

Unterstützung von Einsatzentscheidungen der Feuerwehr auf Basis IT-unterstützter Kräftekoordination¹

Benedikt Birkhäuser², Jens Pottebaum³, Rainer Koch⁴

Universität Paderborn
Computeranwendung und Integration in Konstruktion und Planung (CIK)
Pohlweg 47-49, 33098 Paderborn
33098 Paderborn
{b.birkhaeuser, pottebaum, r.koch}@cik.uni-paderborn.de

Abstract: Feuerwehr-Führungskräfte benötigen fundierte Informationen um in einer Schadenslage Entscheidungen für lebensrettende und zeitkritische Maßnahmen treffen zu können. Unterschiedliche Forschungsanstrengungen sind in diesem Bereich unternommen worden. Die vorliegende Arbeit skizziert einen Ansatz zum Interaktiven Ressourcenmanagement (IRM) und nimmt eine Einordnung auf Grundlage des ‚Recognition Primed Decision Model‘ vor. Darauf aufbauend wird das Potential für eine deutlich verbesserte IT-basierte Entscheidungsunterstützung herausgearbeitet und ein Ausblick auf zukünftige Arbeiten gegeben. Es wird somit ein Beitrag zur Verknüpfung theoretischer Forschungsergebnisse und anwendungsgetriebener Forschungsarbeit geleistet.

1 Einleitung

Zunehmend werden Entscheidungsträger der Feuerwehr durch Informationssysteme unterstützt. Auf Grund der hohen Anforderungen an Robustheit und sehr spezielle Anforderungen an die Benutzbarkeit und Gebrauchstauglichkeit ist der mobile Einsatz weiterhin zumeist auf Forschungsansätze und innovativ aufgestellte Anwender beschränkt. Innerhalb der Informationssysteme, die bisher für die Unterstützung der Stabsarbeit der Feuerwehr-Einsatzleitung entwickelt wurden, ist die Koordination von Einsatz- und Führungskräften nur schwach ausgeprägt.

¹ Dieses Paper basiert auf den Arbeiten der Universität Paderborn in den EU-Projekten SHARE (www.ist-share.org) und PRONTO (www.ict-pronto.org). Wesentliche Beiträge sind insbesondere in Zusammenarbeit mit dem Institut für Rettungstechnologie Dortmund und der Feuerwehr Dortmund entstanden. Die Autoren danken Herrn Dipl.-Ing. Klaus Schäfer sowie den Konsortien der beiden Projekte.

² Dipl.-Wirt.-Inf. Benedikt Birkhäuser ist Mitarbeiter am Lehrstuhl für Computeranwendung und Integration in Konstruktion und Planung und Teilprojektleiter im EU-Projekt PRONTO.

³ Dipl.-Ing. Jens Pottebaum ist Mitarbeiter am Lehrstuhl für Computeranwendung und Integration in Konstruktion und Planung und Teilprojektleiter im EU-Projekt PRONTO.

⁴ Prof. Dr.-Ing. Rainer Koch ist Lehrstuhlinhaber des Lehrstuhls für Computeranwendung und Integration in Konstruktion und Planung der Universität Paderborn.

Im folgenden Kapitel stellen wir einen Ansatz zum Ressourcenmanagement durch die Führungseinheit am Einsatzort mit Verbindung zur rückwärtigen Leitstelle vor. Dieses präsentieren wir vor dem Hintergrund einer Einordnung in die Anwendungsdomäne. In Form eines Validierungsberichtes arbeiten wir die Stärken und das Potential dieses Ansatzes heraus. Der Wert dieser Informationen für die Entscheidungsfindung muss situationsbedingt unter Einbeziehung der Faktoren ‚Beschränktheit der Ressourcen‘ sowie ‚Dynamik der Lage‘ erfolgen. Damit beziehen wir uns bereits auf Entscheidungsprobleme und –modelle, die wir im dritten Kapitel dieses Beitrags vorstellen. Theoretische Ansätze zur Beschreibung und Analyse von Entscheidungsproblemen werden ausgewertet und mit bestehenden Entscheidungsmodellen abgeglichen. Insbesondere das ‚Recognition Primed Decision Model‘ stellen wir dabei als Ansatz zur Abbildung von Entscheidungsprozessen in der Domäne heraus. Darauf aufbauend ordnen wir den IRM-Ansatz in die theoretischen Überlegungen ein und hinterfragen damit die Anforderungen der Anwender. Wir stellen Ansätze für ein flexibles, erweiterbares System zur ereignisbasierten Einsatzunterstützung vor, erläutern die diesbezüglich folgenden Schritte und schließen mit einem breiteren Ausblick auf aus unserer Sicht notwendige Forschungsarbeiten.

