

---

# Interner Bericht

---

Möglichkeiten eines Immissionsdatenverbundes in Österreich

Ralf Denzer

221/92

---

## Fachbereich Informatik

---

Universität Kaiserslautern · Postfach 3049 · D-6750 Kaiserslautern

---

# Möglichkeiten eines Immissionsdatenverbundes in Österreich

Ralf Denzer

221/92

Universität Kaiserslautern  
AG Computergraphik  
Postfach 30 49  
6750 Kaiserslautern

Mai 1992

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

## **Abstract**

Vorliegender Bericht ist eine Studie für einen möglichen Immissionsdatenverbund in Österreich. Die Grundlage dieser ersten Version der Studie sind Gespräche, welche Anfang Januar 1992 im Forschungszentrum Seibersdorf und im Umweltbundesamt in Wien stattfanden.

Seit einigen Jahren beschäftigt sich die von mir geleitete Gruppe Umweltinformatik an der Universität Kaiserslautern mit den besonderen Schwierigkeiten bei der Vernetzung und Integration heterogener Systeme, welche darüberhinaus unter unterschiedlichen Vollzugshoheiten stehen können. Wir haben diese Problemstellung bei der Führung verfahrenstechnischer Anlagen weitestgehend gelöst und beschäftigen uns, zum Teil in Zusammenarbeit mit Kollegen aus anderen Institutionen, nun hauptsächlich mit der Umsetzung dieser Lösungen in verteilten Systemen im Umweltschutz.

Unsere derzeitigen Arbeiten haben zum Ziel, möglichst allgemeine Ansätze für die Integration in verteilten, offenen Umweltinformationssystemen (UIS) zu entwickeln. Dabei sind wir uns darüber bewußt, daß diese allgemeinen Ansätze nur aus den konkreten Gegebenheiten, Zielen und Vorstellungen abgeleitet werden können.

Diese Studie soll zwei Dinge bezwecken: einerseits will ich versuchen, den Blick dafür zu öffnen, wie ein Immissionsdatenverbund aussehen könnte, welcher allen Betreibern eine hohe Funktionalität und großen Komfort bietet. Es soll auch diskutiert werden, welcher technischer und organisatorischer Aufwand unter Verwendung welcher Konzepte entsteht. Auch wenn man sich in naher Zukunft nicht dazu entschließen sollte, die von mir vorgeschlagenen oder ähnliche Wege zu gehen, so könnte man doch bei der Realisierung auf niedrigerem funktionalen Niveau zukünftige Möglichkeiten schon heute berücksichtigen und damit zukünftige Entwicklungen begünstigen. Ich hoffe, daß die Leser dieser Studie in dieser Hinsicht von meinen Erfahrungen profitieren. Zum zweiten ist diese Studie für

meine Arbeitsgruppe ein Einstieg in die konkreten Problemstellungen großer verteilter UIS. Meßnetze sind inhärente Komponenten solcher UIS und weisen aufgrund ihrer technischen Orientierung interessante Merkmale auf. Daher erhoffen wir uns, hier wichtige Erkenntnisse auch für unsere Arbeiten zu gewinnen.

Im Prinzip weiß heute noch niemand, wie man einen großen Umweltdatenverbund organisieren könnte. Ein Teil eines solchen Verbundes sind die Meßnetze. Die damit verbundenen Probleme alleine technischer Art sind riesig und es gibt bisher nur wenige Personen, die in der Umweltinformatik sich überhaupt mit diesen Themen beschäftigen. Diese Studie versteht sich daher hochgradig als Diskussionspapier. Jegliche geäußerten Ideen und Konzepte sollen von Lesern kritisch bewertet, notfalls angegriffen und vernichtend geschlagen werden - sofern sie dies verdienen. Diese Diskussion ist notwendig, damit wir überhaupt einmal eine Ahnung davon bekommen, wohin die Umweltinformatik der verteilten Systeme gehen kann.

**Gaiberg, im März 1992**

## **Inhaltsverzeichnis**

### **1. Einleitung**

#### 1.1 Problemstellung

- 1.1.1 Heterogenität der Wünsche
- 1.1.2 Heterogenität der Funktionalität
- 1.1.3 Semantische Heterogenität
- 1.1.4 Syntaktische Heterogenität

#### 1.2 Verallgemeinerte Problemstellung

- 1.2.1 Überblick
- 1.2.2 Laufende Arbeiten
- 1.2.3 Zugriffe im verteilten UIS

#### 1.3 Diskutierte technische Modelle

- 1.3.1 Topologien
- 1.3.2 Low-level-Kopplung
- 1.3.3 Heterogenes Netzwerk
- 1.3.4 Homogenes Netzwerk

#### 1.4 Parallelen

### **2. Funktionales Modell eines Immissionsdatenverbundes**

#### 2.1 Datengrundlage

- 2.1.1 Semantische Konsistenz
- 2.1.2 Konsistenz der Einheiten
- 2.1.3 Management der Stati
- 2.1.4 Konsistenz von Grenzwerten
- 2.1.5 Protokollierung

#### 2.2 Benutzermodell

- 2.2.1 Netzwerkmanagement
- 2.2.2 Namens- und Katalogmanagement
- 2.2.3 Allgemeine Funktionen für Endbenutzer
- 2.2.4 Spezielle Funktionalität für Routearbeiten
- 2.2.5 Spezielle Funktionalität für Störfälle
- 2.2.6 Spezielle Funktionalität für Langzeituntersuchungen

### **3. Technisches Modell eines Immissionsdatenverbundes**

3.1 Erweitertes Request-Konzept

3.2 Übersicht

3.3 Datenströme

3.3.1 Lokale Datenströme

3.3.2 Katalogdatenströme

3.3.3 Globale Datenströme

3.3.4 X-Datenströme

3.4 Schnittstellen

### **4. Abschlußbemerkung**

### **Literatur**

## 1. Einleitung

Ziel des Immissionsdatenverbundes ist es, die einzelnen von den Bundesländern betriebenen Monitoring-Systeme miteinander zu verbinden. Bei meinen Vorgesprächen im Forschungszentrum Seibersdorf stellte sich heraus, daß die konkreten Anforderungen und Ansätze für einen Immissionsdatenverbund in Österreich und die von uns erarbeiteten ersten Konzepte für große Informationssysteme im Umweltschutz in ähnliche Richtungen gehen bzw. sich ergänzen. In diesem einleitenden Kapitel soll versucht werden, Bezüge zwischen der konkreten und allgemeineren Fragestellung herzustellen.

### 1.1 Problemstellung

Der Sinn eines Immissionsdatenverbundes liegt in der Hauptsache darin, allen Betreibern Informationen verfügbar zu machen, großräumige Untersuchungen zu unterstützen und das Smogalarmgesetz durchzuführen [45].

Jeder Betreiber hat aufgrund seiner Gegebenheiten und Kompetenzen berechtigterweise eine eigene Sicht dieser Zielstellung und eigene Wünsche an den Datenverbund. Aufgrund der historisch gewachsenen Situation sind darüberhinaus die bestehenden Systeme miteinander zunächst inkompatibel.

Grundsätzlich kann man die Heterogenitäten in vier Teilgebiete unterteilen:

- Heterogenität der Wünsche
- Heterogenität der Funktionalität
- Semantische Heterogenität und
- Syntaktische Heterogenität.

Jeder der einzelnen Punkte beeinflußt entscheidend den Aufbau der Datenverbundes.

Nun gibt es zwei Möglichkeiten, dieser Heterogenitäten Herr zu werden: entweder man beseitigt sie, d.h. sämtliche Systeme werden demontiert und durch eine einheitliche vernetzte Hard- und Software ersetzt oder man behält die Heterogenitäten bei und versucht, durch eine übergeordnete unabhängige Schicht die Systeme auf einem möglichst hohen funktionalen Niveau miteinander zu verbinden.

Die erste Vorgehensweise ist indiskutabel, da kein Betreiber sie akzeptieren wird. Sie würde die eigenen Arbeiten behindern, u.U. große Umstellungsprobleme bedeuten und greift in die lokalen Vollzugshoheiten ein. Es ist auch wahrscheinlich, daß dies die teurere Lösung ist.

Nach unseren Erfahrungen kann man einen Verbund von Systemen, die unter unterschiedlichen Hoheiten und mit lokal unterschiedlichen Zielen betrieben werden, nur auf die zweite Art und Weise miteinander verbinden. D.h. man entscheidet sich bewußt dazu, mit Heterogenitäten zu leben. Vor diesem Hintergrund macht ein Datenverbund nur Sinn

- wenn er eine neue Funktionalität bietet (in der Hauptsache liegt dieser im Zugriff auf andere Daten)
- wenn er einen hohen Komfort bietet (d.h. der Datenverbund spart Arbeit bei der neuen Funktionalität und macht nicht in erheblichen Ausmaß zusätzliche Arbeit) und
- wenn jeder Betreiber auch informationstechnisch weiterhin seine Hoheiten behält.

In den folgenden Abschnitten soll versucht werden, die Konsequenzen der einzelnen Heterogenitäten darzustellen und zu beschreiben, wie man mit ihnen umgehen kann.

### **1.1.1 Heterogenität der Wünsche**

Aus den lokalen Gegebenheiten und Problemen heraus besitzt jedes Monitoring-System eigene funktionale Schwerpunkte. Entsprechend sind auch die Erwartungen und Ideen für einen Immissionsdatenverbund unterschiedlich. Bei den ersten Gesprächen konnte ich mich des Verdachts nicht erwehren, daß die Erwartungen noch relativ allgemeiner Art sind und sich derzeit erst eine Meinung bildet. Da eine spätere Realisierung an den Erwartungen gemessen werden wird, sind hier zunächst konkretere Aussagen zu gewinnen.

Unsere Erfahrungen in der Einführung neuer Technologie in der Prozeßleittechnik sind derart, daß die konkret geforderten Funktionen oft erst in einem sehr späten Projektstadium einfließen, da sich jedermann zunächst einmal auch mit den neuen Möglichkeiten der Technologie auseinandersetzen muß.

Ich halte es daher für dringend geboten, in einem ersten Stadium eine detaillierte Untersuchung der Erwartungen und Ideen aller Betreiber durchzuführen und sie bei dieser Gelegenheit auch mit sehr weitreichenden Konzepten zu konfrontieren, um neue Ideen anzuregen. Eine solche Untersuchung muß vor Ort einzeln bei jedem Betreiber stattfinden und wird sinnvollerweise von einer nicht betroffenen Institution durchgeführt.

Bei jedem Betreiber muß im Vorfeld eine 2-3-tägige Detailuntersuchung stattfinden, welche Wünsche und Probleme bis auf Sachbearbeiterebene ermittelt. Von diesen Untersuchungen ist eine Studie zu erstellen, welche in mindestens einer weiteren Iteration bei einer Sitzung und wieder vor Ort bei jedem Betreiber diskutiert wird. Eine überarbeitete Version der Studie dient anschließend als Grundlage.

Insbesondere möchte ich darauf hinweisen, daß mit den einzelnen Realisierungsschritten die Wünsche und Erwartungen zunehmen werden. Jeder von uns macht diese Erfahrung in Softwareprojekten Tag für Tag. Bei einem Datenverbund von zehn unabhängigen Beteiligten ist dies besonders kritisch, weil der Entwurf eines verteilten heterogenen Systems weitaus schwieriger ist als der Entwurf eines Einzelsystems.



Ein weiterer wichtiger Punkt liegt darin, daß man sich über neue zukünftige Aufgaben u.U. noch gar nicht im klaren ist bzw. sie noch gar nicht kennt. Wie wir alle wissen, richtet sich der Gesetzgeber i.d.R. nicht nach informationstechnischen Gesichtspunkten. Kommen in der Zukunft neue Aufgaben auf die Betreiber im Bereich Immissionsdaten zu, so kann dies für jedes Einzelsystem schon große Konsequenzen haben. Für ein heterogenes, auf Zusammenarbeit angewiesenes Rechnernetz, können solche neuen Aufgaben weit größere Konsequenzen haben, die bis zum technischen Redesign führen können. Man muß sich darüber bewußt sein, daß ein verteiltes System für Anpassungen und Erweiterungen eine weitaus größere Flexibilität besitzen muß als jedes einzeln betriebene System.

Man muß beim Entwurf eines verteilten und unter lokalen Hoheiten betriebenen Rechnernetzes sehr frühzeitig versuchen, sehr detaillierte Anschauungen jetziger und möglicher zukünftiger Funktionen zu bekommen. Darauf basierend muß das Konzept des verteilten Systems äußerst flexibel gestaltet werden, wenn man nicht bei der ersten Umstellung oder Erweiterung am Aufwand scheitern will.

### 1.1.2 Heterogenität der Funktionalität

Jedes bestehende System besitzt eine gewisse Menge an Funktionen, welche auf Immissionsdaten zugreifen und sie u.U. manipulieren. Diese Funktionsmengen sind von System zu System unterschiedlich.

Vor Entwurf eines Immissionsdatenverbundes ist daher zum zweiten eine detaillierte Untersuchung der jetzt vorhandenen Funktionalität durchzuführen, denn von dieser hängt entscheidend ab, welche Anpassung *funktionaler Art* (nicht der der Vernetzung) geschehen muß. Dies ist wiederum maßgeblich für eine Aufwandsabschätzung. Den Aufwand zur Realisierung eines Immissionsdatenverbundes kann man in folgende drei Teilbereiche fassen:

- A1 Aufwand zur Neuprogrammierung noch nicht vorhandener Funktionalität bei jedem Betreiber
- A2 Aufwand zur Anpassung der vorhandenen (und neuen) Funktionalität an die Konventionen des Immissionsdatenverbundes
- A3 Aufwand für die Übertragungsschicht des Immissionsdatenverbundes

Um die Funktionalität des Datenverbundes festzulegen gibt es mehrere Strategien:

- S1 Man trifft sich auf dem kleinsten gemeinsamen Nenner, damit auf dem funktionalen Minimum.
- S2 Man definiert einen höheren funktionalen Level, läßt aber jedem Betreiber offen, dessen Funktionen vollständig zu implementieren oder nicht.
- S3 Man definiert einen höheren funktionalen Level, einigt sich aber auf eine gewisse Teilmenge, die jeder Betreiber realisiert und zur Verfügung stellt.

