

# GEOGRAFISCHES FACHINFORMATIONSSYSTEM ZUR VERTEILTEN VERWALTUNG VON MILITÄRISCHEN ALTLASTEN

Prof. Dr.-Ing. Uwe Rüppel  
Institut für Numerische Methoden und Informatik im Bauwesen,  
Technische Universität Darmstadt

Dipl.-Ing. Gerrit Seewald  
Dr.-Ing. Michael Petersen  
CIP Ingenieurgesellschaft mbH, Darmstadt

**Kurzfassung** *Sechzig Jahre nach Ende des letzten Weltkrieges stellt sich bei allen Bauvorhaben, insbesondere im Bereich Grundbau, immer noch die Frage nach möglichen Belastungen durch militärische Kampfstoffe und Rüstungsaltposten. Für den einzelnen Bauherren besteht die Möglichkeit, eine Belastungsanfrage bei dem zuständigen Kampfmittelräumdienst zu stellen, um somit schon in der Planungsphase geeignete Maßnahmen ergreifen zu können. Die Anfrage zu einer möglichen Kampfmittelbelastung löst dabei eine Vielzahl von Arbeitsschritten aus, die momentan durch personal- und zeitaufwändige Verwaltungsvorgänge und Datenrecherchen bearbeitet werden. Die Daten liegen derzeit überwiegend noch analog bzw. in Papierform, wie beispielsweise historischen Luftbildern, Zeitzeugenberichten oder Räumberichten, vor und stellen einen umfangreichen Datenbestand dar. Um die Verwaltung der geografischen Informationen über militärische Altlasten zu verbessern und damit die Effizienz der Bearbeitung der Belastungsanfragen zu erhöhen, wurde eine detaillierte Analyse der anfallenden Datenbestände durchgeführt. Aufbauend auf dieser Analyse wurden fachspezifische Softwarekomponenten entwickelt, um durch DV-gestützte Methoden und eigenständige Fachschalen die Verwaltung der Datenbestände zu unterstützen und den digitalen Zugriff auf einzelne Datensätze zu ermöglichen.*

## 1. Einleitung

Das Thema Kriegsaltposten ist bei vielen Bauvorhaben in Deutschland von Bedeutung. Beginnend bei den frühen Planungsphasen und Vorerkundungen bis hin zur eigentlichen Bauausführung und dabei insbesondere den Erdbauarbeiten, muss auf die unterschiedlichen Arten von Altlasten zeitnah reagiert werden können, um unvorhergesehene Kosten für Räumung und Sanierung rechtzeitig einzuplanen und mögliche Verzögerungen und Bauausfallzeiten so gering, wie möglich zu halten. Eine

gezielte Erfassung der Altlasten kann jedoch nur erfolgen, wenn eine differenzierte Einteilung der unterschiedlichen Arten erfolgt, um so fachgerechte Maßnahmen ergreifen zu können.

Im Bereich Altlasten werden unterschieden:

- Altstandorte: Ehemalige Grundstücke auf denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen wurde.
- Stillgelegte Ablagerungen: Ehemalige Abfallbeseitigungsanlagen sowie sonstige Grundstücke mit Altablagerungen.
- Altlasten-Verdachtsflächen: Alle weiteren Flächen die einen Verdacht auf das Vorliegen von Schadstoffen aufweisen.

Insbesondere für die beiden ersten Fälle existieren mittlerweile verschiedene Lösungsansätze, die sowohl auf Bundesebene, auf Initiative des Umweltbundesamtes als auch auf Länderebene gezielt vorangetrieben werden und sich mittlerweile im Einsatz bzw. in der Erprobung befinden.

Im Rahmen dieses Beitrages wird auf den Bereich der militärischen Altlasten eingegangen, die verglichen mit den übrigen Bereichen der Altlasten ein besonders hohes Gefährdungspotential und eine akute Bedrohung für Leben und Gesundheit von Menschen darstellen. Problematisch sind dabei vor allem die mögliche Selbstentzündung und Explosion sowie die Inhaltsstoffe, die durch Zersetzung bzw. Korrosion der Ummantelung entweichen können. Der Umgang mit Kampfmitteln sollte daher ausschließlich erfahrenen Fachkräften vorbehalten sein [1]. Die Verwaltung georeferenzierter Informationen über Kampfmittel ist als Teil der jeweiligen Ordnungsbehörden auf der Ebene der Bezirksregierungen und Regierungspräsidien der einzelnen Bundesländer angesiedelt. Trotz unterschiedlicher Vorgehensweisen, bedingt durch den Föderalismus der Bundesländer, sind Gemeinsamkeiten im Arbeitsablauf der einzelne Kampfmittelräumdienste (KMRD) zu erkennen.

