zeichnete sich der Bedarf für eine anwenderorientierte Ausweitung der DIWA-Thematik ab. So wurde neben der Verwaltung von Dokumenten in Web-Archiven die Bereitstellung und Recherche von Dokumentnachweisen erforderlich. Diese Thematik fand ihre Umsetzung in der Fachanwendung der Zentralen Stelle für die Vollzugsunterstützung beim Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Stuttgart (FA-ZSV). Die Erneuerung der FA-ZSV wurde bereits im Rahmen von DIWA 1999 begonnen. Dabei wurde

ein mehrplatzfähiges internetbasiertes System entwickelt, mit dem die Fundstellen der Vorschriften und Erlasse der Vorschriftensammlung der Gewerbeaufsicht (VSGA) verwaltet und recherchiert werden können. Hierbei konnte direkt auf das bei der Entwicklung von DIWA-UVM gewonnene Know-How zurückgegriffen werden. Im Rahmen von DIWA 2000 wurden spezielle Anforderungen, wie die automatische Generierung von Monats- und Jahresberichten oder die Vorgangsverwaltung von Arbeitsanweisungen, realisiert. Zudem wurden neben den Fundstellen auch die digitalen Dokumente selbst über das System verfügbar gemacht.

Als neues Thema in DIWA 2000 stand die Konzeption und Entwicklung einer speziellen Autorenkomponente für den Zentralen Fachdienst Wasser, Boden, Abfall, Altlasten (ZFD) der LfU im Mittelpunkt. Diese Autorenkomponente bietet neben der eigentlichen Dokumentenverwaltung eine Vorgangsunterstützung für die systematische Verknüpfung der einzelnen Bearbeitungsschritte eines Dokuments. Die Autoren werden bei der fachlichen Einordnung von Dokumenten wie Gesetzen und unveröffentlichten Erlassen, bei der Layoutbearbeitung sowie dem Eintragen von Metadaten für den Nachweis der Dokumente unterstützt. Diese Dokumente werden dann über das Document Retrieval System (DRS) der LfU im Intranet zur Verfügung gestellt.

Insgesamt ergeben sich durch den Ausbau der DIWA-Thematik im Rahmen von DIWA 2000 die folgenden drei Teilsysteme:

- 1) die Fachanwendung der Zentralen Stelle für die Vollzugsunterstützung beim Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Stuttgart (FA-ZSV),
- 2) der Zentrale Fachdienst Wasser, Boden, Abfall, Altlasten (ZFD) der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) und
- 3) die DIWA-Betriebsversion im Ministerium für Umwelt und Verkehr (DIWA-UVM).

Aufgrund der hohen technischen Synergien zwischen den drei Anwendungsbereichen, konnte ein gutes Verhältnis zwischen Realisierungsaufwand und erzieltm Nutzen erreicht werden, das bei einer unabhängigen Durchführung der Teilprojekte wesentlich ungünstiger gewesen wäre. Vor diesem Hintergrund konnten - wie in der Rahmenkonzeption des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg verlangt - die zahlreichen vorhandenen Wirtschaftlichkeitspotenziale optimal genutzt werden.

3. Ziele und Anforderungen DIWA 2000

Grundlegende Ziele im Rahmen von DIWA 2000 waren der Aufbau, die Pflege und die Nutzung von Web-Archiven für multimediale Umweltdokumentenbestände. Zusätzlich zu den Beständen digitaler Dokumente bekommt die Einbeziehung von Nachweisdaten in Datenbanken im DIWA-Umfeld eine immer größere Bedeutung. Diese Problematik spiegelt sich in den Teilprojekten FA-ZSV und ZFD wider.

Mit der Übernahme in den Regelbetrieb spielt der Know-How-Transfer eine wesentliche Rolle. Dem Betreuungspersonal war hierbei fundiertes Wissen zu verwendeter Standardsoftware, Installation und Wartung der einzelnen Systeme zu vermitteln. Den Anwendern auf der

anderen Seite sollte durch entsprechende Schulung die Nutzung der Systeme erleichtert werden.

Schließlich waren die weiteren Entwicklungen der im DIWA-Umfeld verwendeten sowie verwandter Technologien zu beobachten, um eine zeitnahe Fortschreibung der Systeme zu ermöglichen.

3.1 DIWA-UVM

Ziel für das DIWA-System im Ministerium für Umwelt und Verkehr im Rahmen von DIWA 2000 war die Konsolidierung der Betriebsversion. Neben den entsprechenden Entwicklungsarbeiten waren dabei die organisatorischen und technischen Rahmenbedingungen zu prüfen.

Ein weiteres Ziel stellte der Ausbau des Informationsangebotes dar. Während die Inhalte der Informationangebote in der FA-ZSV und im ZFD definiert sind, soll DIWA-UVM den Zugang zu einem möglichst breit angelegten Informationsangebot erlauben. Hierzu waren in DIWA 2000 neue Inhalte zu evaluieren, da die Akzeptanz des Systems in erster Linie von Qualität und Quantität des Informationsangebotes abhängt.

3.2 FA-ZSV

Die Entwicklung der FA-ZSV als intranetbasiertes System zur Pflege und Recherche der Nachweise von Erlassen, Vorschriften und Artikelgesetzen wurde bereits im Rahmen von DIWA 1999 weitgehend realisiert. Im Projekt DIWA 2000 standen die Realisierung von Monats- und Jahresberichten zur Übersicht neu aufgenommener Nachweise sowie die Einbindung der digitalen, den Nachweisen zugehörigen Volltexte im Mittelpunkt. Die Einbindung der Volltexte sollte dabei auf zwei verschiedenen Wegen erfolgen:

- Zum einen sollte in den Nachweisen ein Verweis auf den zugehörigen Volltext aufgenommen werden. Somit kann der Volltext direkt aus dem Ergebnis der Nachweisrecherche geöffnet werden.
- Zum anderen war eine Suche direkt über den Volltexten zu realisieren. Somit können die Volltexte auch unabhängig von den Nachweisdaten recherchiert werden.

Zusätzlich war die Pflege der Nachweise, insbesondere die Aufnahme neuer Nachweise, durch eine Vorgangsunterstützung zu erweitern. Damit sollen Anweisungen zur Bearbeitung an die Sachbearbeiter übermittelt bzw. der Bearbeitungsstand überprüft werden können.

3.3 ZFD

Im Teilprojekt ZFD sollte die Neuentwicklung einer spezialisierten Autorenkomponente erfolgen. Mit dieser Autorenkomponente soll die Erfassung von Gesetzen, Erlassen, Vorschriften etc. unterstützt werden. Von besonderer Bedeutung war dabei die Entwicklung einer Vorgangsunterstützung. Mit der Vorgangsunterstützung sollen sowohl die Bearbeiter mehr Komfort erhalten als auch die Konsistenz in den Daten gewährleistet werden.

Im Einzelnen bestanden folgende Anforderungen:

- Unterstützung der Bearbeiter bei der Einordnung neuer Dokumente in die fachliche Ablagestruktur. Die fachliche Ablagestruktur ist fest definiert und enthält alle für den ZFD erforderlichen Handbücher und deren Kapitelstruktur.
- Unterstützung in der Layoutphase der Dokumente. Hierbei sollen gescannte Dokumente für die weitere Bearbeitung aufbereitet sowie Standardformatierungen automatisiert werden. Ebenso soll die Übernahme von Metadaten aus dem Text in die Datenbank unterstützt werden.
- Prüfung der Plausibilität bei der Eingabe von Metadaten. Hierbei sind vorgegebene Regeln zu verwenden, welche die Korrektheit der Metadaten eines Dokumentes bzw. von Vorgänger-/Nachfolgerdokumenten prüfen.
- Automatisierung der Bereitstellung der vollständig bearbeiteten Dokumente für das DRS. Dieses Ziel verfolgt die Freigabe sowie die Konvertierung von Dokumenten in mehrere Dateiformate für die Bereitstellung im DRS.
- Versionsverwaltung der Dokumente. Dokumente können in mehreren Versionen vorliegen, die alle über das DRS bereitgestellt werden müssen.
- Vorgangsunterstützung über alle Arbeitsschritte. Alle Arbeitsschritte vom Einstellen von Dokumenten bis zum Freigeben für das DRS sind in einer Vorgangsunterstützung zu integrieren.
- Konvertierung des Altdatenbestandes. Der bisher vorhandene Bestand muss möglichst automatisch in das neue System übernommen werden können.

Insgesamt sollte die Autorenkomponente durch Automatisierung und geeignete Benutzerführung die Komplexität der Vorgänge vor den Bearbeitern weitgehend verbergen.

4. Realisierung

In den folgenden Abschnitten werden die Realisierung der drei Teilprojekte sowie der erreichte Projektstand im Rahmen von DIWA 2000 beschrieben.

4.1 DIWA-UVM

Das am Ende von DIWA 1999 vorliegende System wurde im Rahmen von DIWA 2000 zu einer Betriebsversion DIWA-UVM ausgebaut. Die Entwicklungsarbeiten lagen dabei auf zwei Schwerpunkten: der den Anwenderwünschen entsprechenden Neugestaltung der Rechercheoberfläche (siehe Abbildung 1) sowie der Neuentwicklung der Online-Hilfe.

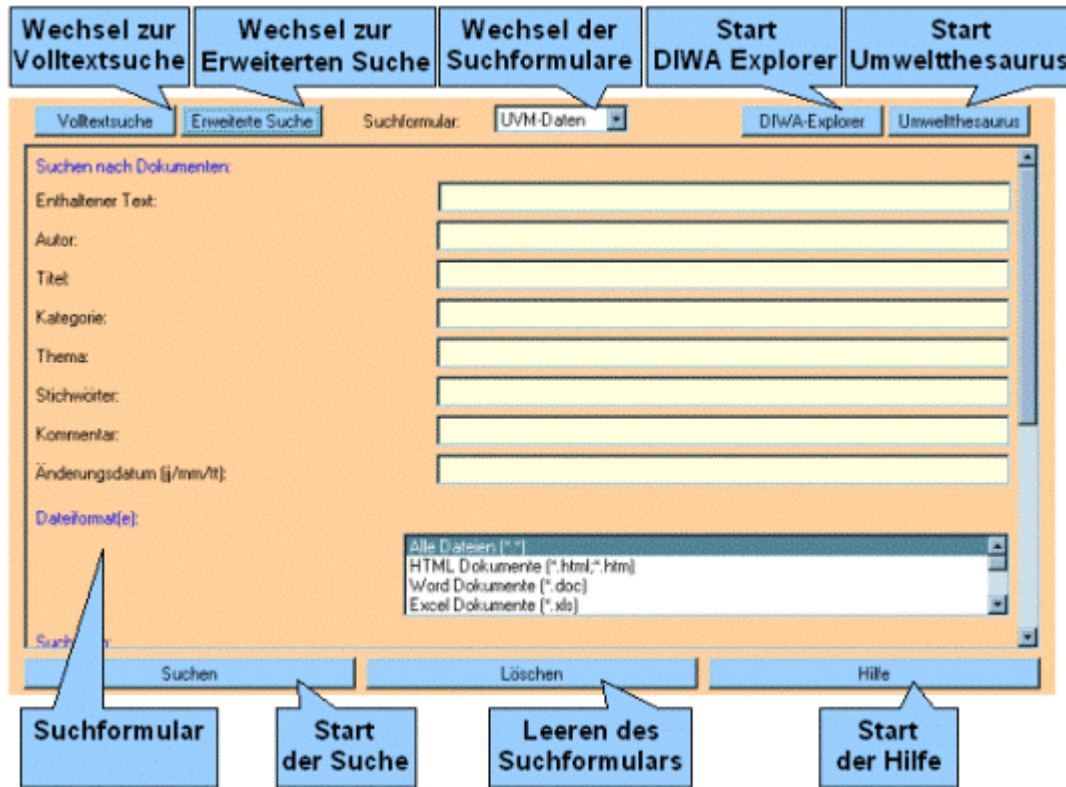


Abbildung 1: Die Rechercheoberfläche von DIWA-UVM

Neben den Entwicklungsarbeiten spielte der Know-How-Transfer eine wichtige Rolle. Dabei wurden dem Betreuungspersonal in erster Linie die Funktionalitäten der verwendeten Standardsoftware sowie deren Kommunikation mit DIWA-UVM erläutert, um mit Hilfe der gewonnenen Einblicke das System in der Bürokommunikationsumgebung voll unterstützen zu können. Weiterhin wurden die Anwender generell mit der Arbeitsweise des Systems und im Besonderen mit der systematischen Erschließung ihrer Dokumentenbestände mit sinnvollen Metadaten unterstützt.

Ein wesentlicher Punkt für die Akzeptanz von DIWA-UVM ist das Informationsangebot. Daher wurde eine Untersuchung zur zusätzlichen Einbindung der Aktenverwaltungsdaten aus dem Dokumenten- und Schriftgutverwaltungssystem der Landesverwaltung Baden-Württemberg (DSV) durchgeführt. Dabei handelt es sich um ein Datenbanksystem zum Nachweis von Akten, Vorgängen und Dokumenten. Für die Recherche in diesen Daten besteht ein Potenzial von ca. 500 Anwendern. Da die Installation des DSV bei jedem Klienten durchgeführt werden muss und einen hohen Aufwand erfordert, kann bislang nicht allen Anwendern diese Recherche ermöglicht werden.

4.2 FA-ZSV

Die FA-ZSV wurde für den Einsatz im Intranet der Gewerbeaufsichtsämter Baden-Württemberg konzipiert. Das System dient der Verwaltung und Recherche von Erlassen, Vorschriften etc. Das System wurde auf Grundlage modernster Web-Technologien aufgebaut. Die Recherche mit der FA-ZSV erfolgt auf dem Klientenrechner mit Hilfe eines WWW-Browsers. Über das lokale Intranet werden die Anfragen des Klienten an den Web-Server

gestellt. Dieser führt über die CGI-Schnittstelle und die ODBC-Datenbank-Schnittstelle die Anfrage an die Datenbank durch und gibt das Ergebnis an den Anwender zurück.

Die Verknüpfung der digitalen Volltexte mit den entsprechenden Nachweisen kann zum einen in Form einer Referenz auf ein bereits im Intranet / Internet vorhandenes Dokument oder in Form eines Neueintrags durchgeführt werden. Bei einem Neueintrag wird eine Kopie des digitalen Dokuments auf dem FA-ZSV Server erstellt und eine entsprechende Referenz generiert. Die Bearbeitung der Nachweise und das Verknüpfen mit den digitalen Dokumenten wird von dafür autorisiertem Personal durchgeführt.

Abbildung 2 zeigt ein Rechercheergebnis, zu dessen erstem Treffer eine Zugriffsmöglichkeit auf das zugehörige digitale Dokument angezeigt wird.

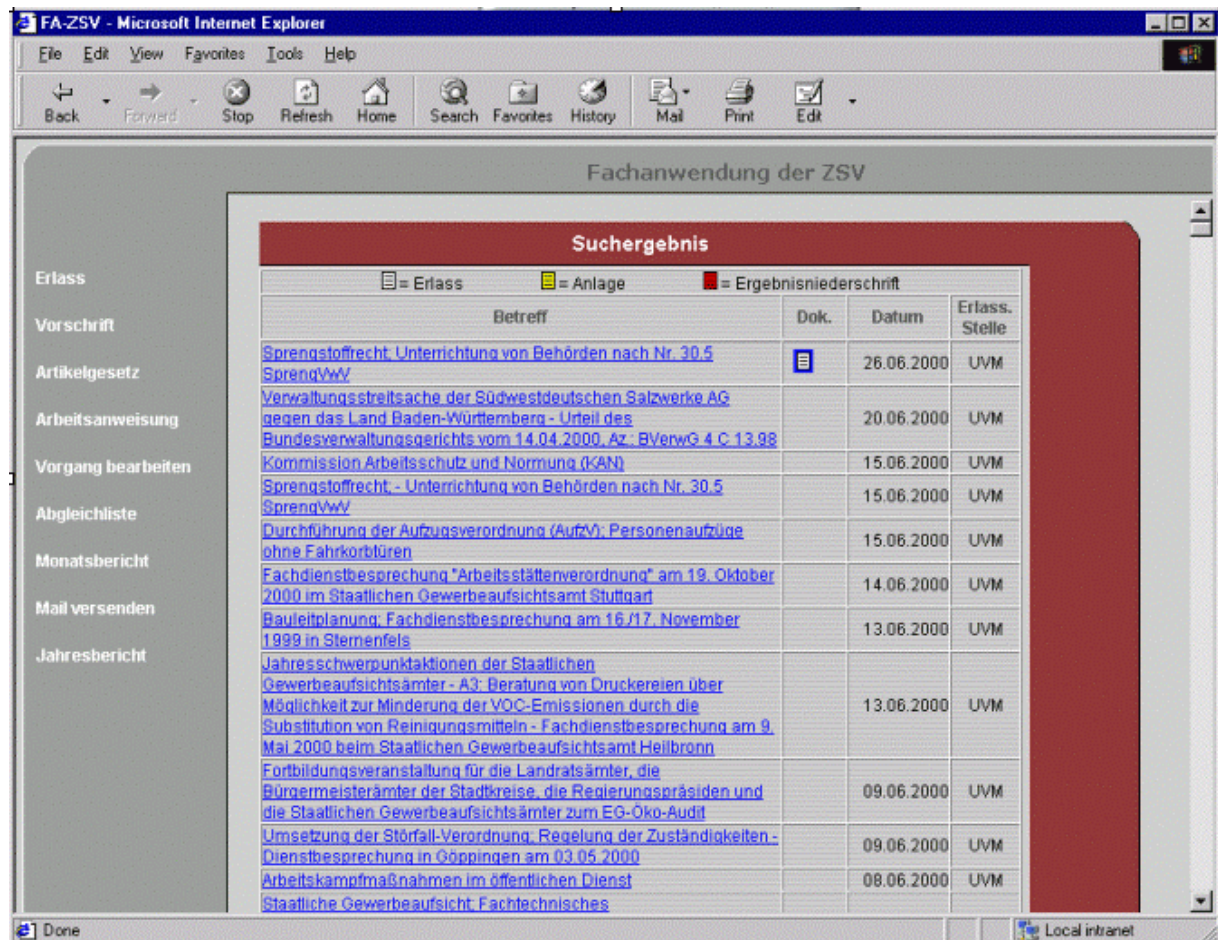


Abbildung 2: Rechercheergebnis der FA-ZSV

Neben der Recherche über den Nachweisen wurde eine reine Volltextsuche über den verknüpften digitalen Dokumenten als Alternative entwickelt. Dazu wurden bereits in DIWA-UVM verwendete Technologien (MS Internet Informaion Server /5/ und MS Index Server /6/) verwendet. Somit konnten hier die Synergien zwischen den Teilprojekten genutzt werden.

Bei Monats- und Jahresberichten werden die aus der FA-ZSV heraus generierten Texte als vollständige HTML-Dateien direkt auf dem Web-Server abgelegt. Diese Berichte können über ein entsprechendes Inhaltsverzeichnis in der FA-ZSV aufgerufen werden. Die Monats- und Jahresberichte werden nicht in der Datenbank nachgehalten.

Die im Intranet der Gewerbeaufsichtsämter frei zugängliche Recherchekomponente wird derzeit von ca. 600 Anwendern genutzt.

4.3 ZFD

Zu Beginn des Teilprojekts ZFD wurde ein Grobkonzept entwickelt, das den Ist-Zustand bei der Aufbereitung von Dokumenten für das DRS widerspiegelt und die Ausrichtung der weiteren Entwicklung festlegt. Im darauf folgenden fachtechnischen Feinkonzept wurden alle für die Realisierung eines Funktionsprototypen erforderlichen Festlegungen getroffen. Hauptanliegen dieser Arbeit war die Bestimmung der verschiedenen Varianten (Akte, Fassung, Änderung, Version), aus denen sich ein Dokument zusammensetzt sowie deren Verwaltung.

Im Mittelpunkt des Systems steht das eigentliche ZFD-Programm. Darin werden die Listen der Laufzettel, Rohdokumente und Layoutdokumente verwaltet (siehe Abbildung 3). Ebenfalls in diesem Programm stehen der Navigator für den Zugang zu den Dokumenten über die fachliche Ablagestruktur sowie eine Suche über die Metadaten zur Verfügung. Weiterhin wird hier der Ausgangsordner für den Versand freigegebener Dokumente angeboten.

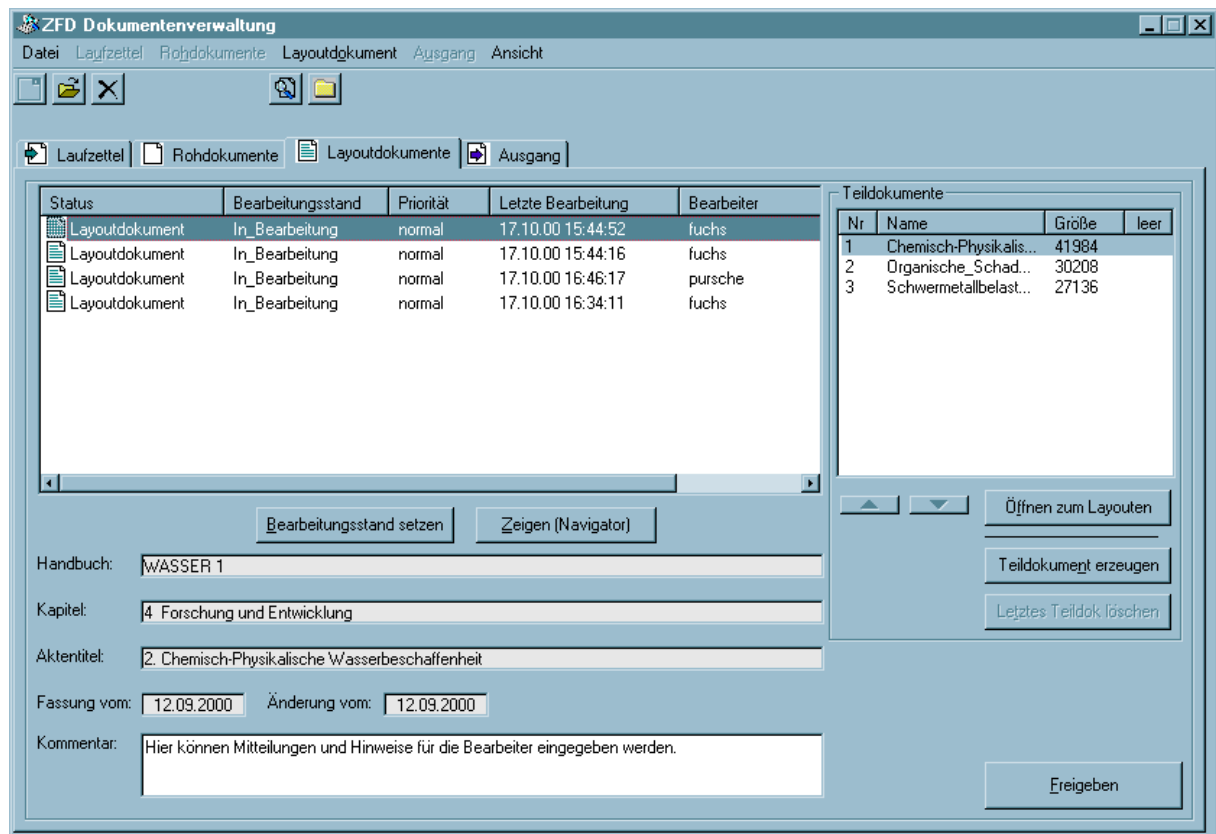


Abbildung 3: Die zentrale Benutzeroberfläche des ZFD-Systems

Eine dritte Komponente bildet der ZFD-Papierkorb. Der Papierkorb dient der Aufbewahrung und eventuellen Wiederherstellung gelöschter Rohdokumente, Layoutdokumente und freigegebener (im DRS bereits verfügbarer) Akten.

Schließlich erlaubt die Administratorkomponente das Ändern der fachlichen Ablagestruktur, die Bearbeitung von Schlüssellisten in der Datenbank sowie den Abgleich zwischen fachlicher Ablagestruktur und Datenbankeinträgen.

Die Layoutbearbeitung der Dokumente sowie das Eintragen der Metadaten erfolgt in erster Linie in MS Word97. Die speziellen Layoutfunktionalitäten für die Aufbereitung der Dokumente des ZFD in MS Word97 wurden weitgehend automatisiert. Besonderer Wert wurde auf die Plausibilitätsprüfung bei der Eingabe von Metadaten gelegt, um die Konsistenz der Daten zu gewährleisten.

Eine Übersicht über die Vorgangunterstützung enthält Abbildung 4.

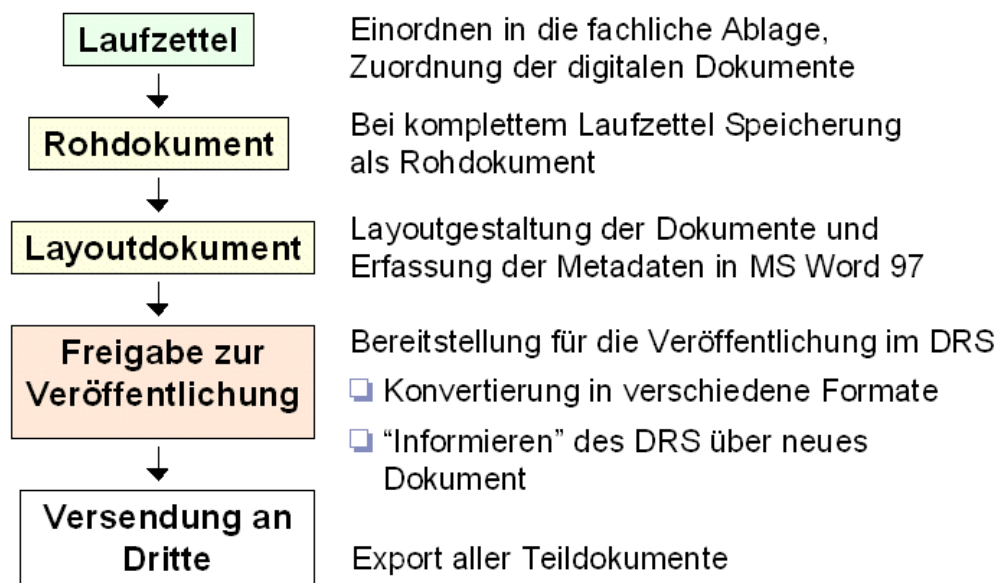


Abbildung 4: Vorgangunterstützung im ZFD

Das zentrale ZFD-Programm wurde in Visual Basic /7/ realisiert. Die Kommunikation zwischen dem ZFD-Programm und MS Word 97 erfolgt über ActiveX /8/, zwischen dem ZFD-Programm und der MS Access97-Datenbank über Data Access Objects (DAO) /7/. Die automatisierte Layoutbearbeitung wurde mit Hilfe von Makros in Visual Basic for Applications (VBA, /9/) entwickelt.

5. Ausblick

Ziel für DIWA-UVM ist es, den breiten Einsatz des Systems im Ministerium zu erreichen. Ein erster Schritt könnte dabei in der Verfügbarmachung der Aktenverwaltungsdaten des DSV bestehen (siehe Abschnitt 4.1).

Für den langfristigen Einsatz von DIWA-UVM wäre die Entwicklung von Unterstützungswerkzeugen für die Wartung der virtuellen Ablagestruktur sowie für die Zuordnung neuer Dokumente zur Ablagestruktur für die Qualitätssicherung des Systems denkbar. Eine Zuordnung von Metadaten, für die eine definierte Auswahl von Begriffen vorgegeben wurde, erfolgt derzeit nur im Dokumentenbestand des Projekts Kernreaktorfernüberwachung (KFÜ). Um eine

durchgängige Suche über Metadaten zu ermöglichen, wäre auch für die anderen Dokumentenbestände der virtuellen Ablagestruktur eine gesicherte Vergabe von Metadaten erforderlich.

Im Teilprojekt FA-ZSV liegt der Schwerpunkt der weiteren Entwicklungen auf dem Ausbau der Recherchefunktionalität. Bisher kann nur jeweils in einem Dokumenttyp, wie z.B. Erlass oder Vorschrift, recherchiert werden. Hier wird die Entwicklung einer kombinierten Expertensuche über mehrere Dokumenttypen erfolgen.

Im Teilprojekt ZFD steht zum einen die Konsolidierung des bisher entwickelten Systems im Mittelpunkt der weiteren Arbeiten. Zum anderen wird die Realisierung weiterer, die Bearbeiter entlastender, Funktionalitäten angestrebt. So sollen Dokumente, die als Anhänge von E-Mails vorliegen, direkt, ohne Zwischenspeicherung im Dateisystem, in das System übernommen werden können. Weiterhin ist die Konvertierung der Dokumente in weitere, von MS Word 97 nicht unterstützte Dateiformate für die Bereitstellung im DRS vorgesehen.

6. Literatur

- /1/ XfaWeb (2000): XfaWeb – Umwelt-Fachinformationssystem im World-Wide Web, <http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/xfaweb>, <http://xfaweb.iai.fzk.de>
- /2/ Tochtermann, K.; Keitel, A.; Schütz, T. (2000): Environmental Reporting in Print and Electronic Media Environmental Information Systems in Industry and Public Administration, (Hrsg.) Claus Rautenstrauch, Idea Group Publishing, 2000, Kapitel 22, S. 333 – 346.
- /3/ Mayer-Föll, R.; Tochtermann, K. (2000): Dokumentenverwaltung in Web-Archiven der Umweldienststellen Baden-Württemberg – DIWA 1999, Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg.
- /4/ Mayer-Föll, R.; Jaeschke, A. (1999): Projekt GLOBUS - Von Komponenten zu vernetzten Systemen für die Nutzung globaler Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg und anderen fachübergreifenden Anwendungen, Phase VI - 1999. Wissenschaftliche Berichte FZKA 6410, Forschungszentrum Karlsruhe
- /5/ MS IS (2000): <http://www.microsoft.com/ntserver/web/techdetails/overview/IndexServer.asp>
- /6/ MS IIS (2000): <http://www.microsoft.com/ntserver/web/default.asp>
- /7/ Kofler, M. (1998): Visual Basic 5: Programmieretechniken, Datenbanken, Internet, Addison Wesley Longman Verlag GmbH.
- /8/ ActiveX (2000): <http://homepages.hbi-stuttgart.de/~schwab/activex.html>
- /9/ VBA (2000): <http://www.aboutvb.de/vba/vba.htm>

GIS-GwD

GIS-Arbeitsplatz für die Gewässerdirektionen als Teil des Gewässerinformationssystems im Rahmen des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg

*M. Haase; G. Barnikel; R. Beuerle; K. Tochtermann
Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW)
an der Universität Ulm
Helmholtzstr. 16
89081 Ulm*

*R. Mayer-Föll; M. Moser; K.-P. Schulz; H.-M. Waldner
Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (UVM)
Postfach 103439
70029 Stuttgart*

*M. Müller
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU)
Postfach 210752
76157 Karlsruhe*

*H. Kugele
Gewässerdirektion Donau/Bodensee (GwD Do/Bo)
Postfach 1364
88493 Riedlingen*

1. EINLEITUNG	47
2. PROJEKTAUFTRAG	47
3. PROJEKTSTRUKTUR	48
4. REALISIERUNG	49
4.1 GEWÄSSERENTWICKLUNGSKONZEPT NACH DEM LANDESEINHEITLICHEN VERFAHREN BADEN- WÜRTTEMBERG	51
4.2 MODUL ZUR ERMITTLUNG VON GRUNDWASSERKELLERSOHLABSTÄNDEN (IDW)	54
5. AUSBLICK.....	55
6. LITERATUR.....	55

1. Einleitung

Die nachhaltige Bewirtschaftung unserer Oberflächen- und Grundwasserressourcen erfordert die Berücksichtigung einer Vielzahl räumlicher Informationen. Die gestellten Aufgaben können ohne Unterstützung durch ein Geoinformationssystem (GIS) kaum wirtschaftlich gelöst werden. Die gängigen GIS stellen jedoch nur relativ allgemeine Standardfunktionalitäten für den Anwender bereit. Fachspezifische Lösungen müssen i. d. R. durch aufwendige Programmierarbeiten innerhalb des GIS von Fachpersonal realisiert werden. Dieses Fachpersonal steht den operativen Einheiten der Wasserwirtschaftsverwaltungen - hier insbesondere den Gewässerdirektionen Baden-Württembergs - jedoch nur begrenzt zur Verfügung.

Vor diesem Hintergrund hat das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (UVM) das Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung in Ulm (FAW) mit dem Projekt "GIS-Arbeitsplatz für die Gewässerdirektionen" (GIS-GwD) beauftragt. Ziel dieses Projekts ist es, anwendungsbezogene GIS-Bausteine zu entwickeln, welche die Gewässerdirektionen Baden-Württembergs bei der Durchführung ihrer Dienstaufgaben unterstützen. Die Entwicklung der GIS-Werkzeuge ist dabei in die drei Teile "Oberirdische Gewässer", "Grundwasser" und spezielle Anforderungen aus dem "Integrierten Rheinprogramm" untergliedert. Diese Bausteine aus dem GIS-Baukastensystem können dabei wahlfrei miteinander kombiniert werden, um eine möglichst hohe Flexibilität bei der Nutzung dieser Instrumente zu gewährleisten.

Die Entwicklungen erfolgen auf der Basis von ArcView. In diese Entwicklungen werden unter anderem auch bestehende Sach- und Raumdatenbasen (Basisdaten) der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg einbezogen, die für die Arbeiten der Gewässerdirektionen relevant sind. Hierzu zählen im wesentlichen Informationen aus dem Räumlichen Informations- und Planungssystem /1/ und dem Informationssystem Wasser, Abfall, Altlasten, Boden (WAABIS).

2. Projektauftrag

Die Arbeiten wurden zum 1. November 1998 aufgenommen, das Projektende ist zum 30. November 2000 vereinbart. In dem Arbeitsprogramm sind im wesentlichen folgende Arbeitspakete definiert:

- **WAABIS-Regelwerk zur Geodatenführung:**
Im Rahmen des Informationssystems Wasser, Abfall, Altlasten, Boden sind eine Vielzahl von Geodaten in z. T. unterschiedlichen Masstabsbereichen zu erheben und zu pflegen. Es ist vorgesehen, dass diese Arbeiten dezentral von unterschiedlichen Dienststellen, z.B. den Bereichen der Gewässerdirektionen, im WAABIS-Verband wahrgenommen werden soll. Hierfür sind Regelwerke erarbeitet worden, die eine einheitliche Vorgehensweise und damit eine vergleichbare Datenqualität für eine spätere Zusammenführung dieser Geodaten und damit deren weitergehende Nutzung ermöglichen sollen.

- **GIS-Werkzeuge "Oberirdische Gewässer":**
Unter diesem Oberbegriff sind alle GIS-Module subsummiert, die primär für die Bewirtschaftung von Oberflächengewässern erstellt worden sind.
- **GIS-Werkzeuge "Grundwasser":**
Analog zu den "Oberirdischen Gewässern" sind unter diesem Punkt alle GIS-Module zusammengefasst, die vorrangig aus dem Anwendungsbereich "Grundwasser" stammen.
- **GIS-Werkzeuge "Integriertes Rheinprogramm":**
Dies sind GIS-Module, die auf Anforderungen aus dem Umfeld des "Integrierten Rheinprogramms" beruhen.
- **Erfahrungsaustausch:**
Dem Know-How-Transfer zwischen Entwicklern und Anwendern dienen neben zahlreichen persönlichen Kontakten jeweils zweitägige Erfahrungsaustausche am FAW. Diese fanden am 26./27.04.1999, 17./18.02.2000 und 06./07.11.2000 statt. Hierin waren neben dem FAW die Landesanstalt für Umweltschutz (LfU), das Ministerium für Umwelt und Verkehr (UVM) sowie die Gewässerdirektionen (GwD) eingebunden. Der Teilnehmerkreis bestand vorwiegend aus dem Fachpersonal der vier Gewässerdirektionen Baden-Württembergs sowie Vertretern der vier Regierungspräsidien (RP) des Landes.

In den nachfolgenden Erläuterungen zu den im Projekt erarbeiteten GIS-Werkzeugen wird nicht weiter zwischen den Werkzeugkategorien "Oberirdische Gewässer", "Grundwasser" und "Integriertes Rheinprogramm" unterschieden.

3. Projektstruktur

Das Projekt ist wie folgt organisiert:

Das **Leitungsgremium GIS-GwD** nimmt unter Vorsitz des UVM die Arbeiten des FAW ab und entscheidet über Fragen von grundsätzlicher Bedeutung; i. d. R. liegt ein Vorschlag der Koordinierungsgruppe vor. Das Gremium setzt sich zusammen aus Vertretern des UVM, der LfU, der GwD Donau / Bodensee, der GwD Südlicher Oberrhein / Hochrhein und des FAW. Das Leitungsgremium GIS-GwD tritt i. d. R. halbjährlich zusammen.

Die fachliche Steuerung des Projekts liegt in den Händen der Gewässerdirektionen. Eine zentrale Rolle kommt dabei der **Koordinierungsgruppe GIS-GwD** unter der Leitung der GwD Donau / Bodensee (D/B) zu. Die Mitglieder der "Koordinierungsgruppe GIS-GwD" setzen sich zusammen aus Vertretern des UVM, der LfU, der GwD Donau / Bodensee, der GwD Neckar, GwD Nördlicher Oberrhein, GwD Südlicher Oberrhein / Hochrhein und dem FAW. Wesentliche Aufgaben dieser Koordinierungsgruppe bestehen darin, das Arbeitsprogramm des FAW festzulegen und zu priorisieren, die Programmumsetzung zu steuern, die durchgeführten Arbeiten dem Leitungsgremium GIS-GwD zur Abnahme vorzuschlagen sowie die Inhalte und Termine des Erfahrungsaustauschs zu koordinieren. Der Vorsitz der Koordinierungsgruppe GIS-GwD wird vom Leiter der GwD D/B wahrgenommen. Des Weiteren ist die Koordinierungsgruppe Ansprechpartner für das FAW im Rahmen des Projektmanagements. Die Treffen erfolgen in ca. sechs- bis achtwöchigem Turnus. Diese Art der Projekt-

steuerung hat sich unter anderem deshalb bewährt, weil hiermit ein offenes Forum für Auftraggeber und Auftragnehmer geschaffen wurde.

Die im Rahmen des Projekts GIS-GwD entwickelten GIS-Werkzeuge sind zeitnah den Sachbearbeitern vor Ort bereitgestellt worden. Die künftigen Anwender wurden in regelmäßigem Turnus (ein- bis zweimal pro Jahr) in der Anwendung der neuen Tools geschult. Dies erfolgte in sogenannten **Erfahrungsaustauschen**. Dieses Forum diente gleichzeitig dazu, Anforderungen an bestehende bzw. zu erstellende GIS-Werkzeuge der Anwender zu erheben.

Das Projekt GIS-GwD ist innerhalb des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg dem Informationssystem Wasser, Abfall, Altlasten, Boden zuzuordnen. Innerhalb von WAA-BIS ist es Bestandteil des Gewässerinformationssystems (GewIS, WAABIS-Modul 7). Die Entwicklungen im Projekt GIS-GwD erfolgen im Einklang mit dem Landessystemkonzept, dem neuen LuK-Modell, dem Grafischen Gesamtkonzept, der Rahmenkonzeption UIS '98 /7/, der Rahmenkonzeption WAABIS, der Hauptuntersuchung WAABIS sowie dem Grobkonzept GewIS.

4. Realisierung

Ein wesentliches Ziel der Arbeiten im Projekt GIS-GwD ist die Bereitstellung von GIS-Werkzeugen unter ArcView für eine vereinfachte, beschleunigte und qualitativ verbesserte Bearbeitung von raumbezogenen Daten im Rahmen der anfallenden Dienstaufgaben der Gewässerdirektionen, deren Bereiche und Projektgruppen. Im Projektzeitraum wurden folgende GIS-Werkzeuge realisiert:

- **Visualisierung der Gewässerkilometrierung:**
Dieses Instrument ermöglicht die Visualisierung der Gewässerkilometrierung für ein selektiertes Gewässer entlang des Gewässerverlaufs durch Vorgabe eines Distanzwertes zwischen den Kilometrierungsbeschriftungen, individuell numerisch vorgegebener Kilometrierungswerte (Stationierungen) bzw. interaktiv in der Karte durch Mausclick gewählte Punkte entlang von Gewässerverläufen. Es stellt ein wichtiges Hilfsmittel zur Orientierung des Anwenders und Referenzierung von Sachdaten dar /2,3,4/.
- **Gewässerentwicklungskonzept nach dem "Riedlinger Verfahren":**
Im sogenannten "Riedlinger Verfahren" ist eine Palette der am Gewässer zu erhebenden Parameter (z.B. Gewässerzustandstypen Morphologie, Linienführung, Ufergehölz, Stauhaltungen) und deren Klassifikation fest durch die Applikation vorgegeben. Es werden dabei die drei Parametergruppen "Zustandserfassung Teil 1", "Zustandserfassung Teil 2" und "Planziele und Maßnahmen" unterschieden. Die Erhebung der Parameterausprägungen erfolgt bei dem "Riedlinger Verfahren" entweder punkthaft (z.B. Einleitungen) oder nicht-äquidistant linienhaft. Die Eingaben erfolgen entlang des Gewässerverlaufs in einem Lageplan jeweils für einen zuvor selektierten Parameter. Die Ergebnisse der Erhebungen und Bewertungen können in sogenannten Bandgrafiken dargestellt werden /2,3,4/.
- **Gewässerentwicklungskonzept nach dem landeseinheitlichen Verfahren Baden-Württemberg:**
Die in diesem Verfahren zu erhebenden Parameter orientieren sich im wesentlichen an dem durch die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA /5/) vorgegebenen

Verfahren. Weitere Parameter können frei vom Anwender definiert werden. Die Parameterausprägungen können sowohl nicht-äquidistant für einzelne Parameter entlang des Gewässerverlaufs, als auch in äquidistanten Abschnitten für einzelne Parametergruppen erhoben werden. Die eigentliche Bewertung erfolgt automatisch vom System. Die Ergebnisse der Erhebungen und Bewertungen können sowohl in Bandgrafiken als auch in vordefinierten thematischen Karten dokumentiert werden.

- **Geländeprofilverwaltung und -visualisierung:**
Mittels diese Moduls können unter ArcView georeferenzierte Geländeprofile verwaltet und analysiert werden. Es besteht eine Schnittstelle zum Import des Quasistandardformats DA 66 /6/ einschließlich einer nachträglichen Georeferenzierung dieser Profile. Des weiteren können benutzerselektierte Profile z. B. für Modellrechnungen mit Hilfe dieses Moduls im DA 66-Format exportiert werden. Die Profile können auch direkt interaktiv durch Vorgabe des Verlaufs im Lageplan aus einem digitalen Geländemodell abgeleitet werden.
- **Beschriftung und Punktsymboldrehung:**
Die Beschriftungsfunktionen der Basissoftware ArcView sind erweitert worden. Hierzu zählen beispielsweise die Freistellung von Texten und mehrzeilige Beschriftungen von Objekten auf der Basis benutzerselektierter Tabellenattribute. Die benutzergesteuerte Ausrichtung von Punktsymbolen entlang von Fließgewässern (z. B. Pegelsymbole) stellt ein weiteres Feature dieses Bereichs dar /4/.
- **Visualisierung von Bohr- und Ausbauprofilen:**
Dieses Modul erlaubt eine Visualisierung von geologischen Bohrprofilen sowie Brunnen- und Messstellenausbauprofilen, die aus der Grundwasserdatenbank (GWDB, WAABIS-Modul 8) nach ArcView importiert wurden. Des weiteren können unter Einbeziehung eines digitalen Höhenmodells entlang im Lageplan interaktiv vorgegebener Profilverläufe Geländeprofile einschließlich angeschnittener Bohrprofilssäulen dargestellt werden.
- **Isolinierzeugung:**
Die Erzeugung von Isolinen (z. B. Grundwasserisolinen zu einem Stichtag) auf der Basis räumlich ungleichmäßig vorliegender Mess- oder Berechnungsdaten ist ein wichtiges Hilfsmittel für Sachbearbeiter für Übersichtszwecke. Dieses Modul ermöglicht die Erzeugung solcher Isolinen auf der Basis einer Dreiecksvermaschung (TIN, Triangulated Irregular Network).
- **Automatisierte Kartenerstellung:**
Das Modul zur "Automatisierten Kartenerstellung" erlaubt effizient Karten mit benutzerdefinierten Inhalten in einer einheitlichen Form und Darstellung für unterschiedliche Raumbereiche zu erzeugen. Das Layout dieser Karten bleibt hierbei immer einheitlich, d. h. der Wiedererkennungswert dieser Karten ist hoch /4/.
- **GWDB-/GewIS-Schnittstelle:**
Mit Hilfe dieses Moduls können Daten aus der Grundwasserdatenbank (GWDB, WAABIS-Modul 8) bzw. aus dem Gewässerinformationssystem (GewIS, WAABIS-Modul 7) in die ArcView-Umgebung zur Weiterverarbeitung importiert werden.
- **Modul zur Ermittlung von Grundwasserkellersohlabständen 1:**
Dieses Modul nutzt das Verfahren IDW (Inverse Distance Weighted) zur räumlichen Interpolation der Grundwasserhöhen von rasterförmig, punktförmig vorliegenden Grundwasserhöhen. Bei Kenntnis der Kellersohlhöhen in bebauten Gebieten werden durch die Bildung der Differenz zwischen ermitteltem Grundwasserstand auf den Arealen der Gebäude und den Kellersohlhöhen der Gebäude die Grundwasser-

- kellersohlabstände für eine Gefährdungsabschätzung der Gebäude im Untersuchungsraum ermittelt /3,4/.
- **Modul zur Ermittlung von Grundwasserkellersohlabständen 2:**
Dieses Modul nutzt das Verfahren TIN (Triangulated Irregular Network) zur räumlichen Interpolation der Grundwasserhöhen insbesondere von nichtgleichförmig im Raum vorliegenden Grundwasserhöhen als Grundlage zur Ermittlung der Grundwasserkellersohlabstände für eine Gefährdungsabschätzung der Gebäude im Untersuchungsraum /3,4/.
 - **Auskunftssystem für geoökologische Daten in Überflutungsräumen:**
Dieses Modul ermöglicht die Einsicht komplexer Dokumentenbestände mit Raumbezug, wie sie häufig in geoökologischen Studien vorliegen, über eine Schnittstelle zu ArcView. Des weiteren können hiermit raum-zeitliche Korrelationsanalysen zu Parametergrößen durchgeführt werden, die in umfangreichen Messkampagnen erfasst wurden. Diese werden grafisch aufbereitet.

Die Realisierungen erfolgten im wesentlichen mittels Programmierung in der objektorientierten Scriptsprache AVENUE des GIS ArcView. Sie setzen z. T. auf den von der Firma ESRI vertriebenen kommerziellen Extensions "Spatial Analyst" und "3D-Analyst" für ArcView auf, die in den Dienststellen der Gewässerdirektionen zur Nutzung bereit stehen.

In den folgenden Abschnitten soll exemplarisch auf die Module

- Gewässerentwicklungskonzept nach dem landeseinheitlichen Verfahren Baden-Württemberg sowie
- Modul zur Ermittlung von Grundwasserkellersohlabständen (IDW)

eingegangen werden:

4.1 Gewässerentwicklungskonzept nach dem landeseinheitlichen Verfahren Baden-Württemberg

Das Ziel dieses Moduls ist es, ein Werkzeug bereitzustellen, das es erlaubt Gewässerentwicklungskonzepte (GEK) nach einem landeseinheitlichen Verfahren zu erstellen. Die hierfür bereitgestellten Funktionen umfassen eine Initialisierung (z. B. Gewässerwahl bzw. Wahl eines bestehenden GEK), die Datenerfassung auf der Basis der digitalen Gewässerkilometrierung, die Aggregation und Bewertung der erfassten Parameter entsprechend den Vorgaben der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser /5/, die Generierung von Bandgrafiken sowie die Erstellung von thematischen Karten. Bei den zu erfassenden Parametern wird unterschieden zwischen den Leitbild-, den Bestands- und den Bewertungsparametern sowie den Entwicklungszielen und Maßnahmen am Gewässer. Des weiteren erlaubt das System, dass der Anwender eigene Parameter einschließlich den Ausprägungen für die Aufnahme und Analyse definieren kann. Bei den Parametern wird zwischen punkthaft (z. B. Einleitungsstellen) und linienhaft (z. B. Linienführung) ausgeprägten Größen unterschieden. Die Parameter können als Einzelparameter nicht-äquidistant oder in Parametergruppen äquidistant (in 100- oder 1000-Meter-Abschnitten) erfasst werden.

Abbildung 1 zeigt ein typisches Erfassungsview für die Bestandsparametererhebung auf der Basis des digitalen Gewässernetzes. Im Hintergrund ist hierbei die topografische Übersichtskarte eingeblendet. Die Erfassung der Parameter erfolgt am Bildschirm mit der Maus. Der

Anwender wählt hierzu für linienhafte Parameter den Start- und den Endpunkt des jeweiligen Gewässerabschnitts und für punkthafte Parameter jeweils nur einen Punkt auf dem Gewässer aus und weist diesem Objekt entsprechend einer hinterlegten Auswahlliste Parameterausprägungen zu. Abbildung 2 zeigt solche Erfassungsmasken für punkthaft (linke Seite) und linienhaft (rechte Seite) ausgeprägte Parameter am Beispiel von Einleitungsstellen und Linienführung. Jedem Einzelparameter kann eine erläuternde Bemerkung zugewiesen werden. Abbildung 3 zeigt Erfassungsmasken für die Parameterausprägungen der LAWA-Parametergruppen Leitbild und Bestand. Die Erfassung erfolgt, indem der Bearbeiter entweder mit der Maus im Lageplan auf den entsprechenden Gewässerabschnitt klickt oder indem er sich über die Schaltflächen vor und zurück entlang fester Gewässerabschnitte - hier 1000 Meter - bewegt. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass der Anwender mittels Kopierfunktionen die Parameterausprägungen des letzten Abschnitts direkt für den aktuellen Abschnitt übernehmen kann. Er muss nur noch Änderungen gegenüber den Ausprägungen des letzten Abschnitts definieren. Das Werkzeug erlaubt eine wechselseitige Nutzung der Erfassung von Einzel- und Gruppenparametern. Die jeweilige Parameterbasis wird werkzeugintern konsistent geführt.

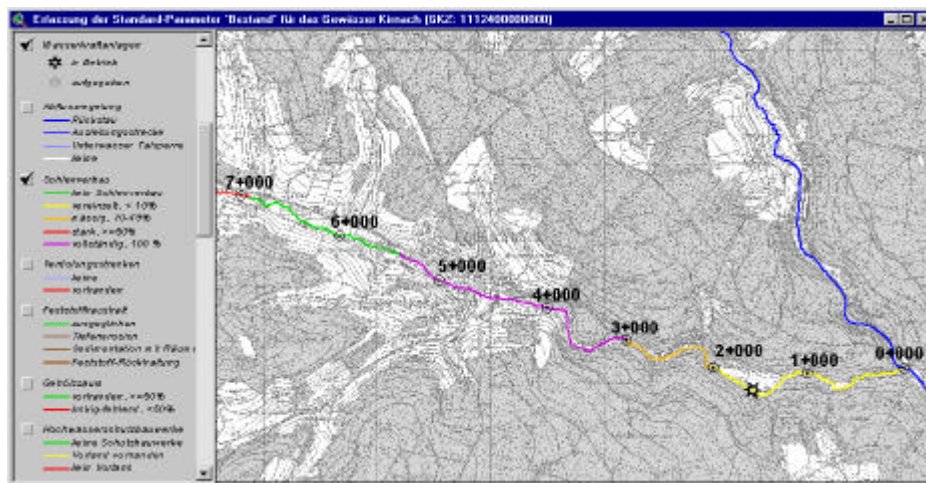


Abbildung 1: Erfassungsview für die Erhebung der Standard-Bestandsparemeter eines GEK

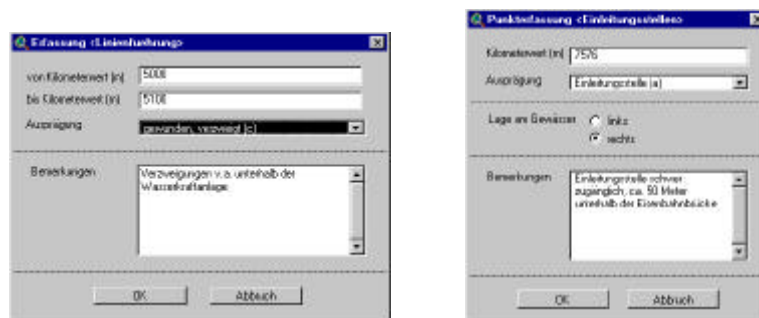


Abbildung 2: Einzelparametererfassung

Die Bewertung nach dem LAWA-Verfahren und die dafür nötigen Operationen erfolgt werkzeugintern. Hierbei werden die durch das LAWA-Verfahren vorgegebenen Konsistenzbedingungen der Datenbasis überprüft und dem Anwender ggf. Hinweise gegeben, wo diese Bedingungen nicht eingehalten sind, so dass er direkt diese Mängel beseitigen kann, um danach den Bewertungsvorgang erneut starten zu können.

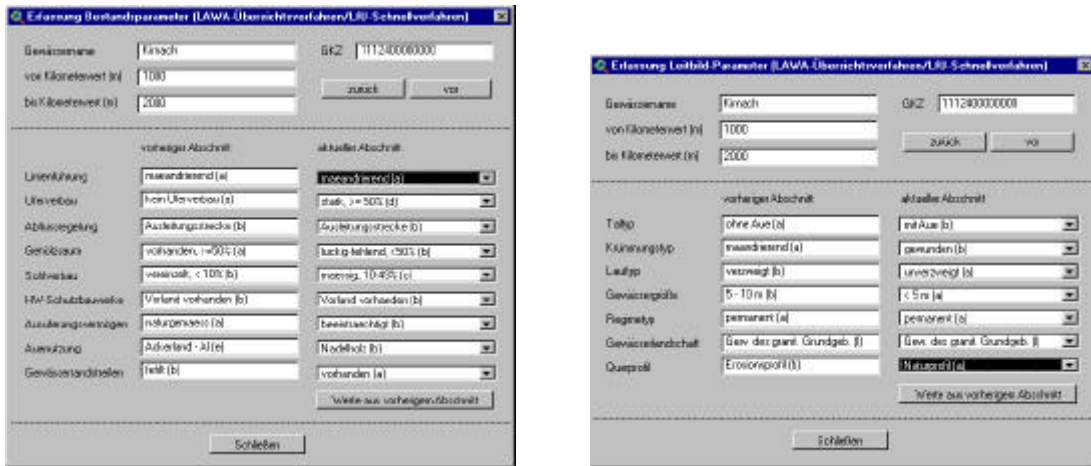


Abbildung 3: Gruppenparametererfassung

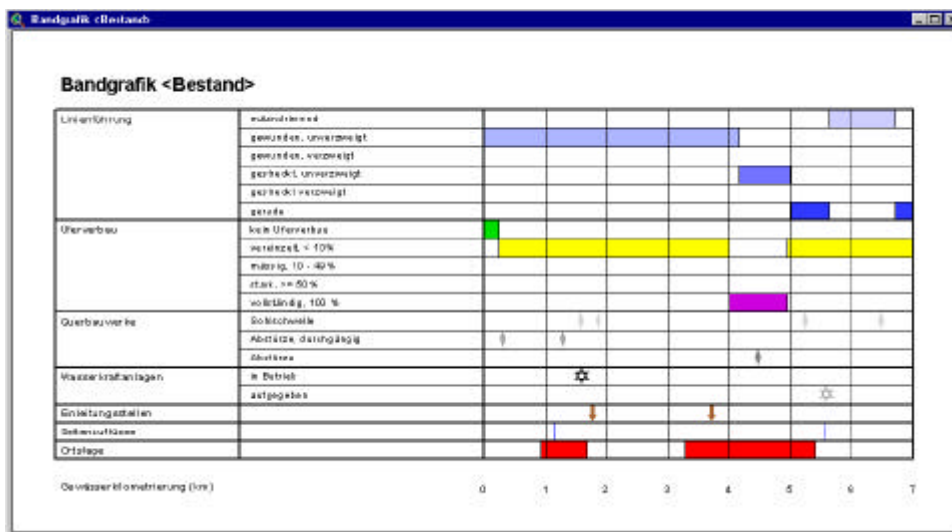


Abbildung 4: Bandgrafikdarstellung

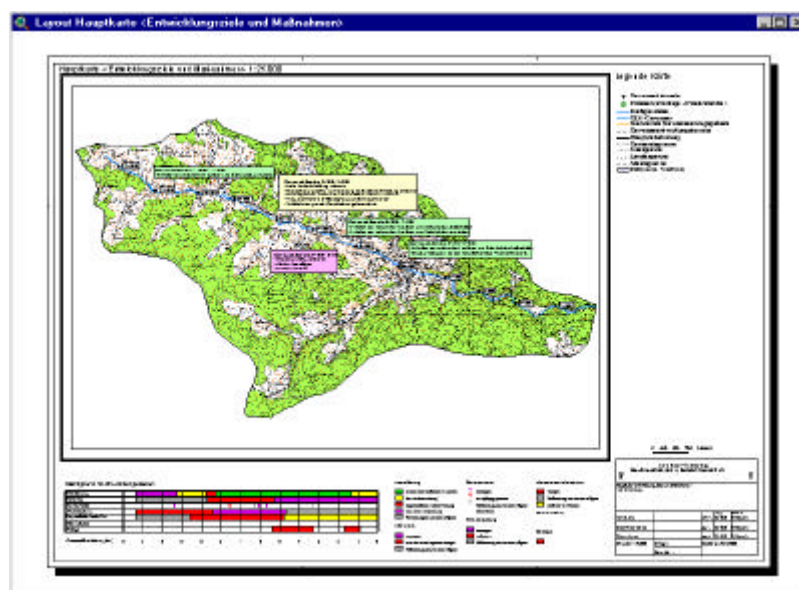


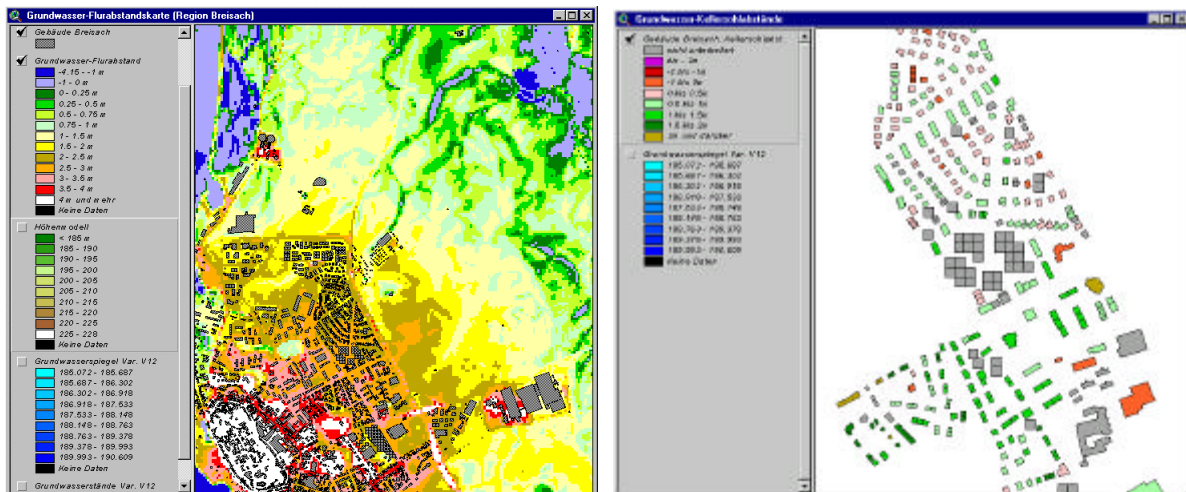
Abbildung 5: Beispiel einer thematischen Karte zu "Entwicklungszielen und Maßnahmen"

Für die Darstellung der Bandgrafiken steht dem Anwender ein mächtiges Werkzeug bereit, mit dem er Bandgrafiken zum Bestand, zur Bewertung und für die Entwicklungsziele entweder in einer vordefinierten Standardversion oder aber individuell einschließlich verschiedener Darstellungsoptionen zusammenstellen kann. Abbildung 4 zeigt exemplarisch eine benutzerdefinierte mehrzeilige Bandgrafik für den Bestand.

