
Interner Bericht

Architektur offener Umweltinformationssysteme

Ralf Denzer

218/92

Fachbereich Informatik

Universität Kaiserslautern · Postfach 3049 · D-6750 Kaiserslautern

Architektur offener Umweltinformationssysteme

Ralf Denzer

218/92

Universität Kaiserslautern
Postfach 3049
6750 Kaiserslautern

Februar 1992

Herausgeber: AG Graphische Datenverarbeitung und Computergeometrie
Leiter: Professor Dr. H. Hagen

Architektur offener Umweltinformationssysteme

Ralf Denzer

Universität Kaiserslautern
AG Computergraphik
Postfach 3049
6750 Kaiserslautern

1. Einleitung

Vorliegender Bericht beschreibt erste Ansätze von Konzepten für große, verteilte Umweltinformationssysteme. Aus diesen grundsätzlichen Überlegungen wird ein Plan für ein Forschungsvorhaben entwickelt, welches gemeinsam mit anderen Institutionen in naher Zukunft begonnen werden soll.

2. Geplantes Projekt

2.1 Vorbemerkungen

Unter einem Umweltinformationssystem (UIS) versteht man im allgemeinen ein System, welches Daten, die über die Umwelt erhoben werden, speichert und Benutzern Methoden zur Verfügung stellt, mit denen sie ihre tägliche Arbeit mit diesen Daten rechnerunterstützt durchführen können [1].

Die Aufgaben von Umweltinformationssystemen liegen in der Erfassung, Aktualisierung und Bewertung von Umweltdaten, deren Speicherung, Dokumentation und Visualisierung, in der Entscheidungsunterstützung und auch in der Vorausschau, d.h. in der Simulation und Prognose [2,3,4,5,6,7,8,9]. Im einzelnen gehören zu diesen Aufgaben z.B.

- Ermittlung der Umweltinformation [10]
- Ermittlung potentieller Umweltrisiken [11]
- Information der politischen Führung, der Verwaltung und der Öffentlichkeit [12]
- Behandlung von Notfällen, z.B. Unfälle oder Smogsituationen [13]

- Umweltmonitoring [14]
- Unterstützung bei Planungs- und Routinemaßnahmen [15]
- Unterstützung der Umweltforschung [16]
- Bereitstellung von Basisinformationen, z.B. über Technologien, toxische Stoffe und Literatur [17]

Umweltinformationssysteme haben die unterschiedlichsten Nutzergruppen (Behörden, Ministerien, Öffentlichkeit, Industrie, Forschung) aus den unterschiedlichsten Disziplinen und damit extrem unterschiedliche Anforderungen an vorzuhaltende Daten und Werkzeuge.

Innerhalb der einzelnen Teilsysteme finden sämtliche Teilbereiche der Informatik Verwendung: Datenbanken [18], interaktive graphische Instrumente [9], User Interface Systeme [9], Expertensysteme [19], Geographische Informationssysteme [20], Modellbildung und Simulation [21], Bildverarbeitung und Fernerkundung [22] u.s.w.

Die bis heute unternommenen Anstrengungen auf den unterschiedlichsten Ebenen können nicht darüber hinwegtäuschen, daß bis jetzt eigentlich kein System existiert, welches dem Namen UIS gerecht wird [2]. Die bislang gemachten Ansätze sind durchweg Insellösungen und beziehen sich jeweils auf einen kleinen Teil der umweltrelevanten Vorgänge, Daten bzw. Modelle. Es bestehen allenfalls umfangreiche Fachinformationssysteme. Daten sowie Methoden sind nur innerhalb der Insellösungen verfügbar und ein Zugriff von außerhalb ist unmöglich.

Die derzeit bestehenden Insellösungen sind sowohl thematische Insellösungen (Wasser [23], Luft [24], Boden [25], Abfall [26], ...) als auch als örtliche Insellösungen (in den einzelnen Institutionen an unterschiedlichen Orten). Die Systeme sind von der Architektur her nach außen abgeschlossen und verhindern die Integration in übergeordnete Systeme.

Im Bereich der Grundlagenforschung der Umweltinformatik arbeiten die Spezialisten jeweils eng eingegrenzt innerhalb der Grenzen ihres Bereiches (Datenbanken, Simulation, Expertensysteme, ...). Auch hier findet bislang keine Integration statt.

Nun ist es aber gerade eine der wichtigen Aufgaben im Umweltschutz, Bezüge zwischen Informationen aus unterschiedlichen Disziplinen herzustellen. Genau dies ist aber aufgrund des jetzigen Zustands jeweils mit außerordentlichem Aufwand verbunden, weil

- Umweltdaten über hunderte bzw. tausende von Rechnersystemen verstreut gespeichert werden,
- diese Rechnerlandschaft sowohl aus heterogener Hardware als auch Software besteht und
- Schnittstellen (gleich welcher Art) nicht existieren.

Es zeichnet sich derzeit in der Umweltinformatik ab, daß das Problem der Integration der bestehenden Vielfalt in ein geordnetes, zugängliches Ganzes das Kernproblem der näch-

sten Jahre sein wird. Es steht zu befürchten, daß weiter Terabytes und mehr von Daten über Jahre hinweg an hunderten von Stellen einfach nur punktuell angesammelt werden und wer weiß denn wirklich, welche dieser Daten nicht etwa redundant sind?

Diesem Problem kann man dadurch begegnen, daß man ihm technische und organisatorische Strukturen entgegenstellt, welche sämtliche erhobenen Daten den Beteiligten in einem Umweltnetzwerk zur Verfügung stellen. Weder die technischen noch organisatorischen Strukturen hierfür existieren bislang.

Es fehlt jegliche Art von Orientierung, wie man ein nationales oder internationales UIS aufbauen könnte, dem einige 10000 Rechner angehören. Dies ist auch kein Wunder, denn zum einen ist die Umweltinformatik ein noch sehr junges Gebiet, zum anderen ist das Problem eines solchen großen, heterogenen Rechnersystems im allgemeinen noch nicht gelöst und heute noch Gegenstand der Forschung [27,28].

2.2 Problemstellung

Im Rahmen des Projekts sollen die technischen und organisatorischen Grundprobleme großer, verteilter UIS untersucht werden. Ein UIS besteht aus einer großen Anzahl unabhängiger, lose über ein Netzwerk gekoppelter Rechnerknoten mit jeweils einer oder mehreren umweltrelevanten Sammlungen von Daten und Methoden.

Eine entscheidende Tatsache ist, daß aufgrund der großen Anzahl von Rechnerknoten, der sehr unterschiedlichen Aufgaben und der lokalen Vollzugshoheiten, d.h. lokaler Verantwortlichkeit [2], es unmöglich ist, den lokalen Systemen globale Strukturen aufzuprägen.

Lokale Anwendungen folgen einzig und alleine ihren eigenen Konventionen, d.h. sie legen selbst fest, in welchem Format Daten vorliegen und wie sie bearbeitet bzw. erzeugt werden. Es können und werden jederzeit neue Anwendungen und neue Knoten in das UIS eingebracht werden. Damit werden neue Datenmengen für andere Teilnehmer im Gesamtsystem zugänglich.

Die vorangegangene Beschreibung der Situation entspricht der Definition eines offenen Systems, welches durch folgende Prinzipien gekennzeichnet ist [28,29]:

ein offenes System

- ist unbegrenzt,
- (mehr oder minder) frei zugänglich,
- besteht aus heterogenen und autonomen Teilsystemen und
- ist in jeder Hinsicht dezentral aufgebaut und operiert dezentral.

Die Zusammenarbeit innerhalb des offenen Systems wird weder durch globale Entwurfsentscheidungen für einzelne Teilsysteme noch durch Verwendung einer einheitlichen Rechnerarchitektur oder einheitlicher Betriebssysteme erzwungen, sondern geschieht einzig und alleine durch Kommunikation.