Im Auftrage des Landes Hessens, vertreten durch den Kampfmittelräumdienst, wurde von der Firma CIP Ingenieurgesellschaft mbH Darmstadt ein Framework verschiedener Fachapplikationen für die Unterstützung bei der Verwaltung und Bearbeitung der anfallenden Informationen bei der Kampfmittelräumung entwickelt. Diese Entwicklung verlief dabei auf der Grundlage einer umfassenden Analyse des vorhandenen Arbeitsablaufs beim Kampfmittelräumdienst. Die Implementation erfolgte in einem mehrstufigen, modularen Verfahren, das es erlaubt, die einzelnen Komponenten für die verschiedenen fachspezifischen Anwendungsfälle getrennt voneinander einzusetzen [2].

Ziel dieses geografischen Fachinformationssystems ist es, unter Verwendung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien ein Framework an Fachapplikationen zu schaffen, um zielgerichtet eine netzwerkgerechte und bedarfsorientierte

Bereitstellung georeferenzierter Fachinformationen aus einem zentralen Datenpool zu ermöglichen. Am Beispiel der Verarbeitung von Altlasten-Informationen, insbesondere aus dem Bereich der militärischen Altlasten, soll in den folgenden Kapiteln der ganzheitliche Ansatz für das Informationssystem vorgestellt und dessen Einsatz sowohl während der Vorplanung als auch während der Baudurchführung aufgezeigt werden.

## **2. Bedarfsanalyse**

### **2.1. Analyse der Prozessbeteiligten**

Im Hinblick auf eine Integration von Ingenieurprozessen der Planungsphasen bis hin zur Bauausführung sind zunächst die beteiligten Fachplaner und Prozessbeteiligten zu identifizieren, um darauf aufbauend die Arbeitsabläufe zu spezifizieren.

#### *a) Bauherr, Eigentümer, Investor*

Der Bauherr ist der Initiator für die nachfolgenden Prozesse. Durch rechtzeitige Anfragen bzgl. möglicher Altlasten kann er sicherstellen, dass sowohl die Durchführung der Bauarbeiten als auch eine unbeeinträchtigte Nutzung des zu erstellenden Bauwerks möglich ist.

#### *b) Zuständige Landesbehörde(n)*

Die zuständige Landesbehörde ist zunächst mit der Bearbeitung der gestellten Anträge betraut. Dazu ist ein effektiver Zugriff sowohl auf alle bisher bearbeiteten Anträge, auf Auswertungsergebnisse der Luftbilddetailauswertung als auch auf alle bisher durchgeführten Räum- und Sanierungsarbeiten notwendig.

#### *c) Fachingenieure*

Die fachliche Beurteilung von Flächen hinsichtlich möglicher Altlasten erfolgt durch spezialisierte Fachingenieure, die insbesondere für die Luftbilddetailauswertungen, weiterführende Sondierungsmaßnahmen sowie zur Definition von geeigneten Maßnahmen zum Schutz der Öffentlichkeit im Rahmen von Räummaßnahmen hinzugezogen werden. Bei der Luftbilddetailauswertung fallen dabei umfassende Datenbestände von digitalisierten Luftbildern an, die durch die alliierten Streitkräfte unmittelbar vor und nach einem Angriff systematisch erstellt wurden. Diese werden stereoskopisch ausgewertet, um so präventiv mögliche Verdachtsstellen für militärische Altlasten entdecken zu können.

#### *d) Sondierungs- und Räumungsfirmen*

Die Sondierungs- und Räumungsfirmen übernehmen die Dekontamination sowie die Sanierungsmaßnahmen des Baugrundes im Auftrag des Bauherrn. Es fallen dabei umfangreiche Fach- und Geodaten an, die momentan in uneinheitlicher Form dem zuständigen Kampfmittelräumdienst zur Bearbeitung übergeben werden.

e) *Externe Beteiligte*

Als externe Beteiligte werden diejenigen Behörden, Personen und Institution bezeichnet, die nicht direkt in den Prozess der Kampfmittelräumung eingebunden sind, für deren Arbeitsablauf jedoch ein stark eingeschränkter Zugriff auf die vorgehaltenen Datenbestände sinnvoll wäre. Beispielhaft sind dazu Bau- und Umweltämter zu nennen, die im Rahmen von Baugenehmigungs-, Raumordnungs- oder Planfeststellungsverfahren Informationen über Belastungen durch militärische Altlasten benötigen.