Geht man nach Strategie S1 vor, so sollte bei keinem Betreiber Aufwand gemäß A1 auftreten, sondern lediglich die Anpassung des kleinsten gemeinsamen Nenners gemäß A2 und die Übertragungsschicht gemäß A3.

Will man einen höheren funktionalen Level erreichen, so wird - bei jedem Betreiber in unterschiedlichem Maße - Aufwand gemäß A1 entstehen und - bei jedem Betreiber ungefähr in gleichem Maße - Aufwand gemäß A2. Darüberhinaus entsteht natürlich wieder ein Aufwand für die Übertragungsschicht A3.

Nur wenn detailliert bekannt ist, welche Funktionalität bei jedem Betreiber derzeit vorhanden ist, kann man darüber Auskunft geben, welcher Aufwand bei jedem Betreiber entsteht, um eine bestimmte funktionale Ebene zu erreichen.

Was o.g. Strategien anbelangt, so schlage ich vor, eine *Kombination von S3 und S2* zu gehen: man sollte schon (u.U. in einem Stufenplan) festlegen, welche Funktionen realisiert werden sollen, aber man sollte dennoch *prinzipiell in Betracht ziehen, daß das funktionale Level im Gesamtsystem nie vollständig einheitlich sein wird*, denn es wird immer begründete Situationen geben, in denen ein Betreiber eine Funktion noch nicht an den Immissionsdatenverbund liefern kann, obwohl sie eigentlich beschlossen wurde.

In der Konsequenz bedeutet dies, daß auf eine Nachfrage nach einer Funktion *zu jedem Zeitpunkt mindestens eine Antwort kommen muß*, daß diese Funktion noch nicht implementiert ist (gleiches gilt natürlich auch für Typen von Daten). Diese Vorgehensweise ist trivial zu implementieren und gewährleistet die Möglichkeit unterschiedlicher funktionaler Levels.

Die Bemerkung, daß das Gesamtsystem nie vollständig einheitlich sein wird, soll hier nochmals ausdrücklich betont werden, denn sie hat wichtige Konsequenzen. Ich gehe davon aus, daß Immissionsmeßnetze prinzipiell über einen sehr langen, derzeit noch nicht absehbaren Zeitraum betrieben werden. Die Aufgaben und Anforderungen werden sich u.U. ändern, die Technik mit Sicherheit. D.h. solche Systeme haben ein Eigenleben, welches sowohl durch die Vorgaben des Gesetzgebers im Bund als auch durch landesspezifische Aufgaben bestimmt ist.

Es ist entscheidend, daß diese Tatsache zur Kenntnis genommen wird, weil sie aus informationstechnischer Sicht im verteilten, heterogenen System eine vollständig andere Philosophie nötig macht als beim Entwurf eines Einzelsystems. Gleichzeitig möchte ich vor jedem Anbieter warnen, welcher nur die klassischen Wege der Informationstechnik bevorzugt: Datenmodell - Datenbankschema - u.s.w. Dies wird mit Sicherheit in einem heterogenen verteilten System fehlschlagen, nicht heute - aber in 10 Jahren (spätestens).

Um überhaupt eine vernünftige Vorstellung vom Aufwand zu bekommen, muß meiner Ansicht nach mit der Untersuchung der Wünsche eine Untersuchung der bestehenden Funktionalitäten einhergehen. Diese Untersuchung würde ich analog der im letzten Abschnitt angesprochenen Studie durchführen.

### 1.1.3 Semantische Heterogenität

Unter semantischer Heterogenität versteht man im Prinzip die unterschiedliche Auffassung der Bedeutung einer Information. d.h. konkret z.B.

Was ist ein SO<sub>2</sub> - Meßwert?

Wie wird er gebildet?

Wie werden Mittelwerte ermittelt?

Auf welche Zeitskalen bezieht man sich? u.s.w.

Man muß sich prinzipiell die Frage stellen, wie man mit semantischer Heterogenität umgehen will. Dies ist keine Frage an die Fachleute aus der Informatik.

In einem Immissionsdatenverbund muß längerfristig die Frage beantwortet werden, ob Meßwerte, die z.B. aufgrund unterschiedlicher Meßverfahren ermittelt wurden, miteinander verknüpft werden dürfen, wenn ja wie und unter welchen Umständen. Inwieweit die Informationstechnik bei den Problemen der semantischen Heterogenität helfen kann, kann ich derzeit schwerlich abschätzen. Hierzu sind Gespräche mit den Fachleuten notwendig.

Als Minimum kann man natürlich, wie schon früher vorgeschlagen, jeden übertragenen Wert bzw. jede Meßreihe entsprechend kennzeichnen [46].

### 1.1.3 Syntaktische Heterogenität

Unter syntaktischer Heterogenität versteht man die Verwendung unterschiedlicher Hardware, Betriebssysteme und Software, insbesondere layered products wie Netzwerkprodukte.

Gemäß [45] sind derzeit folgende Systeme vorhanden:

Zentrale	Hardware	Betriebssystem
Burgenland	keine	
Kärnten	uVAX 3400	VMS
Niederösterreich	HP9000	HP-UX 7.0
Oberösterreich	uVAX II	VMS
Salzburg	IBM 43xx	MVS
Steiermark	DECstation 5000	Ultrix
Tirol	PS/2	MS/Dos
Vorarlberg	PC-AT	MS/Dos
Wien	HP9000/835	Unix
Umweltbundesamt	VAX 8300, 6330	VMS

Diese Heterogenität ist natürlich für die Realisierung eines Datenverbundes aus informationstechnischer Sicht ein Hauptproblem. In Kap. 1.3 werden unterschiedliche Modelle zur Vernetzung der heterogenen Systeme diskutiert.

## **1.2 Verallgemeinerte Problemstellung**

Dieses Kapitel dient als kurze Einführung in die allgemeinere Problemstellung, nämlich die Integrationsprobleme in sehr großen, verteilten Informationssystemen im Umweltschutz. Damit soll den Lesern dieser Studie ein Begriff davon gegeben werden, mit welchen Fragestellungen wir uns derzeit befassen [44,47,48,29].

### **1.2.1 Überblick**

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 nächsten 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 eine große Anzahl 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].

### 1.2.2 Laufende Arbeiten

Im Rahmen unserer Arbeiten werden die technischen und organisatorischen Grundprobleme großer, verteilter UIS untersucht. 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.

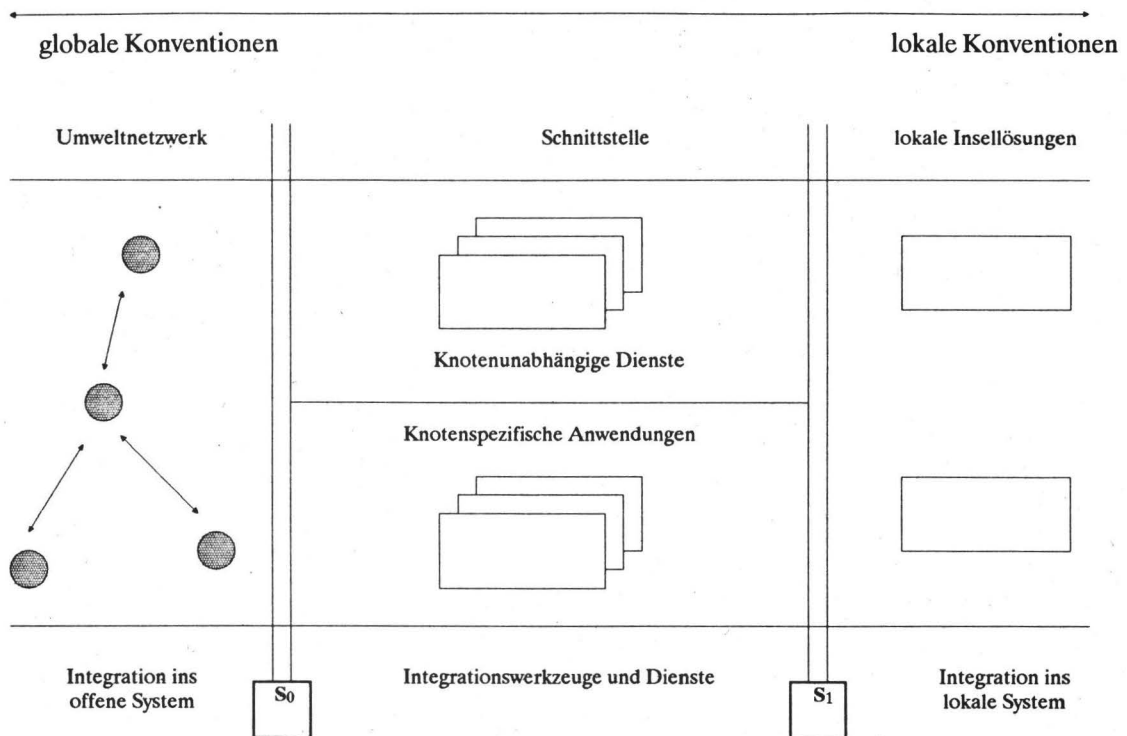
Die vorangegangene Beschreibung der Situation entspricht der Definition eines offenen Systems, welches durch folgende Prinzipien gekennzeichnet ist [28,29]:

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.

Wir untersuchen, wie die Architektur eines solchen Systems aufgebaut werden kann, wobei davon ausgegangen wird, daß bislang vorhandene Insellösungen eingebettet werden müssen. Unsere derzeitigen Vorstellungen gehen dahin, daß man zwei Schnittstellen erarbeiten muß (Abb. 1). Dabei sind drei Integrationsprobleme zu lösen [47], von denen für diesen Bericht nur zwei relevant sind (die sog. knotenspezifischen Anwendungen sind hier nicht von Bedeutung, siehe hierzu [47]):



**Abb. 1: Integration von Insellösungen ins offene System**

### 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. 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 eines Teilgebietes unserer Arbeiten 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.

### Integrationsproblem 2

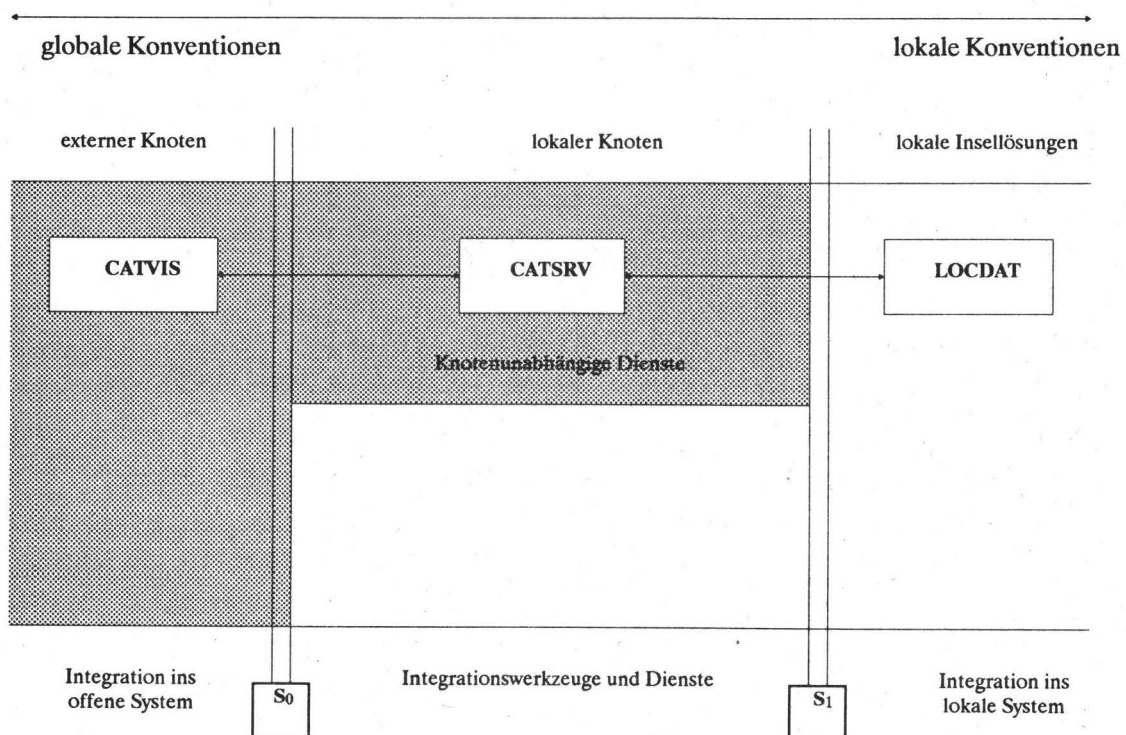
Die lokalen Daten müssen den knotenunabhängigen Diensten, z.B. dem Katalog-Server zur Verfügung gestellt werden, damit bei Anfrage von einem Netzwerkpartner

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. 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.

Anhand eines Umweltdatenkatalogs soll die Aufgabe erläutert werden (Abb. 2).

Angenommen, ein externer Teilnehmer im System möchte auf Daten eines lokalen Knotens interaktiv 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 -



**Abb. 2: Beispiel Katalog**



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 (LOC DAT) aufzunehmen und zugleich die Verknüpfung über S<sub>1</sub> 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 S<sub>0</sub> (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.
- 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 zusammen arbeiten und
- wie die lokale Schnittstelle zu den Diensten aussieht.

Die drei aufgeführten Punkte entsprechen 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.

### 1.2.3 Zugriffe im verteilten UIS

In diesem Kapitel wollen wir einige Gedanken zusammenfassen, welche Prof. Reiner Güttler vom Institut für Umweltinformatik (IUI) in Saarbrücken anlässlich des Workshops "Integration von Insellösungen in verteilte Umwelt-Informatiksysteme - Notwendigkeit und Lösungsansätze" vorgetragen hat [49]. Wir arbeiten eng mit dem IUI zusammen bei der Untersuchung der geschilderten Probleme.