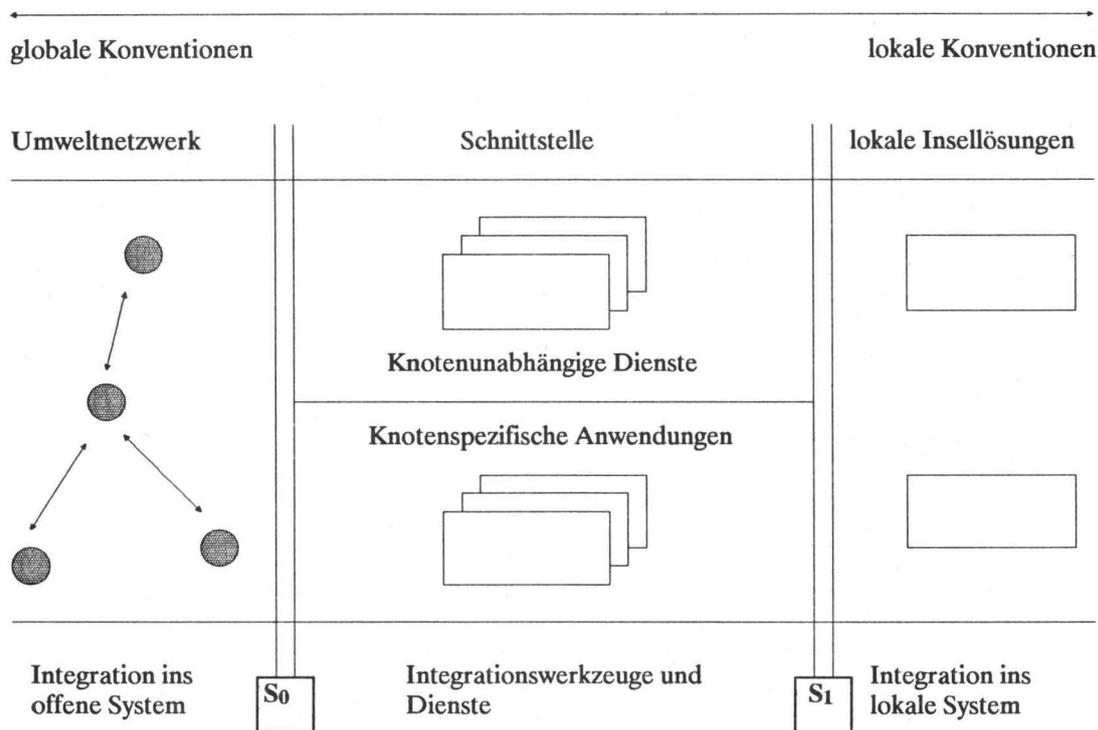


Abb. 1: Integration von Insellösungen ins offene System

Im Rahmen des Projekts soll untersucht werden, wie die Architektur eines solchen Systems aufgebaut werden kann, wobei davon ausgegangen wird, daß bislang vorhandene Insellösungen eingebettet werden müssen (Abb. 1). Es ergeben sich drei grundlegende Integrationsprobleme:

Integrationsproblem 1

Es sind globale Konventionen über die Zusammenarbeit im Gesamtsystem, d.h. im Umweltnetzwerk zu definieren, die den heutigen und möglichen zukünftigen Anforderungen genügen. Dies betrifft die Schnittstelle S_0 sowie die sogenannten knotenunabhängigen Dienste (Abb. 2). Die Schnittstelle S_0 ist das **Umweltdatenprotokoll**. Diese Schnittstelle ist aufgrund der Vielfalt von Daten, Geometrien und zeitlichen Anforderungen schwierig.

Knotenunabhängige Dienste sind Dienste, die überall im Netzwerk vorhanden sind, unter anderem z.B. ein Katalog-Server und ein Daten-Server. Die knotenunabhängigen Dienste müssen portabel sein und für die beteiligten Betriebssysteme bzw. Netzwerke einmalig implementiert werden. Im Rahmen der Arbeit sind die Aufgaben dieser Dienste zu definieren und auch die Datenstrukturen zu beschreiben, die diesen Diensten zugrunde liegen, denn dies hat Rückwirkungen auf das Umweltdatenprotokoll.

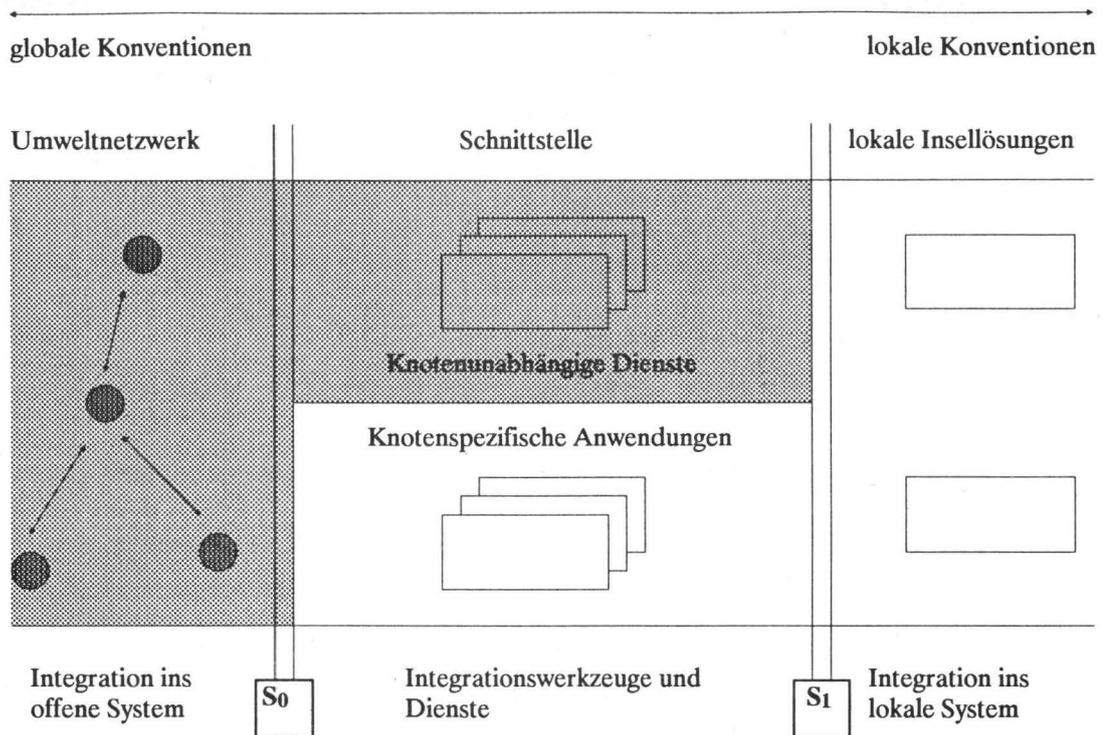


Abb. 2: Integrationsproblem 1

Integrationsproblem 2

Die lokalen Daten müssen den knotenunabhängigen Diensten, z.B. dem Katalog-Server zur Verfügung gestellt werden, damit bei Anfrage von einem Netzwerkpartner nach einem bestimmten Datum jenes auch ausgetauscht werden kann. Dies betrifft die Schnittstelle S_1 . An der Schnittstelle S_1 geschieht die Anpassung an die lokalen Konventionen (Abb. 3). Diese Schnittstelle ist besonders sensibel, denn sie muß besonders einfach sein, weil die Anpassung an jedem einzelnen Rechnerknoten vorgenommen werden muß. Die Einfachheit dieser Schnittstelle ist auch für die kontinuierliche Wartung von Bedeutung. Es werden darüberhinaus Mechanismen benötigt, einen Katalog halb- oder vollautomatisch zu aktualisieren.

Die Schnittstelle S_1 ist aus informationstechnischer Sicht besonders schwierig, denn sie soll es ermöglichen, daß eine lokal willkürliche Struktur an die global definierte Funktionsweise (z.B. des Katalog-Servers) angepaßt werden kann, ohne den Katalog-Server, der ja ein knotenunabhängiger Dienst ist, zu modifizieren.