2.2. **Analyse der Prozesse**

Bei der Analyse der Prozesse wird zwischen folgenden Arbeitsabläufen (Workflows) unterschieden:

- a) Statische (geplante) Workflows
- b) ad-hoc (ungeplante) Workflows

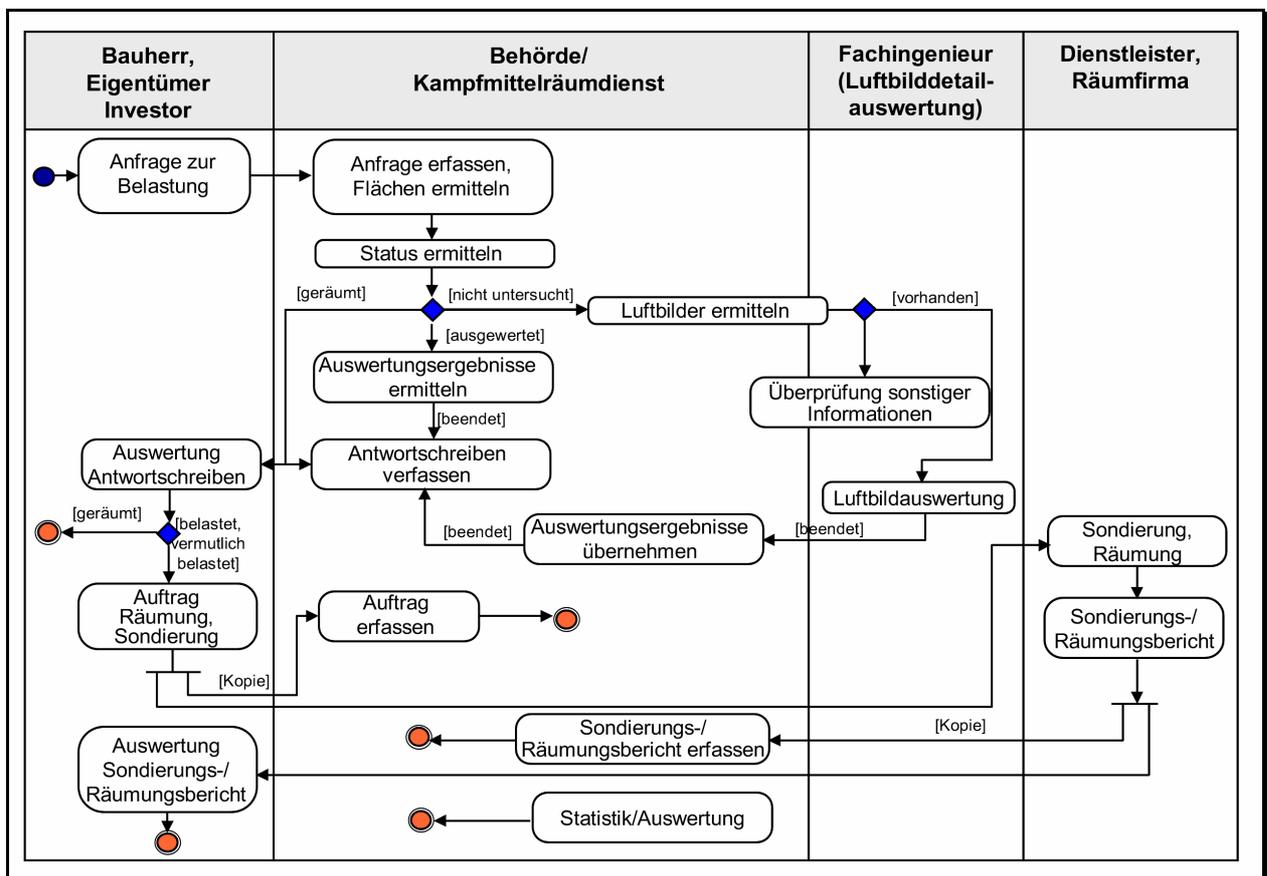


Abbildung 1: Aktivitäten der beteiligten Fachplaner (vereinfacht) als Vorstufe der Software-Komponentenbildung [3]

Die Einteilung nach diesen beiden Kriterien stellt eine wichtige Randbedingung für die Konzeption der Workflow-Steuerungskomponente dar. Der statische bzw. geplante

Workflow stellt dabei den üblichen Prozess im Gesamtworkflow dar. Darunter fallen die normalen Anträge der Bauherren während des Bauplanungsprozesses oder während der Bauausführung. Der ad-hoc Workflow beschreibt die so genannten Einzel- und Zufallsfunde, die vor allem während des Bauablaufs auftreten und daher eine zeitnahe Untersuchung, Beurteilung und Räumung der vorhandenen militärischen Altlasten erfordern. Entscheidend dabei ist, dass solche Situationen im Vorfeld nur schlecht planbar sind und daher den betroffenen Beteiligten eine umfassende, dynamische Unterstützung durch vorhandene Datenbestände und Programmkomponenten zur Verfügung gestellt wird.