2 Ressourcenbezogene Informationen als Entscheidungsgrundlage

Das EU-Projekt SHARE⁵ hatte zum Ziel, mobil agierenden Führungsebenen der Feuerwehr aufgabenangepasste Informationen bereitzustellen. Dazu wurden verschiedene Modi für die Eingabe und die Visualisierung von Daten sowie die Interaktion mit dem IT-System implementiert und validiert. Die ursprüngliche Fokussierung auf eine digitale Lagekarte wurde im Projektverlauf iterativ um Anforderungen bezüglich der Koordination von Einsatzkräften ergänzt. Diese wurden in einer speziellen Komponente für das ‚Interaktive Ressourcenmanagement‘ (IRM) umgesetzt und validiert.

2.1 Koordination von Ressourcen im Feuerwehreinsatz

Zum besseren Verständnis der vorgestellten Ansätze werden im Folgenden die wesentlichen Grundrisse der Einsatzstrukturen im Zivil- und Katastrophenschutz am Beispiel der Feuerwehr Dortmund erläutert. Wichtigste Grundlagen der Ausführungen sind die landesspezifische Gesetzgebung für den Katastrophenschutz [NN98], die Feuerwehr-Dienstvorschrift 100 ‚Führung und Leitung im Einsatz‘ [NN99] sowie Informationen der Einsatzplanung der Feuerwehr Dortmund.

⁵ „Mobile Support for Rescue Forces, Integrating Multiple Modes of Interaction“, gefördert im Bereich „Information Society Technology“ des 6. Forschungsrahmenprogramms der Europäischen Kommission, 2005 bis 2007. Anwender innerhalb des Konsortiums war die Feuerwehr Dortmund, Vgl. <http://www.ist-share.org>

Der Gesamtzuständigkeitsbereich der Feuerwehr ist in Einsatzbezirke aufgeteilt, für die jeweils eine Feuerwache zuständig ist. Wie viele und welche taktischen Einheiten (vgl. [NN08]) und Einsatzfahrzeuge alarmiert werden, wird durch eine Alarm- und Ausrückordnung (AAO) definiert. Diese enthält Einsatzstichworte und zugeordnete Alarmpläne, aus denen der Einsatzleitreechner Vorschläge über die zu alarmierenden Einheiten ableitet und diese dem Disponent der Einsatzleitstelle zur Auswahl präsentiert. Für besondere Objekte und Gebiete wird dort zudem auf vorgeplante Informationen zur räumlichen und funktionalen Strukturierung der Einsatzstelle sowie zur Bildung von taktischen Einheiten zugegriffen.

Die Feuerwehr ist im Einsatzfall hierarchisch organisiert, folglich existiert zu jedem Einsatz genau eine Person, die die Verantwortung trägt. Um dies sicherzustellen existieren genau definierte Übergabepunkte. Mit der ersten ankommenden Einheit übernimmt die zuerst eintreffende, ranghöchste Führungskraft der Feuerwehr die Einsatzleitung. Dies ist i. d. R. der Zugführer des Löschzuges der nächstgelegenen Feuerwache, der im Einsatz in Dortmund als C-Dienst benannt wird. Dieser übergibt bei mittleren Einsatzlagen die Einsatzleitung an den sogenannten B-Dienst (Verbandsführer) und fungiert im Weiteren selbst als Abschnittsleiter. Bei großen Schadenslagen wird die Einsatzleitung durch den A-Dienst übernommen, der über einen Führungsstab zur Unterstützung verfügt. Er koordiniert die Gefahrenabwehr, die wiederum in Einsatz- und Untereinsatzabschnitten von B- bzw. C-Diensten geführt wird. Zudem wird er im Stab durch Fachberater anderer Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) unterstützt. Die Organisationen der nicht-polizeilichen Gefahrenabwehr werden von der Feuerwehr geführt; Feuerwehr und Polizei kooperieren über die wechselseitige Entsendung von Verbindungsbeamten.