Das Ergebnis der Arbeiten wird in thematischen Karten dokumentiert. Der Anwender kann hierbei auswählen zwischen einer Übersichtskarte, einer Hauptkarte "Bestand und Bewertung", den Karten "Hydrologie und Grundwasser", "Infrastruktur", "Gewässerbeschaffenheit" und "Schutzgebiete" sowie einer weiteren Hauptkarte zu "Entwicklungszielen und Maßnahmen". Abbildung 5 zeigt eine mit dem Werkzeug generierte Hauptkarte zu "Entwicklungszielen und Maßnahmen".

4.2 Modul zur Ermittlung von Grundwasserkellersohl- abständen (IDW)

Abbildung 6 zeigt auf der linken Seite für das Beispiel einer Rückhalteraumplanung für Hochwasserschutz am Oberrhein die Ergebnisse einer mit den GIS-GwD-Tools erstellten Grundwasserflurabstandskarte auf der Basis von Grundwassermodellergebnissen. Hierbei wurden die Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse im Hinterland infolge der Flutung eines Rückhalteraumes bei Hochwasser des Rheins untersucht. Dargestellt ist beispielhaft die Auswertung für einen Teil einer Ortschaft am Oberrhein. Am linken Bildrand ist der Rhein zu erkennen.



**Abbildung 6: Flächenhaft interpolierte Grundwasserflurabstände und zugehörige Grundwasserkellersohl-
abstände**

Abbildung 6 zeigt auf der rechten Seite einen Ausschnitt der Ergebnisse der gebäudebezogenen Analysen hinsichtlich eines möglichen Grundwasseranstiegs infolge der Flutung des Rückhalteraumes bei Hochwasser. Die betroffenen Gebäude können direkt visuell vom Sachbearbeiter erfaßt werden. Dieses Vorgehen erleichtert das Variantenstudium. Es hilft die Arbeitsprozesse im Projektumfeld effizienter zu gestalten und direkt die erarbeiteten Varianten hinsichtlich möglicher Auswirkungen auf das Hinterland zu bewerten. Die Ergebnisse

dieser Analysen können unmittelbar in Objektschutzplanungsmaßnahmen (z.B. Drainagen) einfließen.

5. Ausblick

Im Rahmen des derzeit laufenden Projekts GIS-GwD erfolgten zwei Fremdvergaben zur Realisierung von GIS-Werkzeugen. Es handelt sich hierbei zum einen um die Einbindung der vom Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik der Universität Karlsruhe für die "Integrierende Konzeption Neckar-Einzugsgebiet (IKoNE)" erstellten GIS-Werkzeuge in das GIS-GwD-Umfeld. Zum anderen ist dies die Realisierung einer Profildatenverwaltung einschließlich Werkzeugen zur Profildatenbearbeitung für die Gewässerdirektionen in Baden-Württemberg in JAVA unter Nutzung von Diensten, die von dem GIS-Viewing-System GIS-term bereitgestellt werden. Diese Produkte werden nach derzeitigem Sachstand im Spätfrühjahr 2001 vorliegen.

Das bestehende Projekt GIS-GwD soll auch in den Jahren 2001 und 2002 fortgeführt werden. Hierbei soll der Schwerpunkt der Arbeiten in der projektbezogenen Schulung der erstellten GIS-Module unter Einbeziehung von WAABIS-Instrumenten bei den Sachbearbeitern vor Ort liegen. Darüber hinaus sollen unter anderem ein Baum- und Gehölzkataster sowie ein Flächenmanagement-Werkzeug unter ArcView für die GwDen realisiert werden.

6. Literatur

- /1/ Müller, M. (2000): Umweltinformationen im Räumlichen Informations- und Planungssystem (RIPS), in: Öffentliches Digitales Datenangebot in Baden-Württemberg. Veröffentlichungen der Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik, Band 49, Stuttgart.
- /2/ Haase, M., Beuerle, R., Barnikel, G., Tochtermann, K., Moser, M., Müller, M., Stegmaier, A., Beck, E. (1999): GIS-GwD: GIS-basierte Aufgabenbearbeitung für die Fließgewässerbewirtschaftung, in: Rautenstrauch, C., Schenk, M.: Umweltinformatik '99, Umweltinformatik zwischen Theorie und Industrieanwendung, Metropolis-Verlag, Marburg.
- /3/ Haase, M., Beuerle, R., Barnikel, G., Tochtermann, K., Moser, M., Waldner, H.-M., Müller, M., Müller, R., Scholz, C., Stegmaier, A., Thiele, T. (1999): GIS-basierte Instrumente zur Unterstützung bei der Wahrnehmung von Dienstaufgaben der Gewässerdirektionen Baden-Württembergs, in: Proceedings of the 14th ESRI European User Conference 1999, Munich.
- /4/ Haase, M., Beuerle, R., Barnikel, G., Moser, M., Waldner, H.-M., Müller, M., Müller, R., Scholz, C., Stegmaier, A., Thiele, T. (2000): GIS-GwD: Ein GIS-basiertes Baukastensystem für den Einsatz bei den Gewässerdirektionen Baden-Württembergs, in: Cremers, A. B., Greve, K.: Umweltinformatik 2000, Umweltinformation für Planung, Politik und Öffentlichkeit, Metropolis-Verlag, Marburg.
- /5/ LAWA (1999): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland, Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer, Büro für Umweltanalytik Essen, Essen (Gelbdruck).
- /6/ Bundesanstalt für Straßenwesen (1998): Programmsystem REB-Prüfprogramme - Anwendungshandbuch Programm REB060 - REB-VB21:013 - Massenberechnung zwischen Begrenzungslinien, Bergisch Gladbach.
- /7/ Mayer-Föll, R., Pätzold, J., Keitel, A., Ehrlenspiel, G., Barth, M., Strom, J., Schultze, A., Riekert, W.-F. (1998): Umweltinformationssystem Baden-Württemberg als Teil des Landessystemkonzepts Rahmenkonzeption 1998 - RK UIS '98, Universitätsverlag Ulm GmbH.

Umsetzung der Rahmenkonzeption des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg

RK UIS-U

*A. Schultze; T. Dombek; K. Tochtermann
Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW)
an der Universität Ulm
Helmholtzstr. 16
89081 Ulm*

*R. Mayer-Föll; R. Ebel; R. Zetzmann
Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg
Kernerplatz 9
70182 Stuttgart*

*A. Keitel; M. Tauber
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Griesbachstr. 1-3
76185 Karlsruhe*

1. DAS UMWELTINFORMATIONSSYSTEM (UIS) BADEN-WÜRTTEMBERG	59
2. AUSBAU DES WWW-ANGEBOTS	59
2.1 UIS-INFORMATIONEN FÜR LAND UND KOMMUNEN IM INTRANET	60
2.2 PORTALSEITEN.....	61
2.3 SUCHHILFEN	61
2.4 LAYOUTVORGABEN.....	62
3. INFORMATIONEN AUS DEM UIS IN GEIN	62
4. LITERATUR.....	63

1. Das Umweltinformationssystem (UIS) Baden-Württemberg

Für die Verwirklichung eines vorsorgenden und nachhaltigen Umweltschutzes sind Politik und Verwaltung auf möglichst umfassende, problembezogene und aktuelle Informationen angewiesen. Das UIS Baden-Württemberg leistet an dieser Stelle wichtige Unterstützung: zum einen erfolgt eine koordinierte Entwicklung und Bereitstellung leistungsfähiger Anwendungen zur effizienten Erledigung der Fachaufgaben, zum anderen werden vielfältige Informationen aus unterschiedlichen Quellen systematisch aufbereitet und an die Interessenten schnell und anwenderfreundlich weitergegeben.

Die Entwicklung des UIS begann im Jahr 1984 unter dem damaligen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten (EM). Im Jahr 1987 ging die Aufgabe der Weiterentwicklung des UIS an das seiner Zeit neugebildete Umweltministerium (UM) über. Seit Juni 1996 schließlich liegt die Verantwortung für das UIS beim Ministerium für Umwelt und Verkehr (UVM).

Im Oktober 1998 wurde auf der Grundlage einer Hauptuntersuchung /2/, /3/, /4/, /5/ die Rahmenkonzeption 1998 des UIS (RK UIS '98) verabschiedet. Sie trug den durchgreifenden Veränderungen Rechnung, die sich seit der Konzeption der ersten und zweiten Generation des UIS /6/, /7/ ergeben hatten. Zu nennen sind insbesondere wachsende Berichtspflichten gegenüber dem Bund und der EU, die Stärkung der Rechte des Bürgers auf freien Zugang zu Informationen über die Umwelt, strukturelle Veränderungen der Verwaltung, die rasante informationstechnische Weiterentwicklung mit dem Siegeszug der Internet- und WWW-Techniken, eine zunehmende Objektorientierung in allen Bereichen der Informationstechnik sowie das Zusammenwachsen der Aufgabenbereiche Umwelt und Verkehr.

Auf der Grundlage einer Kabinettsvorlage nahm der Ministerrat die fortgeschriebene Rahmenkonzeption des UIS am 08.11.1999 zur Kenntnis. Er beauftragte das Ministerium für Umwelt und Verkehr und die berührten Ressorts u.a. mit der Weiterentwicklung der UIS-Komponenten auf der Basis der fortgeschriebenen Rahmenkonzeption und bat, den WWW-Informationsservice Umwelt und Verkehr (WWW-UVIS) im Internet für die Bürger und im Intranet für die Verwaltung auszubauen.

Dem Beschluss des Ministerrats wurde im Jahr 2000 Folge geleistet. Die Weiterentwicklung von Komponenten gemäß der RK UIS '98 wird zu einem großen Teil in den einzelnen Teilen des vorliegenden Abschlussberichts beschrieben. Daher konzentrieren sich die Ausführungen dieses Beitrags im Wesentlichen auf den Bereich WWW in Intra-/Internet.

2. Ausbau des WWW-Angebots

Die RK UIS '98 enthält eine Reihe von Empfehlungen zu ihrer Umsetzung, die Ende 1999 zum ersten Mal fortgeschrieben wurden /8/. Darin wird der kontinuierliche Ausbau der WWW-Infrastruktur und des Informationsangebots in Internet und Intranet als eine Daueraufgabe mit hoher Priorität formuliert.

Unter diesem Gesichtspunkt wurden im laufenden Jahr verschiedene Aktivitäten zur Erweiterung, Verbesserung und breiteren Verfügbarkeit des Angebots unternommen.

2.1 UIS-Informationen für Land und Kommunen im Intranet

Gefördert durch Großvorhaben im Zuge des IuK-Verbunds Land/Kommunen, wie etwa das Informationssystem Wasser, Abfall, Altlasten, Boden (WAABIS), erhöht sich zunehmend der Bedarf an ressortübergreifenden Zugriffen innerhalb des Landesverwaltungsnetzes (LVN) sowie Zugriffen aus dem Kommunalen Verwaltungsnetz (KVN) heraus über das LVN auf Datenbestände des UIS.

Nach der Networking-Konzeption für die Landesverwaltung Baden-Württemberg vom 10.11.1999 sind für die einzelnen Ressorts abgeschottete Netze zu bilden. Dadurch wird - abgesehen vom Mailverkehr - ein freizügiger Datenaustausch mit anderen Ressorts (etwa mit den Regierungspräsidien, die als Mittelbehörde wichtige Aufgaben im Umwelt- und Verkehrsbereich wahrnehmen) und mit den Stadt- und Landkreisen, die über das KVN an das LVN angeschlossen sind, zunächst einmal unterbunden.

Die Networking-Konzeption sieht allerdings vor, dass auf der Basis von Sicherheitsanalysen ein erweiterter Zugang zu LVN und KVN, der z.B. die Nutzung des für WWW-Angebote notwendigen HTTP-Protokolls mit einschließt, geschaffen werden kann. Eine derartige Sicherheitsanalyse wurde vom Informationstechnischen Zentrum (ITZ) der Landesanstalt für Umweltschutz erstellt. Sie umfasst eine Bewertung der Gefahrenpotentiale, die vom Betrieb landesweit interessanter Server und Netze aus dem Geschäftsbereich des UVM im Rahmen von LVN und KVN ausgehen.

Auf der Grundlage eines in der Analyse beinhalteten Sicherheitskonzepts erfolgte von mehreren Standorten aus der Aufbau des sogenannten UVM-Server-Netzes. D.h. für die Server im Geschäftsbereich des UVM mit landesweiter Bedeutung wurde bei den jeweiligen Dienststellen ein separates lokales Netz (LAN) aufgebaut, das von den Intranets der Dienststellen getrennt ist. Die Verbindung der physikalisch isolierten LANs mit dem LVN sowie die Zugangskontrolle wurden mittels packetfilternder Firewalls realisiert.

Mit dem Aufbau des UVM-Server-Netzes ist es nun technisch möglich, auf Informationen der Bereiche Umwelt, Verkehr und Verwaltung aus dem Geschäftsbereich des UVM landesweit über LVN und KVN zuzugreifen. Als Angebote können beispielsweise genutzt werden:

- das Document Retrieval System (DRS) des Zentralen Fachdienstes Wasser, Boden, Abfall, Altlasten (ZFD) bei der Landesanstalt für Umweltschutz,
- die Systeme der XfaWeb-Familie zu den Themenbereichen Altlasten, Naturschutz und Boden (Alfa-, Nafa- und BofaWeb),
- Informationen zum IuK-Verfahren WAABIS (Benutzerhandbücher, Mitteilungsblätter, Arbeitshilfen etc.),

und benutzerabhängig

- Berichtssysteme zum Zugriff auf zentrale Referenzdatenbanken,
- spezielle Datenbanken wie die Gefahrstoffdatenbank GSBL.

2.2 Portalseiten

Mit dem stetig steigenden Angebot an Informationen im World Wide Web des Internet wächst auch der Umfang entsprechender Informationen aus den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung im Geschäftsbereich des UVM ständig. Daher sind geeignete Hilfen zur Navigation und Recherche unabdingbar. Der Bedarf an derartigen Hilfsmitteln wurde auch anlässlich eines Workshops formuliert, der im Februar 2000 im UVM stattfand und sich mit den WWW-basierten Fachinformationsdiensten und der Metadatenverwaltung im UIS Baden-Württemberg beschäftigte /9/.

Im Rahmen dieses Workshops wurde die Notwendigkeit der Bereitstellung von Portalseiten, also zentraler Einstiegspunkte in das Intra- und Internetangebot des UVM-Geschäftsbereichs, formuliert. Die erste Entwürfe, die von der eingesetzten Arbeitsgruppe erarbeitet wurden, befinden sich derzeit im Test. Eine der Intranet-Portalseiten wurde für das Informationsangebot des oben beschriebenen UVM-Server-Netzes geschaffen. Die übersichtliche Struktur der Portalseite erlaubt einen gezielten Zugriff auf Informationen aus den Bereichen Umwelt und Verkehr, die für Interessenten außerhalb des Geschäftsbereichs des UVM von besonderer Relevanz sind. Neben ausgewählten Informationen aus den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung sowie speziellen Fachinformationsdiensten befinden sich unter anderem Veröffentlichungen und Kontaktadressen der einzelnen Dienststellen im direkten Zugriff.

Ein weiteres Portal für den Geschäftsbereich des UVM selbst, also auch für Intranet-Angebote, die nicht Teil des UVM-Server-Netz sind, sowie ein Portal speziell für den Bereich Umwelt befinden sich in Arbeit.

2.3 Suchhilfen

Der navigatorische Zugang über zentrale Einstiegsseiten ist eine der Orientierungshilfen, die dem Informationssuchenden angeboten werden. Ein weiteres Hilfsmittel stellen Suchwerkzeuge dar. Im Rahmen der Dokumentation des bereits genannten Workshops Fachinformationsdienste und Metadatenverwaltung im UIS Baden-Württemberg erfolgte eine Zusammenstellung und Beschreibung der bislang im UIS eingesetzten Suchwerkzeuge. Dabei handelt es sich um die beiden frei verfügbaren Volltext-Suchprogramme SWISH-E (Simple Web Indexing System for Humans - Enhanced) und ht://Dig sowie der auf Windows NT und den Microsoft Internet Information Server (MS IIS) aufsetzende Microsoft Index Server (MS IS). Beispiele für den derzeitigen Einsatz der Werkzeuge sind die XfaWeb-Fachinformationsdienste (SWISH-E), die Portalseite des UVM-Server-Netzes (ht://Dig) und die Dokumentenverwaltung in Web-Archiven (MS IS). Während sich der Einsatz von SWISH-E und ht://Dig auf die Indizierung von HTML-Seiten konzentriert, kommt der MS IS in erster Linie bei der Indizierung von Dokumenten zur Anwendung, die in Dokumentenablagen der Verwaltung anzutreffen sind, also MS-Office-Dateien der Formate Word, Excel und Powerpoint, Grafikdateien gängiger Formate und PDF-Dateien.

2.4 Layoutvorgaben

Eine ausschlaggebender Erfolgsfaktor für die erfolgreiche Navigation im Intra- und Internetangebot ist nicht zuletzt die einheitliche und funktionale Gestaltung der WWW-Seiten. Aus diesem Grund wurden im März 2000 die „Vorgaben für den Webauftritt des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg und nachgeordneter Dienststellen“ verabschiedet. Neuentwicklungen im WWW-Angebot der Dienststellen sind gemäß dieser Layoutvorgaben zu erstellen und bestehende Angebote im Rahmen der Möglichkeiten sukzessive anzupassen. Zentrale Vorgaben hinsichtlich der unterstützten Technologien, der Verwendung von Grafikformaten und Schriftarten, des Einsatzes von Frames und Menüleisten erlauben einen gezielten Zugriff und die effiziente Aufnahme der angebotenen Informationen. Abbildung 1 zeigt die den Vorgaben entsprechende Gestaltung der Homepage des Ministeriums für Umwelt und Verkehr.



Abbildung 1: Homepage des Ministeriums für Umwelt und Verkehr gemäß den neuen Gestaltungsrichtlinien

3. Informationen aus dem UIS in GEIN

Um die öffentlich über das WWW erreichbaren Umweltinformationen des Bundes und der Länder zu vernetzen und von einem zentralen Punkt aus zugänglich zu machen, wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und des Umweltbundesamtes von der Sema Group ein Broker auf die Informationsangebote des Bundes und der Länder entwickelt. Als Resultat entstand die erste Stufe des Umweltinformationsnetzes Deutschland (GEIN) /10/, das am 07.06.2000 in Dessau anlässlich einer Pressekonferenz im Rahmen der EXPO 2000 durch Bundesumweltminister Trittin und den Präsidenten des Umweltbundesamtes offiziell in Betrieb genommen wurde.

Mit der Inbetriebnahme stehen jetzt über 100.000 HTML-Seiten, von denen sich 30.000 auf den öffentlich zugänglichen Servern im Geschäftsbereich des UVM Baden-Württemberg befinden, im direkten Zugriff des GEIN-Nutzers. Neben den HTML-Seiten im Freitext sind die Metadaten der im Umweltdatenkatalog (UDK) verschlagworteten Seiten zugänglich. Die Metadaten werden in Baden-Württemberg über eine Exportschnittstelle aus dem UDK heraus automatisiert zur Verfügung gestellt. Den einheitlichen Zugriff auf die einzelnen Umweltdatenkataloge ermöglicht der sogenannte „Virtuelle UDK“. Zusätzlich zu den Suchmechanismen bietet GEIN einen navigatorischen Zugang, der auf ausgewählten, themenbezogenen Portalseiten der einzelnen Informationsanbieter basiert. Das UVM beabsichtigt, sich an dem Ausbau von GEIN zu beteiligen.

4. Literatur

- /1/ Mayer-Föll, R.; Pätzold, J. (Hrsg.) (1998): Umweltinformationssystem Baden-Württemberg als Teil des Landessystemkonzepts, Rahmenkonzeption 1998, RK UIS '98. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart / Universitätsverlag Ulm GmbH; ISBN 3-89559-234-X.
- /2/ Mayer-Föll, R.; Pätzold, J. (Hrsg.) (1999): Umweltinformationssystem Baden-Württemberg als Teil des Landessystemkonzepts, Hauptuntersuchung 1998, Band 1: Strukturen, Wirtschaftlichkeit und Umsetzung. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart.
- /3/ Mayer-Föll, R.; Pätzold, J. (Hrsg.) (1999): Umweltinformationssystem Baden-Württemberg als Teil des Landessystemkonzepts, Hauptuntersuchung 1998, Band 2: Bestandsaufnahme. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart.
- /4/ Mayer-Föll, R.; Pätzold, J. (Hrsg.) (1999): Umweltinformationssystem Baden-Württemberg als Teil des Landessystemkonzepts, Hauptuntersuchung 1998, Band 3: Technische Konzeption. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart.
- /5/ Mayer-Föll, R.; Pätzold, J. (Hrsg.) (1999): Umweltinformationssystem Baden-Württemberg als Teil des Landessystemkonzepts, Hauptuntersuchung 1998, Band 4: Materialien. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart.
- /6/ Mayer-Föll, R.; Schilling, P.; Weigert, D. et al. (1986): Konzeption für das Umweltinformationssystem Baden-Württemberg. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg, Stuttgart.
- /7/ Umweltministerium Baden-Württemberg; McKinsey and Company, Inc. (1987-90): Konzeption des ressortübergreifenden Umweltinformationssystems im Rahmen des Landessystemkonzepts Baden-Württemberg (Phase I: Bestandsaufnahme und inhaltliche Konzeption; Phasen II/III: Systemkonzeption und Umsetzungsplanung; Phase IV: Weiterentwicklung der Rahmenkonzeption; Phase V: Umsetzung der Rahmenkonzeption). Stuttgart.
- /8/ R. Mayer-Föll, A. Jaeschke (Hrsg.) (1999): Projekt GLOBUS - Von Komponenten zu vernetzten Systemen für die Nutzung globaler Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg und anderen fachübergreifenden Anwendungen; Phase VI 1999. Forschungszentrum Karlsruhe, Wissenschaftliche Berichte, FZKA 6410.
- /9/ R. Ebel, A. Schultze (Hrsg.) (2000): Workshop Fachinformationsdienste und Metadatenverwaltung im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg am 24. Februar 2000 - Dokumentation. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart.
- /10/ <http://www.gein.de>

Erweiterung der XfaWeb-Fachinformationssysteme für einen breiten Einsatz

*R. Weidemann; C. Döpmeier; W. Geiger; Ch. Grieß; G. Zilly
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Institut für Angewandte Informatik (IAI)
Postfach 3640
76021 Karlsruhe*

*E. Schmid; M.Theis; J. Witt-Hock
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Griesbachstr. 1
76185 Karlsruhe*

*E. Nowak
Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Postfach 08 01 00
01101 Dresden*

*R. Ebel; I. Henning
Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (UVM)
Postfach 103439
70029 Stuttgart*

*P. Lautner
Ingenieurgesellschaft für Umwelttechnik mbH
Lindenbergstr. 12
79199 Kirchzarten*

1. EINLEITUNG	67
2. DIE SYSTEME DER XFAWEB-FAMILIE.....	68
2.1 XFAWEB, ALLGEMEIN	68
2.2 ALFAWEB	69
2.3 BOFAWEB.....	70
2.4 NAFAWEB.....	71
2.5 SALFA-WEB	71
3. KOMPONENTEN- UND WERKZEUG-ENTWICKLUNG	72
3.1 VERARBEITUNG VON METADATEN.....	72
3.1.1 <i>Metadaten für externe Verzeichnisdienste</i>	72
3.1.2 <i>Systemverwaltungskomponente</i>	72
3.1.2.1 UDK-Schnittstelle	73
3.1.2.2 Bericht-Status	74
3.1.2.3 Alle Berichte konvertieren.....	74
3.1.2.4 SVK.INI-Datei	74
3.1.2.5 Tests zu Windows 2000 und Office 2000	74
3.1.2.6 Interne Berichte	75
3.1.2.7 Sonstige Erweiterungen.....	75
3.2 CD-ROM-SOFTWARE	75
3.3 INTEGRATION	77
3.3.1 <i>Konzept</i>	77
3.3.2 <i>Praxiserfahrungen</i>	79
3.4 KONVERTIERUNGSPROGRAMM	81
3.5 SONSTIGER EINSATZ DER XFAWEB-WERKZEUGE.....	81
4. LITERATUR.....	82

1. Einleitung

Die Bearbeitung von Aufgaben im Umweltschutz erfordert häufig komplexes, interdisziplinäres Wissen sowie ein beträchtliches Maß an Fachinformationen. Viele dieser Fachinformationen werden in Form von Handbüchern, Berichten, Datenbanken und Programmen zusammengestellt. Diese Arbeitshilfen sind aber den Sachbearbeitern in den zuständigen Behörden und in den Umwelt-Ingenieurbüros oft nicht direkt verfügbar und die Informationssuche ist aufwändig.

XfaWeb stellt diese Informationen am PC-Arbeitsplatz des Sachbearbeiters bereit und ermöglicht ihm eine effektive Informationsrecherche. Dazu werden moderne Informations- und Kommunikationstechnologien wie Internet, Intranet und CD-ROM auf Basis aktueller WWW-Entwicklungen genutzt. Intelligente hypermediale Such- und Navigationshilfen unterstützen die effektive Informationsrecherche. Die Systeme der XfaWeb-Familie basieren auf einem anwendungsneutralen Werkzeugkasten, der in den letzten Jahren aufgebaut und kontinuierlich weiterentwickelt wurde. Die Werkzeuge wurden unmittelbar bei der Erstellung der Fachsysteme eingesetzt und erprobt. Als erstes erreichte 1998 das Altlasten-Fachinformationssystem AlfaWeb den inhaltlichen Vollausbau, d.h. alle relevanten Arbeitshilfen waren in das System integriert. In 2000 konnten auch die beiden weiteren Systeme aus Baden-Württemberg - BofaWeb (Bodenschutz) und NafaWeb (Naturschutz und Landschaftspflege) - sowie in Sachsen das Altlasten-Fachinformationssystem SALFA-WEB¹ zur Einsatzreife gebracht werden.

Damit war die Basis geschaffen, den Kreis der potentiellen Benutzer erheblich auszuweiten. Dies wurde zum einen durch technische Maßnahmen erreicht, um die Verfügbarkeit zu verbessern, und zum anderen durch gezielte Werbemaßnahmen, um den Bekanntheitsgrad zu erhöhen. Im Intranet der Umweltverwaltung Baden-Württemberg sind die XfaWeb-Systeme AlfaWeb, BofaWeb und NafaWeb schon seit einigen Jahren verfügbar. Die fortschreitende Vernetzung in der Verwaltung ermöglicht einem immer größer werdenden Kreis einen Zugang zum Intranet und damit zu den XfaWeb-Systemen. Im Laufe eines Jahres (Mitte 1999 bis Mitte 2000) wurde von über 800 verschiedenen Rechnern aus auf die XfaWeb-Systeme im Intranet zugegriffen. Bezüglich der Freigabe der XfaWeb-Systeme im Internet ist die verwaltungs-interne Diskussion darüber, ob ein kostenloser Zugriff gewährt werden kann oder eine Bezahlung erfolgen muss, noch nicht abgeschlossen. Aus Anlass des 25-jährigen Jubiläums der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) und der Expo - XfaWeb ist ein Beitrag des Landes Baden-Württemberg zum Umweltinformationsnetz Deutschland (GEIN, s.u.) - konnten die XfaWeb-Systeme in diesem Jahr ab Juni kostenfrei ins Internet gestellt werden. Die Nutzungszahlen zeigen einen stetigen Aufwärtstrend. Ende September 2000 wurde das Angebot bereits von täglich knapp 300 Interessenten besucht und es wurden typischerweise etwa 2000 Seiten abgerufen. AlfaWeb wird als CD-ROM bereits seit 1998 vertrieben. Seit Mitte 2000 kann auch BofaWeb auf CD-ROM zur lokalen Nutzung am PC bei der LfU erworben werden. Eine NafaWeb CD-ROM wurde in 500 Exemplaren gezielt in der Naturschutzverwaltung und an Naturschutzbeauftragte verteilt, zum Ende des Jahres soll auch hier eine für jedermann erhältliche CD-ROM-Version bereitgestellt werden.

¹ Die Entwicklung von SALFA-WEB erfolgt durch das Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie unter Verwendung der XfaWeb-Werkzeuge.

Die Entwicklung der Systeme wird seit Beginn von Projektsteuerungsgruppen begleitet, welche die Anforderungen und Erfahrungen der Anwender einbringen. In einem am 21.09.2000 veranstalteten Anwender-Workshop wurden der erreichte Entwicklungsstand vorgestellt, die bisherigen Erfahrungen abgefragt und über die weitere Entwicklung diskutiert. Es stellte sich heraus, dass ein zunehmender Bedarf nach einem Intranet- bzw. Internetzugang in der Verwaltung besteht (außer für XfaWeb auch für WAABIS, DRS etc.) und dieser Zugang zwar grundsätzlich auch möglich, aber in vielen Fällen real noch nicht gegeben ist. Die Freischaltung des Intranetzugangs erfordert das koordinierte Zusammenspiel der jeweiligen Behörde, der Regionalen Rechenzentren und des ITZ. Auch hinsichtlich des lokalen Einsatzes der Systeme am Arbeitsplatz mittels CD-ROM besteht Verbesserungsbedarf. Die Verwendung der CD-ROM scheitert z.T. an veralteter Rechnertechnik, nicht vorhandenen CD-Laufwerken oder auch daran, dass die CDs die zuständigen Sachbearbeiter nicht erreichen.

Um für den Einsatz der XfaWeb-Systeme zu werben und um neue Partner für die Weiterentwicklung des XfaWeb-Werkzeugkastens zu gewinnen, wurde am 27.06.2000 ein eintägiger Workshop im Kongresszentrum in Karlsruhe veranstaltet /7/. Dazu wurden gezielt Vertreter verschiedener Institutionen des Bundes und der Länder, von Kommunen und anderen Einrichtungen eingeladen. Mehr als 60 Interessenten nahmen das Angebot an. Ergänzend wurden in Anwender-Fachzeitschriften Beiträge veröffentlicht /10/ und Faltblätter in deutsch und englisch produziert /11/. Im 2. Halbjahr 2000 wurden Gespräche mit verschiedenen Interessenten in der LfU und externen Institutionen über die Verwendung der XfaWeb-Werkzeuge bzw. über die Erstellung eigener XfaWeb-Systeme geführt.

2. Die Systeme der XfaWeb-Familie

2.1 XfaWeb, allgemein

Ein wichtiger Aspekt bei der Weiterentwicklung der Systeme der XfaWeb-Familie ist, dass bei allen Anwendungs-spezifischen Unterschieden die Struktur, der Aufbau und die Benutzeroberfläche so ähnlich wie möglich bleiben, damit Nutzer beim Wechseln zwischen den Systemen sich in jedem unmittelbar zurechtfinden. Deshalb wurden entsprechende Änderungen und Erweiterungen immer gleichzeitig in allen Systemen vorgenommen.

In 2000 wurde die Benutzeroberfläche moderat überarbeitet. Die aktuelle Gestaltung zeigt Abb. 1. Insbesondere wurden neue Buttons in der links angeordneten Menüleiste eingeführt und der Copyright-Vermerk in der linken unteren Ecke nicht-scrollbar fixiert. Die wichtigsten Änderungen wurden durch die Freigabe im Internet und der Einbettung in das Metadaten-System GEIN (s. Kap. 3.1.1) veranlaßt. Die Benutzeroberfläche der XfaWeb-Systeme besteht aus einer Reihe von (4) Frames, die erst in ihrer Gesamtheit das Informationsangebot effizient und vollständig erschließen. Ein bestimmter Zustand der Benutzeroberfläche setzt sich aus den zu einem bestimmten Zeitpunkt in den einzelnen Frames geladenen Dateien zusammen. Ein solcher Zustand lässt sich aber nicht über eine URI (WWW-Adresse) ansprechen. Die Suchmaschinen im Internet, über welche sicher ein Großteil der neuen Nutzer gewonnen wird, indizieren und verweisen daher auf einzelne Dateien und verwenden i.d.R. das gesamte Browserfenster zu deren Darstellung. Für XfaWeb heißt dies normalerweise, dass die Suche nach einem bestimmten Sachthema jeweils einzelne Berichtsseiten liefert

(s. Abb. 1 hinteres Fenster). Während die Navigationsbuttons in der Berichtsseite durch die relative Adressierung ein Blättern auch in dieser Konstellation erlauben, sind besondere Maßnahmen erforderlich, um die Seite im beabsichtigten Gesamtrahmen darzustellen. Dazu wurde in alle XfaWeb-Berichtsseiten ein spezieller Button eingefügt, der den jeweiligen Gesamtrahmen herstellen kann. Dieser Button ist nur sichtbar, wenn die Berichtsseite nicht in den üblichen Rahmen eingepasst ist. Zusätzliche Verweise in der Seite führen zur jeweiligen Startseite des Systems bzw. zum Adressenverzeichnis der Projektbeteiligten.

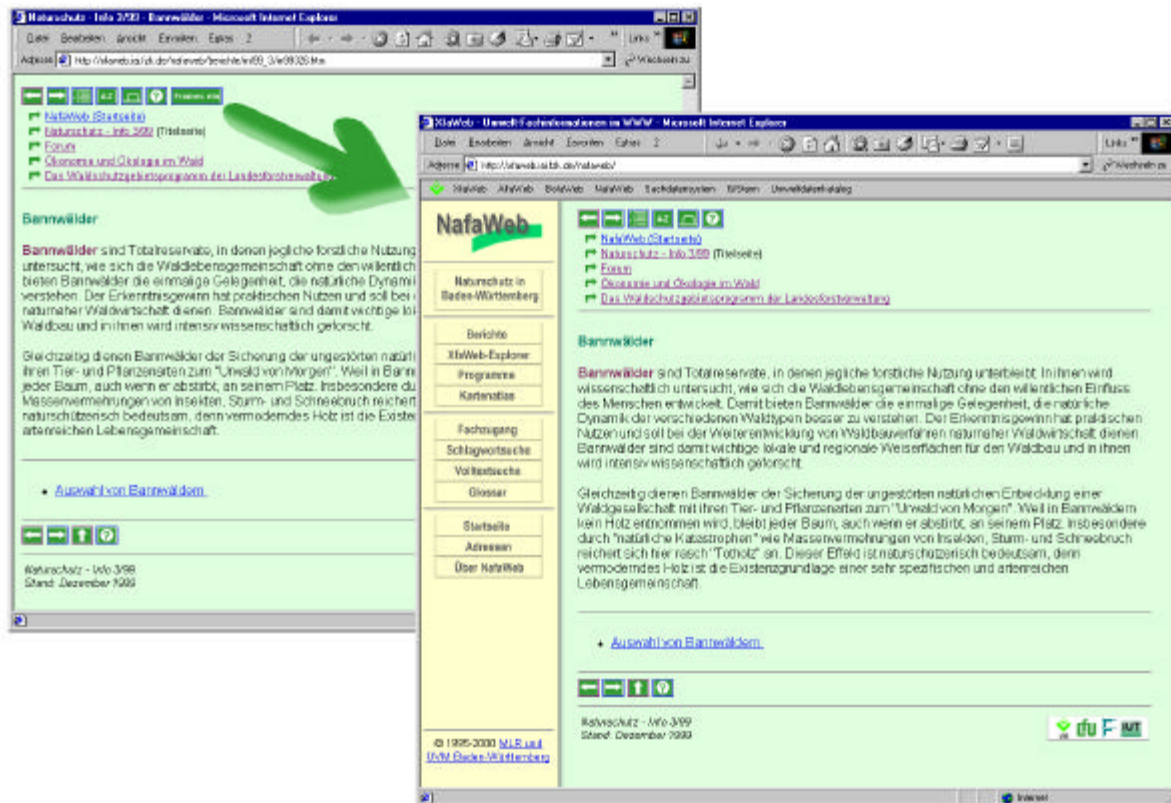


Abb. 1: Aktualisiertes XfaWeb-Layout und Button zum Einblenden der Framestruktur

2.2 AlfaWeb

Da, wie bereits oben erwähnt, AlfaWeb schon seit 1998 den Vollausbau erreicht hat, hielten sich die Änderungen und Erweiterungen in Grenzen. Der Bericht "Vergleichende Prüfung von Vor-Ort-Analytik-Geräten in der Neckartalau in Stuttgart-Bad Cannstatt" wurde neu eingestellt, fünf weitere werden nach der bevorstehenden Fertigstellung folgen. Die Aktualisierung der Datenbank Bodenbehandlungsanlagen (BOBAN) wurde in regelmäßigen Abständen vorgenommen. Dazu können die Betreiber der Anlagen Änderungen über ein in AlfaWeb eingestelltes Formular an das zuständige Fachreferat der LfU melden. Dieses prüft die Meldungen und aktualisiert entsprechend die in Microsoft Access realisierte Datenbank. Auf Initiative des dafür zuständigen LfU-Sachbearbeiters wird bei Bedarf eine Momentaufnahme der Datenbank in Text-Dateien exportiert. Über ein Generierungsprogramm werden anschließend daraus die entsprechenden HTML-Seiten, Suchformulare und Index-Files in AlfaWeb neu erzeugt. Die Einsatzerfahrungen der LfU mit der Access-Datenbank führten zu einer Überarbeitung einzelner Module des Programms.

Die von der Firma AHK seit 1998 vertriebene, erste Version der AlfaWeb-CD /4/ basiert auf einer inzwischen veralteten CD-ROM-Software. Es wurde eine neue AlfaWeb-CD produziert, welche die neue, auch bei den anderen XfaWeb-Systemen eingesetzte Software (s. Kap. 3.2) verwendet. Die CD wird nur auf Nachfrage verteilt.

Die aktuelle Gesetzeslage (Bodenschutz-Gesetz und -Verordnung) machten die Überarbeitung einer Reihe von Materialien und auch des Fachzugangs von AlfaWeb erforderlich. Zwischen den Landesanstalten von Baden-Württemberg und Sachsen wurde vereinbart, hier gemeinsam und arbeitsteilig vorzugehen und die Ergebnisse in AlfaWeb und SALFA-WEB zu integrieren.

2.3 BofaWeb

Im aktuellen Berichtszeitraum wurde die erste kommerzielle CD-Version von BofaWeb fertiggestellt (Mai 2000). Sie enthält 88 Berichte, ca. 6000 WWW-Seiten, ca. 1600 Abbildungen und 81 PDF-Dateien (Druckvorlagen). Diese Version war gleichzeitig die erste im Internet verfügbare BofaWeb-Version. Aktualisierungen von Intranet- und Internet-Version erfolgten bei Bedarf.

Inhaltlich wurde, neben neu eingestellten Berichten, der Menüpunkt *Programme* eingeführt. Darin befinden sich Informationen zu DV-Programmen über Bodenschutzthemen. Derzeit sind darin folgende Programme beschrieben (Stand: 20.10.2000):

- BoBeS - Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit
- ERDMAUS - Excelprogramm zur Erdmassenermittlung²
- FISBo - Fachinformationssystem-Bodenschutz
- WaBoA - Wasser- und Bodenatlas

BofaWeb wurde am 27. / 28.01.2000 auf den Bodenschutztagen in Hohenheim präsentiert.

Bis zum Ende des Jahres soll eine umfangreiche Restrukturierung und Erweiterung der rechtlichen Grundlagen des Bodenschutzes abgeschlossen werden. Die Überarbeitung des Fachzugangs Recht wurde durch Prof. E. Schlabach (FH Kehl) vorgenommen.

Um neben den rechtlichen Grundlagen auch die rechtliche Praxis verfügbar zu machen, wird derzeit eine Datenbank einschlägiger Gerichtsentscheidungen (Urteilsdatenbank) aufgebaut. Bei der nachfolgenden Integration dieser Datenbank in BofaWeb soll beispielhaft die logische Referenzierung von Berichten konzipiert und erprobt werden. Bei der logischen Referenzierung werden Querverweise zwischen Berichten nicht mehr als WWW-Adressen (URIs) definiert, sondern auf fachlich-logischer Ebene angegeben (z.B. Verweis auf: BBodSchG, §2). Die logischen Referenzen werden dann erst bei der Konvertierung oder zur Laufzeit in physikalische Adressen aufgelöst.

² Das Excelprogramm ERDMAUS ist in BofaWeb auch direkt verfügbar.

2.4 NafaWeb

Das Fachinformationssystem NafaWeb für Naturschutz und Landschaftspflege wurde im Jahr 2000 inhaltlich weiter ausgebaut. Es wurden sämtliche von IUT aufbereiteten Berichte in das System integriert, u.a. das umfangreiche Werk „Florenliste von Baden-Württemberg“, der stark illustrierte und mit vielen Links versehene Bericht „Natura 2000 in Baden-Württemberg“ sowie die neu erschienenen Ausgaben des Naturschutz-Infos des Fachdienstes Naturschutz. Neben den Inhalten wurden die Zugänge Berichterliste, Schlagwortsuche, Volltextsuche und Fachzugang für die Informationsrecherche in diesen Berichten erweitert. Die Informationen im Systemrahmen wurden aktualisiert und erweitert und die Benutzeroberfläche dieser Seiten mit denen der Berichte vereinheitlicht.

Das System umfasste im November 2000 etwas mehr als 70 Dokumente (Berichte und Gesetzestexte), ca. 190 Inhaltsverzeichnisse, die Schlagwortliste der Literaturdatenbank ABS-LIT / LARS sowie den im Landschaftsrahmenprogramm erstellten Kartenatlas. Insgesamt enthält es mehr als 7300 WWW-Seiten mit über 1500 Abbildungen. Der erreichte Entwicklungsstand erlaubt es, zum Ende des Jahres die erste kommerzielle NafaWeb-CD zu produzieren.

Von der LfU wird eine Schutzgebiets-CD mit Berichten und Karten über die Schutzgebiete in Baden-Württemberg entwickelt. Die Berichte werden von IUT mit den XfaWeb-Werkzeugen aufbereitet, das Forschungszentrum Karlsruhe wirkt an der Erstellung des Systemrahmens und der Integration der Texte und Karten mit.

2.5 SALFA-WEB

Das Sächsische Altlasten-Fachinformationssystem SALFA-WEB wird vom Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG) entwickelt. Für seine Erstellung werden die XfaWeb-Werkzeuge, insbesondere die Konvertierungs- und Informationsaufbereitungsprogramme sowie die Systemverwaltungskomponente, verwendet.

Das Forschungszentrum Karlsruhe hat die jeweils neueste Version der XfaWeb-Werkzeuge der LfUG bereitgestellt und die LfUG beim Einsatz der Werkzeuge für den Aufbau der Web-Version von SALFA-WEB beraten. Für die Verbreitung über CD wurde vom Forschungszentrum die Web-Version angepasst und es wurde ein Master der (ersten) CD-Version von SALFA-WEB erstellt. Aufgrund des XfaWeb-CD-Laufzeitsystems stellt diese den Benutzern neben den statischen Seiten auch alle dynamischen Suchhilfen von SALFA-WEB zur Verfügung.

SALFA-WEB ist seit Februar 2000 im Internet verfügbar (<http://www.lfug.de/Fachinfo/Abfall-Altlasten/SalfaWeb/SalfaWeb-nt/index.html>), im Juni 2000 wurde von der LfUG die erste CD-Version des Systems herausgegeben.

3. Komponenten- und Werkzeug-Entwicklung

3.1 Verarbeitung von Metadaten

3.1.1 Metadaten für externe Verzeichnisdienste

Um in dem gigantischen Informationspool Internet relevante Informationen auffindbar zu machen, werden verschiedenartige Einstiegspunkte wie Suchmaschinen, Verzeichnisdienste, Portale und andere Metadaten-Kataloge angeboten. Entsprechend der XfaWeb-Zielgruppe "Sachbearbeiter im Umweltschutz" und hier insbesondere in der Verwaltung des Landes und im weiteren deutschsprachigen Raum haben für XfaWeb der Umweltdatenkatalog (UDK; /16/) von Baden-Württemberg und das Umweltinformationsnetz Deutschland (GEIN; /17/) besondere Bedeutung. Zur Bereitstellung der für die Registrierung der XfaWeb-Inhalte nötigen Informationen, wurde das Datenmodell und die Benutzerschnittstelle der Systemverwaltungskomponente erweitert (s. Kap. 3.1.2). Die XfaWeb-Exportschnittstelle versorgt unmittelbar nur den UDK mit Metadaten. Die für die so genannte Detailsuche von GEIN (Schlagwortsuche) erforderlichen Metadaten werden indirekt über den UDK an GEIN weitergegeben. Für das Fachsystem, in diesem Fall XfaWeb, hat dies den Vorteil, dass nur eine Exportschnittstelle bedient und gepflegt werden muss. Sobald mehrere Fachsysteme nach demselben Verfahren angeschlossen werden, ergibt sich auch insgesamt ein Synergieeffekt. GEIN bietet neben der Schlagwortsuche auch eine Volltextsuche an. Der Volltext-Index wird automatisch über einen Web-Robot aufgebaut, d.h. GEIN analysiert alle registrierten Informationsangebote.

XfaWeb stellt derzeit (Okt. 2000) mehr als ein Fünftel der ca. 100.000 im Volltext-Index verzeichneten WWW-Seiten von GEIN.

Bis zur Freigabe der XfaWeb-Systeme im Internet wurden die Metadaten aller schon vorhandenen Berichte nacherfasst und an den UDK und an GEIN weitergegeben. Bei neuen Berichten läuft die Erfassung der Daten für die Metadaten-Kataloge parallel zur Erfassung der erforderlichen Metadaten für XfaWeb-interne Zwecke. Mit jeder Aktualisierung der Intranet- und Internet-Versionen von XfaWeb werden gleichzeitig die Daten an UDK und GEIN geliefert, sodass die neuen Berichte zeitnah über die Kataloge gefunden werden können.

3.1.2 Systemverwaltungskomponente

Die Systemverwaltungskomponente (SVK) wurde auch im Jahr 2000 gemäß den gewonnenen Erfahrungen und neuen Anforderungen weiter entwickelt. Diese Erweiterungen betrafen vom Aufwand her in erster Linie die neue Schnittstelle zum UDK. Eine INI-Datei ermöglicht nun ein komfortableres Portieren von neuen Fachinformationssystem-Versionen. Es wurde die Möglichkeit zur Kennzeichnung des Bericht-Status eines Berichts im WWW geschaffen.

3.1.2.1 UDK-Schnittstelle

Für die neue Version (4.0) des Umweltdatenkatalogs (UDK) des Landes Baden-Württemberg wurde in XfaWeb eine Schnittstelle auf SGML-Basis geschaffen³. Dazu musste die Front-End-Datenbankstruktur erweitert werden, da bisher nicht alle geforderten UDK-Daten darin erfasst wurden. In der Front-End-Datenbank wurde zur Erfassung dieser Daten ein zusätzliches Formular erstellt, mit dem folgende Funktionen ausgeführt werden können:

- Funktion **UDK-Datei erstellen**
Es wird genau eine SGML-Datei generiert, die sich auf den aktuellen Bericht bezieht.
- Funktion **Alle UDK-Dateien**
Generierung aller UDK-Dateien zum aktuellen Fachinformationssystem (FIS).
Es wird für jeden Bericht, der UDK-Einträge enthält, die zugehörige SGML-Datei erstellt.
- Funktion **UDK-Datensätze aktualisieren**
Aktualisierung der FIS-spezifischen Angaben in allen UDK-Dateien des aktuellen FIS.
Hat sich ein Datum im Bereich *berichtsübergreifende, FIS-spezifische Daten* geändert, dann gilt diese Änderung für alle Berichte mit UDK-Einträgen. Deshalb muss für jeden Bericht diese Änderung seiner UDK-Daten nachgezogen werden. Diese Funktion, die alle Berichte in der Datenbank nach UDK-Einträgen durchsucht und die Änderungen einträgt, wurde zur Vereinfachung erstellt.

The screenshot shows a web form for editing UDK entries. The title bar reads 'XfaWeb - UDK-Einträge bearbeiten'. The main content area is divided into several sections:

- Bericht:** Bodenbehandlungsanlagen (BOBAN)
- Berichtsübergreifende, FIS-spezifische Angaben:**
 - catalogue-identifier: UDK Baden-Württemberg
 - Adresse: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Griesbachstr 1 D-76185 Karlsruhe
 - Server-URL: http://xfaweb.lfuka.um.bwl.de
 - AddressIdentifier: 1C548FEE-F243-11D2-9A86-080000507261
- Berichtsspezifische Angaben:**
 - Weitergabe an: Nur für Berechtigte
 - Medium: Internet
 - Datenformat: HTML
 - linkage-icon-text: Bericht
 - Raumangaben: (empty)
 - Land: DE
 - Bundesland: Baden-Württemberg
 - Regierungsbezirk: (empty)
 - Kreis: (empty)
 - Gemeinde: (empty)
 - Dokumententyp: Broschüre/Bericht
 - Umweltklassifikation 1: AB Abfall
 - Umweltklassifikation 2: (empty)
 - Umweltklassifikation 3: (empty)
 - Zeitangaben: (empty)
 - Beginn-Datum: (empty)
 - Ende-Datum: (empty)
 - time-type: (empty)

At the bottom, there are several buttons: 'Hilfe...', 'Speichern', 'Löschen', 'UDK-Datensätze aktualisieren', 'UDK-Datei erstellen', 'Alle UDK-Dateien', and 'Schließen'.

Abb. 2: Formular 'UDK-Einträge bearbeiten'

³ Die Erfassungsschnittstelle des UDK in XfaWeb zu integrieren, wurde als nicht sinnvoll erachtet.

3.1.2.2 Bericht-Status

Um im WWW einen Bericht hinsichtlich seines Bearbeitungsstandes zu kennzeichnen, wurde ein entsprechendes Attribut in den Metadaten zu den Berichten ergänzt. Wird ein Bericht neu angelegt, wird automatisch der Status *aktuell* eingetragen und die entsprechende CSS-Datei (CSS = Cascading Style Sheet) aus den Default-Werten übernommen. Zur Änderung des Status wählt der Betreiber der SVK in einem Kombifeld aus folgenden Möglichkeiten:

- aktuell
- veraltet
- Entwurf

Daraufhin wird automatisch in den Typdaten des Berichts die zugehörige CSS-Datei eingetragen. Zusätzlich wird in der Berichtsliste eine Statusinformation zum Berichtstitel hinzugefügt.

3.1.2.3 Alle Berichte konvertieren

Im Berichtszeitraum wurde die Struktur und das Layout der XfaWeb-Seiten im Hinblick auf GEIN geändert. So wurde z. B. der Link auf die Startseite eines Systems in den Navigations- teil verlegt. Dies hatte eine Änderung bzw. Erweiterung der Datenstruktur in allen Back-End- Systemen zur Folge. Außerdem mussten die Typdaten zu allen Berichten geändert werden.

Um die anschließend notwendige Konvertierung eines jeden Berichts nicht zu zeitaufwändig werden zu lassen, wurden die Verwaltungsdialoge der SVK um die Funktion *Alle Berichte konvertieren* bzw. *Alle Teilberichte konvertieren* erweitert. Dabei musste berücksichtigt werden, dass nicht alle Berichte mit der SVK konvertiert wurden/werden.

3.1.2.4 SVK.INI-Datei

Mittlerweile wird die Systemverwaltungskomponente bei fünf verschiedenen Betreibern eingesetzt. Bekamen diese Betreiber bisher eine neue Version der SVK, dann mussten sie ihre lokalen Einstellungen jedes Mal wieder per Hand eintragen. Inzwischen wird durch die SVK eine INI-Datei erzeugt, die diese lokalen Daten speichert. Auf diese INI-Datei greift die neue SVK-Version zu und aktualisiert automatisch die entsprechenden Datenbanktabellen.

3.1.2.5 Tests zu Windows 2000 und Office 2000

Zunächst wurde die SVK unter Windows NT 4.0 mit Office 2000 getestet. Prinzipiell gibt es zwei Möglichkeiten eine Access97-Datenbank unter Access 2000 zu betreiben. Entweder man behält die 97er-Version unter Access 2000 bei (kann dann aber keine Änderungen an der Datenbankstruktur vornehmen) oder man konvertiert sie in das Access 2000-Format. Werden beide Office-Versionen auf einem Rechner betrieben, kann es zu einer für den Betrieb der Datenbank unverträglichen Mischung von Office 2000- und Office 97-Dateien kommen, was auch bereits bei einer nicht-konvertierten Datenbank Probleme bereitet.

Nach dieser Erfahrung wurde die SVK-Datenbank im Access97-Format nicht weiter unter Windows 2000 getestet, sondern unmittelbar nach Access 2000 konvertiert. Hier wurden

keine Probleme festgestellt, sodass davon ausgegangen werden kann, dass in der Kombination Windows 2000 und Access 2000 die Aufwärtskompatibilität der SVK gegeben ist.

3.1.2.6 Interne Berichte

Für BofaWeb wurde die Möglichkeit geschaffen, Berichte als "*Interne Berichte*" zu deklarieren. Dies sind Berichte, die nur verwaltungs-intern im Intranet der LfU, nicht aber im Internet zugänglich sein sollen. Interne Berichte werden in einem speziellen Verzeichnisbaum zusammengefasst, der nicht mit auf den Internet-Server kopiert wird. Die Menüstrukturen der Benutzeroberfläche werden zur Laufzeit dynamisch erzeugt. Verweise auf interne Berichte werden automatisch unterdrückt, wenn der interne Verzeichnisbaum auf dem aktuellen Server nicht installiert ist. Ähnlich werden bei der Volltextsuche, die aus Performance-Gründen auf einem im Voraus erstellten Index aufsetzt, die Verweise zu internen Berichten entsprechend gefiltert.

3.1.2.7 Sonstige Erweiterungen

Um einen Bericht zu bearbeiten musste man bisher zuerst die Berichtsreihe auswählen und dann den Bericht. Mit zunehmendem Umfang der Systeme wurde es für den Betreiber der SVK immer schwieriger diese Zuordnung zu kennen, wenn ihm nur der Name des Berichts bekannt war. Zur Unterstützung des Betreibers wurde deshalb eine Suchfunktion eingebaut, die es ihm ermöglicht, eine Berichtsreihe über den Berichtsnamen zu suchen.

Mit zunehmender Anzahl von Betreibern der Systemverwaltungskomponente wird es immer wichtiger, eine Möglichkeit zu einem automatischen Update der Back-End-Systeme zu schaffen. Hierzu werden derzeit erste Tests durchgeführt.

3.2 CD-ROM-Software

Ziel bei der 1999 realisierten zweiten Version der CD-ROM-Software war es, die serverbasierten Internet-/Intranet-Informationssysteme möglichst eins-zu-eins für CD-ROM-Lösungen übernehmen zu können. Dies legte einen Ansatz nahe, der einen Web-Server mit in die CD-ROM Software einbindet, wobei die folgenden Randbedingungen eingehalten werden mussten:

- Es sollten möglichst wenig Voraussetzungen an den PC und seine Konfiguration gestellt werden.
- Die CD-ROM-Software sollte keine Installation von serverbasierter Software auf dem PC nötig machen.