### **2.3. Anforderungsanalyse**

Bei den in Abbildung 1 aufgeführten Vorgängen lassen sich drei verschiedene Anforderungen identifizieren, um die vollständige, digitale Erfassung der anfallenden Daten aus allen Teilprozessen und deren Integration in ein ganzheitliches Fachinformationssystem sicherzustellen:

- a) Aufbau einer Datenbank, die eine Verknüpfung von Sachdaten und geografischen Informationen (Geodaten) ermöglicht.
- b) Steuerung der Zugriffe durch die Projektbeteiligten auf Sach- und Geodaten.
- c) Fachgerechte Visualisierung der vorhandenen, georeferenzierten Datenbestände.
- d) Flexible Verwaltung der vorhandenen Arbeitsabläufe durch eine unabhängige Steuerungskomponente.
- e) Berücksichtigung der unterschiedlichen Sichtweisen und Anforderungen der verschiedenen Prozessbeteiligten.
- f) Implementierung einer geeigneten Schnittstelle auf Basis von Metadaten, um eine dynamische Erweiterung der Zugriffe zu ermöglichen.

## **3. Schnittstellendefinition**

Für den eingeschränkten Zugriff auf die vorhandenen Sach- und Geodaten durch externe Beteiligte, wird eine einheitliche Schnittstelle benötigt. Sowohl Bau- und Umweltämter während ihren umfassenden Genehmigungsverfahren als auch Architektur- und Planungsbüros während der Bauplanung benötigen Informationen zu möglichen Belastungen durch Kriegsaltlasten. Um eine sinnvolle Mehrfachnutzung der vorhandenen Datenbestände zu ermöglichen, wird hierzu eine flexible und zugleich standardisierte Schnittstelle für den allgemeinen Austausch von Geodaten benötigt und in dem Fachinformationssystem abgebildet.

In der sehr heterogenen Metadatenlandschaft, die sich mit der detaillierten Beschreibung der vorhandenen Geodaten beschäftigt, existieren derzeit eine Vielzahl an amtlichen, behördlichen oder auch privaten Metadatenmodellen. Die beiden wichtigsten Normierungsansätze werden von den nachstehenden Standardisierungsgremien aufgestellt:

- ISO/TC211 19115: International Standards Organization (ISO).
- FGDC-STD-001-1998: Federal Geographic Data Comitee (FGDC)

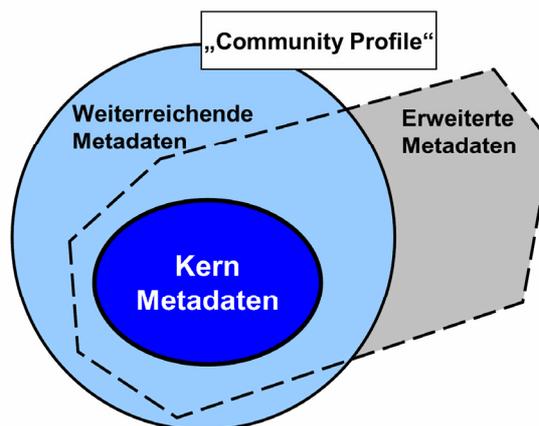


Abbildung 2: Gliederung von Metadaten gemäß ISO 19115 [4]

In der Beschreibung durch die ISO 19115 [4] werden dabei rund 300 Metadatenelemente aufgeführt, die sich in drei Bereiche des Metadatenmodells aufteilen (Abb. 2). Der Kernbereich umfasst die zentralen Elemente der Metadatenbeschreibung, die auf jeden Fall implementiert und durch alle Anwendungen abgedeckt werden müssen. Alle optionalen Metadatenelemente werden dem Bereich der weiterreichenden Metadaten zugeordnet. Für eine individuelle Erweiterung und Anpassung des Standards ist in der ISO bereits die Möglichkeit vorgesehen, erweiterte Metadaten zu integrieren und diese zu einem „Community Profile“ zusammenzuschließen. Dieses „Community Profile“ dient der Erweiterung von regionalen, nationalen oder fachspezifischen Anforderungen und umfasst dabei stets die Kern Metadaten sowie ausgewählte, d.h. weiterreichende Metadaten.

Die Entwicklung eines umfassenden Metadatenbankmodells (Community Profile) für militärische Altlasten und der Beschreibung der vorliegenden georeferenzierten Datenbankinhalte beschränkt sich dabei in der ersten Stufe auf den Kernbereichen (siehe Abb. 2), der im einzelnen in der ISO 19115 [4] festgelegt ist.