Abbildung 1 zeigt eine beispielhafte Struktur der Feuerwehr Dortmund im Einsatz: Angenommen wurde hier ein größeres Schadensereignis im Stadtzentrum, das nach einer entsprechenden Phase der aufwachsenden Führungsstruktur als A-Dienst-Lage deklariert wurde. Der A-Dienst übernimmt in diesem Beispiel die Einsatzleitung und damit die Verantwortung für die technische, nicht-polizeiliche Gefahrenabwehr. Er teilt, unterstützt durch einen Führungsstab, den Einsatz funktional in Einsatzabschnitten auf und weist diesen entsprechende Einsatzaufträge zu. Diese werden von B-Diensten (Einsatzabschnittsleiter) übernommen und wiederum in Untereinsatzabschnitten unterteilt, die von C-Diensten bearbeitet werden. In der Regel ergibt sich daraus bereits eine räumlich Gliederung des Einsatzes als geographisch orientierte Sicht auf das Lagebild.⁶ Diese Struktur wird mit dem Schadensereignis auf Basis von Rückmeldungen aus den (Unter-)Einsatzabschnitten dynamisch und der Lage angemessen entwickelt und koordiniert.

⁶ Die Möglichkeiten, nach denen der Einsatz strukturiert wird, werden durch [NN99] vorgegeben. So ist u. a. auch eine primär räumlich orientierte Strukturierung möglich, die dann in der Zuordnung von Funktionen resultiert.

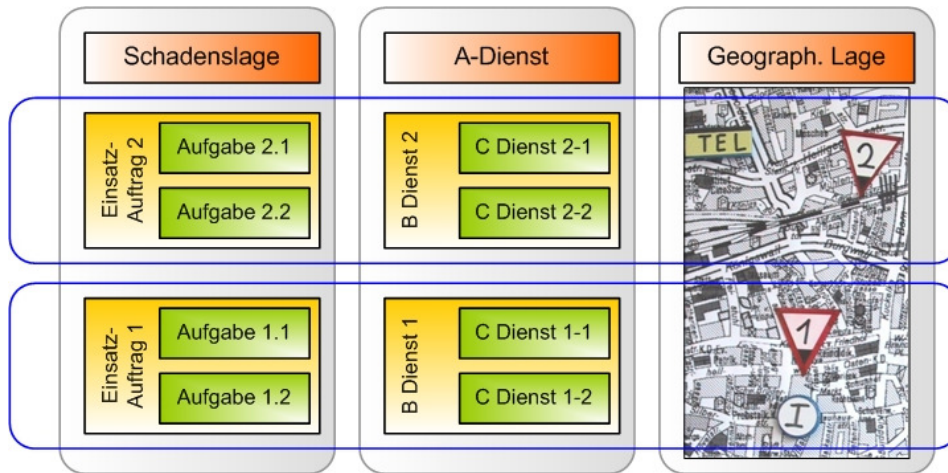


Abbildung 1 Struktur der Einsatzkräfte der Feuerwehr Dortmund in einer größeren Schadenslage (vgl. [Po07a])

In einer einfachen Analogie können die Rollen des C-, B- und A-Dienstes der operativen bzw. der taktischen Entscheidungsebene zugeordnet werden. Auf der strategischen Entscheidungsebene kommt in großen Schadenslagen ein strategischer Einsatzstab der Feuerwehr zum Einsatz der im administrativen Bereich mit dem Krisenstab zusammenarbeitet. In diesem werden die strategischen Entscheidungsträger einer kreisfreien Stadt wie Dortmund bzw. eines Kreises zusammengeführt.

2.2 IT-Unterstützung vor Ort durch IRM

Ein Einsatz wird durch Notruf, Disposition und Alarmierung in der Leitstelle der Feuerwehr initialisiert. Diese beschreiben die Ressourcen, die nach den in Abbildung 1 gezeigten Ansätzen in eine Aufbaustruktur eingegliedert werden. Somit bildet dieser Vorgang in der Leitstelle die Grundlage für erste Entscheidungen, die in Einsatzbefehlen für die zur Verfügung stehenden taktischen Einheiten resultieren. Die Kräftekoordination erfolgt anschließend durch die Einsatzleitung vor Ort. Auf Basis der Rückmeldungen und Erkundungsergebnisse aus der operativen Gefahrenabwehr werden taktische Entscheidungen zur Gestaltung der hierarchischen Einsatzorganisation, der Nachforderung von Einsatzmitteln sowie der Entlassung von Einheiten aus dem Einsatz getroffen. Der Status der Ressourcen bedeutet einen wesentlichen Bestandteil des Lagebildes, das als Entscheidungsgrundlage dient.

