

# Geomonitoring – Kernbaustein für räumliche Wissensgenerierung in Geoinformationsinfrastrukturen

Manfred MITTLBÖCK, Bernd RESCH, Markus EISL,  
Guenther SAGL und Michael LIPPAUTZ

## Zusammenfassung

Geographische Ressourcen (definiert als räumliche Datensätze und Services) sowie deren Anwendung (z. B. in Navigation, Social Web) haben sich zu wesentlichen Bestandteilen der Informationsgesellschaft entwickelt. Standardisierte und interoperabel organisierte geographische Infrastrukturen fungieren dabei als Gesamtheit an Systemen, Strukturen und Prozessen (SENKLER et. al. 2003), die die Nutzung von räumlichen Ressourcen in service-orientierten Architekturen ermöglichen. Mit der Festlegung und Einhaltung von organisatorischen Strategien, der Anwendung breit anerkannter Standards, Normen Technologien, Protokollen und Spezifikationen ist es Ziel, gemeinsame Systeme zu definieren, die das Auffinden, die Evaluierung und die adäquate Verwendung von Geoinformation unterstützen.

Nach BARTELME (2005) verstehen wir unter räumlicher Information in Geoinformationsinfrastrukturen im Gegensatz zu anderen Wissenschaftsdisziplinen kontextbezogene Inhalte, die Antworten auf räumliche Fragestellungen liefern. Diese Informationsebenen besitzen strukturelle und syntaktische Aspekte, formulieren die inhaltliche Semantik und weisen auf einen spezifischen Anwendungskontext (Pragmatik). Kombiniert, vergleicht und analysiert man nun diese räumlichen Inhalte kann neues Wissen generiert werden. Angestrebt wird mit integriertem nahezeitliches (in situ) Geomonitoring das *Wissen um die aktuelle Lage* entscheidend zu verbessern.

## 1 Rahmenbedingungen

Internationale und offene Standards haben sich in den letzten Jahren im Bereich der Geoinformation etabliert und ermöglichen einen gesamtheitlichen service-orientierten Workflow-Ansatz, beginnend bei der Messdatenaufnahme von Sensoren, über die Informationsextraktion, der automatischen Analyse bis hin zur Visualisierung.

Im Mittelpunkt stehen dabei Informationen aus (nationalen) Geodateninfrastrukturen, Fernerkundung und vermehrt Messdaten aus unterschiedlichsten in situ (bodengebundenen) verorteten Monitoringsystemen. Mit der standardisierten Geointegration von Sensormessungen in naher Echtzeit über vereinheitlichte Schnittstellen wird es damit auch erstmals möglich diese – in der Achse Zeit – qualitativ immens wichtigen Messdaten über standardisierte Schnittstellen räumlich effizient zu verarbeiten, zu interpolieren und in aktuelle Lage- und Informationssysteme, entsprechend ihrer spezifischen Nutzung einzubinden.

Es existieren eine Vielzahl breit anerkannter Systemen, um z. B. physische, chemische Schadstoffe wie Radioaktivität und gefährlicher Gase aufzuspüren und die Ergebnisse der

Messungen teilweise auch automatisiert in Einsatzleitsysteme zu übertragen. In der Bewältigung einer Krisensituation ist der zeitkritische Daten- und Informationsaustausch, die Integration aktueller Lagebildinformation (Common Operational Picture – COP) in die verschiedenen Einsatzleitsysteme von Feuerwehr, THW, Rot-Kreuz Organisationen und auch des Militärs ein wesentlicher Faktor für die Erstellung und kontinuierlicher Adaptierung optimaler (räumlicher) Entscheidungsgrundlagen.

Gerade die Integration von Umweltphänomenen, als In-situ-Geomonitoring eröffnet im Rahmen von Entscheidungsfindungsprozessen z. B. im Sicherheitsmanagement die Generierung von *neuem aktuellen Wissen*, erfordert dafür aber die transparente Integration in bestehende Geoinformationsinfrastrukturen (GII). Diese Integration ist aufgrund der bestehenden meist sehr heterogen organisierten Messnetzarchitekturen nicht trivial. Die Open Geospatial Consortium (OGC) *Sensor Web Enablement Initiative* (OGC SWE) eröffnet für vor allem auch für den Bereich des bodengebunden Geo-Monitorings neue Möglichkeiten der standardisierten Integration von Bild- und Messdaten in GII.

