

# Wissensrepräsentation für das Katastrophenmanagement

Ch. Lucas\*, St. Werder\*, H.-P. Bähr\*, M. Frey\*\*

\* Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (IPF)  
Universität Karlsruhe (TH)  
Englerstr. 7  
76128 Karlsruhe  
christian.lucas@ipf.uni-karlsruhe.de  
stefan.werder@ipf.uni-karlsruhe.de  
hans-peter.baehr@ipf.uni-karlsruhe.de

\*\* FGAN-FKIE  
Neuenahrer Str. 20  
53343 Wachtberg  
m.frey@fgan.de

**Abstract:** Im Katastrophenmanagement ist es notwendig, Informationen aus Freitextmeldungen zeitnah in eine Lagekarte zu übertragen. Die angestrebte Automatisierung des Prozesses basiert auf verschiedenen Ergebnissen wehrtechnischer Forschung. Ausgehend von einem bestehenden Datenmodell wurde die Wissensbasis, entsprechend der domänenspezifischen Anforderungen des Katastrophenmanagements, angepasst und erweitert. Darauf aufbauend konnte die Bedeutung des Kontexts als wichtige Komponente der Wissensbasis gestärkt werden.

## 1 Einleitung

Im Katastrophenmanagement sind aktuelle Informationen Voraussetzung für effektives und zielgerichtetes Handeln der verantwortlichen Entscheidungsträger. Ein aktuelles Lagebild ist essentiell für die optimale Koordinierung des Einsatzes und für die Verteilung der zur Verfügung stehenden Ressourcen. Die Führung der Einheiten ist ein dynamischer Vorgang, der einen sich wiederholenden Regelkreis aus den Tätigkeiten Lagefeststellung, Planung und Befehlsgebung bildet (vgl. [SK99]). Die wichtigste Grundlage für die Lagefeststellung bilden dabei Meldungen, deren Inhalt größtenteils aus Freitext besteht. Ein Mitarbeiter des Führungsstabes wertet die Meldungen manuell aus und führt mit den gewonnenen Informationen die Lagedarstellung fort. Diese besteht aus Einsatzübersichten mit tabellarischer Darstellung der Einsatzkräfte und Schäden sowie einer stets aktuell zu haltenden Lagekarte.

Das Ziel der hier vorgestellten Arbeit ist es, die Auswertung der Meldungen unterstützend zu automatisieren. Die Vorteile liegen einerseits in der Beschleunigung des Auswertungsprozesses im Hinblick auf die Nachrichtenflut und andererseits in der Infor-

mationsaufbereitung für verteilte digitale Lagekarten. Als Basis für die Umsetzung der Prozesskette von den Freitextmeldungen bis zur Karte wird das SOKRATES-System verwendet. SOKRATES wurde als Prototyp vom FGAN-FKIE mit dem Ziel entwickelt, aus Freitextmeldungen Informationen über Truppenbewegungen zu extrahieren, semantisch anzureichern und schließlich in einer taktischen Karte darzustellen (vgl. [SF04]). Obwohl sich die militärische Domäne von der des Katastrophenmanagements unterscheidet, sind die Ziele und Vorgehensweisen ähnlich, weshalb eine Adaption des SOKRATES-Systems sinnvoll erscheint.

Im Folgenden wird die Adaption der militärischen Wissensbasis für das Katastrophenmanagement vorgestellt. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Integration von katastrophenmanagementspezifischem Kontextwissen.

## 2 Das Disaster Management Data Model (DM<sup>2</sup>)

Die Informationen aus den eingehenden Meldungen werden ausgewertet und tragen zur kontinuierlichen Aktualisierung des Lagebildes bei. Um den Auswertungsprozess automatisieren zu können, müssen sowohl das Wissen über den aktuellen Zustand als auch das Wissen über Veränderungen dieses Zustandes formal repräsentiert werden. Die Wissensrepräsentation (*Ontologie*) erfolgt dabei durch die Definition von Begriffen und Relationen. Begriffe werden alternativ auch als Klassen bezeichnet, und die Instanzen dieser Klassen als Objekte. Eine Ontologie ist immer auf die Gesamtheit aller Objekte beschränkt, die es zu repräsentieren vermag, das so genannte Diskursuniversum. Die Bedeutung ergibt sich dabei aus den Objekten sowie ihren Relationen und wird durch deren eindeutige Beschreibung und die einzuhaltenden Restriktionen definiert.