Prof. Güttler beschreibt die in der Praxis auftretenden Zugriffe auf Umweltdaten in folgenden 7 Stufen:

- 1. Stufe:** Verwaltung und Nutzung von Daten liegen an unterschiedlicher Stelle. Es existieren unterschiedliche Sichtweisen der Daten.
- 2. Stufe:** Bei Nutzern von Daten existiert ein hoher Bedarf an Visualisierungs- und Darstellungsmethoden. Dabei müssen Datenbanken, auch andere Insellösungen in die Darstellungssysteme eingebettet werden.
- 3. Stufe:** Die Nutzer der Daten sind räumlich verteilt.
- 4. Stufe:** Auch die Graphikdaten sind räumlich verteilt.
- 5. Stufe:** Es ist die Kombination von Daten (inklusive Graphikdaten) von unterschiedlichen Stellen notwendig, welche heterogene Systeme sind. U.U. sind die Daten auch unterschiedlich aggregiert.
- 6. Stufe:** wie Stufe 5, aber der Nutzer kennt die unterschiedlichen Daten- und Aggregationsstufen nicht, sondern nur das System.
- 7. Stufe:** Sowohl die Kombinationsvorschriften aus den Stufen 5 und 6 sowie die räumliche Verteilung aus den Stufen 3 und 4 können sich dynamisch ändern (neue Gesetze, Verfahren etc.).

Die detaillierte Beschreibung kann [49] entnommen werden.

Insbesondere die Möglichkeit der dynamischen Änderung hat, wie in den vorangegangenen Abschnitten auch schon mehrfach ausgedrückt, weitreichende Konsequenzen für den Aufbau eines verteilten Immissionsdatenverbundes. Es war die Absicht der vorangegangenen Seiten, den Blick auf diese Tatsache zu lenken, um Fehlentwicklungen bei der Verbindung der Meßnetzzentralen vorzubeugen.

### **1.3 Diskutierte technische Modelle**

In den verbleibenden Abschnitten dieses Kapitels werde ich auf bereits im Januar diskutierte technische Konzepte eingehen.

#### **1.3.1 Topologien**

Ich kann die in [45] gemachte Aussage nur unterstützen, daß man keine sternförmige sondern eine netzförmige Topologie verwenden sollte. Insbesondere rate ich von dem in [13] beschriebenen Konzept ab. Dort werden Eingabedaten zu einem Zentralrechner geschickt, aufbereitet und ausgewertet. Von den Meßnetzzentralen sind dann nur noch

endgültige Graphiken abrufbar. Dieses Konzept ist stark zentralistisch orientiert, ist unflexibel und schafft naturgemäß eine redundante Datenhaltung.

In [45] wird angegeben, die sternförmige Topologie sei ein einfacheres Konzept, bei der netzförmigen Topologie entstünde hingegen eine komplexere Netzwerkverwaltung. Das ist meines Erachtens nach *nur scheinbar* der Fall. In Wirklichkeit muß man, wenn das Gesamtsystem komfortabel und flexibel sein soll (und eben nicht nur vorkonfektionierte Graphiken anbietet), die Verwaltung der netzförmigen Topologie bei der sternförmigen Topologie auf den Zentralrechner abbilden, sozusagen emulieren. Der Aufwand ist letztlich der selbe, nur wird er bei der sternförmigen Topologie auf den Zentralknoten verlagert.

Meiner Ansicht nach ist nur in dem Fall die sternförmige Topologie einfacher zu realisieren, wenn die Funktionen und der Komfort gering sind und es sich insgesamt um eine starre Struktur handelt ( und wenn man Redundanz akzeptiert oder will!), so wie dies in [13] der Fall ist.

Insbesondere ist zu beachten, daß bei der sternförmigen Topologie der Aufwand sogar größer werden kann. Ich denke, je komfortabler das System werden soll, um so höher wird der Aufwand bei Sterntopologie verglichen mit der Netztopologie. Hierzu ein Beispiel.

Angenommen, ein Betreiber **A** will interaktiv gezielt auf ein bestimmtes Datum eines Betreibers **B** zugreifen (natürlich lesend!). In diesem Fall gibt es bei Sterntopologie nur zwei Möglichkeiten:

- 1.) Übertragung von **A** zur Zentrale **Z** und von **Z** zu **B** (request, d.h. Anfrage); Anschließend Übertragung von **B** zu **Z** und von **Z** zu **A** (Daten).

Dies ist weit umständlicher als die direkte Verbindung.

- 2.) Die Zentrale muß zu jedem Zeitpunkt ein vollständiges Abbild aller Daten aller Meßnetz-Zentralen besitzen. Dann sieht es für **A** so aus als greife er auf **B** zu, in Wirklichkeit greift er auf **Z** zu.

Bei dieser zweiten Lösung schafft man einen riesigen zentralen, redundanten Datensarkophag. Hiervon rate ich ab.

Ein weiterer Gesichtspunkt noch zum Netzwerk-Management. Vielleicht gibt es Betreiber, denen es ein wenig davor graut, lokal das Netzwerk-Management in einer sternförmigen Topologie durchzuführen. Ich kann das sehr gut verstehen und solche Befürchtungen sind durchaus gerechtfertigt.

Allerdings erachte ich den Aufwand, ein komfortables Werkzeug für das Netzwerk-Management des Immissionsdatenverbundes zur Verfügung zu stellen, mit dem jeder Betreiber einfach umgehen kann, für weitaus geringer als den Aufwand für eine zentrales Konzept, sollte es nur aus diesen Gründen bevorzugt werden.

Fazit: Die "Einfachheit" der Sterntopologie ist nur ein scheinbarer Vorteil. Eine netzförmige Topologie ist eindeutig vorzuziehen.

### 1.3.2 Low-Level-Kopplung

Im Januar haben wir einige Realisierungsmöglichkeiten für den Datenverbund diskutiert. Es stehen hier Fragen im Vordergrund, wie komfortabel der Datenverbund sein soll, ob es Automatismen geben soll, Suchfunktionen, Aggregationsfunktionen etc.

Diese Fragen sind zunächst einmal unabhängig von technischen Grundlagen, also dem Netzwerktyp oder Protokoll. Dennoch gibt es natürlich Rückwirkungen vom Netzwerktyp bzw. Protokoll auf die Realisierbarkeit bestimmter Funktionen.

Das erste diskutierte technische Modell möchte ich als Low-Level-Kopplung bezeichnen. In diesem Fall würden die Meßnetz-Zentralen direkt verbunden, allerdings nur auf dem Niveau eines File-Transfers (z.B. Kermit oder FTAM, falls es das überhaupt schon auf jeder Hardware gibt). Im Prinzip ist das eine sehr einfache Methode, aber sie wird nichts nutzen, da sie niemand benutzen wird.

In diesem Fall wäre der Immissionsdatenverbund nahezu identisch mit der früher definierten ÖNORM, mit einem Unterschied, dem Medium. Ich glaube nicht, daß nun auf einmal eine intensive Nutzung des Verbundes beginnen wird, nur weil niemand mehr ein Band einlegen muß.

Es ist vielmehr wahrscheinlich, daß eine File-Schnittstelle - wenn dies die einzige Sichtweise des Benutzers (nicht des Systems) ist - einfach zu unkomfortabel ist. Wäre dies nicht der Fall, so würde die ÖNORM vielleicht schon seit Jahren angewendet. Eine funktional minimale Lösung ist meiner Ansicht nach herausgeworfenes Geld, weil sie nicht genutzt wird. Man sieht das im Umweltbereich desöfteren. Bevor eine solche Lösung realisiert wird, sollten man das Geld sinnvolleren Zwecken zuführen.

Ein weiterer Nachteil bei der direkten Vernetzung der Meßnetz-Zentralen auf dieser Ebene ist, daß man die Daten im Zeichenformat übertragen muß. Programme wie Kermit oder FTP haben zwar Binärmodi, aber wir haben schon desöfteren, insbesondere bei heterogenen Knoten, festgestellt, daß diese nicht funktionieren. Auch von Kollegen habe ich schon ähnliche Aussagen gehört.

Die Übertragung von Textdateien sollte man aber aus Kosten- und Effizienzgründen unbedingt vermeiden. Auch aus diesem Grund ist die Low-Level-Kopplung nicht akzeptabel. Darüberhinaus sind solche Filetransferprogramme umständlich zu bedienen und i.d.R. nicht benutzergerecht.

### 1.3.3 Heterogenes Netzwerk

Ziel eines Immissionsdatenverbundes muß es sein, die Daten auf komfortable, einfache, benutzergerechte Weise austauschbar zu machen. Hierzu benötigt man eine höhere funktionale technische Ebene als die des Dateitransfers. Man kann z.B. ein wenig pauschaliert sagen, daß man auf der Ebene von Dateitransferprogrammen keine interaktiven Zugriffe auf Kataloge oder Daten anderer Betreiber aufbauen kann, außer man schafft wiederum Redundanzen, und auch dann ist dies nur auf eingeschränkte Weise möglich. Dies ist im Sinne eines hohen Komforts und großer Flexibilität nicht akzeptabel.

Ein zweites technisches Konzept wäre eine direkte Vernetzung der Meßnetz-Zentralen auf voller funktionaler Ebene, d.h. in einem OSI-Netzwerk. Ein solches Netzwerk würde direkte Interprozeßkommunikation bieten und die Daten syntaktisch entkoppeln, d.h. man kann damit die Daten auch binär transportieren. Eine solche Lösung wäre angenehm, ist allerdings meines Wissens nach noch nicht auf breiter Basis verfügbar.

Es gibt allerdings auch einen Nachteil, nämlich daß die Meßnetz-Zentralen alle Aufgaben des Immissionsdatenverbundes übernehmen müßten, was u.U. nicht gewünscht ist, z.B. wegen der Performance oder wegen der Sicherheit.

### **1.3.4 Homogenes Netzwerk**

Die dritte diskutierte Möglichkeit sieht ein homogenes Netzwerk mit vorgeschalteten Schnittstellenrechnern eines einheitlichen Betriebssystems vor. Dies ist derzeit eindeutig vorzuziehen, denn wenn man ein vernünftiges Netzwerk/Betriebssystem wählt,

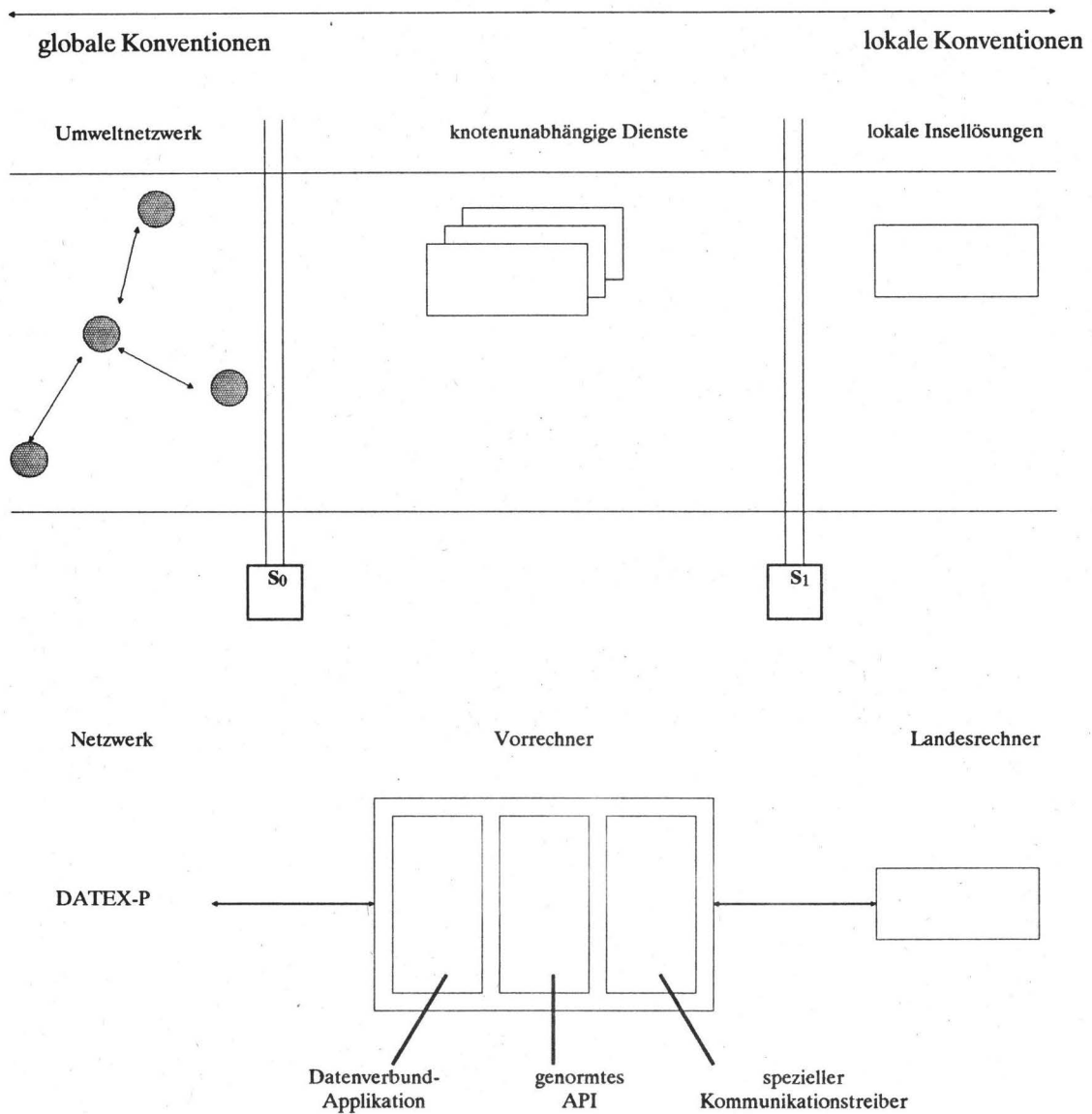
- stehen sämtliche Möglichkeiten der Interprozeßkommunikation zur Verfügung
- entsteht kein syntaktisches Problem bei der Übertragung von Binärdaten (entstehen damit auch geringere Übertragungskosten)
- existiert genug Performance
- kann ein benutzerfreundliches Netzwerk-Management zu geringen Kosten angeboten werden
- werden vor allem Kosten gespart dadurch daß man einmalig die nötigen Funktionen realisiert (z.B. Aggregation, Austausch graphischer Information, etc.)
- kann man u.U. die lokale Schnittstelle, der sich jede Meßnetz-Zentrale gegenüber sieht, relativ einfach gestalten und damit lokale Kosten der Anpassung minimieren.