2000 war nun das Ziel, die Konfigurationsmöglichkeiten der CD-ROM-Systeme möglichst komfortabel zu gestalten. Aus diesem Grunde wurde eine XML-basierte Konfigurationssprache für das CD-ROM-Kontrollprogramm (**AWebCD = Automatic Web CD**) der XfaWeb-CD-ROM Laufzeitsysteme entwickelt, die eine flexible, einfach zu lesende und schnell erweiterbare Konfiguration der Systeme ermöglicht. Der folgende Code zeigt die Konfigurationsdatei eines BofaWeb-Fachinformationssystems.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!DOCTYPE AWebCD SYSTEM "AWebCD.dtd">
<AWebCD>
```

```
<ReplaceVariables>
  <Variable>
    <Name> ${BOFAWEBROOT} </Name>
    <Value> ${MYROOT} </Value>
  </Variable>
  <Variable>
    <Name> ${FILE} </Name>
    <Value> server.conf </Value>
  </Variable>
  <Variable>
    <Name> ${MYCONF} </Name>
    <Value> ${WEBTMP}\${FILE} </Value>
  </Variable>
  <Variable>
    <Name> ${CONF} </Name>
    <Value> ${MYROOT}\${FILE} </Value>
  </Variable>
  <Variable>
    <Name> ${APACHE} </Name>
    <Value> ${MYROOT}\apache1.3.12 </Value>
  </Variable>
  <Variable>
    <Name> ${PERLPATH} </Name>
    <Value> ${MYROOT}\Perl\5.00502\bin\MSWin32-x86-object</Value>
  </Variable>
</ReplaceVariables>
<Servers>
  <ServerConf>
    <ConfFiles>
      <File>
        <Source> ${CONF} </Source>
        <Destination> ${MYCONF} </Destination>
      </File>
    </ConfFiles>
    <Environment>
      <AddPath> ${PERLPATH} </AddPath>
      <AddPath> ${MYROOT} </AddPath>
    </Environment>
    <ServerCommands>
      <Start> ${APACHE}\apache.exe -f ${MYCONF} </Start>
      <Restart> ${APACHE}\apache.exe -f ${MYCONF} -k restart</Restart>
    </ServerCommands>
  </ServerConf>
</Servers>
<Browser>
  <StartPage> ${MYROOT}/welcome.html </StartPage>
</Browser>
<Program>
  <WindowStr>Test-Version</WindowStr>
  <InfoTextFile> ${MYROOT}\system.txt </InfoTextFile>
</Program>
</AWebCD>
```

Im ersten Teil der Konfigurationsdatei werden eine Reihe von Variablen definiert, die dann für die weitere Konfiguration des Laufzeitsystems genutzt werden können. Insbesondere werden hier Variablen für das Basisverzeichnis der BofaWeb-Dokumente BOFAWEBROOT, für die Vorlage der Konfigurationsdatei des Webserver CONF und den Pfadnamen der zu erzeugenden Konfigurationsdatei des Webserver MYCONF definiert. WEBTMP und MYROOT werden dabei durch AWebCD automatisch ermittelt und geben den Pfad zu einem geeigneten temporären Verzeichnis und zum Wurzelverzeichnis der CD-ROM-Distribution an. Beim Parsen der Vorlage (des Templates) der Konfigurationsdatei für den Webserver werden die definierten Variablen berücksichtigt und innerhalb der Vorlage ersetzt, so dass sich in der endgültigen Webserverkonfigurationsdatei dann gültige Pfade befinden. Auf diese Weise lassen sich Konfigurationsoptionen auch an Skripte weitergeben, die sich hinter dem Webserver befinden. So kann man auf diese Weise Skripten über die Konfigurationsdatei mitteilen, wo sich benötigte Verzeichnisse auf der CD-ROM befinden.

Im zweiten Teil der Konfigurationsdatei wird die Webserverkonfiguration beschrieben. Hier wird festgehalten, welche Konfigurationsdateien für den Webserver aus welchen Vorlagendateien zu erzeugen sind, welche Umgebungsvariablen vor dem Starten des Server zu setzen sind und wie das Start- und Restart-Kommando für den Webserver aussieht.

Weiter ist noch eine Beschreibung zum WWW-Browser in der XML-Konfigurationsdatei. Diese definiert, wie der WWW-Browser zu starten ist (dies fehlt in obigem Beispiel, sodass der Default-Browser verwendet wird), und welche Eingangsseite geladen werden soll.

Abschließend gibt es noch einen Bereich in der XML-Datei (Programm), der weitere Eigenschaften des AWebCD-Programms bestimmt. In diesem Bereich kann man z.B. angeben, welchen Bezeichner das Kontrollprogramm für das Informationssystem verwenden soll oder welche Informationen dem Benutzer gezeigt werden sollen, wenn man den Info-Button des Programms bedient.

In der Praxis hat sich die Einführung der XML-Konfigurationssprache als sehr flexibel erwiesen. Durch sie ist es möglich, weitere Anforderungen an die Konfigurierbarkeit der CD-ROM-Systeme schnell zu realisieren und dabei für die Systemkonfiguration ein leicht zu bedienendes Instrument zur Verfügung zu stellen.

3.3 Integration

Von Seiten der Anwender der XfaWeb-Systemfamilie wird verstärkt die Einbindung von GIS-Informationen in die bestehenden Informationssysteme gefordert, wobei die Anforderungen an den Komfort der Einbettung der GIS-Informationen weit über die Möglichkeiten rein pixelbasierter Karten (Karten als Bilder) hinausgehen. Da im Rahmen des AJA-/GLOBUS-Projektes das java-basierte GIS-term-Framework als Standard zum Umgang mit GIS-Informationen innerhalb der LfU im WAABIS-Umfeld entwickelt wird, wurde 1999 ein Konzept zur Integration von GIS-term und auch des java-basierten Sachdatensystems (SDS) in die bestehende XfaWeb-Systeme erarbeitet, prototypisch implementiert und Ende 1999 auf der GLOBUS-Abschlussdemonstration vorgestellt /5/.

Der Schwerpunkt der Arbeiten zur Java-Integration im Jahr 2000 lagen darin, das bestehende Konzept zu verfeinern, Erfahrungen zur Machbarkeit (Performance, Probleme beim Einsatz, Anforderungen an WWW Browser, etc.) zu sammeln und die Entwicklung voranzutreiben. Bevor im Einzelnen auf die Ergebnisse eingegangen wird, soll das in 1999 ausgearbeitete Konzept kurz vorgestellt werden.

3.3.1 Konzept

Die Architektur des Integrationskonzeptes basiert auf einen Kommunikations-Bus, der die zu integrierenden Java-Komponenten verbindet, und der aus Webseiten heraus angesprochen werden kann, wie dies in Abb. 3 verdeutlicht wird. Java-Anwendungen (z.B. als Applets) werden an den Kommunikations-Bus über spezielle Kommunikationsschnittstellen angeschlossen, wie dies für GIS-term und SDS angedeutet ist. Die Kommunikation mit den Java-Anwendungen aus den WWW-Seiten heraus erfolgt über Scripting einer Java-Komponente (Komm.), die ebenfalls über die Kommunikationsschnittstelle mit dem Kommunikations-Bus verbunden ist.

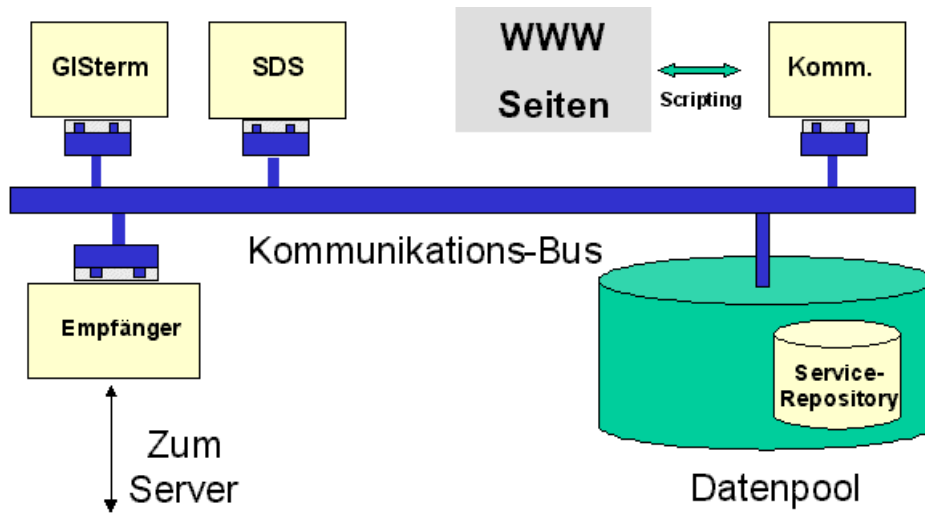


Abb. 3: Architektur der Java-Integration

Eine weitere Komponente (der Empfänger) erlaubt eine Kommunikation mit den Java-Anwendungen von Serverseite aus. Nach dem Start können Java-Anwendungen ihrerseits Service-Objekte in einem Service-Repository registrieren. Diese Service-Objekte können dann von anderen Anwendungen genutzt werden. So kann das SDS z.B. ein GIS term-Service-Objekt benutzen, um auf GIS term zuzugreifen und Sachdaten als neue Layer in von GIS term dargestellten Karten einzuzichnen.

Die 1999 entworfene Architektur wurde in 2000 in einigen Punkten verallgemeinert. Das erweiterte Konzept verdeutlicht Abb. 4.

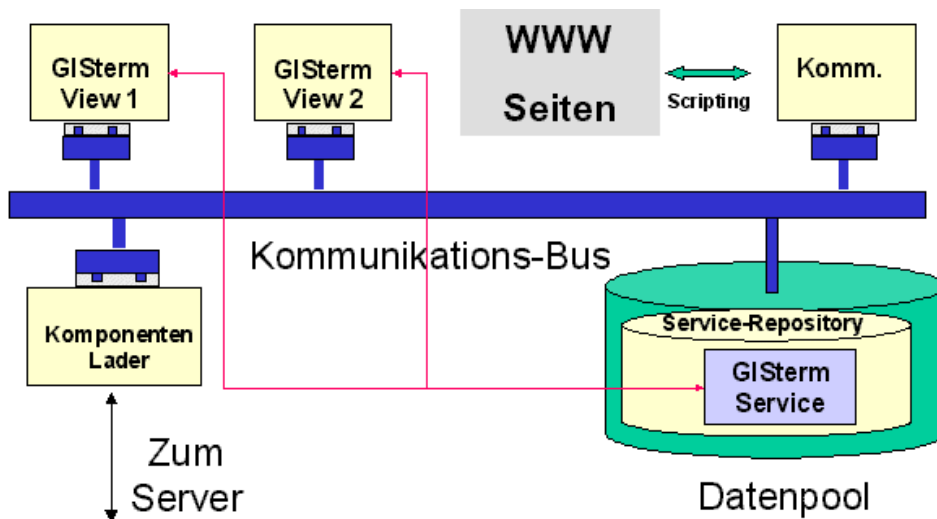


Abb. 4: Erweiterung der Architektur zur Integration von Java-Komponenten

Dieses Bild zeigt zum einen die Integration eines Komponenten-Laders, der bei Bedarf nicht vorhandene, aber von Clientanwendungen angeforderte Komponenten von einem serverseitigen Komponenten-Repository in das clientseitige Service-Repository laden kann. Nach dem Laden werden die Komponenten dann als Service-Objekte im Service-Repository instanziiert. Weiter erläutert Abb. 4, wie mehrere Anwendungsobjekte ein und dasselbe Service-Objekt im Service-Repository gemeinsam nutzen können. So kann ein GIS term-Service-

Objekt beispielsweise ein oder mehrere Datenmodelle von GIS-Karten und den zugehörigen Kartenlayerinformationen verwalten, während zwei Anwendungen auf das gleiche GIS-Service-Objekt zugreifen, um ihrerseits eine Kartenansicht der Karte (z.B. GIS-View1) und eine Übersichtsgrafik der Daten eines Layers (GIS-View2) des Datenmodells zu zeigen. Die Anwendungen liefern hierbei gewissermaßen nur einen Fensterbereich (einen Container, in Java-Sprache ein Panel), in dem das GIS-Service-Objekt eine Sicht auf das von ihm verwaltete Datenmodell erzeugt. Auf diese Weise lassen sich komplexe Inhalte an verschiedenen Stellen innerhalb einer WWW-Seite einbauen, obwohl die zugehörige Logik nur von einem Service-Objekt verwaltet wird.

3.3.2 Praxiserfahrungen

Erste Tests des Service- und Kommunikationsframeworks mit einigen einfachen Beispielkomponenten waren ermutigend. Die Kommunikation basierend auf den InfoBus-Klassen /12/ funktionierte reibungslos und schnell und lief auf allen gängigen Browsern, die Java 1.1 unterstützen: Dies galt insbesondere für die Netscape 4.x und Internet Explorer 4.x und 5.x Versionen. Da die Funktionalität zur Einbettung von Komponenten in WWW-Seiten mit Hilfe der Kommunikationsklassen die Applet-API's umfassen, aber auch als Wrapper um Anwendungsklassen fungieren können, kann man sowohl Komponenten, die als Applets laufen können oder sollen, als auch Applikationsklassen, die ein eigenes Window erzeugen, mit sehr wenig Aufwand in das Kommunikations- und Serviceframework integrieren.

So war auch das GIS-Frame-Work in dieser Hinsicht problemlos integrierbar. Während die GIS-Einbettung und die Kommunikation wenig Probleme bereiteten, zeigte sich aber im Laufzeitverhalten der GIS-Komponenten, warum der Einsatz von größeren Java-Komponenten innerhalb der WWW-Browser äußerst problematisch ist. Mit der eingebauten Netscape-Virtual-Machine lagen schon die Ladezeiten der GIS-Komponenten im Minutenbereich. Dies liegt daran, dass auf Grund eines Bugs im Class-Loader des Netscape-Browsers das Laden und Verifizieren größerer Jar-Archive sehr lange dauert. Da aber Klassen, wie die Swing-GUI, die Oracle-JDBC-Schnittstelle und andere Klassen, die mittlerweile Standardbestandteile der Java-Run-time-Umgebung sind, bei Benutzung der Standard-Netscape-Java-Umgebung nicht zur Verfügung stehen, aber von GIS verwendet werden, müssen diese Klassen mitgeladen werden, was auf Grund des Class-Loader-Bugs die langen Ladezeiten erklärt.

Dies wäre in unserem Falle noch vertretbar, da das Service- und Kommunikationsframework die GIS-Klassen ja nur einmalig, und zwar asynchron im Hintergrund in den Browser lädt; aber auch die Anwendungsperformance des GIS-Viewers mit der eingebauten Netscape-Virtual-Machine war nicht tolerierbar. Hier trat der Effekt auf, dass auf Grund der hohen Speicheranforderungen des GIS bei großen Karten, sich Browser- und Java-Applikation gegenseitig bei der Speicherallokation behinderten, so dass die interaktive Performance des Gesamtsystems nicht mehr vertretbar war.

Versuche mit dem Internet Explorer zeigten wesentlich bessere Ladezeiten. Allerdings fehlt der Microsoft eigenen Java-Laufzeitumgebung des Internet Explorers die Unterstützung einiger kritischer Java1.1-Komponenten, wie der Remote-Method-Invocation (RMI) API. Die benötigten Klassen können hier zwar bei genauer Kenntnis ihrer Lage auf dem Internet vom

Benutzer nachinstalliert werden. Allerdings erwecken diese nicht den Eindruck einer unterstützten und gepflegten Softwareoption.

Das Laufzeitverhalten der GIS- und auch SDS-Komponenten im Browser verbessert sich stark, wenn man statt der eingebauten Java-Laufzeitumgebungen das Java-Plugin von Sun verwendet. Dieses ermöglicht über die Browser-Plugin-API die Verwendung einer beliebigen browser-externen Java-Laufzeitumgebung im Zusammenhang mit dem Netscape Navigator und dem Internet Explorer. Man erhält auf diese Weise eine stets aktuelle Laufzeitumgebung, die identisch mit den Versionen ist, die man zum Betrieb von Java-Applikationen außerhalb des Browsers verwendet.

Obwohl die Anwendungsperformance der GIS- und SDS-Komponenten bei Verwendung des Java-Plugins ausreichend ist, ergibt sich bei dessen Benutzung für das Service- und Kommunikationsframework ein neues Problem. Die LiveConnect-API, die die Kommunikation zwischen Javascript-Methoden innerhalb einer HTML-Seite und eingebetteten Java-Komponenten sowohl in verschiedenen Netscape-Browsern wie auch den verschiedenen Versionen des Internet Explorers ermöglicht, funktioniert auf Grund einer internen Limitierung im Netscape Navigator nicht in Verbindung mit dem Java-Plugin, und im Internet Explorer ist bei Verwendung des Java-Plugins über LiveConnect ein Scripting von Java-Objekten nur über den Umweg von Active X möglich. Damit fehlt dem Service- und Kommunikationsframework bei Verwendung des Java-Plugins zur Zeit ein standardisierter Mechanismus zum Scripting von Java-Komponenten, der transparent in beiden Browsern funktioniert.

Die oben beschriebenen Probleme sind im Umfeld der Java-Anwendung in Browsern nichts Neues und schon lange Zeit bekannt. Eine Lösung hierzu soll die Realisierung des OJI (Open Java Interface) /15/ bieten. Das OJI-Interface ist eine Erweiterung des Plugin-Konzeptes, bei der das Java-Plugin über ein standardisiertes Interface zum Browser (OJI) verfügt, das über die reine Plugin-API hinausgeht und kompatible Schnittstellen zu momentan in den Browsern eingebauten Java-Laufzeitumgebungen bietet. Insbesondere werden Applet-Tag und LiveConnect-API von den OJI-kompatiblen Plugins unterstützt. Zur Zeit existieren mit den ersten allgemein verfügbaren Beta-Versionen der neuen Netscape-Browsergeneration Version 6 und den Vorversionen des Browsers des Open-Source-Projektes Mozilla /13/, der als Grundlage des neuen Netscape-Browsers dient, erste Versionen von OJI-Implementierungen in WWW-Browsern, die zusammen mit dem Java-Plugin 1.3 genutzt werden können.

Erste Tests des Service- und Kommunikationsframeworks unter Einbeziehung des GIS- und SDS-Frameworks mit der neuen Browsergeneration waren sehr ermutigend. Insbesondere bei Nutzung der aktuellen Version 1.3 der Java-Laufzeitumgebung zeigt das GIS- und SDS-Framework auch im Browser integriert ein gutes Laufzeitverhalten. Die Ladezeiten haben sich auch wesentlich verbessert und die neuen Mechanismen des 1.3 Java-Plugins zur automatischen Installation von Standard-Java-Erweiterungen übers Netz und zum Caching von Jar-Archiven tun ihr übriges, dass die Benutzung auch größerer Java-Komponenten auf der Clientseite komfortabel wird.

Daher kann man zuversichtlich sein, dass sich sowohl beim Einsatz des Internet Explorers unter Verwendung des Sun-Java-Plugins und ActiveX-Scripting, wie auch bei Verwendung der neuen Netscape-Browsergeneration mittels OJI und LiveConnect eine Einbettung von

größeren Java-Komponenten in die WWW-Browser realisieren lässt, die auch von der Performance her akzeptabel ist, sofern der Clientrechner die von den Java-Anwendungen benötigten Ressourcen besitzt.

3.4 Konvertierungsprogramm

Das Konvertierungsprogramm - eine über ein Perl-Skript erweiterte Version der Shareware RTFtoHTML 3.4 - wurde den Einsatzerfahrungen entsprechend weiterentwickelt. Nach Beseitigung eines "Jahr 2000"-Problems wurden Änderungen vorgenommen, um z.B. den in Kap. 2.1 genannten neuen Button zum Einblenden des Systemrahmens in die Berichtsseiten einfügen zu können. Die anfangs festgestellte Inkompatibilität des Konvertierungsprogramms mit Office 2000 konnte durch die Anpassung und Erweiterung der umfangreichen und komplexen Initialisierungs- und Parameter-Dateien von RTFtoHTML beseitigt werden.

Bestehende Anforderungen an die funktionale Weiterentwicklung des Programms sind in der aktuellen Struktur nur schwer zu realisieren bzw. mit dieser völlig inkompatibel. Mittelfristig ist deshalb eine grundlegende Überarbeitung erforderlich. Im Vorfeld wurde dazu untersucht, ob das existierende Programm durch eine Standardsoftware ersetzt werden kann. Als Alternativen wurden Office 2000 + Office HTML Filter 2.0, Schema MarkupKit, HTML Transit und die zu diesem Zeitpunkt aktuelle Version 4.20 von RTFtoHTML betrachtet. Es zeigte sich, dass keines der Produkte die erforderliche Funktionalität vollständig bereitstellt. Eine Entscheidung über das weitere Vorgehen bzgl. des Konvertierungsprogramm erfordert eine tiefgehende Analyse der in Frage kommenden Produkte und/oder eine Revision des Vorgehensmodells. Ein entsprechender Auftrag wurde im Oktober 2000 an die TU Dresden im Rahmen der Kooperation mit der LfUG Sachsen (SALFA-WEB) in Auftrag gegeben.

Da die in das Dokumenten-Retrieval-System (DRS) des Zentralen Fachdienstes Wasser, Boden, Abfall, Altlasten (ZFD) der LfU eingestellten Materialien sich teilweise mit den Materialien der XfaWeb-Systeme überlappen, wurde vereinbart, die Aufarbeitung der Materialien zu koordinieren und so zu gestalten, dass diese für beide Systeme genutzt werden können. Dazu wurde mit der Zusammenführung der beiden unterschiedlichen Dokumentvorlagen begonnen. Insbesondere müssen für die neu hinzukommenden Vorlagen Übersetzungsvorschriften im Konvertierungsprogramm definiert werden.

3.5 Sonstiger Einsatz der XfaWeb-Werkzeuge

Die XfaWeb-Werkzeuge sind nicht unmittelbar auf die Strukturen der XfaWeb-Systeme zugeschnitten, sondern soweit flexibel, dass sie auch in ähnlich gelagerten Fällen verwendet werden können. Dies wurde konkret für die Entwurfs-Version des vom Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg erstellten Umweltplans ausgenutzt. Aus technischer Sicht handelt es sich bei dem Umweltplan um einen in WinWord erstellten umfangreichen Bericht. Dieser wurde nach Richtlinie /6/ aufgearbeitet, unter Verwendung des Konvertierungsprogramms (s.o.) in HTML-Seiten zerlegt und in eine speziell entwickelte Benutzeroberfläche eingebettet (s. Abb. 5). Um eine Volltextsuche im Umweltplan zu ermöglichen, wurde die entsprechende XfaWeb-Funktion angepasst. Die Anwendung wurde schließlich als CD vom UVM verteilt, wobei die in Kap. 3.2 beschriebene CD-ROM-Software zum Einsatz kam.

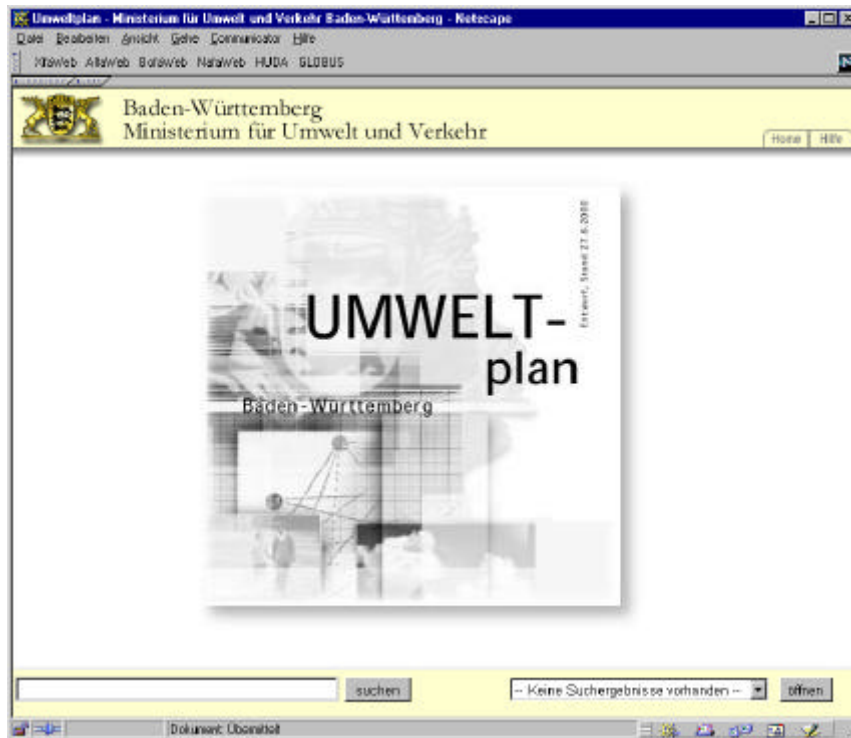


Abb. 5: Startseite der Umweltplan-Anwendung

4. Literatur

- /1/ Weidemann, R.; Geiger, W.; Jaeschke, A.; Reißfelder, M. (1995): Entwicklung eines WWW-basierten Altlasten-Informationssystems, in Mayer-Föll, R.; Jaeschke, A. (Hrsg.): Projekt GLOBUS - Konzeption und prototypische Realisierung einer aktiven Auskunftskomponente für globale Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg - Phase II 1995, Forschungszentrum Karlsruhe, wissenschaftliche Berichte, FZKA 5700, S. 271 - 297.
- /2/ Weidemann, R.; Geiger, W.; Reißfelder, R.; Schmid, E.; Reichert, U (1996): Inhaltlicher Ausbau und Weiterentwicklung des Altlasten-Fachinformationssystems AlfaWeb, in Mayer-Föll, R.; Jaeschke, A. (Hrsg.): Projekt GLOBUS, Konsolidierung der neuen Systemarchitektur und Entwicklung erster Produktionssysteme für globale Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg - Phase III 1996, Forschungszentrum Karlsruhe, wissenschaftliche Berichte, FZKA 5900, S. 201 - 223.
- /3/ Weidemann, R.; Ehrmann, F.; Geiger, W.; Reißfelder, M.; Schmid, E.; Witt-Hock, J. (1997): Vom Pilotprojekt zur Anwendung, in Mayer-Föll, R.; Jaeschke, A. (Hrsg.): Projekt GLOBUS, Umsetzung der neuen Systemarchitektur und Entwicklung weiterer Produktionssysteme für globale Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg - Phase IV 1997, Forschungszentrum Karlsruhe, wissenschaftliche Berichte, FZKA 6000, S. 153 - 174.
- /4/ Weidemann, R.; Geiger, W.; Peter, N; Reißfelder, M.; Zilly, G. (1998): Von AlfaWeb zur XfaWeb-Systemfamilie, in Mayer-Föll, R.; Jaeschke, A. (Hrsg.): Projekt GLOBUS, Multimediales Recherchieren und Verarbeiten von globalen Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg - Phase V 1998, Forschungszentrum Karlsruhe, wissenschaftliche Berichte, FZKA 6250, S. 71 -104.
- /5/ Weidemann, R.; Döpmeier, C.; Geiger, W.; Griesß, Ch.; Zilly, G; Flittner, M.; Schmid, E.; Theis, M. (1999): Konsolidierung und weiterer Ausbau der XfaWeb-Systeme, in Mayer-Föll, R.; Jaeschke, A. (Hrsg.): Projekt GLOBUS, Von Komponenten zu vernetzten Systemen für die Nutzung globaler Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg und ande-

ren fachübergreifenden Anwendungen - Phase VI 1999, Forschungszentrum Karlsruhe, wissenschaftliche Berichte, FZKA 6410, S. 11 - 29.

- /6/ Weidemann, R.; Geiger, W.; Peter, N.; Reißfelder, M.; Zilly, G.: Richtlinie zur Erstellung WWW-verfügbarer Berichte, Version 4 (Stand: 17.07.2000), <http://xfaweb.iai.fzk.de/xfaweb/berichte/richtl/richtl.htm>
- /7/ Barth, M.; Schmid, E.; Jaeschke, A.; Geiger, W.; Weidemann, R.; König, M.; Lautner, P.; Mayer-Föll, R.; Ebel, R. (Hrsg.): Workshop WWW-basierte Fachinformationssysteme im Umweltbereich, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg und Forschungszentrum Karlsruhe, Juli 2000. http://xfaweb.iai.fzk.de/xfainfo/doc/Workshop_270600.pdf
- /8/ Mayer-Föll, R.; Kramer, R.; Tochtermann, K.; Jaeschke, A. (Hrsg.): Anwendung von Electronic Commerce im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg - Pilotstudie 1999. Forschungszentrum Informatik, Karlsruhe, 2000.
- /9/ Döpmeier, C.; Geiger, W.; Weidemann, R.; Gries, Ch.; Zilly, G.: Einbettung von Java-Komponenten in WWW-Browser - Ein Erfahrungsbericht. Net.ObjectsDays 2000, 9. - 12. 10. 2000, Erfurt, S. 79 - 90. <http://xfaweb.iai.fzk.de/xfainfo/doc/net-objects.pdf>
- /10/ Schmid, E.; Ebel, R.; Weidemann, R.; Zilly, G.: BofaWeb - Bodenschutzfachinformationen im WWW. Umweltmagazin, Mai 2000, S. 82 - 83.
- /11/ Forschungszentrum Karlsruhe: XfaWeb - Intelligente hypermediale Fachinformationssysteme im Umweltbereich. Faltblatt, Juli 2000 (Deutsch: <http://xfaweb.iai.fzk.de/xfainfo/berichte/about-neu/faltblatt-de.pdf>, Englisch: <http://xfaweb.iai.fzk.de/xfainfo/berichte/about-neu/faltblatt-en.pdf>).
- /12/ InfoBus Optional Java Package, <http://java.sun.com/beans/infobus/index.html>
- /13/ Mozilla Open Source Projekt, <http://www.mozilla.org>
- /14/ Mozilla-Blackwood Projekt, <http://www.mozilla.org/projects/blackwood>
- /15/ Mozilla OJI Interface, <http://www.mozilla.org/projects/oji>
- /16/ Umweltdatenkatalog Baden-Württemberg im Internet: <http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de/udkservlets/UDKServlet>
- /17/ Umweltinformationsnetz Deutschland: <http://www.gein.de>

Weiterentwicklung der Entwicklungsumgebung WAABIS am Beispiel der Fachanwendung Grundwasser

*H. Schmid; M. Schmieder; U. Schreiber[†]; T. Usländer
Fraunhofer IITB
Fraunhoferstr. 1
D-76131 Karlsruhe*

*B. Schneider; D. Schuhmann; H. Spandl
Landesanstalt für Umweltschutz
Griesbachstr. 1
D-76185 Karlsruhe*

*K.-P. Schulz; R. Mayer-Föll
Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg
Kernerplatz 9
D-70182 Stuttgart*

[†] Herr Dr. Ulrich Schreiber ist im Verlauf des Projektes leider verstorben. Wesentliche Teile der hier vorgestellten Konzepte wurden von ihm verfasst und umgesetzt. Daher sei ihm dieser Beitrag besonders gewidmet.

1. EINLEITUNG	87
2. FACHANWENDUNG GRUNDWASSER BADEN-WÜRTTEMBERG.....	87
3. DIE ENTWICKLUNGSUMGEBUNG WAABIS	88
4. DAS WAABIS BASIS-RAHMENWERK IN JAVA	89
4.1 PAKET-ÜBERSICHT	90
4.1.1 <i>Anwendungsprogramme und Basis-Rahmenwerk</i>	90
4.1.2 <i>Komponenten des Basis-Rahmenwerks</i>	90
4.2 KERNKLASSEN.....	91
4.2.1 <i>Entitäten (UIS-Objektmodell)</i>	92
4.2.1.1 Entität (persistentes Objekt)	92
4.2.1.2 Austauschobjekt	92
4.2.1.3 Verwaltetes Objekt	93
4.2.1.4 Fachobjekt.....	93
4.3 REFERENZ-ARCHITEKTUR EINES WAABIS-MODULS	94
4.4 BASISDIENSTE AUF DER GRUNDLAGE DES WAABIS-BASIS-RAHMENWERKES	95
5. DAS GRUNDWASSERMODUL IN DER WAABIS - ARCHITEKTUR.....	95
6. DER WAABIS-DIENST ASYNCHRONE AUFTRAGSBEARBEITUNG	97
6.1 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN	98
6.2 FUNKTIONALE ANFORDERUNGEN.....	98
6.2.1 <i>Asynchrone zeitgesteuerte Ausführung von Aufträgen</i>	98
6.2.2 <i>Periodische Ausführung von Aufträgen</i>	101
6.2.3 <i>Administrations-Funktionen</i>	101
6.3 TECHNISCHE ANFORDERUNGEN	103
6.3.1 <i>Zielplattformen</i>	103
6.3.2 <i>Client-Anwendungen</i>	103
6.3.3 <i>Spezifikation eines Auftragsprofils</i>	103
6.3.4 <i>Spezifikation der Ergebnisrückgabe</i>	103
6.3.5 <i>Spezifikation eines Zustandsabfrage-Protokolls</i>	104
6.3.6 <i>Schnittstellen-Technologien</i>	104
6.3.7 <i>Fehlertoleranz</i>	104
6.3.8 <i>Konfigurierbarkeit</i>	104
7. AUSBLICK.....	104
8. LITERATUR.....	105

1. Einleitung

Umweltinformationssysteme (UIS) heutiger Prägung müssen die fachlichen Abhängigkeiten zwischen Umweltphänomenen verschiedenster Fachbereiche berücksichtigen, um den Sachbearbeiter bei der Bearbeitung komplexer und interdisziplinärer Fragestellungen zu unterstützen. Ein Beispiel hierfür ist die Beurteilung der Grundwassersituation im Zusammenhang mit industriellen Altlasten.

Neben dem Abstimmungsaufwand auf der rein fachlichen Ebene ist dies auch eine Herausforderung für die eingesetzte Informations- und Kommunikationstechnologie. Es müssen IT-Architekturen geschaffen werden, die insbesondere

- der fachlichen Vernetzung Rechnung tragen,
- für zukünftige Erweiterungen offen sind,
- eine wirtschaftliche (Weiter-) Entwicklung ermöglichen und
- bestehende Datenbestände und Fachsysteme integrieren können.

Das in GLOBUS entwickelte Dienstekonzept zielt auf die Mehrfach- und Wiederverwendbarkeit von UIS-Komponenten für Fachinformationssysteme. Praktisch umgesetzt wurde dies u.a. im Land-Kommune-Verbundvorhaben WAABIS (Informationssystem Wasser, Abfall, Altlasten, Boden). Das Dienstekonzept wird hierbei unterstützt durch eine Entwicklungsumgebung, die vorgefertigte und erweiterbare Programmierbausteine in Form eines Java-Rahmenwerks (Framework) und wiederverwendbare Software- und Datenbankkomponenten, sogenannte WAABIS-Dienste, umfasst.

Im folgenden sollen an Hand der WAABIS-Fachanwendung „Grundwasser“ /5/ Konzepte und Komponenten aus der Entwicklungsumgebung WAABIS und deren Nutzung in der Fachanwendung beschrieben werden.

2. Fachanwendung Grundwasser Baden-Württemberg

Bei der Grundwasserüberwachung in Baden-Württemberg fallen wie bei allen landesweiten Umweltmessnetzen Massendaten an. Allein das Landesmessnetz, das von der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) und den Gewässerdirektionen betrieben wird, umfasst Stammdaten von ca. 2800 Beschaffenheitsmessstellen und ca. 2600 Grundwasserstandsmessstellen. Die große Anzahl von Gütemesswerten (z.B. Nitrat, pH-Wert) und Mengenmesswerte (z.B. Grundwasserstände, Quellschüttungen), die permanent fortgeschrieben werden, müssen für fachliche Auswertungen in einem möglichst schnellen Zugriff gehalten werden.

Die in Java neu entwickelte WAABIS-Fachanwendung Grundwasser /7/ ist seit 1999 in der LfU, den Gewässerdirektionen und in den Stadt- und Landkreisen des Landes Baden-Württemberg im Einsatz. Sie stützt sich auf das WAABIS Java-Framework und umfasst die folgenden Funktionen:

- Verwaltung von Stammdaten und Messwerten der Grundwassermessstellen
- statistische Auswertungen (z.B. Perzentile)
- Erstellung von Umweltberichten
- Daten-Import/Export (u.a. nach MS-Excel, LABDÜS)
- Verknüpfung von Messstellen mit Adressen und anderen WAABIS-Objektarten (z.B. Wasserschutzgebieten)

Durch sogenannte benutzerdefinierte Objekte (z.B. benutzerspezifische Parameterlisten, Gruppierung von Messstellen, vordefinierte Messwertselektionen) kann sich der/die Sachbearbeiter/in die Fachanwendung auf seine/ihre fachlichen Bedürfnisse hin zuschneiden.

Neben der Anforderung, GLOBUS/AJA-Komponenten (z.B. das Sachdatensystem zur flexiblen Datenbank-Recherche sowie das GIS-Werkzeug GISterm) in die Fachanwendung zu integrieren, war Flexibilität und Erweiterbarkeit eines der wesentlichen Kriterien für das IT-Konzept des Grundwassermoduls. Für die Darstellung der Funktionalität und der Systemarchitektur wird auf /5/ verwiesen.



Abbildung 1: Ausschnitt aus der Benutzeroberfläche der Grundwasser-Fachanwendung

3. Die Entwicklungsumgebung WAABIS

Die Rahmenkonzepte für die Entwicklungsumgebung WAABIS sind im WAABIS-Entwicklungshandbuch /1/ festgehalten. Neben Festlegungen von gemeinsamen Architekturkonzepten sind hierin z.B. auch Konventionen für die Datenbankmodelle und gemeinsam genutzte Tabellen definiert.

Als wiederverwendbare Software-Komponenten sieht das WAABIS-Systemkonzept sogenannte WAABIS-Dienste vor, die für alle WAABIS-Fachanwendungen gemeinsam verwendbare Funktionen bereitstellen. Das WAABIS Basis-Rahmenwerk unterstützt in der Programmiersprache Java die effiziente Entwicklung von WAABIS-Diensten und WAABIS-

Fachanwendungen. Im folgenden wird das WAABIS Basis-Rahmenwerk und die Anforderungen des sich derzeit in der Entwicklung befindlichen Dienstes „Asynchrone Auftragsbearbeitung“ beschrieben.

4. Das WAABIS Basis-Rahmenwerk in Java

WAABIS besteht aus unterschiedlichen Fachanwendungen. Die Aufgaben dieser Fachanwendungen sind im Allgemeinen so konzipiert, dass sich viele anwendungsspezifische Teilaufgaben strukturell ähneln. Der Entwurf und die Implementierung einer jeden Teilaufgabe sollte so gestaltet sein, dass die Anpassung an die jeweilige Gegebenheit durch eine oder mehrere der folgenden Techniken erfolgen kann:

- Aufrufprotokoll,
- Anpassung durch Beschreibungs- und Konfigurationsdateien,
- Plug-in Techniken,
- Entwurf und Erweiterung von Java-Klassen.

Die Methodik, wie solche Adaptionen vonstatten gehen, ist in der jeweiligen Framework-Literatur beschrieben /2/.

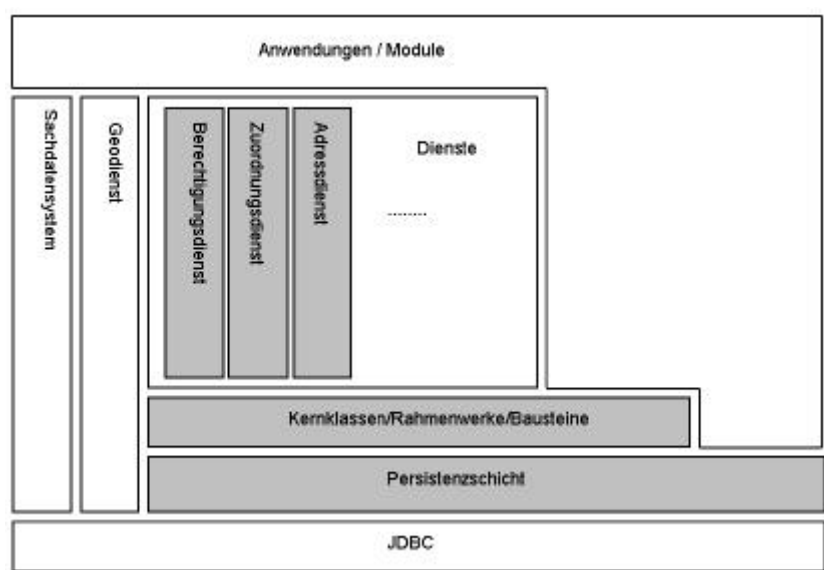


Abbildung 2: Einordnung des WAABIS Basis-Rahmenwerkes

Das WAABIS Basis-Rahmenwerk stellt *Basisdienste* mit einer Java-Programmierschnittstelle zur Verfügung. Der Begriff *Basisdienst* wird hier im Sinne einer auf den Kernklassen und der Persistenzschicht (DB-Connect) basierenden Framework-Komponente verwendet. Die Basisdienste zusammen mit den Anwendungsprogrammen behandeln die fachspezifischen Aspekte der Anwendungen.

Daneben gibt es aber Teilaufgaben, von denen man sagen kann, dass sie fachübergreifende oder auch architektonische Aspekte behandeln. Hierunter fallen z.B. die Aspekte der Bedienung, der Anbindung an eine Datenablage. Diese Aspekte werden in der Schicht Kern-

klassen/Rahmenwerke/Bausteine und Persistenzschicht abgelegt. Das WAA-BIS Basis-Rahmenwerk umfasst die Blöcke, die in Abbildung 2 grau hinterlegt sind.

4.1 Paket-Übersicht

4.1.1 Anwendungsprogramme und Basis-Rahmenwerk

Das Basis-Rahmenwerk wurde zunächst im Hinblick auf die Grundwasserdatenbank entwickelt. Da es aber als Dienstleistungspaket auch anderen Applikationsprogrammen innerhalb von WAABIS zur Verfügung steht, ergibt sich die zentrale Position des Pakets *fw*, das das Basis-Rahmenwerk implementiert (vgl. Abbildung 3).

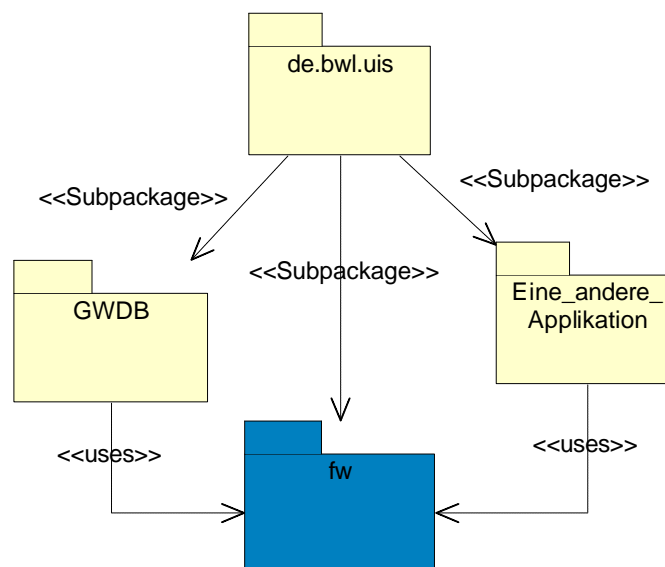


Abbildung 3: Paket-Einordnung

Das Paket *fw* selbst ist keine homogene Bibliothek, sondern enthält neben den ursprünglich projektierten Basisdiensten auch Rahmenwerke für unterschiedliche Zwecke, insbesondere für den GUI-Bereich. Außerdem gibt es unterschiedliche Bausteinbibliotheken.

Jedes Applikationsprogramm kann dieses Reservoir für seine Aufgaben benutzen. Die WAABIS-Fachanwendung „Grundwasser“ verwendet alle Aspekte des WAABIS-Basis-Rahmenwerks.

4.1.2 Komponenten des Basis-Rahmenwerks

Das WAABIS Basis-Rahmenwerk ist wie folgt strukturiert:

- **fw**: Neben den angezeigten Paketen enthält *fw* die Kernklassen. Sie bilden das Rückgrat für die *Fach-* und *Verwaltungsobjekte*, d.h. die Objekte, die zur Beschreibung der Applikationsbereiche erforderlich sind (z.B. gehören *Adressen* zu den Fachobjekten).
- **dienste**: Container, der die derzeitig vorhandenen Basisdienste *Adressen*, *Benutzerverwaltung*, *Objektzuordnung*, *Schlüssel* enthält.

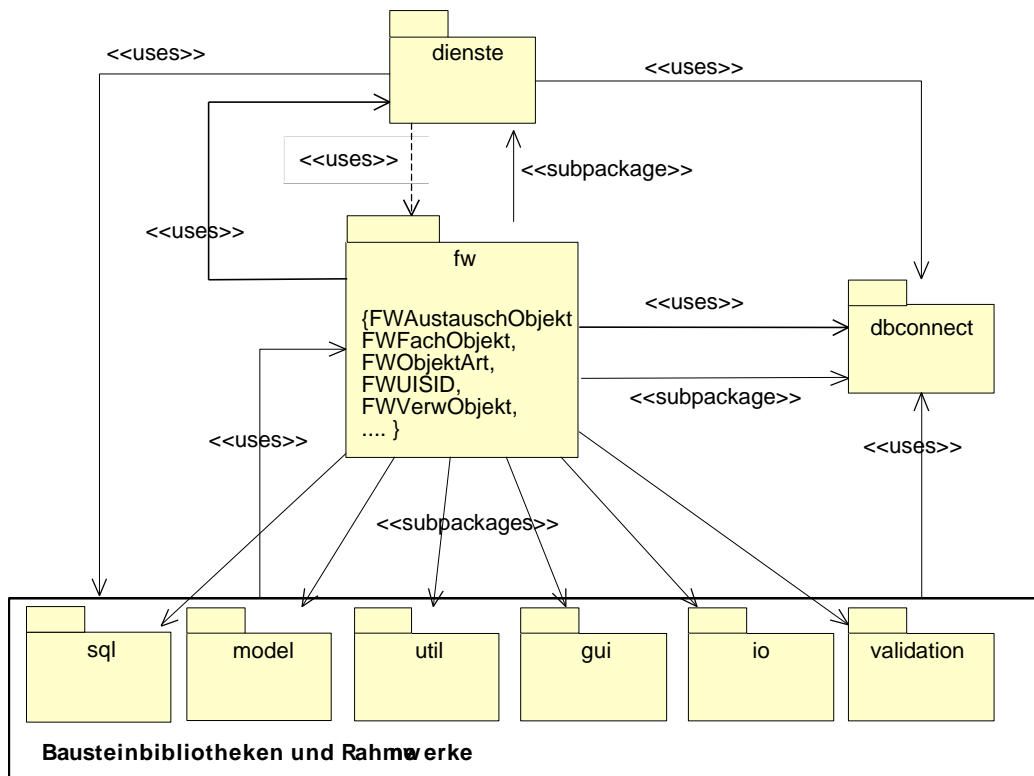


Abbildung 4: Struktur des WAABIS Basis-Rahmenwerks

- **dbconnect**: Ein Rahmenwerk, das die Abbildung von Datenbanktabellen auf Java-Klassen bewerkstelligt und zwar so, dass der Fachobjektprogrammierer Datenbankdetails in der Regel nicht berücksichtigen muss.
- **model**: Die persistenten Objekte werden mittels des *dbconnect*-Rahmenwerks auf Datenbanktabellen abgebildet. Dies geschieht über Abbildungsschemata. Dieses Paket enthält all die Klassen, die unabhängig von spezifischen Schemata bei deren Definition von Nutzen sind.
- **gui**: Eine Bausteinbibliothek sowie eine Bibliothek von Rahmenwerken, die zur Gestaltung von Benutzungsoberflächen dienlich ist. Sie ist eine Erweiterung der Swing-Bibliothek des JDK.
- **io**: Klassen zur Ein- und Ausgabe von und auf unterschiedliche Dateitypen.
- **sql**: Datenbank-Abfragen und Typumwandlungen.
- **validation**: Rahmenwerk zur Formulierung von Plausibilitätsprüfungen.
- **util**: Diese Bausteinbibliothek enthält einige Hilfsklassen, die das Leben erleichtern.

4.2 Kernklassen

Jedes Informationssystem involviert viele aktive und passive Teilnehmer und Institutionen. Damit eine Zusammenarbeit möglich wird, braucht man ein minimales und generisches Objektmodell, das folgende Punkte erfüllen muss:

- Ein Objekt muss von verschiedenen Teilnehmern in unterschiedlichen Kontexten bearbeitet werden können,
- Einordnung in die Verwaltungsstrukturen,

- Einordnung in eine vorhandene informationstechnische Landschaft.

Die Objekte dieses Objektmodells werden hier als Entitäten bezeichnet. Die Klassen, die zu ihrer Definition dienen, bilden die eigentlichen Kernklassen. Für den Umgang mit Entitäten werden weitere Klassen benötigt, die hier ebenfalls zu den Kernklassen gezählt werden. Zur Bearbeitung von Entitäten dienen Modelle. Weitere Kernklassen sind Exception- und Error-Klassen oder auch Klassen zur Modellierung und Generierung von Identifikatoren.

4.2.1 Entitäten (UIS-Objektmodell)

Das UIS-Objektmodell besteht derzeit aus den folgenden Klassen von Objekten, die eine Vererbungshierarchie bilden, d.h. jede Klasse erweitert die Eigenschaften der Vorgängerklasse:

- Entität (persistentes Objekt)
- Austauschobjekt
- Verwaltetes Objekt
- Fachobjekt

4.2.1.1 Entität (persistentes Objekt)

WAABIS ist ein kooperatives System, in dem es mehrere Teilnehmer gibt, die ein Objekt, wenn auch in unterschiedlichen Ausprägungen, bearbeiten können. Ein solches Objekt modelliert Information, die über einen längeren Zeitraum benötigt wird, im Gegensatz zu einem temporären Objekt, das nur solange existiert, wie die zugehörige Anwendung läuft und nach Beenden der Anwendung nicht wieder herstellbar ist. Ein "langlebiges" Objekt hingegen muss *persistent* sein und daher durch einen Persistenzmechanismus verwaltet werden. Dieser ermöglicht es, ein einmal abgespeichertes Objekt aufzufinden und einer Anwendung erneut verfügbar zu machen. Als Medium zur Ablage persistenter Objekte kann eine Datenbank oder auch ein Dateisystem eingesetzt werden. Typisches Beispiel eines persistenten Objekts ist eine personenbezogene Adresse, die Information über Name und Anschrift einer Person aufbewahrt.

Eine der wesentlichen Eigenschaften eines persistenten Objekts ist, dass es einen festen Identifikator besitzt ("Identität"). Die konkrete Gestalt eines solchen Identifikators wird an dieser Stelle noch nicht näher festgelegt.

Ein persistentes Objekt wird hier auch als *Entität* bezeichnet.

4.2.1.2 Austauschobjekt

In WAABIS besteht die Notwendigkeit, einige Entitäten nicht nur dauerhaft und wieder herstellbar ablegen zu können, sondern sie auch zwischen verschiedenen Anwendungen, die u.U. auf verschiedenen Dienststellen und basierend auf verschiedenen Datenbank-Installationen eingesetzt werden, austauschen zu können.

Soll nun ein bestimmtes Objekt O von einer Dienststelle A zu einer anderen Dienststelle B transportiert werden, muss sichergestellt sein, dass es in B nicht bereits ein Objekt derselben Art mit dem gleichen Identifikator wie der von O gibt. Das gleiche gilt für Objekte, die zwi-

schen verschiedenen Anwendungen ausgetauscht werden. Ein Konflikt tritt auf, wenn es im Verbund der kooperierenden Anwendungen zwei Objekte der gleichen Art mit dem gleichen Identifikator gibt.

In diesem Kontext ist mit dem Begriff *Austauschobjekt* eine Entität (persistentes Objekt) gemeint, die konfliktlos zwischen verschiedenen Anwendungen ausgetauscht werden kann. Es wird gefordert, dass deren Identifikator eine lange Integerzahl (vom Java-Typ long) ist. Ein solcher Identifikator sollte groß genug sein, um Konflikte wie oben beschrieben zu vermeiden. Daneben muss es natürlich einen Mechanismus zur Generierung global eindeutiger Identifikatoren geben.

4.2.1.3 Verwaltetes Objekt

Objekte, die innerhalb einer kooperierenden Organisation kreiert und bearbeitet werden, sind im Allgemeinen eingebettet in die Verwaltungsstruktur dieser Organisation. Das bedeutet, dass sich Verwaltungsstrukturen in den Objektstrukturen widerspiegeln. Dies aber kann fatal werden, wenn sich die Organisationsstrukturen ändern, denn die Verwaltung der Sachinformationen soll solche Veränderungen überdauern. Folglich sollte ein Entwurf dieser Klasse so sein, dass er "minimal" ist, und dass die Realisierung so implementiert ist, dass Organisationsänderungen gezielt eingebracht werden können. Die wesentlichen Informationen für ein *verwaltetes Objekt* sind die Angaben für

- den Anleger,
- Anlege- und letztes Änderungsdatum,
- die Dienststelle,
- eine Verfahrenskennzeichnung.

Außerdem wird gefordert, dass ein verwaltetes Objekt ein Austauschobjekt im Sinn des vorigen Abschnitts ist.

4.2.1.4 Fachobjekt

Ein reales Informationssystem ist dadurch gekennzeichnet,

- dass es vorhandene (Alt-)Datenbestände gibt,
- dass es unterschiedliche, neue und alte Softwaresysteme gibt, die auf diesen Datenbeständen arbeiten und
- dass es im Laufe der Zeit neue Informationstypen gibt, die mit vorhandenen verknüpft werden müssen.

Um dies alles zu bewältigen, ist das Konzept einer UIS-ID von der LfU entwickelt worden. Eine UIS-ID ist - grob gesprochen- aufgebaut aus einem Objektart-Identifikator und einem Objekt-Identifikator. Ein *Fachobjekt* ist in diesem Kontext ein verwaltetes Objekt, das eine UIS-ID besitzt. Der Objekt-Identifikator der UIS-ID (14-stellige Integerzahl) identifiziert das Objekt global eindeutig unter allen Objekten der gleichen Objektart und ist daher ein erlaubter Identifikator im Sinn der weiter oben geforderten Austauschbarkeit.

Zusammengefasst ist ein WAABIS-Fachobjekt daher, ein verwaltetes, austauschbares und persistentes Objekt mit einem UIS-weit eindeutigen Identifikator.

4.3 Referenz-Architektur eines WAABIS-Moduls

Eine Motivation, das Konzept des Fachobjekts einzuführen, bestand darin, ein Objektmodell zu entwickeln, das von unterschiedlichen WAABIS-Modulen benutzt werden kann. Dabei kann sich ein Modul nur die allgemeinen Methoden eines Fachobjekts bedienen oder aber es benutzt die spezifischen Methoden eines Fachobjekts.

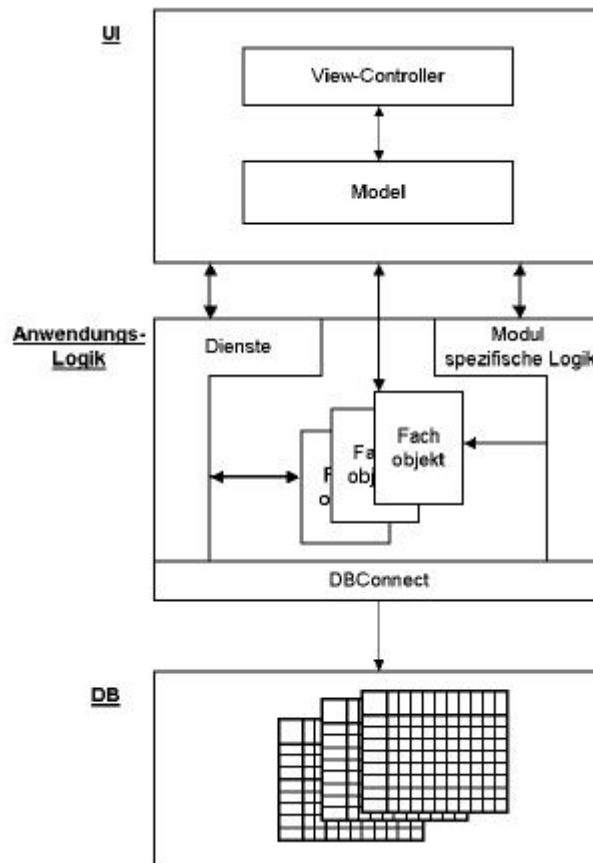


Abbildung 5: Referenzarchitektur für ein WAABIS - Modul

Ein allgemeine Methode eines Fachobjekts kann z.B. die Aufgabe haben, das Fachobjekt grafisch darzustellen. Die JavaBeans-Technologie kann dabei behilflich sein. Das hat den Vorteil, dass ein WAABIS-Modul seinem Benutzer Informationen über ein Fachobjekt zugänglich machen kann, ohne das der Modulentwickler selbst detaillierte Kenntnisse über das Fachobjekt verarbeiten muss. Es ist die Aufgabe des "Fachobjekt-Besitzers", die Darstellung des Fachobjekts zu implementieren und dem Klienten zu Verfügung zu stellen. Ein zukünftiger Dienst kann dann die softwaretechnische Infrastruktur anbieten, um die JavaBeans-Technologie mit den Fachobjekten zu verbinden.

Mit diesen Überlegungen und der WAABIS-Übersichtsarchitektur ist eine Referenzarchitektur für ein WAABIS-Modul wie in Abbildung 5 gegeben.

4.4 Basisdienste auf der Grundlage des WAABIS-Basis-Rahmenwerkes

Ein Dienst ist eine Softwarekomponente, die eine festumrissene Aufgabe innerhalb eines Anwendungsbereichs ausfüllt. Ein Dienst zeichnet sich dadurch aus, dass unterschiedliche Applikationen diesen Dienst in Anspruch nehmen können. Ein Dienst kann ein eigenständiges Programm sein, mit dem das Kernprogramm z.B. mittels Java RMI kommuniziert, oder auch ein adaptiertes Rahmenwerk, das direkt eingebunden ist.

In unserem Fall besteht der Anwendungsbereich aus Gebieten, die durch das Umweltinformationssystem abgedeckt werden.

Es gibt z.Zt. vier WAABIS-Dienste, die auf dem Basis-Rahmenwerk aufsetzen, d.h. im oben beschriebenen Sinne Basisdienste darstellen: *Schlüssel*, *Benutzerverwaltung*, *Objektzuordnung* und *Adressen*. Darüber hinaus gibt es noch die WAABIS-Dienste *GISTerm* und *Sachdatensystem*, die ebenfalls in der Fachanwendung Grundwasser integriert sind.

5. Das Grundwassermodul in der WAABIS - Architektur

In der oben beschriebenen Referenz-Architektur gibt es den Abschnitt "Modulspezifische Logik", die von anwendungsspezifischen Klassen implementiert wird.

In der GWDB besteht diese spezifische Teil aus den folgenden Kategorien von Objekten :

- Geschäftsobjekte,
- Benutzerobjekte,
- Persistenz Adapter

Geschäftsobjekte: Die Klassen dieser Objekte beschreiben und implementieren das Modell der Fachanwendung Grundwasser. Hierzu gehören z.B. Messstellen, Aufschlüsse, Messwerte, Adressen, Parameterlisten usw.. Die unmittelbare Persistenz wird nicht von diesen Klassen geleistet.

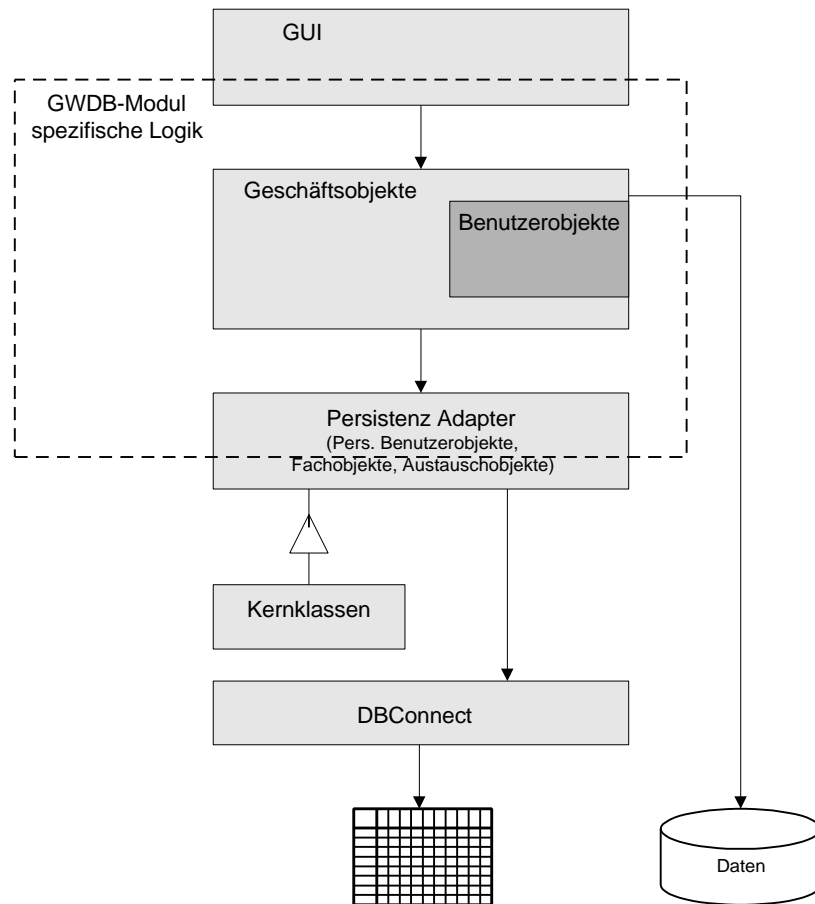


Abbildung 6: Software-Architektur der Fachanwendung Grundwasser

Benutzerobjekte: Der wesentliche Teil der Geschäftsobjekte repräsentieren das unmittelbare Datenmodell des Bereichs Grundwasser. Daneben gibt es aber Klassen, die zur Gestaltung des Datenaustausch und der Selektion benötigt werden, wie z.B. Mappen von Messorten oder Messreihen. Diese Objekte werden vom Benutzer erstellt und gegebenenfalls wieder gelöscht, sie stehen also unter der vollen Regie des Benutzers.

Persistenz-Adapter: Es sind zwei Möglichkeiten verwendet worden, Persistenz zu implementieren: Einerseits die Java-Sequenzialisierung, die nur bei Benutzerobjekten angewendet wird, die lokal benutzt werden. Für die anwendungs- und die modulübergreifenden Fälle geschieht der Objektaustausch über eine relationale Datenbank. Die Objekte aus dem Persistenz-Adapter sind verantwortlich für Umsetzung aus dem relationalen Datenmodell in das Objektmodell. Diese Mechanismen werden dann von Geschäftsobjekten benutzt.

Es gibt drei effektive Kategorien von Objekten, die nicht unbedingt disjunkt sind:

Die von *FWFachObjekt*, resp. *FWAustauschObjekt*, resp *PersBenutzerobjekt* abgeleiteten Klassen. Die Objekte der Klasse *PersBenutzerobjekt* sind größtenteils GWDB-spezifisch. Viele der Objekte der Klasse *FWAustauschObjekt* sind im unseren Sinne keine Fachobjekte, da ihnen keine UIS-ID zugeordnet sind.

Die derzeitigen Fachobjekte der Grundwasser-Anwendung sind in Abbildung 7 dargestellt.

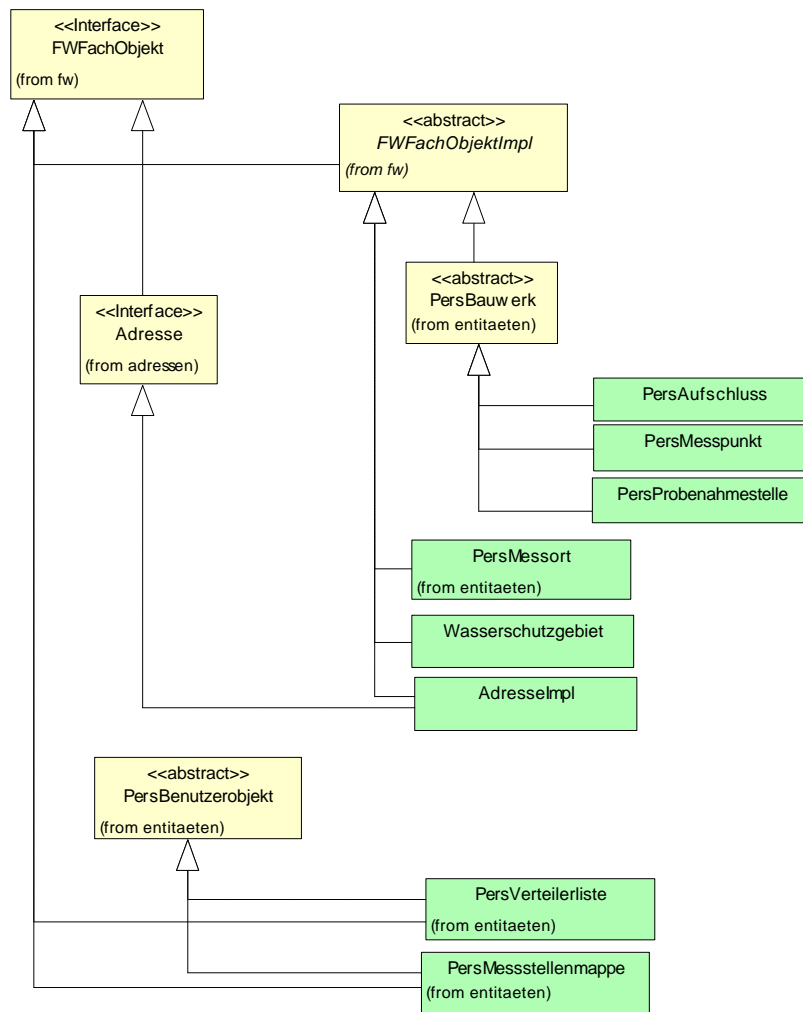


Abbildung 7: Fachobjekte der Fachanwendung Grundwasser

6. Der WAABIS-Dienst Asynchrone Auftragsbearbeitung

Mit Hilfe des Dienstes *Asynchrone Auftragsbearbeitung* sollen Benutzer die Möglichkeit erhalten, zeitaufwendige Auswertungen, Erstellung von Listen etc. ausführen zu lassen, während sie parallel mit ihrer Anwendung weiterarbeiten oder sogar ihren Arbeitsplatz-PC ausschalten können. Die Funktion läuft dann nicht mehr lokal auf dem Rechner des Benutzers, sondern auf einem Anwendungs-Server ab. Nach Abschluss der Bearbeitung muss der Benutzer asynchron benachrichtigt werden (z. B. per e-mail oder innerhalb der Fachanwendung). Der Auftragsbearbeitungs-Dienst soll sowohl Aktionen in der Datenbank (z. B. Stored Procedures) als auch Aktionen auf Betriebssystemebene (z. B. Serverdienste oder Java-Programmteile) unterstützen.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die Anforderungen an diesen neuen WAABIS-Dienst beschrieben.

6.1 Allgemeine Anforderungen

Der WAABIS-Dienst *Asynchrone Auftragsbearbeitung* soll innerhalb einer Dienststelle mehrfach installiert werden können. Im Hinblick auf eine optimierte Auftragssteuerung sowie die Vereinfachung der Administration wird jedoch nur eine Instanz des Dienstes pro Amt empfohlen, die von verschiedenen WAABIS-Modulen gemeinsam genutzt wird. Abbildung 8 zeigt die möglichen Varianten für die Lokalisation des Dienstes *Asynchrone Auftragsbearbeitung*:

- auf dem Datenbank-Rechner
- auf einem Anwendungs-Server
- auf einem beliebigen Client-Rechner

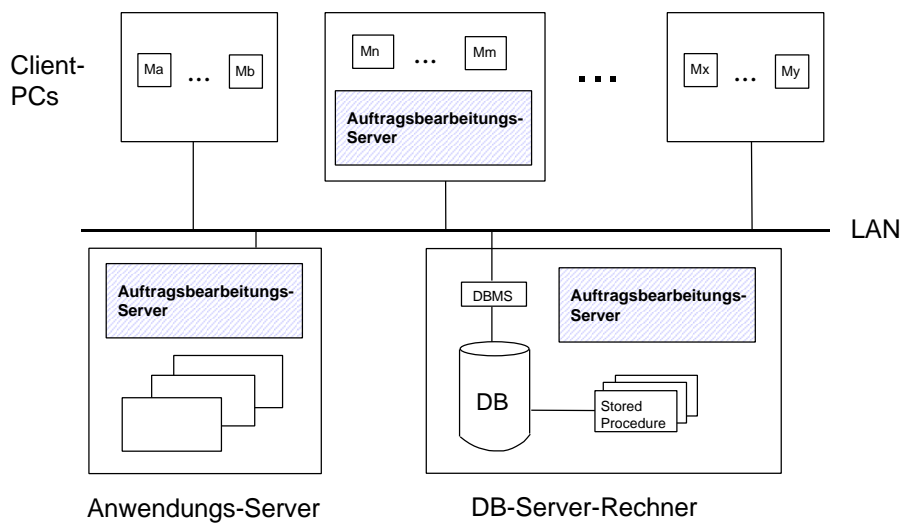


Abbildung 8: Lokalisation des Dienstes Asynchrone Auftragsbearbeitung

6.2 Funktionale Anforderungen

6.2.1 Asynchrone zeitgesteuerte Ausführung von Aufträgen

Da ein Benutzerauftrag teilweise umfangreiche Operationen umfasst, die z. T. auch auf entfernten Rechnern ausgeführt werden, kann die Ausführung u. U. sehr lange dauern. Um das Anwendungsprogramm nicht unnötig lange zu blockieren und ihm die Möglichkeit zu geben, in der Zwischenzeit andere Aufgaben erfüllen oder sich sogar beenden zu können, soll es möglich sein, Aufträge asynchron ausführen zu können. Dabei soll der Benutzer auch einen (Wunsch-) Zeitpunkt angeben können, zu dem sein Auftrag gestartet wird.

Nach Beendigung der Operation soll die Anwendung wiederum asynchron benachrichtigt werden. Wurde das Anwendungsprogramm in der Zwischenzeit beendet, soll es die Benachrichtigung beim nächsten Start bzw. bei der erneuten Anmeldung beim Dienst *Asynchrone Auftragsbearbeitung* erhalten.

Bei den Auftragsstypen, die vom Auftragsbearbeitungs-Dienst zur Ausführung angeboten werden, können die folgenden Varianten unterschieden werden:

- Datenbank-bezogene Aufträge
- Ausführung von SQL-Statements
- Aufruf von Stored Procedures
- Betriebssystem-bezogene Aufträge
- Ausführung von anderen WAABIS-Diensten oder funktionalen Einheiten von WAA-BIS-Modulen
- Ausführung beliebiger Anwendungslogik
 - Die Durchführung eines Auftrags wird angestoßen, indem das Anwendungsprogramm dem Auftragsbearbeitungs-Dienst den von ihm gewünschten Auftrag erteilt. Dabei ist der Auftrag von der Anwendung genau zu spezifizieren, um dem Auftragsbearbeitungs-Server alle Informationen bereitzustellen, die zur Ausführung erforderlich sind.
- Die Spezifikation kann u. a. die folgenden Komponenten beinhalten:
 - Auftrags-Identifikator,
 - Auftrags-Parameter,
 - Startzeitpunkt,
 - Priorität,
 - Benutzerkennung,
 - Passwort.

Bei dem Auftrags-Identifikator handelt es sich um eine eindeutige Kennung, mit der der auszuführende Auftrag identifiziert werden kann. Diese wird vom Auftragsbearbeitungs-Dienst erzeugt und an die Anwendung zurückgegeben.

Mit dem Parameter *Priorität* kann die Anwendung Einfluss auf die Reihenfolge nehmen, in der ihre Aufträge abgearbeitet werden. Dabei handelt es sich jedoch nur um eine Empfehlung der Anwendung. Der Auftragsbearbeitungs-Dienst behält sich vor, die tatsächliche Reihenfolge der Abarbeitung von Aufträgen selbst festzulegen. Mit Hilfe der Administrator-Schnittstelle soll es auch möglich sein, die *Priorität* von Aufträgen manuell zu ändern (vgl. 6.2.2). Der Parameter *Priorität* ist optional, d. h. er muss nicht unbedingt vom Anwendungsprogramm gesetzt werden. Wird er nicht angegeben, legt der Auftragsbearbeitungs-Dienst einen Default-Wert fest.

Der Startzeitpunkt legt die Zeit fest, zu der ein Auftrag gestartet werden soll. Auch hier bleibt die tatsächliche Einplanung dem Auftragsbearbeitungs-Server vorbehalten. Beispielsweise kann die Überlastung eines Server-Rechners zur Zurückstellung eines Auftrags führen.

Sobald der Startzeitpunkt zur Ausführung des Auftrags gekommen ist, stößt der Auftragsbearbeitungs-Dienst eine Reihe von erforderlichen Operationen an. Die eigentliche Ausführung des Auftrags wird nicht vom Dienst selbst übernommen, sondern von einem anderen Diensteanbieter, dessen Funktionen vom Anwendungsprogramm über den Auftragsbearbeitungs-Dienst angefordert werden. Dieser leitet den Auftrag lediglich an den Diensteanbieter weiter.

Reicht der Auftragsbearbeitungs-Server einen Auftrag nicht lediglich an den aufgerufenen Diensteanbieter weiter, sondern wird quasi als Vermittler tätig, benötigt er weitere Auftragsparameter:

- Vor der eigentlichen Durchführung eines Auftrags ist es oftmals notwendig, sich bei dem Diensteanbieter, beispielsweise bei einer Datenbank, als Benutzer anzumelden. Dazu benutzt der Auftragsbearbeitungs-Dienst keine eigene Benutzererkennung, sondern verwendet die Kennung und das Passwort, unter denen das Anwendungsprogramm dem Diensteanbieter bekannt ist. Sowohl Benutzererkennung als auch Passwort sind bei der Spezifikation des Auftrags (s.o.) zu übergeben. Bei allen weiteren Interaktionen mit dem Diensteanbieter agiert der Auftragsbearbeitungs-Dienst als Stellvertreter für das Anwendungsprogramm. Für den Diensteanbieter ist nicht erkenntlich, dass er nicht direkt mit dem angemeldeten Benutzer sondern mit einem zwischengeschalteten Vermittler kommuniziert.
- Die meisten Aufträge benötigen zur Durchführung zusätzliche Informationen wie z.B. die Parameter einer Stored Procedure. Diese werden in den Auftrags-Parametern festgelegt und können, falls notwendig, dem Auftragsbearbeitungs-Dienst in Form einer Parameterliste übergeben werden.

Während seiner Ausführung nimmt der Auftrag verschiedene Zustände an (siehe Abbildung 9). In der Abbildung wird das Anwendungsprogramm mit C für Client und der Auftragsbearbeitungs-Dienst mit S für Server bezeichnet. A steht für den Administrator.

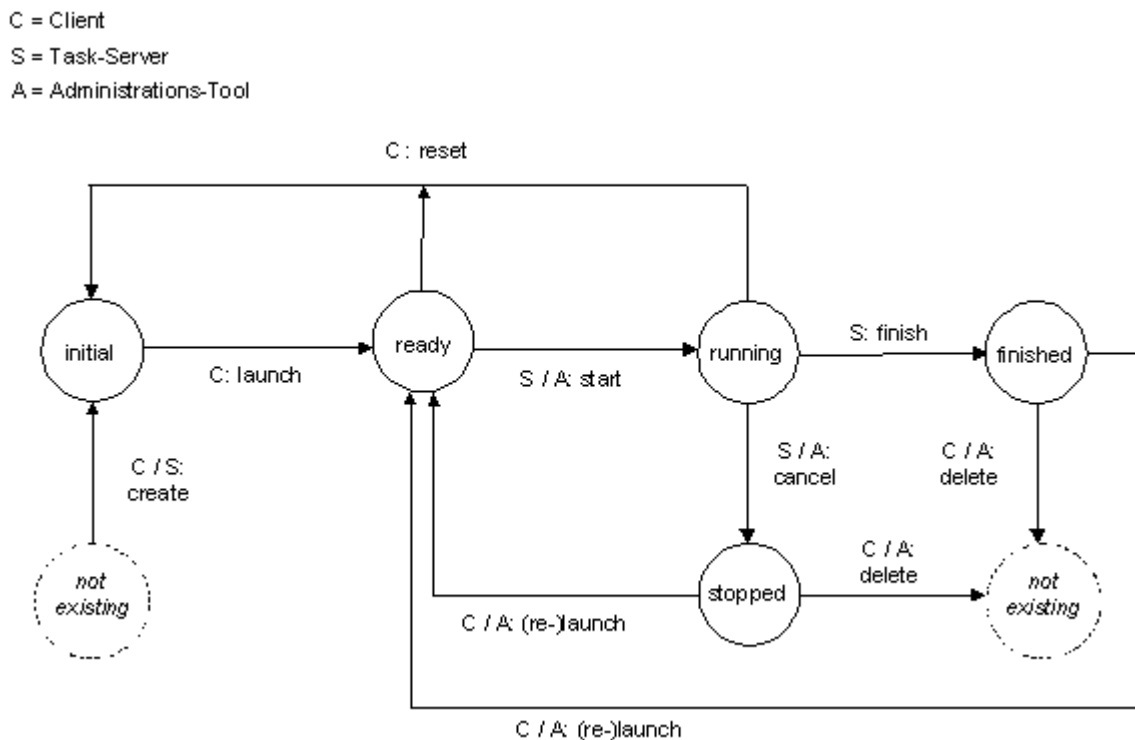


Abbildung 9: Zustandsübergangsdiagramm eines Auftrags

Die Zustandsübergänge können entweder vom Anwendungsprogramm (in Abbildung 9: C), vom Auftragsbearbeitungs-Dienst (in Abbildung 9: S) oder vom Dienst-Administrator (in Abbildung 9: A), ausgelöst werden. Dabei kann vom Anwendungsprogramm nur ein bestimmter Satz von Zustandsübergängen angestoßen werden. Es handelt sich dabei um folgende Übergänge:

- Übergang vom Zustand *initial* in den Zustand *ready* (Aktion *launch*)

- Übergang in den Zustand *initial* (Aktion *reset*)
- Übergang in den imaginären Zustand *not existing* (Aktion *delete*)

Beim erstmaligen Ausführen eines Auftrags befindet sich dieser zunächst im Zustand *initial*. Wird der so vorbereitete Auftrag durch die Aktion *launch* in den Zustand *ready* versetzt, bedeutet das für den Auftragsbearbeitungs-Dienst, dass der Auftrag zur Ausführung eingeplant werden kann. Die internen Zustände des Auftrags werden vom Dienst in Abhängigkeit von der Durchführung des Auftrags gesetzt. Aus den internen Zuständen *ready* und *running* kann ein Auftrag vom Anwendungsprogramm mit der Aktion *reset* in den Zustand *initial* zurückgesetzt werden. Dieser Zustandswechsel bewirkt, dass der Auftrag abgebrochen und aus der Liste der dem Anwendungsprogramm zugeordneten Aufträge herausgenommen wird.

Das Anwendungsprogramm kann zu jedem Zeitpunkt den Zustand seines Auftrags beim Auftragsbearbeitungs-Dienst abfragen. Der Dienst liefert zum einen Information über den Server-internen Zustand, zum anderen auch über den Zustand bereits an den Dienst-Provider weitergegebenen Aufträge, wenn dieser eine entsprechende Schnittstelle anbietet. Unabhängig von o.g. Zustandsabfragen wird jedes Anwendungsprogramm vom Auftragsbearbeitungs-Dienst benachrichtigt, wenn sich der Ausführungszustand seines Auftrags geändert hat. Das ist zum einen der Fall, wenn der Auftrag eingeplant wurde, zum anderen beim Start des eingeplanten Auftrags. Der Zustand geht dabei zunächst von *initial* nach *ready* und anschließend von *ready* nach *running* über, ausgelöst durch die Aktionen *launch* bzw. *start*. Eine weitere Benachrichtigung geht an die Anwendung, sobald der Auftrag beendet wurde. Der Auftrag kann entweder erfolgreich oder abnormal beendet worden sein, d. h. der Zustand geht von *running* in den Zustand *finished* (Durchführung erfolgreich) oder *stopped* (fehlerhafte Durchführung) über.

Das endgültige Löschen eines Auftrags muss vom Anwendungsprogramm explizit angestoßen werden (Aktion *delete*). In der Regel wird diese Aktion ausgeführt, nachdem die Anwendung die Ergebnisse des Auftrags erhalten hat.

Wurde das Anwendungsprogramm beendet, nachdem es den Auftrag abgesetzt und noch keine Benachrichtigung über den Ausgang der Ausführung erhalten hat, wird der Anwendung die Benachrichtigung bei ihrem nächsten Start, d. h. nach der nächsten Anmeldung beim Auftragsbearbeitungs-Dienst zugeschickt.

6.2.2 Periodische Ausführung von Aufträgen

Der Auftragsbearbeitungs-Dienst bietet Anwendungen oder einem Administrator die Möglichkeit, Aufträge zu erteilen, die periodisch in bestimmten Zeitintervallen eingeplant und gestartet werden.

6.2.3 Administrations-Funktionen

Zur Durchführung von Administrationsaufgaben soll für den Auftragsbearbeitungs-Dienst neben der beschriebenen Auftragschnittstelle auch eine Administrationsschnittstelle realisiert werden.

Um die vom Auftragsbearbeitungs-Dienst durchzuführenden Aufträge visualisieren und interaktiv in ihre Bearbeitung eingreifen zu können, soll neben der eigentlichen Programmierschnittstelle ein Administrationswerkzeug mit grafischer Benutzeroberfläche zur Verfügung gestellt werden. Dieses Werkzeug bietet - als Bestandteil des Auftragsbearbeitungs-Dienstes - einen Satz von Funktionen an, mit denen die geforderten Administrationsaufgaben erfüllt werden können.

Das Administrationswerkzeug muss sich, wie alle anderen Benutzer des Auftragsbearbeitungs-Dienstes auch, bei diesem mit einer bestimmten Benutzerkennung und dazugehörigem Passwort anmelden. Es könnte sowohl auf dem gleichen Rechner, auf dem der Auftragsbearbeitungs-Dienst angesiedelt ist, oder auf einem beliebigen Client-Rechner ablaufen.

Die Verwaltung von Aufträgen durch den Administrator (ggf. auch mehrere) erfolgt nicht modulspezifisch, d.h. der Administrator des Auftragsbearbeitungs-Dienstes ist für alle vom Auftragsbearbeitungs-Server verwalteten Aufträge zuständig. Es gibt eine Administrator-Rolle, die einem oder mehreren Benutzern übertragen werden kann.

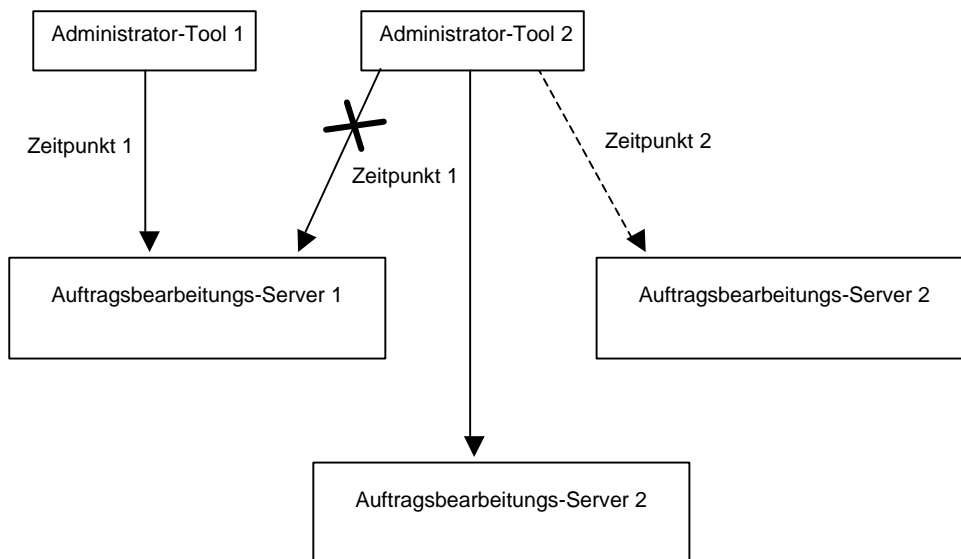


Abbildung 10: Administration des Auftragsbearbeitungs-Dienstes

Das Administrationswerkzeug kann mehrfach gestartet werden. Es erlaubt zu einem Zeitpunkt jedoch lediglich die Administration einer Instanz des Dienstes *Asynchrone Auftragsbearbeitung*. Wurden innerhalb einer Dienststelle mehrere Auftragsbearbeitungs-Server eingerichtet, so bietet das Werkzeug die Möglichkeit der Auswahl eines bestimmten Servers. Ein Server kann zu einem Zeitpunkt nur von einer Instanz des Administrationswerkzeugs angesprochen werden. Dieser Sachverhalt soll in Abbildung 3 veranschaulicht werden.

Zur Verwaltung der durchzuführenden Aufträge ist folgende Funktionalität gefordert (vgl. auch Abbildung 9):

- Anzeigen einer Liste aller Aufträge mit zugeordneten Benutzern
- Abbrechen eines Auftrags
- Restart eines Auftrags
- Löschen eines Auftrags
- Ändern der Startzeit eines Auftrags
- Ändern der Priorität eines Auftrags.

6.3 Technische Anforderungen

6.3.1 Zielplattformen

Zu unterstützende Zielplattformen des Dienstes *Asynchrone Auftragsbearbeitung* sind Windows NT und UNIX (Digital UNIX, Linux). Dies betrifft sowohl die Installation des Servers (als NT Service bzw. UNIX Daemon) als auch das Administrations-Tool (vgl. 6.2.2).

6.3.2 Client-Anwendungen

Als mögliche Nutzer des Dienstes *Asynchrone Auftragsbearbeitung* sind sowohl Java-Clients als auch Anwendungen denkbar, die in anderen Programmiersprachen realisiert sind. Auch für letztere sollen Schnittstellen angeboten werden. Eine mögliche Realisierungsvariante besteht in der Übergabe von Auftragsparametern in Form einer XML-Datei (vgl. 6.3.3 und 6.3.4).

6.3.3 Spezifikation eines Auftragsprofils

Die Aufrufchnittsstelle des Dienstes *Asynchrone Auftragsbearbeitung* sowie die benötigte Auftragsinformation (Auftragsprofil) müssen exakt spezifiziert werden. Für Java-Clients geschieht dies in Form von Java-Klassen bzw. Interfaces.

Im Falle von nicht in Java realisierten Anwendungen (vgl. 6.3.2) sollte das Auftragsprofil in einem standardisierten Format wie beispielsweise XML spezifiziert werden. Die Verwendung von XML bietet den Vorteil einer „schlanken“ (Übergabe eines Strings) und universellen Schnittstelle (XML-Datei kann beliebig erweitert werden), wobei ein Parser zur Aufbereitung der Auftragsparameter durch den Server bereits in Java zur Verfügung steht.

6.3.4 Spezifikation der ErgebnISRückgabe

Der Dienst *Asynchrone Auftragsbearbeitung* initiiert im Auftrag einer Anwendung die Funktion eines anderen Dienstes. Das aufrufende Anwendungsprogramm muss nach Abschluss der Operation folgende Informationen erhalten:

- Ende-Status des Auftrags: erfolgreich / Ausnahme (*exception*)
- Ergebnisdaten (falls vorhanden)

Die Rückgabe-Schnittstelle soll für nicht in Java geschriebene Client-Anwendungen (vgl. 6.3.2) möglichst ebenfalls mit Hilfe von XML realisiert werden.

6.3.5 Spezifikation eines Zustandsabfrage-Protokolls

Dem Anwendungsprogramm soll ermöglicht werden, zu jedem Zeitpunkt den Zustand seines Auftrags beim Auftragsbearbeitungs-Dienst abfragen. Um nicht nur Information über den Server-internen Zustand zu erhalten, wird als Teil des Auftragsprofils ein Zustandsabfrage-Protokoll spezifiziert, welches zur Weiterreichung auftragsspezifischer Abfragen an das konkrete Auftragsmodul dient. Die Implementierung dieses Protokolls durch die Auftragsmodule ist optional. Der Auftragsbearbeitungs-Dienst muss in der Lage sein, entsprechende Zustandsabfragen über dieses Protokoll zu vermitteln. Es empfiehlt sich, bei Nicht-Java-Clients bzw. –Servern auch die Zustandsabfrage-Schnittstelle mit Hilfe von XML zu realisieren.

6.3.6 Schnittstellen-Technologien

Der Dienst *Asynchrone Auftragsbearbeitung* soll unabhängig von der technischen Ausprägung des aufrufenden Anwendungsprogramms (Java-Applikation, Web-Anwendung etc.) einsetzbar sein. Aus diesem Grund sollen die Schnittstellen des Dienstes lediglich auf Java und XML basieren.

6.3.7 Fehlertoleranz

Ein Auftragsbearbeitungs-Server soll folgende Anforderungen erfüllen:

- Bei Verlust der Verbindung zur Datenbank (Shutdown oder Absturz des DB-Servers) wird dies vom Auftragsbearbeitungs-Server festgestellt und anschließend versucht, die Verbindung wieder herzustellen.
- Nach einem Ausfall des Auftragsbearbeitungs-Servers stellt dieser einen definierten Zustand wieder her und benachrichtigt alle Clients vom aktuellen Zustand ihrer Aufträge.

6.3.8 Konfigurierbarkeit

Der Auftragsbearbeitungs-Dienst soll so konfigurierbar sein, dass das Datenbank-Schema, in welchem die Verwaltungstabellen eines Servers abgelegt sind sowie der Benutzername des Servers, unter welchem er sich bei der Datenbank anmeldet, frei gewählt werden können.

7. Ausblick

Der Einsatz der in diesem Beitrag beschriebenen ausgewählten Konzepte der Entwicklungsumgebung WAABIS hat sich im Kontext der WAABIS-Fachanwendung Grundwasser bewährt. Wie bei der Konzeption dieser Fachanwendung gefordert wurde, ermöglicht die Flexibilität der Entwicklungsumgebung, und insbesondere das Basis-Rahmenwerk, eine effiziente Unterstützung bei der Erweiterung von bestehenden Funktionen und der Implementierung von neuen Funktionen. Dies zeigt sich insbesondere bei der Nutzung der Fachobjekt- bzw. Geschäftsobjekt-Schnittstelle durch andere WAABIS-Dienste. Ein Beispiel hierfür ist die derzeitige Entwicklung einer 3D-Visualisierung von Bauvorhaben im Kontext einer Grundwassersituation durch das GIS-System, die unmittelbar an die Java-Schnittstellen der Grundwasseranwendung angekoppelt ist.

Es wird daran gedacht, im Rahmen des Aufbaus eines integrierten, fachübergreifenden Umweltinformationssystems der Thüringer Landesanstalt für Umwelt /7/ die Fachanwendung Grundwasser zukünftig auch in Thüringen einzusetzen.

8. Literatur

- /1/ Spandl, H. (Ed.): WAABIS-Entwicklungshandbuch, <http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de/lfu/abt5/waabis/>, LfU Baden-Württemberg, 2000
- /2/ Pree, Wolfgang: Komponentenbasierte Softwareentwicklung mit Frameworks, d-punkt Verlag, Heidelberg, 1997
- /3/ DBConnect API Spezifikation, Revision 1.4, 15. März 1999, Fraunhofer IITB
- /4/ DBConnect API Anwendung, Revision 1.0, 15. Februar 1999, Datenzentrale Baden-Württemberg
- /5/ Usländer et al.: „Die Grundwasserdatenbankanwendung der Landesanstalt für Umweltschutz“. Aus Projektabschlussbericht GLOBUS Phase VI 1999, R. Mayer-Föll, A. Jaeschke (Hrsg.), ISSN 0947-8620
- /6/ Ballin, W.: Integriertes, fachübergreifendes Umweltinformationssystem (FUIS), Version 1, Ergebnisdokuments des Projekts "IT-Infrastruktur der TLU", Fraunhofer IITB, 2000
- /7/ Usländer, Th.: Entscheidungskriterien und Architekturvarianten beim Einsatz von Java am Beispiel eines datenbankgestützten Umwelt-Informationssystems. Fachkonferenz "Java-based E-Business" der IIR Deutschland GmbH, München, Juli 2000

AutoText-UIS – Automatische Produktion von Ozonkurzberichten

*L. Wanner; B. Bohnet
Abteilung Intelligente Systeme (AIS)
Institut für Informatik
Universität Stuttgart
Breitwiesenstr. 20-22
70565 Stuttgart*

*R. Ebel; G. Mezger
Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (UVM)
Postfach 103439
70029 Stuttgart*

*B. Knörzer; Th. Möll; M. Tauber; W. Weiß
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU)
Postfach 210752
76157 Karlsruhe*

*H. Scheu-Hachtel
Gesellschaft für Umweltmessungen und Umwelterhebungen mbH (UMEG)
Großoberfeld 3
76135 Karlsruhe*

1. EINLEITUNG	109
2. PROJEKTAUFTRAG	110
3. PROJEKTSTRUKTUR	111
4. REALISIERUNG	112
4.1 ARCHITEKTUR VON <i>AUTO</i> TEXT-UIS.....	112
4.1.1 <i>Überblick</i>	112
4.1.2 <i>Die Schnittstelle zwischen DB und AutoText-UIS</i>	114
4.2 DER PREPROZESSOR	114
4.2.1 <i>Aufbau und Funktionsweise des Preprozessors</i>	114
4.2.1.1 Regeln des Preprozessors	115
4.2.1.2 Darstellung der Preprozessorregeln in XML-Format	117
4.2.2 <i>Aufbau einer konzeptuellen Struktur durch den Preprozessor</i>	118
4.3 DER TEXTGENERATOR.....	118
4.3.1 <i>Die relevanten Module des Textgenerators</i>	119
4.3.2 <i>Schablonen in AutoText-UIS</i>	119
4.4 TEST VON <i>AUTO</i> TEXT-UIS.....	120
4.4.1 <i>Testinstallation</i>	120
4.4.2 <i>Beispiele generierter Berichte</i>	121
4.4.2.1 Auswählte Berichte zur Messstation Heilbronn am 14.8.00.....	121
4.4.2.2 Ausgewählte Berichte zur Messstation Welzheimer Wald am 13.8.00	122
4.4.3 <i>Technische Daten</i>	123
5. FAZIT DES PILOTPROJEKTS UND AUSBLICK.....	123
5.1 FAZIT DES PILOTPROJEKTS	123
5.2 MÖGLICHE ERWEITERUNGEN DES SYSTEMS	124

1. Einleitung

Der Anspruch auf Information in der Öffentlichkeit wächst. Dies gilt insbesondere für Bereiche, die den Bürger unmittelbar betreffen – wie die Umwelt. Diesem Anspruch kommt die EU mit ihren neuen Richtlinien nach; diese verlangen, dass der Bürger umgehend, umfassend und in leicht verständlicher Form über die aktuelle Lage der Schadstoffe in der Umwelt zu informieren ist. Die LfU bietet gegenwärtig auf ihren Internetseiten aktuelle Information zur Schadstofflage in der Luft in Form von Tabellen und Kurvenverläufen an. Damit erfüllt sie die Forderung nach umgehender Information. Tabellen und Graphiken sind jedoch nur eingeschränkt dafür geeignet, Zusammenhänge, Erläuterungen usw. bei Schadstoffverläufen in leicht verständlicher Form zu kommunizieren. Der Modus „Text“ ist dagegen für die Vermittlung solcher Sachverhalte prädestiniert.

Die automatische Produktion geschriebener Sprache (*automatische Textgenerierung*) ist eine Forschungsdisziplin der Künstlichen Intelligenz und der Computerlinguistik. Sie hat wie kaum eine andere Teildisziplin dieser Gebiete (und vergleichbar mit der maschinellen Übersetzung) zu anwendungsorientierten Entwicklungen geführt. Um für den Einsatz der Textgenerierung geeignet zu sein, muss ein Anwendungsbereich (= eine Domäne) gewisse Anforderungen erfüllen, die einerseits die zu kommunizierenden Daten und andererseits die der Domäne eigene Sprache betreffen. Bzgl. der Daten ist zu beachten, dass

- die Daten Zusammenhänge aufweisen;
- ein Bedarf an der Interpretation der Daten sowie der Zusammenhänge zwischen ihnen besteht;
- größere Mengen von Daten regelmäßig und in gewisser Häufigkeit erhoben werden.

Die Sprache muss Einschränkungen bzgl. folgender Merkmale aufweisen:

- die Anzahl der Themen, über die berichtet werden soll;
- die Variation und Komplexität der Satzstrukturen;
- das Vokabular.

Die Domäne der Schadstoffe in der Umwelt erfüllt diese Anforderungen. Aus diesem Grunde hat sich die LfU entschlossen, in Kooperation mit der Abteilung für Intelligente Systeme (AIS) der Universität Stuttgart und unter Beteiligung der UMEG mbH das Pilotprojekt *AutoText-UIS* durchzuführen. Im Rahmen des einjährigen Projekts sollte der Einsatz der Techniken der automatischen Textgenerierung für die Kommunikation der Schadstoffe in der Umwelt getestet werden. Aus der Reihe der Schadstoffe wurde für das Pilotprojekt Ozon ausgewählt.

2. Projektauftrag

Das Pilotprojekt wurde am 1. Januar 2000 begonnen; das Projektende ist zum 30. November 2000 vereinbart. Das Projekt sollte zum einen ermitteln, ob und ggf. in welchem Umfang die automatische Textgenerierung im Rahmen des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg erfolgversprechend eingesetzt werden kann. Zum anderen sollte - im Falle eines positiven Ausgangs des ersten Anliegens - ein einsatzfähiges System entwickelt werden, das in der Lage ist, Kurzberichte über Ozon für das Internet in relativ guter Qualität automatisch zu generieren.

Da über Ozon (wie auch über andere Schadstoffe) mehr Information vorliegt, als in einem Kurzbericht zusammenhängend (und in angemessener Länge) präsentiert werden kann, wurde für das Pilotprojekt folgende Information zur Kommunikation ausgewählt:

- Die Ozonkonzentration an einzelnen Messstationen zur aktuellen sowie zu einer früheren Stunde (oder Zeitperiode) – im folgenden *Referenzzeit* genannt . Durch die Bekanntgabe der Konzentration zur Referenzzeit sollte eine Interpretation der Entwicklung der Ozontageskurve ermöglicht werden. Die Referenzzeit sollte dynamisch bestimmt werden.
- Bewertung der aktuellen Konzentration sowie der Veränderung der aktuellen Konzentration gegenüber der Konzentration zur Referenzzeit.
- Information über festgestellte Schwellenwertüberschreitungen an einer Messstation und insbesondere Art der Überschreitung und Zeitpunkt und Dauer der Überschreitung.
- Informationen bzgl. der gesundheitlichen Auswirkung der gegenwärtigen Ozonwerte an einer Messstation und Empfehlungen hinsichtlich des Verhaltens der Bürger.
- Information über die höchste und niedrigste Ozonkonzentration der Region, in der sich die betreffende Station befindet.

Die Reihenfolge, in der die Information bzgl. der Schadstoffe in der Luft an einer Messstation vermittelt wird, ist domänenspezifisch und relativ fest, was durch die Definition einer festen Struktur der zu generierenden Berichte reflektiert wird. Die Berichtsstruktur für die im Rahmen des Pilotprojekts zu generierenden Berichte wurde unter Berücksichtigung der obigen Informationen wie folgt festgelegt:

1.	Aktueller Wert
2.	Referenzzeitbezug
	1. Wert zur Referenzzeit
	2. Vergleich des aktuellen Wertes mit dem Referenzwert (mit Bewertung der Entwicklung)
3.	Einordnung des aktuellen Wertes auf der Bewertungsskala
4.	Bezug des aktuellen Wertes zu den Schwellenwerten
5.	Gesundheitliche Bewertung/gesetzliche Hinweise
6.	Regionsbezug (Höchste und Niedrigste Konzentration)

Abbildung 1: Struktur der im Rahmen von *AutoText-UIS* generierten Berichte

Die Information in den Berichten bezieht sich immer auf eine Messstation (wenn nicht anders angegeben); die Messstation wird interaktiv vom Bürger ausgewählt (siehe Abschnitt 3.1). Die aktuelle Zeit (auch *Bezugszeit* genannt) ist entweder die letzte Stunde, zu der Messwerte vorliegen, oder eine Zeitperiode (wie Morgen, Vormittag, Mittag usw.) Die Bestimmung der Bezugszeit und der Referenzzeit erfolgt mit Hilfe von Regeln (siehe 4.2.1.1).¹ Der Vergleich unter (2b) resümiert, ob der aktuelle Wert gegenüber dem Referenzzeitwert gleich geblieben, gestiegen oder gesunken ist, und bewertet ggf. den Unterschied. Die Einordnung des aktuellen Wertes auf der Bewertungsskala dient der Bewertung der Höhe des Ozonwertes im Vergleich zu den natürlich vorkommenden Konzentrationen: (i) im Rahmen natürlich vorkommender Konzentrationen, (ii) oberhalb der natürlich vorkommenden Konzentrationen oder (ii) deutlich oberhalb der natürlich vorkommenden Konzentrationen.

AutoText berücksichtigt zwei Schwellenwerte (Grundlage: EG-Richtlinie über den Ozongehalt der Luft; Entwurf vom 02.10.2000; KOM 2000 613 endgültig): (a) den Informationsschwellenwert, der bei $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt, und (b) den Alarmschwellenwert, der bei $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt. Die Überschreitung eines dieser Schwellenwerte durch den aktuellen Ozonwert wird in dem generierten Bericht kommuniziert. In Abhängigkeit von der Höhe des aktuellen Wertes werden gesundheitliche Bewertungen und gesetzliche Hinweise gegeben. Da sich diese aus juristischen Gründen nicht ändern dürfen, werden sie in Form von Textbausteinen verwaltet. Um dem Leser eine zusätzliche Interpretationsstütze des aktuellen Wertes zu geben, wird die Messstation mit der höchsten sowie die Messstation mit der niedrigsten Ozonkonzentration der Region genannt.

3. Projektstruktur

Das Projekt ist wie folgt strukturiert:

Als Projektträger fungieren die Referate 15 und 43 des UVM. Die fachliche Betreuung des Projekts liegt beim Referat 33 der LfU Karlsruhe und der UMEG mbH. Das Referat 53 der LfU Karlsruhe und das Referat 51 der LfU Stuttgart gewährleisten die technische Betreuung. Die Ausführung des Projekts obliegt der AIS. In der Projektsteuerungsgruppe *AutoText-UIS*, die sich in ca. achtwöchigen Abständen zu Projektsitzungen trifft, sind alle beteiligten Institutionen vertreten.

¹ Wie die Bezugszeit, bezieht sich die Referenzzeit entweder auf eine konkrete Stunde oder auf einen Zeitraum.

4. Realisierung

4.1 Architektur von *AutoText-UIS*

4.1.1 Überblick

AutoText-UIS besteht aus zwei Hauptmodulen: dem *Preprozessor* und dem *Textgenerator* (siehe Abbildung 2). Die aktuellen Kurzberichte werden mit Hilfe dieser zwei Hauptmodule für alle Messstationen generiert, sobald die Messdaten in der Datenbank verfügbar sind. Da die Messdaten in der Datenbank zur Zeit lediglich alle drei Stunden aktualisiert werden und häufige Abfragen der Berichte zur gleichen Messstation möglich sind, ist im Rahmen des Pilotprojekts eine Generierung „on demand“ nicht sinnvoll.

Für den Abruf und die Präsentation der generierten Berichte ist ein internetbasiertes Interface vorgesehen. Die Gestaltung des Interfaces ist jedoch nicht Bestandteil des Pilotprojekts. Für Testzwecke wurden die graphischen Interfaces der LfU und der UMEG adaptiert und können wahlweise benutzt werden. Beide bestehen aus (leicht unterschiedlichen) Karten von Baden-Württemberg, auf der die einzelnen Messstationen als Punkte eingetragen sind. Um den aktuellen Bericht für eine bestimmte Messstation abzurufen, wird sie per Mausklick ausgewählt (siehe 4.4.1).

Die aktuellen Schadstoffmesswerte werden in der MEROS-Datenbank (einer Oracle-DB) der LfU verwaltet und – wie bereits erwähnt - durchschnittlich in einem Abstand von jeweils drei Stunden aktualisiert. Die Übergabe der Daten an den Generator wird durch eine Semaphorevariable getriggert, die von der DB nach Eintreffen der Daten gesetzt wird, und erfolgt mit Hilfe von SQL/PL-SQL-Skripten, die die Daten auslesen und in Form von XML-Dokumenten in für *AutoText-UIS* zugängliche Dateien ablegen. Der Preprozessor evaluiert die Daten in den XML-Dokumenten und leitet daraus die *konzeptuelle Struktur* ab, die als Eingabe für den Textgenerator dient. Der Textgenerator generiert daraus in einer Reihe von Zwischenschritten einen Kurzbericht. Dabei nimmt er Bezug auf Textpläne, Satzschablonen, eine Reihe von Lexika und die deutsche Grammatik. Des weiteren werden in Abhängigkeit von dem aktuellen Ozonwert gesundheitliche Bewertungen und gesetzliche Hinweise in Form von Textbausteinen einbezogen.

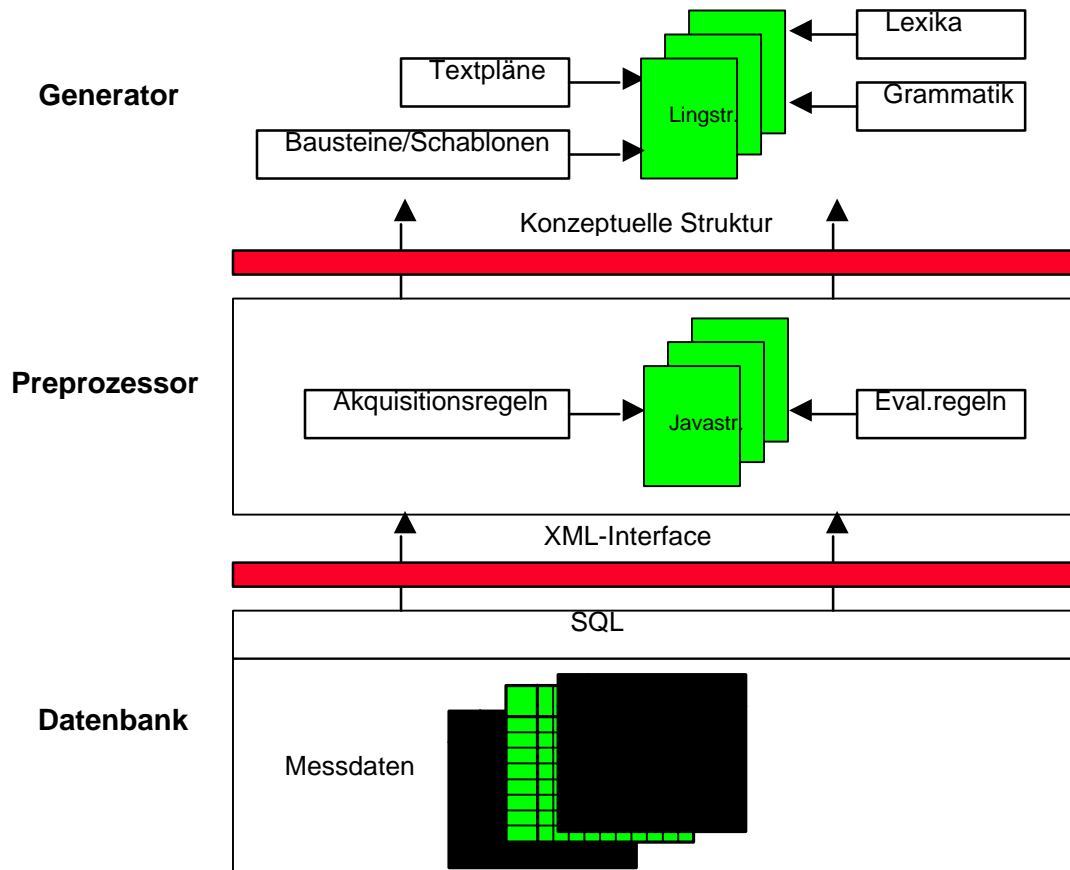


Abbildung 2: Architektur von *AutoText-UIS*

Die Generierungsschritte in *AutoText-UIS* lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Anstoßen von *AutoText-UIS* durch Setzen einer Semaphorvariablen seitens der DB
2. Auslesen der aktuellen Daten in XML-Formate und deren Ablegen in Dateien
3. Abbildung der XML-Formate auf Java-Objektstrukturen
4. Interpretation der Objektstrukturen und Erstellen von konzeptuellen Strukturen, die als Eingabe in den Textgenerator fungieren
5. Abbildung der konzeptuellen Strukturen auf semantische Strukturen
6. Abbildung der semantischen Struktur auf syntaktische Satzstrukturschablonen bzw. syntaktische Satzstrukturen

4.1.2 Die Schnittstelle zwischen DB und *AutoText-UIS*

Wie oben bereits erwähnt, erfolgt der Austausch der Daten zwischen der MEROS-DB und *AutoText-UIS* über ein XML-Interface. Jede XML-Datei enthält die Messreihen der zwei letzten Tage sowie die bislang erhobenen Daten des aktuellen Tages.² Eine XML-Datei ist dabei wie folgt aufgebaut. Sie besteht aus einem Block `<Measurements> ... </Measurements>`, der mit dem Unterblock `<head> ... </head>` beginnt. `<head> ... </head>` enthält einen Zeitstempel mit den Angaben, wann die Datei angelegt wurde. Danach folgen drei `<msequences> ... <msequences>` Unterblöcke. In jedem dieser Unterblöcke sind die Daten eines Tages abgelegt. Am Anfang von `<msequences> ... </msequences>` ist folgende Information zu finden: die gemessene Substanz (Schadstoff), die Messeinheit, der Name der Messstation, der Ort, an dem sich die Messstation befindet, und die zu berücksichtigenden Schwellenwerte. Die Schwellenwerte wurden in die Dateien aus Effizienzgründen aufgenommen. Nach dieser Information sind in dem Unterblock `<msequence> </msequence>` die Messwerte des Tages und die dazugehörigen Zeiten angegeben - je ein Messwert und seine Zeit in einem `<measurement> ... </measurement>` Unterblock. Abbildung 3 veranschaulicht den Aufbau einer XML-Datei.