## 2 Herausforderungen

Gerade im Bereich des Sicherheitsmanagements sind bestehende Leitsysteme meist monolithisch strukturiert und verwenden proprietäre Datenschnittstellen, was häufig die nahzeitliche Messdaten-Integration erheblich erschwert, wenn nicht sogar unterbindet. Mit der konsequenten Anwendung offener, international anerkannter Standards und Normen für Datenschnittstellen und Prozesse kann mit einer ‚standardisierten‘ serviceorientierten (SOA) Workflow-Systemarchitektur diese Einschränkung aufgelöst werden. Dieser Ansatz eröffnet die ubiquitäre Bereitstellung, Nutzung und Integration von ‚strukturierten‘ Sensordaten, die standardisierte Informationsextraktion und deren räumliche Analyse. Dies unterstützt dabei, die daraus gewonnenen Ergebnisse in den verschiedenen ‚aktuellen‘ Lagebildsystemen der Einsatz- und Hilfsorganisationen zeitnah zu visualisieren.

Darüber hinaus werden Konzepte der räumlichen Analyse durchwegs in einem oft langwierigen sequenziellen Arbeitsablauf organisiert – räumliche Daten, entsprechend ihrem Kontext analysiert und für die Weiterverarbeitung aufbereitet. Dies führt oft dazu, dass der Zugang zu daraus abgeleitetem ‚Wissen‘ in der Regel erst sehr spät, oft erst „lange“ nach der eigentlichen Datenaufnahme erfolgen kann.

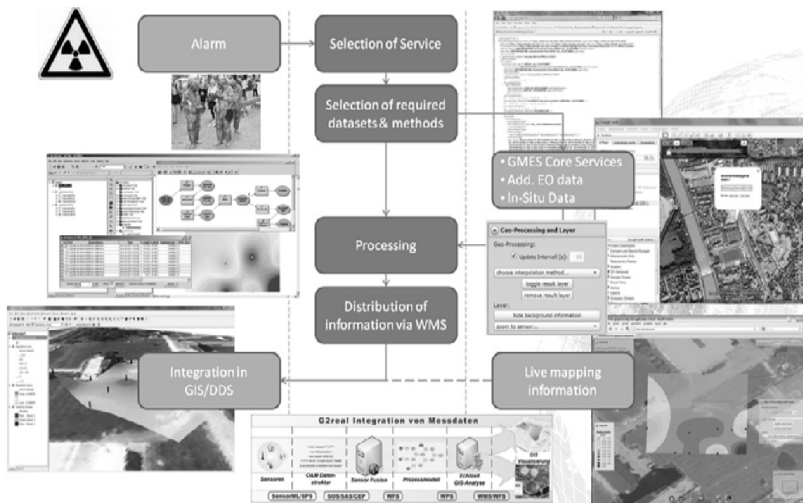
Für fast alle Entscheidungsunterstützungssysteme und insbesondere jene im Bereich des Notfallsmanagements gilt aber die Aussage „*was das nächste Mal besser gemacht werden könnte*“ oft nur als ein unzureichendes Ergebnis. Um im Rahmen eines Schadensereignisses und dessen Bewältigung effektiv und effizient Unterstützung mit Geoinformation bereitstellen zu können, muss Geoinformation analytisch und kartografisch aufbereitet in ‚naher Echtzeit‘ in Lageinformationssystemen zur Verfügung stehen, um auch der Dynamik dieser Situationen in vollem Umfang gerecht werden zu können.

Der Grundgedanke von Lagebildsystemen ist dabei, Entscheidungsträgern die Lage *integriert* und *aktuell* für die Entscheidungsfindung bereitzustellen. Wesentlich dafür ist die kontextuelle Aufbereitung der Informationsinhalte. Aktuelle Messdaten sind in einem solchen Findungsprozess nur eingeschränkt nützlich. Es gilt daher, die Hauptinformationsbe-

standteile optimal aufbereitet zu extrahieren, was zudem eine sehr hohe Anforderung an automatisierte Geoprozessierungsschritte erfordert.

## 2.1 Forschungsprojekt G2real

Im Rahmen des internationalen FP6 EraStar Projektes G2real wurden präoperationelle Services für den Bereich des Katastrophen- und Sicherheitsmanagements für die Unterstützung von Einsatzkräften entwickelt, die Monitoring Informationen aus Messnetzen, mobilen Messsensoren und hochaktuellen Satellitenbildern über standardisierte Schnittstellen kombinieren, automatisch auswerten und das Ergebnis in einem aktuellen Online-Lagebild (Common Operational Picture – COP) darstellen.



**Abb. 1:** Real-Time-Sensor-Integrationsworkflow für das gemeinsame Lagebild

Die Kombination von Geomonitoringdaten mit bestehenden Informationsebenen in Informationsinfrastrukturen ermöglicht dabei die standardisierte Kombination, Analyse und Auswertung mit standardisierten Methoden der geographischen Informationsverarbeitung und Analyse (OGC Web Processing Services – OGC-WPS).