Das im Rahmen des EU-Projektes SHARE entwickelte ‚Interaktive Ressourcenmanagement‘ (IRM) wurde als Werkzeug zur Gestaltung der Aufbauorganisation der Feuerwehr-Einsatz- und Führungskräfte in Großschadenslagen konzipiert. Es stellt damit ein Werkzeug zur Koordination der in Abbildung 1 zentral dargestellten strukturellen und funktionalen Sicht auf die Einheiten dar. Die Anforderungen an diese Anwendung können in zwei unterschiedliche Bereiche unterteilt werden: Zum einen sollen die Entscheidungsträger mit den für ihren Kontext relevanten Ressourceninformationen versorgt werden, zum anderen sollen ressourcenbezogene Handlungen und unmittelbar daraus resultierende Folgeaktivitäten unterstützt werden.

IRM wurde als Teil einer Serviceorientierten Architektur (SOA) implementiert. Auf der Seite des Client wird der Benutzer durch eine bzgl. Daten und Funktionalitäten an Einsatzfunktionen angepasste Benutzungsschnittstelle unterstützt. Einsatzfunktionen sind an dieser Stelle im Sinne der Rollen der agierenden Führungskräfte zu verstehen. Über einen speziell entwickelten Update-Mechanismus wird die clientseitig dargestellte Organisationsstruktur synchronisiert. Detaillierte Informationen zum Aufbau der SHARE-Anwendung, die Einbettung von IRM sowie die integrative Nutzung von strukturellem und räumlichem Lagebild stellen [Ko08] und [Lö07] bereit. Serverseitig ist IRM als Komponente in den Ontology Data Service (ODS) integriert. Dieser fungiert als Middleware, die die Funktionalitäten der Anwendungsschicht umsetzt und entsprechende Methoden über einen Web Service anbietet; über entsprechende Bibliotheken greift der ODS auf die zentrale Ontologie zu. Die Ontologie bildet die relevanten Konzepte des Kontextes ab und beinhaltet ein Modell der begrifflichen und logischen Abhängigkeiten zwischen diesen. Der Ansatz einer Ontologie wurde gewählt, um logische Beziehungen innerhalb der ressourcenbezogenen Begriffswelt der Anwender auszuwerten und daraus Informationen zur verbesserten Kräftezuordnung ableiten zu können. Diese Ableitung und damit die Generierung von höherwertigen Informationen erfolgt durch Konsistenzprüfungen auf Basis der Beschreibungslogik der Ontologie. Für Details zur Umsetzung mittels Web Ontology Language (OWL) und Beschreibungslogik verweisen wir auf [Po07a].

Die Hauptanwendungsfälle für IRM, die sich in dessen Funktionalität widerspiegeln, stellt Abbildung 2 dar. Im Zentrum der Anforderungen steht das **Betrachten der Führungsstruktur**: Im Sinne einer optimierten Informationsbereitstellung werden die Aufbauorganisation der Feuerwehr mit taktischen Einheiten, Einsatzmittel sowie Einsatz- und Führungskräften in einer Baumstruktur dargestellt. Zudem können spezifische, einsatzbezogene sowie festgelegte Informationen und Daten abgerufen werden. Zu einem interaktiven Werkzeug wird IRM durch die Möglichkeiten, **unterstellte Einheiten zu verwalten**: Im Verantwortungsbereich der jeweiligen Führungskraft werden Funktionen zur Modifikation der Führungsstruktur offeriert. Dies bedeutet, dass der Einheitsführer die Möglichkeit hat, seine Einheit auf Basis von durch die Leitstelle oder die übergeordnete Führungsebene zugewiesenen Ressourcen zu verwalten. Die daraus resultierende Struktur bildet Kommunikationswege und damit mögliche Informationsflüsse ab. In einem dritten Komplex sind Funktionen gebündelt um **Einsatzmittel zu administrieren**: Die Einsatzleitung hält die Kommunikation zur Leitstelle. Von dort werden alle Zugriffe auf den Ressourcenpool einer Feuerwehr koordiniert. Somit ist eine Datenschnittstelle für den sinnvollen Einsatz des mobilen Ressourcenmanagement notwendig.