Dies ist zunächst nur eine Sammlung von Gedanken, die in diesem Bericht vertieft werden sollen. In der Folge beziehe ich mich nur noch auf dieses Konzept, da es derzeit der einzige vernünftige gangbare Weg ist.

Es gibt natürlich auch hiermit ein Problem, nämlich daß die gewählte Hardware des homogenen Netzwerkes für einige Betreiber ein Fremdkörper sein wird. Wird allerdings das Softwarekonzept entsprechend sinnvoll aufgebaut, insbesondere um Wartungsaufwand zu vermeiden, so erachte ich dies von allen diskutierten Problemen als das kleinste Übel.

### **1.4 Parallelen**

Betrachtet man das in [45] vorgeschlagene Konzept und unsere allgemeinen Ansätze (Abb. 1), so erkennt man, daß sich beide Vorstellungen von verschiedenen Seiten her bei einer ähnlichen Struktur getroffen haben (Abb. 3).



**Abb. 3: Zusammenhänge der beiden Konzepte**

Lokale Kommunikationstreiber und API gehören in unserem Fall zu der lokalen Schnittstelle **S1**. Die Datenverbund-Applikationen sind in unserer Terminologie "knotenunabhängige Dienste".

Auch wenn wir von sehr unterschiedlichen Blickwinkeln ausgegangen sind, so sind doch die Vorstellungen zur sinnvollen Integration sehr ähnlich.

## 2. Funktionales Modell eines Immissionsdatenverbundes

In diesem Kapitel soll ein Modell der Funktionen des Immissionsdatenverbundes dargestellt werden, welches im Detail mit den Betreibern ausgearbeitet werden könnte. Dabei geht es hier um die Sichtweise von Benutzern, sowohl Endbenutzern als auch Systemadministratoren. Technische Aspekte werden nur insofern berücksichtigt als sie u.U. im Arbeitsablauf eine Rolle spielen könnten. Das hier vorgestellte Modell ist ein erster Ansatz zur Diskussion. Ausgehend von den Datengrundlagen werden die Aufgaben und die damit verbundenen Funktionen entwickelt.

### 2.1 Datengrundlage

Als Datengrundlage des Immissionsdatenverbundes werden die Halbstundenmittelwerte (HMW) zu einheitlich definierten Zeitpunkten angesehen. Ich gehe davon aus, daß alle anderen Werte im Verbund aus diesen abgeleitet werden. Jeder HMW besitzt einen Status, welcher dessen Gültigkeit beschreibt. Abgeleitete Werte können z.B. sein

- längerfristige Mittelwerte und
- statistisch abgeleitete Werte.

Die eigentliche Datengrundlage, nämlich die Werte der HMWs, ist meiner Ansicht nach unproblematisch. Auch die abgeleiteten Werte betrachte ich als unkritisch, da man für sie eindeutige Berechnungsvorschriften angeben kann. Mögliche Probleme sehe ich bei folgenden Punkten:

- bei unterschiedlicher Semantik (Bedeutung) von Meßwerten,
- bei der Verwendung unterschiedlicher Einheiten und
- bei der Statusinformation.

Es folgt eine kurze Diskussion der einzelnen Punkte.

#### 2.1.1 Semantische Konsistenz

Es geht hier um die Frage der möglichen unterschiedlichen Bedeutung von Meßwerten. Ist ein SO<sub>2</sub>-HMW der nach Meßverfahren M1 gemessen wurde das gleiche wie ein nach Meßverfahren M2 gemessener? Man kann argumentieren, daß dies keine Frage an die Informationstechnik ist und daß dies beim Entwurf des Datenverbundes keine Rolle spielt. Ersteres ist richtig, letzteres ist falsch.

Ich halte es für entscheidend, daß das System keine Daten miteinander verknüpfen *darf*, welche semantisch nicht konsistent sind. Das System muß Informationen darüber besitzen, welche (z.B. mit unterschiedlichen Verfahren ermittelten Werte) miteinander verknüpfbar sind und welche nicht. Überläßt man hier die Verantwortung der Datenkonsistenz bei jedem Vorgang alleine dem Benutzer, so wird es zwangsläufig zu Fehlern kommen, sie sind gar nicht zu vermeiden.

Erkundigt sich z.B. ein Betreiber A bei Betreiber B über bestimmte Meßwerte SO<sub>2</sub> und stellt fest daß SO<sub>2</sub>(A) und SO<sub>2</sub>(B) miteinander verträglich sind, so kann es durchaus geschehen, daß einige Zeit später eine Verknüpfung gemacht wird, bei der dies nicht mehr der Fall ist, weil B z.B. das Meßverfahren geändert hat. Dies ist ein (von einem Laien) konstruiertes Beispiel, aber von dieser Art sind die Probleme, die in verteilten Systemen auftreten können, welche über sehr lange Zeiträume unter unterschiedlicher Hoheit betrieben werden.

Es gäbe im Prinzip nur zwei Möglichkeiten, ohne Hilfe des Systems solche Fehler zu vermeiden:

- A) Jeder Betreiber muß zu jedem Zeitpunkt über alles informiert sein. Dies ist unmöglich, denn jeder hat mit seinem System genug zu tun.
- B) Bei jedem Zugriff auf fremde Daten muß durch Kontaktaufnahme geprüft werden, ob die Daten verträglich sind. Diese Möglichkeit ist zu umständlich.

Darüberhinaus muß man diese Überprüfung für alle Zeiten gewährleisten, also auch für Werte, die 10 Jahre zurückliegen.

Es ist klar, daß man diese Überprüfungen nur mit Hilfe des Systems gewährleisten kann. Daher ist von dem Datenverbund zu fordern, daß er eine Strategie der Prüfung der Verträglichkeit von Daten unterschiedlicher Betreiber besitzt. In den Vorarbeiten zum technischen Aufbau des Verbundes muß man sich über eine solche Strategie im klaren werden.

Ich gehe davon aus, daß die Daten grundsätzlich wissenschaftlich möglichst exakt verwendet werden sollen, wozu die Ausweisung der Meßverfahren gehört. Hierzu ein Beispiel. Angenommen, man will eine Langzeituntersuchung von Werten über 10 Jahre über ganz Österreich machen. Nun wurden aber die Werte zu unterschiedlichen Zeitpunkten in unterschiedlichen Bundesländern mit unterschiedlichen wechselnden Verfahren ermittelt. Kann man dann zeitlich bzw. örtlich aggregieren?

Vorausgesetzt das System habe eine Strategie zur Prüfung der Verträglichkeit, so kann man eine solche Auswertung ganz entscheidend unterstützen und vereinfachen, indem man z.B. alle die Werte aggregiert die konsistent sind und die anderen z.B. dem Benutzer separat ausweist und ihn nach seiner Entscheidung fragt.

Aus informationstechnischer Sicht ist die Implementierung einer solchen Strategie nicht besonders problematisch, *vorausgesetzt man sieht dies von vorne herein vor*. Ich warne allerdings davor, diese Frage vorher außer Acht zu lassen und ihre Klärung auf später zu verschieben, denn sie wird die Architektur des Systems nicht unwesentlich beeinflussen.



Im Rahmen unserer Arbeiten haben wir schon einige Ideen entwickelt, wie man mit diesen Fragen umgehen kann. Sie sind allerdings noch nicht so weit gediehen, daß man sie schriftlich festhalten könnte. Es zeichnet sich allerdings ab, daß hierfür Lösungen machbar sind, welche nicht im Bereich des Imaginären oder Futuristischen angesiedelt sind.

Inwieweit die Frage semantischer Konsistenz eine Rolle spielt, müssen natürlich die Betreiber selbst entscheiden. Vielleicht ist diese Frage aus ihrer Sicht in diesem speziellen Fall vollkommen irrelevant. Vielleicht sind auch die Meßverfahren prinzipiell alle miteinander verträglich. Man kann natürlich auch den Weg gehen, daß für die Werte, die ausgetauscht werden dürfen, prinzipiell ein normiertes Meßverfahren vorgeschrieben wird. Falls diese Frage aber eine Rolle spielt, so kann die Informationstechnik hier nicht unwesentlich helfen.

### **2.1.2 Konsistenz der Einheiten**

Ein ähnlicher Fall liegt vor wenn Daten, die ansich konsistent sind, in verschiedenen Einheiten abgelegt sind. Hier muß man sich grundsätzlich die Frage stellen, ob eine automatische Umwandlung der Einheiten gewünscht ist und wenn ja in welchen Fällen.

Ich vermute, daß in dem Fall in dem fremde Daten unterschiedlicher Einheiten verwendet werden, dies zumindestens zur Kenntnis gebracht werden sollte, wenn ein Datenaustausch stattfindet. U.U. ist es auch gewollt, daß die Daten nur so wie sie sind ausgetauscht werden und sie dann vor Ort mit Hilfe des Systems umgewandelt werden, damit der Experte sich dieses Vorgangs bewußt wird.

In anderen Fällen, z.B. bei der automatischen Suche ("Welche Stationen in allen Bundesländern hatten 1990 SO<sub>2</sub>-Werte über x [Einheit] ?") wird man um eine automatische Umwandlung von Einheiten nicht umhinkommen, denn diese Frage kann für eine Meßnetz-Zentrale nur in der gleichen Einheit beantwortet werden.

Als weitere Forderung muß man also eine Strategie der Handhabung unterschiedlicher Einheiten stellen.

### **2.1.3 Management der Stati**

Jeder HMW besitzt einen Status. Offensichtlich werden aber diese Stati nicht einheitlich gebildet und gehandhabt. Zum Zweck der Verknüpfung von Daten muß daher auch eine Strategie zur Statusbildung im Immissionsdatenverbund geschaffen werden. Jede Meßnetz-Zentrale kann bezüglich der Stati eine eigene Philosophie besitzen, aber die an den Verbund gelieferten Werte müssen einer gemeinsamen Philosophie folgen. Das gleiche gilt für Stati von abgeleiteten Werten.

Die Frage der Stati ist deshalb so wichtig, weil sie Quellen von impliziten Inkonsistenzen birgt (also Inkonsistenzen, die man u.U. als Benutzer gar nicht merkt oder übersehen kann). Angenommen, Betreiber A greift in einem Smogfall auf für ihn nahegelegene Stationen des Betreibers B zu. Die Gültigkeit der Daten ist noch gering. Der Smogfall ist

beendet und der Betreiber geht nachhause. Einige Wochen später verwendet er die gleichen Daten zu einer Auswertung, aber diese haben sich bei **B** geändert, weil irgendwelche Fehler korrigiert wurden.

Wir befinden uns hier in einem Spannungsdreieck von Spontaneität der Daten, Sicherheit der Daten und Effizienz des Systems. Die Spontaneität der Daten verlangt den Zugriff auf Daten, die noch keinen endgültigen Status haben. Die Sicherheit würde verlangen, bei jedem Zugriff prinzipiell die Daten neu zu holen. Die Effizienz würde diesem Prinzip widersprechen.

Eine wichtige Forderung an den Datenverbund ist meiner Ansicht nach eine einheitliche Strategie der Statusbildung sowie eine Strategie wie man mit im Status veränderten Daten umgeht. Wie in den letzten beiden Abschnitten gilt hier wiederum die Aussage, daß dies informationstechnisch (sogar recht effizient) lösbar ist, *wenn man es von vorne herein berücksichtigt*. In [29] konnte nachgewiesen werden, daß man solche Probleme recht einfach lösen kann, wenn man im verteilten System ein vernünftiges Konzept des Informationsmanagements aufbaut. Das beschriebene Konzept baut dabei auf einer Erweiterung des client-server-Modells auf.

#### **2.1.4 Konsistenz von Grenzwerten**

Falls unterschiedliche Philosophien bzw. Werte für Grenzwerte in den einzelnen Bundesländern existieren, gelten für diese die gleichen Aussagen wie in den letzten drei Abschnitten.

#### **2.1.5 Protokollierung**

Um Fehler und Inkonsistenzen zu vermeiden bzw. sie aufzufinden ist es unumgänglich, daß über jeden Vorgang Protokoll geführt wird. Insbesondere bei räumlicher Aggregation, d.h. bei Vergleichen über Ländergrenzen hinweg sollte ein Benutzer jederzeit in der Lage sein, im nachhinein zu erkennen, wie bestimmte Daten gebildet wurden bzw. wie bestimmte Auswertungen durchgeführt wurden.

Ein erfolgreich eingeführter Immissionsdatenverbund wird (hoffentlich) viele Zugriffe haben und es unbedingt notwendig, daß man für Zwecke der Fehlersuche und Fehlerbehebung solche Protokolle führt.

### **2.2 Benutzermodell eines Immissionsdatenverbundes**

Ich halte es aufgrund der Anzahl von Beteiligten für zwingend notwendig, vor der technischen Implementierung ein Benutzermodell des Immissionsdatenverbundes zu erarbeiten. Hierzu sollte man für die Bereiche

- Netzwerkmanagement,
- Namens- und Katalogmanagement,
- Allgemeine Funktionalität für Endbenutzer,
- Spezielle Funktionalität für Routinearbeiten,
- Spezielle Funktionalität für Störfälle und
- Spezielle Funktionalität für Langzeituntersuchungen

im einzelnen versuchen zu definieren, welche Arbeiten mit den Daten geschehen sollen (zumindest aus heutiger Sichtweise) und welche Randbedingungen (z.B. zeitlicher Art) dabei eingehalten werden sollen. Die ersten beiden Punkte beziehen sich auf Arbeiten der Systemadministration, die folgenden Punkte auf Arbeiten von Endbenutzern.

Dieses zunächst nur auf dem Papier bestehende Modell sollte man mit einer prototypischen Benutzeroberfläche ohne Funktionalität realisieren und anschließend mit den Betreibern diskutieren, d.h. anhand des Prototypen erarbeiten. Ich rate ausdrücklich dazu, Prototyping zu verwenden. Meine Erfahrungen auf dem Gebiet der interaktiven Systeme sind derart, daß es sich auf jeden Fall lohnt, schon in der Entwurfsphase diesen Weg zu gehen. Der zunächst investierte Mehraufwand lohnt sich in der Regel und bewirkt klarere Entscheidungen bei Entwurf und Konzeption des Systems.