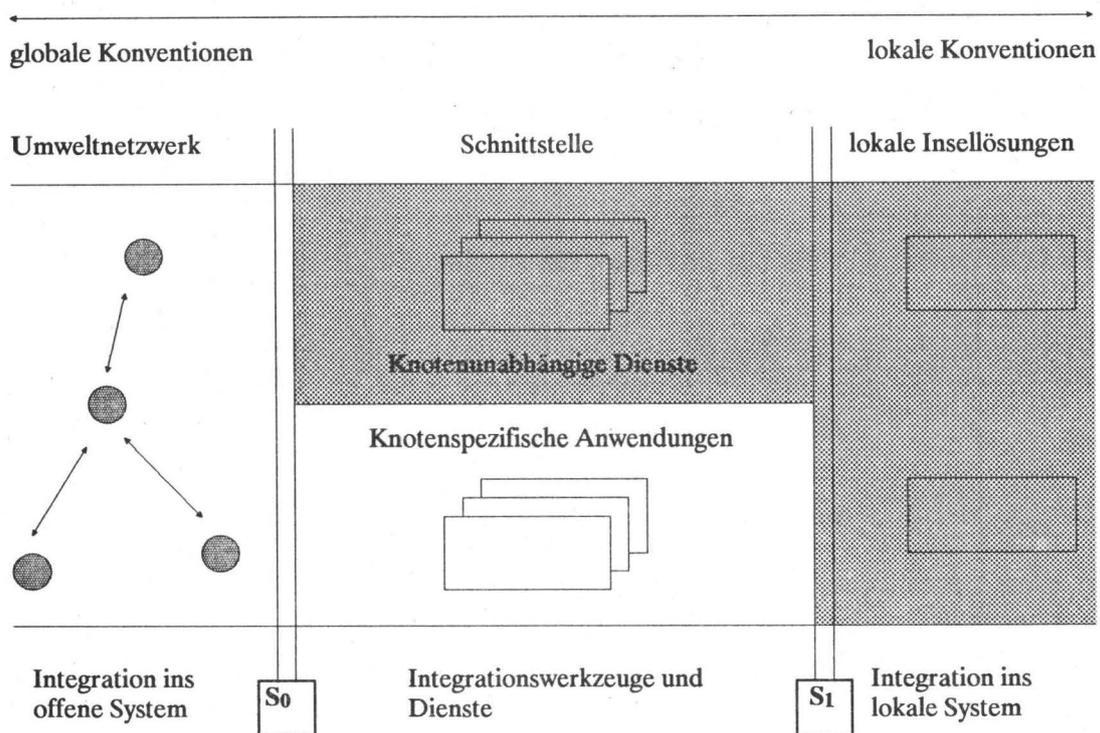


Abb. 3: Integrationsproblem 2

Integrationsproblem 3

Außer den knotenunabhängigen Diensten werden auch **knotenspezifische Anwendungen** auftreten, welche - im Gegensatz zu rein lokalen Anwendungen - auf Informationen außerhalb des lokalen Knotens zugreifen. Um die Entwicklung solcher Anwendungen - innerhalb eines offenen Systems - zu ermöglichen, wird ein Integrations- und Entwicklungswerkzeug benötigt, welches von vorne herein die offene Struktur des Gesamtsystems berücksichtigt (Abb. 4). Es könnte sich hierbei um die Erweiterung eines User Interface Management Systems [30,29] handeln.

Die Aufgabe dieses Werkzeuges ist es, die Programmentwicklung zu unterstützen, wobei beide Schnittstellen S_0 und S_1 bei der Programmentwicklung mit dem Werkzeug berücksichtigt werden. Insbesondere wäre es denkbar, daß man mit dem Werkzeug vorhandene Software in die Gesamtarchitektur des offenen Systems einbettet. Sinnvollerweise sind auch die knotenunabhängigen Dienste von vorne herein mit diesem Werkzeug aufzubauen.

Das Werkzeug muß die Entwicklung intelligenter graphischer Benutzerschnittstellen unterstützen. Aus Sicht des Entwurfs von Benutzerschnittstellen ist es ein außerordentliches Problem, einem Benutzer den Zugang zu mehreren 10000 Rechnern zu

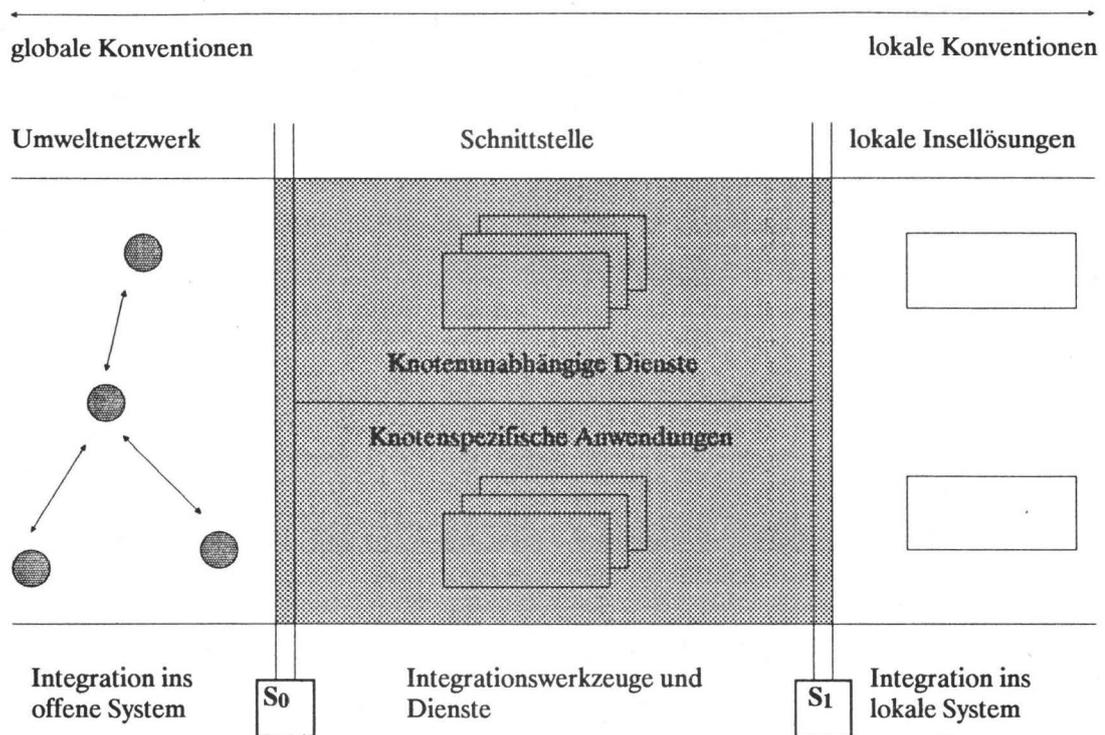


Abb. 4: Integrationsproblem 3

verschaffen. Mit Methoden der künstlichen Intelligenz könnte bei der Gestaltung der Benutzerschnittstelle hier eine Lösung geschaffen werden [29].

Jedes der drei Integrationsprobleme ist eine Aufgabenstellung für sich und soll von je einem Wissenschaftler bearbeitet werden. In diesem Bericht wird die globale Aufgabenstellung, also das **Integrationsproblem 1**, beschrieben.

2.3 Aufgabenstellung

Anhand von Abb. 5 soll die Aufgabenstellung vertieft dargestellt werden. Im Rahmen der Arbeiten an **Integrationsproblem 1** werden die globalen Konzepte für die Organisation eines offenen UIS entwickelt. Dies betrifft in der Hauptsache die in Abb. 5 schraffierten Teile der Gesamt-Integrationsproblematik, nämlich die Untersuchung der Schnittstelle **S0 (Umweltdatenprotokoll)** und der notwendigen **knotenunabhängigen Dienste**.

Anhand eines Umweltdatenkatalogs soll die Aufgabe erläutert werden.

Angenommen, ein externer Teilnehmer im System möchte auf Daten eines lokalen Knotens zugreifen. Dann benötigt er zunächst den Zugang zum Katalog. Zwecks der Entkopplung unterschiedlicher Betriebssystem-Umgebungen (offenes System) muß davon ausgegangen werden, daß die beiden Knoten auch nicht über eine gemeinsame graphische Benutzeroberfläche verfügen. Daher wird die Benutzeroberfläche (CATVIS - catalogue visualizer), die den Katalog darstellt, auf dem externen Knoten ablaufen müssen. Für CATVIS muß allerdings ein Dienst zur Verfügung gestellt werden, der den Katalog in einer systemunabhängigen Form zur Verfügung stellt. Dies ist CATSRV (catalogue server). CATVIS und CATSRV sind Beispiele für knotenunabhängige Dienste. CATSRV muß ein Werkzeug beinhalten, welches es in einfacher Art und Weise ermöglicht, die Referenz auf die lokalen Daten (LOCDAT) aufzunehmen und zugleich die Verknüpfung über S₁ vorzunehmen. Mit dem Katalog-Visualisierer soll es dann möglich sein, um Daten beim Netzwerkpartner nachzufragen.