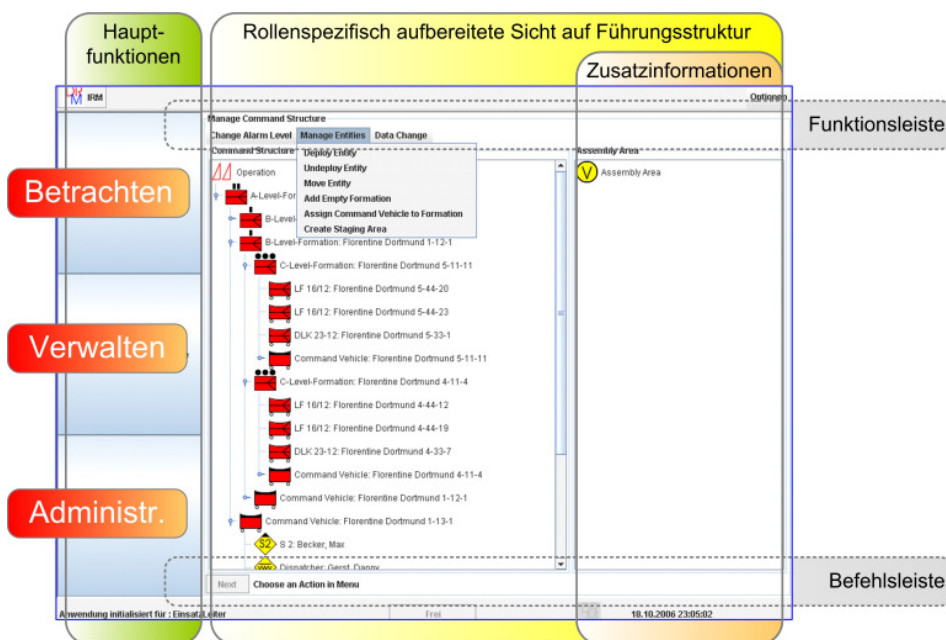


Abbildung 2: Gestaltung und Funktionalität der Benutzungsschnittstelle

Die bisherigen Ausführungen stellen IRM als eine Komponente dar, die die reine Informationsbereitstellung bzgl. des Lagebildes um eine Informationskategorie erweitert und die Koordination von Kräften nachvollziehbar macht. Zur Vorbereitung entscheidungsunterstützender Funktionalität kapselt IRM Inkonsistenzen, die nach einer Benutzeraktion in der Ontologie entdeckt wurden, durch existierende bzw. spezifisch definierte Ausnahmen. Diese „Exceptions“ werden benutzerangepasst dargestellt und vermitteln Informationen zur aufgetretenen Regelverletzung, der verursachenden Aktion, möglichen Gründen sowie Hinweise zur Lösung des jeweiligen Problems.

2.3 Validierung und Potential des IRM-Ansatzes

IRM wurde als Teil des SHARE-Systems im Rahmen eines zweistufigen Evaluationsansatzes untersucht: In einem ersten Abschnitt wurden Aufgabenanalyse-Sitzungen durchgeführt, in denen jeweils ein Anwender bestimmte Aufgaben aus seinem Kompetenzbereich absolviert hat. In der zweiten Phase wurde eine Übung durchgeführt, innerhalb derer alle Führungsebenen der Feuerwehr durch Probanden besetzt wurden. Die wesentlichen Fragen nach der Effektivität und Effizienz des Einsatzes von SHARE und damit auch IRM können bei Hinzunahme des Aspekts der Nutzerzufriedenheit mit der Benutzbarkeit und Gebrauchstauglichkeit gleichgesetzt werden. Aus diesem Grund wurde die Evaluation unter Verwendung des DATech-Leitfadens Usability (vgl. [DF01], [NN07]) durchgeführt. Dieser schlägt unterschiedliche Methoden für die Untersuchungen vor. Neben der Inspektion des Systems und der Analyse aller verfügbaren Dokumente wurden die teilnehmende Beobachtung sowie die Befragung der Probanden in einer kombinierten Vorgehensweise genutzt. Die Befragung wurde auf der Grundlage des ErgoNorm-Fragebogens (vgl. [Dz00]) vollzogen; alle Probanden wurden vor dem Hintergrund ihres individuellen Nutzungskontextes befragt. Ein wesentlicher Schwerpunkt der Fragen ist die Analyse der Aufgabenangemessenheit durch den Evaluierenden. Insbesondere die Aufgaben der Kräftekoordination wurden in den Szenarien verankert um diesbezüglich IRM zu hinterfragen und das Potential des Ansatzes der expliziten Organisationsgestaltung am Einsatzort zu analysieren.

Die Evaluation wurde auf Basis der Definition und Klassifizierung von Prüfkriterien durchgeführt, die aus Kontext- und Anwendungsszenario sowie den spezifizierten Anforderungen der Feuerwehr Dortmund abgeleitet wurden. Das Rahmenszenario wurde durch ein Schadensereignis am Signal Iduna Park in Dortmund skizziert, das von einem A-Dienst als Einsatzleiter analog zu Abbildung 1 zu bearbeiten war. Bezüglich der Prüfkriterien wurden im Anschluss an die Tests insgesamt 20 Klassen von Problemvorkommen identifiziert. Besonders relevant für IRM sind:

- Nutzer monierten einen Zusatzaufwand, den sie durch die Verwendung des Systems aufzubringen haben. Dieses Problem wurde jedoch für IRM explizit ausgeschlossen: Hier wurde das Potential erkannt durch Reduktion der Sprachkommunikation mit der Leitstelle, Rückfragen zwischen Führungseinheiten sowie der unmittelbaren Konfiguration von Kommunikationsgruppen Zeit zu sparen und Fehlerquellen zu minimieren.