### 2.2.1 Netzwerkmanagement

Hierunter soll das Management der Software verstanden werden, die zum Betrieb des Datenverbundes benötigt wird. Grundsätzlich kann man davon ausgehen, daß bei einem großen Teil der Betreiber der Schnittstellenrechner technisch gesehen ein Fremdkörper sein wird. Daher muß man für das Management dieses Systems einen hohen Komfort und geringen Aufwand verlangen.

Die Funktion eines Netzwerkmanagement-Programms sollte es daher sein, die Betreiber von den technischen Details des Netzwerkes zu entlasten. Insbesondere ist dies wichtig, weil hier relativ selten Änderungen vorkommen werden und außer dem booten und shutdown nur wenige Tätigkeiten regelmäßig durchgeführt werden.

Das Netzwerkmanagement-Programm sollte meiner Meinung nach folgende Gruppen von Funktionen beinhalten:

- a) Wartung der Teilnehmer, also
  - Betreiber
  - Kommunikationslinien
  - Telefon-Nummern
  - Adressen
  - Ansprechpartner

- Fehlerlogs
- etc.

b) Wartung der Benutzer, also

- Benutzernamen
- Accounts
- Passwörter
- etc.

c) Auskunftsfunktionen, also

- Auskünfte über Verbindungen/Betreiber
- Auskünfte über die Verfügbarkeit einer Verbindung
- Auskünfte, warum Verbindungen nicht verfügbar sind bzw. wann sie wieder zur Verfügung stehen werden
- etc.

d) Mailfunktionen

Da der Schnittstellenrechner i.d.R. ein Fremdkörper ist, sollte man diese Funktionen unbedingt in einer integrierten Benutzeroberfläche unterbringen und auf gar keinen Fall einen Zugriff auf das Betriebssystem nötig machen.

Bezüglich a) gibt es eine interessante Option. Man kann durchaus die Wartung der zum Betrieb nötigen Datenbasis von einer zentralen Stelle aus über das Netzwerk betreiben. In diesem Fall müßte sich kein Betreiber mehr um solche Wartungsarbeiten kümmern. Allerdings bedeutet dies einen schreibenden Zugriff auf die lokale Datenbasis für die Verbindungen gemäß a). Ich würde diese Option durchaus vorschlagen, allerdings nur unter Verwendung eines entsprechend sicheren Betriebssystems auf den Schnittstellenrechnern.

### 2.2.2 Namens- und Katalogmanagement

Wie in Kapitel 1 erwähnt, soll davon ausgegangen werden, daß der Datenverbund ein flexibles Werkzeug werden soll, welches über Jahre hinweg Anpassungen und Erweiterungen bezüglich Daten, Stationen etc. gestattet. Das bedeutet aber, daß man beim Zugriff auf bestimmte Daten sich nicht auf feste, sich nicht ändernde Strukturen verlassen kann.

Insbesondere spielt dies natürlich eine Rolle, wenn interaktiv auf Daten anderer Betreiber zugegriffen werden soll. Hierfür wird ein Katalog benötigt, welcher für jeden Zeitpunkt die vorhandenen Daten beschreibt.

In diesem Zusammenhang ist auch von Bedeutung, daß semantisch gleiche Daten u.U. von unterschiedlichen Betreibern unterschiedlich genannt werden, so z.B. *Ozon* und *O<sub>3</sub>*. Auch hier steht man wieder vor der Frage, ob man einheitliche Namen bis in die lokalen Strukturen hinein erzwingen will oder ob man eine Zwischenschicht realisiert, welche eine Namensübersetzung gewährleistet. Dabei müssen über *globale Namen* (das sind Namen

im Verbund) Abreden stattfinden. Kein globaler Name darf im Verbund je zweideutig verwendet werden. Für jeden globalen Namen muß eindeutig klar sein, um welchen Meßwert es sich handelt und unter welchen Umständen ein Wert dieses Namens gemessen werden darf bzw. welche Wert hierzu äquivalent sind (im Sinne der Semantik, siehe 2.1.1).

Ein weiterer vielleicht wichtiger Aspekt ist folgender: wenn ein Benutzer A Daten von Betreiber B importiert und sie sogar in seine lokale Datenbasis aufnimmt (weil er sie vermutlich öfter brauchen wird), so sollte jederzeit nachvollziehbar sein, woher die fremden Daten kamen und zu welchem Zeitpunkt sie importiert worden sind. Dies kann man durch ein globales Namens-Management ebenso gewährleisten. Auf dem Gebiet der offenen Systeme gibt es eine Reihe von realistischen Konzepten, wie man Namens-Management betreiben kann.

Namen und Kataloge sind eigentlich rein technische Probleme. Dennoch kommt man um einen gewissen administrativen Aufwand bei jedem Betreiber nicht umhin.

Dabei sind Namen etwas an sich langlebiges. Sie werden selten wenn überhaupt geändert und sie werden, wenn nicht die dazugehörigen Daten aus irgendwelchen Gründen gelöscht werden sollten, eigentlich nie gelöscht. Es kommen höchstens neue Namen (neue Meßwerte) hinzu. Kataloge hingegen sind etwas schnell veränderliches. Im Prinzip verändert sich ein Katalog bei Auftreten jedes neuen HMWs (,denn der Katalog muß ja wissen, daß es den HMW gibt).

Jeder Betreiber wird zumindest definieren müssen, welche lokalen Namen den globalen Namen entsprechen, damit beim Zugriff (der immer nur über global definierte Namen gehen kann) eine entsprechende Übersetzung stattfinden kann. Diese Definition kann man durch ein Werkzeug, also ein Programm, unterstützen. Auf diese Art wird eine lokale Übersetzungstabelle einmalig angelegt, welche bei jedem Zugriff von außerhalb dazu verwendet wird, die lokalen Daten zu finden. Diese Tabelle wird lediglich bei Hinzukommen neuer Meßwerte erweitert.

Bezüglich des Katalog-Managements waren meine Überlegungen zunächst zweigespalteten. Wir hatten die Möglichkeit diskutiert, ob man zunächst bzw. in einer Übergangphase die Kataloge nicht von Hand aufbauen bzw. warten könnte. Nach längerer Überlegung halte ich das schlichtweg nicht für möglich. Im Prinzip kann man Kataloge eigentlich nur automatisch aufrecht erhalten, d.h. über das lokale API. Macht man sich den Sinn eines Katalogs klar, so kommt man zu diesem Schluß.

Der Sinn eines Katalogs liegt hauptsächlich darin, daß man bei einem anderen Betreiber zunächst einmal (interaktiv) nachsehen kann, ob bestimmte Daten vorhanden sind und wenn ja für welche Orte und zu welchen Zeitpunkten. Desweiteren wird ein Katalog immer dann benötigt, wenn im Netzwerk gesucht werden soll, d.h. wenn z.B. eine Auswertung über ganz Österreich stattfinden soll.

Würde man für solche Zugriffe keinen Katalog vorsehen, so müßte man jedes Mal bis auf die Meßnetz-Zentralen durchgreifen um die Information zu lokalisieren. Ich halte das nicht für tolerierbar.

Ein Katalog beinhaltet also eine Metainformation, die besagt, was wo liegt und in welchem Zustand es sich befindet. Baut man diesen Katalog entsprechend geschickt auf,

so kann man auf komprimierte effiziente Art sehr viele Informationen anbieten ohne auf die Meßnetz-Zentralen durchgreifen zu müssen.

Ein Katalog bietet darüberhinaus eine gewisse Sicherheit, wenn man prinzipiell erst einen Datenzugriff erlaubt nachdem die entsprechende Information im Katalog vorgefunden worden ist. Hiermit kann man die lokalen Systeme vor gewolltem oder ungewolltem Mißbrauch schützen.

Der Katalog macht aber nur dann einen Sinn, wenn er zu jedem Zeitpunkt über die Metainformation auch verfügt. Insbesondere in Störfällen ist es daher wichtig, daß der Katalog automatisch aktualisiert wird, denn hier sollen spontane Zugriffe geschehen.

Selbst bei Routinearbeit halte ich es nicht für möglich, die Kataloge auch nur in einer Übergangsphase von Hand up to date zu halten, wenn alle halbe Stunde neue Daten eingestellt werden. Die Schnittstelle zum automatischen Abgleich der Kataloge muß von vorne herein im lokalen API vorhanden sein. Das gleiche gilt für die schon seit Jahren vorhandenen Werte. Niemand wird die Metainformation von Hand eintragen. Der Katalog muß - über eine entsprechende Schnittstelle im lokalen API - in der Lage sein, sich selbst zu initialisieren. Gleiches gilt, wenn auf dem Schnittstellenrechner einmal Daten (d.h. der Katalog oder ein Teil von ihm) verloren gehen sollten.

Betrachtet man außer dem Katalog und der Datenbasis nach 2.2.1 sämtliche Informationen auf den Schnittstellenrechnern als flüchtig, so fällt auch so gut wie keine Wartung an. Die Datenbasis nach 2.2.1 könnte man z.B. automatisch sichern, wenn sie einmal verändert wird (was ohnehin selten vorkommt) und bei dem Katalog wird man vermutlich nur im Abstand von einigen Wochen eine Sicherung durchführen müssen, denn selbst wenn er zerstört würde, so wäre die Erzeugung und der Update der Metainformation für wenige Wochen schnell automatisch geschehen.

Selbst wenn der Katalog kurz vor einem gravierenden Smogfall zerstört worden wäre und der Rechner gerade erst wieder ans Netz geht, könnte man die kurzfristig benötigten Daten sofort verfügbar machen, indem man den Katalog rückwärts initialisiert.

Obwohl über Metainformation in Umweltinformationssystemen schon verschiedentlich Artikel veröffentlicht wurden, ist mir nicht bekannt, daß irgendwo solcherlei Kataloge existieren. Technisch gesehen ist auch dieses Katalogmanagement nicht utopisch, allerdings muß man es *von vorne herein in der Schnittstelle zum lokalen API berücksichtigen*. Auch bezüglich des Aufbaus solcher Kataloge existieren bei uns gewisse Vorarbeiten, welche wir konkretisieren wollen.

### **2.2.3 Allgemeine Funktionalität für Endnutzer**

In diesem Abschnitt soll kurz und stichwortartig aufgezählt werden, welche Funktionalität Endnutzern im allgemeinen zur Verfügung gestellt werden kann. In den folgenden Abschnitten wird auf spezifische Gesichtspunkte eingegangen, welche bei bestimmten Vorgängen auftreten können.

Folgende Funktionen sollten vom Datenverbund angeboten werden:

### *1. Interaktiver Zugriff auf Kataloge*

- Auskunftsfunktionen über
  - Stationen
  - Meßwerte
  - Meßverfahren
  - etc.
- Zugriff auf die Metainformation

### *2. Datenaustausch*

- Export = Transport von Meßnetz-Zentrale MNZ1 über Schnittstellenrechner S1 zu Schnittstellenrechner S2
  - Export von HMW-Reihen
  - Export von mehreren HMW-Reihen
  - Export von aggregierten Werten
  - Export von spezifisch gesuchten Werten
  - etc.
- Import = Übernahme von S2 in die permanente Datenbasis der Meßnetz-Zentrale MNZ2

### *3. Interaktive Visualisierung*

- Vergleich der Daten aus dem eigenen Meßnetz mit Daten aus anderen Meßnetzen
- insbesondere bei Vor-Auswahl der zu transportierenden Daten
- insbesondere bei Störfällen

### *4. Aggregation*

- zeitliche Aggregation
  - längerfristige Mittelwerte
  - Statistiken
- örtliche Aggregation
  - Vergleiche
  - Zusammenfassung
  - großräumige Auswertungen

## 5. Suche

- zeitlich eingegrenzte Suche
  - Werte für alle Meßstationen von...bis
- räumlich eingegrenzte Suche
  - Stationen oder Meßwerte in bestimmten Ländern
  - Suche nach Stationen
  - Suche nach Meßwerten
  - räumlich eingegrenzte Suche
- thematisch eingegrenzte Suche
  - nach Werten bestimmter Stati
  - nach Grenzwertüberschreitungen
  - nach Werten über bestimmten Schwellwerten

## 6. Protokolle

- loggen der Benutzeraktionen mit fremden Daten und bei der Aggregation

## 7. Automatismen

- automatische Abfrage und Transport zu definierten Zeitpunkten oder bei definierten Ereignissen (benutzerdefinierbar)
- dto. mit zusätzlicher Benachrichtigung durch mail
- vorkonfektionierte Informationspakete
- benutzerdefinierte Informationspakete
- Benutzerprofile = Mengen solcher Pakete

In den folgenden Abschnitten soll noch auf einige Ideen eingegangen werden, wie man speziell Arbeitsvorgänge bei Routinearbeiten, Störfällen und Langzeituntersuchungen unterstützen kann.

### 2.2.4 Spezielle Funktionalität für Routinearbeiten

Vermutlich werden die routinemäßig anfallenden Arbeiten wie z.B. Berichtserstellung bei solchen Bundesländern, bei denen schon seit langem EDV eingesetzt wird, wenig durch den Datenverbund unterstützt werden müssen. I.d.R. werden diese Betreiber schon ihre eigene gewohnte Arbeitsumgebung für diese Arbeiten besitzen, die sie auch behalten.

Anders mag es bei denjenigen Bundesländern aussehen, die erst kurz vor oder nach Einführung der EDV stehen. Für sie kann man sich die Frage stellen, ob man Routinearbeiten nicht direkt aus den Funktionen der Schnittstellenrechner heraus unterstützt.



Für das Umweltbundesamt, dem ich einmal unterstelle, daß es von allen Betreibern das größte Interesse an großflächigen Auswertungen hat, kann man sich durchaus vorstellen, daß eine teil- oder vollautomatische Unterstützung von Auswertungen durch die Funktionen auf dem Schnittstellenrechner durchaus sehr interessant ist, und wenn es nur das regelmäßige Zusammensammeln bestimmter Daten ist (Punkt 7 im letzten Abschnitt).

Ein weiterer interessanter Punkt ist, daß man durch Funktionen des Datenverbundes - parallel zu den in jedem Bundesland erstellten Berichten - auch eine gemeinsame Berichtsform einheitlicher Struktur schaffen könnte. Jeder Betreiber kann auf diese Art und Weise nach seinem eigenen Geschmack wie gehabt Berichte erstellen, aber wenn es gewollt ist, gemeinsame Auswertungen zu Berichten zusammenzufassen, so würde der Datenverbund solche Arbeiten schon unterstützen.