## 1. Allgemeine Kriterien

- a. Identifizierung der Metadaten  
Verwendeter Metadatenstandard, Urheber, Gültigkeit, Sprache, Zeichensatz (*mdStanName, mdContact, mdDateSt, mdLang, mdChar*)
- b. Beschränkungen  
Zugriffsberechtigungen, Nutzungsmöglichkeiten, Sicherheit (*accessConsts, useLimits, SecConsts*)
- c. Datenaustausch  
Austauschmöglichkeiten der Daten, Digitale Übertragung, Formatbeschreibung, Mediumbeschreibung (*MD\_Distribution, MD\_DigitalTransferOptions, MD\_Format, MD\_Medium*)

## 2. Inhaltliche Kriterien

- a. Beschreibung der Inhalte  
(*MD\_ContentInformation*)
- b. Räumliche Ausdehnung  
(*MD\_CoverageDescription*)
- c. Multimediale Metadaten  
Beschreibung von digitalen Bildern hinsichtlich Qualität und Beschaffenheit (*MD\_ImageDescription*)

## 3. Informationen über die Datenart

- a. Geografische Ausdehnung  
(*EX\_GeographicExtend*)
- b. Zeitliche Ausdehnung  
(*EX\_TemporalExtent*)

Die Bereitstellung dieser „Kerndaten“, die sich als Pflichtfelder aus dem Normierungsvorschlag herleiten, wurde auf Basis von XML konzipiert. Die Beschreibung der einzelnen Auszeichnungselemente, Beziehungen, Attribute, Strukturen und Bereiche erfolgt dabei in einer separaten Datei als Document Type Definition (DTD), die zunächst unabhängig von den Inhalten das Format der XML Austauschdatei beschreibt und darüber hinaus die Möglichkeit bietet, das Format hinsichtlich der Gültigkeit zu verifizieren (Abb. 3).

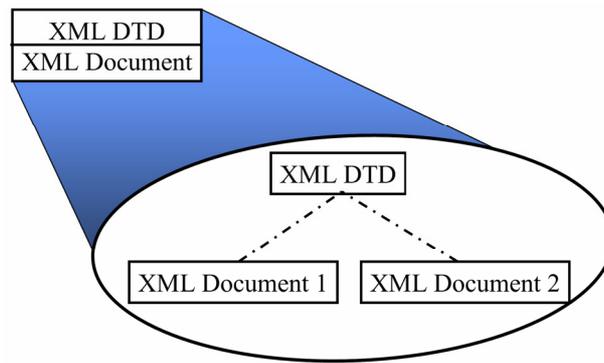


Abbildung 3: Beschreibung von Metadaten mittels XML [4]

## 4. Systementwurf

Aus den Anforderungen, die sich aus der Analyse der Anwendungsfälle und Nutzerrollen ergeben, wurde ein Framework aus einzelnen Softwarekomponenten entwickelt. Den Prozessbeteiligten wird durch die Integration von gebiets- und projektbezogenen Sichtweisen ein ganzheitliches System für die Unterstützung bei den einzelnen Arbeitsschritten der Kampfmittelräumung zur Verfügung gestellt (Abb. 4).

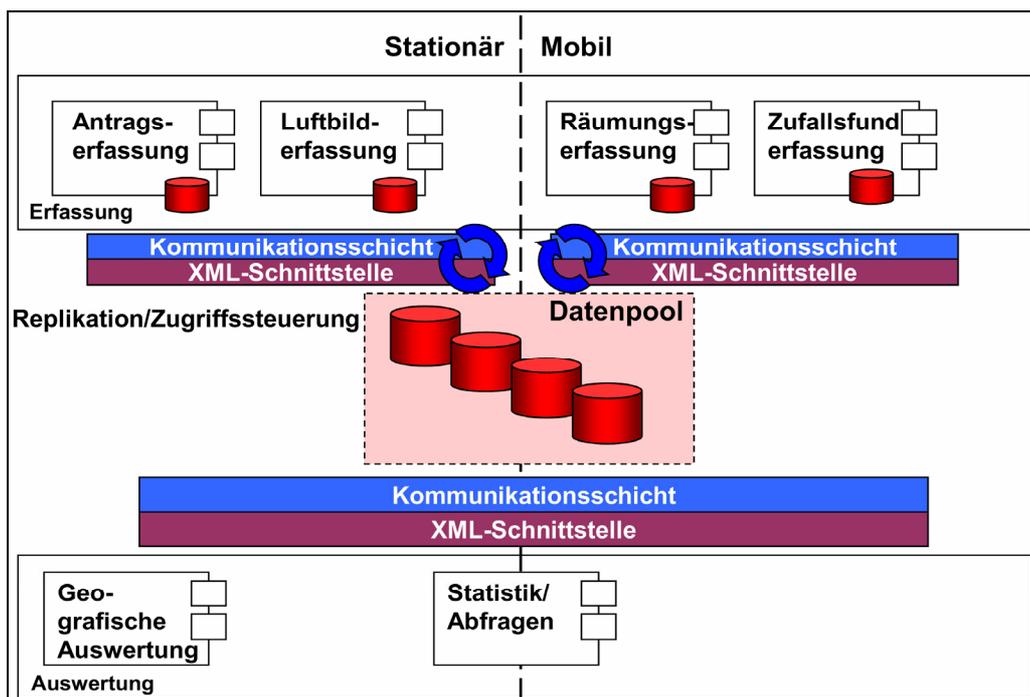


Abbildung 4: Systementwurf

### 4.1 Steuerungskomponente

Die Steuerungskomponente wurde als zentraler Serverdienst entwickelt und soll die Verwaltung und Zugriffssteuerung auf die gesammelten Daten und die Verwaltung der