Für Fernerkundungsdaten wurden, ausgehend von einer eingehenden Analyse der Nutzeranforderungen und der verfügbaren Daten und -dienstleistungen, die benötigten Elemente für die Definition eines Integrationsworkflows identifiziert. Kern war die Entwicklung einer effizienten Datenakquisitions- und -verarbeitungskette, deren Resultate den Nutzern als OGC-WMS/WFS-Services zur Einbindung in bestehende Leitstellensoftware bereitgestellt wurden.

Die Kombinatorik der verschiedenen Informationsgrundlagen – Near-Real-Time-Geomonitoring mit bestehenden Geo-Infrastrukturdaten ermöglichte die Extraktion von neuen geographischen Inhalten und Informationen zur Ableitung von *neuem aktuellen Wissen für den Einsatzfall*.

### 3 Validierung

Dieses im Projekt G2real konzipierte und getestete System impliziert, dass die verschiedenen Messnetze die Informationen in GII über offene Standards und Schnittstellen kommunizieren und eine semantische Eindeutigkeit über das neu zu generierende Wissen festgelegt wird. Dies war gerade in diesem Projekt von vorrangiger Bedeutung, da aus verschiedensten Quellen Datensätze kombiniert, analysiert, abgeleitet und visualisiert wurden.

Im Rahmen der G2real-Strahlenspürübung ‚shining garden‘ wurde die Belastbarkeit dieses Ansatzes, der Servicearchitekturen und das ‚Geo-Processing‘ aktueller Messdaten für die ‚Ad-hoc‘-Anwendung neu gewonnen Wissens einem Realitätscheck unterzogen. Ziel des Feldtests in Seibersdorf war es, Wege aufzuzeigen, bestehende proprietäre Softwaresysteme und Hardware-Entwicklungen so zu adaptieren, dass sie in einem standardisierten ICT-Framework gemeinsam genutzt werden können (Abb. 2). Im Mittelpunkt des Demonstrationsvorhabens standen dabei die

- Integration bestehender Informationsgrundlagen aus Geodateninfrastrukturen (GDIs)
- die Integration von ‚Real-Time‘-Sensormessdaten (Radioaktivität)
- die Einbindung aktueller Satellitenbilder
- Zusammenführung der Geoinformation in einem aktuellem integrierten Lagebild



**Abb. 2:** Real-Time-COP: SSM-1 Prototypen – Strahlenspürung – Echtzeitauswertung

Als Übungsannahme diente das Szenario eines Satellitenabsturzes, mit der Aufgabe, die verstrahlten Wrackteile des Satelliten mit einer Boden-Suchmannschaft möglichst effektiv aufzuspüren und die gewonnenen Strahlenmessdaten kartografisch aufbereitet „Real-Time“ in Lagebildsysteme einzubinden. Getestet wurde dieses Real-Time-OP-System als Ergänzung im Rahmen einer klassischen Strahlenspürübung erweitert mit folgenden Komponenten:

*Validierung der standardisierten Integration von „aktuellen“ Messdaten für das COP:*

- Unterstützung von Einsatzkräften mit einem Echtzeit-Lagebild
  - Einbindung von Satellitenbildern
  - Tracking der Einsatzkräfte
- Automatisierte Analyse, Auswertung und Darstellung der flächenhaften Strahlenbelastung in einer Echtzeit Lagekarte
  - Grafische Darstellung der flächenhaft berechneten Strahlenbelastung

*Ergebnisse:*

- Automatische Übermittlung von Position und Strahlungsmessdaten
  - Anwendung eines international standardisierten Übertragungsformat für Messdaten (Sensor Observation Service)
  - Position: Genauigkeit 1-2 m (erreicht durch RTCM für GPS over IP), Messung alle 2 Sekunden
  - Strahlendosisleistung:  $\mu$ Sievert bzw. Impulse, Messung alle 2 Sekunden
- Visualisierung des Lagebildes in einer Internetkarte – die Lagekarte ist verschiedenen Einsatzorganisationen sofort und gleichzeitig zugänglich
  - Visualisierung der Mess- und Positionsdaten der Einsatzkräfte, Aktualisierung 5 Sekunden
  - Automatisierte Berechnung und Darstellung der aktuellen flächenhaften Strahlenbelastung im gemeinsamen Lagebild, Aktualisierung alle 60 Sekunden
  - Integration eines aktueller Satellitenbildinformation in das Lagebild (Satellitenbild) nach internationalen Standards