Für die militärische Domäne spielt aufgrund des geänderten Anforderungsprofils der Streitkräfte der Informationsaustausch zwischen Teilstreitkräften sowie Bündnispartnern eine bedeutende Rolle. Auf technischer Ebene betrifft dies unter anderem Führungsinformationssysteme, die der Kontrolle der eigenen Kräfte sowie der Lagedarstellung dienen. Um den Informationsaustausch zu standardisieren, wurde das *Command and Control Information Exchange Data Model (C2IEDM)* [MIP05] entwickelt. Dieses umfangreiche Datenmodell soll sicherstellen, dass Informationen bei einem Austausch von beiden Seiten in gleicher Weise verstanden werden.

Für die Bewertung von Meldungen ist insbesondere deren Modellierung von Bedeutung. Der Informationsgehalt einer Meldung aus einer externen Quelle wird im C2IEDM in drei Ebenen modelliert. Ein Fakt (gemäß dem englischen „fact“) einer Meldung, z. B. die Positionsänderung einer Einheit, wird direkt in der zugehörigen Entität abgelegt. Alle Entitäten die dynamische Daten enthalten sind mit der zweiten Modellierungsebene verknüpft, auf der für jeden Fakt Informationen über dessen Qualität, Meldezeitpunkt und Quelle abgelegt werden. Auf der dritten Ebene können schließlich mehrere Fakten zusammengefasst sowie ergänzende Metainformationen, z. B. zum Typ der Nachrichtenübertragung, gespeichert werden. Mit dieser Unterteilung ist es möglich eine Meldung z. B. über die aktuelle Lage und über eingeleitete Maßnahmen sowohl als Ganzes als auch in Teilen zu betrachten.

Das *Disaster Management Data Model (DM<sup>2</sup>)* [vgl. WLB07] baut auf der Ontologie von SOKRATES auf, die ihrerseits wiederum auf dem C2IEDM basiert. Da das DM<sup>2</sup> im Hinblick auf die Integration in das SOKRATES-System entwickelt wurde, deckt sie nicht alle Aspekte des Katastrophenmanagements ab. Im Gegensatz zum C2IEDM, das primär für den Informationsaustausch konzipiert wurde, berücksichtigt das DM<sup>2</sup> außer den katastrophenmanagementspezifischen Konzepten zusätzlich noch Aspekte der Speicherung, der Bereitstellung und der Prozessierung von Informationen.

Da sich das Diskursuniversum des Katastrophenmanagements vom militärischen unterscheidet, mussten Änderungen an den Entitäten vorgenommen werden. So wurden unter anderem Gebäude und Plätze als Bauwerke, sowie Schadensstellen und Einsatzabschnitte als Kontrollbereiche hinzugefügt. Die Modellierung der zur Verfügung stehenden Ressourcen des Katastrophenmanagements gestaltete sich aufwändiger, da diese komplett die militärischen ersetzen. Gleiches galt für die Organisationsstruktur, da im DM<sup>2</sup> mehrere Parteien wie z. B. Feuerwehr, THW und Polizei berücksichtigt wurden. Änderungen am C2IEDM weiteten sich zudem über die Aktionstypen Ereignis und Tätigkeit aus. Während Tätigkeiten nur um z. B. Brandbekämpfung ergänzt wurden, reicht die einfache Klassifizierung von Ereignissen im C2IEDM nicht für das Katastrophenmanagement aus. Für ein Erdbeben mussten beispielsweise zusätzliche Attribute wie die Position des Hypozentrums und die Magnitude definiert werden.

Die Erfassung und Auswertung von Veränderungen des Lagebildes spielen für die Bewältigung von Katastrophen eine wichtige Rolle. Deshalb wurden im DM<sup>2</sup> für Objekte sowohl Veränderungen der Position und Geometrie als auch der dynamischen Attribute modelliert. So kann z. B. aus den Tripeln der Form (Objekt, Zeitpunkt, Attribute) für ein Gebäude die Entwicklung des Schadenszustands verfolgt und ggf. automatisch vor einer rapiden Verschlechterung gewarnt werden. Durch diese Historisierung wird die nachträgliche Auswertung und Beurteilung des Lageverlaufes sowie der ergriffenen Maßnahmen ermöglicht. Damit kann dann ein Lernprozess angestoßen werden.

### **3 Kontext als Komponente der Ontologie**

Ein Großschadensereignis stellt eine hochgradig dynamische Situation dar, welche sich aus dem komplexen Zusammenspiel aller Einflussfaktoren über eine entsprechende Zeitreihe ergibt. Um dieses ressourcen- und zeitoptimiert managen zu können, ist es essentiell, alle signifikanten Informationen im Zusammenhang zu betrachten. In dieser anforderungsorientierten Informationsbündelung wird zudem eine Möglichkeit zur Auflösung der aus dem Meldungsinhalt resultierenden semantischen Lücken gesehen.