```
-< Measurements >
-<head> <tp> <d> 20000728 </d> <t>11</t> </tp> </head>
-<msequences>
  <substance> ozon</substance>
  <unit>µg/m³</unit>
  <station>Esslingen</station>
  <place>Esslingen</place>
  <thresholds> ... </thresholds>
  <msequence>
    <measurement> <value> 124</value> <t>00</t> </measurement>
    ....
  </msequence>
</msequences>
</Measurements>
```

Abbildung 3: Ausschnitt einer XML-Datei

4.2 Der Preprozessor

4.2.1 Aufbau und Funktionsweise des Preprozessors

Der Preprozessor ist ein regelgesteuertes Modul, das aus den Messreihen die notwendige Information gewinnt und diese dann in einer Form darstellt, die für ihre Weiterverarbeitung durch den Textgenerator geeignet ist. Er besteht aus drei Untermodulen: dem XML-Parser, der die XML-Strukturen in Java-Objektstrukturen überführt,³ dem Evaluator, der aus einer Reihe von Auswertungsprogrammen besteht, und dem Precompiler, der die Preprozessorregeln (siehe weiter unten) ausführt und die darin enthaltenen Aufrufe der Methoden des Evaluators aufruft. Die Abbildung 4 spiegelt den Aufbau des Preprozessors im Detail wider.

² Die Daten der zwei letzten Tage werden benötigt, um Verweise auf die Entwicklung der Ozonwerte seit jeweils gestern bzw. vorgestern machen zu können. In dem Pilotprojekt werden diese Daten jedoch nicht ausgewertet.

³ Der XML-Parser ist eine von SUN Inc. frei erhältliche Software.

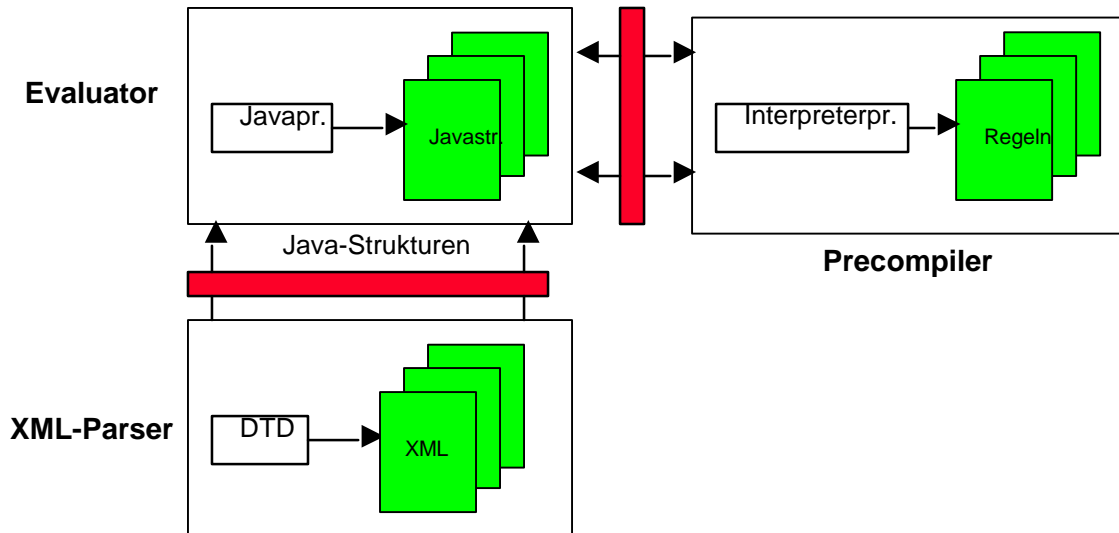


Abbildung 4: Aufbau des Preprozessors

Im folgenden wird zuerst auf die von dem Preprozessor genutzten Akquisitions- und Evaluierungsregeln eingegangen; danach wird der Aufbau der konzeptuellen Struktur durch diese Regeln erläutert.

4.2.1.1 Regeln des Preprozessors

4.2.1.1.1 Assoziation der Regeln mit der Berichtsstruktur

Jedem Element der Berichtsstruktur in Abbildung 1 ist eine Menge von Preprozessorregeln zugeordnet, die ausgeführt werden muss, um die Information, die das betreffende Element kommuniziert, bereitzustellen (d.h. entweder direkt aus den vorliegenden Datenstrukturen zu akquirieren oder daraus abzuleiten) und auf ein Fragment der konzeptuellen Struktur abzubilden.

4.2.1.1.2 Verfügbare Evaluierungsregeln

U.a. sind folgende Evaluierungsregeln gegenwärtig verfügbar (zwecks leichter Lesbarkeit, werden die Regeln nachfolgend paraphrasiert wiedergegeben). Reine Akquisitionsregeln werden nachfolgend nicht aufgelistet, da sie nicht so aussagekräftig sind.

4.2.1.1.2.1 Regeln zur Bewertung des Anstiegs bzw. Absinkens des aktuellen Wertes

Die Regeln zur Bewertung des Anstiegs bzw. Absinkens des aktuellen Ozonwertes gegenüber dem Referenzzeitwert basieren auf folgenden Festlegungen.

1. Intervall I (Ozonkonzentration $< 90 \mu\text{g}/\text{m}^3$): Da diese Konzentration im Rahmen der natürlichen Schwankungen liegt, findet keine Bewertung statt.
2. Intervall II ($89 \mu\text{g}/\text{m}^3 < \text{Ozonkonzentration} < 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$): Die Bewertung erfolgt beim Anstieg wie folgt (für die Bewertung beim Absinken, siehe Tabelle unter 3):

Anstieg in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Sprachliche Bewertung
$\Delta < 6$	<i>kaum</i>
$5 < \Delta < 11$	<i>leicht, unwesentlich</i>
$10 < \Delta$	<i>merklich</i>

3. Intervall III (Ozonkonzentration $> 119 \mu\text{g}/\text{m}^3$): Die Bewertung erfolgt beim Anstieg und Absinken wie folgt

Anstieg/Absinken in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Sprachliche Bewertung
$\Delta < 6$	<i>kaum (Anstieg), nahezu gleich geblieben (Absinken)</i>
$5 < \Delta < 11$	<i>leicht, unwesentlich</i>
$10 < \Delta < 21$	<i>merklich</i>
$20 < \Delta < 51$	<i>deutlich, wesentlich, erheblich</i>
$50 < \Delta$	<i>stark</i>

4.2.1.1.2.2 Bezugszeitregeln

1. Wenn die aktuelle Zeit zw. 6 h und 8 h, dann wähle die aktuelle Stunde als Bezugszeit.
2. Wenn die aktuelle Zeit zw. 9 h und 11 h und die Differenz zwischen den stündlich erhobenen Konzentrationen ab 6 h bis zur aktuellen Zeit jeweils kleiner als 15% ist, dann wähle „Morgen“ als Bezugszeit.
3. Wenn die aktuelle Zeit 13 h oder 14 h und die Differenz zwischen den stündlich erhobenen Konzentrationen ab 12 h bis zur aktuellen Zeit jeweils kleiner als 10% ist, dann wähle „Mittag“ als Bezugszeit.
4. Wenn die aktuelle Zeit 16 h oder 17 h und die Differenz zwischen den stündlich erhobenen Konzentrationen ab 15 h bis zur aktuellen Zeit jeweils kleiner als 10% ist, dann wähle „Nachmittag“ als Bezugszeit.
5. Wenn die aktuelle Zeit 17 h und die Differenz zwischen den stündlich erhobenen Konzentrationen ab 16 h bis zur aktuellen Zeit jeweils kleiner als 10% ist, dann wähle „später Nachmittag“ als Bezugszeit.
6. Wenn die aktuelle Zeit zw. 19 h und 23 h und die Differenz zwischen den stündlich erhobenen Konzentrationen ab 18 h bis zur aktuellen Zeit jeweils kleiner als 10% ist, dann wähle „Abend“ als Bezugszeit.
7. Wenn die aktuelle Zeit zw. 22 h und 23 h und die Differenz zwischen den stündlich erhobenen Konzentrationen ab 21 h bis zur aktuellen Zeit jeweils kleiner als 10% ist, dann wähle „später Abend“ als Bezugszeit.
8. Wenn die aktuelle Zeit = 24 h, dann wähle „Mitternacht“ als Bezugszeit.

9. Wenn keine der obigen Regeln zutrifft, dann wähle die aktuelle Stunde als Bezugszeit.

4.2.1.1.2.3 Referenzzeitregeln

1. Wenn es im Laufe des aktuellen Tages eine Alarmschwellenwertüberschreitung für eine Stunde (möglicherweise mehrere Male) gab, dann wähle die letzte Stunde, bei der es der Fall war, als Referenzzeit.
2. Wenn es im Laufe des aktuellen Tages eine Alarmschwellenwertüberschreitung für eine zusammenhängende Zeitperiode (möglicherweise mehrere Male) gab, dann wähle die letzte Zeitperiode, bei der es der Fall war, als Referenzzeit.
3. Wenn es im Laufe des aktuellen Tages eine Informationsschwellenwertüberschreitung für eine Stunde (möglicherweise mehrere Male) gab, dann wähle die letzte Stunde, bei der es der Fall war, als Referenzzeit.
4. Wenn es im Laufe des aktuellen Tages eine Informationsschwellenwertüberschreitung für eine zusammenhängende Zeitperiode (möglicherweise mehrere Male) gab, dann wähle die letzte Zeitperiode, bei der es der Fall war, als Referenzzeit.
5. Wenn es seit einer bestimmten Stunde bis zur aktuellen Stunde eine Alarmschwellenwert- bzw. eine Informationsschwellenwertüberschreitung gibt, wähle die betreffende Stunde als Anfang der Referenzzeit.⁴
6. Wenn es in den letzten 6 Stunden ein lokales Konzentrationsmaximum bzw. – minimum gab, dann wähle die betreffende Stunde als Referenzzeit.
7. Wenn keine der obigen Regeln zutrifft, dann wähle die letzte Stunde als Referenzzeit.

4.2.1.2 Darstellung der Preprozessorregeln in XML-Format

Um die Wartung der Preprozessorregeln zu erleichtern, wurde für solche Regeln, deren eventuelle Modifikation durch Luftexperten sinnvoll erscheint, ein XML-Format entwickelt. In diesem Format, wird für die Darstellung logischer Ausdrücke die Präfix-Notation verwendet. Zur Kodierung der aktuellen Zeit, der verschiedenen Ausdrücke der Bezugs- und Referenzzeit, des Namens der Messstation usw. werden separate Tags (d.h. `</aktuelle_zeit>`, `</später_abend>`, ...) eingeführt.

Die in XML dargestellten Regeln werden mit Hilfe des XML-Parsers auf die interne Repräsentation abgebildet und umgekehrt können Regeln aus der internen Repräsentation in das XML-Format umgewandelt werden. Zu Illustrationszwecken sei nachfolgend in der Abbildung 5 die Regel, die als Bezugszeit den Ausdruck „später Abend“ bestimmt, in ihrem XML-Format aufgeführt.

⁴ Diese Regel führt zu solchen Ausdrücken wie „Seit X Uhr gibt es eine Alarmschwellenwert-/Informationsschwellenwertüberschreitung“.