Eine der Aktivitäten im Rahmen der Validierung umfasste auch die Entwicklung von GMES-G2Real, einem Downstream-Service, der auf den gegenwärtig entstehenden Core-Services im Rahmen des GMES-Programms aufbaut. Zweck von GMES-G2Real war die rasche und zuverlässige Bereitstellung von archivierten und ad-hoc aufgenommenen Fernerkundungsdaten zur Unterstützung von Einsatzkräften in allen Phasen eines Einsatzfalles. Eine wesentliche Rolle spielten dabei Daten der Satellitensysteme mit der gegenwärtig besten Detailerkennbarkeit zwischen 0,4 und 1 m (QuickBird-, GeoEye- und Worldview-Satelliten im optischen Bereich sowie die TerraSAR- und COSMO-SkyMed-Satelliten im Radarbereich), mit welchen die Anforderungen hoher Informationsdichte und Aktualität am besten erfüllt werden konnten. Die weitgehend automatisierte Abfolge von Verarbeitungsschritten zur geometrischen und spektralen Optimierung, sowie zur Aufbereitung für die Server-Datenbank (Kachelung, Pyramidenlayer) ermöglichte es, die Daten innerhalb von zwei Stunden ab ihrer Verfügbarkeit den Nutzern zugänglich zu machen.

Ziel der Übung war es also mit der Einbindung von *Near-Real-Time-Geomonitoring* Information und der Auswertung dieser Daten in vordefinierten Analyse- und Visualisierungsprozessen das *aktuelle COP-Wissen* zu ergänzen.

## 4 Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse aus dem internationalen EU FP6 Forschungsprojekt G2real bestätigen, dass der Ansatz, das Lagebild mit der Bereitstellung *qualitativ hochwertiger* und *aktueller* Geomonitoring Information zu unterstützen zeitkritische Entscheidungsfindungsprozesse mit neuen (räumlichen) Erkenntnissen entscheidend verbessert. Wesentlich dabei ist die kontextbezogene Aufbereitung dieser Information, unterstützt durch räumliches Geoprocessing und Visualisierung in naher Echtzeit.

Eine weitere Erkenntnis ist, dass nicht einzelne Informationsschichten und nicht einzelne ‚Geoapplikationen den optimalen Lösungsansatz der räumlichen ‚Unterstützung‘ für die umfassende Bewältigung eines Schadensereignisses darstellen. Vielmehr bedarf es einer

gemeinsamen serviceorientierten räumlichen ,*Real-Time*'-*Geoinformationsinfrastruktur* mit integrierten Geomonitoring-Komponenten, die es ermöglichen, die benötigten Informationsebenen bestmöglich zu kombinieren, analysieren und kartografisch zu kommunizieren.

Um dieses Ziel zu erreichen, ist ein Paradigmenwechsel notwendig, der auf organisatorischer Ebene hin verstärkt auf Zusammenarbeit zielt und auf technischer Ebene die konsequente Anwendung von Standards und Normen erfordert, um in Zukunft Domänen- und länderübergreifend eine hohe Flexibilität und Übertragbarkeit von Geoinformationen zu gewährleisten. Dies mit dem Ziel, in Zukunft bessere *aktuelle räumliche Wissensgrundlagen* z. B. für die Bewältigung von Schadensereignissen bereitstellen zu können.

## Literatur

- BARTELME, N. ( 2005): Geoinformatik: Modelle, Strukturen, Funktionen. 4. Aufl. Heidelberg.
- MITTLBÖCK, M., RESCH, B., LIPPAUTZ, M. & SAGL, G. (2010): G2Real: Live Geo(mess)information für Mobile Einsatzkräfte. In: STROBL, J., BLASCHKE, T., GRIESEBNER, G. (Hrsg.): Angewandte Geoinformatik 2010. Wichmann Verlag, Berlin/Offenbach, S. 905-910.
- RESCH, B., BLASCHKE, T. & MITTLBÖCK, M. (2010): Live Geography \_ Interoperable Geo-Sensor Webs Facilitating the Vision of a Digital Earth. International Journal on Advances in Networks and Services, 3 (3/4), S. 323-332.
- SAGL, G., LIPPAUTZ, M., RESCH, B. & MITTLBÖCK, M. (2011): Near Real-Time Geo-Analyses for Emergency Support: A Radiation Safety Exercise. Proceedings of the 14th AGILE International Conference on Geographic Information Science, Utrecht, The Netherlands, 18-21 April 2011.
- SCHAEFFER, B., BARANSKI, B., FOERSTER, T. & BRAUNER, J. (2009): A Service-Oriented Framework for Realtime and Distributed Geoprocessing. International Open Source Geospatial Research Symposium OGRS 2009. Nantes, France.
- SENKLER, K., REMKE, A. & VOGES, U. (2003): Metadaten und Metainformationssysteme in einer GDI. <http://www.gi-tage.de/archive/2003/downloads/gitage2003/tagungsband/senkler.pdf>.