Anhand dieses Beipiels kann man die Aufgabenstellung wie folgt beschreiben: an der Schnittstelle S₀ (dem Umweltdatenprotokoll) sind zu beschreiben:

- auf welche Art und Weise Daten ausgetauscht werden können, so z.B. einmalig, wiederholt (bei Änderung), unterbrechend (z.B. Alarmierung bei Smog-Warnstufen), im Hintergrund (z.B. bei sehr großen Datenmengen), u.s.w.; diese Aufzählung ist eine Liste von Ideen. Es muß detailliert untersucht werden, welche Kommunikationsmechanismen unbedingt benötigt werden und auf welche man unter geringem Verlust verzichten sollte.

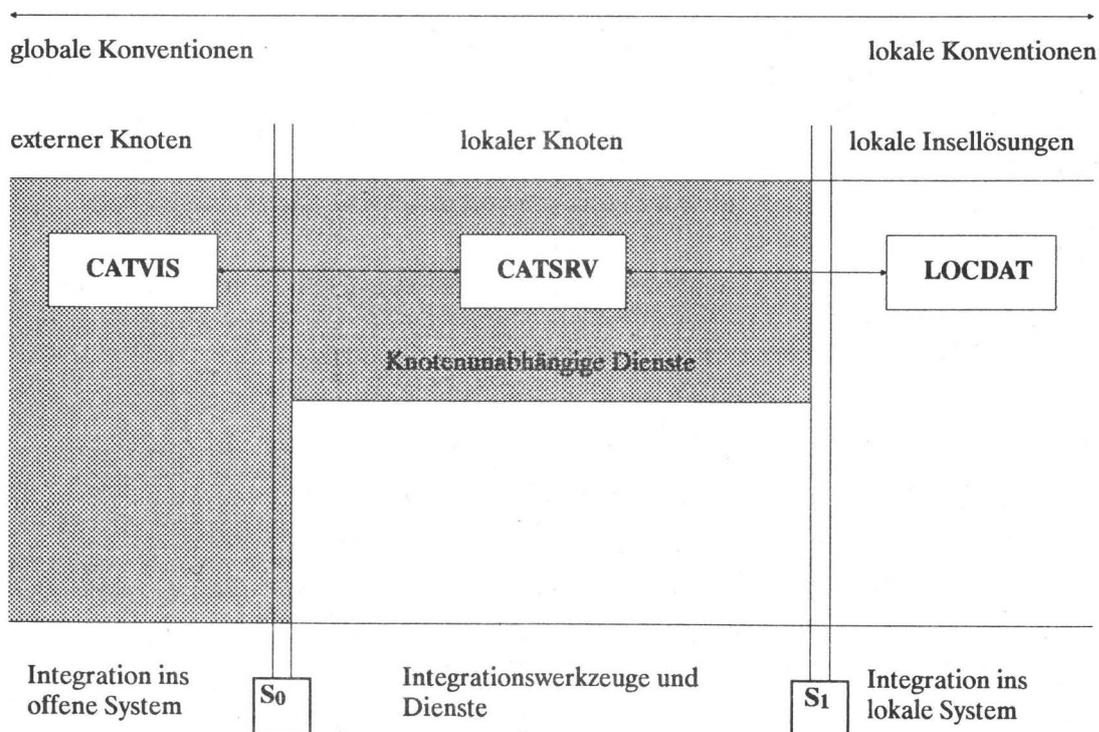


Abb. 5: Aufgabenstellung

- wie die ausgetauschten Daten repräsentiert werden, d.h. welche Datentypen werden wie übertragen, welche Datentypen existieren überhaupt? Anhand des Katalogs sieht man, daß es sich bei den Datentypen durchaus z.B. um Bäume handeln kann.

Darüberhinaus ist zu beschreiben

- welche Basisdienste dem offenen UIS inhärent sein müssen und wie diese zusammenarbeiten.

Die drei aufgeführten Punkte entsprechen genau den Schichten 5, 6 und 7 des OSI-Referenzmodells [31]. Dabei soll als wichtige Randbedingung eingehalten werden, nach strukturell möglichst einfachen Mechanismen und Definitionen zu suchen. Die Schnittstellen sollen minimal und doch mächtig genug sein.

Insbesondere soll darauf hingewiesen werden, daß es bei der Arbeit um die technisch-organisatorischen und nicht um die inhaltlichen Fragestellungen geht, denn die Bearbeitung der notwendigen inhaltlichen Fragestellungen kann nicht durch die Informatiker, sondern muß durch die Fachexperten geschehen.

2.4 Ziel

Das Ziel der Arbeit ist ein erster *Ansatz*, wie man ein großes nationales oder internationales UIS technisch und organisatorisch aufbauen könnte, sodaß Daten (und gegebenenfalls auch Methoden) unter Beibehaltung der lokalen Hoheiten im verteilten, offenen System verfügbar werden. Das Wort *Ansatz* sei ausdrücklich betont, denn wir sind uns darüber bewußt, daß es sich um ein außerordentlich umfangreiches und komplexes Problem handelt, welches die Umweltinformatik mit Sicherheit die nächsten 15-20 Jahre beschäftigen wird. Es wäre nach heutiger Einschätzung schon ein Erfolg, wenn mit der geplanten Arbeit ein Konzept angeboten werden könnte, welches als Diskussionsgrundlage für die Zukunft brauchbar ist und zu einem Prototypen führt.

2.5 Vorarbeiten

Für die geplante Arbeit liegt eine Fülle von Vorarbeiten und Erfahrungen vor, die nicht nur im Hinblick auf die Aufgabenstellung der Habilitation sondern auch im Hinblick auf die **Integrationsproblematik 2** und die **Integrationsproblematik 3** von Bedeutung sind.

2.5.1 Integration bei der Führung technischer Prozesse

Bei der Führung technischer Prozesse in der Verfahrenstechnik liegt eine ähnliche Integrationsproblematik vor. Hier geht es darum, daß zur optimalen Fahrweise einer technischen Anlage zunehmend neue Methoden eingesetzt werden, so z.B. wissensbasierte Regler, Diagnosesysteme, Systeme zur Qualitätskontrolle oder numerische Beobachter. Die Informationen aus all diesen Systemen müssen dem Operateur einer Anlage in einer einheitlichen Benutzerschnittstelle zugänglich gemacht werden.

Dies hat zur Folge, daß Informationen aus Systemen zu integrieren sind, die vollkommen unterschiedliche Paradigmen verfolgen. So wird man i.d.R. einen numerischen Beobachter

in einer prozeduralen, hingegen ein Diagnosesystem in einer symbolischen Umgebung implementieren. Diese Systeme sind darüberhinaus über ein Rechnernetz verteilt.

Im Rahmen eines zweijährigen Kooperationsprojektes des Kernforschungszentrums Karlsruhe und der Universität Kaiserslautern zur Entwicklung intelligenter graphischer Benutzerschnittstellen in einer verteilten Umgebung wurde **Integrationsproblematik 1** für technische Prozesse gelöst. In [29] ist die Architektur eines verteilten, offenen Systems dargelegt, die unter anderem auf einem verteilten Objektmodell beruht. Die Arbeiten wurden in [32,33,34] publiziert.

Es sei anzumerken, daß **Integrationsproblematik 1** bei technischen Systemen zwar aufgrund der Anforderungen an Asynchronität und Echtzeitverhalten schwierig zu lösen war, aber die benötigten Datenstrukturen geringere Probleme bereiteten. Für UIS wird die Lösung der **Integrationsproblematik 1** aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher komplexer Datenmengen und aufgrund der so außerordentlich unterschiedlichen Anforderungen weitaus schwieriger werden.