- Auch bezüglich aussagekräftiger und nutzbarer Fehlermeldungen wurde IRM positiv getestet: Einige Aspekte der Bildung taktischer Einheiten sowie der Nachforderungen spezieller Einheiten können auf Grund der Komplexität aller möglichen Ereignisse in einer Stadt wie Dortmund nicht allen Kräften bekannt sein. Daher wurde der schnelle Zugriff auf Informationen aus Regelwerken (übergeordnet oder kommunal) als Reaktion auf eine ungünstige Nutzeraktion als großer Vorteil gewertet.
- Kritisch beurteilt wurde die Frage nach den Verantwortlichkeiten der einzelnen Akteure, die durch die Funktionalität von IRM impliziert wird. Teile der Probanden schätzen die Optionen, die ihnen das Werkzeug überträgt; andere Anwender erwarten von übergeordneten bzw. vorgeschalteten Funktionsträgern die nun selbst durchzuführenden Entscheidungen. Hier wurden bestimmte Fragestellungen zum Arbeitsablauf selbst angestoßen. Als Ergebnis für IRM wurde festgehalten, dass eine fallweise nach oben gerichtete Übertragung von Kompetenzen ermöglicht werden muss.
- Die Synchronisation der Datenbestände auf den mobilen Geräten⁷ zeigte einige Schwächen, die sich in erster Linie durch einen zeitlichen Verzug bemerkbar machten. Hier wurde jedoch von den Anwendern das Potential erkannt, durch Interaktion mit dem System grundlegend die Möglichkeit zu bekommen, Entscheidungen durch ihren Ressourcenbezug schnell und sichtbar kommunizieren zu können.

Entscheidend für den Erfolg von IRM aus Sicht der SHARE-Evaluation war nach Auswertung der Rückmeldung besonders die konsequente Umsetzung der Semantik der Anwenderdomäne: Die „Sprache des Anwenders“ ist Grundlage der SHARE-Ontologie und wird zur Gestaltung der GUI genutzt. So wird die dargestellte Führungsstruktur durch taktische Zeichen gefüllt, die zur Darstellung von Einheiten im visualisierten Lagebild die Methode der Wahl sind (vgl. [Po07b]).

Unmittelbares Potential ergibt sich innerhalb des SHARE-Systems, das hier als Synonym für eine Kombination der zukünftig am Einsatzort notwendigen IT-Unterstützungssysteme verstanden werden darf, durch die Verknüpfung unterschiedlicher Anwendungsbereiche auf der Datenebene:

- Die Verbindung zwischen struktureller/organisatorischer Sicht und visueller Kartendarstellung erfolgt durch Interpretation eines gemeinsamen Datenbestandes.
- Die Ableitung von Kommunikationsstruktur und Weisungswegen erfolgt durch Interpretation des Modells der Aufbauorganisation, die am Einsatzort unter den Entscheidungsträgern nun sichtbar vereinbart ist.

⁷ Auf Grund der Anforderung nach Offline-Fähigkeiten des Systems, die aus der realistischen Betrachtung fehlender Datenkommunikationsnetze am Einsatzort resultieren, mussten entsprechende lokale Datenbestände vorgehalten werden.

- Die Ableitung von organisationsrelevanten Informationen aus der Kommunikation durch Informationsextraktion wird durch die verteilte Eingabe der Daten der Aufbauorganisation möglich.

Zusammenfassend hat die Validierungsphase aufgezeigt, dass die IT-Unterstützung für die Kräftekoordination hohen Mehrwert bei wenig Zusatzaufwand bringt. Der Mehrwert liegt in erster Linie darin begründet, dass ein Verständnis über den Status einzelner sowie die Beziehungen verschiedener Ressourcen geschaffen wird. Damit erfolgt eine Übertragung der organisatorischen Zusammenhänge am Einsatzort als implizite Entscheidungsgrundlage in eine explizierte Form, die bewusst einbezogen werden kann. Hier spielt insbesondere die Frage nach der Beschränktheit der Ressourcen sowie die Dynamik der Lage eine entscheidende Rolle. Diese sollen im Folgenden zunächst theoretisch beleuchtet und anschließend im Gesamtkontext diskutiert werden.