Desweiteren ist ein Cost Sharing denkbar, wenn man z.B. an die Anschaffung sehr teurer Spezial-Ausgabegeräte denkt, die nur von Zeit zu Zeit benötigt werden. Durch einen Datenverbund auf hohem funktionalen Level ist eben nicht nur ein Austausch von Daten möglich sondern auch ein Austausch von Funktionalität, sofern dies gewollt ist.

Dabei ist es wichtig zu definieren, was überhaupt Routinearbeiten sind. Hierfür ist unbedingt eine detaillierte Spezifikation zu erarbeiten, da die Routinearbeiten vermutlich einen großen Teil der insgesamt anfallenden Arbeiten ausmachen.

### **2.2.5 Spezielle Funktionalität für Störfälle**

Für Störfälle ist es zunächst wichtig, die zeitlichen Randbedingungen des Zugriffs zu definieren. Wie schnell muß ein Zugriff möglich sein und wie schnell muß notfalls eine Aggregation (z.B. über ganz Österreich) durchgeführt werden können? Gibt es für Störfälle besonders wichtige Meßdaten, gibt es besonders wichtige Meßstationen, u.s.w.?

Es gab in der Vergangenheit in Deutschland Störfälle, in denen offensichtlich tagelang das pure Informationschaos herrschte (zumindest hat dies für viele Bürger so ausgesehen). Man muß sich darüber im klaren sein, daß ein Datenverbund alleine für solche Fälle noch kein Allheilmittel ist und daß er natürlich auch in der Kapazität der Übertragung und Verarbeitung von Daten Grenzen hat. Die Informatiker müssen von den Betreibern für diesen u.U. zeitkritischen Fall klare Randbedingungen vorgegeben bekommen, damit diese beim Entwurf des Systems entsprechend berücksichtigt werden können. Daher ist es auch für diesen Fall wichtig, eine Vorstellung davon zu bekommen, was in möglichen Störfällen benötigt werden könnte.

Im Januar schlug ich für Störfälle die Option vor, über Ländergrenzen hinweg automatisch eine Benachrichtigung durchzuführen, wenn grenznahe Stationen Grenzwerte überschreiten. Wenn das technische Konzept stimmt, ist dies kein besonderer Aufwand.

## **2.2.6 Spezielle Funktionalität für Langzeituntersuchungen**

Bei Langzeituntersuchungen ist u.U. insbesondere die Möglichkeit gegeben, Daten über längere Zeiträume hinsichtlich bestimmter Aspekte zu sichten und zu durchsuchen. Solche Untersuchungen macht man heutzutage sinnvollerweise systemunterstützt.

Auch für Langzeituntersuchungen sollte man mögliche Fragestellungen definieren, auch wenn sie vorläufig in der Praxis noch keine Rolle spielen sollten. Insbesondere muß man sich hier fragen, ob alle Meßwerte auf den Meßnetz-Zentralen immer zur Verfügung stehen werden oder ob man daran denkt, über lange Zeiträume hin Daten auch zu migrieren. Der Arbeitsablauf und die Organisation im Datenverbund ist auf jeden Fall erheblich einfacher wenn man davon ausgehen kann, daß kein Migrationspeicher verwendet wird. Da Platten immer billiger werden, kann man eigentlich für die nächsten Jahre davon ausgehen, daß man selbst für längere Zeiträume keine Migrationspeicher benötigen wird. Dies hängt allerdings auch davon ab, wie sich der Datenverbund entwickeln wird.

### 3. Technisches Modell eines Immissionsdatenverbundes

In diesem Kapitel wird der Versuch gemacht, ein Gesamtkonzept zu definieren. Dabei werden gemäß der getroffenen Absprachen in der Hauptsache die Application Programming Interfaces (API) beschrieben.

#### 3.1 Erweitertes Request-Konzept

Als Gesamt-Philosophie des Systems schlage ich vor, ein erweitertes server-client-Konzept (oder erweitertes Request-Konzept) zu verwenden. Während beim normalen server-client-Zugriff auf eine Anfrage hin eine Antwort geliefert wird, kann bei einem erweiterten Konzept auf eine Anfrage hin mehr als eine Antwort kommen, und zwar in nicht vorhersehbarer Weise irgendwann später. Ein solches Konzept haben wir erfolgreich in unserem XAVIA-Projekt eingeführt [29].

Ein solches Konzept hat den Vorteil, daß man z.B. Automatismen, sofern sie gewünscht werden sollten, sehr einfach aufbauen kann. Unter Automatismen verstehe ich hierbei z.B. automatische Alarmauslösung oder in regelmäßigen Zyklen vorkommender Transport von Daten. In einer Smogsituation könnte man damit z.B. in einen Betriebsmodus schalten, der automatisch immer neu gebildete HMWs überträgt.

Mit Sicherheit wird man in der ersten Phase ohne ein solches Konzept auskommen, aber man sollte die Basisarchitektur daran ausrichten, weil bei höherwertigen Aufgaben des Datenverbundes solche Forderungen kommen werden.

#### 3.2 Übersicht

In Abb. 4 wird eine Übersicht über eine mögliche Architektur auf den Schnittstellenrechnern gezeigt. Folgende Komponenten sind von Bedeutung:

##### 1. Schnittstellen

LOC-API	Lokales API auf dem Schnittstellenrechner; Verknüpfung der Dienste untereinander, mit der Meßnetzzentrale und anderen lokalen Hosts
HOST-API	Gegenstück auf den lokalen Hosts
GBL-API	Globales API; nimmt die Verknüpfung zu externen Rechnern vor
X	Lokale X-Server anderer Hosts bzw. Workstations, PCs

## 2. Daten

LOC-HOSTS	Beschreibung der eingetragenen lokalen Hosts (LAN)
LOC-USR	Beschreibung der zugelassenen lokalen Benutzer
LOC-CAT	Beschreibung des lokalen Datenbestandes auf der Meßnetzzentrale (DB), d.h. lokaler Katalog
LOC-CACHE	Zwischenspeicher für lokale Daten
GBL-HOSTS	Beschreibung der eingetragenen Betreiber im WAN
GBL-USR	Beschreibung der zugelassenen Benutzer im WAN
GBL-CAT	Beschreibung der Datenbestände im WAN, d.h. globaler Katalog bzw. Abbild der Summen der externen Kataloge
GBL-CACHE	Zwischenspeicher für externe Daten
NAM-TBL	Namensverwaltung; Umwandlungstabelle gemäß Kapitel 2.1

## 3. Dienste

CATSRV	Katalog-Server; stellt nach Bedarf Information über die Datenbestände anderen Diensten zur Verfügung; greift auf LOC-CAT, GBL-CAT und NAM-TBL zu; übernimmt außerdem den Transport von Kataloginformation
DATSRV	Daten-Server; stellt nach Bedarf Datenbestände anderen Diensten zur Verfügung; greift auf CATSRV zurück und übernimmt den Transport von lokalen Datenbeständen (über LOC-API) und globalen Datenbeständen (über GBL-API); DATSRV bearbeitet nur die Grunddaten, d.h. Zeitreihen von HMWs (oder u.U. von Momentanwerten, sollte man sich hierzu entschließen)
DATPROC	Daten-Prozessor; vielseitiger Dienst zur Aggregation von Daten; verwendet CATSRV und DATSRV
CATVIS	Katalog-Visualisierer; interaktiver Zugriff auf Kataloge; greift über CATSRV auf die Kataloge zurück
DATVIS	Daten-Visualisierer; interaktive Visualisierung von Daten, greift auf DATSRV und DATPROC zurück

#### *4. Wartung*

Wartungsdienste sind entweder in den einzelnen Komponenten jeweils integriert oder werden als separate Dienste angeboten. Benutzerfreundliche Wartungsprogramme werden als Selbstverständlichkeit betrachtet und daher hier nicht weiters diskutiert.

### **3.3 Datenströme**

Die vorhandenen Datenströme sind in folgende Kategorien einteilbar

- lokale Datenströme
- Katalogdatenströme
- Globale Datenströme
- X-Datenströme

In diesem Abschnitt werden Voraussetzungen über die einzelnen Datenströme definiert.

#### **3.3.1 Lokale Datenströme**

Außer der Meßnetzzentrale werden i.A. weitere lokale Hosts, Workstations oder PCs schon existieren oder in der Zukunft angeschafft werden. Was den Zugriff lokaler Hosts auf lokale Daten anbelangt, so sollte man festlegen, daß diese Datenströme - sofern sie nur lokale Daten betreffen - unabhängig vom Schnittstellenrechner ablaufen. Damit ist jede lokale Anordnung für sich autonom und unabhängig vom Datenverbund.

Wie in Abb. 5 gezeigt, fließen diese Datenströme an den HOST-APIs vorbei. Durch diese Vorgehensweise wird insbesondere auch gewährleistet, daß bis jetzt vorhandene Strukturen beibehalten werden können.

#### **3.3.2 Katalogdatenströme**

Der Katalog-Server stellt nach drei Seiten Katalogdaten zur Verfügung (Abb. 6):

- allen auf den Schnittstellenrechnern laufenden Diensten und Programmen, welche Katalogdaten benötigen,
- den Anwendungen auf den lokalen Hosts (über das LAN) und
- den Katalog-Servern externer Hosts (über das WAN).

Dabei ist von Bedeutung, daß der Katalog sowohl für die Anwendungsprogramme und Dienste als auch für die Benutzer als eine Einheit aus dem lokalen und der Summe der externen Kataloge besteht. Ein Katalogzugriff wird dadurch immer gleich aussehen, gleich welche Daten er betrifft.

Die Kataloginformation besteht für den Endnutzer aus den Teilen LOC-CAT, GBL-CAT, NAM-TBL und GBL-HOSTS. Für den Administrator kommen die Teile aus LOC-HOSTS, LOC-USR und GBL-USR hinzu.

Gegenüber lokalen Anwendungen stellt der Katalog-Server den Gesamtkatalog (lokaler Katalog plus Summe der externen Kataloge) zur Verfügung. Gegenüber externen Hosts stellt der Katalog-Server den lokalen Katalog zur Verfügung.

### **3.3.3 Globale Datenströme**

Die globalen Datenströme (also solche bei denen externe Daten ausgetauscht werden) werden vom Daten-Server DAT-SRV und vom Datenprozessor DAT-PROC gesteuert (Abb. 7). Externe Daten werden über das globale API, lokale Daten über das lokale API transportiert. Dabei ist der Unterschied zwischen DATSRV und DATPROC der, daß DATSRV nur Grunddaten, also Zeitreihen von HMWs oder von Momentanwerten bearbeitet, wobei DATPROC aus diesen Grunddaten auch aggregierte Daten erzeugen kann. Der Datenprozessor kann, ist dies in einer weiteren Ausbaustufe gewünscht, auch Suchfunktionen implementieren oder man implementiert dafür einen weiteren Dienst.

### **3.3.4 X-Datenströme**

Unter Verwendung von Xwindows bzw. Motif auf den Schnittstellenrechnern können die Visualisierungskomponenten für den Katalog und die Daten benutzerfreundlich implementiert werden. Insbesondere kann man aber auch deren volle Funktionalität über X-server auf lokalen Workstations bzw. PCs zur Verfügung stellen (Abb. 8).