Die Architektur wurde vollständig implementiert und anhand mehrerer umfangreicher praktischer Systeme erfolgreich demonstriert. Das umfangreichste System war ein Modell des Feuerungsteils der Forschungsanlage TAMARA zur schadstoffarmen Müllverbrennung [35]. Anhand dieses überaus komplexen technischen Systems wurde die praktische Einsetzbarkeit der gemachten Ansätze nachgewiesen. Detaillierte Angaben und Literaturhinweise finden sich in [29].

2.5.2 Verteiltes User Interface Management und Werkzeuge zur Dialoggestaltung

Im Rahmen des gleichen Projektes wurde ein Konzept eines Werkzeuges zur Entwicklung graphischer Dialoge vorgestellt, welches den verteilten Aspekt des Gesamtsystems berücksichtigt. Mit diesen Arbeiten wurde also die **Integrationsproblematik 3** behandelt, nach wie vor hauptsächlich für technische Systeme. Das Konzept beschreibt neue Wege bei der Architektur von Dialogsystemen. Es konnte nachgewiesen werden, daß man durch den konsequenten Ansatz eines verteilten Objektsystems Benutzerschnittstelle und (mehrere) Anwendungen und sogar Benutzerschnittstellen an sich ohne großen Aufwand verteilen kann [29,32,36].

Seit Oktober 1990 werden Arbeiten an einem Werkzeug zur interaktiven Programmentwicklung durchgeführt, welches auf dem gleichen verteilten Konzept beruht. Publikationen liegen hierzu noch nicht vor.

2.5.3 Entwurf intelligenter Benutzerschnittstellen für komplexe technische Systeme

Die Systeme, mit denen wir uns beschäftigen, sind äußerst komplexe Systeme, für die eine große Anzahl (i.d.R. mindestens mehrere Tausend) Einzelinformationen für die Bediener relevant sind. Der Entwurf von Benutzerschnittstellen für solche Systeme muß "intelligente" Lösungsansätze verfolgen, die den Bediener entlasten und nicht mit Informationen überfluten.

Im Rahmen der Arbeiten für TAMARA wurden nach einer detaillierten Systemanalyse Benutzerschnittstellen implementiert, welche Prozeßwissen in die Dialoggestaltung einbe-

ziehen. Dies geschieht mit dem Ziel, je nach Prozeßkontext Dialoge und Präsentationsformen möglichst optimal zu adaptieren [32].

Dialogsysteme für derart umfangreiche und komplexe Anwendungen - wie sie auch für verteilte UIS zu erwarten sind - lassen sich ohne Werkzeuge nicht mehr implementieren. Der Aufwand wäre aus mehreren Gründen immens: zum einen, weil die Benutzerschnittstellen komplex sind und zum zweiten, weil die Integration in das offene System durchgeführt werden muß. Aus diesem Grund sollen Werkzeuge die Randbedingungen des offenen Systems berücksichtigen, insbesondere soll die explizite Programmierung der Kommunikation möglichst vermieden werden.

2.5.4 Visualisierung des Luftgütemeßnetzes Kärnten

Im Kontext gemeinsamer Arbeiten mit dem österreichischen Forschungszentrum Seibersdorf wurde für das Luftgütemeßnetz des Bundeslandes Kärnten eine Benutzeroberfläche erstellt, welche - wie alle anderen implementierten Systeme - in einer verteilten Umgebung läuft. Die Arbeiten wurden im Dezember 1991 auf dem 6. Symposium "Informatik im Umweltschutz" vorgestellt [37]. Weitergehende Untersuchungen laufen noch und wurden beim Workshop "Visualisierung von Umweltdaten" in Dagstuhl präsentiert [38]. Die Kooperation mit dem Forschungszentrum dauert an und wird derzeit für die Zukunft inhaltlich erweitert.

2.5.5 Integration User Interface Management System - Visualisierung

Die Arbeiten an der **Integrationsproblematik 2**, d.h. an der lokalen Einbettung lokal bereits vorhandener Software in ein Werkzeug zur Anwendungsentwicklung, haben vor kurzem begonnen. Ein Beispiel hierfür ist die Integration eines Visualisierers in ein User Interface Management System (UIMS) [37]. Die Problemstellung wird auch in [39] beschrieben.

Von Interesse ist hier natürlich das allgemeinere Problem der Einbettung beliebiger Software in die Architektur des offenen Systems, z.B. die Integration von Simulation, Visualisierung und UIMS.

2.5.6 Konzeptansätze für offene UIS

Erste Konzeptansätze für offene UIS wurden im Lauf des letzten Jahres entwickelt, Teile davon gemeinsam mit Schimak [2,43]. In [2] wurde beschrieben, welche Inhalte in großen, verteilten UIS zu erwarten sind und welche Auswirkungen dies auf die Architektur des UIS haben wird. Die in [2] beschriebenen Teilsysteme Umweltdatenkatalog, Methodenkatalog, Installationskatalog, u.s.w. wurden einzig aus den praktischen Notwendigkeiten abgeleitet, ähneln aber sehr den in [28] geäußerten Vorstellungen.

2.6 Kooperationen in der Umweltinformatik

Außer den bisher genannten Kooperationen bestehen gemeinsame Arbeiten und wissenschaftliche Kontakte mit folgenden Partnern:

1. Universität Linz und Magistrat Linz; Visualisierung von Immissions-situationen mittels Scattered-Data-Verfahren [8,40]
2. Magistrat Linz; Gestaltung interaktiver Benutzeroberflächen für Luftschadstoffimmissions- und Emmissionsinformationssysteme
3. Joanneum Research Graz, TU Graz; Visualisierungssysteme und User Interfaces im Umweltbereich [25]
4. Institut für Umweltinformatik an der Fachhochschule des Saarlandes; Visualisierung, Umweltinformationssysteme, Objekterkennung in Pixelbildern; gemeinsame Organisation des 2. Workshops "Visualisierung von Umweltdaten" in Schloß Dagstuhl im November 1991 [41,42]
5. Universität Rostock; gemeinsame Organisation des 1. Workshops "Visualisierung von Umweltdaten" in Rostock im November 1990 [9], gemeinsame Organisation des 2. Workshops "Visualisierung von Umweltdaten" in Schloß Dagstuhl im November 1991
6. IIASA Laxenburg; gemeinsame Arbeiten im Arbeitskreis "Visualisierung von Umweltdaten" der Gesellschaft für Informatik
7. Fachausschuß 4.6 "Informatik im Umweltschutz" der Gesellschaft für Informatik; Mitarbeit auf allen Ebenen
8. University of Colorado, Center for Astrophysics and Space Astronomy (CASA); mit CASA unterhalten wir wissenschaftliche Kontakte, die allgemein den Bereich Visualisierung und Software für komplexe Informationssysteme beinhalten.

Diese (und die hier nicht genannten) Kontakte auf dem Gebiet der Umweltinformatik - sowohl mit Forschern, Herstellern als auch Anwendern - wurden im Laufe der letzten 5 Jahre konsequent aufgebaut und sind für das Vorhaben essentiell.

3. Arbeitsprogramm und Untersuchungsmethoden

3.1 Beteiligte Gruppen

An den Untersuchungen sollen mehrere Gruppen beteiligt werden und zwar sowohl passiv (durch Bereitstellung detaillierten Materials) als auch aktiv (z.B. durch Begutachtung von Vorschlägen). Als beteiligte Gruppen sind vorgesehen:

- 5-10 Anwender, d.H. Behörden auf den unterschiedlichsten Ebenen
- 5-10 externe Experten aus der Umweltinformatik, insbesondere aus dem Gebiet der UIS, eventuell externe Experten auf dem Gebiet offener Systeme

Es wurden schon mehrere Vorgespräche geführt, der beteiligte Personenkreis wurde aber noch nicht festgelegt. Eine endgültige Festlegung der Beteiligten soll nach Abschluß der ersten Phase der Arbeiten nach einem halben Jahr erfolgen (siehe 3.2).