```
<Regel> <Name>bezugszeit_spaeter_abend </Name>
  <wenn>
    <und>
      <oder> <gleich> <aktuelle_zeit> 21 </gleich>
        <gleich> <aktuelle_zeit> 22 </gleich>
      </oder>
    <wertschwankung_im_zeitintervall>
      <intervallanfang> 21 </intervallanfang>
      <intervallende> <aktuelle_zeit> </intervallende>
      <min_schwankung> 0 </min_schwankung>
      <max_schwankung> 10 </max_schwankung>
    </wertschwankung_im_zeitintervall>
  </und>
</wenn>
<dann> </spaeter_abend > </dann>
</Regel>
```

Abbildung 5: Beispiel einer Regel in XML-Format

4.2.2 Aufbau einer konzeptuellen Struktur durch den Preprozessor

Wie bereits oben erwähnt, ist jedem Element der Berichtsstruktur eine Menge von Regeln zugeordnet, die die Abbildung der durch dieses Element zu kommunizierenden Information auf ein Fragment der konzeptuellen Struktur gewährleistet. Dem ersten Element (‘Aktueller Wert’) ist z.B. folgende Regelmenge zugeordnet (die Regelnamen und logische Verknüpfungen von Regeln sind in Fettschrift angegeben; die kurzen Erklärungen ihrer Funktion in eckigen Klammern):

```
{
  measure [initiiert eine konzeptuelle Struktur, deren Hauptkonzept ein Messvorgang ist]
  location [trägt in die konzeptuelle Struktur den Ortsnamen ein]
  token [trägt in die konzeptuelle Struktur den Namen der gemessenen Substanz ein]
  value [trägt in die konzeptuelle Struktur den gemessenen Wert ein]
  or {bezugszeitregel1, bezugszeitregel2, ..., bezugszeitregel9}
  [probiert die Bezugszeitregeln aus, bis eine ausgeführt werden kann; trägt in die
  konzeptuelle Struktur die Bezugszeit ein]
  unit [trägt in die konzeptuelle Struktur die Messeinheit ein]
  station [trägt in die konzeptuelle Struktur den Namen der Messstation ein]
}
```

Das Precompilermodul des Preprozessors arbeitet die Regelmengen linear ab. Die Algorithmen zur Interpretation und Ausführung der Regeln sind dem AIS-Textgenerator entlehnt.

4.3 Der Textgenerator

Für die Generierungsschritte ab der konzeptuellen Struktur bis zur Satzoberfläche wird in *AutoText-UIS* der AIS-Textgenerator benutzt, wobei aufgrund der beschränkten Variation der Satzstrukturen in den Berichten des Pilotprojekts dessen Potential nicht vollständig ausgenutzt wird: während der vollständige Generierungsprozess von einer konzeptuellen Struktur bis zu einer vollständig realisierten und linearisierten Satzstruktur über vier intermediäre Strukturen führt (semantische Struktur, tiefsyntaktische Struktur, oberflächensyntaktische

Struktur und tiefenmorphologische Struktur), werden in *AutoText* ab der semantischen Struktur syntaktische Satzstrukturschablonen eingesetzt (siehe 4.2).

4.3.1 Die relevanten Module des Textgenerators

Um eine konzeptuelle Struktur auf die korrespondierende semantische Struktur abzubilden benutzt der Textgenerator folgende Module:

1. Das Modul der konzeptuellen Regeln;
2. Das Modul der Schablonenabbildungsregeln;
3. Ein konzeptuelles Wörterbuch, in dem die für die Schadstoffdomäne relevanten konzeptuellen Einheiten (Konzepte) und ihre Korrespondenz zu den semantischen Einheiten (Semantemen) abgelegt sind;
4. Ein semantisches Wörterbuch, in dem die für die Schadstoffdomäne relevanten Semanteme und ihre Korrespondenz zu den Lexemen abgelegt sind;

Die konzeptuellen Regeln bilden einzelne Konzepte und Relationen der konzeptuellen Struktur auf die korrespondierenden Semanteme und Relationen der semantischen Struktur ab.

Im nachfolgenden Schritt werden die Semanteme in der semantischen Struktur durch die sie lexikalisierten Wörter (Lexeme) ersetzt und somit eine lexikalisierte semantische Struktur erzeugt. Während des letzten Schrittes werden die lexikalisierten semantischen Strukturen auf die syntaktischen Satzstrukturschablonen abgebildet. Dies wird mit Hilfe von semantischen Schablonenabbildungsregeln durchgeführt.

4.3.2 Schablonen in *AutoText-UIS*

In *AutoText* werden ca. 40 verschiedene Satzstrukturvariationen verwendet, wobei jede Variation durch eine syntaktische Satzstrukturschablone erfasst wird. Nachfolgend werden vier Schablonen zur Illustration aufgelistet. Die vollständige Liste ist in einer Arbeitsnotiz der AIS verfügbar.

1. „An der Messstation“ +?msname.sem+ „lag die“ +?substanz.sem+ „konzentration am“ +?zeitperiode.sem+ „bei!“ +?konzentration.sem+ +?messeinheit.sem“.
2. „An der Messstation“ +?msname.sem+ „betrug die“ +?substanz.sem+ „konzentration am“ +?zeitperiode.sem+ „bei!“ +?konzentration.sem+ +?messeinheit.sem“.
3. „Der“ +?substanz.sem+ „wert lag an der Messstation“ +?msname.sem+ am“ +?zeitperiode.sem+ „bei!“ +?konzentration.sem+ +?messeinheit.sem“.
4. „An der Messstation“ +?msname.sem+ „wurden keinen nennenswerten Ozonkonzentrationen gemessen.“

4.4 Test von *AutoText-UIS*

4.4.1 Testinstallation

Der Prototyp von *AutoText-UIS* wurde Ende Juli 2000 an der LfU Karlsruhe installiert und lief im Testbetrieb vom 25.7.00 bis zum 31.8.00. Dabei wurden auf regelmäßiger Basis (jeweils nach Eintreffen der aktuellen Messdaten in der MEROS-DB) Berichte für ca. 60 Messstationen generiert. Die Berichte wurden von insgesamt 11 Mitarbeitern der beteiligten Institutionen evaluiert. Die Evaluatoren konnten die generierten Berichte mittels eines einfachen Interfaces, das in Abbildung 6 gezeigt ist, abrufen.

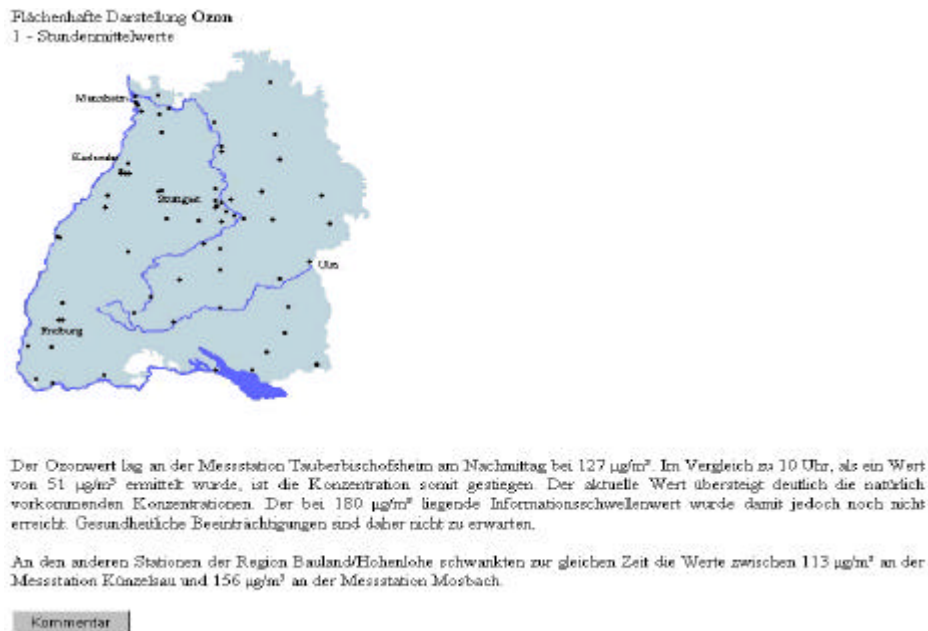


Abbildung 6: Interface des Prototyps von *AutoText-UIS*

Jeder Punkt auf der Karte ist einer Messstation zugeordnet. Durch einen Mausklick auf eine Messstation wurde der entsprechende Bericht abgerufen. Ein „Kommentar“-Button erlaubte es, an die AIS Kommentare zu dem evaluierten Bericht zu schicken. Es wurden insgesamt ca. 110 Mails mit ca. 250 Kommentaren registriert. Die Kommentare betrafen überwiegend folgende Sachverhalte:

- Diskrepanz bzgl. der Daten bzw. der Zeiten in den Berichten und einer der Datenbanken (DB der UMEG oder MEROS-DB der LfU);
- unzutreffende Information (Berichte zu stillgelegten Messstationen);
- Kommunikation wenig relevanter Information;
- nicht nachvollziehbare Wahl der Referenzzeit bzw. strittige Zusammenfassung von Zeiten zu einem Zeitraum (v.a. „Mittag“);
- triviale Aussage;
- Stilmängel;
- Anregungen zur Bewertung des Anstiegs bzw. des Absinkens der Ozonwerte;
- positive Beurteilung.

4.4.2 Beispiele generierter Berichte

Nachfolgend werden einige Beispiele generierter Berichte angeführt. Die Berichte beziehen sich auf die Ozonwerte zu ausgewählten Zeiten am 14.8.00 an der Messstation Heilbronn und auf die Ozonwerte zu ausgewählten Zeiten am 13.8.99 an der Messstation Welzheimer Wald. Zu Illustrationszwecken ist den Berichten jeweils die Ozontageskurve vorangestellt.

4.4.2.1 Auswählte Berichte zur Messstation Heilbronn am 14.8.00

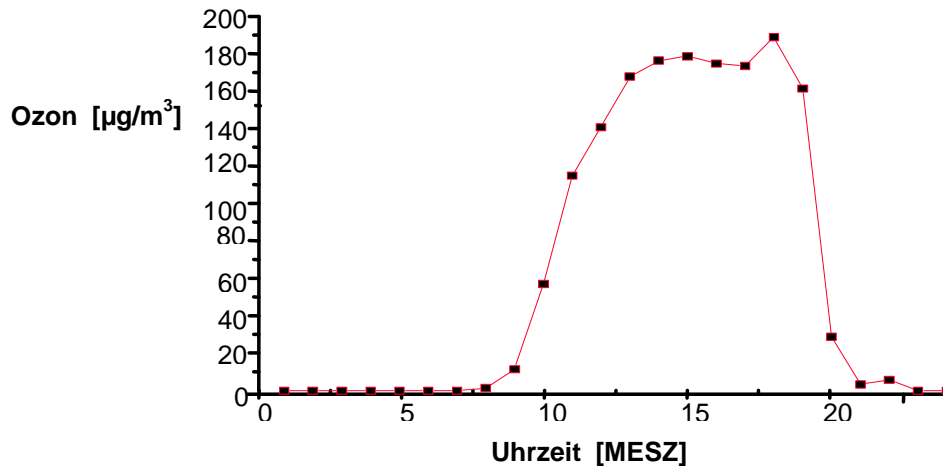


Abbildung 7: Ozontageskurve am 14.8.00 an der Messstation Heilbronn

Nachfolgend werden die für 15, 18 und 20 Uhr generierten Berichte zitiert. Um die tatsächlich generierten Passagen von den eingefügten Textbausteinen abzuheben, erscheinen die letzteren in grauer Schrift.

Messstation Heilbronn, 14.8.00, 15 Uhr

*An der Messstation Heilbronn liegt die Ozonkonzentration am Nachmittag um die 185 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sie ist im Laufe des Vormittags von 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ um 10 Uhr stark angestiegen. Der aktuelle Wert von 187 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ überschreitet den Informationsschwellenwert von 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Bei Ozonkonzentrationen ab 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ können bei etwa 10% der Bevölkerung, die besonders empfindlich auf Ozon reagieren, gesundheitliche Beeinträchtigungen auftreten. Bitte beachten Sie unsere **aktuellen Hinweise** und unsere **Ozonprognose** für den nächsten Tag.*

An den anderen Stationen der Region Mittlerer Neckarraum/ Welzheimer Wald schwankten zur gleichen Zeit die Werte zwischen 104 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an der Messstation Esslingen und 205 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an der Messstation Plochingen.

Messstation Heilbronn, 14.8.00, 18 Uhr

*An der Messstation Heilbronn hat die Ozonkonzentration um 18 Uhr mit 198 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ den höchsten Wert des Tages erreicht. Gegenüber 17 Uhr als der Wert 182 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ betrug, ist sie noch weiter leicht angestiegen. 198 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt oberhalb des Informationsschwellenwertes, der bei 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt. Bei Ozonkonzentrationen ab 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ können bei etwa 10% der Bevölkerung, die besonders empfindlich auf Ozon reagieren, gesundheitliche Beeinträchtigungen auftreten. Bitte beachten Sie unsere **aktuellen Hinweise** und unsere **Ozonprognose** für den nächsten Tag.*

Ansonsten bewegten sich zur gleichen Zeit die Werte in der Region Mittlerer Neckarraum/ Welzheimer Wald zwischen 94 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an der Messstation Esslingen und 217 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an der Messstation Plochingen.

Messstation Heilbronn, 14.8.00, 20 Uhr

Der Ozonwert lag an der Messstation Heilbronn um 20 Uhr bei $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der höchste Wert wurde heute mit $198 \mu\text{g}/\text{m}^3$ um 18 Uhr erreicht. Die Konzentration ist in der Zwischenzeit somit stark gefallen. Der aktuelle Wert liegt im Bereich der natürlich vorkommenden Konzentrationen. Gesundheitliche Beeinträchtigungen sind daher nicht zu erwarten.

Der niedrigste Wert in der Region Mittlerer Neckarraum/ Welzheimer Wald wurde zur gleichen Zeit an der Messstation Plochingen mit $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der höchste an der Messstation Welzheimer Wald mit $167 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen.

4.4.2.2 Ausgewählte Berichte zur Messstation Welzheimer Wald am 13.8.00

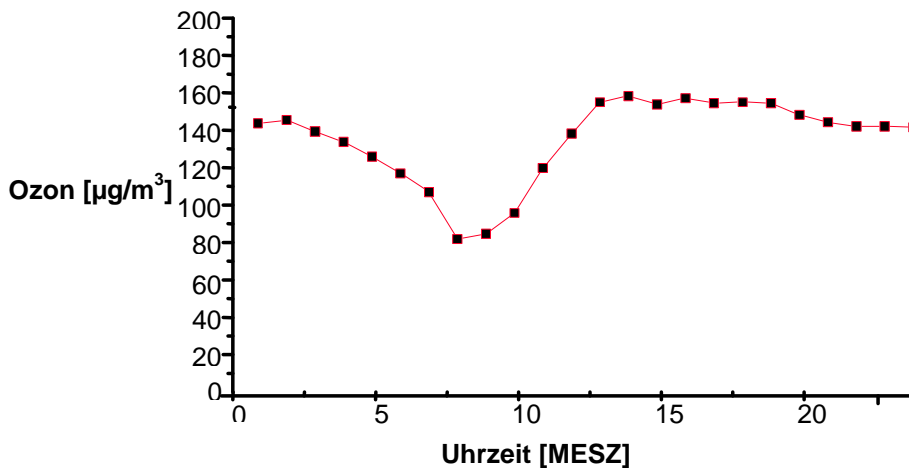


Abbildung 8: Ozontageskurve am 13.8.00 an der Messstation Welzheimer Wald

Nachfolgend werden die für 8, 13 und 15 Uhr generierten Berichte zitiert.

Messstation Welzheimer Wald, 13.8.00, 8 Uhr

An der Messstation Welzheimer Wald wurde um 8 Uhr ein Ozonwert von $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Um 5 Uhr lag er mit $126 \mu\text{g}/\text{m}^3$ noch wesentlich höher. Der aktuelle Wert entspricht den natürlich vorkommenden Konzentrationen. Gesundheitliche Beeinträchtigungen sind daher nicht zu erwarten.

Dieser Wert war die höchste zu dieser Zeit in der Region Mittlerer Neckarraum/ Welzheimer Wald gemessene Konzentration. Der niedrigste Wert lag an der Messstation Heilbronn bei $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Messstation Welzheimer Wald, 13.8.00, 13 Uhr

An der Messstation Welzheimer Wald hat die Ozonkonzentration um 13 Uhr $152 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht. Um 8 Uhr wurden noch $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Somit ist die Konzentration stark gestiegen. Der aktuelle Wert liegt deutlich oberhalb der natürlich vorkommenden Konzentrationen, jedoch noch unterhalb des Informationsschwellenwertes von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bei den gemessenen Ozonkonzentrationen sind i.a. keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten. Selbst unter starker körperlicher Belastung sind nur geringfügige Einschränkungen der Lungenfunktion bzw. der körperlichen Leistungsfähigkeit beim Menschen beobachtet worden. Besondere Verhaltensempfehlungen werden von den Gesundheits- und Umweltbehörden daher nicht als notwendig angesehen.

An den anderen Stationen der Region Mittlerer Neckarraum/ Welzheimer Wald schwankten zur gleichen Zeit die Werte zwischen 147 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an der Messstation Esslingen und 193 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an der Messstation Plochingen.

Messstation Welzheimer Wald, 13.8.00, 15 Uhr

An der Messstation Welzheimer Wald betrug die Ozonkonzentration am Nachmittag um die 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Um 8 Uhr morgens lag sie mit 86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ noch viel niedriger. Der aktuelle Wert liegt deutlich oberhalb der natürlich vorkommenden Konzentrationen, jedoch noch unterhalb des Informationsschwellenwertes von 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Bei den gemessenen Ozonkonzentrationen sind i.a. keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten. Selbst unter starker körperlicher Belastung sind nur geringfügige Einschränkungen der Lungenfunktion bzw. der körperlichen Leistungsfähigkeit beim Menschen beobachtet worden. Besondere Verhaltensempfehlungen werden von den Gesundheits- und Umweltbehörden daher nicht als notwendig angesehen. Der niedrigste Wert in der Region Mittlerer Neckarraum/ Welzheimer Wald wurde zur gleichen Zeit an der Messstation Esslingen mit 140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, der höchste an der Messstation Plochingen mit 177 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen.

4.4.3 Technische Daten

AutoText-UIS ist in Java 1.3 implementiert und läuft auf PCs (unter Linux) und Unix-Workstations. Bei der PC-Konfiguration werden mindestens 128 MB Hauptspeicher und eine Taktfrequenz von 300 MHz dringend empfohlen. Mit dieser Konfiguration werden für ca. 60 Stationen die Berichte in ca. 5 Minuten generiert. Bei weniger Speicher und insbesondere bei niedrigerer Taktfrequenz geht die Performanz drastisch zurück.⁵ Dies ist zum Teil auf Java und zum Teil auf die Komplexität der Generierungsalgorithmen zurückzuführen.

5. Fazit des Pilotprojekts und Ausblick

5.1 Fazit des Pilotprojekts

Als Fazit des einjährigen Pilotprojekts lässt sich konstatieren, dass die textuelle Kommunikation der Schadstoffinformation eine sinnvolle Ergänzung der bei der LfU traditionell verwendeten Darstellungsmodi Tabelle und Graphik ist. Sie erlaubt, den Bürger gezielt auf (ungewöhnliche) Ozonwerte und deren Entwicklung aufmerksam zu machen. Sie stellt Beziehungen zwischen den Daten explizit dar und sie kann gesetzliche Bestimmungen, Empfehlungen usw. kohärent und natürlich in die übrige Information einbinden.

Das Pilotprojekt hat gezeigt, dass die automatische Textgenerierung in der Lage ist, Schadstoffberichte in akzeptabler Qualität zu liefern, ohne dass der Generierungszyklus voll ausgeschöpft werden muss. Der Aufwand der Involvierung eines Textplanungs- und eines Satzplanungsmoduls, die z.B. bei der Berücksichtigung weiterer Schadstoffe notwendig wird, kann noch nicht abgeschätzt werden, würde aber mir Sicherheit deutlich über dem bisher erbrachten Aufwand liegen.⁶

⁵ Beim Test auf einem Webserver der LfU, der auch von anderen Java-Anwendungen genutzt wurde, kam es zu massiven Laufzeitproblemen.

⁶ Die Planung von Text- und Satzstrukturen schließt auch die Verwendung von syntaktischen Satzstruktur-schablonen weitgehend aus.

5.2 Mögliche Erweiterungen des Systems

Die aus der heutigen Sicht wünschenswerte Erweiterungen des Systems betreffen folgende Aspekte:

- Einbeziehung von Hintergrundinformation.
Die Hintergrundinformation betrifft vor allem die Lage der Messstationen und ggf. Hinweise auf bestimmte Wettersituationen. Ein Blick auf die typischen Kurvenverläufe von an Verkehrsstrassen gelegenen Stationen einerseits und auf Kurvenverläufe von auf dem Land gelegenen Messstationen andererseits verdeutlicht die Bedeutung der Hinweise auf die Lage einer Messstation bei z.B. einem drastischen Absinken der Ozonkonzentration nach 20 Uhr (siehe auch die obigen Kurven von Heilbronn und Welzheimer Wald). Ein Hinweis auf das Wettergeschehen, z.B. Niederschläge, bei einem drastischen Absinken der Ozonkonzentration ist ebenso eine wertvolle Information
- Stärkere Einbeziehung regionaler Zusammenhänge soweit möglich. Das Interesse des Bürgers gilt nicht nur der Ozonkonzentration punktuell an einer einzelnen Messstation, sondern eher der Ozonkonzentration in einem Großraum (z.B. Großraum Stuttgart, Großraum Mannheim usw.) oder in einem eingeschränkten Umkreis einer Messstation. Dieses Interesse sollte bei der Generierung der Berichte berücksichtigt werden. (Bereits die Kommunikation der Extremwerte der Region, in der sich die ausgewählte Messstation befindet, wurde von mehreren Evaluatoren explizit begrüßt.)
- Kommentierung von Ozonkurven. Erläuternde Hinweise und Erklärung der Zusammenhänge in von der LfU im Internet präsentierten Kurven würden den Informationsgehalt sicherlich deutlich erhöhen.
- Sitzungsorientierte Planung des Inhalts der Berichte. Ein Internetsurfer, der die Internetseite der LfU aufsucht, um sich über die Ozonlage zu informieren, wird mit großer Wahrscheinlichkeit die Berichte zu mehreren Messstationen anfordern. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, eine Historie der in einer Sitzung bereits kommunizierten Information aufzubauen - um darauf zu referieren, anstatt Information ggf. wiederholt zu präsentieren, und um vergleichende Betrachtungen in Bezug auf die bereits bekannten Ozonkonzentrationen anzustellen.
- Realisierung weiterer Berichtsstrukturen (Statistiken, Prognosen). Es ist sinnvoll, neben der aktuellen Information, Statistiken und Kurzzeitprognosen anzubieten.
- Zusammenfassung der aktuellen Ozonlage in Baden-Württemberg.
- Erweiterung der Berichte um Verweise auf weitere Schadstoffe. Die Einbeziehung weiterer Schadstoffe scheint auch bei der bleibenden zentralen Stellung des Ozons sinnvoll. So können Korrelationen zwischen Ozon und anderen Schadstoffen (wie z.B. Stickstoffdioxid) aufgezeigt werden und es kann kontrastiver Bezug zu anderen für den Bürger besonders „interessanten“ Schadstoffen (wie z.B. Kohlenmonoxid und Kohlendioxid) hergestellt werden.
- Test der Praxistauglichkeit online (dabei müssen die aktuell gültigen Ozon-Schwellenwerte berücksichtigt werden!).
- Bereitstellung von Werkzeugen zum Eingriff durch die Anwender.

Das Konzept zur Einbindung von Simulationsdienstleistungen in die Kernreaktor-Fernüberwachung Baden-Württemberg

*A. Grohmann; M. Weigele; F. Schmidt; K. De Marco;
Ch. Krass; D. Wagner; R. Kopetzky; D. Sucic
Institut für Kernenergetik und Energiesysteme der
Universität Stuttgart (IKE)
Pfaffenwaldring 31
70569 Stuttgart*

*R. Obrecht; I. Henning
Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (UVM)
Postfach 10 34 39
70029 Stuttgart*

*R. Micheler
Debis Systemhaus GmbH (dSH)
Magirusstraße 43
89077 Ulm*

1. SIMULATION DER LUFTGETRAGENEN AUSBREITUNG RADIOAKTIVER SPURENSTOFFE IN DER KERNREAKTOR-FERNÜBERWACHUNG BADEN-WÜRTTEMBERG	127
1.1 AUFGABE	127
1.2 ARCHITEKTUR DER TEILERNEUERTEN KFÜ	127
1.3 AUFGABEN DES DIENSTES AUSBREITUNGSRECHNUNG	128
1.4 AGENTEN ZUR UNTERSTÜTZUNG DER DURCHFÜHRUNG VON AUSBREITUNGSRECHNUNGEN.....	129
1.5 VON DER DIAGNOSE ZUR PROGNOSE - NUTZEN DES DIENSTEBASIERTEN ANSATZES FÜR DIE KFÜ .	130
2. DIENSTE- UND AGENTENBASIERTE SYSTEME	131
3. DER LOGISCHE KLIENT ALS MAKROARCHITEKTUR EINES DIENSTEBASIERTEN SYSTEMS.....	132
4. DIE UMSETZUNG DES DIENSTLEISTUNGSKONZEPTE DURCH DAS SERVICE AGENT LAYER FRAMEWORK.....	135
4.1 ANFORDERUNGEN AN DAS SAL FRAMEWORK	135
4.2 AUFBAU UND AUFGABE DES SAL-FRAMEWORKS	137
4.3 DAS DIENSTLEISTUNGSKONZEPT IM SAL-FRAMEWORK	138
4.4 ÜBERTRAGUNG VON NACHRICHTEN.....	139
4.5 VERWENDUNG DER SAL	142
5. ERFAHRUNGEN MIT DEM SAL-FRAMEWORK BEI DER IMPLEMENTIERUNG DER AUSBREITUNGSRECHNUNG FÜR DIE KFÜ	144
6. LITERATUR.....	145

1. Simulation der luftgetragenen Ausbreitung radioaktiver Spurenstoffe in der Kernreaktor-Fernüberwachung Baden-Württemberg

1.1 Aufgabe

Im Atomgesetz bzw. den darauf beruhenden Rechtsvorschriften und Richtlinien, sowie dem Strahlenschutzvorsorgegesetz sind Regelungen zum Schutz des Menschen und damit verbunden, zur Ermittlung der Strahlenexposition enthalten. Werden bei kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen radioaktive Stoffe abgegeben, so ist mit einer Strahlenexposition des Menschen zu rechnen. Nach §45 der Strahlenschutzverordnung muss dabei die potentielle Strahlenexposition im Genehmigungsverfahren bestimmt und danach überwacht werden.

Das „Gesetz zum vorsorgenden Schutz der Bevölkerung gegen Strahlenbelastung (Strahlenschutzvorsorgegesetz)“ gebietet in §1 die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt und die Minimierung der Strahlenexposition der Menschen und der radioaktiven Kontamination der Umwelt.

Die Bestimmung der Strahlenexposition hat dabei wie beim Strahlenschutz und in der Kerntechnik üblich, nach dem Stand von Wissenschaft und Technik zu erfolgen /1/.

Daraus ergeben sich mehrere Konsequenzen:

- Notwendigkeit von Informationssystemen, die "zur Berücksichtigung aller Umstände" die relevanten Analysen und Prognosen so vorhalten, daß sie bei einem radioaktiven Vorkommnis sofort zur Verfügung stehen.
- Festlegung von Berechnungsverfahren nach dem Stand der Wissenschaft, die aufgrund der Datenbasis die Bestimmung "angemessener Maßnahmen" ermöglichen.
- Umsetzung dieser Berechnungsverfahren in einem computergestützten System mit einem möglichst hohen Automatisierungsgrad, so daß auch unter dem enormen Druck und Streß, den ein kerntechnischer Notfall unweigerlich mit sich bringt, die Entscheidungsträger auf möglichst gute und richtig aufbereitete Daten zurückgreifen und sinnvolle Entscheidungen treffen können.

1.2 Architektur der teilerneuerten KFÜ

In Baden-Württemberg existiert seit Mitte der 80er Jahre ein System zur Kernreaktor-Fernüberwachung. Mit der Teilerneuerung (Schwerpunkt Softwaretechnik) hat das Umwelt- und Verkehrsministerium des Landes Baden-Württemberg die Firma debis Systemhaus und das Institut für Kernenergetik und Energiesysteme (IKE) der Universität Stuttgart bzw. das Forschungsinstitut Kerntechnik und Energiewandlung (KE e.V.) beauftragt. Debis erstellt dabei ein umfassendes Datenerfassungs- und Verwaltungssystem und die Benutzerschnittstelle. Der KE implementiert ein Simulationssystem, das die vorliegenden Daten weiterverarbeitet und geeignet aufbereitet, während das IKE die dazu notwendigen Forschungsaufgaben zur Konkretisierung des Dienstkonzeptes /3/, /20/ übernommen hat.

Die Architektur der teilerneuten KFÜ ist in Abb. 1 gezeigt. Sie berücksichtigt weitgehend die in 1998 gültigen Richtlinien der UIS-Rahmenkonzeption /20/. Insbesondere werden wichtige Aufgaben auf eigene Server verlagert, so daß sie vom System in Form von Dienstleistungen in Anspruch genommen werden können. IKE und KE haben gemeinsam die Verantwortung für den Dienst Ausbreitungsrechnung (ABR) übernommen. Er wird auf dem Ausbreitungsserver implementiert.

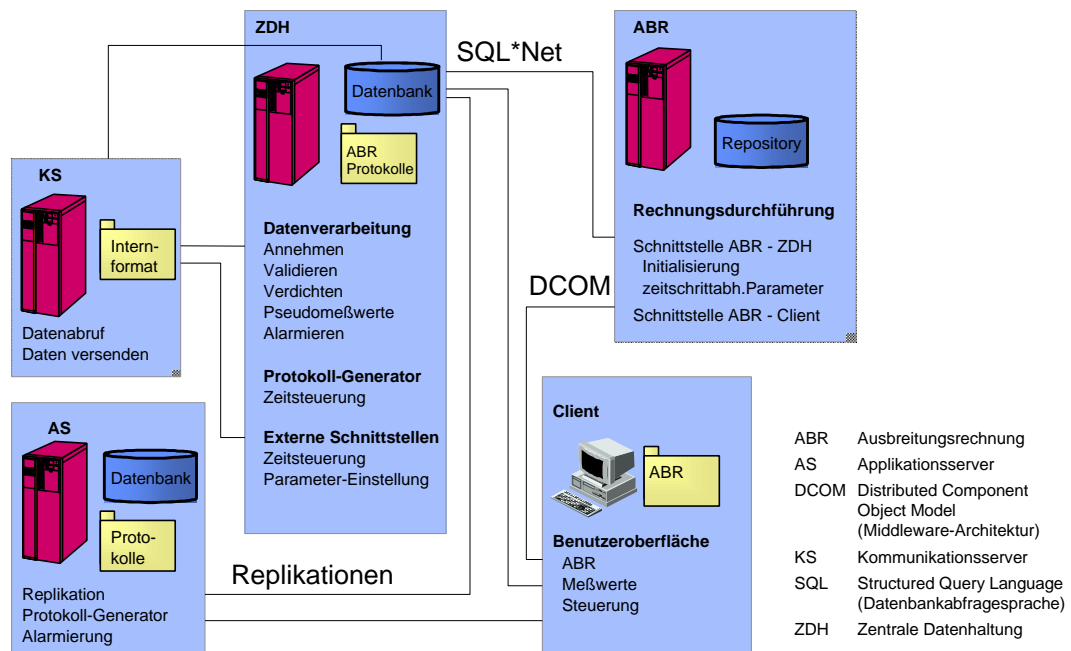


Abb. 1: Die Architektur der teilerneuten KFÜ-BW

1.3 Aufgaben des Dienstes Ausbreitungsrechnung

Die Aufgaben des Systems zur Simulation der luftgetragenen Ausbreitung radioaktiver Emissionen bestehen darin, auf der Basis genauer Topographiedaten (die für den jeweiligen Kraftwerksstandort, die gewünschte Modellgebietsgröße und die gewünschte räumliche Auflösung aufbereitet werden müssen) und Winddaten den Transport von radioaktiven Nukliden zu simulieren. Zu diesem Zweck wird ein Windfeld berechnet, das sich aus gemessenen oder prognostizierten Windwerten und der Topographie ergibt. Der Transport von Nukliden in diesem Windfeld wird berechnet. Aufgrund von Fallout-Koeffizienten und der Kombination von Washout-Koeffizienten und gemessenen oder prognostizierten Niederschlagsdaten wird abgeschätzt, wie lange die Nuklide in der Luft bleiben bzw. wo sie sich am Boden ablagern.

Der nächste Schritt in der Simulation ist die Ermittlung der Strahlenbelastung. Diese wirkt auf drei verschiedene Arten:

- Direkte Strahlung von Nukliden aus der Luft,
- Direkte Strahlung von Nukliden vom Boden
- Einatmung von radioaktiven Nukliden (Inhalation)
- Aufnahme radioaktiv verseuchter Nahrung (Ingestion).

Die Belastungen, die sich durch diese sogenannten Expositionspfade ergeben, wirken in verschiedenen Zeiträumen: Direkte Strahlung aus der Luft ist nur relevant, solange die Nuklide noch nicht fortgeblasen sind. Die Wirkung direkter Strahlung vom Boden endet, wenn die Nuklide in nicht aktive Nuklide zerfallen oder entfernt werden. Die Belastungen durch Inhalation und Ingestion hängen wesentlich davon ab, wie lange die Nuklide im Körper bleiben bzw. aktiv bleiben (biologische Halbwertszeit).

Es gibt für die verschiedenen Expositionspfade und Nuklide Parameter, die eine Umrechnung in „effektive Dosen“ erlauben. Diese werden für die einzelnen Organe und für verschiedene Zeiträume ermittelt, nämlich für den Berechnungszeitraum, für eine Woche, ein Jahr und für 50 bzw. 70 Jahre (bei der Verwendung von für Kleinkinder gültigen Parametern.)

Die Aufbereitung der Ergebnisse erfolgt in farbigen Belastungskarten, aus denen die Entscheidungsträger relativ schnell ablesen können, an welchen Orten welche Maßnahmen zu ergreifen sind.

Die Simulation kann für verschiedene Zwecke eingesetzt werden. Im Alarmfall können auf der Basis aktueller Wetter- und Emissionsvorhersagen Prognosen erstellt werden, die als Entscheidungsgrundlage dienen (Prognose-Rechnungen). Es kann im Nachhinein analysiert werden, ob Störfälle Auswirkungen auf die Bevölkerung gehabt haben (Diagnose-Rechnungen). Schließlich kann man für fiktive Szenarien Simulationen durchführen und Übungen abhalten, Schwachstellen der Strahlenschutzmaßnahmen ermitteln und das Verständnis der Ausbreitung luftgetragener, radioaktiver Schadstoffe und ihrer Wirkung vertiefen.

1.4 Agenten zur Unterstützung der Durchführung von Ausbreitungsrechnungen

Bei der Umsetzung dieses Simulationssystems wird auf bereits vorhandene FORTRAN-Module zurückgegriffen. Bisher erforderte die Simulation viel Wissen um die einzelnen Module und damit die Bedienung des Systems durch einen Systemexperten, der den Fachanwender unterstützen mußte. Aufgabe des zu entwickelnden Simulationssystems ist es, genau dieses Systemwissen vor dem Fachanwender zu verbergen. Das System soll für Strahlenschutzexperten verwendbar sein, die keine – oder zumindest nur sehr geringe – Kenntnis über den softwaretechnischen Aufbau des Systems haben müssen.

Damit liegt das Problem weniger in den physikalischen Berechnungen als in der Organisation der Daten und der Abläufe in verschiedenen Varianten. Im Rahmen der GLOBUS-Projekte wurde dafür das Konzept der dienstbasierten Systeme entwickelt. Wir haben in früheren Berichten die Aspekte

- Dienste allgemein /3/,
- Dienst-Ausbreitungsrechnung /4/,

- Der Personal Data Node als Basis der Architektur des Logischen Klienten /5/,
- Die Entwicklung der Architektur des Dienstes Ausbreitungsrechnung auf Basis der Architektur des Logischen Klienten /6/,
- Die Entwicklung der Ontologie für den Dienst Ausbreitungsrechnung /7/

ausführlicher dargestellt. In diesem Bericht wird die Umsetzung des Dienstleistungskonzeptes durch das Service Agent Layer (SAL) Framework beschrieben und erste Anwendungserfahrungen dargestellt.

1.5 Von der Diagnose zur Prognose - Nutzen des dienstebasierten Ansatzes für die KFÜ

Das Dienstleistungskonzept ermöglicht eine neue Qualität für die Integration von Simulationen in Informationssysteme. Dabei werden die Funktionalitäten der Simulationsprogramme nicht nur syntaktisch und protokollar einheitlich aufgerufen, sondern um Methoden erweitert, die bisher primär menschlichen Experten vorbehalten waren. Diese Methoden leisten

1. Das Management der Simulationsrechnungen (z.B. anhalten, wiederaufnehmen, abrechnen etc.).
2. Konsistenzprüfungen von Daten und Ergebnissen (z.B. syntaktische und semantische Prüfungen von Eingaben, Zuordnung von Ein- und Ausgabedaten, Bestimmung von Ersatzwerten für fehlende Daten, Wiederaufnahme von Rechnungen, die aufgrund äußerer Einflüsse unterbrochen wurden etc.).

Das Dienstkonzept und seine Implementierung ermöglicht es daher zum ersten mal, Ausbreitungsrechnungen in der KFÜ nicht nur als Sonderleistung, die von externen Experten erbracht werden muß, sondern als Standardoption zur Verfügung zu haben. Damit wird die KFÜ-BW von einem Analysesystem zu einem System, mit dem auch im Ereignisfalls kurzfristig Prognosen zukünftiger Belastungen möglich werden. Dies ist im Sinne des Strahlenschutzvorsorgengesetzes ein großer Schritt nach vorne.

Geht man den für die KFÜ eingeschlagenen Weg konsequent weiter, so führt das zu einer qualitativen Veränderung der existierenden Überwachungs- und Sachdatenanalysesysteme. Die Forschungsarbeiten haben gezeigt, daß dies notwendig und möglich ist. Die Implementierungsarbeiten haben ergeben, daß die Abbildung des Handelns von Experten in Dienstleistungen, die durch Agenten erbracht werden, aufwendig ist und noch eine Vielzahl von Kompromissen erfordert. Trotzdem tragen die Agenten dazu bei, daß bei der Inanspruchnahme von Simulationsdiensten immer mehr Arbeiten zu Routinearbeiten werden. Die zugehörigen Workflows können daher automatisch abgearbeitet werden. Das erhöht die Qualität der Simulationsergebnisse, entlastet die menschlichen Experten und trägt dazu bei, deren Erfahrungen sachgerechter einsetzen zu können.

2. Dienste- und agentenbasierte Systeme

Dienste und Agenten sind keine einander ausschließenden Konzepte, aber sie betonen unterschiedliche Aspekte von Systemen mit Komponenten und dem charakteristischen Zusammenspiel zwischen den Komponenten.

Das Konzept der Dienste ist aus dem Alltag motiviert. Ein Dienst ist eine Einheit, die eine (oder mehrere) Dienstleistungen erbringen kann. Wenn man diese Idee auf Computer überträgt, dann ergeben sich einige Besonderheiten. Wir definieren

Dienste als abgeschlossene Einheiten, deren interne Struktur für das Restsystem ohne Bedeutung ist. Sie bieten im System komplexe Funktionalitäten in Form von Dienstleistungen an und stellen diese über eine syntaktisch und semantisch vollständig definierte Schnittstelle bereit. Dabei ist jeder Dienst selbst für die korrekte Ausführung der von ihm angebotenen Dienstleistung verantwortlich. Dienstleistungen werden von Dienstanbietern erbracht und von Dienstnutzern verwendet. Dabei ist jeder Dienst in der Lage, mit anderen Diensten zur Erbringung einer komplexen Dienstleistung zu kooperieren.

Im Vergleich zu Diensten ist es schwieriger, Software-Agenten begrifflich einzukreisen. In den letzten Jahren sind Software-Agenten und agentenbasierte oder Multi-Agenten-Systeme viel benutzte Schlagwörter geworden, und es gibt eine Vielzahl an Forschungsrichtungen, die sich mit Agenten beschäftigen. Umfassende Definitionsversuche sind so allgemein geworden, daß sie letztlich unbrauchbar sind, und für einzelne Bereiche spezialisierte Definitionen werden nur in Teilbereichen akzeptiert. Wir bevorzugen eine Definitionstradition, die im Bereich der sog. „Intelligenten Agenten“ verbreitet ist /8/, /9/, /10/, /11/, wonach ein Agent in einer Umgebung angesiedelt ist und mit dieser auf flexible und autonome Weise interagiert. Er verfügt dabei über folgende charakteristische Merkmale:

- Proaktivität: Ein Agent hat Ziele, die er selbständig verfolgt. Dazu kann Opportunismus gehören: Der Agent beobachtet die Umgebung, und wenn die Umstände geeignet und erfolgversprechend sind, dann wird er aktiv.
- Reaktivität: Ein Agent kann auf seine Umwelt reagieren. Ob er diese über Sensoren wahrnimmt, wie zum Beispiel ein mobiler Roboter, oder über eine wohldefinierte Software-Schnittstelle zu anderen Agenten im System, ist dabei nebensächlich.
- Soziales Verhalten: Ein Agent weiß um andere Agenten und kann mit ihnen zusammenarbeiten. In einem offenen System sollte die Anwesenheit eines neuen Agenten dazu führen, daß dieser in die Zusammenarbeit integriert wird.

Ein wichtiges und in fast allen Agentensystemen anzutreffendes Charakteristikum für Agentensysteme ist die Analogie zu menschlichem Handeln. Bei der Konzeption von Agentensystemen tendiert man im Allgemeinen dazu, sich die Agenten als agierende Menschen vorzustellen und daraus erforderliche Eigenschaften der Agenten, Zusammenarbeits-, Verhandlungs- und Konfliktlösungsstrategien abzuleiten. Die Vorteile dieser Analogie liegen in einer Erleichterung der Konzeption: Bei Entscheidungen orientiert man sich am menschlichen

Handeln. Dies führt in weiterer Konsequenz zu einer eher funktionalen Herangehensweise an das Gesamtsystem und -problem, und die Schnittstellen sind natürlicher und kommen den Bedürfnissen der Endanwender weiter entgegen. Bei der unbedachten Verwendung der Analogie zum menschlichen Handeln werden Probleme jedoch leicht unterschätzt. Dies ist auch bei der Weiterentwicklung und Umsetzung des Dienstekonzeptes geschehen.

So ist es beispielsweise im Alltag relativ einfach, mit anderen Menschen in Geschäftsbeziehungen zu treten und zu entscheiden, wann man Unterstützung von anderen braucht. Derartige Entscheidungsfähigkeiten auf Software-Agenten zu übertragen sind jedoch alles andere als trivial. Als Konsequenz lösen praktische Agentensysteme in der Praxis entweder einfache, „akademische“ Aufgaben, oder sie beschränken sich auf relativ eingeschränkte Aktions- und Interaktionsmuster. Im Falle des Dienstes Ausbreitungsrechnung und der diesen Dienst erbringenden Agenten konnten solche Vereinfachungen nicht gemacht werden. Dies hat zu erheblichen Mehraufwendungen im Forschungsbereich des Projektes geführt.

3. Der logische Klient als Makroarchitektur eines dienstebasierten Systems

Für das KFÜ wurde die Architektur des Logischen Klienten gewählt. Dieses, von R. Kopetzky /21/ entwickelte Konzept wurde schon früher ausführlich beschrieben /5/, /6/. Hier soll lediglich an einige Grundideen, die für das weitere Verständnis des SAL Frameworks von Bedeutung sind, erinnert werden.

Der Logische Klient ist als offenes und verteiltes System konzipiert. Das bedeutet zum einen, daß er rekursiv aufgebaut ist, also die Basisarchitektur für das Gesamtsystem wie auch einzelner Dienste, die durch das Zusammenspiel einzelner Agenten erbracht werden, verwendet werden kann und zum anderen, daß es auch zur Laufzeit möglich sein soll, weitere Agenten hinzuzufügen und zu integrieren. Außerdem ist vorgesehen, mehrere Logische-Klienten-Cluster miteinander zu kombinieren und Ressourcen und Dienste wechselseitig nutzbar zu machen. Abb. 1 zeigt eine Übersicht von Agenten, die im Logischen Klienten vorkommen. In der Mitte sieht man den Object Request Broker als zentrale Komponente von CORBA. Die Grobeinteilung in Systemagenten, Anwendungsagenten und Common Facilities erfolgt in Anlehnung an die CORBA-Gesamtarchitektur, wo die entsprechenden Gruppen *object services*, *application objects* und *common facilities* genannt werden. Systemagenten stehen allen anderen Agenten zur Verfügung, sie übernehmen zentrale Aufgaben im System. Im Gegensatz dazu übernehmen die Anwendungsagenten anwendungsspezifische Aufgaben. Zu den Common Facilities gehört ein Benutzer-Interface sowie ein Agent, der einen (menschlichen) Systemadministrator unterstützt.

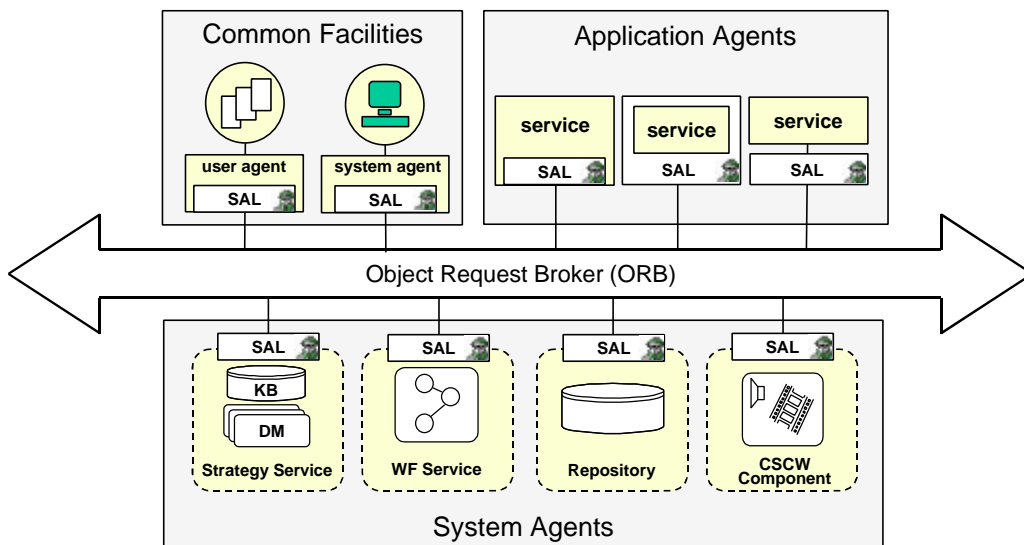


Abb. 2: Der logische Klient und die darin verwendeten Klassen von Agenten

Der Logische Klient ist zunächst eine sogenannte Peer-to-Peer-Architektur /12/: Auf der Implementierungsebene sind alle Agenten gleichwertig, und jeder kann jeden anderen damit beauftragen, Dienstleistungen zu erbringen. Dies ist eine sehr flexible "soziale" Struktur. Andererseits setzt die Vergabe einer Dienstleistung voraus, daß ihr Einsatz sinnvoll ist, ihre Schnittstellenbeschreibung berücksichtigt wird, die entsprechenden Eingabeobjekte bereitgestellt werden und die Ergebnisobjekte auch genutzt werden können.

Damit in einem solchen Agentensystem die angebotenen Dienstleistungen voll genutzt werden können, müßte jeder Agent mit den Dienstleistungen der anderen Agenten vertraut sein. Wenn das System wächst, würde der Wartungsaufwand quadratisch mitwachsen.

Um einem Kollaps zu entgehen, ist ein Grundprinzip des Logischen Klienten die Unterscheidung zwischen Systemdiensten und normalen Diensten: Normale Dienste kennen bloß die Dienstleistungen der Systemdienste, und Systemdienste sind nicht abhängig von den Dienstleistungen der normalen Dienste. Das logische Bindeglied zwischen diesen beiden Welten ist der Strategie-Service, der die Dienstleistungsbeschreibungen der normalen Dienste verarbeiten kann und Dienstleistungen vermittelt. Das praktische Bindeglied zwischen diesen Welten ist der Workflow-Service, der im Laufe eines Workflows verschiedene Dienstleistungen anspricht und koordiniert.

Bisher steht jedoch kein generischer Strategie-Service zur Verfügung, der diese Aufgabe allgemein erfüllen kann. Im KFÜ sind die möglichen Workflows bekannt und wurden daher händisch erstellt. Normale Dienste dürfen und müssen die Dienstleistungen der anderen normalen Dienste nicht kennen. Dafür tritt an die Stelle des Wissens von anderen Dienstleistungen im System nun das Wissen um Workflows. Wenn ein normaler Dienst zur Erbringung seiner Dienstleistung Hilfe braucht, gibt er einen Workflow in Auftrag. Er muß wissen, ob es im KFÜ einen passenden Workflow gibt und welche Schnittstellenbeschreibung dieser hat.

Auf diese Weise ist die Gefahr durch den quadratischen Wartungs- und Erweiterungsaufwand reduziert. Wenn sich eine Dienstleistung ändert, müssen im KFÜ alle Workflows angepaßt werden, die diese Dienstleistung verwenden. Die Auftraggeber eines solchen Workflows bleiben jedoch in der Regel unberührt. Hier bewährt sich die Abstraktionsstufe von Workflows als Aggregation von Dienstleistungen. Allerdings ist damit das Problem zwar graduell, aber nicht prinzipiell gelöst. Neue Dienstleistungen können zu neuen Workflows führen, und diese können nur dann konsumiert werden, wenn die Agenten angepaßt werden, die Nutzen aus einem solchen neuen Workflow ziehen. Im KFÜ ist die Zahl der Dienstleistungen 144, die Zahl der Workflows jedoch bloß 47.

Die genannte Gefahr durch den quadratischen Wartungs- und Erweiterungsaufwand führt direkt zur Frage, wie das Systemwissen im Logischen Klienten verteilt ist. Mit Systemwissen ist hier das Wissen um andere Agenten, Dienstleistungen und Workflows, die im System vorhanden sind, gemeint. Die Verteilung des Systemwissens ist ein sehr wichtiger und gleichzeitig auch sehr charakteristischer Aspekt eines Multi-Agenten-Systems, weil sie zahlreiche Konsequenzen hat, Einschränkungen auferlegt, aber auch Stütze für viele Aktivitäten und Entscheidungen ist.

Im Logischen Klienten werden bei der Verteilung des Systemwissens folgende Prinzipien verfolgt:

- Der Strategie-Service hat als einziger das Wissen um die Dienstleistungen, Agenten und Workflows im System. Ausgenommen hiervon sind lediglich die Systemdienste, die allgemein bekannt sind.
- Der Workflow-Service darf in seiner Implementierung kein Systemwissen enthalten, wobei auch hier die Einschränkung gilt, daß er andere Systemdienste, wie beispielsweise den Repository-Service, kennen darf.
- Systemwissen liegt dem Workflow-Service nur in Form der Workflowbeschreibungen vor.

Diese Prinzipien haben einige Konsequenzen. Planung (durch den Strategie-Service) und Ausführung (durch den Workflow-Service) werden strikt voneinander getrennt.

Ein Agent, der beim Strategie-Service nach einem Workflow fragt, muß wissen, was im System möglich ist. Wenn der Agent von externen Dienstleistungen und Workflows abhängig ist, benötigt er Systemwissen. In der Praxis hat das im KFÜ dazu geführt, daß insbesondere beim Client Manager Client Manager spezifisches Wissen und Systemwissen sehr stark verflochten sind. Das führte zu erheblichen Aufwendungen bei der Implementierung dieses Dienstes.

Eine weitere Konsequenz ist, daß der Workflow-Service zur Laufzeit Kontexte herstellt: Alle im Rahmen der Abarbeitung eines Workflows entstehenden Informationen gehören zusammen. Damit wird der Workflow-Service zu einem zur Laufzeit sehr wichtigen Bindeglied, das die isolierten Dienstleistungen verknüpft. Wenn es kontextübergreifende Aufgaben gibt oder Aufgaben, die nicht im Rahmen eines Workflows sinnvoll erledigt werden können, dann muß der Auftraggeber des Workflows bzw. der Workflow diesen Kontext herstellen. In der Praxis ist auch hier der Client Manager betroffen, der den Kontext von Simulationsberechnungen herstellt, in deren Rahmen eine Vielzahl von Workflows ablaufen können.

4. Die Umsetzung des Dienstleistungskonzeptes durch das Service Agent Layer Framework

4.1 Anforderungen an das SAL Framework

Die SAL übernimmt im Logischen Klienten die Aufgabe, die Dienste miteinander zu verbinden. Dazu wird eine einheitliche Lösung vorgegeben, wie Dienstleistungen integriert, verwendet und zur Laufzeit verwaltet werden.

Die Umsetzung dieses Dienstleistungskonzeptes erfolgte als Softwarebibliothek unter dem Namen Service Agent Layer (SAL), da sie Dienste (Services) mit der Fähigkeit zur Kommunikation und Kooperation versieht und sie dadurch zu Agenten macht.

Aus den Rahmenbedingungen der KFÜ resultierten einige Anforderungen an die SAL, die über die Anforderungen an ein rein akademisches System hinausgehen:

- **Verlässlichkeit:** Jeder Dienst im System hängt von der SAL ab. Deshalb muß sich die SAL durch eine sehr große Verlässlichkeit auszeichnen.
- **Stabilität der Schnittstellen:** Da das Volumen des von der SAL abhängigen Codes ständig wuchs, mußte bei allen Schnittstellenänderungen der SAL sorgfältig abgewogen werden, ob sie tatsächlich das bringen, was von ihnen erwartet wird und was sie die Entwickler der Dienste kosten würde. Gleichzeitig mußte der Entwurf der SAL so früh und vorausschauend wie möglich erfolgen.
- **Performanz und Ressourcenverbrauch:** Da die SAL in jedem der 25 Dienste des KFÜ vorkommt, die alle auf einem Rechner laufen sollen, muß der Ressourcenverbrauch der SAL im Rahmen bleiben. Gleichzeitig stellt das KFÜ relativ harte Anforderungen an die Rechenzeit, weshalb auch die Performanz der SAL zu einer wichtigen Größe wurde.
- **Praktische Anforderungen:** Die SAL soll den Dienstentwicklern möglichst weit entgegen kommen, um den Gesamtaufwand des Systems zu reduzieren. Dies hat an einigen Stellen erheblichen Einfluß auf die SAL gehabt.

Diese Rahmenbedingungen haben einige Konsequenzen nach sich gezogen. So ist es bei intelligenten Software-Agenten zweckmäßig, auf eine regelbasierte Programmiersprache zurückzugreifen. Diese Sprachen werden zur Laufzeit interpretiert, was eine enorme Flexibilität und Leistungsfähigkeit ermöglicht und dazu führt, daß solche Sprachen gerne für Aufgaben der Künstlichen Intelligenz verwendet werden. Die Interpretation von Nachrichten beispielsweise ist durch regelbasierte Sprachen erheblich einfacher. Der Nachteil besteht darin, daß im Vergleich zu in Maschinencode übersetzten Sprachen die Programme wesentlich langsamer sind. Innerhalb der gegebenen Rahmenbedingungen war dieser Nachteil jedoch zu schwerwiegend.

Die Wahl der Programmiersprache für die SAL fiel letztlich auf C++, welche effizient und mächtig ist. Die Objektorientierung stellt sehr brauchbare Strukturierungskonzepte zur Verfügung. Es gibt viele Software-Bibliotheken in C++, auf die man aufbauen kann. Java hätte ähnliche Vorteile, wurde aber im Jahre 1998 während der Entwurfsphase aufgrund von Performanzüberlegungen ausgeschieden.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, wurden beim Entwurf und der Realisierung der SAL folgende Prinzipien angewandt:

Objektorientierung. C++ ist eine Programmiersprache, die die leistungsfähigen Möglichkeiten der Objektorientierung anbietet, aber nicht einfordert. Die SAL nutzte diese Möglichkeiten aus. Außerdem wurden bei Bedarf fortgeschrittene objektorientierte Programmier Techniken, wie zum Beispiel Entwurfsmuster, angewendet /13/, /14/.

Frameworkansatz. Die SAL stellt eine Reihe von Klassen zur Verfügung, die in ihrer Zusammenarbeit aufeinander abgestimmt sind. Ein Teil dieser Klassen ist konkret und kann direkt verwendet werden. Ein anderer Teil ist abstrakt und muß für den jeweiligen Dienst in einer spezialisierten Form programmiert werden. Zu diesen Klassen gehört beispielsweise die Job-Klasse. Für jede Dienstleistung eines Agenten muß eine solche Klasse programmiert werden, die dafür zuständig ist, die spezifische Dienstleistung auch tatsächlich zu erbringen. Dazu muß sie eine allgemeine, von der SAL vorgegebene und benutzte Schnittstelle implementieren. Somit ist es mit den Klassen der SAL alleine nicht möglich, einen funktionsfähigen Dienst aufzubauen. Der Aufbau eines solchen Dienstes ist aber durch Spezialisierung von manchen SAL-Klassen sehr leicht möglich. In diesem Sinne ist die SAL als Framework zu verstehen.

Plattformunabhängigkeit. Da die SAL in heterogenen Systemen eingesetzt werden können soll, muß sie selbst auf verschiedenen Plattformen verfügbar sein. Um aufwendiges Vorhalten verschiedener Versionen für verschiedene Plattformen zu vermeiden, wurde bei der Implementierung auf die Plattformunabhängigkeit des Codes großer Wert gelegt. In der Praxis bedeutet dies die Verwendung von plattformunabhängigen Softwarebibliotheken und eine zurückhaltende Verwendung von C++ - Sprachmitteln, die nicht für alle Compiler zur Verfügung stehen.

Unabhängigkeit von der verwendeten Middleware. Unter Middleware versteht man Mechanismen, die die Übertragung von Daten- und Kontrollflüssen in verteilten Umgebungen gewährleisten. Wichtig ist, daß die SAL diese zwar im Sinne der Wiederverwendung benutzt, aber davon so weit wie möglich entkoppelt und unabhängig bleibt. So ist es möglich, die SAL ohne größeren Aufwand an eine andere Middleware anzupassen, sollte dies zum Beispiel auf Grund von Plattformüberlegungen sinnvoll sein.

Asynchronität: Wer auch immer eine Dienstleistung eines anderen Agenten in Anspruch nimmt, ist für die Dauer der Dienstleistung weiterhin erreichbar und kann auch selbst andere Tätigkeiten ausführen. Gleichzeitig ist es aber auch möglich, Aktivitäten blockierend aufzurufen. Wenn ein Dienst ohne die Ergebnisse einer externen Dienstleistung ohnehin nicht weitermachen kann, dann sollte er diese blockierend aufrufen können, ohne sich selbst um die Synchronisation kümmern zu müssen. Die Asynchronität der Nachrichten ist technisch leicht zu realisieren; schwieriger ist es, die notwendigen Synchronisationen an der richtigen Stelle durchzuführen. Programmier Technisch bedeutete dies, daß die SAL zu wesentlichen Anteilen Nebenläufigkeiten verwenden und unterstützen muß, also threadsicher und multithreaded sein muß.

Erweiterbarkeit und Anpassbarkeit. Es ist zu erwarten, daß die SAL nicht immer in exakt den Zusammenhängen und Agentensystemen verwendet wird, die bei ihrer Entwicklung trotz

aller Bemühungen um Allgemeingültigkeit angenommen wurden. Deshalb soll die SAL es einem Entwickler leicht machen, wenn er sie erweitern oder anpassen muß.

Unabhängigkeit vom Anwendungssystem. Die SAL darf weder von der Art der übertragenen Datenobjekte abhängig sein noch von Code, der für das Anwendungssystem spezifisch ist. Programmtechnisch gesehen bedeutet dies, daß ein Dienst bei dienst- oder domänen-spezifischen Änderungen zwar neu übersetzt und gebunden werden muß, nicht jedoch die SAL als eigenständige Softwarebibliothek. Durch dieses Prinzip soll sichergestellt werden, daß die SAL auch in anderen Systemen ohne weitere Anpassungen eingesetzt werden kann.

Persistenz. Die SAL stellt Anknüpfungspunkte und Mittel bereit, um nach einem Ausfall des Systems oder einzelner Komponenten in Zusammenarbeit mit dem anwendungsspezifischen Code den Verlust von Rechenzeit und Daten minimieren und einen gültigen Systemzustand wiederherstellen zu können.

Systemadministration. Die SAL unterstützt die Systemadministration durch geeignete Maßnahmen und allgemeine Dienstleistungen.

4.2 Aufbau und Aufgabe des SAL-Frameworks

Die Namensgebung der SAL und ihre grundlegenden Aufgaben lassen sich am besten anhand Abb. 2 veranschaulichen.

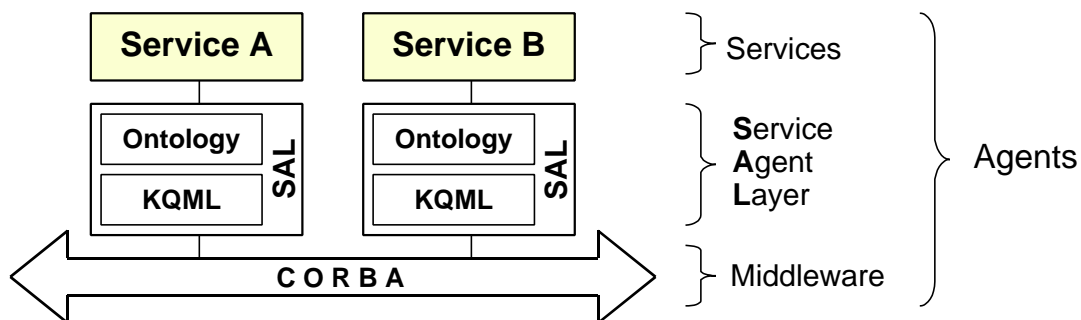


Abb. 3: Ebenen der Kommunikation im SAL Framework

Zwei Dienste – Service A und Service B – müssen in das System integriert werden. Im KFÜ sind Dienste unter anderem eine Vielzahl an FORTRAN-Modulen zur numerischen Lösung von Teilaufgaben. Sie verfügen über die in der Dienst-Definition geforderten Schnittstelle, über die man die Dienstleistung in Anspruch nehmen kann. Diese Schnittstellen waren in der Praxis jedoch weniger klar und frei von Implementierungsentscheidungen als es wünschenswert wäre. Ferner konnten diese Dienste nicht miteinander kooperieren, was für Agenten eine notwendige Eigenschaft ist. Die Erweiterung solcher Dienste zu vollwertigen Agenten erfolgt mit Hilfe der SAL.

Für die Zusammenarbeit zwischen Agenten ist Kommunikation notwendig. Diese kann auf verschiedene Arten erfolgen. Einfache Kommunikationsmittel – zum Beispiel die Verwendung gemeinsam zugreifbarer Dateien oder Speicherbereiche – erlauben eine sehr flexible, aber auch unstrukturierte und leicht ins Unübersichtliche tendierende Art der Kommunikation.

Im Interesse der Klarheit der Schnittstellen ist die Kommunikation über eigens dafür vorgesehene Kommunikationskanäle, -schnittstellen und -strukturen auf jeden Fall vorzuziehen. Die Umsetzung einer solchen strukturierten Kommunikation erfolgt mit CORBA.

Damit steht für die physikalische Ebene der Kommunikation, also für die Übertragung von Daten, ein wohlstrukturierter, expliziter und leistungsfähiger Mechanismus zur Verfügung. Diese Ebene der Kommunikation ist in Abb. 2 ganz unten dargestellt. In Analogie zum Briefverkehr greift man damit auf ein System zurück, das Briefe entgegennimmt und an anderer Stelle abliefern. Details bezüglich dieser Aufgaben werden in /15/ genauer beschrieben.

Die nächste Ebene beschäftigt sich mit den Fragen, wie solchen Briefe aufgebaut sind und wie mit ihnen zu verfahren ist. Jeder Brief hat einen Empfänger und meist einen Absender. Wenn der Empfänger nicht erreichbar ist, wird der Brief zurückgeschickt. Damit der Empfänger sich bei seiner Antwort auf den Brief beziehen kann, gibt es Konventionen bezüglich des Betreffs und des Datums des Briefs. Es gibt bestimmte Briefarten für bestimmte Absichten. So genügt es beispielsweise, eine Bestellung als solche zu kennzeichnen, um beim Empfänger eine Kette von Aktionen auszulösen. Fragen dieser Art sind meist vom eigentlichen Inhalt des Briefs unabhängig. Sie zielen auf das zugrundeliegende Protokoll. Die SAL greift auf dieser Ebene auf die Knowledge Query and Manipulation Language (KQML) zurück /16/.

Die dritte Ebene ist die semantische und wird manchmal übersehen. Die beste Middleware und ein ausgefeiltes Protokoll sind wertlos, wenn bezüglich des Inhalts zwischen Empfänger und Sender kein gemeinsames Verständnis herrscht. Dieses Verständnis wird im Alltag implizit vorausgesetzt und ist auch meist vorhanden. Im Software-Bereich muß ein solches gemeinsames Verständnis auf formaler Ebene erst erreicht werden. Dazu kann es in einfachen Systemen genügen, wenn sich die Entwickler der beteiligten Programme darauf einigen, was sie unter welchen Kommunikationsinhalten verstehen. Wesentlich mächtiger, zuverlässiger, klarer und erweiterbarer ist die Verwendung einer gemeinsamen Ontologie (mit Ontologie bezeichnet man die Metainformation, die die im System Ausbreitungsrechnung notwendigen Daten und ihre Abhängigkeiten formal beschreibt).

4.3 Das Dienstleistungskonzept im SAL-Framework

In der SAL werden synonym zum Konzept der Dienstleistung die Begriffe Job und Auftrag verwendet. Bei jeder Erbringung einer Dienstleistung gibt es einen Auftraggeber und einen Auftragnehmer.

Die SAL stellt allgemeine Mechanismen zum Nachfragen nach einer Dienstleistung für den Auftraggeber zur Verfügung. Auf der Auftragnehmerseite muß die jeweilige Dienstleistung erbracht werden. Dazu stellt der Agent bzw. dessen Entwickler eine Implementierung zur Verfügung. Die SAL sorgt bei einer Nachfrage – auch Request genannt – dafür, daß der Auftragnehmer den richtigen Job beginnt. Request und Job stehen dabei in einer Eins-Zu-Eins-Beziehung, und die SAL verwaltet diese Beziehungen.

Das Ergebnis der Dienstinanspruchnahme ist eine Botschaft, die vom Diensterbringer an den Dienstanforderer geschickt wird. Der Dienstanforderer erhält eine Auskunft. In der KFÜ müssen 5 unterschiedliche Arten von Auskunftsdienstleistungen erbracht werden:

1. Einfache Auskunftsdienstleistung: Ein Agent bietet eine Auskunftsdienstleistung, die auf Anfrage erbracht wird.
2. Auskunftsdienstleistung mit Nebenbedingungen: Im KFÜ gibt es einen Dienst, der unter der Angabe eines Zeitraums und eines Raumes Windmeßwerte liefert. Dabei erfolgt die Angabe des Raumes durch Nennung des Modellgebiets, welches als ein geodätisches Rechteck um ein Kernkraftwerk definiert ist. Dieser Dienst greift auf eine zentrale Datenbank zurück, die im 10-Minutentakt mit Meßwerten gespeist wird. Für Simulationszwecke gibt es eine von der Standard-Datenbank abweichende Simulationsdatenbank, weshalb der Dienst als Eingabe auch noch die Nennung der relevanten Datenbank benötigt.
3. Alternative Auskunftsdienstleistung: Für den Fall, daß keine Meßwerte vorliegen, gibt es im KFÜ den Ersatzwert-Service, welcher unter Nennung des Zeitraums und des Modellgebiets ebenfalls Windwerte liefert.
4. Auskunftsdienstleistung mit numerischer Berechnung für einzelne Zeitschritte: Es gibt eine Dienstleistung, die aus dem Modellgebiet, zugehörigen Topographiedaten und Windwerten ein für diese Topographie gültiges Windfeld berechnet. Dies ist eine numerisch sehr aufwendige Rechnung. Als Eingabe benötigt sie noch eine Z-Achsen-Aufteilung, anhand derer die Höhenangaben im dreidimensionalen Windfeld erfolgen sollen und einen Zeitraum, auf den sich die Eingabe-Windwerte beziehen und auf den sich das Ergebnis-Windfeld beziehen soll.
5. Auskunftsdienstleistung mit numerischer Berechnung für den Gesamtzeitraum: Für die Transportrechnung – also die Berechnung, welche Nuklide sich zu welcher Zeit an welchem Ort befinden – wird ein FORTRAN-Modul für den gesamten Berechnungszeitraum gestartet. Zu jedem Zeitschritt erhält es die Angaben, welche Nuklide beim Kraftwerk emittiert werden. Es bringt dann diese Nuklide in das Windfeld ein und ermittelt unter Berücksichtigung des Transports im Windfeld und bereits im Windfeld aus früheren Zeitschritten vorhandener Nuklide die jeweiligen Nuklidkonzentrationen. Diese Nuklidkonzentrationen liegen in einem dreidimensionalen Maschennetz vor und werden über den gesamten Berechnungszeitraum im Hauptspeicher gehalten.

Als Konsequenzen dieser Auskunftsszenarien war es notwendig,

- ein Konzept für das Zeitmanagement bei Dienstleistungen zu entwickeln und umzusetzen. Dieses Konzept erlaubt es, insbesondere laufende Dienstleistungen zu unterbrechen und später wieder aufzunehmen, Zwischenergebnisse persistent zu machen und Asynchronität bei der Dienstleistungsanspruchnahme zuzulassen;
- eine Möglichkeit zu schaffen, Dienstleistungen zu schachteln. Als Konsequenz kann eine Dienstleistung als Teildienstleistung einer anderen Dienstleistung angeboten und in Anspruch genommen werden.

4.4 Übertragung von Nachrichten

Das SAL-Framework verwendet CORBA zur Übertragung von Nachrichten. Jeder Agent verfügt über ein CORBA-Objekt, das Nachrichten empfängt und auf das von außerhalb, also von anderen Agenten, zugegriffen werden kann. Gleichzeitig stellt die SAL Mittel bereit, um solche Nachrichten zu schicken. Die Signatur der Methode zum Empfangen von Nachrichten ist:

```
unsigned short receiveMessage (CSAL_Message message);
```

Die Klasse `CSAL_Message` ist weiter strukturiert, sie enthält Attribute zum Bestimmen des Empfängers, des Senders, des Bezugs, der Performative und eine Liste von Datenobjekten. Der entscheidende Punkt hierbei ist, daß CORBA bei dieser Liste von Datenobjekten Vererbung *nicht* unterstützt. Objekte, die als Parameter einer CORBA-Methode übergeben werden, müssen genau von der Klasse sein, die in der Schnittstelle dieser Methode angegeben ist. Es ist hier nicht möglich, daß ein Objekt einer spezialisierteren Klasse anstelle eines Objektes einer allgemeineren Basisklasse eingesetzt wird. Diese Einschränkung von CORBA hat gute Gründe: Die Datenobjekte werden von CORBA beim Sender in eine Kette von Bytes verwandelt, als solche zum Empfänger geschickt und dort wieder auf Grund der Bytekette rekonstruiert. Damit das funktioniert, ist es unerlässlich, daß beide Seiten genau wissen, was in dieser Kette steht. Diese Festlegung muß bereits zur Kompilierungs-Zeit getroffen werden, wenn auf aufwendige Laufzeit-Interpretationen wie bei Sprachen der Künstlichen Intelligenz verzichtet werden soll.

Nun mußte aber die SAL von der Klassenzugehörigkeit und Anzahl der ausgetauschten Datenobjekte unabhängig sein. Zusätzlich verhindert die dabei auftretende große Anzahl an Kombinationsmöglichkeiten von Datenobjekten, daß die SAL zur Erstellungszeit brauchbare Nachrichten festlegt.

Zur Lösung dieses Problems stützt sich die SAL auf die Tatsache, daß der Empfänger einer Nachricht weiß, welche Datenobjekte darin enthalten sein sollen. Dieses Wissen kommt aus der Offenlegung der Dienstleistungsschnittstellen: Der Dienstleistungsanbieter definiert den benötigten Input, und der Auftraggeber weiß aus der Schnittstellendefinition, welche Ergebnisse er zu erwarten hat. Programmiertechnisch bedeutet dies, daß beide Kommunikationspartner über die Klassendefinitionen der Ontologie-Objekte verfügen. Während also die SAL unabhängig von der Art der Informationsobjekte ist, sind die Kommunikationspartner dies nicht. Mehr noch – deren Abhängigkeit von den entsprechenden Informationsklassen ist kein Nachteil, sondern erforderlich.

Die Datenobjekte werden von der SAL beim Verschicken ohne Informationsverlust in eine allgemeine, generische Form überführt, ein sogenanntes serialisiertes Datenobjekt. Die SAL überträgt mit jeder Nachricht eine beliebig lange Liste solcher serialisierter Datenobjekte. Der Empfänger erzeugt für das in der Nachricht erwartete Objekt ein leeres Objekt. Die SAL sucht in der Liste der serialisierten Objekte das passende aus und entpackt es. Zur Veranschaulichung dieses Vorgangs und zur Erklärung, daß damit keine Abhängigkeit der SAL von den ausgetauschten Informationsobjekten verbunden ist, soll der Ablauf an einem konkreten Beispiel erläutert werden.

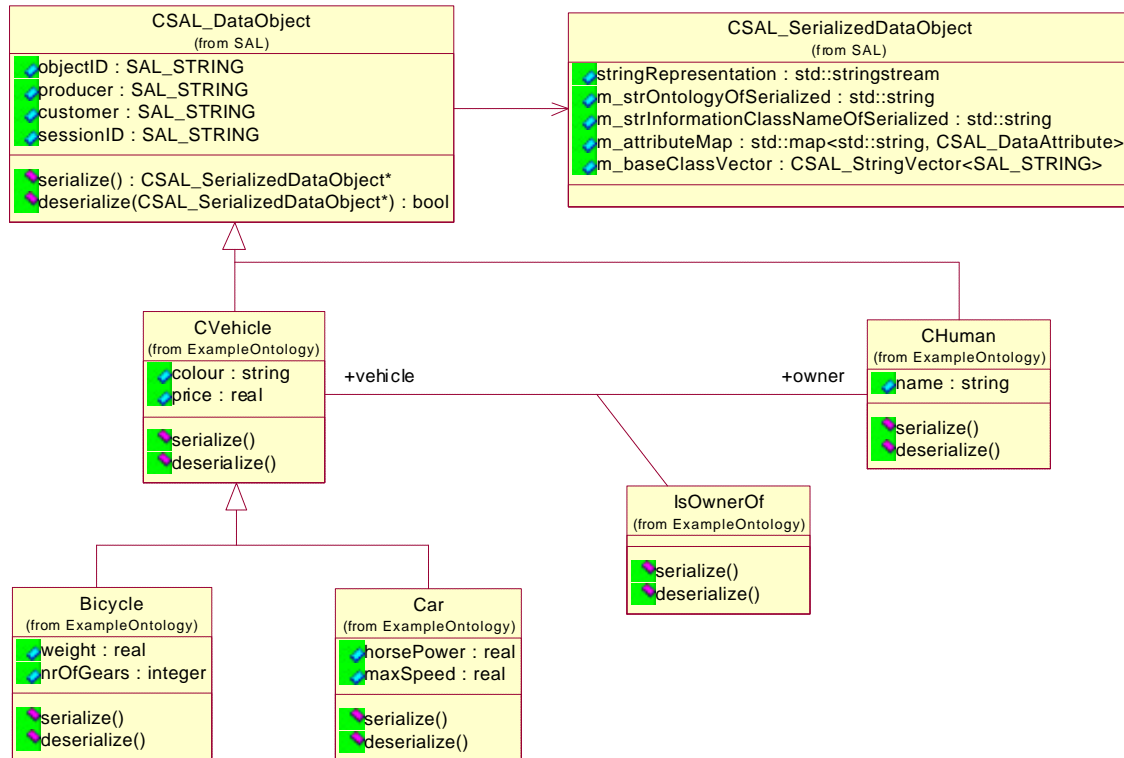


Abb.4: Zusammenspiel zwischen Ontologie und SAL beim Serialisieren und Deserialisieren. Darstellung nach UML (/17/, /18/).

In Abb. 4 ist ein Ausschnitt aus einer (fiktiven) Beispielontologie gezeigt. Oben im Bild ist eine abstrakte, von der SAL vorgegebene Klasse, CSAL_DataObject zu sehen. Alle Informationsklassen, deren Objekte über die SAL verschickt werden, müssen von CSAL_DataObject erben. Dadurch erben sie an allgemeinen Attributen eine eindeutige Objektkennung, den Namen des Erzeugers und des Kunden, und die Kennung der Session, innerhalb derer das Datenobjekt erzeugt wurde. Außerdem definiert CSAL_DataObject zwei abstrakte Methoden zum Serialisieren und Deserialisieren von Datenobjekten. Die Schnittstellen dieser Methoden sind in der Abbildung stark vereinfacht. Wesentlich ist, daß beim Serialisieren ein serialisiertes Datenobjekt entsteht. Diese Objekte werden von der SAL übertragen.

Objekte, die von CSAL_DataObject erben, müssen die serialize()- und deserialize()-Methode überschreiben, und zwar so, daß alle Attribute beim Serialisieren in die StringRepresentation des serialisierten Datenobjekts geschrieben werden und beim Deserialisieren von dort rekonstruiert werden können.

Wenn nun ein Auftraggeber einen Auftrag absetzen möchte, muß er die Eingabeobjekte der SAL bekanntgeben. Die SAL weiß nur, daß die Eingabeobjekte von der Klasse CSAL_DataObject abgeleitet sind und deshalb eine serialize()-Methode haben. Diese wird von der SAL aufgerufen. Beim Linken sorgt der Compiler dafür, daß die richtige, konkrete Methode ausgewählt wird. Umgekehrt wird jemand, der z.B. ein CVehicle-Objekt in einer Nachricht erwartet, zuerst ein solches Objekt erzeugen. Dessen Attribute sind noch nicht gesetzt. Sodann ruft der Code dieses Agenten die für diese Klasse gültige deserialize()-Methode auf. Diese sucht in der mit der Nachricht gekommenen Liste von

CSAL_SerializedDataObjects, dasjenige heraus, das der gewünschten Ontologie und der gewünschten Klasse entspricht. Die Attribute des Vehicle-Objekts werden dann von der StringRepresentation des serialisierten Datenobjekts rekonstruiert. Auf diese Weise kann die SAL von der Anwendungsontologie vollständig unabhängig bleiben; die Agenten übernehmen die Erzeugung der jeweiligen Objekte, und der Compiler sorgt durch die Polymorphie dafür, daß die richtigen serialize()/deserialize()-Methoden aufgerufen werden.

4.5 Verwendung der SAL

Wenn man einen Agenten programmieren will, der Dienstleistungen anbietet, muß Folgendes getan werden:

1. Entscheiden, welche Dienstleistungen man anbietet. Diese sollen genau spezifiziert werden, und zwar durch die Angabe von Ein-, Ausgabe- und Fehlerobjekten.¹ Für diese Dienstleistungen sind Namen notwendig, die in die Konfigurationsdatei der SAL eingetragen werden. Sie müssen natürlich auch implementiert werden.
2. Es muß eine JobManager-Klasse implementiert werden, die unter Angabe des Dienstleistungsnamens ein entsprechendes Job-Objekt erzeugt. Im Programm wird ein Objekt eines solchen Job-Managers erzeugt und dem ebenfalls zu erzeugenden CSAL_StandardBuilder bekanntgegeben.

Dies klingt relativ einfach, und es ist es auch in der Praxis. Trotzdem wollen wir nun diese beiden Schritte etwas genauer ansehen:

Die Implementierung der Dienstleistung erfolgt dadurch, daß man eine Klasse programmiert, welche von der SAL-Klasse CSAL_Job erbt. Diese definiert eine abstrakte Methode doJob(), innerhalb derer in der abgeleiteten Klasse die Implementierung der Dienstleistung erfolgt. Innerhalb der konkreten doJob-Methode werden die Eingabeobjekte der Dienstleistung deserialisiert und eventuelle Fehler abgefangen. Die Ergebnisse der Dienstleistung werden nach getaner Arbeit serialisiert. Anschließend wird eine Methode der SAL aufgerufen, mit der man der SAL mitteilt, daß Datenobjekte zum Zurückschicken anliegen. Der Rückgabewert der doJob-Methode entspricht dem Erfolg der Dienstleistung.

Soll es möglich sein, eine Dienstleistung anzuhalten, so muß die abgeleitete Job-Klasse die suspend-, resume- oder terminate-Methoden implementieren. Diese sollen schnell zurückkommen. Suspend und Terminate dürfen auch scheitern, aber nach einem erfolgreichen Suspend muß ein darauffolgendes Resume durchgeführt werden können.

Soll die Dienstleistung bei einem Wiederhochfahren nach einem Absturz wieder aufsetzen können, dann muß die abgeleitete Job-Klasse auch die Methode doRecoveredJob() implementieren. Diese wird in im Recovery-Fall von der SAL aufgerufen. Sie kann Code enthalten, der von der doJob()-Methode abweicht.

Die Implementierung einer JobManager-Klasse ist notwendig, weil die SAL auf Anfrage ein Job-Objekt der entsprechenden Klasse erzeugen muß, aber nicht weiß, wie das geht. Wird

¹ Dazu ist es natürlich notwendig, daß in der Ontologie die zu übertragenden Klassen definiert sind. Die Erstellung der Ontologie wird in der Regel unter Berücksichtigung der im System vorhergesehenen Dienstleistungen erfolgen. Dieser Schritt ist zwar frei von theoretischen Problemen, in der Praxis jedoch aufwendig und oft von langen Diskussionen begleitet.

ihr jedoch beim Hochfahren ein JobManager-Objekt mitgegeben, dann benutzt sie dieses, um die konkreten Jobs zu erzeugen. Die Implementierung von solchen JobManager-Klassen ist sehr einfach: Je nach Namen der Dienstleistung werden die entsprechenden Objekte erzeugt. Eine Spur aufwendiger ist der Fall des Wiederaufsetzens: Hier ruft die SAL nicht die createJob()-Methode auf, sondern eine zu implementierende createRecoveredJob()-Methode. Diese muß etwaige Sonderfälle bei der Erzeugung von Ersatz-Jobs berücksichtigen. In einigen Diensten übernimmt der JobManager als zentraler Einstiegspunkt für Dienstleistungen auch zusätzliche, dienstspezifische Verwaltungstätigkeiten.

Bei der Erzeugung der SAL ist die Konfigurationsdatei anzupassen, in der beispielsweise der Name des Agenten angegeben ist, ferner die Adresse, mit der er sich beim Naming Service registriert und die von Auftraggebern benützt wird, und die Anzahl der gleichzeitig ausführbaren Dienstleistungen.

Bisher haben wir lediglich die Auftragnehmerseite beschrieben. Auf der Auftraggeberseite ist ein CSAL_OutgoingJobRequest-Objekt zu erzeugen. Ihm muß die Adresse des Auftragnehmers und der Name der Dienstleistung bekanntgegeben werden. Wenn die Ergebnisse der Dienstleistung im stream-Modus geliefert werden sollen, ist stream-all als Anfrageperformative anzugeben.

Die Eingabeobjekte für die Dienstleistung müssen bereitgestellt und dem CSAL_OutgoingJobRequest mitgeteilt werden. Sie werden dabei auch serialisiert. Anschließend kann der Request gesendet werden. Je nach verwendeter spezialisierter Request-Klasse erhält der dienstspezifische Code sofort nach dem Absenden die Kontrolle zurück, oder er wird blockiert, bis die Dienstleistung erbracht ist. Im ersten Fall ist es sinnvoll, über virtuelle Methoden zu implementieren, was beim Empfang von Datenobjekten und beim Ende der Dienstleistung zu tun ist.

Ein solches CSAL_OutgoingJobRequest-Objekt bietet Methoden zum Anhalten, Wiederaufnehmen und Abbrechen der Dienstleistung. Werden sie aufgerufen, schickt die SAL diese Kommandos an den Auftragnehmer weiter, dessen Implementierung dann versucht, die Dienstleistung anzuhalten, wiederaufzunehmen oder abzubrechen. Erfolg und Mißerfolg werden dem CSAL_OutgoingJobRequest mitgeteilt.

Die Ergebnisse einer Dienstleistung können deserialisiert und weiterverarbeitet werden.

Es ist möglich, Requests von jedem Punkt im Programm abzuschicken, vorausgesetzt, die SAL wurde erzeugt. Dies kann beispielsweise im Hauptprogramm erfolgen, oder aber auch im Kontext der Abarbeitung einer Dienstleistung. Natürlich ist es auch möglich, in einem Klienten über eine grafische Benutzeroberfläche verschiedene Dienstleistungen in Auftrag zu geben.

Beispiele für dieses Vorgehen sind im Anhang des Benutzerhandbuches der SAL /19/ aufgeführt.

5. Erfahrungen mit dem SAL-Framework bei der Implementierung der Ausbreitungsrechnung für die KFÜ

Bei der Umsetzung oder der Verwendung von Agentensystemen ergeben sich zwangsläufig Diskrepanzen zwischen dem Machbaren und dem Wünschenswerten bzw. aufgrund der bei Agentensystemen verwendeten Analogie zum menschlichen Handeln als gelöst Angenommenen. Diese schmerzliche Erfahrung mußten wir bei der Entwicklung des Logischen Klienten auch machen. Mehr als einmal mußte festgestellt werden, daß zur Lösung eines als einfach eingeschätzten oder gar nicht erkannten Problems viel grundlegende Arbeit erforderlich war.

Die Entwicklung eines Agentensystems ist eine spannende und lehrreiche, aber auch riskante Aufgabe, insbesondere wenn mit der Anwendung so hohe Anforderungen wie bei der KFÜ verbunden sind. Man muß sich bewußt sein, daß dabei erhöhte Ansprüche an Ontologien und Werkzeugen gelten, von denen viele selbst erst entwickelt werden müssen.

Andererseits sollte natürlich auch bedacht werden, daß die Stärke von Agentensystemen in ihrer Struktur liegt: Die Kommunikation zwischen den Agenten und ein einheitliches Dienstleistungskonzept ermöglichen eine enge und konstruktive Zusammenarbeit zur Lösung komplexer Probleme. Darin liegt ein enormes Potential, mit dessen Hilfe Systeme wie die KFÜ von einem Diagnose- in ein Prognosesystem und damit Entscheidungsunterstützungssystem weiterentwickelt werden können.

Für die KFÜ könnte dies auf verschiedene Weise weiter genutzt werden. In der derzeitigen Ausbaustufe der Kernreaktor-Fernüberwachung Baden-Württemberg operiert das System vorwiegend auf der Ebene der Daten. Wenn Radioaktivitäts-Meßwerte eine bestimmte Schwelle überschreiten und zusätzliche Bedingungen entsprechend den Einträgen der Alarmverknüpfungstabelle erfüllt sind, wird automatisch eine Alarmrechnung gestartet. Innerhalb dieser wird eine enorme Menge an Daten produziert. Diese Daten werden an der Benutzeroberfläche aufbereitet und mit geografischen Informationen verknüpft. Die Verknüpfung der Daten mit geografischen Informationen läßt sich bereits der Ebene der Informationen zuordnen. Eine Interpretation, also ein Operieren auf der Wissensebene, erfolgt aber noch im Kopf der Benutzer.

Wenn es nun gelingt, ähnlich wie bei der Simulation der luftgetragenen Ausbreitung von Emissionen, in weiteren Bereichen das System von der Ebene der Daten auf die Ebene der Informationen bzw. von der Ebene der Informationen auf die Ebene des Wissens zu heben, dann kann die Leistungsfähigkeit und Akzeptanz des Systems enorm steigen. Dazu bieten sich vor allem folgende Bereiche an:

- Agenten könnten bei der Alarmauslösung differenzierter vorgehen. Oft tritt eine Alarmauslösung dann auf, wenn nach einer längeren Trockenperiode die „natürliche“ Radioaktivität in der Atmosphäre angestiegen ist. Der erste ergiebige Regenfall führt dann zur nassen Deposition der Nuklide, und die Meßwerte schnellen hoch. Durch eine Verknüpfung der Radioaktivitäts-Meßwerte mit Niederschlagsmeßwerten können solche falschen Alarmmeldungen deutlich eingeschränkt werden.

- Agenten könnten unter Berücksichtigung weiterer Informationen die Unfallkategorie ermitteln. Dies ist ein Schwachpunkt im gegenwärtigen System, wo nach dem Motto „Sicher ist sicher“ bei einer Alarmrechnung automatisch die schwerste Unfallkategorie angenommen wird, was in der Regel zu überhöhten Ergebnissen führt.
- Agenten könnten die Simulationsergebnisse inhaltlich auswerten, indem sie feststellen, in welchen Gebieten welche Belastungen mit welchen Folgewirkungen auftreten. Dementsprechend könnten sie gezielt Alarm schlagen und dafür sorgen, daß ein Entscheidungsträger in einer Alarmsituation, die ja immer auch eine enorme Stresssituation ist, nichts übersieht.

Um dies zu erreichen, ist folgendes notwendig:

- Die Ontologie muß verfeinert werden. So verfügen zur Zeit beispielsweise die Dosis-Ontologieobjekte über folgende Attribute: Organ, auf das sich die Angabe bezieht, Personengruppe (Erwachsene, Kinder), Expositionspfad (Gammastrahlung, Inhalation, Ingestion), Ablagerungszeit (ob die Angabe für die momentane Situation, oder kumuliert über eine Woche, ein Jahr, 50 Jahre oder 70 Jahre gilt.) Entsprechend der Trennung von Daten und Metadaten gibt es eine Datei, die die Daten enthält, und ein beschreibendes Objekt, in dem die angeführten Attribute vermerkt sind. Auf dieser Basis kann ein Agent jedoch noch keinerlei Rückschlüsse ziehen auf den Schweregrad und den Ort der Belastung. Doch genau diese Verknüpfung wäre nötig, um die Intelligenz des Systems zu erhöhen.
- Die Übergänge von der Ebene der Daten zur Ebene der Informationen müssen implementiert werden. So muß beispielsweise aus der vom Simulationsmodul generierten Datei zur Dosisleistung der Schweregrad und der Ort der Belastung extrahiert werden. Aus Niederschlagsmeßwerten muß ermittelt werden, ob es sich um eine Trockenperiode handelt oder nicht. Aus Meßwerten aus dem Kraftwerk müssen Rückschlüsse auf eine eventuelle Unfallkategorie gezogen werden.

Das Operieren auf der Ebene der Informationen sollte sinnvollerweise durch ein regelbasiertes System erfolgen. Hierzu wäre das in /15/ vorgeschlagene Konzept der Kombination von Dienstleistungen mit regelbasierter Auftragsvergabe weiter zu entwickeln.

6. Literatur

- /1/ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV), vom 13. Oktober 1976 (BGBl. I S. 2905, 1977 S. 184, 269), i.d.F. der Bekanntmachung vom 30. Juni 1989 (BGBl. I S. 1321, ber. S. 1926), zuletzt geändert durch Verordnung vom 18. August 1997 (BGBl. I S. 2113)
- /2/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.) (1995): Leitfaden für den Fachberater Strahlenschutz der Katastrophenschutzleitung bei kerntechnischen Notfällen. 2. Aufl. (=Veröffentlichungen der Strahlenschutzkommission, Bd. 13). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York.
- /3/ R. Mayer-Föll, A. Jaeschke (Hrsg.): Projekt GLOBUS - Konzeption und prototypische Realisierung einer aktiven Auskunftskomponente für globale Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg Phase II 1995 Wissenschaftliche Berichte FZKA 5700
- /4/ R. Mayer-Föll, A. Jaeschke (Hrsg.): Projekt GLOBUS - Konsolidierung der neuen Systemarchitektur und Entwicklung erster Produktionssysteme für globale Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg Phase III 1996 Wissenschaftliche Berichte FZKA 5900.

- /5/ R. Mayer-Föll, A. Jaeschke (Hrsg.): Projekt GLOBUS - Umsetzung der neuen Systemarchitektur und Entwicklung weiterer Produktionssysteme für globale Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg Phase IV 1997 Wissenschaftliche Berichte FZKA 6000.
- /6/ R. Mayer-Föll, A. Jaeschke (Hrsg.): Projekt GLOBUS - Multimediales Recherchieren und Verarbeiten von globalen Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg Phase V 1998 Wissenschaftliche Berichte FZKA 6250.
- /7/ R. Mayer-Föll, A. Jaeschke (Hrsg.); Projekt GLOBUS – Von Komponenten zu vernetzten Systemen für die Nutzung globaler Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg und anderen fachübergreifenden Anwendungen Phase VI 1999 Wissenschaftliche Berichte FZKA 6410.
- /8/ Wooldridge, Michael (1999): Intelligent Agents. – In: In: Gerhard Weis (ed.): Multiagent Systems. A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence. MIT Press, Cambridge (Massachusetts), London, pp. 27 - 78.
- /9/ Lange, Danny B. (1998): Mobile Agents: Environments, Technologies and Applications. – In: PAAM98. Proceedings of the Third International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology. The Practical Application Company, London, S. 10-14.
- /10/ Huhns, Michael N. (1998): Agent Foundations for Cooperative Information Systems. – In: PAAM98. Proceedings of the Third International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology. The Practical Application Company, London, S. 1-9.
- /11/ Satapathy, Goutam and Soundar R.T. Kumara (1999): Object Oriented Design based Agent Modeling. – In: PAAM99. Proceedings of the Fourth International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology. The Practical Application Company, London, S. 143-162.
- /12/ Simon, Errol (1996): Distributed Information Systems. From Client/Server to Distributed Multimedia. Mc Graw-Hill, Cambridge.
- /13/ Coplien, James O. (1994): Advanced C++ Programming Styles and Idioms. Addison-Wesley, Reading (Massachusetts) et al.
- /14/ Gamma, Erich et al. (1996): Entwurfsmuster. Elemente wiederverwendbarer objektorientierter Software. Deutsch Übersetzung von Dirk Riehle. Addison-Wesley Bonn et al.
- /15/ Grohmann, Axel: Entwicklung und Erprobung eines Dienstleistungskonzeptes zur Integration von Simulationen in die Kernreaktor-Fernüberwachung. Dissertation Uni Stuttgart, (in Vorbereitung).
- /16/ Labrou, Y. and T. Finin (1997): A Proposal for a new KQML Specification, Computer Science and Electrical Engineering Department, University of Maryland Baltimore County. <http://www.cs.umbc.edu/~finin/papers/kqml97.pdf>, gesehen am 28. 9. 2000.
- /17/ Fowler, Martin und Kendall Scott (1999): UML Distilled. Addison-Wesley, Reading (Massachusetts) et al.
- /18/ Object Management Group (2000): Unified Modelling Language Resource Page. <http://www.omg.org/technology/uml/>, gesehen am 28.9.2000.
- /19/ Grohmann, Axel (2000): SAL Benutzerhandbuch
- /20/ Mayer-Föll, R. und J. Pätzold (Hrsg.): Umweltinformationssystem Baden-Württemberg - Rahmenkonzeption 1998 Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg / Universitätsverlag Ulm 1998.
- /21/ Kopetzky, R.: Neue Methoden zur Modellierung komplexer technischer Systeme und ihre Anwendung im Rahmen der Kernreaktor-Fernüberwachung Baden-Württemberg. Dissertation Uni Stuttgart (in Vorbereitung).

GISterm

Weiterentwicklung des flexiblen Frameworks zur Analyse und Visualisierung von raumbezogenen Daten

*C. Hofmann; D. Hilbring; Zs. Veszelka; J. Wiesel
Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (IPF)
Universität Karlsruhe
Englerstr. 7
76128 Karlsruhe*

*M. Müller
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU)
Postfach 210752
76157 Karlsruhe*

1. EINLEITUNG	149
2. WEITERENTWICKLUNG DER KARTOGRAPHISCHEN MÖGLICHKEITEN	149
3. VERBESSERUNG DES JDBC-RIPS-ADAPTERS.....	150
3.1 FUNKTIONALITÄT	151
3.2 ANFRAGEN VON GEOOBJEKTEN.....	151
3.3 ÄNDERUNGEN IM DATENBANKSCHEMA	152
3.3.1 <i>Performanzprobleme</i>	152
3.3.2 <i>Optimierungen</i>	152
3.4 RASTERDATEN	153
3.4.1 <i>Performante räumliche Suche</i>	153
3.4.2 <i>Kachelung im Batch-Job</i>	153
3.5 IMPLEMENTIERUNG EINES CACHE FÜR GEOOBJEKTE	153
4. LEGENDENBESCHREIBUNG.....	154
4.1 ERWEITERUNG DES DATENBANKSCHEMAS	154
4.2 LEGENDENBESCHREIBUNG IN GISTERM	156
5. DIAGRAMM-DIENST	157
5.1 ÜBERSICHT	157
5.2 KONZEPT	157
5.3 SCHNITTSTELLE DES DIENSTES	158
5.4 BUSINESSDIAGRAMME	159
5.5 KARTENDIAGRAMME	161
5.6 VERWENDUNG DES DIAGRAMM-DIENSTES	163
6. 3D-SERVICE.....	163
6.1 3D-SERVICE STRUKTUR	163
6.1.1 <i>Funktionen des 3D-Service</i>	164
6.1.2 <i>Übersicht der wichtigsten Klassen des 3D-Service</i>	165
6.2 GEOPRO ^{3D}	166

1. Einleitung

Die visuelle und analytische Auswertung von raumbezogenen Umweltdaten trägt entscheidend zur Erkenntnisgewinnung und Erkenntnisvermittlung in einem Umweltinformationssystem (UIS) bei. Aus diesem Grund ist die Integration von leistungsfähigen aber dennoch einfach zu bedienenden Visualisierungswerkzeugen in eine Vielzahl von Anwendungen bei der substantziellen Weiterentwicklung eines Umweltinformationssystems ein wichtiges Ziel.

Mit dem GIStermFramework wurde in den letzten Projektphasen ein flexibles und leicht integrierbares Werkzeug zur Visualisierung und Verwaltung von Geodaten und raumbezogenen Umweltdaten geschaffen. Durch die schnellen Innovationszyklen der modernen Informationstechnologie hat sich die Leistungsfähigkeit der genutzten Basistechnologien drastisch weiterentwickelt. Darüber hinaus sind neue technische Möglichkeiten entstanden. In dieser Projektphase wurden eine Vielzahl von technischen Neuerungen in das GIStermFramework integriert und dadurch eine deutliche Erweiterung der Leistungsfähigkeit erreicht.

Dieser Bericht gibt einen Überblick sowie eine kurze Einführung in die Arbeiten, die in dieser Projektphase geleistet wurden. Die Arbeiten am GIStermFramework konzentrierten sich auf die Weiterentwicklung und Funktionssteigerungen der bereits vorhandenen Möglichkeiten und beinhalteten zusätzlich neue Entwicklungen, um auch die dreidimensionale Visualisierung von raumbezogenen Daten zu ermöglichen.

2. Weiterentwicklung der kartographischen Möglichkeiten

Durch die Umstellung des GIStermFramework von Java 1.1 auf die Java 2 Plattform (JDK 1.3) entstanden neue Möglichkeiten, die sich vor allem auf die deutliche Verbesserung der graphischen Möglichkeiten auswirkten. Eine Vielzahl der graphischen Fähigkeiten, die zur Erzeugung von hochwertigen Karten benötigt wird, waren unter Java 1.1 nicht verfügbar. Dadurch mußte man sich mit einfacheren Kartenbildern zufrieden geben.

Durch die Nutzung der in der Java 2 Plattform enthaltenen Java-2D API haben sich die Möglichkeiten deutlich erweitert. Die neuen Fähigkeiten wurden in den Grafikkern des GIStermFramework integriert. Weiterhin wurde die Ausgabeinheit so erweitert, dass die neuen graphischen Fähigkeiten bei der Kartenerzeugung Verwendung finden konnten. Folgende neuen Funktionalitäten sind möglich:

- Flächen können mit einem Füllmuster gefüllt werden,
- Flächen können auch transparent (halbdurchsichtig) gefärbt werden,
- Linien können mit einer beliebigen Liniendicke gezeichnet werden
- Linien können mit beliebigen Linienmustern gezeichnet werden,
- Punktsymbole können nun, wie im GIS-Bereich üblich, über TrueType Fonts realisiert werden.

In der Kartendarstellung der folgenden Abbildung 1 werden einige der eben erläuterten neuen Grafikfähigkeiten genutzt. Zunächst wird das Kartenthema „Fließgewässer“ klassifiziert dargestellt, wobei je nach Länge des entsprechenden Flußsegments eine andere Liniensignatur zugewiesen wurde. Das Kartenthema „Landschaftsschutzgebiet“ wird halbtransparent dargestellt, dadurch ist es möglich die topographische Karte hinter der Fläche noch zu erkennen. Das ist eine wichtige Funktion, da sie die Einordnung und Bewertung eines Geoobjekts, relativ zu seiner Umgebung, erst ermöglicht. Das Kartenthema „Naturschutzgebiet“ wird mit einer „karierten“ Flächenfüllung gezeichnet, damit man es von dem gleichfarbigen „Landschaftsschutzgebiet“ noch differenzieren kann.

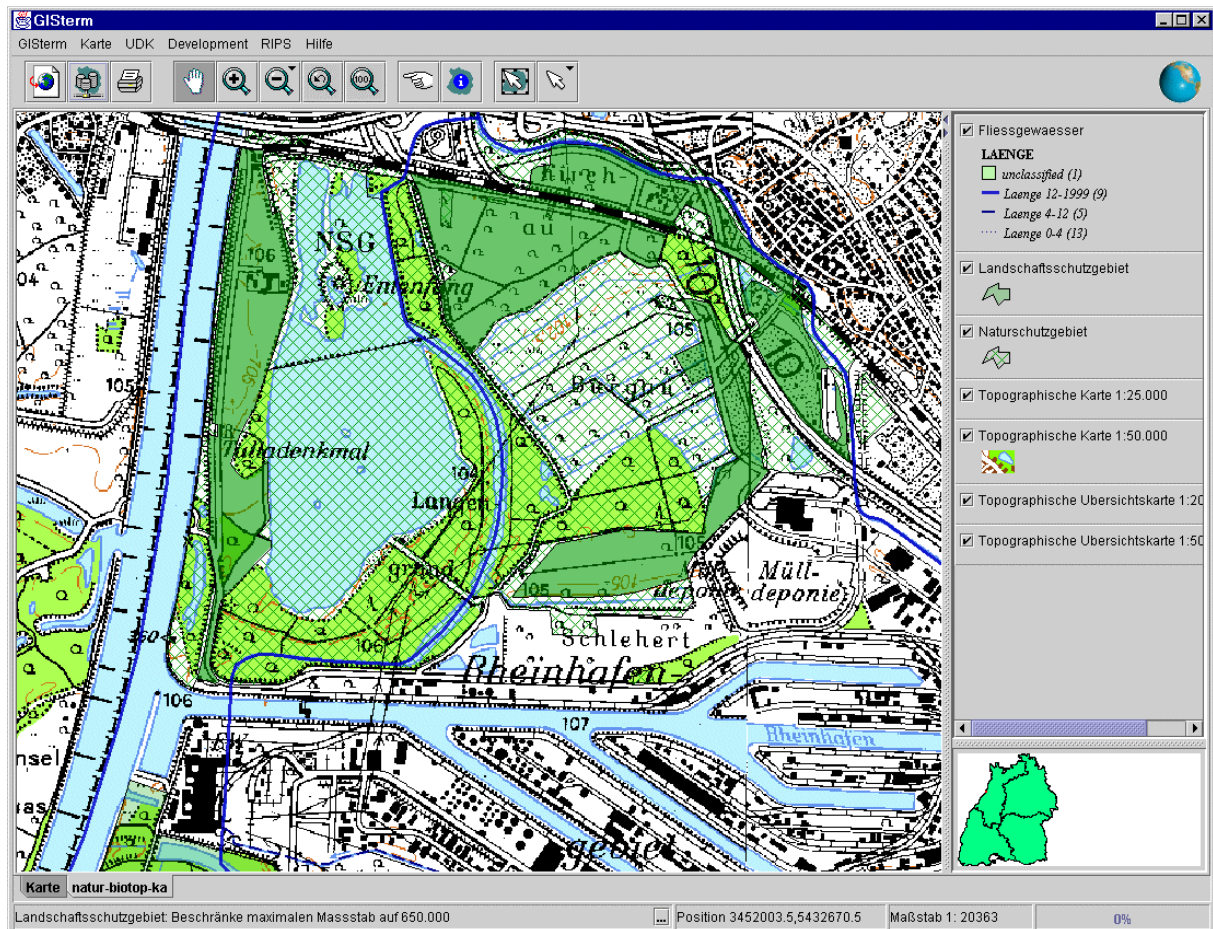


Abbildung 1: Neue kartographische Möglichkeiten

3. Verbesserung des JDBC-RIPS-Adapters

Der JDBC RIPS-Adapter, welcher als zentraler Geodatenserver in der Architektur von *GIS-term* im Projekt WAABIS (Wasser, Abfall, Altlasten, Boden Informationssystem) fungiert, wurde sowohl konsolidiert, als auch weiterentwickelt. Dabei wurde das Hauptaugenmerk auf die Verbesserung der Performanz gerichtet, da sich der Zugriff auf mehrere zehntausend Geoobjekte als problematisch erwies.

3.1 Funktionalität

Der Adapter realisiert den hauptsächlich lesenden Zugriff auf Geodaten, welche in einer relationalen Datenbank (Oracle) gehalten werden. Da alle Daten, d.h. sowohl Geometrie- als auch Attribut- wie Metadaten in der Datenbank abgelegt werden, unterliegen sie der Kontrolle des Datenbankmanagementsystems. Dadurch wird auch bei simultanen Arbeiten mit den Geodaten die Datenkonsistenz gewährleistet.

Auf die in den Tabellen gespeicherten Daten gewährt der Adapter eine einfache Objektsicht, indem er Themen- und Geoobjekte aus den relationalen Daten erzeugt. Die durch die Adapterschnittstelle an den *GIStermServer* weitergegebenen Geoobjekte werden zusammen mit Objekten aus anderen Geodatenquellen einheitlich verwaltet. Jedes Geoobjekt besitzt eine oder mehrere Geometrien – wobei diese beliebig zusammengesetzte Vektor- und Rastergeometrien sein können – und eine definierte Menge von Sachattributen. Die Geoobjekte werden Themen zugeordnet, welche in Themenhierarchien organisiert sind. Themenobjekte enthalten Metadaten zu Attributen und Geometrien, d.h. sie definieren, über welche Eigenschaften sich die zu den jeweiligen Themen gehörenden Geoobjekte verfügen.

Die Aufgabe des Adapters besteht in der Anfrage des Datenschemas, der Anfrage von Geoobjekten bzw. deren Bounding Boxen und dem Import von gekachelten Rasterdaten.

3.2 Anfragen von Geoobjekten

Der Adapter versorgt *GISterm* mit Geoobjekten, welche in Anfragen entweder durch geometrische Bedingungen (Bounding Box) oder durch die explizite Angabe von Objektidentifikatoren gefordert werden. Da ein Geoobjekt mehrere Geometrien besitzen kann, muß eine Liste der geforderten Geometrien in der Anfrage mit angegeben werden. Dementsprechend wird nur eine Untermenge der verfügbaren Geometrien in der Ergebnismenge zurückgegeben. Der Managementerschicht von *GISterm*, welche die Anfragen aufbaut, ist also für die konkrete Angabe der benötigte(n) Geometrie(n) verantwortlich. Die Entscheidung, welche Geometrie geholt werden soll, wird anhand des aktuellen Maßstabs dynamisch gefällt. Die Geometrien, deren Maßstabsbereiche den aktuellen Maßstab in der Karte enthalten, werden in der Anfrage angefordert.

Voraussetzung für eine Geoobjektanfrage ist, daß die Metadaten für die anzufragenden Themen bekannt sein müssen. Weil der Adapter beim Starten automatisch alle die Themen beschreibende Metadaten ausliest, sind schon alle Themenobjekte instanziiert. Eine Bounding Box Anfrage läuft im Adapter im wesentlichen in vier Schritten ab. Nach der Analyse der Anfrage werden erst die Objektidentifikatoren derjenigen Objekte ermittelt, welche die spezialisierte Bounding Box überlappen. Diese Menge wird im nächsten Schritt gefiltert, damit nur diejenige Objekte instanziiert werden, die noch nicht im *GIStermServer* vorliegen. Im vierten Schritt werden schließlich die Geometrien und Sachattribute der Objekte erfragt und Geoobjekte instanziiert.

3.3 Änderungen im Datenbankschema

3.3.1 Performanzprobleme

Der zweite Schritt einer Bounding Box Anfrage (die Ermittlung der Objekt-IDs), welche aus einer mehrere zehntausend Geometrien speichernden Tabelle selektiert wurde, konnte im alten Datenbankschema nicht performant genug ausgeführt werden. Die Ursache dafür war das Fehlen einer guten räumlichen Indexstruktur, sowie die Art, wie Oracle mit Tabellenfeldern umgeht, welche Daten vom Typ LONG RAW enthalten (Geometriespalten).

Im alten Schema dienten die separat abgelegten Bounding Boxen der Geometrien auch als räumlicher Index. Die Bounding Box wird mittels vier Eckkoordinaten angegeben, wobei jede Koordinate – wie alle andere Koordinaten in der Geometriedarstellung – durch eine Gleitkommazahl repräsentiert wird. Weil das Erzeugen eines Index auf diesen vier Tabellenfeldern nicht sinnvoll war, mußte bei jeder räumlicher Suche die ganze Geometrietabelle des jeweiligen Themas vollständig durchsucht werden. Die für die Suche benötigte Zeit stieg proportional mit der Anzahl der Einträge in der Tabelle. Bei Themen mit sehr vielen Objekten hat die Ermittlung der Objekt-IDs zu viel Zeit im Verhältnis zu den übrigen Anfrageschritten in Anspruch genommen.

3.3.2 Optimierungen

Als erstes wurden Geometrietabellen in zwei Teiltabellen aufgesplittet: eine Tabelle enthält nur die Geometrie, die zweite speichert alle andere Datenfelder aus der ursprünglichen Tabelle. Des weiteren gewährt eine Datenbank-View, welche die beiden Tabellen joint, weiterhin die alte Sicht auf die Geometriedaten. Allein durch diese Aufspaltung wurde die Performanz der räumlichen Suche in vielen Tabellen etwa verfünffacht.

Die nächste Optimierungsphase sah eine Beschleunigung der Suche mittels eines einfachen aber effektiven räumlichen Index vor. Der Mittelpunkt jeder einzelnen Bounding Box wurde zusätzlich zur Bounding Box abgelegt und dient als räumlicher Index. Da die zwei Koordinaten dieses Punktes als Integer-Zahlen gespeichert werden, kann ein Datenbank-Index auf den beiden Tabellenfeldern mit größerer Wahrscheinlichkeit verwendet werden und die Suche läuft erheblich performanter ab, als wenn die Tabelle selbst durchsucht werden müßte. Die für die Suche zu erzeugende SQL-Anweisung wurde zwar komplexer, dennoch konnte die Performanz spürbar gesteigert werden.

Überdies kann man im neuen Schema jede Geometrie eines Themas jeweils aus einer anderen Tabelle lesen. Bisher mußten alle Geometrien eines Themas in der gleichen Tabelle abgelegt werden. Dies hatte den Nachteil, daß die Anzahl der Einträge in der Geometrietabelle mit der Anzahl der definierten Geometrien stieg und so räumliche Suchen verlangsamte. Im geänderten Schema ist es außerdem möglich geworden, verschiedene Punktgeometrien aus verschiedenen Sachdatentabellen zu lesen.

3.4 Rasterdaten

Ähnlich wie Vektorgeometrien werden Rastergeometrien in separaten Geometrietabellen gespeichert. Der Unterschied zwischen solchen Tabellen für Vektor- und Rastergeometrien ist, daß bei jeder Rastergeometrie eines Geoobjektes mehrere Teilgeometrien in der Tabelle vorgehalten werden. Diese Teilgeometrien sind die Kacheln, welche vom Kachelungsprozeß auf den definierten Ebenen der Rasterpyramide abgelegt wurden.

3.4.1 Performante räumliche Suche

Werden viele Rasterbilder in die Datenbank geladen oder sind diese sehr groß im Verhältnis zu der Kachelgröße, so entstehen sehr viele Kacheln, die als einzelne Geometrien in die Tabellen eingetragen werden müssen. Solche Rastergeometrietabellen können sehr schnell einige hunderttausend oder mehr Einträge bekommen. Wie bei Vektorgeometrien traten im alten Schema Performanzprobleme mit diesen Tabellen auf.

Die räumliche Suche nach Kacheln konnte ebenfalls mittels aufgesplitteter Geometrietabellen und des einfachen räumlichen Index wesentlich beschleunigt werden und bleibt selbst bei mehreren hunderttausend Kacheln performant.

3.4.2 Kachelung im Batch-Job

Die Aufgabe der Kachelung hat vorher der JDBC RIPS-Adapter erledigt. In einem Lauf konnte er nur ein einziges Raster kacheln und in die Datenbank schreiben. Die zu jedem lesenden bzw. schreibenden Operation benötigten Metadaten mußten bei jedem Raster neu aus der Datenbank gelesen werden.

Um die Kachelung von Rasterdaten bequemer und performanter durchführen zu können, wurde ein kleines Programm namens BatchRasterTiler geschrieben. Dieses nimmt eine Beschreibungsdatei als Parameter entgegen und kachelt alle dort aufgeführten PNG-Bilder in einem Prozeß. Jede Zeile in der Beschreibungsdatei beschreibt eine Kachelung mittels folgender Angaben:

- Name der PNG-Datei, welche zu kacheln ist,
- vier Koordinaten der Bounding Box,
- Objekt-ID (z.B. Kartenblattnummer),
- Themen-ID (oder –Name),
- Geometrie-ID (oder –Name).

Während der Kachelung wird auch eine optionale Log-Datei gefertigt, worin der Ablauf des gesamten Kachelungsprozesses dokumentiert wird.

3.5 Implementierung eines Cache für Geoobjekte

GISterm liest Geodaten in Form von Geoobjekten aus verschiedenen Datenquellen aus und hält sie dann im Hauptspeicher. Bei Änderungen des aktuellen Kartenausschnittes bzw. bei der Anzeige von neuen Themen werden ständig neue Objekte aus den neuen Bereichen

bzw. Themen in den Speicher geladen. Geodaten stellen bekanntlich eine enorme Menge an Daten dar (besonders bei Rastergeometrien), deshalb ist ein sparsames Umgehen mit dem begrenzt zur Verfügung stehenden Hauptspeicher unerlässlich.

Die vorherigen Versionen von *GISterm* haben einen Cache-Mechanismus für Rastergeometrien implementiert und dadurch die Freigabe dieser Geometrieobjekte sichergestellt. Geobjekte mit Vektorgeometrien wurden nach dem Einlesen nicht mehr vom Hauptspeicher entfernt. Dieses Vorgehen brachte einen mit den Anfragen ständig steigenden Speicherbedarf mit sich. Die einmal erfragten Geobjekte mußten nicht noch einmal erfragt werden, als sie erneut benötigt wurden; andererseits wurden sie aber nicht vom Hauptspeicher gelöscht, auch wenn sie nicht mehr verwendet wurden.

Um den Speicherbedarf in Grenzen zu halten, wurde ein neuer Cache-Mechanismus implementiert, welcher nur diejenigen Geobjekte im Hauptspeicher hält, die auch tatsächlich für die Anzeige oder andere Operationen in Einsatz kommen. Ein im Hintergrund laufender Garbage-Collector sorgt periodisch für das Entfernen nicht mehr benötigter Geobjekte vom Hauptspeicher, wobei eine kleine definierbare Menge solcher Objekte im Cache zurückgehalten wird. Der von den entfernten Geobjekten belegte Speicher wird innerhalb der Java Virtuellen Maschine sofort freigegeben.

4. Legendenbeschreibung

Die aus den verschiedenen Datenquellen ausgelesenen Geodaten besitzen Geometrie- und Sachattribute, enthalten aber keine Information darüber, wie sie präsentiert werden sollen. Die Zuweisung von Darstellungsattributen erfolgte bisher unabhängig von der jeweiligen Geodatenserver, obwohl manche der Server in der Lage sein könnten, auch diese Information zu liefern. Die Aufgabe war daher, geeignete Strukturen und Vorgehen in *GISterm* zu entwerfen, welche für die Haltung und das Auslesen von Darstellungsinformationen zuständig sind.

4.1 Erweiterung des Datenbankschemas

Das alte Geodatenchema des Projektes WAABIS definierte keine Strukturen für das Hinterlegen von Darstellungsattributen, so konnten sie auch nicht vom JDBC RIPS-Adapter an den *GIStermServer* weitergegeben werden. Das Datenbankschema wurde deshalb um neue Tabellen ergänzt, welche Daten zur Präsentation von Themen enthalten (Abbildung 2).

Eine Legende kann entweder die gleiche Darstellungssymbolik für alle dem jeweiligen Thema zugehörigen Geobjekte definieren (Tabelle GEO_RENDERER_SIMPLE) oder eine Klassifikation vorschreiben, entsprechend der die Geobjekte präsentiert werden. Die Klassifikation teilt die Geobjekte in Klassen ein, für welche jeweils eine andere Symbolik angegeben wird. Bei der Klassifikation nach einzelnen Werten (Tabelle GEO_RENDERER_UNIQUEVALUE) werden Klassen basierend auf jeweils einem Wert des Legendenattributs gebildet; bei der Klassifikation nach Intervallen (Tabelle GEO_RENDERER_CLASSBREAKS) wird eine Klasse einem Intervall des Wertbereichs zugewiesen. Die Symbolik wird in Symboltabellen festgelegt und durch eine Symbol-ID mit der Klasse verbunden. Da ein Geobjekt mehrere Geometrien von verschiedenen Typen besitzen kann, wird zu jeder Klasse jeweils ein Punkt-, ein Linien- und ein Flächenfüllungssymbol angegeben.

Symbole werden in der vorgegebenen Farbe angezeigt, außerdem definieren sie typspezifische Eigenschaften. Für Punktsymbole wird eine Größe, eine Drehung und ein Punkttyp angegeben, Liniensymbole werden durch Breite und Linientyp, Füllungssymbole durch Füllungstyp beschrieben. Der Punkttyp gibt an, ob eine vordefinierte einfache geometrische Form (wie Kreis oder Dreieck) oder ein Zeichen aus einem TrueType-Zeichensatz oder sogar ein kleines Bild als Punktsymbol dienen soll. Ähnlich gibt es auch für Linien- und Flächenfüllungssymbole vordefinierte Geometrien oder aus Bildern aufzubauende Muster.

4.2 Legendenbeschreibung in GIStern

Das oben beschriebene Schema wird vom JDBC RIPS-Adapter in eine innerhalb von *GIS-tern* einheitliche Legendenbeschreibung abgebildet (Abbildung 3). Jede Legende (*Legend*) besteht aus einer oder mehreren Klassen (*LegendClass*), die den Wertbereich, die zugewiesene Symbol-ID und einige Darstellungsattribute, welche die in der Symboldefinition spezifizierte Symbolik überschreiben können, angeben. Einfache oder zusammengesetzte Symbole werden in Symbolpaletten verwaltet und können in Punkt- (*MarkerSymbol*), in Linien- (*LineSymbol*) und in Flächenfüllungssymbole (*FillSymbol*) unterteilt werden.

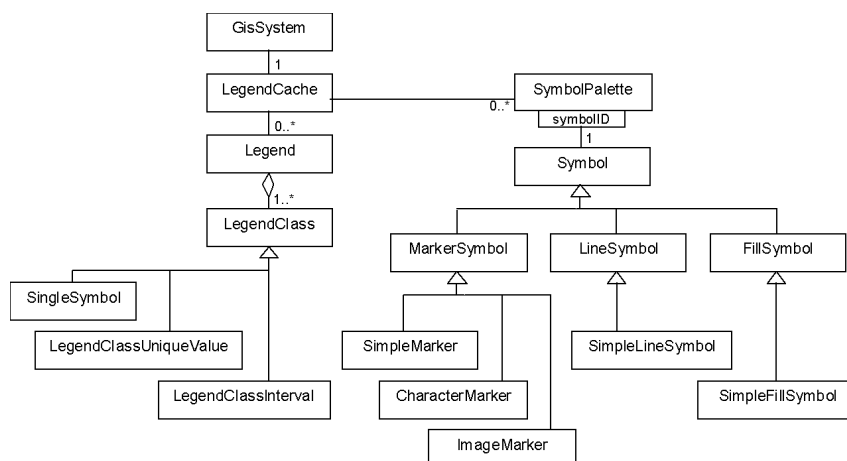


Abbildung 3: Klassenstruktur für Legenden und Symbole

5. Diagramm-Dienst

5.1 Übersicht

Eine der wesentlichen Aufgaben eines Umweltinformationssystems (UIS) ist die Erhebung, Analyse und Prognose der punktuellen und landesweiten Umweltsituation. Hierzu werden umfangreiche Daten gemessen und in Datenbanken gespeichert. Diese Primärdaten müssen über eine Vielzahl von allgemeinen und fachspezifischen Auswertesystemen aufbereitet und aggregiert werden. Bei dieser Aufbereitung und Analyse kommt der graphischen Darstellung der Daten in Diagrammen und Kartogrammen eine besondere Rolle zu.

Da diese graphische Aufbereitung in vielen Anwendungen unterschiedlicher Fach- und Dienststellenbereichen benötigt wird, liegt es nahe, diese Funktionalität über einen einheitlichen Systemdienst bereitzustellen. Dieser Diagrammdienst kann Entwicklern von Fachanwendungen Softwarekomponenten und Schnittstellen bereitstellen, mit denen Meßreihen in graphischen Diagrammen und Kartogrammen präsentiert werden können.

Dabei verfolgt der Dienst das Ziel, zunächst eine möglichst generische, nicht-fachspezifische Funktionalität zu realisieren. Der Dienst versucht jedoch die Schnittstellen so offen und konfigurierbar zu gestalten, daß ein Anwendungsprogrammierer auch fachspezifische Datenaufbereitungen und Visualisierungen erzeugen kann. Weiterhin sind in dem Dienst keine Funktionen zur algorithmischen, statistischen oder interpolierenden Datenmanipulation oder –aggregation enthalten. Diese Funktionen können von einem eigenständigen Systemdienst oder einer Fachanwendung implementiert, und auf Basis der hier spezifizierten Schnittstellen zusammen mit dem Diagrammdienst genutzt werden.

5.2 Konzept

Das Erzeugen von graphischen Darstellungen ist ein komplexer Prozeß. Der Diagramm-Dienst verfolgt das Ziel diesen komplexen Prozeß zu kapseln und Anwendungsentwicklern eine klar strukturierte Schnittstelle anzubieten um Diagrammdarstellungen zu generieren.

Aus diesem Grund definiert der Dienst zunächst Klassenstrukturen, über die eine deklarative Beschreibung eines Diagramms ausgehend von den zu visualisierenden Daten ermöglicht wird. Diese Schnittstelle wird im nachfolgenden Abschnitt näher erläutert.

Um Diagramme zu generieren werden spezifische Softwarekomponenten bereitgestellt. Diese Komponenten sind in der Lage Diagrammbeschreibungen zu visualisieren und stellen dem Benutzer weitere Interaktions- und Gestaltungsmöglichkeiten zur Verfügung. Die Komponente zur Darstellung von Business- und Meßreihendiagrammen ist eine JavaBean-Komponente die einfach in die GUI-Hierarchie von Fachanwendungen integriert werden kann. Für die Darstellung von Kartogrammen stellt der Diagramm-Dienst einen besonderen Layertyp bereit, über den Diagrammbeschreibungen einfach in Karten visualisiert werden können.

5.3 Schnittstelle des Dienstes

Abbildung 4 zeigt das Klassendiagramm der allgemeinen Schnittstelle, mit der innerhalb des *GISternFramework* Diagrammvisualisierungen spezifiziert werden. Diese Schnittstelle ist sowohl für die Spezifikation von Businessdiagrammen, als auch für die Spezifikation von Kartendiagrammen gültig.

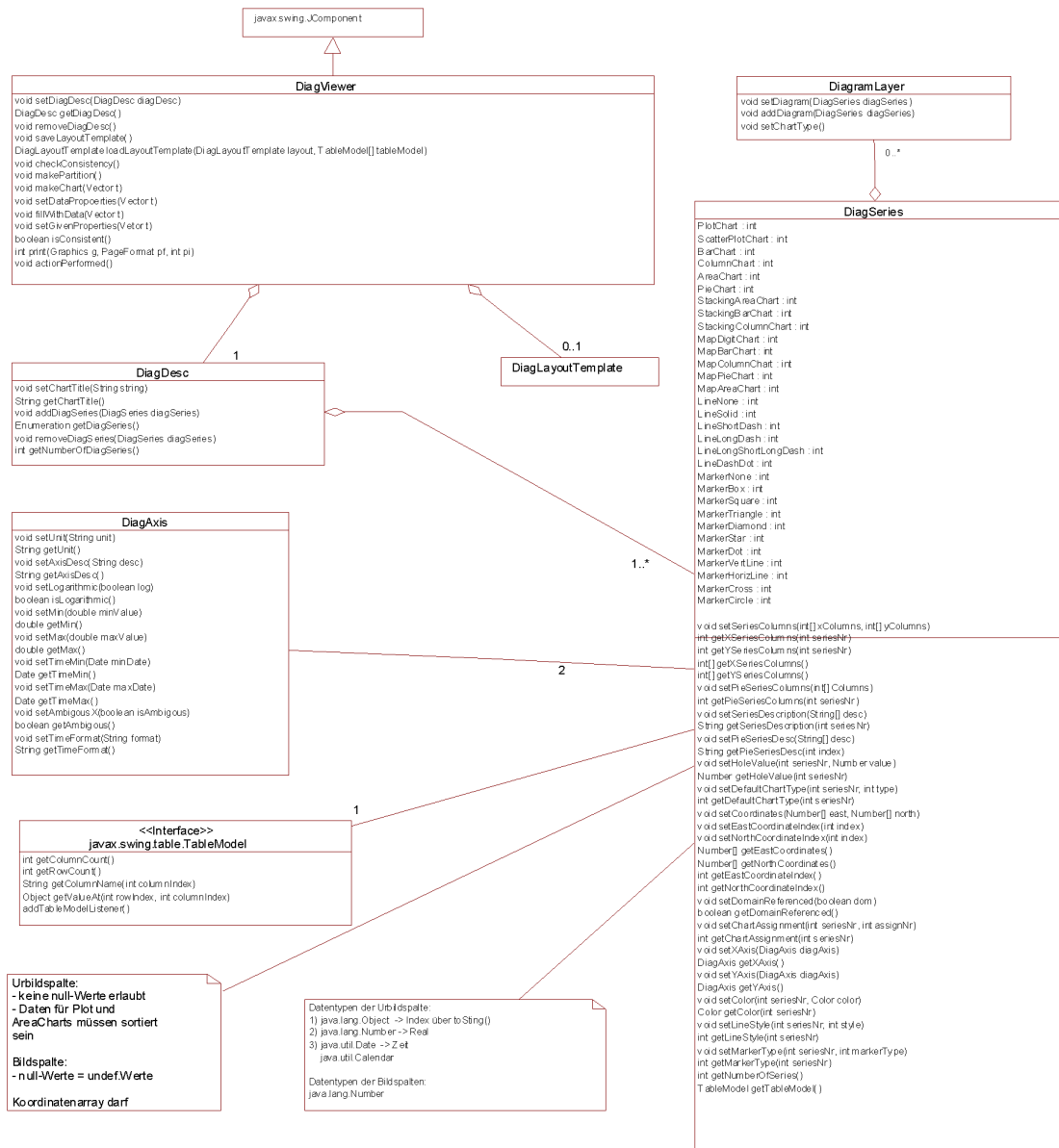


Abbildung 4: Diagrammschnittstelle

Die grundlegende Struktur der Schnittstelle sieht folgendermaßen aus: Ein Diagramm wird durch die Klasse *DiagDesc* definiert. Diese Klasse legt allgemeine Eigenschaften des Diagramms fest. Ein Diagramm kann aus mehreren Diagrammkurven bestehen, die durch die Klasse *DiagSeries* modelliert werden. Jede Diagrammkurve definiert wiederum eine

Zugehörigkeit zu einem Achsentupel im Diagramm über Assoziationen zu `DiagAxis`-Objekten. Somit können Diagramme mit beliebig vielen x- und y-Achsen spezifiziert werden. Eine Diagrammkurve liest ihre Daten über ein `TableModel`. Im `DiagSeries`-Objekt kann definiert werden, aus welcher Tabellenspalte die x-Werte und aus welchen Spalten die y-Werte gelesen werden. Es ist somit ebenfalls möglich mehrere Kurven, sofern sie den gleichen Diagrammachsen zugeordnet sind, in einer `DiagSeries` zu beschreiben. Jeder Kurve in einer `DiagSeries` können geographische Koordinaten zugeordnet werden. Dabei kann die Zuordnung einer geographischen Koordinate entweder zu einer gesamten Kurve oder zu einzelnen Werte einer Kurve festgelegt werden.

Das *GISternFramework* stellt durch die Klasse `DiagViewer` eine Komponente bereit, mit der `DiagDesc`-Definitionen dargestellt werden können. Diese Komponente nutzt dazu intern die Diagrammbibliothek `JClass Chart` der Firma `KL Group`.

Aus der obigen Beschreibung geht hervor, daß in einer `DiagDesc` mehrere Businessdiagramme definiert werden können. Über ein `DiagLayoutTemplate` soll spezifiziert werden können, wie diese Businessdiagramme zueinander positioniert werden sollen. Außerdem soll das `DiagLayoutTemplate` die Schablonenerstellung für verschiedene Kurvenarten definieren. Dadurch kann erreicht werden, daß man Standardansichten, bei denen z.B. drei Diagramme x-achsenbündig untereinander dargestellt werden, spezifizieren kann.

5.4 Businessdiagramme

Ein Businessdiagramm kann mit der Schnittstelle wie im folgenden spezifiziert, beschrieben werden. Zuerst muß ein neues `DiagDesc`-Objekt erzeugt werden.

Dieses Diagramm kann mehrere `DiagSeries` beinhalten, wobei zu einer `DiagSeries` immer genau zwei Achsen gehören. Das sind zwei Objekte der Klasse `DiagAxis`, welche die x- und die y-Achse der `DiagSeries` repräsentieren. Verschiedene `DiagSeries` können, müssen aber nicht unterschiedliche Achsenpaare besitzen.

Die Klasse `DiagSeries` kann wiederum mehrere „Kurven“ enthalten. Die Schnittstelle ist so konzipiert, daß der Zugriff auf die eigentlichen Daten über ein `TableModel` erfolgt. Die Klasse `DiagSeries` spezifiziert dabei welche Daten aus dem zugeordneten `TableModel` in dem Diagramm zu visualisieren sind. Es wird mit Hilfe der Spaltenindizes angegeben, wo im `TableModel` die Urbild- und Bildmengen der einzelnen Kurven abgelegt sind.

Auf der Urbildachse können im `TableModel` die Wertetypen `java.lang.Number`, `java.util.Date` und `java.lang.Object` bzw. deren Untertypen verwendet werden, während auf der Bildachse nur `java.lang.Number`-Werte erlaubt sind. Außerdem müssen die Daten für Flächen- und Liniendiagramme auf der Urbildspalte sortiert vorliegen.

Jede `DiagSeries` referenziert zwei Objekte der Klasse `DiagAxis`. Diese Objekte repräsentieren die x- und die y-Achse. Durch dieses Achsentupel wird die Zugehörigkeit der in `DiagSeries` beschriebenen Kurven zu einem spezifischen x-, y-Achsenpaar spezifiziert. Ein `DiagAxis`-Objekt kann durchaus mehreren `DiagSeries` zugeordnet sein.

Jede der Kurven einer `DiagSeries` kann unterschiedliche Eigenschaften annehmen. Für jede Kurve kann eine „Hole-Wert“ gesetzt werden, der nicht definierte Werte repräsentiert. Die Farbe, der Linientyp und das Punktsymbol einer Kurve kann gewählt werden. Außerdem muß für die Layoutschablonenfunktionalität angegeben werden, in welche Kurve das Diagramm gezeichnet wird.