3 Entscheidung im Kontext der Feuerwehr

Grundlage für weitere Ansätze zur Unterstützung der Einsatzkräfte muss das Phänomen der Entscheidung im Kontext der Feuerwehr sein. Die einfachste Definition von ‚Entscheidung‘ geht von der Entscheidung als Wahl zwischen mindestens zwei Alternativen aus [La03]. Dieses Verständnis ist für die noch zu beschreibenden Entscheidungsprobleme von Führungskräften im Bereich der Feuerwehr jedoch als zu knapp anzusehen und entspricht nicht dem Stand der Forschung. Die Richtung des ‚Naturalistic Decision Making‘ setzt sich wesentlich mit der Frage auseinander, inwieweit tatsächlich in der Realität auftretende Entscheidungsprozesse zu beschreiben sind [F197]. Im Folgenden wird nach der Charakterisierung der im täglichen Einsatz der Feuerwehr auftretenden Entscheidungsproblemen das von Klein [K195] entwickelte ‚Recognition Primed Decision Modell‘ aufgegriffen und skizziert. Darauf aufbauend wird eine Einordnung der bisherigen Forschungsanstrengungen vorgenommen und ein Ausblick auf die derzeit angestregten Forschungsarbeiten gegeben.

3.1 Charakterisierung der Entscheidungsprobleme

Entscheidungsprobleme lassen sich nach den vier Merkmalen ‚Komplexität‘, ‚Vernetztheit‘, ‚Intransparenz‘ und ‚Dynamik‘ charakterisieren [Pu92].⁸ Als Maß für Komplexität dienen die Anzahl der veränderlichen Größen sowie die Summe ihrer Verknüpfungen in einer Situation. Vernetztheit zielt auf die Interdependenzbeziehungen und somit die Anzahl der durch eine Änderung entstehenden Nebenwirkungen ab. Intransparenz beschreibt, inwieweit die Variablen dem Entscheider bekannt sind und durch ihn verstanden werden. Durch den Begriff ‚Dynamik‘ werden die zeitlichen Aspekte einer Entscheidungssituation erfasst. In einer dynamischen Situation sind dem Entscheider durch externe Randbedingungen und Einflüsse zeitliche Entscheidungspunkte vorgegeben, so dass ihm keine Möglichkeit bleibt den Entscheidungszeitraum auszudehnen.

Entscheidungsprobleme auf taktischer und strategischer Ebene der Feuerwehr sind nach dieser Systematik als hoch komplexe, stark vernetzte, intransparente und dynamische Entscheidungsprobleme anzusehen. Diese Aussage ist nur insofern abzuschwächen, als dass die beschriebene Charakteristik in Abhängigkeit von der konkreten Einsatzsituation zu sehen ist.

Fredholm [Fr97] beschreibt dazu vier Kategorien von taktischen Problemsituationen in der Domäne der Feuerwehr. Unterschieden werden die Kategorien nach den Ausprägungen ‚beschränkte bzw. unbeschränkte Lage‘ und nach der ‚Beschränktheit der Ressourcen‘. Ein Autobrand kann so als beschränkte Lage mit stark verfügbaren Mitteln gesehen werden. Als gegensätzliches Extremum kann ein Brand in einem großen Industriegelände mit austretendem Gas als unbeschränkte Lage mit verhältnismäßig knapp verfügbaren Mitteln angesehen werden. Die Lage ist schwer zu erfassen und es sind auf Grund der beschränkten Ressourcen Abwägungsentscheidungen über den Einsatz der Kräfte zu treffen.

3.2 Entscheidungsmodelle in der Domäne ‚Feuerwehr‘

Untersuchungen legen nahe, dass traditionelle rational-normative bzw. analytische Ansätze zur Entscheidungsunterstützung kein adäquater Ansatz sind um Entscheidungsfindungsprozesse in Rahmen des Feuerwehreinsatzes zu beschreiben und darauf aufbauend eine Unterstützungsfunktion zu entwickeln [KI95]. So hat Brehmer festgehalten, dass bezüglich der Bewertung von Entscheidungen, die für die oben skizzierten Problemsituationen zu treffen sind, kein normativer Vergleich möglich ist [BA91]. Ob durch bestimmte Entscheidungen das Optimum erreicht worden ist, lässt sich weder a priori noch in Retrospektive mit Sicherheit bestimmen.