3.2 Arbeitsprogramm

Die Arbeiten sollen in vier 6-monatigen Phasen durchgeführt werden. Es folgt eine kurze Beschreibung der einzelnen Phasen:

Phase 1

In der ersten Phase (Abb. 6) werden die Anforderungen an ein offenes UIS definiert. Es erfolgt die Erarbeitung der grundlegenden Konzepte. Anhand einer Vielzahl von Vorgesprächen und anhand detaillierter Sammlung von Information sollen eine Reihe möglichst typischer Anwender (d.h. möglichst typischer Teilsysteme) für ein UIS ermittelt werden.

Es erfolgt (sofern nicht schon vor Beginn der Arbeiten geschehen) eine Kontaktaufnahme zu diesen "typischen Anwendern". Parallel hierzu sollen eine Reihe von Experten aus der Umweltinformatik zur Mitarbeit gewonnen werden, also zur Diskussion, Begutachtung u.s.w.

In dieser Phase erfolgt ein Diskussions-Entwurf des Umweltdatenprotokolls UDP (UDP-0) sowie die erste Definition der einem offenen UIS inhärenten Dienste.

Am Ende der Phase 1 sollen die grundlegenden Anforderungen sowie die ersten Ideen zum UDP und zu den Diensten vorliegen. Zu diesem Zeitpunkt werden die beteiligten Personen und Institutionen festgelegt.

Phase 2

In Phase 2 wird in der Hauptsache eine Ist-Analyse bei den beteiligten Anwendern durchgeführt, welche Grundlage für den ersten Entwurf des UDP sein soll (UDP-1). Parallel hierzu soll eine Begutachtung der Anforderungsdefinition und des UDP-0 durch die beteiligten Experten stattfinden. Diese Begutachtungen gehen in die weiteren Arbeiten ein. Es ist absehbar, daß die Dienste Katalog- und Daten-Server für

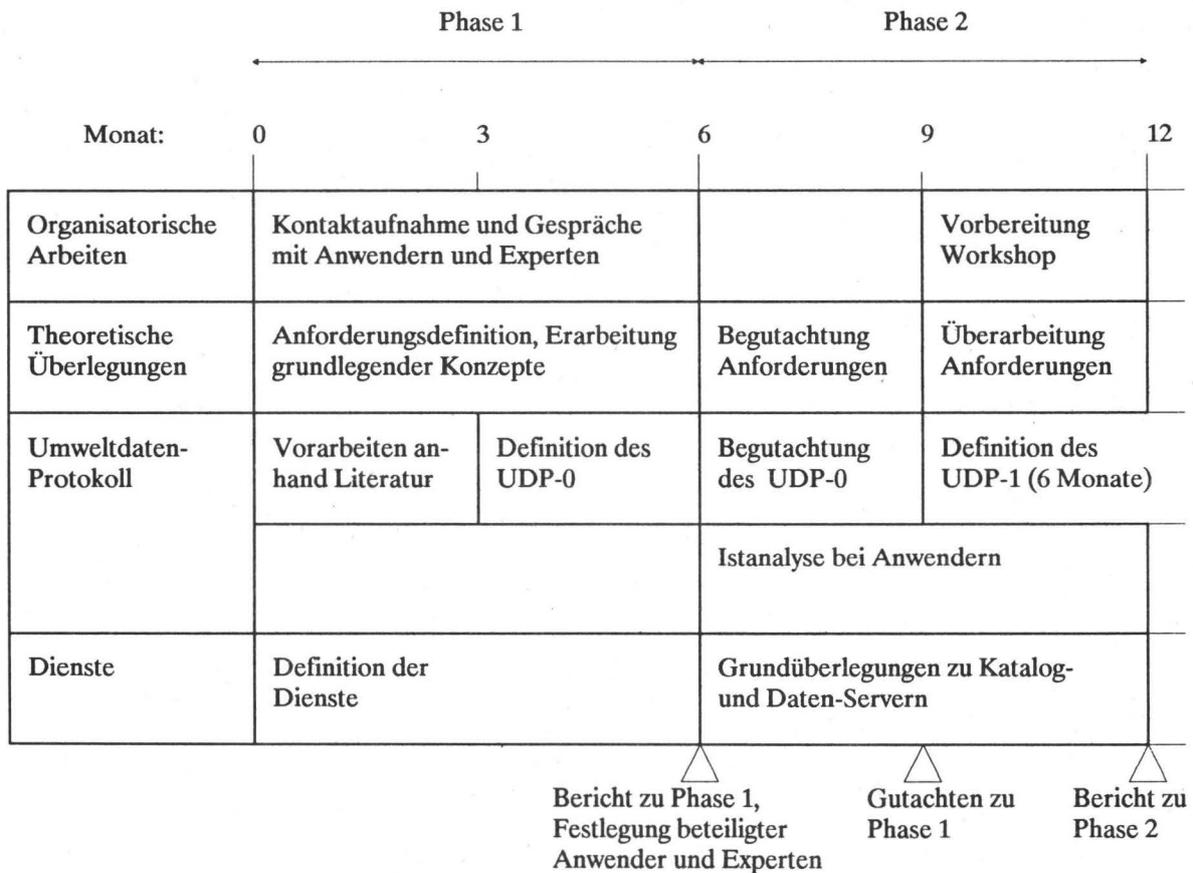


Abb. 6: Arbeitsprogramm - erstes Jahr

die Architektur des UIS eine grundlegende Rolle spielen. Die Grundüberlegungen zu diesen Diensten werden angestellt. Gegen Ende der Phase 2 soll ein Arbeitstreffen mit Workshop-Charakter mit den Beteiligten vorbereitet werden.

Am Ende der Phase 2 liegt die begutachtete und überarbeitete Definition der Anforderungen sowie des UDP-0 vor. Die Istanalyse bei den Anwendern soll abgeschlossen sein.

Phase 3

In Phase 3 fließen die bisherigen Überlegungen und Erfahrungen in die Arbeiten am Gesamtkonzept zusammen. Der Entwurf des Umweltdatenprotokolls UDP-1 wird abgeschlossen und zur Begutachtung an die Experten gegeben. Die Definition der Dienste wird ebenso von den Experten begutachtet. Aufgrund der Gutachten werden die Dienste überarbeitet.