Die Basis zur Realisierung einer kontextgestützten Betrachtung des Lageverlaufes im Katastrophenmanagement wird innerhalb der Ontologie gelegt. Dies geschieht in Analogie zum militärischen Vorbild durch das Gruppieren und Verknüpfen von den betroffenen Instanzen der jeweiligen Entitäten. Dabei werden jedoch keine neuen Klassen geschaffen, sondern lediglich die sich gegenseitig bedingenden Entitäten mittels Relationen kombiniert. Diese Kombination erfolgt somit primär auf dem Niveau der zweiten und dritten Modellierungsebene (vgl. Abschnitt 2). Das bedeutet, dass die

Fakten der aktuellen Meldungen (z. B. Positionsänderungen) mit den momentanen Ereignissen und Tätigkeiten (z. B. Schadensfall oder Löschfähigkeit) und den betroffenen Objekten (z. B. Einheit oder Einsatzabschnitt) verknüpft werden. Dadurch ergeben sich miteinander vernetzte Kontextebenen, in denen verschiedene Faktoren unabhängig betrachtet werden können. Dies ermöglicht z. B. die Selektion aller Einheiten in einem Einsatzabschnitt. Zudem erfolgt eine zeitliche Fixierung dieser Ereignisse durch den Meldezeitpunkt, womit eine Historisierung der Ereignisse gegeben ist.

Um jedoch ein derartiges Kontextnetz aufzubauen, ist es notwendig, die jeweiligen Fakte automatisiert den entsprechenden Kontextebenen zuzuordnen. Dies geschieht auf der Basis von bereits vorhandenem Wissen. So ist es z. B. unabhängig vom Inhalt möglich, anhand der bekannten Einsatzfähigkeit des Melders auf den Bezug des gemeldeten Faktes zu schließen. Sollte diese Grundlage jedoch nicht gegeben sein wird versucht eine Zuordnung anhand des „kleinsten gemeinsamen Nenners“ zur entsprechenden Kontextebene zu erzielen. Dieser Sachverhalt stellt sich z. B. bei der Bildung eines neuen Schadensereignisses auf der Basis von verschiedenen Beobachtungen diverser Passanten dar. Hierbei werden Anzeichen, so genannte *Evidenzen*, für ein neues Schadensereignis sowie der jeweilige Standort gemeldet. In diesem Zusammenhang sind die Standorte der kleinste gemeinsame Nenner, auf dessen Grundlage die Prozessierung einer neuen Kontextebene erfolgen kann. Die Definition eines gemeinsamen Standortes basiert auf dem Einflussbereich des jeweils gemeldeten Faktes, dem so genannten *Eventhorizont*. Eine Überlappung der Eventhorizonte diverser Fakte ist demnach ein Indiz für die Bildung einer gemeinsamen Kontextebene.

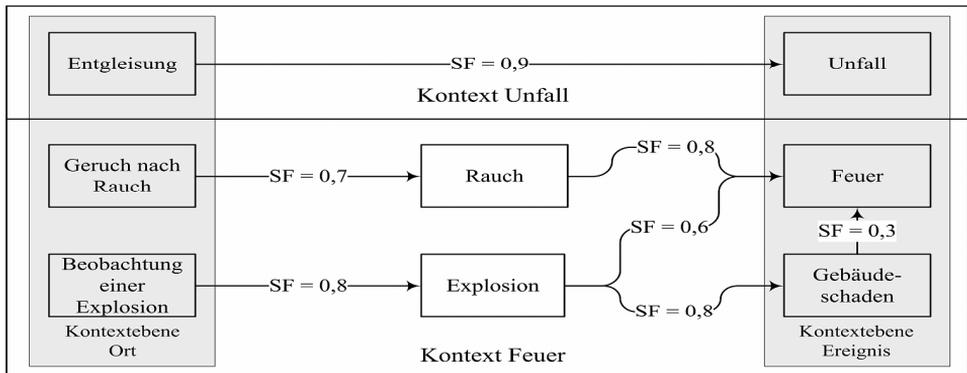


Abbildung 1: Inferenznetz inklusive der Sicherheitsfaktoren und der Kontextebenen