Die folgende Abbildung 5 zeigt ein mit dem Diagrammdienst erstelltes zufälliges Businessdiagramm, in dem mehrere Diagrammtypen miteinander kombiniert werden. Im Beispiel wird ein Säulendiagramm mit einem Liniendiagramm und einem Punktdiagramm kombiniert in einem Chart dargestellt. Eine Unterberechnung der Linie, ein fehlender Punkt oder Balken repräsentieren undefinierte Werte.

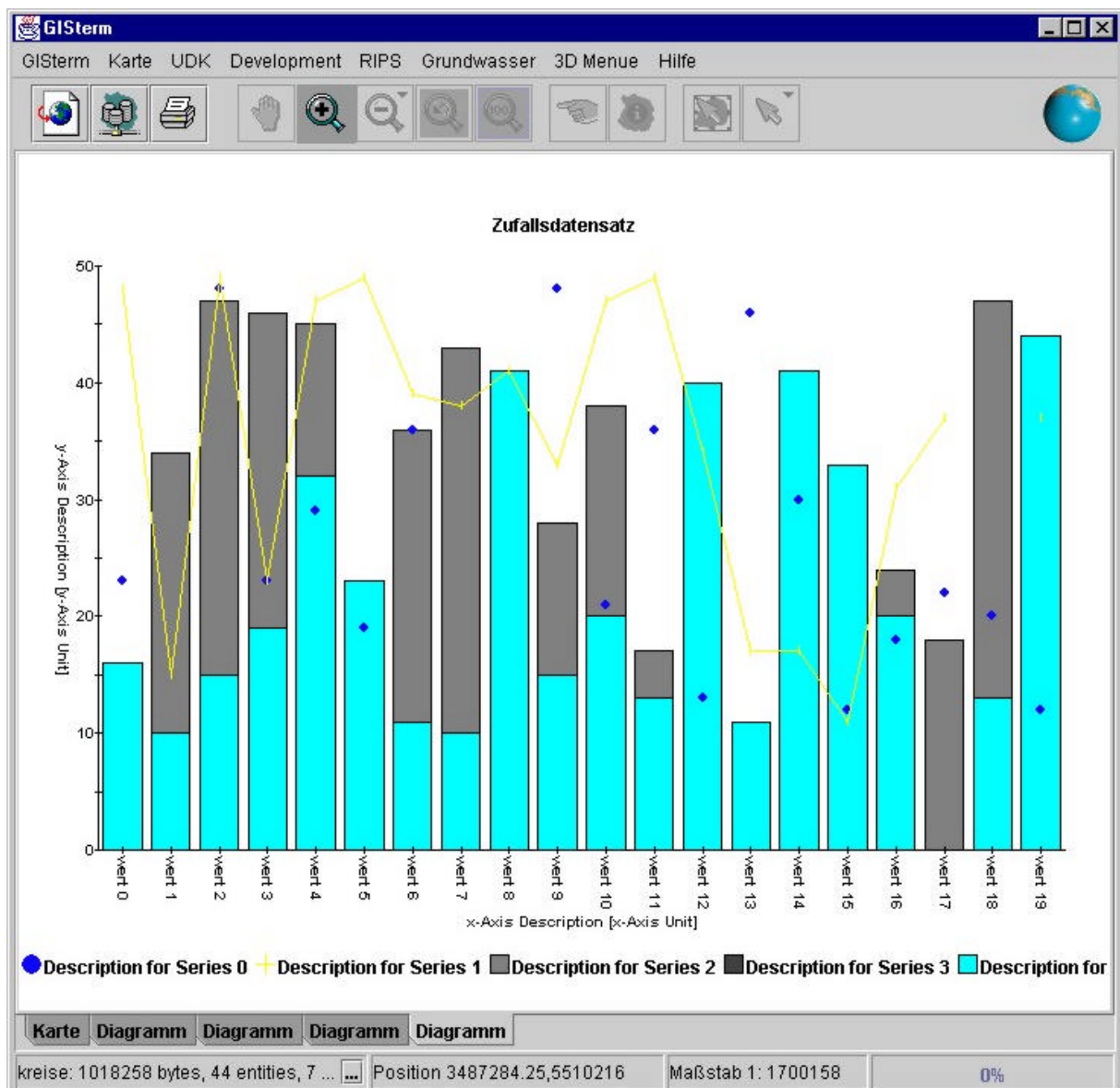


Abbildung 5: Businessdiagramm

Die Klasse `DiagSeries` verwaltet noch weitere Eigenschaften. Diese sind für die Verwaltung der geographischen Koordinaten zuständig und werden nur für Kartendiagramme und nicht für Businessdiagramme benötigt.

Die Klasse `DiagAxis` beschreibt die Achseneigenschaften näher. Dazu gehört die Achsenbeschreibung, bestehend aus Achsentitel und Einheit, die Festlegung des Wertebereichs der Achse, und die Skalierung der Achse (linear oder logarithmisch).

Eine Achse kann mit Zeitwerten, nominalen Werten oder numerischen Werten belegt werden. Bei der Verwendung von Zeitwerten muß noch das Darstellungsformat dieser Zeitwerte für die Achse festgelegt werden. Dafür wird die `java.text.SimpleDateFormat` Klasse verwendet. Numerische Werte werden als Zahlen interpretiert. Deswegen muß eine Uneindeutigkeit von numerischen Werten angegeben werden.

Zukünftig soll es auch möglich sein, die Diagrammwerte in Businessdiagrammen zu verändern. Diese Änderungen werden dann über das `TableModel` weitergereicht.

5.5 Kartendiagramme

Die Schnittstelle kann ebenfalls verwendet werden, um Kartendiagramme zu erzeugen. Dafür sind allerdings einige Besonderheiten zu beachten. Kartendiagramme können nicht so komplex dargestellt werden wie Businessdiagramme. Zur Beschreibung der Kartendiagramme wird lediglich die `DiagSeries` und nicht die `DiagDesc` verwendet. In einem `DiagramLayer` kann eine oder mehrere `DiagSeries` eingefügt werden. Zeitwerte sind in Kartendiagrammen nicht möglich. Damit eine `DiagSeries` als Kartendiagramm dargestellt werden kann, muß sie zusätzliche Informationen über den Geobezug erhalten. Es muß festgelegt werden, ob die Koordinateninformation bezüglich der Spalten oder der Zeilen des `TableModel` gilt. Für die Darstellung von Kartendiagrammen existieren folgende Fälle:

Der Geobezug liegt auf den Spalten und es existieren mehrere Koordinaten. Jede in `DiagSeries` spezifizierte Kurve erhält ein Diagramm.

Der Geobezug liegt auf den Spalten und es existiert nur eine Koordinate. Alle Kurven werden in einem Kartendiagramm erzeugt.

Der Geobezug liegt auf den Zeilen. Das sich daraus ergebende Kartendiagramm ist eine Kombination der im `TableModel` definierten Kurven. Die Erzeugung eines Liniendiagramms macht hier keinen Sinn, da verschiedene Kenngrößen in einer Kurve zusammengefasst werden können. Außerdem wird die Urbildachse bei der Darstellung der Kurven nicht benutzt.

Die folgende Abbildung 6 zeigt ein mit komplexes Kartendiagramm.

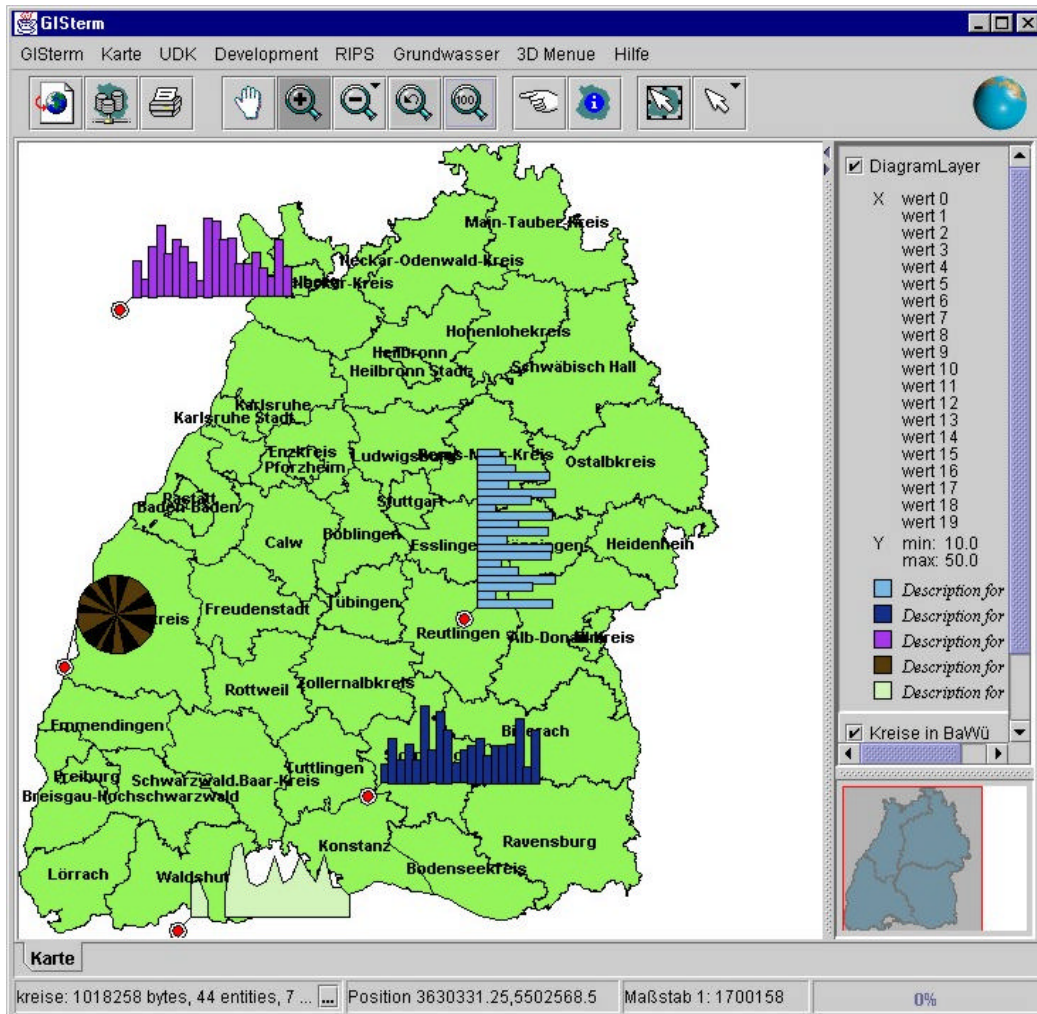


Abbildung 6: Kartendiagramm

Der DiagramLayer enthält zwar nur eine DiagSeries, diese enthält allerdings mehrere Kurven verschiedenen Typs. Die Diagramme dieses Beispiels haben den Geobezug auf den Spalten, deswegen sind auch Flächendiagramme möglich. Über die Farbe kann die Kurvenbeschreibung der richtigen Kurve zugeordnet werden. Die x-Achse aller Diagramme zeigt nach rechts und stellt in diesem Fall nominale Werte dar (wert0 bis wert19), während die y-Achse nach oben zeigt und die Beschriftung in der Legende auf das Wertintervall der y-Achse hinweist. Beim Balkendiagramm zeigt die x-Achse nach oben und die y-Achse nach rechts.

Eine weitere Möglichkeit, die im obigen Beispiel nicht dargestellt ist, ist die Verwendung von numerischen Urbildwerten, dann wird für die x-Achse, wie im Beispiel bei der y-Achse das Wertintervall angegeben. Bei der Verwendung von Daten mit Geobezug auf den Zeilen des TableModels erhält jeder Balken eine Farbe, da hierbei die in der Tabelle gespeicherten Kurven kombiniert werden. Als zusätzliche Funktionalität ist es außerdem möglich mehrere DiagSeries in einen Layer einzuladen und zusammen zu verwalten.

5.6 Verwendung des Diagramm-Dienstes

Mit Hilfe der in Abschnitt „Schnittstelle des Diagramm-Dienstes“ beschriebenen Schnittstelle ist es möglich die Diagramme deklarativ zu beschreiben. Diese Diagramme werden innerhalb von GISterm mit Hilfe einer JavaBean-Oberflächenkomponente, dem `DiagViewer`, eingebunden. Es ist aber auch genauso möglich diese Komponenten unabhängig vom GISterm in andere Fachanwendungen einzubetten. Der `DiagViewer` stellt das durch die übergebene `DiagDesc` spezifizierte Diagramm dar und bietet dem Anwender die Möglichkeit, Diagrammeigenschaften interaktiv zu verändern. Zur komfortableren Erzeugung von Diagrammen bietet der Diagramm-Service zukünftig außerdem die Funktion Layoutschablonen herzustellen. In einer Layoutschablone kann der Aufbau des Diagramms mit den zu erwartenden Kurvenarten und Achsenintervallen gespeichert werden. Ein solches Diagramm kann aus mehreren Unterdiagrammen bestehen, die übereinander positioniert werden. Es soll möglich sein die Layoutschablone eines bereits erstellten Diagramms abzuspeichern. Die eigentlichen Wertetabellen müssen beim Laden einer Layoutschablone mitgeliefert werden.

6. 3D-Service

Das GIStermFramework konnte bislang nur zweidimensionale Geodaten visualisieren. Diese 2D-Daten stellen auch den Hauptanteil der Geodaten eines Umweltinformationssystem dar. In einigen Fachanwendungen besteht jedoch auch der Bedarf, vorhandene 3D-Daten zu bearbeiten und zu visualisieren.

Um diese Daten visualisieren zu können wurde der 3D-Service entwickelt. Der 3D-Service basiert auf der Java3D Technologie und stellt grundlegende Strukturen und Komponenten für den Umgang mit 3D-Daten innerhalb des GIStermFramework zur Verfügung. Diese Strukturen orientieren sich an den bewährten Methoden, 2D-Geodaten zu verarbeiten. So ist es z.B. möglich, 3D-Daten in 3D-Layern in Analogie zu den 2D-Layern zu verwalten. Diese 3D-Layer ermöglichen es dem Benutzer, auf den Objekten die gleichen Operationen (z.B. Selektieren einzelner Objekte oder Anzeigen von Sachattributen) wie im 2D-Fall auszuführen. Durch diesen einheitlichen Ansatz konnten zudem viele Strukturen und Komponenten, die bereits für den 2D-Fall entwickelt wurden, direkt im 3D-Service mitbenutzt werden.

GeoPro^{3D} ist eine Anwendung, welche den 3D-Service des GIStermFrameworks benutzt, um Visualisierungsaufgaben aus dem Grundwasserbereich zu verwirklichen. Im Zuge der Entwicklung eines Prototyps für GeoPro^{3D} wurde gleichzeitig der allgemeine Teil des 3D-Service erweitert und verbessert.

6.1 3D-Service Struktur

Das GIStermFramework ist so strukturiert, daß es möglich ist verschiedene Dienste zu erstellen und je nach Anforderung des Benutzers dynamisch zum System hinzuzufügen oder wegzulassen. Der 3D-Service ist als solcher Dienst verwirklicht.

Ziel des 3D-Service ist es, dem Anwendungsentwickler ein 3D-GIS-Baukastensystem zur Verfügung zu stellen, mit dem 3D-GIS-Anwendungen realisiert werden können. Gleichzeitig sollen die bewährten zweidimensionalen Strukturen und Funktionen soweit möglich mitverwendet werden. Der Baukasten soll die Realisierung von 3D-Funktionen und Prinzipien so abstrahieren, daß der Anwendungsprogrammierer keine Kenntnisse in Java3D benötigt.

6.1.1 Funktionen des 3D-Service

Das vorrangige Ziel des 3D-Service ist es 3D-Verwaltungs- und Visualisierungsstrukturen zu schaffen. Dazu wird auf der einen Seite eine graphische Oberflächenkomponente geschaffen, welche die virtuelle Welt erzeugt und in den GISternFramework integriert. Außerdem sind in dieser Komponente die Grundfunktionen der Navigation implementiert, damit die 3D-Szene jederzeit dynamisch betrachtet werden kann. Die 3D-Navigation wurde dabei so implementiert, das die linke Maustaste die Möglichkeit bietet den Ansichtspunkt des Benutzers so zu versetzen, daß eine Rotation um die dargestellten Objekte entsteht. Die mittlere Maustaste implementiert die Zoom-Funktion, die den Abstand des Betrachters zum Objekt hin vergrößert oder verkleinert, während die rechte Maustaste die Pan-Funktion realisiert, mit der die *ViewingPlatform* parallel zum Objekt verschoben wird. Neben diesen drei allgemeinen Navigationsfunktionen wird zusätzlich noch die Funktionalität des *ZoomToExtent* in die Oberflächenkomponente des 3D-Service implementiert. Diese Funktionalität erlaubt dem Benutzer die *ViewingPlatform* an die Stelle zu versetzen, von der aus der gewählte Ausschnitt der Szene komplett zu überblicken ist. Dieser Ausschnitt kann entweder die ganze Szene oder einen Layer derselben repräsentieren.

Für die Verwaltung der 3D-Objekte wird eine Klassenstruktur geschaffen, die es ermöglicht semantisch zusammengehörende Objekte in einem gemeinsamen Layer zu verwalten. Dabei gehören zur Objektverwaltung sowohl die Komponenten, die die eigentlichen Objekte verwalten (Layer), als auch die Klassen, welche die Aufgabe haben, die Layer zu verwalten. Ein 3D-Layer stellt hier keine Ebene dar, sondern definiert einen thematischen Zusammenhang der Objekte, die zu ihm gehören. Dabei spielt die Verteilung der Objekte im Raum keine Rolle. In einem dreidimensionalen Geoinformationssystem müssen zum Einen Objekte ohne Sachdatenbezug dargestellt werden, wie zum Beispiel eine Geländeroberfläche, zum anderen enthält es Geoobjekte, die einen Sachdatenteil besitzen. Damit diese Objekte gesondert verwaltet werden können, wurde neben dem allgemeinen 3D-Layer eine weitere Ebene, nämlich die Feature-Layer-Ebene, zur Verwaltung von Feature-Objekten, also Objekte, die einen Sachdatenteil besitzen, geschaffen. Die Verwaltung der Sachdaten weist im Dreidimensionalen keine Unterschiede zum Zweidimensionalen auf, weswegen hierbei soweit möglich die Strukturen und Klassen des 2D-Teil des GISternFramework verwendet werden.

Ein weitere GIS-Funktionalität, die im 3D-Service implementiert wird, ist die Möglichkeit der Interaktion mit den Objekten. Dabei soll der semantische Zusammenhang der Objekte mit denen interagiert wird beachtet werden. Daher werden die Funktionalitäten der Selektion von Objekten und der Anzeige der Sachattribute eines Objektes auf der Layerebene implementiert. Mit Hilfe der Strukturen der Layer- und Objektverwaltung werden im Layermenü folgende Funktionalitäten implementiert:

- Sichtbar- und Unsichtbarmachen des Layers,

- Löschen des selektierten Layers,
- Löschen aller Layer,
- Zoom to Layerextent,
- Die Selektion einzelner Objekte,
- Die Anzeige von Informationen über das Objekt,
- Die Selektion aller Objekte,
- Die Invertierung der Selektion,
- Die Deselektion aller Objekte.

Diese Funktionen, befinden sich im Layermenü von GISterm, welches durch einen Klick der rechten Maustaste auf einem Layer aktiviert werden kann.

6.1.2 Übersicht der wichtigsten Klassen des 3D-Service

Abbildung 7 zeigt die wesentlichen Klassen der Implementierung des 3D-Moduls. Mit Hilfe der Klasse `GIS3DService` wird die Verbindung zum 2D-GISterm hergestellt. Außerdem bearbeitet diese Klasse indirekt die Aufrufe der Funktionalitäten (Extrude3D-Service, 3D-Shapemapper oder GeoPro^{3D}) des Service. Davon abgesehen hat diese Klasse keine zentrale Bedeutung für die Implementierung des 3D-Baukastens. Als Ergebnis können beliebig viele `GIS3DView` Komponenten, in denen jeweils eine 3D-Szene enthalten ist, entstehen. Die Klasse `GIS3DView` ist eine Oberflächenkomponente, das bedeutet, daß sie dafür verantwortlich ist, 3D-Objekten ein virtuelles Universum zu schaffen und diese darin zu rendern. Damit ist `GIS3DView` eine zentrale Komponente, die außerdem die Aufgabe hat den Graphikview des virtuellen Universums in das GUI (Graphical User Interface) von GISterm zu integrieren.

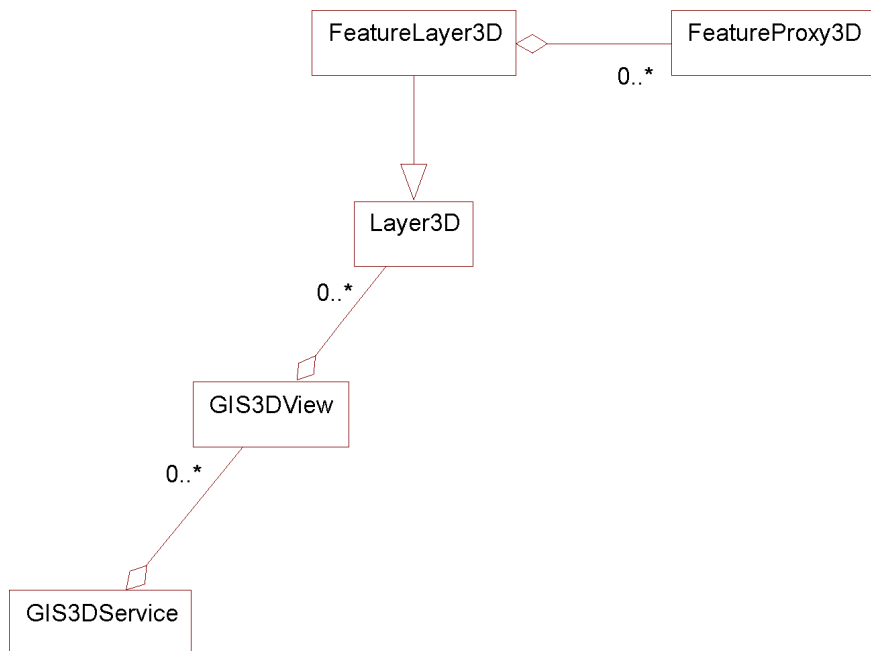


Abbildung 7: Wichtige Klassen des 3D-Service

Um 3D-Objekte semantisch sinnvoll verwalten zu können, gibt es bei der Realisierung des 3D-Service genau wie im zweidimensionalen Teil des GISternFramework eine Layerverwaltung. Der `GIS3DView` kann mehrere Layer gleichzeitig verwalten und darstellen. Die Klasse `Layer3D` wiederum verwaltet die notwendigen Informationen über einen Layer. In einen `Layer3D` können beliebige 3D-Objekte eingefügt werden. Um 3D-Objekte mit Sachattributen verwalten zu können, `FeatureProxy3D` Objekte, wurde die Klasse `FeatureLayer3D` von `Layer3D` abgeleitet. In einen `FeatureLayer3D` können nur `FeatureProxy3D` Objekte eingefügt werden. Das besondere an einem `FeatureProxy3D` Objekt ist, daß es zusätzlich zur Geometriespezifizierung die jedes darzustellende Objekt besitzt, auch über einen Sachdatenteil verfügt, der ebenfalls verwaltet werden muß.

6.2 GeoPro^{3D}

Die 3D-Anwendung GeoPro^{3D} benutzt den 3D-Service von GIStern um die folgende Aufgabe zu lösen. Um Konflikte zwischen Bauvorhaben und Grundwasserschichten in Baustellenbereichen zu entdecken, wurden bisher Abstiche aus Grundwassermengenmesswerten von Hand linear auf dem Papier interpoliert. Zur Arbeitserleichterung sollte zur Lösung dieser Problemstellung ein digitales Verfahren entwickelt werden, das es ermöglicht die Zusammenhänge zwischen Bauvorhaben und Grundwassermeßstellen visuell zu interpretieren.

Die Grundwassermeßstellen, welche die Werte die zur Lösung der Problemstellung benötigt werden besitzen, befinden sich in der Grundwasserdatenbank (GWDB) und können mit Hilfe des Sachdatensystems (SDS) selektiert und im zweidimensionalen Teil von GIStern dargestellt werden.

GeoPro^{3D} ermittelt selektierte Meßstellen und die notwendigen Eigenschaften zur Erzeugung einer 3D-Szene, in der die Baustelle, verschiedene Grundwasserschichten und hydrogeologische Kurzprofile der Meßstellen enthalten sind. Die Informationen über die Baustelle werden mit Hilfe eines Benutzerdialogs ermittelt. Die Daten der hydrogeologischen Kurzprofile und Grundwasserstände können mit Hilfe der von der Fraunhofer Gesellschaft entwickelten Java-Fachobjektklassen aus der GWDB abgefragt werden.

Sind die notwendigen Daten einmal ermittelt, muß noch die 3D-Szene erstellt werden. Dafür wird zunächst ein `GIS3DView` benötigt, der die Szene beinhaltet. Der Szeneninhalte setzt sich folgendermaßen zusammen. Ein Layer beinhaltet die Baustelle als verschiedenfarbig geschichteter Quader, so daß die relative Höhe des Bauwerks pro Schicht abgeschätzt werden kann. Ein weiterer Layer enthält die Oberflächenlagepunkte der Meßstellen mit Beschriftung der Geländehöhe. Die restlichen Layer enthalten triangulierte Schichten, und zwar drei bis vier Grundwasserschichten (minimale, mittlere und maximale Grundwasserhöhe des angegebenen Zeitraumes und evtl. zusätzlich eine Schicht für einen bestimmten Stichtag) und verschiedene hydrogeologische Kurzprofilschichten.

Um diese Schichten erstellen zu können, wird die Delaunay-Triangulation der Klassenbibliothek VisAD, auf die diskret im Raum verteilten Punkte angewendet. Dabei wird eine 2D-Delaunay-Triangulation angewendet und die Höheninformation der Punkte erst im Anschluß wieder hinzugefügt, so daß eine dreidimensionale geländeförmige Oberfläche entsteht.

Für die Erstellung dieser Schichten wurde der allgemeine 3D-Service um die Klasse TerrainLayer3D erweitert, die aus Raumpunkten mit x-, y-, und z-Werten, eine geländeartige Oberfläche erstellen kann. Von dieser Klasse abgeleitet wurden dann die Klassen GeoProfileLayer3D und WaterLayer3D, welche die zusätzlichen Eigenschaften für die von GeoPro^{3D} benötigten Wasser- und Profilschichten, beschreiben. Der allgemeine 3D-Service wurde außerdem um die Klasse PointLayer3D erweitert, also einen Layer der 3D-Raumpunkte mit Beschriftung enthält.

Die Hauptanwendungsklasse von GeoPro^{3D} ist die Klasse GroundWaterApp, welche als dynamischer GIS-Term-Dienst realisiert ist. Diese Klasse stellt die Verbindung zur Datenbank her, startet den Benutzerdialog ConstructionSiteDialog und erstellt die 3D-Szene mit der Baustelle mit Hilfe der GeoPro^{3D}-Klassen ConstructionSiteLayer und ConstructionBox und der diversen triangulierten Schichtenlayer. Abbildung 8 dient zur Verdeutlichung der Klassenstruktur von GeoPro^{3D}.

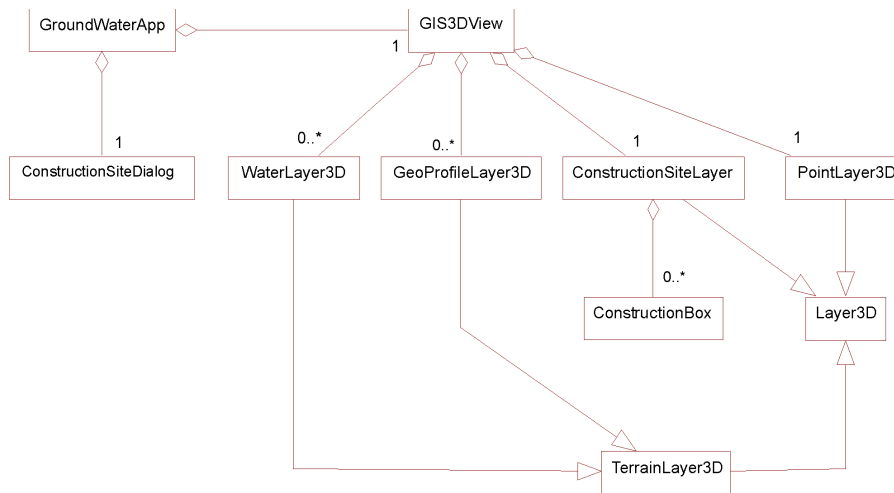


Abbildung 8: Klassendiagramm GeoPro3D

Abbildung 9 zeigt eine 10-fach überhöhte 3D-Szene, die mit GeoPro^{3D} erstellt wurde. In der Darstellung ist die Geländeoberfläche zu erkennen, auf welcher die Messstellen mit Geländehöhenangabe zu erkennen sind. Die Schichten darunter repräsentieren die Grundwasserstände für den gewählten Zeitraum und zwei verschiedene hydrogeologische Layer. Das in verschiedenen Tönen skalierte Objekt, ist die Baustelle. Anhand des Farbtonverlaufs in der Legende kann festgestellt werden, in welcher Höhe eine Schicht die Baustelle schneidet. Die Überhöhung ist notwendig, um die relativ nah beieinanderliegenden Schichten visuell gut trennen zu können.

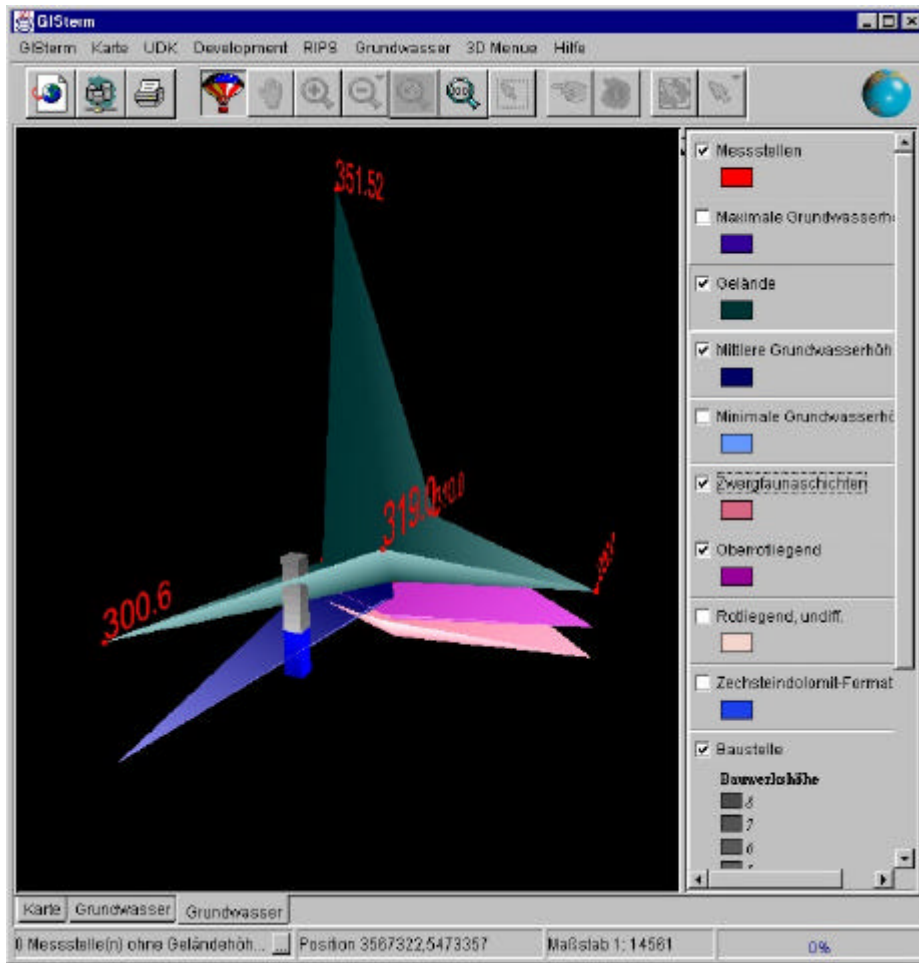


Abbildung 9: 3D-Szene

Das SDS-Komponentensystem

Ein System zur Integration, Filterung, Analyse, Darstellung und Verteilung strukturierter Informationen

*A. Otterstätter
disy Informationssysteme GmbH
Stephanienstr. 30
76133 Karlsruhe*

*R. Nikolai
Forschungszentrum Informatik (FZI)
Haid-und-Neu-Str. 10-14
76131 Karlsruhe*

*R. Mayer-Föll; R. Ebel
Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (UVM)
Postfach 103439
70029 Stuttgart*

*W. Heißler
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU)
Postfach 210752
76157 Karlsruhe*

1. EINLEITUNG	171
1.1 INTEGRIEREN, FILTERN, ANALYSIEREN, DARSTELLEN UND VERTEILEN STRUKTURIERTER INFORMATIONEN MIT DEM SDS	171
1.2 BESTANDSAUFNAHME SDS 1999.....	171
1.3 ZIELSETZUNG SDS 2000	172
1.4 ÜBERSICHT	172
2. WEITERENTWICKLUNG DER ARCHITEKTUR UND DES FRAMEWORKS	172
2.1 SELEKTIONSFRAMEWORK.....	172
2.2 REPORT PUBLISHING FRAMEWORK.....	174
2.2.1 <i>Ablauf der Report-Erzeugung</i>	174
2.2.2 <i>Erweiterung des Report Publishing Framework</i>	175
2.2.3 <i>Konfigurationsmöglichkeiten des Report Servers</i>	176
3. NEUE UND WEITERENTWICKELTE ANWENDERDIENSTE ZUR ERWEITERUNG DES FUNKTIONSUMFANGES	177
3.1 NAVIGATIONSDIENST	177
3.1.1 <i>Erweiterung des Navigationsdienstes</i>	177
3.2 HISTORIENVERWALTUNG.....	177
3.3 ARCHIVIERUNGSKOMPONENTE	178
3.4 STANDARDREPORT	179
3.4.1 <i>Motivation</i>	179
3.4.2 <i>Anforderungen</i>	179
3.4.3 <i>Softwareentwurf</i>	179
3.4.4 <i>Benutzerschnittstelle</i>	180
3.5 STATISTIKBIBLIOTHEK	182
3.5.1 <i>Motivation und Anforderungen</i>	182
3.5.2 <i>Funktionalität</i>	182
4. ADMINISTRATIONSWERKZEUGE	183
4.1 CONFIGURATOR	183
4.1.1 <i>Aufbau</i>	183
5. TECHNISCHE UMSTELLUNGEN UND ANPASSUNGEN	185
6. DAS SDS IN DER PRAXIS	185
7. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	185
8. LITERATUR.....	187

1. Einleitung

1.1 Integrieren, filtern, analysieren, darstellen und verteilen strukturierter Informationen mit dem SDS

Das komponentenbasierte Sachdatensystem (SDS) ist ein Informations- und Berichtssystem, das dazu dient, die alltäglichen Aufgaben mit Daten aller Art auf effiziente Weise zu erledigen. Dazu unterstützt das SDS folgende Vorgänge:

- **Integration und Filterung:** die intuitive Selektion relevanter Daten aus großen, möglicherweise verteilten Datenbeständen;
- **Analyse und Darstellung:** die Visualisierung dieser Daten in Diagrammen und thematischen Karten;
- **Verteilung:** die Aufbereitung der Daten zu Berichten (Reports) in unterschiedlichen Ausgabeformaten sowie die tabellarische Darstellung der Daten mit der Möglichkeit des Excel-Exports zur Weiterverarbeitung in MS Office-Produkten.

Das SDS lässt sich vom Systembetreuer einfach und ohne Programmierkenntnisse an beliebige Datenmodelle relationaler Datenbanken anpassen. Anschließend stehen den Benutzern – vom Sachbearbeiter bis zum Entscheider - innovative Recherchehilfen für die interaktive, explorative Erkundung des Datenbestandes und der komfortablen Selektionen bereit.

Der SDS-Navigationsdienst ermöglicht den gleichzeitigen Zugriff auf verteilte, hierarchische Datenbestände. Dies umfasst die gleichzeitige Suche über alle eingebundenen Daten (Metadaten, Sachdaten, Selektoren, Reports, etc.) und deren Darstellung. Mittels des Navigationsdienstes wird u.a. eine Suche innerhalb des Standard-Metadaten-Systems *Umweltdatenkatalog (UDK) /7/* direkt vom SDS zur Verfügung gestellt.

Die Ergebnisse der Selektionen bilden die Ausgangsbasis für die Aufbereitung von für den Druck vorbereiteter Reports oder die Visualisierung in Geschäftsgrafiken und durch die Integration des GIS-Tools (siehe Beitrag: „GIS-Tools - Weiterentwicklung des flexiblen Frameworks zur Analyse- und Visualisierung von raumbezogenen Daten“) thematischen Karten. Routineaufgaben werden durch vordefinierte Selektoren oder Reports unterstützt.

Die einzelnen Dienste des SDS wurden in verschiedenen Komponenten realisiert, die in einem allgemeinen Dienste-Framework miteinander interagieren. Die dadurch erzielte Modularität und Erweiterbarkeit ermöglichen es, durch weitere Komponenten neue Dienste in das SDS einzubringen, um weitere Funktionalität allen autorisierten Anwendern zur Verfügung zu stellen. Das generische SDS-Framework bietet ebenfalls eine hervorragende Ausgangsbasis, um durch die Entwicklung spezifischer Fachschalen Fachanwendungen zu realisieren und dabei die umfangreiche Basis-Funktionalität kostengünstig wieder zu verwenden.

1.2 Bestandsaufnahme SDS 1999

Die bisherige Konzeption und Realisierung des SDS wurde im Rahmen des GLOBUS-Projekts GLOBUS IV /1/, GLOBUS V /2/ und GLOBUS VI /3/ vom Forschungszentrum Infor-

matik (FZI), Karlsruhe umgesetzt. Im Jahr 2000 wurde diese Arbeit durch die Firma disy Informationssysteme GmbH, Karlsruhe, weitergeführt, die seit 1998 im Unterauftrag vom FZI Teile des SDS entwickelt hat. disy wurde 1997 als Spin-Off des FZI mit der Zielsetzung gegründet, Support, die langfristige Pflege, Weiterentwicklung und Vermarktung von Software-Systemen zu übernehmen, die ursprünglich im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben am FZI entwickelt wurden.

Im Rahmen von GLOBUS VI wurde der Reportdienst konzipiert und umgesetzt, der auf Basis aktueller Recherchedaten professionelle Berichte erzeugt. Weiterhin wurde die Integrierbarkeit der SDS-Software in andere Anwendungen sowie die Benutzerführung verbessert. Durch die Realisierung eines allgemeinen Navigationsdienstes wurde der navigierende Zugriff auf hierarchisch strukturierte Informationen und insbesondere die zielgerechte und schnelle Suche nach seinen Anforderungen entsprechenden Selektoren ermöglicht.

1.3 Zielsetzung SDS 2000

Im Rahmen der diesjährigen Weiterentwicklung stand

- die Realisierung einer benutzerfreundlichen Reporterzeugungskomponente,
- die weitere Verallgemeinerung der SDS-Komponenten zur Wiederverwendung in anderen Systemen und
- die Entwicklung neuer Dienste zur Verbesserung der Benutzerakzeptanz

im Vordergrund.

1.4 Übersicht

Der vorliegende Beitrag ist wie folgt aufgebaut: Kapitel 2 beschreibt die funktionalen Erweiterungen des SDS Frameworks und des Report Publishing Frameworks. Kapitel 3 stellt neue Anwenderdienste, die durch die Historienverwaltung, die Archivierungskomponente und die Standardreportkomponente realisiert wurden und Weiterentwicklungen an den bereits bestehenden Komponenten Navigationsdienst und der jetzt modular gekapselte Statistikbibliothek vor. In Kapitel 4 wird der Configurator, ein Werkzeug zur Unterstützung des SDS-Administrators, beschrieben. Die allgemeinen technischen Umstellungen und Anpassungen werden in Kapitel 5 erläutert. In Kapitel 6 wird auf den Einsatz des SDS in der Praxis eingegangen. Der Beitrag schließt in Kapitel 7 mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick.

2. Weiterentwicklung der Architektur und des Frameworks

2.1 Selektionsframework

Zielsetzung des Selektionsframework /5/ ist es, mit dem SDS-Selektionsdienst ein System zur einfachen Generierung komfortabler Datenbank-Suchanfragen bereit zu stellen und eine erweiterbare Architektur (vgl. Abb. 1) für die Einbringung weiterer Diensten anzubieten. Das Selektionsframework besteht aus mehreren Untermodulen, die auf Client und Server aufge-

teilt sind. Intern greift das System auf ein Repository zu, um Beschreibungen für Selektoren, Selektorkriterien und Datenquellen /4/ zu erhalten. Das Selektorrepository ist auf dem Server zu finden. Die eigentlichen Daten sind in Dateien abgelegt, so dass der Administrator der gesamten Software neue Selektoren hinzufügen kann, ohne den Programmcode ändern zu müssen. Das *RepositoryManagement* ist über RMI ansprechbar und liest bei entsprechendem Aufruf die Informationen zu einem Selektor aus der Datei oder aus dem Cache, wenn sie schon gelesen wurden. Aus diesen Beschreibungen werden für den Benutzer durch den *dynamischen Selektorerzeuger* ein *Selektor*, der aus sichtbaren Komponenten (GUI) besteht, generiert. Das *Selektormanagement* übernimmt die Verwaltung der einzelnen Selektoren auf Client-Seite und ermöglicht eine Verknüpfung mehrerer Selektoren (Selektor chaining).

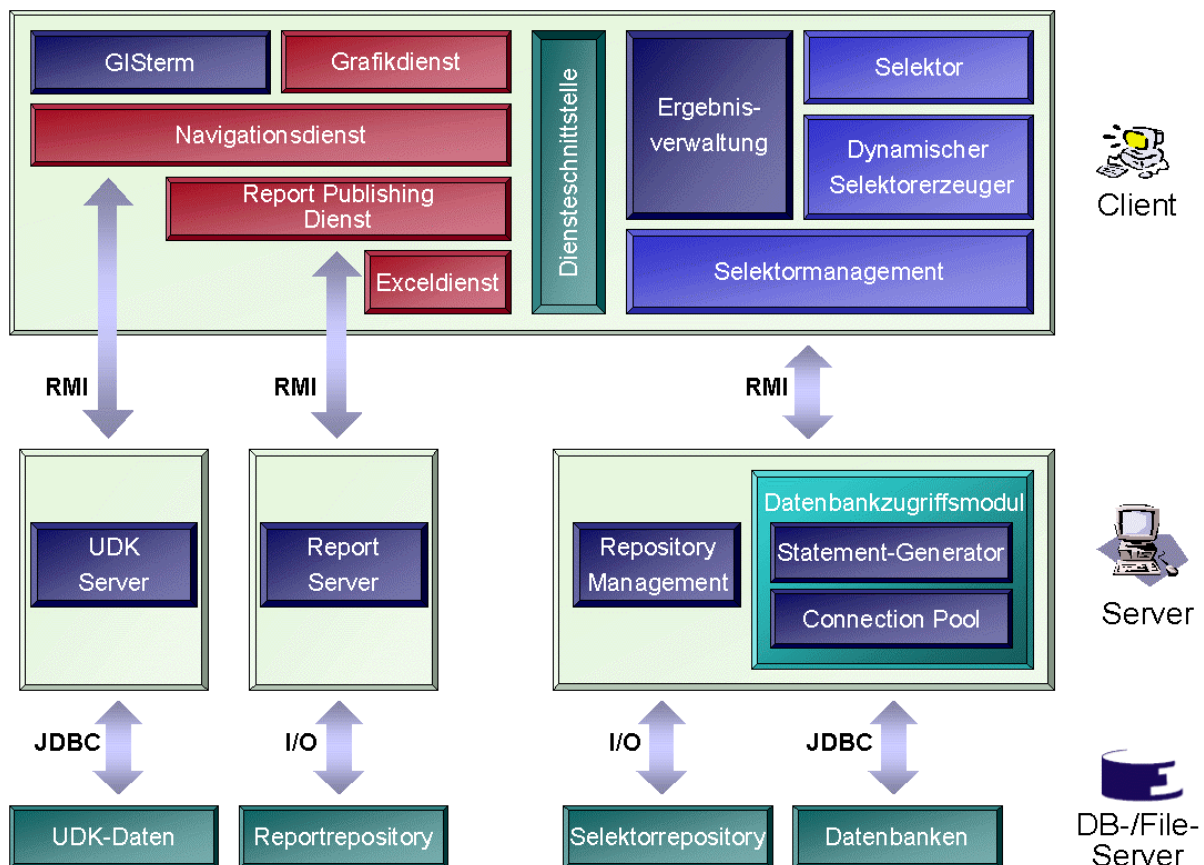


Abbildung 1: Grobarchitektur des SDS Frameworks

Nach einer Benutzerinteraktion wird eine entsprechende DB-Anfrage über das Datenbankzugriffsmodul vom *Statement-Generator* generiert. Der Datenbankzugriff erfolgt über den *ConnectionPool*, der die Wiederverwendung von bestehenden Datenbankverbindungen ermöglicht. Das Ergebnis der Datenbankabfrage inklusive der Metadaten (Darstellungsregeln) wird an Dienste, die sich über die *Diensteschnittstelle* registriert haben, übermittelt. Die *Ergebnisverwaltung* erlaubt den Zugriff auf die Ergebnishistorie und die archivierten Selektorergebnisse. Über die Diensteschnittstelle können des weiteren beliebige Dienste zur Verarbeitung und graphischen Darstellung der Ergebnisse registriert werden. Wie in Abbildung 1 dargestellt ist, wird die Anbindung des *GIStern* über den *Grafikdienst* realisiert. Dieser ist u.a. für die Aufbereitung der Ergebnisse zur grafischen Visualisierung zuständig. Weitere Dienste sind der *Navigationdienst*, der über den *UDK-Server*, den Zugriff auf den *UDK-*

Datenbestand ermöglicht, der Report Publishing Dienst für die Erzeugung von Berichten und der Exceldienst, der die Ergebnisse in das MS Excel Format überführt.

Durch die Einbindung des Selektionsframeworks in eine separate Anwendung kann die gesamte Funktionalität des SDS innerhalb dieser Anwendung genutzt werden. Beispielsweise wird innerhalb der Grundwasserdatenbankanwendung (GWDB) /3/ durch die Einbindung des Selektionsframeworks das SDS zur Recherche verwendet.

Durch die Weiterentwicklung des Selektionsframeworks wird die hierarchische Strukturierung der eingebundenen Selektoren ermöglicht. Dadurch können die Selektoren in logische Gruppen zusammengefasst und besser verwaltet werden. Die hierarchische Strukturierung war zusätzlich eine Voraussetzung für die Integration des Selektor-Datenbestands in den Navigationsdienst (s. Abschnitt 3.1).

Durch eine Erweiterung der Beschreibungssprache von Selektoren wird nun über das Selektionsframework die Definition einer Geodarstellung von Flächen innerhalb des GISermöglicht.

2.2 Report Publishing Framework

Zielsetzung des Report Publishing Frameworks ist es, die Funktionalität zur Aufbereitung tabellarischer Ergebnisdaten für On-line-Publikationen bzw. die Publikation in Print-Medien zur Verfügung zu stellen. Diese Funktionalität soll auch unabhängig vom SDS Framework in verschiedenen Fachanwendungen genutzt werden können.

Das in einer ersten Ausbaustufe 1999 realisierte Report Publishing Framework wurde im Rahmen der Arbeiten des Jahres 2000 weiter ausgebaut. Der Ausbau umfasst eine schnellere, stabilere und speicheroptimierende Reporterzeugung, flexiblere Konfigurationsmöglichkeiten des Report Servers und weitere in das Report Publishing Framework integrierte Funktionalität. Ein weitere wesentlicher Schwerpunkt war der Ausbau des Report Publishing Frameworks mit dem Ziel, die Nutzung des Frameworks unabhängig vom SDS zu ermöglichen.

Die in diesem Abschnitt beschriebene Funktionalität gibt lediglich einen kleinen Einblick in das Report Publishing Framework. Für eine ausführliche Beschreibung zur Nutzung und Architektur des SDS Report Publishing Frameworks sei auf /6/ verwiesen.

2.2.1 Ablauf der Report-Erzeugung

Die Erzeugung eines Reports wird am Beispiel der Integration des Report Publishing Frameworks in das SDS erläutert (vgl. Abb. 2): Der Reportdienst (*ReportService*) wird als Dienst (*Service*) beim SDS angemeldet. Als eingetragener Dienst registriert sich der Reportdienst automatisch als *ResultListener* beim *ResultObject*, in diesem Fall dem SDS-Datentopf. Nachdem durch die Datenbankabfrage eines Selektors Ergebnisse vorliegen, wird aus dieser Ergebnismenge und zusätzlichen Metainformationen bezüglich des Ergebnisses ein *ResultObject* erzeugt und dieses an den registrierten Listener des Reportdienstes versendet.

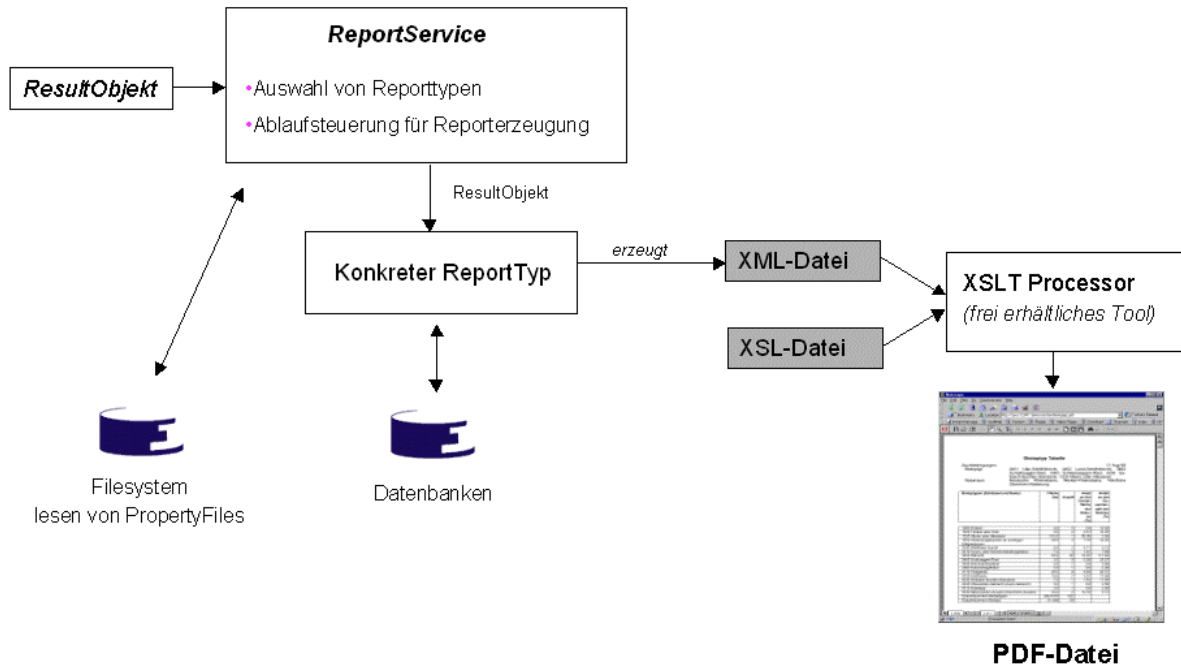


Abbildung 2: Ablauf der Reporterzeugung

Der Reportdienst erkennt anhand des Ergebnisses, welche Reporttypen mit dieser Ergebnismenge möglich sind und bietet in einer Liste die Namen der möglichen Reports zur Auswahl an. Nach der Auswahl eines Reporttyps durch den Benutzer wird vom Reportdienst ein konkretes Objekt dieses Reporttyps (Reportobjekt) erzeugt. Dieses Reportobjekt liest vom Dateisystem reporttyp-spezifische Konfigurations-Dateien aus und übergibt dem Reportdienst eine Liste von wählbaren Einstellungen, die zur Reporterzeugung notwendig sind. Die Einstellungen dienen z.B. dazu, um vom Benutzer das gewünschte Dokumentenformat (PDF, ASCII) festlegen zu lassen.

Zur Erzeugung des eigentlichen Report-Dokumentes wird das *ResultObject* an das entsprechende Reportobjekt weitergereicht. Dieses erzeugt als Grundlage für das Report-Dokument aus den übergebenen Daten eine XML-Datei und stößt, falls erforderlich, weitere Datenbankabfragen an, um zusätzlich erforderliche Reportdaten zu erhalten.

Nach Erzeugung der XML-Datei wird vom Reportdienst die Konvertierung in das Zielformat, z.B. PDF, initiiert. Dazu wird die generierte XML-Datei mit der zielformatspezifischen XSL-Datei zum XSLT-Prozessor weitergereicht. Der XSLT-Prozessor überführt die Eingabedateien in das Zielformat. Das Dokument wird schließlich dem Benutzer geliefert. Handelt es sich um ein PDF-Dokument, wird es automatisch vom Acrobat Reader (frei erhältliche Software von Adobe) dem Benutzer angezeigt.

2.2.2 Erweiterung des Report Publishing Framework

Um das Report Framework den Anforderungen des Produktionsbetriebs gerecht zu werden, wurde die Stabilität des Report Publishing Frameworks erheblich gesteigert. Dazu wurde die bisherige XML-Basistechnologie (XML Parser und XSLT Processor) durch die neuesten Versionen der Open Source Produkte von Apache (<http://xml.apache.org>) ersetzt und die interne Verwendung dieser XML-Basistechnologien komplett überarbeitet. Dadurch konnte der Spei-

cherverbrauch verringert und die Performance der Reporterzeugung gesteigert werden, so dass auch die Erzeugung sehr umfangreicher PDF-Reports (bis zu ca. 2000 Seiten) möglich ist.

Die Funktionalität der Framework-Klassen wurde kontinuierlich durch die Realisierung neuer Bearbeitungsmöglichkeiten gesteigert. Diese umfassen u.a. die Nutzung der Statistikbibliothek und der Klassenbibliothek zur Bearbeitung von Java Tabellen (s. Abschnitt 3.5).

Zur Nutzung des Report-Framework unabhängig vom SDS musste das Framework in einen SDS-unabhängigen Teil und einen SDS-spezifischen Teil aufgespalten werden. Dies wurde durch die Einführung von allgemeineren Schnittstellen und der Bildung von abstrakten Oberklassen erreicht. Um die Einsetzbarkeit des Frameworks zu evaluieren und zu demonstrieren wurde die bisherige Realisierung so umgestellt, dass der SDS-spezifische Teil von den SDS-unabhängigen Java-Klassen abgeleitet werden. Dies hat den Vorteil, dass allgemeine zukünftige Reporterweiterungen und Verbesserungen allen Nutzern des Report Publishing Frameworks zur Verfügung stehen.

2.2.3 Konfigurationsmöglichkeiten des Report Servers

Die Report-Server-Komponente kann auf vielfältige Weise konfiguriert werden und sich dadurch an unterschiedliche Infrastrukturen und Auslastungsprofile anpassen. Durch entsprechende Eintragungen in der Konfigurationsdatei wird spezifiziert, ob zur Reporterzeugung eine lokale oder externe Installation des Report Servers verwendet werden soll. Die Konfigurationsmöglichkeiten erlauben weiterhin, wie in Abbildung 3 am Beispiel SDS dargestellt, dass sowohl Java-Applets als auch Java-Applications zur Reporterzeugung denselben Report Server nutzen können.

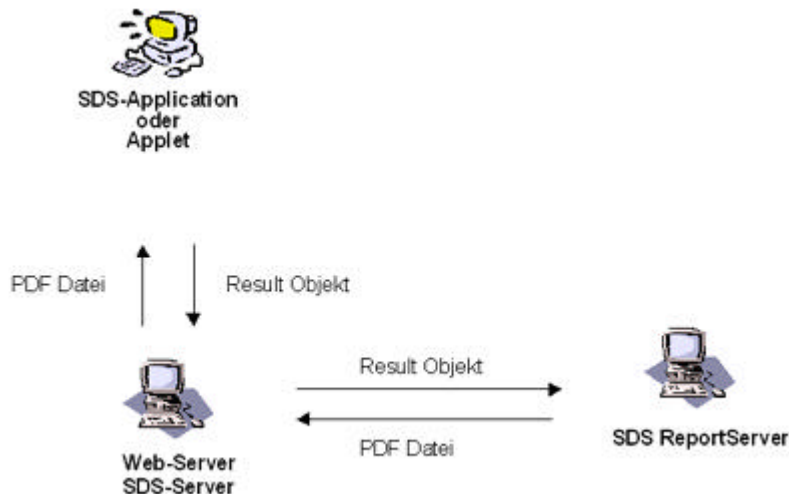


Abbildung 3: Konfigurationsmöglichkeit des Report Server

Eine Installation des Report Servers auf einem separatem Rechner ermöglicht die Skalierbarkeit und bietet den Vorteil einer zentralen Administration.

3. Neue und weiterentwickelte Anwenderdienste zur Erweiterung des Funktionsumfanges

Neben der Erweiterung und Stabilisierung vorhandener Dienste wurden für das SDS neue Dienste realisiert, die den Funktionsumfang für den Nutzer erweitern. In diesem Abschnitt werden Dienste vorgestellt, die entweder erheblich weiterentwickelt oder aber vollständig neu entwickelt wurden.

3.1 Navigationsdienst

Der Navigationsdienst ist eine allgemein einsetzbare Komponente zur Darstellung hierarchisch strukturierter Daten und zur Suche innerhalb der eingebundenen Daten. Dieser wurde in einer ersten Ausbauphase als SDS-UDK Navigator bereits 1999 entwickelt /3/ und ist in das SDS eingebunden. Dadurch wird u.a. direkt vom SDS aus eine Suche innerhalb des Standard-Metadaten-Systems *Umweltdatenkatalog (UDK)* zur Verfügung gestellt.

3.1.1 Erweiterung des Navigationsdienstes

Durch eine Erweiterung des Navigationsdienstes können nun beliebig viele Datenquellen gleichzeitig eingebunden werden. Diese werden über spezielle teilweise noch zu entwickelnde Adaptoren, die die Besonderheiten der jeweiligen Datenquelle kapseln, integriert. Weiterhin kann für jede Datenquelle eine individuelle Suche eingebunden werden. Diese Erweiterung war für die gleichzeitige Darstellung der Selektor-Daten (Suchformulare für das SDS) und der UDK-Daten erforderlich. Eine Suchanfrage, wie z.B. eine Suche nach Ozon im Navigationsdienst liefert als Ergebnis alle UDK-Daten und Selektoren, die weitere Informationen zu Ozon bereitstellen. Weitere Datenquellen können mit verhältnismäßig wenig Aufwand integriert werden.

Eine zusätzliche Erweiterung betrifft die Detailansicht des Navigationsdienstes. In der Detailansicht wird zu dem ausgewählten Datensatz im Hierarchiebaum eine umfassendere Informationsseite angezeigt. Als Informationsseite konnte bisher lediglich eine HTML-Seite verwendet werden. In der aktuellen Version kann als Detailansicht entweder eine HTML-Seite oder eine beliebige Java Komponente verwendet werden. Diese Flexibilität wird beim Einsatz des Navigationsdienstes innerhalb des SDS dazu verwendet, die Historienverwaltung (s. Abschnitt 3.2) und die Verwaltung der abgespeicherten Suchergebnisse (s. Abschnitt 3.3) im Navigationsdienst zu visualisieren.

3.2 Historienverwaltung

Die Historienverwaltung erlaubt das Aufsetzen auf alle Selektorzustände, die während einer Sitzung vom Benutzer für Rechercheanfragen verwendet wurden. Somit kann innerhalb der Sitzung immer wieder auf einen in der Vergangenheit erreichten Zustand aufgesetzt werden, und von diesem Zustand ausgehend weitere Recherchen und Analysen gestartet werden. Somit kann eine Funktionalität vergleichbar mit dem „Zurück“-Knopf eines Web-Browsers angeboten werden.

Zur Realisierung der Historienverwaltung wird bei jeder Rechercheanfrage der aktuelle Zustand des SDS im Arbeitsspeicher abgelegt. Bei der Speicherung wird der momentane Selektor mit seinen Kriterien und den vom Nutzer vorgenommenen Belegungen der einzelnen Kriterien berücksichtigt. Um die Datenmenge eines gespeicherten Zustandes zu minimieren, werden die einzelnen Zustandsdaten vor der Speicherung zusätzlich komprimiert (ZIP-Kompressionsverfahren). Die einzelnen Zustände werden innerhalb des Navigationsdienstes, wie in Abbildung 4 ersichtlich, visualisiert.

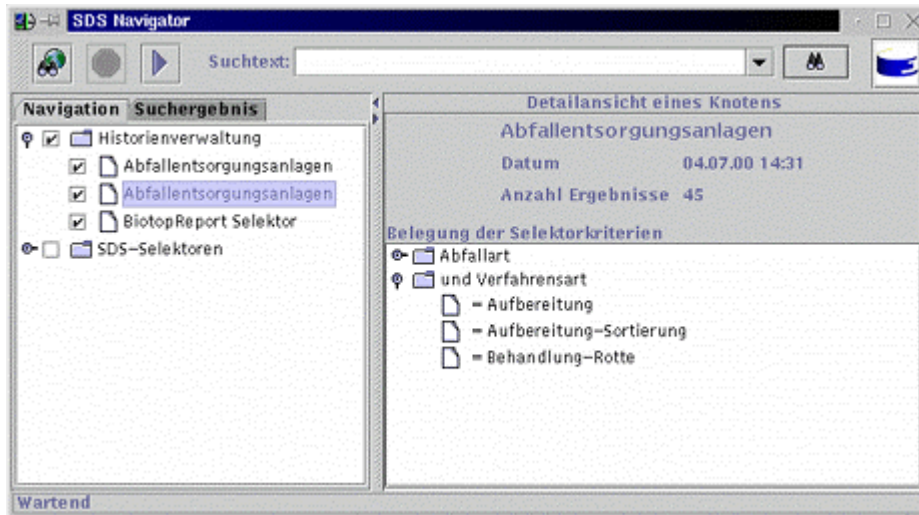


Abbildung 4: Visualisierung der Historienverwaltung im Navigationsdienst

Nach der Benutzer-Auswahl eines Selektorzustandes aus der Historienverwaltung wird das SDS auf den abgespeicherten Zustand zurückgesetzt.

Da innerhalb einer längeren Session durch die Speicherung der einzelnen Zustände trotz Komprimierung große Datenmengen anfallen, die komplett im Arbeitsspeicher gehalten werden müssen, kann die Historienverwaltung mit den jeweiligen Hardwaregegebenheiten skalieren. Unter dem Menüpunkt Einstellungen des SDS kann zum einen die Historienverwaltung komplett deaktiviert werden, zum anderen kann individuell die Anzahl der zu speichernden Zustände festgelegt werden. Dies wird technisch durch einen Ringspeicherpuffer realisiert, der bei Überschreiten der Höchstgrenze von gespeicherter Zuständen den ältesten Zustand überschreibt.

3.3 Archivierungskomponente

Die Archivierungskomponente speichert den jeweiligen Zustand des SDS im Gegensatz zur Historienverwaltung persistent im Dateisystem ab. Dadurch wird es dem Benutzer ermöglicht zu einem späteren Zeitpunkt diesen Zustand wiederherzustellen. Die Archivierung eines Zustandes kann über den Menüpunkt „Speichern“ zu jedem beliebigen Zeitpunkt ausgeführt werden.

Bei der Speicherung der Informationen zur Belegung des Selektors wird derselbe Mechanismus wie bei der Historienverwaltung verwendet. Bei der Archivierung wird zusätzlich das aktuelle Rechercheergebnis abgespeichert. Die abgespeicherten Zustände werden im Navigationsdienst unter einem separatem Knoten visualisiert.

3.4 Standardreport

3.4.1 Motivation

Die bisher realisierten Reporttypen erforderten jeweils eine Programmierung in Java. Der Programmierer wird dabei durch das Report Publishing Framework unterstützt. Diese Vorgehensweise ist bei Spezialreports, bei denen komplexe Bedingungen und Abhängigkeiten beachtet werden müssen bzw. bei Reports, die viele unterschiedliche Datenmengen verarbeiten, gerechtfertigt. Für „einfache“ Reports bestand der Wunsch auf Basis des Rechercheergebnisses automatisch Reports ohne zusätzliche Programmierung generieren zu lassen. Somit besteht für jedes Rechercheergebnis die Möglichkeit, dieses für die Veröffentlichung in On-line- oder Print-Medien aufzubereiten.

3.4.2 Anforderungen

Der zu realisierende Standardreport sollte ohne erforderliche Java-Programmierung in der Lage sein, die Ergebnistabelle der Rechercheanfrage als Report auszugeben. Die Ergebnistabelle sollte vor der Reportausgabe noch durch einfache Funktionen aufbereitet werden können. Dazu gehören das Anwenden von Gruppierungen, Sortierungen und die Summenbildung auf einzelne oder mehrere Spalten der Ergebnistabelle. Neben der Bearbeitung der Ergebnistabelle sollten die Metainformationen zum Report, wie Suchkriterien, Erstellungsdatum und der Titel festgelegt werden können. Als weitere Anforderung kam hinzu, dass Angaben zum Layout, wie Spaltenbreiten, Schriftart, Schriftgröße und Seitenorientierung vorgenommen werden können. Die einzelnen Angaben zur Aufbereitungs- und Layoutbearbeitung sollten entweder in einer Repository-Datei beschrieben werden oder direkt vom Nutzer am Bildschirm vorgenommen werden können.

3.4.3 Softwareentwurf

Im diesem Abschnitt wird das Grobkonzept der umgesetzten Java Klassen beschrieben (s. Abbildung 5).

Die Klasse *StandardReportPropertyComponent* enthält die Komponente, die dem Benutzer im unteren Bereich des Report-Panels angezeigt wird und über die er in die Einstellungen des Standardreports gelangen kann. Sie implementiert das Interface *ReportComponent*. Die Klasse *StandardReportView* enthält die Ansicht zum Erstellen eines Standardreports, das zugehörige Model ist in der Klasse *StandardReportModel* enthalten. Das *StandardReportModel* enthält für jede Spalte ein Objekt der Klasse *ReportColumnModel*, das die Information für die Spalte enthält. Ebenso gibt es für jedes Auswertungsfeld ein Objekt vom Typ *SummaryFieldModel*, das die Information für das Auswertungsfeld enthält. Die Information für die Schriftformate sind in Objekten vom Typ *StandardReportFormat* enthalten.

Das *StandardReportModel* verwaltet eine Liste von Objekten vom Typ *ReportTableProcessor*. Das Interface *ReportTableProcessor* ist für einen Schritt in der Verarbeitung der Report-Tabelle zuständig. Es gibt viele verschiedene *ReportTableProcessors*, die für die unterschiedlichen dem Benutzer zur Verfügung stehenden Befehle zuständig sind. Aus der Liste der *ReportTableProcessors* wird ein zusammengesetzter *ReportTableProcessor* gebildet,

der beim Ausführen des Reports vom Client zum Server übertragen wird. Dort verarbeiten die *ReportTableProcessors* dann ein Objekt vom Typ *ReportTable*, das die Tabellen des Reports enthält, schrittweise weiter zum Endergebnis des Standardreports.

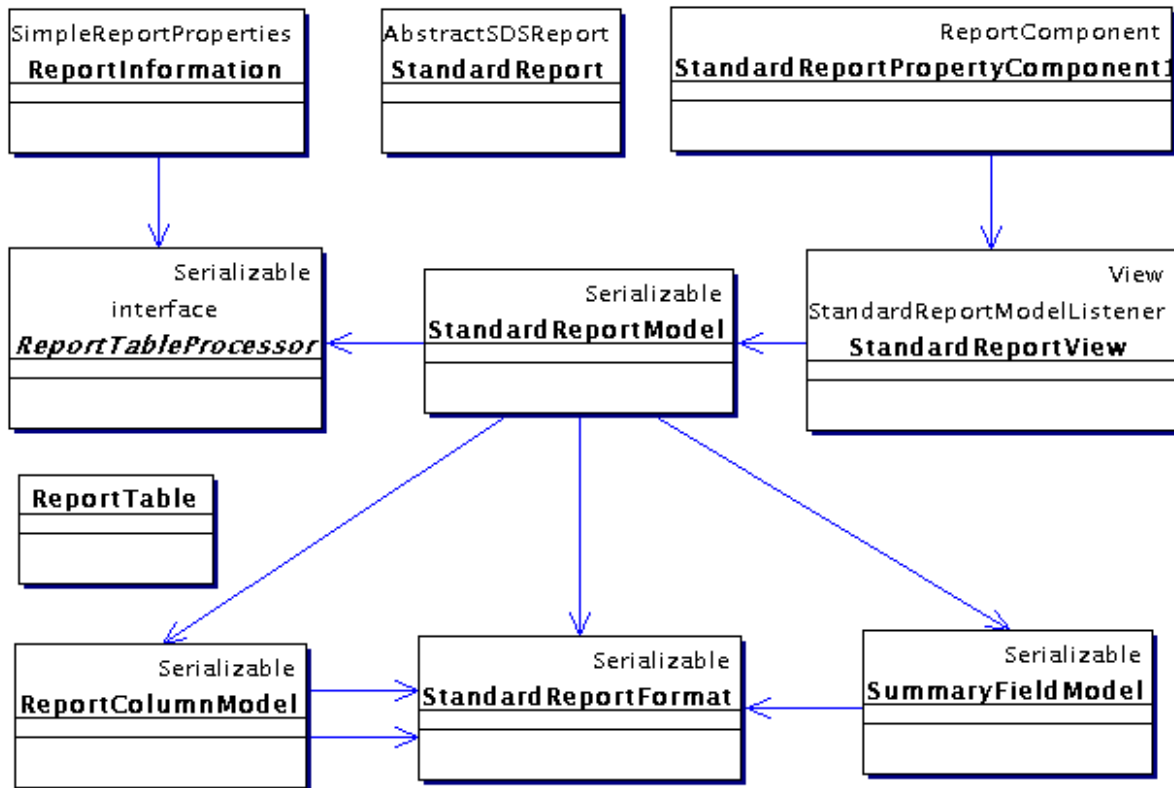


Abbildung 5: Softwareentwurf der Standardreportkomponente

Auf Client-Seite wird bei der Ausführung des Reports vom Reportdienst ein Objekt vom Typ *ReportInformation* an den Server geschickt. Dieses Objekt enthält alle Einstellungen des Reports sowie einen *ReportTableProcessor*, der für die Verarbeitung der Reporttabelle zuständig ist. Die Klasse *ReportInformation* ist von der Klasse *SimpleReportProperties* abgeleitet. Für die eigentliche Erstellung des Reports ist die Klasse *StandardReport* zuständig, die von der Klasse *AbstractSDSReport* abgeleitet wird. Sie erzeugt aus den in der *ReportInformation* enthaltenen Daten dynamisch eine XSL-Datei. Die Klasse zur dynamischen Erzeugung des XSL-Datei wurde von der Firma ISB, Karlsruhe, realisiert. Danach verarbeitet die Klasse *StandardReport* die Tabelle über den *ReportTableProcessor* der *ReportInformation* zu den endgültigen Reportdaten weiter und erzeugt schließlich den Report im gewünschten Dokumentenformat.

3.4.4 Benutzerschnittstelle

Im Anschluss an eine Rechercheanfrage kann der Nutzer im Reportdienst des SDS die Standardreportkomponente auswählen und bekommt die in Abbildung 6 abgebildete Oberfläche angezeigt. Diese Benutzeroberfläche enthält eine Menüleiste, eine Werkzeugleiste, einen Bereich mit Einstellungen für den Report-Kopf und einen Bereich in der die Ergebnistabelle repräsentiert wird.

Die vorgenommenen Einstellungen können zu jedem Zeitpunkt abgespeichert und wieder geladen werden.

3.5 Statistikbibliothek

3.5.1 Motivation und Anforderungen

Zur Aufbereitung der Daten für die jeweiligen Reports (s. Abschnitt 2.2.2) wurde die Realisierung einer allgemeinen Klassenbibliothek zur Bearbeitung mit u.a. statistischen Funktionen erforderlich.

Um die Nutzung dieser Bibliothek auch anderen Projektpartnern zu ermöglichen wurde bei der Konzeption und Realisierung der Einsatz von Standard Java-Datentypen und die einfache Erweiterung berücksichtigt.

In der aktuellen Version bietet die Klassenbibliothek Funktionen zum Verknüpfen von Java-Tabellen-Objekten (JTable) und die Anwendung statistischer Funktionen auf diese Objekte. Die Erweiterung um neue Funktionen wird durch die Implementierung der zur Verfügung gestellten Interfaces erreicht. Im folgenden Abschnitt wird ein Überblick der bereits realisierten Funktion gegeben. Für weitergehende Informationen wird auf /6/ verwiesen.

3.5.2 Funktionalität

Die realisierten Statistikfunktionen ermöglichen die Berechnung des Minimum, Maximum, Mittelwertes und der Standardabweichung. Zur Verknüpfung und Manipulation von Tabellen Objekten stehen dem Benutzer Methoden zur Verfügung, deren Funktion identisch zu den Möglichkeiten der Beeinflussung von Datenbankergebnissen mittels Datenbankanfragesprachen wie SQL sind. Diese umfassen u.a. :

Methode	Funktionalität
Sortierung	Erlaubt die Sortierung einer Tabelle nach einer oder mehreren Spalten und die Wahl der Sortierrichtung.
Join	Erlaubt das Verknüpfen von zwei Tabellen. Als Parameter kann angegeben werden ob ein Outer-Join (links, rechts oder beide) verwendet werden soll.
Gruppierung	Ermöglicht die Gruppierung einer Tabelle nach einer oder mehreren Spalten.
Distinct	Bewirkt, dass die Tabelle nach einer oder mehreren Spalten eindeutig gemacht wird.
Filter	Zum Filtern einer Tabelle nach einer oder mehreren Spalten.

Tabelle 1: Auszug aus der Funktionalität der Klassenbibliothek

4. Administrationswerkzeuge

4.1 Configurator

Zur Unterstützung des Systemadministrators wurde ein allgemein einsetzbares Administrationswerkzeug (Configurator) entwickelt, das die Pflege beliebiger Java-Property Dateien, den Konfigurationsdateien des SDS, erlaubt. Der Zugriff auf die einzelnen Eintragungen erfolgt dabei komfortabel über eine Benutzeroberfläche.

Innerhalb des Configurator können die einzelnen Parameter in einer hierarchischen Struktur organisiert werden. Die Abbildung zwischen der hierarchischen und der in Property-Dateien vorhandenen flachen Struktur wird durch die Beschreibungssprache XML erreicht.

Für das SDS wird der Configurator zur Pflege der installationsspezifischen Laufzeitparameter eingesetzt.

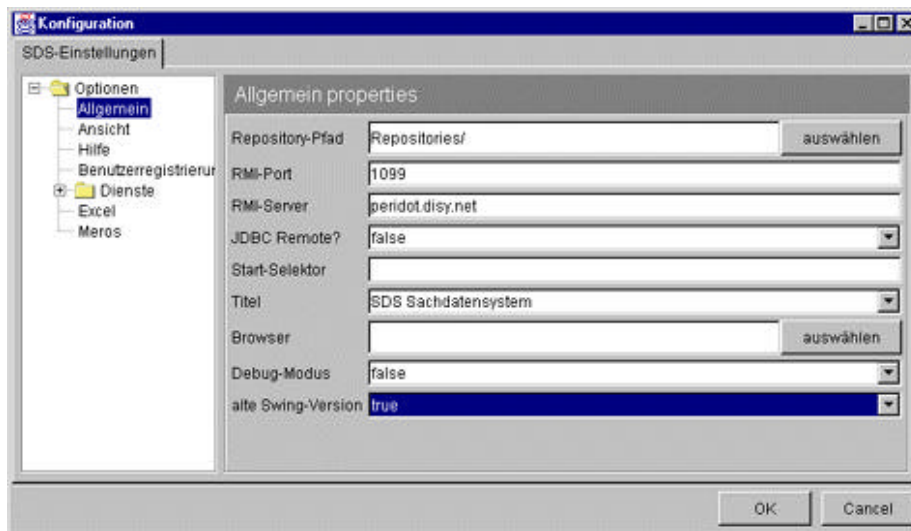


Abbildung 7: Der Configurator zur Pflege der SDS-Systemparameter

In den folgenden Abschnitten wird der Aufbau des Configurator erläutert.

4.1.1 Aufbau

Der Configurator ist in der Lage beliebige Java-Property-Dateien zu verarbeiten. Innerhalb der Datei *configure.properties* werden die Property-Dateien, die verarbeitet werden sollen, eingetragen.

Beispiel:

```
SDS-Einstellungen = Properties/Server.properties
```

Die Eintragungen setzen sich aus den Namen, die angezeigt werden sollen und den jeweiligen Property-Dateien zusammen.

Java-Property-Dateien besitzen eine flache Struktur wie im obigem Beispiel zu erkennen ist. Innerhalb des Configurator können die einzelnen Einträge in einer hierarchischen Struktur angezeigt werden. Dadurch lassen sich logische Einheiten zusammenfassen damit die Bedienung intuitiver erfolgen kann.

Die Umsetzung von der flachen Struktur in eine hierarchische Struktur wird durch eine spezielle Beschreibungsdatei erreicht. Diese Datei wird mit der standardisierten Beschreibungssprache XML definiert. Zusätzlich werden in dieser XML-Datei zu jedem Eintrag der Java-Property-Datei weitere Angaben abgelegt. Diese umfassen:

- den Namen der Property in der Java-Property-Datei (name),
- den Name für die Anzeige in der Benutzeroberfläche (label),
- einen Tooltip-Text (description),
- eine Defaultbelegung (default),
- und einen Editor zum Eintragen bzw. Ändern der Belegung (editor)

Beispiel der Eintragungen zum Auswählen eines Pfadnamens:

```
<configure>
  <property>
    <name>repositoryPath</name>
    <label>Repository-Pfad</label>
    <description>Pfad des SDS-Repositories</description>
    <default>Repositories/</default>
    <editor>
<class>de.disy.tools.configure.PropertyFilenameField</class>
      <parameter name="type" value="directories"/>
    </editor>
  </property>
```

Durch die Editoren erfolgt während der Eingabe eine Plausibilitätsprüfung. So wird z.B. bei der Eingabe eines Pfadnames dem Nutzer ein File Dialog visualisiert, mittels diesem der Pfad ausgewählt wird.

Die Syntax der XML-Datei ist in der DTD-Datei *configure.dtd* definiert.

5. Technische Umstellungen und Anpassungen

Im Zuge des Beschlusses die gesamte WAABIS-Basisdienste auf die Java-Umgebung JDK 1.3 umzustellen, wurde auch das SDS umgestellt.

Bei der Umstellung musste die Problematik, dass der Betrieb des SDS als zentrales Auskunftssystem in der Client/Server Variante unter der Java Version 1.2 weiterhin funktionieren sollte, beachtet werden. Aufgrund auftretender Unterschiede der jeweiligen Klassenbibliotheken musste das SDS so umgestellt werden, dass für den Nutzer das Verhalten des SDS transparent bleibt, unabhängig von der eingesetzten Version des JDK. Die Berücksichtigung der Unterschiede betrafen die Klassen für die Benutzeroberfläche und die Klassen zur Kommunikation zwischen Client und Server.

Eine weitere Umstellung betraf die Schnittstelle zum GIS-System, die für die Nutzung der Diagrammdarstellung verwendet wird. Innerhalb des GIS-Systems wurde die bisherige Klassenbibliothek der Diagrammdarstellung durch eine leistungsfähigere ersetzt. Dadurch änderte sich auch die Schnittstelle zwischen dem SDS und dem GIS-System. Die Änderungen betrafen im SDS die Datenaufbereitungskomponente.

6. Das SDS in der Praxis

Derzeit wird das SDS im WAABIS Berichtssystem in mehr als 100 Dienststellen im Rahmen des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg (UIS) sowohl im kommunalen Bereich bei unteren Verwaltungsbehörden als auch bei Dienststellen der Landesverwaltung eingesetzt.

Das SDS wird einerseits als lokales Auskunftssystem für spezielle Fachdaten (z.B. Altlasten, Gewässer- und Naturschutzdaten) andererseits auch als zentrales Auskunftssystem im Landes-Intranet genutzt. Ein Zugriff auf Umweltdaten über das Internet durch das SDS ist in Planung.

Die praktische Wiederverwendung des SDS Frameworks erfolgt im Rahmen der WAABIS-Grundwasseranwendung.

Im Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG) wird das SDS seit diesem Jahr zur Auswertung und Berichterstellung von Gewässerdaten eingesetzt. Die zentrale Serverinstallation des SDS erlaubt die Nutzung der SDS-Funktionalität im gesamten Intranet der LfUG.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Durch das Sachdatensystem (SDS) ist ein mehrschichtiges Client/Server System, das den Zugriff auf originäre Daten ermöglicht. Das SDS integriert und selektiert Daten, bereitet sie

graphisch auf, erstellt anhand der selektierten Daten Berichte für die Veröffentlichung und ermöglicht als Framework die Integration weiterer Dienste.

Die Rechercheergebnisse können dabei den unterschiedlichen Geschäftsvorgängen und Analyse-Anforderungen angemessen in einer Tabelle, in einer digitalen Karte oder als Geschäftsdiagramme visualisiert werden. Zur graphischen Visualisierung wird die vom Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (IPF) in Karlsruhe entwickelte GIS-Komponente, GISterm, verwendet. Über eine Exportschnittstelle wird die Weiterverarbeitung der Ergebnisse in MS Excel ermöglicht. Mit dem Report Publishing Dienst wird die einfache Erstellung von Berichten ermöglicht. Dabei wird durch den Einsatz von XML als zielmedienneutrales Format die Ausgabe von unterschiedlichen Dokumentenformaten unterstützt.

Die in diesem Jahr realisierte Standardreportkomponente ermöglicht die Erstellung von Berichten auf Basis aktueller Rechercheergebnisse ohne Programmierung. Die Daten können zuvor komfortabel über eine Benutzerschnittstelle aufbereitet werden. Weiterhin kann das Layout und die Formatierung flexibel festgelegt werden. Die für die Aufbereitung benötigten Funktionen wurden in einer separaten und allgemein nutzbaren Statistikbibliothek zur Verfügung gestellt.

Durch die Funktionserweiterung des SDS um den Archivierungsdienst und die Historienverwaltung für Selektoren und Rechercheergebnisse wird die Nutzung des SDS komfortabler gestaltet. Die weitere Verallgemeinerung des Navigationsdienstes erlaubt den gleichzeitigen Zugriff auf verteilte hierarchische Datenquellen und dient nun als zentrale Verwaltungskomponente zur Recherche im UDK und der Auswahl von Selektoren und Reports.

Das SDS ist vollständig in Java realisiert worden und verwendet Standards, wie JDBC, RMI und XML. Die intuitive Benutzeroberfläche wurde komplett mit Java-Swing realisiert und bietet den Komfort moderner, graphischer Benutzeroberflächen. Das SDS ist damit zukunftssicher und unmittelbar für den Einsatz sowohl im Intranet als auch im Internet geeignet.

Die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten des SDS wurden durch den Einsatz und der Bewährung in der Praxis bereits bewiesen. Sowohl als lokales Fachauskunftssystem als auch als zentrales übergreifendes Auskunftssystem trägt es zur erheblichen Erleichterung beim Umgang mit großen Informationsmengen bei. Insbesondere bei Routineaufgaben wie der regelmäßigen Erstellung von Fach-Berichten anhand aktuell erhobener Daten kann durch den Einsatz des SDS eine erhebliche Kostenreduktion gegenüber der bisherigen Vorgehensweise erzielt werden. Die Konfigurierbarkeit und Erweiterbarkeit des Systems ermöglicht es zudem, den Benutzern auch bei der Bearbeitung unterschiedlicher Aufgaben eine einheitliche Benutzungsführung anbieten zu können, so dass die Kosten für Mitarbeiterschulungen reduziert werden können.

Zum jetzigen Zeitpunkt sehen wir die Nutzung des SDS Frameworks innerhalb des Ministeriums für Umwelt- und Verkehr (UVM), Stuttgart, und der nachgeordneten Behörden, weiterer Landes- und kommunaler Behörden noch längst nicht das Potential ausschöpfend. Überall da, wo große Datenmengen zusammengeführt, gefiltert, analysiert, visualisiert oder zu Berichten aufbereitet werden sollen, kann das SDS Framework proprietäre und alleinstehende Lösungen, deren Integrationsmöglichkeit aufgrund fehlender Berücksichtigung von Internet-Technologien und –Standards begrenzt ist, ablösen. Statt der Wartungs- und Weiterentwick-

lungskosten für viele Systeme können die Ausgaben für die Wartung- und Weiterentwicklung eines generischen Systems aufgewendet werden, an dem das UVM zudem weitreichende Rechte besitzt. Allein hierdurch sowie die Vermeidung von Doppeltentwicklungen kann eine erhebliche Kostenreduktion erreicht werden.

Zukünftige Weiterentwicklungen betreffen nunmehr insbesondere die Entwicklung weiterer Dienste und den weiteren Ausbau vorhandener Dienste, um häufig benötigte Funktionalität allen Benutzern zur Verfügung stellen zu können. Als Beispiel sei die Weiterentwicklung des Standardreports genannt. Zu der bisherigen Ausgabe von Tabellen soll das Einbinden von Bildern, Diagrammen und Karten ermöglicht werden. Durch die Realisierung eines Report Servlets könnte zukünftig die Reporterzeugung von beliebigen HTML-Seiten initiiert werden. Weiterhin wird die Unterstützung weiterer Dokumentenformate wie RTF für die Reportausgabe angestrebt, um die Integration der Berichte in Word-Dokumente zu erleichtern.

8. Literatur

- /1/ Mayer-Föll, R; Jaeschke, A. (1997): Projekt GLOBUS: Umsetzung der neuen Systemarchitektur und Entwicklung weiterer Produktionssysteme für globale Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg; Phase IV 1997, Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrum Karlsruhe, FZKA 6000, 1997
- /2/ Mayer-Föll, R; Jaeschke, A. (1998): Projekt GLOBUS: Multimediales Recherchieren und Verarbeiten von globalen Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg; Phase V 1998, Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrum Karlsruhe, FZKA 6250, 1999
- /3/ Mayer-Föll, R; Jaeschke, A. (1999): Projekt GLOBUS: Von Komponenten zu vernetzten Systemen für die Nutzung globaler Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg und anderen fachübergreifenden Anwendungen; Phase VI 1999, Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrum Karlsruhe, FZKA 6410, 1999
- /4/ Koepke, T; Otterstätter, A; Veldink, M (1998): SDS-Selektor Repository: Aufbau des SDS-Selektor-Repositories und Anleitung zur Erstellung von Selektoren, disy Informationssysteme GmbH und Landesanstalt für Umweltschutz Karlsruhe, 1998
- /5/ Caserta, R; Koepke, T (2000): API Dokumentation zum Selektionsframework, disy Informationssysteme GmbH, 2000
- /6/ Otterstätter, A (2000): SDS-Reportdienst: Arbeitsweise des SDS-Reportdienstes und Anleitung zur Erstellung neuer Reporttypen mittels des SDS-Reportframeworks, disy Informationssysteme GmbH und Landesanstalt für Umweltschutz Karlsruhe, 2000
- /7/ Swoboda, W; Kruse, F; Legat, R; Nikolai, R; Behrens S (2000): „Harmonisierter Zugang zu Umweltinformationen für Öffentlichkeit, Politik und Planung: Der Umweltdatenkatalog UDK im Einsatz“, Umweltinformatik '00, 12. Internationales Symposium „Informatik für den Umweltschutz“ der Gesellschaft für Informatik (GI), Bonn, 2000
- /8/ Kramer, R; Nikolai, R; Rolker, C; Heißler, W (1999): Management von Umweltinformationen in vernetzten Umgebungen: „Das Sachdatensystem SDS“, 2. Workshop des Arbeitskreises „Hypermedia im Umweltschutz“, Nürnberg, 1999

Ausblick auf die F+E-Aktivitäten im Jahr 2001

Die für das Jahr 2001 vorgesehenen F+E-Aktivitäten umfassen im Wesentlichen die Fortführung der laufenden Systemrealisierungen, ihre Komplettierung für den praktischen Einsatz im Rahmen des UIS BW und die verbreiterte Nutzung bei den Kooperationspartnern. Im Folgenden sind die mit den Auftraggebern abgestimmten Planungen der Entwicklungsinstitute und Firmen zusammengefasst.

FAW

Das FAW plant Arbeiten mit folgender Ausrichtung:

- Anbindung existierender Inhalte aus dem UIS BW an neueste Recherche- und Dokumentenverwaltungssysteme (z.B. DIWA),
- Identifikation des Integrationspotenzials für existierende Systeme, die derzeit unterschiedliche Zielsetzungen haben, z.B. GIStern als Zugangsportal zu Umweltinformationsbeständen,
- Vereinheitlichung von Metadaten über Systemgrenzen hinaus.
- Ergänzungen für den GIS-Arbeitsplatz bei den Gewässerdirektionen und dessen flächendeckende Einführung.

Nachdem technische Systemlösungen vorliegen, müssen an vielen Stellen organisatorische Regelungen getroffen werden, um die vorhandenen Betriebsversionen optimal in den Arbeitsprozessen nutzen zu können.

FZK

Das Forschungszentrum Karlsruhe plant, in Kooperation mit der TU Dresden ein neues Vorgehensmodell auf der Basis von XML für die XfaWeb-Dokumentenaufarbeitung zu entwickeln. Als Anwendungsbeispiel für Techniken zur Integration von UIS-Komponenten soll der "Digitale Bodenlehrpfad" realisiert werden. Die Zusammenarbeit mit der Firma IUT wird verstärkt. Stichpunkte für weitere mögliche Arbeiten sind das XfaWeb-Basissystem, ein Konzept für die Handhabung interner Dokumente, die Analyse des Nutzerverhaltens oder die Umsetzung der WWW-Design-Richtlinie der LfU. Bei den Fachsystemen soll als weiteres Mitglied der XfaWeb-Familie ein System für das Chemikalien-Management erstellt werden. Neben

dem sächsischen LfUG (SALFA-WEB) wollen in 2001 das Umweltbundesamt und die Bundesanstalt für Strahlenschutz eigene Systeme mit den XfaWeb-Werkzeugen entwickeln.

IITB

Vom IITB der FhG wird die WAABIS-Fachanwendung Grundwasser entsprechend den Anforderungen der LfU und der Sachbearbeiter in den Behörden in zwei Stufen weiterentwickelt. Im Vordergrund steht hierbei eine GIS-orientierte Benutzerführung, die Erzeugung von Umweltberichten und Diagrammen und der Datenaustausch zwischen den Behörden. Zur engeren Kopplung zwischen Fachanwendungen und UIS-Komponenten wird ein technikneutrales WAABIS-Fachobjektmodell spezifiziert, das auf verschiedene Java-Frameworks (EJB, JDO, DB-Connect) abgebildet werden kann.

IfI/AIS

Die Arbeiten der Abteilung Intelligente Systeme (AIS) des IfI werden sich in der nächsten Phase des Projekts *AutoText-UIS* auf zwei Aspekte konzentrieren:

- die Inbetriebnahme des bestehenden Systems und Schaffung von Wartungsmöglichkeiten seitens der Anwender LfU und UMEG sowie
- die Abdeckung weiterführender Information bzgl. der Ozonlage – sowohl lokal als auch regional.

IKE

Die Arbeiten des IKE zur Integration von Sachdaten und Simulationskomponenten in die Kernreaktor-Fernüberwachung des UIS BW werden in Zusammenarbeit mit debis SH fortgeführt.

Das Dienstekonzept ermöglicht eine neue Qualität für die Integration von Simulationen in Informationssysteme. Dabei werden die Funktionalitäten der Simulationsprogramme nicht nur syntaktisch und protokollar einheitlich aufgerufen, sondern um Methoden erweitert, die bisher primär menschlichen Experten vorbehalten waren. Die Validierung der adäquaten Formulierung und der korrekten Umsetzung dieser neuen Möglichkeiten erfordert ähnlich viel Einsatz, wie dies für die Erarbeitung des entsprechenden Expertenwissens notwendig wäre. Dies wurde bisher zu wenig beachtet. Im neuen Projektjahr sollen die Arbeiten zum Dienstekonzept sich daher auf folgende Schwerpunkte konzentrieren:

- die Überprüfung des Zeitmanagements von Dienstleistungen,
- die Tests zur Multithreadfähigkeit von Diensten,
- der Test von Ontologien und ihrer Verwendung.

IPF

Das IPF wird im Jahr 2001 den GIS-3D-Service und die Pilotanwendung GeoPro3D, die den 3D-Service verwendet, weiterentwickeln. Hauptaugenmerk liegt dabei auf dem Ausbau des 3D-Service als dynamisches Modul, mit dessen Hilfe allgemeine 3D-Daten visualisiert werden können. Die schwierige Orientierung des Nutzers im 3D-Raum wird verbessert und eine allgemeine Eigenschaftsverwaltung für die dargestellten Objekte verwirklicht. Die Funktionen von GeoPro3D werden an Anwenderwünsche angepasst, so dass die Darstellung übersichtlicher, die Analyse für den Sachbearbeiter einfacher und auch die Beurteilung komplexer Bauwerksituationen ermöglicht wird.

disy

Von disy werden die Produkte Sachdatensystem (SDS) und GIS-3D weiterentwickelt. Dabei sind funktionale Erweiterungen und technische Umstellungen zur vereinfachten Interaktion mit anderen Komponenten des UIS geplant. Die funktionalen Erweiterungen umfassen u.a. die Realisierung einer generischen Erfassungskomponente und erweiterte Kriterien zur räumlichen Sucheinschränkung. Die Steigerung der Integrierbarkeit und Verbreiterung der Nutzerbasis - auch unter Berücksichtigung der Zielsetzung eines öffentlichen Zugangs zu den Systemen über das Internet - soll u.a. durch die Realisierung von schlanken Klienten erreicht werden, die eine Basis-Funktionalität der Produkte SDS und GIS-3D über HTML-Browser zur Verfügung stellen.

Schlussbemerkung

Die Herausgeber des AJA-Berichts "Anwendung JAVA-basierter Lösungen in den Bereichen Umwelt, Verkehr und Verwaltung - Phase I 2000" bedanken sich sehr herzlich für die hervorragende Zusammenarbeit.

R. Mayer-Föll, A. Keitel, A. Jaeschke