statischen und dynamischen Workflowbausteine sicherstellen. Als Datenbanksystem werden gegenwärtig Microsoft SQL Server/MSDE und Oracle eingesetzt. Für diese wurde ein datenbankinterner Protokollmechanismus entwickelt, der es erlaubt, auf Basis der Trigger-Technologie alle vom Nutzer durchgeführten Änderungen zu protokollieren. Auf der Basis dieser Protokolle erfolgt der XML-basierte Datenaustausch und die Replikation der verteilten Datenbanken. Weiterhin stellt diese Steuerungskomponente sicher, dass die vorhandenen Metadaten gemäß den Kernbedingungen der ISO 19115 propagiert werden.

## **4.2 Antragsbearbeitung**

Für die Erstellung und Verwaltung der Anträgen aus den Bereichen des Kampfmittelräumdienstes ist eine eigenständige Antragsverwaltung entwickelt worden. Diese erlaubt es, mittels Benutzermasken unter MS Windows, die Antragsdaten in ein eigenständig entwickeltes, relationales Datenbankschema einzuspeisen und nach Bedarf mit der zentralen Steuerungskomponente abzugleichen. Aufbauend auf der Verwaltungs-, Erfassungs- und Rechercheebene, wird durch die Steuerungskomponente auch der interaktive Austausch über die verknüpften Workflowelemente implementiert.

## **4.3 Geografische Komponente**

Die geografische Komponente dient dem übersichtlichen, kartengestützten Zugriff auf die einheitlich im Gauß-Krüger-System vorliegenden Datenbestände. Auf Basis von Topographischen Karten in den Maßstäben von 1:200.000 bis zu 1:5.000 werden die Geodaten dynamisch dem Anwender angezeigt, so dass er direkt auf die zugrunde liegenden Sachdaten zugreifen kann.

### **a) Lokale Arbeitsplatzkomponente**

Die Darstellung erfolgt über ein fachspezifisches Erweiterungsmodul auf Basis der ObjectARX-Schnittstelle innerhalb des CAD-Systems AutoCAD [5]. Das vorhandene Kartenmaterial sowie verwaltete Luftbilder werden hierzu als Pixelgrafiken eingebunden, auf deren Grundlage die Geodaten vektorisiert angezeigt werden.

### **b) Internet-Auskunftsarbeitsplatz**

Für internetgerechte Darstellungen und Zugriffsmöglichkeiten auf die zugrunde liegenden Geodaten lassen sich die geografischen Informationen aus den jeweiligen Datenbanken, verknüpft mit ihren rudimentären Geodaten im Shape-Format, extrahieren. Für die fachgerechte, visuelle Darstellung im Internet dient ein sogenannter Kartenserver. Als Software-Tool für die hybride Darstellung dient der MapServer der University of Minnesota (UMN) [6].