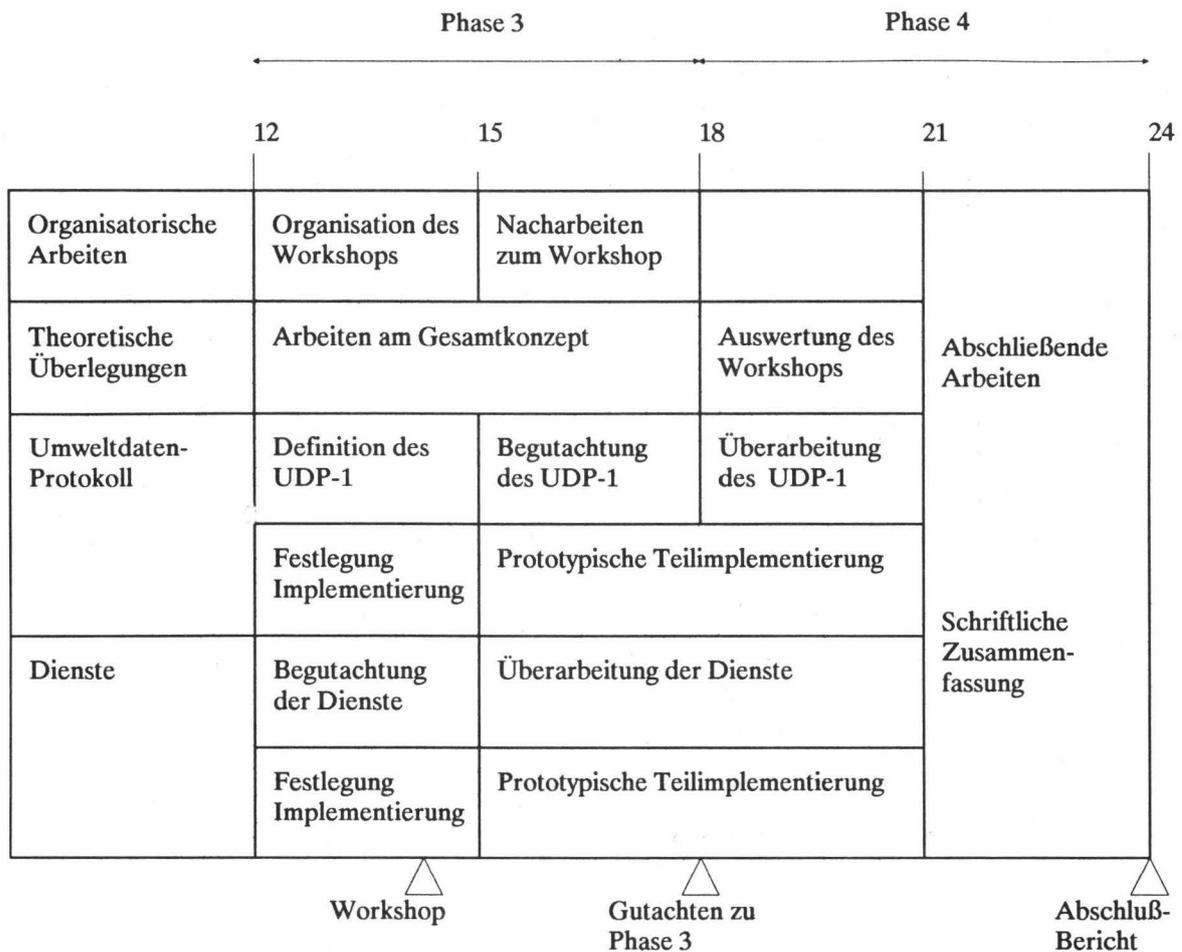


Abb. 7: Arbeitsprogramm - zweites Jahr

Hierzu parallel wird festgelegt, welche Teile des UDP und der Dienste prototypisch implementiert werden, um die Funktionsfähigkeit des Gesamtkonzeptes zu verifizieren. Die Implementierung schließt sich an.

Im Laufe der Phase 3 wird der Workshop mit den beteiligten Personen abgehalten. In den Nacharbeiten zu dem Workshop werden die Beteiligten wiederum um ihre Beurteilung der Ergebnisse gebeten.

Phase 4

In Phase 4 erfolgt die Auswertung des Workshops und die endgültige Überarbeitung des UDP. Parallel hierzu erfolgen Implementierungen. Die letzten drei Monate dienen den abschließenden Arbeiten, d.h. der Zusammenführung der Ergebnisse und der schriftlichen Zusammenfassung.

3.3 Untersuchungsmethoden

Die Aufgabe stellt ein nicht-triviales informationstechnisches Problem dar und es ist (aufgrund der Erfahrungen bei der Integration technischer Systeme) zu vermuten, daß hierfür neuartige informationstechnische Konzepte eingesetzt bzw. entwickelt werden müssen. Dennoch ist eine enge Anknüpfung an praktische Gegebenheiten und Anforderungen unumgänglich.

Um den praktischen Bezug in jeder Phase der Arbeiten herzustellen, liegt dem Arbeitsplan in mehreren Stufen ein Zyklus zugrunde (Abb. 8). Es wird insbesondere Wert darauf gelegt, die Meinungen maßgeblicher Anwender und Experten zu den gemachten Vorschlägen einzuholen. Zu diesem Zweck soll auch ein gemeinsames Arbeitstreffen möglichst aller Beteiligten stattfinden.

Im Fachausschuß 4.6 "Informatik im Umweltschutz" der GI ist derzeit ein Arbeitskreis im Gespräch, der sich mit der Integrationsproblematik bei UIS beschäftigen soll [44]. Nach dem derzeitigen Kenntnisstand zeichnet sich allerdings ab, daß der Arbeitskreis zunächst Anstöße zu Arbeiten, aber noch keine Lösungen bieten kann. Eine enge fachliche Zusammenarbeit mit einem solchen Arbeitskreis (sollte er gegründet werden) wird angestrebt.

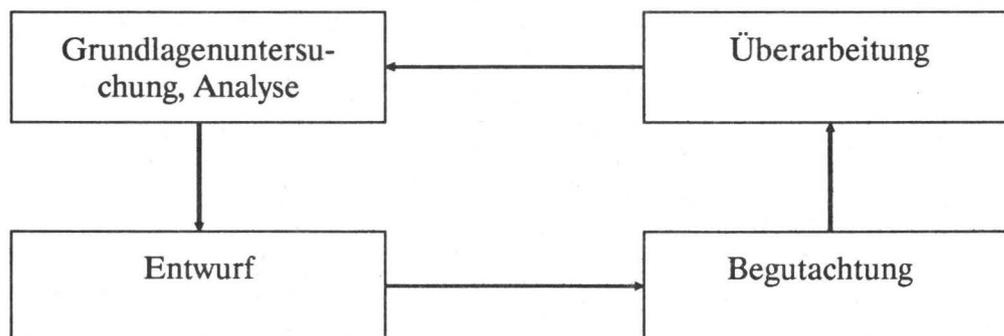


Abb. 8: Untersuchungsmethoden

4. Beginn und Dauer des Forschungsvorhabens

Das Forschungsvorhaben ist zunächst auf 2 Jahre geplant. Aufgrund des Umfangs und der Komplexität der Aufgabenstellung wird sich wahrscheinlich ein Folgeprojekt anschließen. Insbesondere läßt sich derzeit nur schwer absehen, welche Teile des UDP und der Dienste prototypisch verifiziert werden sollen und welchen Aufwand dies bereiten wird. Es liegen hier zwar umfangreiche Erfahrungen und auch Softwarepakete vor, die allerdings erheblich erweitert werden müssen. Die Aufgabenstellung ist ungleich komplexer als die bisher (bei technischen Systemen) gelöste Problematik.

Es zeichnet sich aus einigen Vorgesprächen ab, daß sich aus den Arbeiten mit Anwendern ein konkreter Wunsch entwickeln könnte, die erarbeiteten Konzepte anhand einer real existierenden Rechnerlandschaft zu verifizieren.

Literatur

- [1] Page B., Jaeschke A., Pillmann W., Angewandte Informatik im Umweltschutz, Teil I, Informatik Spektrum 13 (1990), S.6-16
- [2] Schimak G., Denzer R., Komplexe Inhalte eines Umweltinformationssystems, in: Denzer R., Hagen H., Kutschke K.-H., Visualisierung von Umweltdaten, Workshop, Rostock, 1990, Informatik-Fachbericht 274, S. 9-21, Springer, 1991
- [3] Diening A., DIM, Daten und Informationssystem für den Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, in: Jaeschke A., Geiger W., Page B., 4. Symposium Informatik im Umweltschutz, Informatik-Fachbericht 228, S. 203-208, Springer, 1989
- [4] Lessing H., Umweltinformationssysteme - Anforderungen und Möglichkeiten am Beispiel Niedersachsens, in: Jaeschke A., Geiger W., Page B., 4. Symposium Informatik im Umweltschutz, Informatik-Fachbericht 228, S. 209-218, Springer, 1989
- [5] Pietsch J., Orientierungswissen in Umweltinformationssystemen, in: Pillmann W., Jaeschke A., 5. Symposium Informatik für den Umweltschutz, Informatik-Fachbericht 256, S. 715-722, Springer, 1990
- [6] Schimak G., Grundlagen, Komponenten und Konzeption eines computergestützten Umweltinformationssystems für das Bundesland Oberösterreich (UIS/OÖ), Diplomarbeit, TNF, Universität Linz, 1990
- [7] Denzer R., User-Interfaces für die Visualisierung von Umweltdaten - Anforderungen und Architektur, in: Pillmann W., Jaeschke A., 5. Symposium Informatik für den Umweltschutz, Informatik-Fachbericht 256, S. 847-854, Springer, 1990
- [8] Hagen H., van Lengen R., Schreiber Th., Visualisierung von Umweltdaten, in: Pillmann W., Jaeschke A., 5. Symposium Informatik für den Umweltschutz, Informatik-Fachbericht 256, S. 799-807, Springer, 1990
- [9] Denzer R., Hagen H., Kutschke K.-H., Visualisierung von Umweltdaten, Workshop, Rostock, 1990, Informatik-Fachbericht 274, S. 9-21, Springer, 1991
- [10] Pfeiffer K., Kriterien für die Planung und Gewinnung von Umweltdaten, in: Umweltwissenschaftliche Fachtage, Graz, September 1989, S. 17-26, Forschungsgesellschaft Joanneum, Graz
- [11] Weidemann R., Geiger W., XUMA - Ein Assistent zur Beurteilung von Altlasten, in: Jaeschke A., Geiger W., Page B., Informatik im Umweltschutz, 4. Symposium, Karlsruhe, 1989, Informatik-Fachbericht 228, S. 385-394, Springer-Verlag
- [12] Mayer-Föll R., Konzeption des ressortübergreifenden Umweltinformationssystems Baden-Württemberg, in: Jaeschke A., Geiger W., Page B., Informatik im Umweltschutz, 4. Symposium, Karlsruhe, 1989, Informatik-Fachbericht 228, S. 178-189, Springer-Verlag
- [13] Strobel B., Smog-Frühwarnsystem der Bundesrepublik Deutschland - effiziente Informationsbereitstellung mit Graphiken, in: Denzer R., Hagen H., Kutschke K.-H., Visualisierung von Umweltdaten, Workshop, Rostock, 1990, Informatik-Fachbericht 274, S. 52-62, Springer, 1991