Die Verarbeitung von derart unsicherem Wissen erfolgt mit den Methoden des unsicheren Schließens innerhalb eines Inferenznetzes nach dem Vorbild des medizinischen Diagnosesystems MYCIN [BS84]. Modelliert werden darin die Basisrelationen *wenn A dann B*, *A und A'* sowie *A oder A'*, wobei *A*, *A'* Evidenzen und *B* eine daraus resultierende Hypothese repräsentieren. Die Gültigkeit dieser Relationen wird durch *Sicherheitsfaktoren (SF)* quantifiziert, welche den Grad des Glaubens an eine Hypothese, im Intervall von -1 (Glauben gegen eine Hypothese) bis +1 (Glauben an eine Hypothese), ausdrücken. Dargestellt ist dies in Abbildung 1, die das Inferenznetz zeigt, welches von der Meldung einer Entgleisung, der Beobachtung einer Explosion und der

Meldung von Rauch aufgespannt wird.

Durch die Überlappung der Eventhorizonte entsteht die gemeinsame Kontextebene *Ort*. Ausgehend von den Fakten der Meldungen in Verbindung mit den definierten Regeln resultieren die möglichen Ereignisse Unfall, Feuer und Gebäudeschaden. Es zeigt sich nun anhand der Prozesskette, dass das Schadensereignis *Unfall* losgelöst von den weiteren Ereignissen betrachtet werden kann. Die Meldung der Entgleisung wird demnach dem Kontext des Unfalls zugefügt. Die beiden weiteren möglichen Schadensereignisse werden nun auf der Basis der Sicherheitsfaktoren gegeneinander abgewogen. Dabei ist im vorliegenden Fall der Glaube an ein Feuer (0,82) höher als der Glaube an einen Gebäudeschaden (0,64), was zur Folge hat, dass ein Schadensereignis *Feuer* erstellt wird (Berechnungen basierend auf den Formeln nach [BK06]). Es sei jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich hierbei nicht um Wahrscheinlichkeiten für ein Ereignis handelt, sondern um Glaubensmaße auf der Basis der Meldungsinhalte. Die Meldungen der Explosion und der Geruch nach Rauch inklusive der Informationen über die meldenden Personen sowie die Meldungszeitpunkte werden danach im Kontext des Ereignisses Feuer betrachtet.

## Ausblick

Mit der Erstellung der Wissensbasis wurde eine Grundlage für die Implementierung der Prozesskette von den Freitextmeldungen bis hin zur Visualisierung innerhalb der Lagekarte geschaffen. Durch den Ausbau des Kontextes wird die geplante Auflösung der aus den Freitextmeldungen resultierenden Unsicherheiten entscheidend unterstützt. Nach der Bewältigung dieser Aufgaben wird eine Integration in bestehende Dialog- und Informationssysteme, wie das *Disaster Management Tool* [Ma06], angestrebt.

## Literaturverzeichnis

- [BK06] Beierle, C.; Kern-Isberner, G.: Methoden wissensbasierter Systeme. Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft / GWV Fachverlag GmbH, Wiesbaden, 2006.
- [BS84] Buchanan, B.G.; Shortliffe, E.H.: Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project. Addison-Wesley Company, 1984.
- [Ma06] Markus, M. et.al: Concepts of the Interdisciplinary Disaster Management Tool and Application Experiences. In: Proc. of the International Disaster Reduction Conference IDRC, Davos, 2006.
- [MIP05] Multilateral Interoperability Programme: The C2 Information Exchange Data Model v. 6.15e. [http://www.mipsite.org/publicsite/03-Baseline\\_2.0/C2IEDM-C2\\_Information\\_Exchange\\_Data\\_Model/](http://www.mipsite.org/publicsite/03-Baseline_2.0/C2IEDM-C2_Information_Exchange_Data_Model/), 2005.
- [SF04] Schade, U.; Frey, M.: Beyond information extraction: the role of ontology in military report processing. In (Bachberger, E. Hrsg.): Proc. of KONVENS 2004, Wien, 2004.
- [SK99] Ständige Konferenz für Katastrophenvorsorge und Katastrophenschutz: Führung und Leitung im Einsatz – Entwurf einer Dienstvorschrift (DV 100). [www.katastrophenvorsorge.de/pub/publications/DV100-SKK.pdf](http://www.katastrophenvorsorge.de/pub/publications/DV100-SKK.pdf), 1999.
- [WLB07]Werder, St.; Lucas, Ch.; Bähr, H.P.: Information Extraction from Messages in Disaster Management, ISPRS Symp. on Geoinform. for Disaster Management, Canada, 2007