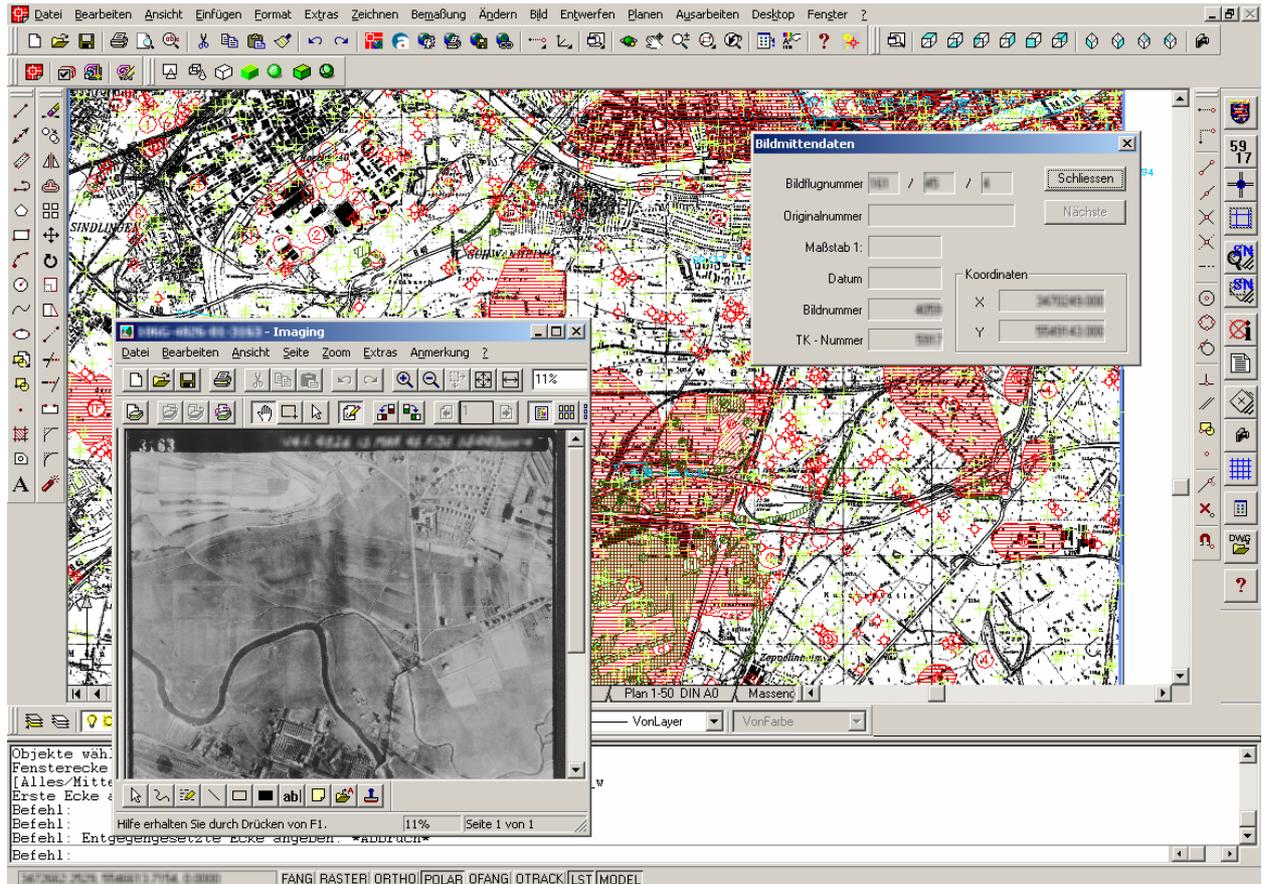


Abbildung 5: GIS-Fachkomponente für militärische Altlasten auf Basis von AutoCAD

#### 4.4 Mobile Erfassung von Räuminformationen

Für eine mobile Erfassung, insbesondere bei Räumungs-, Sondierungs- und Sanierungsmaßnahmen, wurden eigenständige Softwarekomponenten entwickelt, die es den Dienstleistungsfirmen ermöglichen, die anfallenden Daten mit Hilfe von geeigneten Benutzerschnittstellen direkt vor Ort auf einem Laptop aufzunehmen. Der Einsatz von Personal Digital Assistants (PDA), mit GPS Empfängern ist vorgesehen [7]. Die erfassten Daten lassen sich nach Beendigung der Arbeiten in Berichtsform ausgeben und dienen somit sowohl der internen Verwaltung durch die Dienstleister als auch als analoger Datenaustausch in Form von Abgabebelegen für die zuständige Überwachungsbehörde. Über die entwickelten Replikationsmechanismen lässt sich darüber hinaus auch ein Austausch der erfassten Daten im XML-Format mit der zentralen Datenbank durchführen.