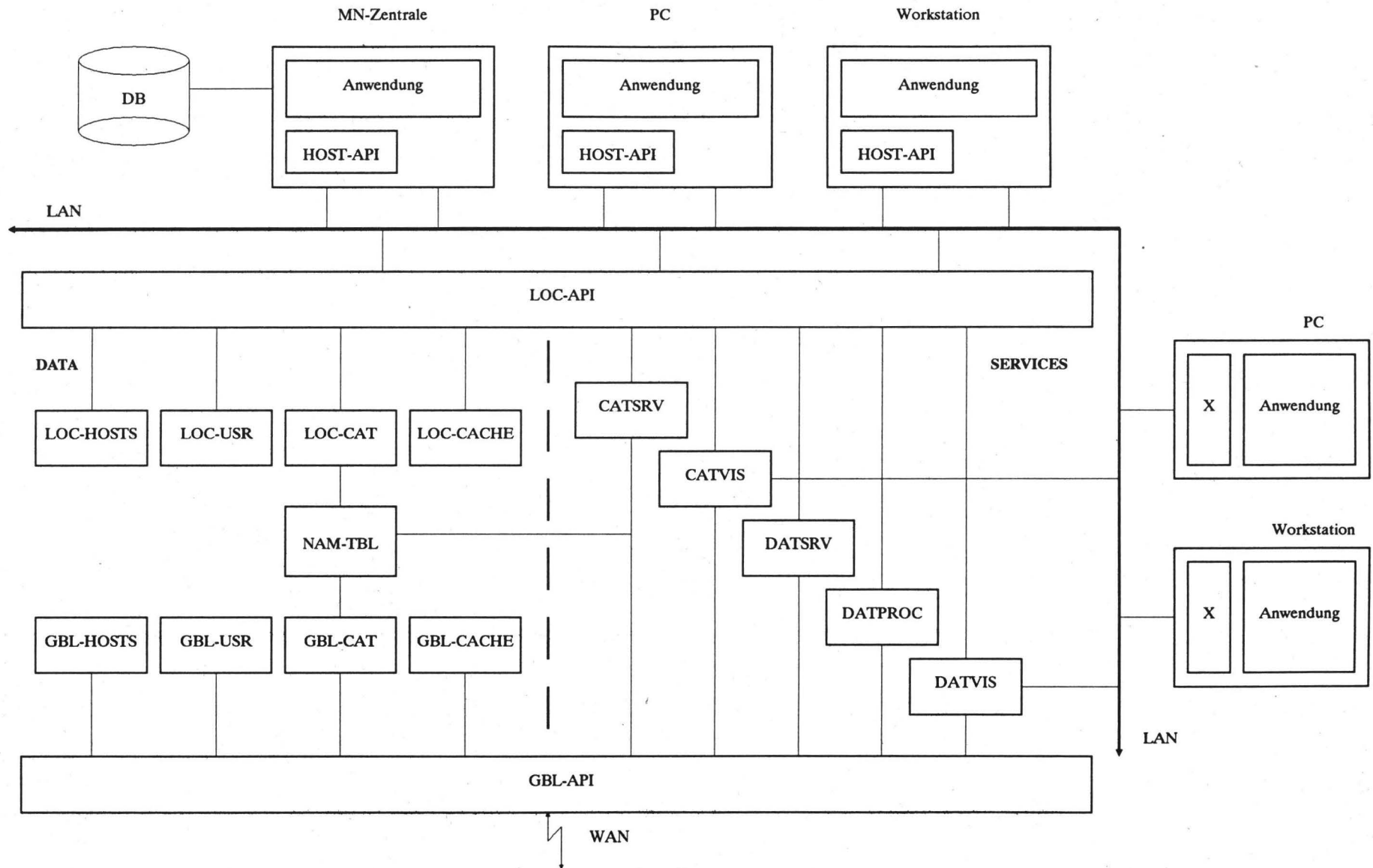
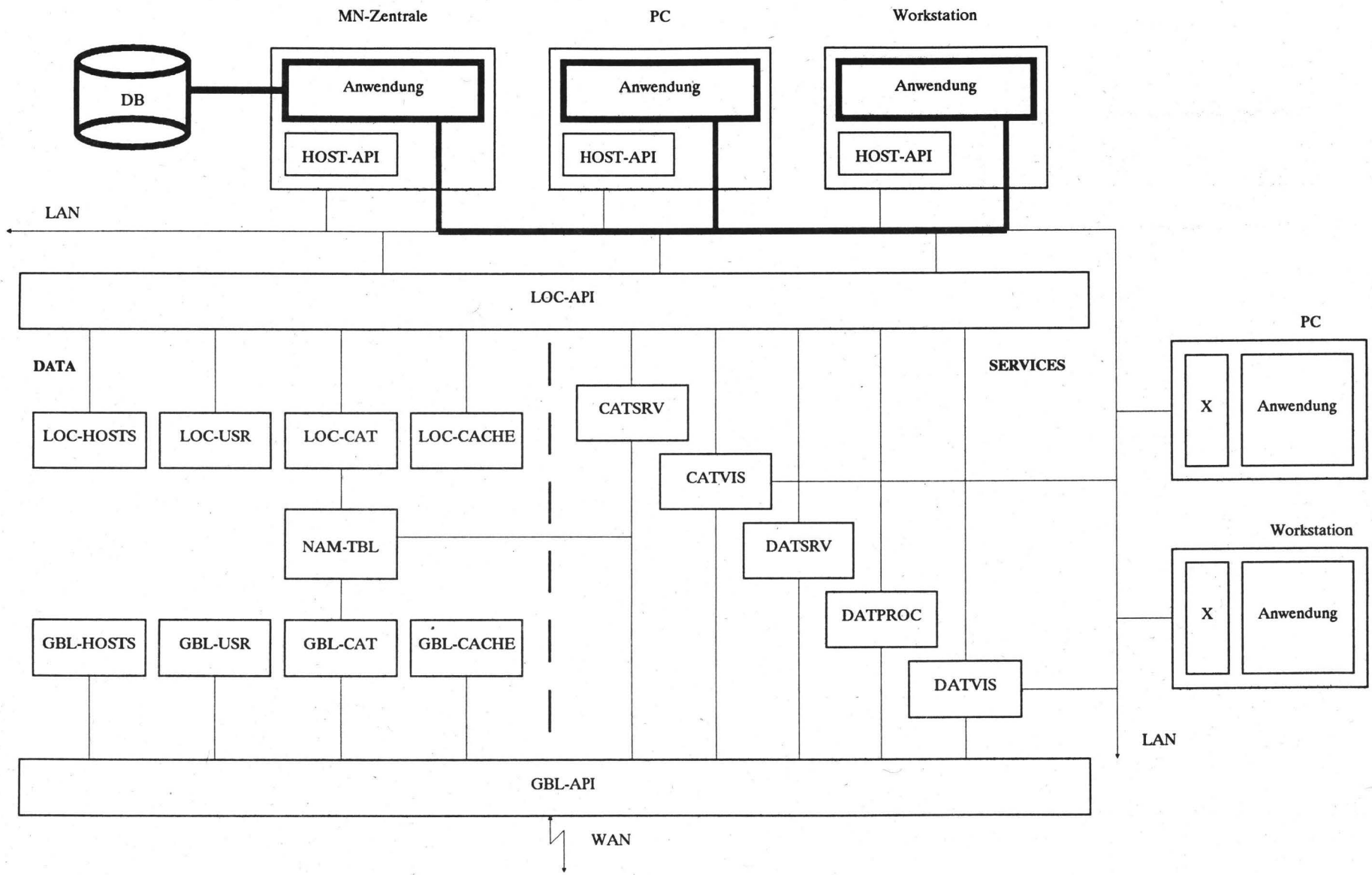
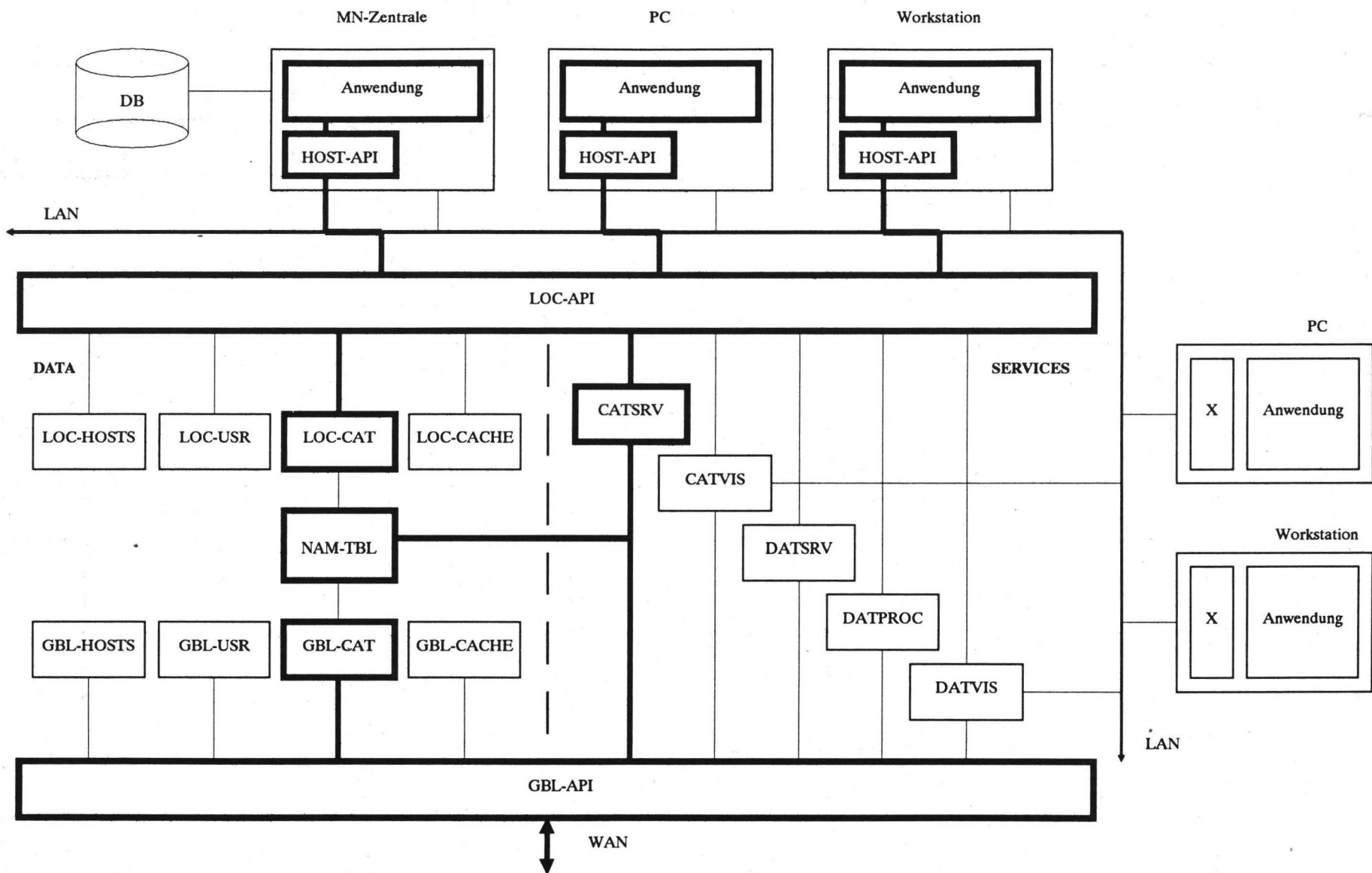


Abb. 4: Technisches Modell im Überblick



**Abb. 5: Lokale Datenströme**





**Abb. 6: Katalogdatenstrome**

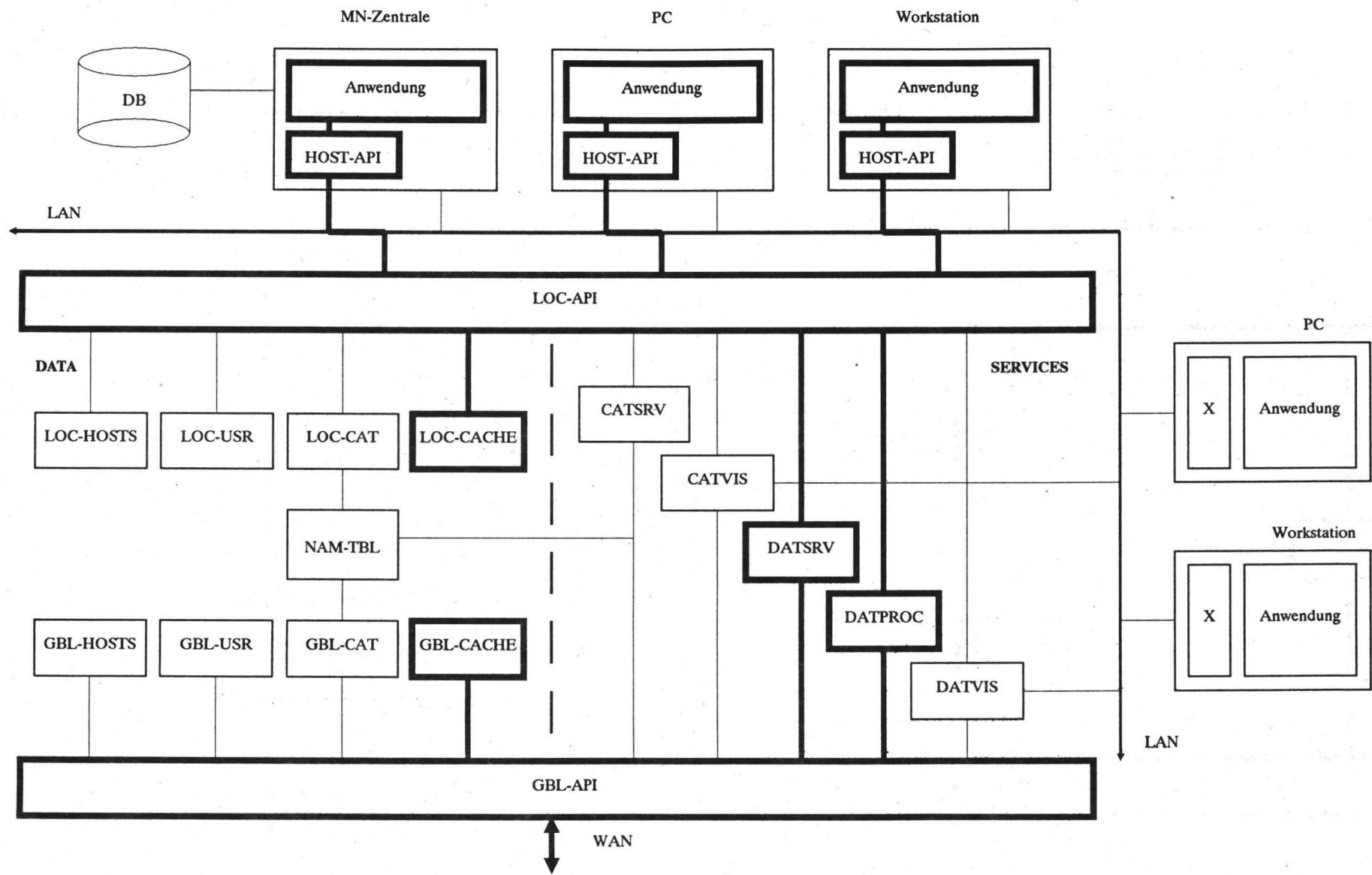
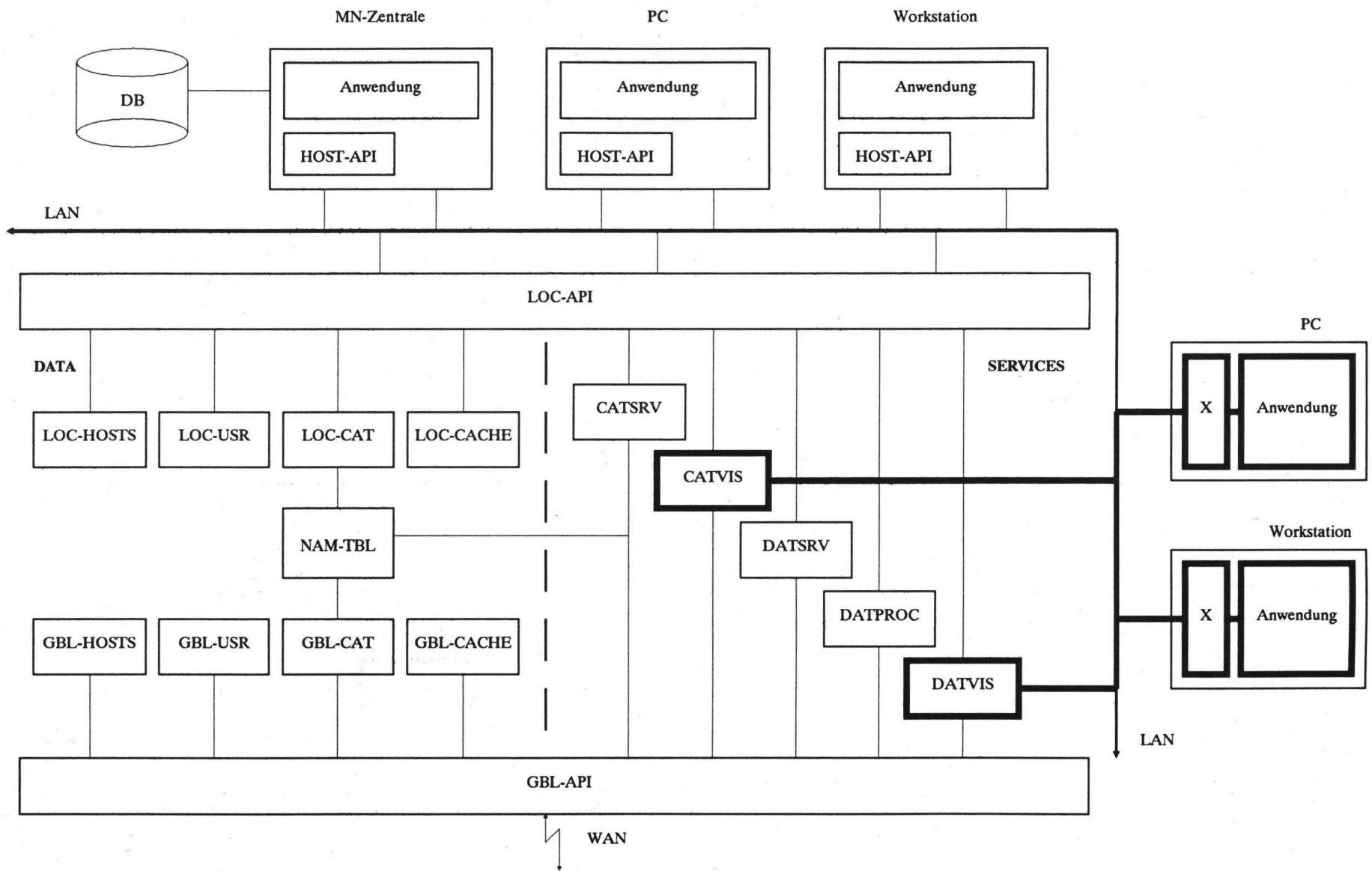