- [14] Gölles J., Was sind Monitoring-Systeme und was sollen sie leisten?, in: Umweltwissenschaftliche Fachtage, Graz, September 1989, S. 87-92, Forschungsgesellschaft Joanneum, Graz
- [15] Riedl M., Erfahrungsbericht über das Tiroler Raumordnungssystem (TIRIS), in: Dollinger F., Strobl J., Angewandte Geographische Informationstechnologie, GIS-Symposium 1989, Salzburger geographische Materialien, Heft 13, S. 65-73,
- [16] Schiewer U., Visualisierung von Umweltdaten - ein unverzichtbares Werkzeug in der angewandten Ökologie, in: Denzer R., Hagen H., Kutschke K.-H., Visualisierung von Umweltdaten, Workshop, Rostock, 1990, Informatik-Fachbericht 274, S. 76-82, Springer, 1991
- [17] ULIDAT, Dokumentation zur Umweltliteraturdatenbank, STN, Fachinformationszentrum Karlsruhe (FIZ), Karlsruhe
- [18] Kremers H. et. al, Arbeitskreis "Umweltdatenbanken" - Ziele und erste Ergebnisse, in: Pillmann W., Jaeschke A., 5. Symposium Informatik für den Umweltschutz, Informatik-Fachbericht 256, S. 1-16, Springer, 1990
- [19] Weidemann R., Geiger W., XUMA - Ein Assistent zur Beurteilung von Altlasten, in: Jaeschke A., Geiger W., Page B., 4. Symposium Informatik im Umweltschutz, Informatik-Fachbericht 228, S. 385-394, Springer, 1989
- [20] Dollinger F., Strobl J., Angewandte Geographische Informationstechnologie, GIS-Symposium 1989, Salzburger geographische Materialien, Heft 13, Universität Salzburg
- [21] Fedra K., Interactive Environmental Software: Integration, Simulation and Visualization, in: Pillmann W., Jaeschke A., 5. Symposium Informatik für den Umweltschutz, Informatik-Fachbericht 256, S. 733-744, Springer, 1990
- [22] Pillmann W., Zobl Z., Entwicklungstendenzen in Waldökosystemen - Ergebnisse der Scannerbildanalyse auf einem Parallelrechner, in: Pillmann W., Jaeschke A., 5. Symposium Informatik für den Umweltschutz, Informatik-Fachbericht 256, S. 286-295, Springer, 1990
- [23] Sampl H., Erfahrungen mit dem Gewässer-Monitoring, in: Umweltwissenschaftliche Fachtage, Graz, September 1989, S. 101-111, Forschungsgesellschaft Joanneum, Graz
- [24] UWEDAT - A System for Aquisition of Meteorological, Hydrological and Environmental Data, Forschungszentrum Seibersdorf, Austria, 1991
- [25] FEJUX, Kurzdokumentation des Finite-Elemente-Programms, Joanneum Research, Graz, 1991
- [26] Mayr J., Abfallmengenströme von Städten und Regionen - Entwicklung eines EDV-unterstützten Modells zur Darstellung der Abfallmengenströme in Städten und Regionen, in: Pillmann W., Jaeschke A., 5. Symposium Informatik für den Umweltschutz, Informatik-Fachbericht 256, S. 620-629, Springer, 1990
- [27] van Renesse R., Position paper, in: Schröder-Preikschat W., Zimmer W., Progress in Distributed Operating Systems and Distributed Systems Management, Lectures Notes in Computer Science 433, S. 193-194, Springer, 1989
- [28] Tschammer V. et. al., OAI - Concepts for Open Systems Cooperation, in: Schröder-Preikschat W., Zimmer W., Progress in Distributed Operating Systems and Distributed Systems Management, Lectures Notes in Computer Science 433, S. 174-192, Springer, 1989
- [29] Denzer R., Visualisierung in komplexen Systemen und deren Anwendung im Umweltschutz, Dissertation, Universität Kaiserslautern, 1991
- [30] Pfaff G. E., User Interface Management Systems, Springer-Verlag, 1985

- [31] Henshall J. Shaw S., OSI explained, End-to-end Computer Communication Standards, Wiley & Sons, 1988
- [32] Denzer R., Hagen H., Kira G., Koob F., Using Process Knowledge for Adaptive User Interfaces, in: Rzevski G., Adey R.A., Applications of Artificial Intelligence in Engineering (AIENG) VI, Oxford, Juli 1991, S. 583-596, Computational Mechanics Publications, Elsevier Applied Science
- [33] Denzer R., User Interface Management in Distributed Systems, in: Denzer R., Hagen H., Kutschke K.-H., Visualisierung von Umweltdaten, Workshop, Rostock, 1990, Informatik-Fachbericht 274, S. 83-97, Springer, 1991
- [34] Denzer R., Informatikeinsatz im prozeßnahen Bereich an einer Pilotanlage zur schadstoffarmen Müllverbrennung, in: Jaeschke A., Geiger W., Page B., 4. Symposium Informatik im Umweltschutz, Informatik-Fachbericht 228, S. 329-337, Springer, 1989
- [35] Dittrich G., TAMARA - Versuchsanlage zur schadstoffarmen Müllverbrennung, GVC-Kongress, Baden-Baden, Dezember 1990
- [36] Kira G., Entwicklung eines objekt-orientierten Graphiksystems zur Visualisierung komplexer Prozesse, Diplomarbeit, Universität Kaiserslautern, Fachbereich Informatik, 1991
- [37] Denzer R., Schimak G., Visualization of an Air Quality Measurement Network, angenommen zum 6. Symposium "Informatik im Umweltschutz", München, Dezember 1991
- [38] Denzer R., Kira G., Koob F., Visualization of Multiple Environmental Measurement Networks, angenommen zum 2. Workshop "Visualisierung von Umweltdaten", Schloß Dagstuhl, November 1991
- [39] Hardenbergh J., Michener J., Integrating PHIGS and User Interface Systems, in: Computer Graphics Forum 10 (1991), No. 1, S. 27-36
- [40] Hagen H., Schreiber Th., Scattered Data Algorithmen zur Umweltdatenvisualisierung, in: Denzer R., Hagen H., Kutschke K.-H., Visualisierung von Umweltdaten, Workshop, Rostock, 1990, Informatik-Fachbericht 274, S. 22-28, Springer, 1991
- [41] Denzer R., Güttler R., Grützner R., Visualisierung von Umweltdaten, 2. Workshop, Dagstuhl, November 1991, wird veröffentlicht als Informatik-Fachbericht, Springer
- [42] Denzer R., Güttler R., Grützner R., Hagen H., Visualization of Environmental Data - Topics and Results of the 1991 Dagstuhl Workshop, angenommen zum 6. Symposium "Informatik im Umweltschutz", München, Dezember 1991
- [43] Denzer R., Entwicklung eines verteilten, offenen Umweltinformationssystems, interner Bericht, Universität Kaiserslautern, Oktober 1990
- [44] Denzer R., Towards Open Environmental Information Systems, angenommen als panel discussion paper zum 6. Symposium "Informatik im Umweltschutz", München, Dezember 1991