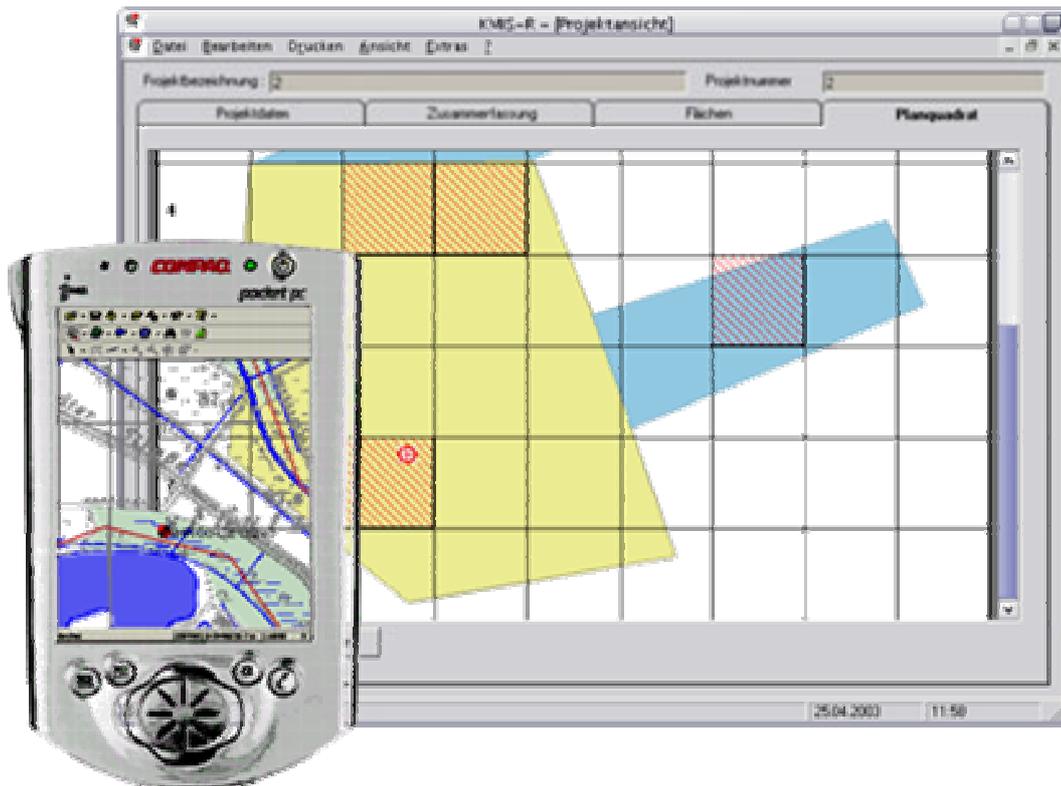


Abbildung 6: Komponente zur mobilen Erfassung von Räumstelleninformationen

#### 4.5 Einbindung der Luftbilddetailauswertung

Für die Einbindung der Ergebnisse aus fachlichen Auswertungen durch externe Dienstleister bei der Luftbilddetailauswertung wird ebenfalls eine fachspezifische Softwarekomponente benötigt. Bei der Luftbilddetailauswertung handelt es sich um gezielte stereoskopische Auswertungen aus den umfangreichen Luftbildarchiven der Alliierten. Diese Archive enthalten Luftbilder, die geordnet nach Flugstreifen und Flugnummer die einzelnen Bombardierungen dokumentieren. Es wird dabei zwischen punktuellen Auswertergebnissen, Flakstellungen und Bombenkratern sowie flächenhaften Ergebnissen, in Form von Trichterfeldern unterschieden. Bei der fachlichen Auswertung müssen die Ergebnisse der Luftbilddetailauswertung getrennt nach Geo- und Sachdaten erfasst und zentral zusammengeführt werden. Dazu wird eine GIS-gestützte Eingabeumgebung für die einzelnen Dienstleister zur Verfügung gestellt, die die Ergebnisse fachgerecht erfassen und in einer lokalen Datenbank bzw. in einem strukturierten XML Format ablegen. Die gesammelten Daten lassen sich im Anschluss wieder für eine zentrale Auswertung über eine definierte XML Schnittstelle bereitstellen.

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

Der Beitrag beschreibt eine Lösung zur vollständigen digitalen Verarbeitung der anfallenden Daten aus den Teilprozessen der Erfassung, der Verarbeitung und der Auswertung bodenbelastender Stoffe am Beispiel militärischer Altlasten. Für die unterschiedlichen Prozessbeteiligten wurde ein integriertes Informationssystem entwickelt, das alle Bearbeitungsschritte unterstützt und eine Bereitstellung der Metadaten gemäß ISO 19115 sowie einen Austausch der Daten mittels XML ermöglicht.

Für die Erweiterung der mobilen Komponente ist die Verwendung von GPS-Geräten vorgesehen, um so die Erfassung der Geodaten effizient und präzise zu gestalten. Weiterhin ist vorgesehen, Systeme zur automatisierten Luftbilddauswertung und Bilderkennung in das Gesamtsystem zu integrieren. Für qualitätsbehaftete Messwerte ist eine Schnittstelle zu stationären sowie zu mobilen Messlaboratorien konzipiert, um die Ergebnisse möglichst ohne zeitliche und inhaltliche Verluste dem Anwender zur Verfügung zu stellen.

## 5 Literatur

- [1] R. Haas: Konzepte zur Untersuchung von Rüstungsaltlasten, Berlin 1992.
- [2] U. Rüppel: Fachinformationssystem zur hybrid-semantischen Erfassung, Dokumentation und Auswertung von Kampfmitteln, Bauingenieur 11.2002.
- [3] G. Seewald, T.Kuhn: Mobiles Informationssystem zur Verwaltung bodenbelastener Stoffe auf Basis georeferenzierter Fachinformationen.
- [4] International Standards Organization (ISO): ISO/FDIS 19115
- [5] McAuley, Charles: Programming AutoCAD 2000 Using ObjectARX, Autodesk Press, New York, 2000.
- [6] UMN Mapserver <http://mapserver.gis.umn.edu/>, <http://mapserver.gis.umn.edu/mdp/>
- [7] U. Rüppel, I. Meissner, T. Gutzke, G. Seewald: Mobile Computing in der Grundwasserbewirtschaftung, Weimar 2003.