Abb. 7: Globale Datenströme



**Abb. 8: X-Datenströme**

### 3.4 Schnittstellen

In diesem Abschnitt wird angegeben, welche Schnittstellen (APIs, application programming interfaces) realisiert werden müssen, um den Datenverbund zu gewährleisten. Dabei handelt es sich bei dieser Beschreibung *um die minimal denkbare Schnittstelle, welche die Katalogzugriffe und Datentransporte regelt*. Insbesondere wird nicht darauf eingegangen, welche weiterführenden Fähigkeiten z.B. der Datenprozessor haben könnte oder wie weiterführenden Suchmechanismen eingebettet werden.

Zu Beginn ging ich davon aus, ein Feinkonzept der APIs zu definieren. Es hat sich aber herausgestellt, daß dies a) diese Studie sprengt und b) beim gegenwärtigen Stand der Dinge auch noch nicht sinnvoll ist. Daher sind in der Folge weder im Detail Datenstrukturen noch funktionale Schnittstellen beschrieben. Auch wird keine einschränkende Annahme darüber gemacht, wie die Schnittstellen über die beiden Netzwerke (LAN und WAN) realisiert werden sollen, also ob es sich z.B. um RPCs oder direkte Interprozeßkommunikation handelt. Lediglich Filetransferprogramme schließe ich aus schon früher beschriebenen Gründen aus. Die Beschreibung der Schnittstellen folgt einer Notation, die - wie ich hoffe - nicht zu abstrakt erscheint.

Zur Beschreibung der Schnittstellen kann man sich eines gegenüber den Abb. 4-8 vereinfachten Diagramms bedienen (Abb. 9). Die einzelnen Komponenten wurden jeweils mit einer Nummer versehen.

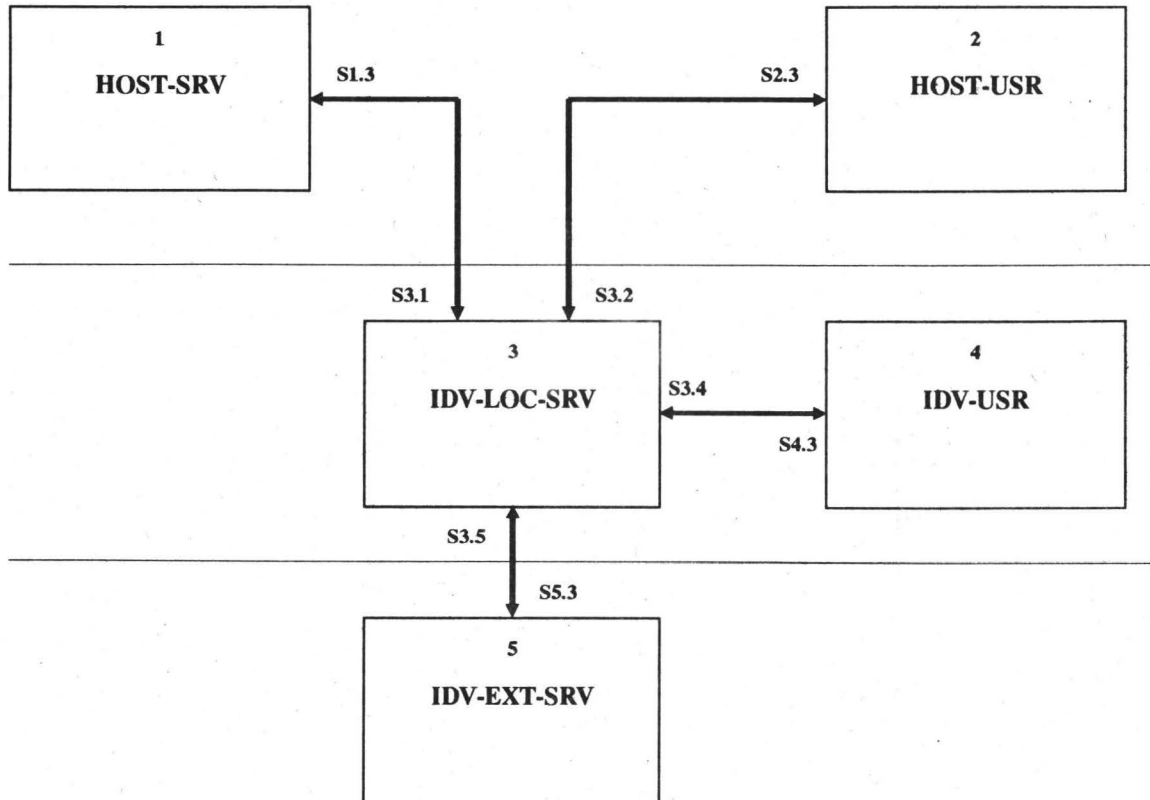


Abb. 9: Vereinfachtes Diagramm der Schnittstellen

Die Komponenten sind im einzelnen:

1	<b>HOST-SRV</b>	Datenbank-Server der Meßnetz-Zentrale
2	<b>HOST-USR</b>	User bzw. Anwendung auf dem lokalen Host oder einem anderen lokalen Host
3	<b>IDV-LOC-SRV</b>	Lokaler Server des Immissionsdatenverbundes, also die Zusammenfassung der Dienste
4	<b>IDV-EXT-SRV</b>	Beliebiger fremder (externer) Server einer anderen Meßnetz-Zentrale oder eines Betreibers
5	<b>IDV-USR</b>	User oder Anwendung auf dem lokalen Server IDV-LOC-SRV oder auf einem lokalen Host über X-Protokoll

Die Schnittstelle  $S_{i,j}$  ist die Schnittstelle der Komponente  $i$  zur Komponente  $j$ . In der folgenden Notation bedeuten:

<b>***-REQ</b>	einen request an eine andere Komponente
<b>***-INF</b>	eine Antwort auf einen request in Form von Information, z.B. aus einem Katalog
<b>***-DAT</b>	eine Antwort auf einen request in Form von Daten

Dabei können für \*\*\* folgende Kategorien eingesetzt werden:

<b>CATINIT</b>	Katalog-Initialisierung
<b>CATUPD</b>	Katalog-Update
<b>CAT</b>	Katalog-Inhalt
<b>DATEXP</b>	Daten-Export
<b>DATIMP</b>	Daten-Import
<b>DAT</b>	Daten-Inhalt

Im einzelnen sind folgende APIs zu definieren:

**S1.3 Schnittstelle des Datenbank-Servers HOST-SRV**

inbound requests	von	Antwort
CATINIT-REQ	IDV-LOC-SRV	CATINIT-INF
CATUPD-REQ	IDV-LOC-SRV	CATUPD-INF
DATIMP-REQ	IDV-LOC-SRV	DATEXP-DAT
outbound requests	an	Antwort
CAT-REQ	IDV-LOC-SRV	CAT-INF
DATIMP-REQ	IDV-LOC-SRV	DATEXP-DAT

**S2.3 Benutzer- bzw. Anwendungsseitige Schnittstelle des HOST-USR**

outbound requests	an	Antwort
CAT-REQ	IDV-LOC-SRV	CAT-INF
DATIMP-REQ	IDV-LOC-SRV	DATEXP-DAT
DAT-REQ	IDV-LOC-SRV	DAT-DAT

**S4.3 Benutzer- bzw. Anwendungsseitige Schnittstelle des IDV-USR**

internal requests	an	Antwort
CAT-REQ	IDV-LOC-SRV	CAT-INF
DAT-REQ	IDV-LOC-SRV	DAT-DAT

**S5.3 Schnittstelle eines externen Servers IDV-EXT-SRV**

inbound requests	von	Antwort
CATINIT-REQ	IDV-LOC-SRV	CATINIT-INF
CATUPD-REQ	IDV-LOC-SRV	CATUPD-INF
DATIMP-REQ	IDV-LOC-SRV	DATEXP-DAT
outbound requests	an	Antwort
CATINIT-REQ	IDV-LOC-SRV	CATINIT-INF
CATUPD-REQ	IDV-LOC-SRV	CATUPD-INF
DATIMP-REQ	IDV-LOC-SRV	DATEXP-DAT

**S3j** Schnittstelle des lokalen Servers IDV-LOC-SRV (j = 1,2,4,5)

inbound requests	von	Antwort
CAT-REQ	HOST-SRV	CAT-INF
DATIMP-REQ	HOST-SRV	DATEXP-DAT
CAT-REQ	HOST-USR	CAT-INF
DATIMP-REQ	HOST-USR	DATEXP-DAT
DAT-REQ	HOST-USR	DAT-DAT
CATINIT-REQ	IDV-EXT-SRV	CATINIT-INF
CATUPD-REQ	IDV-EXT-SRV	CATUPD-INF
DATIMP-REQ	IDV-EXT-SRV	DATEXP-DAT
outbound requests	an	Antwort
CATINIT-REQ	HOST-SRV	CATINIT-INF
CATUPD-REQ	HOST-SRV	CATUPD-INF
DATIMP-REQ	HOST-SRV	DATEXP-DAT
CATINIT-REQ	IDV-EXT-SRV	CATINIT-INF
CATUPD-REQ	IDV-EXT-SRV	CATUPD-INF
DATIMP-REQ	IDV-EXT-SRV	DATEXP-DAT
internal requests	von	Antwort
CAT-REQ	IDV-USR	CAT-INF
DAT-REQ	IDV-USR	DAT-DAT

Was sich im einzelnen hinter den requests und den Antworten verbirgt (z.B.: Werden Kataloge als Ganzes ausgetauscht? oder Kann hinter einem request nach Daten eine Aggregation stehen?) ist erst in der Feinkonzeption zu erarbeiten. Auch wird es u.U. sinnvoll sein, neue request-Typen zu definieren, wie sie z.B. für die Suche notwendig sein können.

#### **4. Abschlußbemerkung**

In vorliegender Studie wurde der Versuch gemacht aufzuzeigen, welche Möglichkeiten ein Immissionsdatenverbund in Österreich haben kann. Dabei ging es auch darum, den speziellen Fragestellungen einige allgemeinere gegenüberzustellen.

Es ist mir ein besonderes Bedürfnis auszudrücken, daß mich bei allen Beteiligten, mit denen ich bislang sprechen konnte, die ausgesprochene Aufgeschlossenheit unseren Arbeiten und Ideen gegenüber überrascht hat - zumindest in dem Maße wie ich sie vorgefunden habe. Dies ist keine Selbstverständlichkeit.

Das hier beschriebene System geht über einen Datenverbund hinaus und ist ein Ansatz zu einem verteilten Informationssystem zur Luftgüteüberwachung. Ich hoffe, es ist mir gelungen (und wird mir in verbleibenden Gesprächen gelingen) aufzuzeigen, daß die von mir beschriebenen Möglichkeiten nicht im Bereich der Futurologie angesiedelt sind.

Wird in Österreich der Versuch gemacht, diese oder ähnliche Konzepte umzusetzen, so wäre es der längst fällige Einstieg in offene kooperative Systeme im Umweltschutz, den bislang noch niemand versucht hat. Insofern sind auch meine persönlichen Hoffnungen besonders mit dem weiteren Fortgang des verteilten Immissionsinformationssystems für Österreich verbunden.



## 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] Gölle 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
- [45] Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf, Präsentation Datenverbund, Interner Bericht, Dezember 1991
- [46] ÖNORM M 5867, Luftreinhaltung, Weitergabe von Immissionsmeßdaten im Rahmen der elektronischen Datenverarbeitung
- [47] Denzer R., Architektur offener Umweltinformationssysteme, Interner Bericht, Universität Kaiserslautern, Januar 1992
- [48] Denzer R., Offene Systeme für die Informationsverarbeitung im Umweltschutz, Informatik im Umweltschutz, Nr. 10, Februar 1992, S. 17-18, Fachausschuß 4.6 der Gesellschaft für Informatik
- [49] Güttler R., Problem Insellösungen, Notwendigkeit zur Entwicklung integrationsfähiger Lösungen, Informatik im Umweltschutz, Nr. 10, Februar 1992, S. 13-14, Fachausschuß 4.6 der Gesellschaft für Informatik