⁸ Ähnlich zu [Pu92], mit zum Teil zusätzlichen Merkmalen: [Hof03], [Hor03]. [Br87] beschreibt die Entscheidungssituationen von Feuerwehrmännern als ‚dynamic decision problems‘ unter Zeitdruck. ‚Dynamic decision problems‘ sind hierbei mit Rückgriff auf [Ed62] als Serie von interdependenten Entscheidungsproblemen in einer sich sowohl selbst als auch durch den Einfluss der Entscheidungen ändernden Umwelt beschrieben.

Klein hat die Ergebnisse der Analyse von Entscheidungsprozessen in der Domäne Feuerwehr im Rahmen des ‚Recognition Primed Decision Models‘ zusammengefasst [K195]. Dieses geht im Kern davon aus, dass aufgrund der Zeitrestriktionen kein analytisches Vorgehen möglich ist. Es wird daher vom Entscheider ein stark auf Erfahrung beruhendes, anderes Vorgehen gewählt, das nicht die Optimierung der Entscheidung, sondern im Sinne Simons [Si55] die Erreichung einer zufriedenstellenden Entscheidung zum Ziel hat. Wesentliche Bestandteile des Modells sind die Lageerfahrung, die Abschätzung der Situation, die mentale Simulation und die Umsetzung. Nach diesem Modell ist Ausgangspunkt der Entscheidung der Feuerwehrführungskraft die Wahrnehmung einer konkreten Situation. Im nächsten Schritt der Situationsabschätzung werden wenige, plausible Ziele in Betracht gezogen, überlegt, inwieweit kritische Anzeichen⁹ mit zu bedenken sind, Erwartungen über die Durchführung und Durchführbarkeit gebildet und daraus eine Handlungsfolge gebildet. Diese wird im darauffolgenden Schritt umgesetzt. Im vom einfachsten Fall abweichenden Modell wird der Entscheider die getroffene Entscheidung mental simulieren. Kommt er zum Entschluss, dass diese nicht durchführbar ist, wird er sie modifizieren und die dann neu entstandene Handlungsfolge durchführen.

4 Einordnung der Forschungsansätze

Mit dem Ziel der Entscheidungsverbesserung konzentrieren sich die Forschungsanstrengungen in den Projekten SHARE und PRONTO auf den Schritt der Situations- bzw. Lageeinschätzung. Konkret bedeutet dies die Unterstützung bei der Erkennung kritischer Anzeichen und den voraussetzenden Erwartungen bezüglich Durchführung und Durchführbarkeit. Die Bereiche der Ziele und der Handlungsfolgen werden zum Teil in anderen Projekten untersucht.¹⁰

Wie bereits dargestellt ist die Organisationsform der Feuerwehr im Einsatz ein hierarchisches System. Mit Blick auf die in einer Hierarchie existierenden aufwärtsgerichteten Informationsflüsse und abwärtsgerichteten Kontrollflüsse sind für die Situationsabschätzung die aufwärtsgerichteten Informationsflüsse von Relevanz. Diese unterstützen die Situationsabschätzung und damit die Entscheidungsfindung. Abwärtsgerichtete Kontrollflüsse sind im späteren Schritt der Umsetzung von stärkerer Relevanz.

⁹ Im Original: ‚critical cues‘.

¹⁰ Vgl. z.B. die Idee der Handlungsempfehlungen im BMBF-Projekt ‚OrGaMIR‘ (<http://www.orgamir.de>).

Im Projekt PRONTO werden die bereitzustellenden Informationsflüsse in zwei Kategorien aufgeteilt. Als erstes sind Informationen über die allgemeinen Umweltbedingungen zur Verfügung zu stellen. Diese können aus unterschiedlichen Quellen, wie Sensoren, Aufklärungseinheiten oder externen Informationslieferanten stammen. Als zweites sind Informationen bereitzustellen, die die Einsatzkräfte- und mittel direkt betreffen bzw. mit diesen unmittelbar in Verbindung stehen. Das IRM-Konzept stellt einen statischen Ansatz für diesen Bereich bereit, der durch die interaktive Verwaltung von Ressourcen und die Anbindung weiterer Informationsquellen einige dynamische Erweiterungen implementiert. PRONTO erweitert diese dynamischen Aspekte. So wird für den Use-Case Feuerwehr angestrebt, detailliertere Statusinformationen der Einheiten, Daten zur Charakteristik der Einheiten, Positionsangaben und Informationen zum Einsatzkontext ereignisbasiert zu verknüpfen. Dem Entscheidungsträger werden diese Informationen aggregiert zur Verfügung gestellt.

Erste Experten-Workshops wurden in Kooperation mit dem Institut für Feuerwehr- und Rettungstechnologie der Stadt Dortmund durchgeführt. Aus Sicht der Experten besteht oftmals die Problematik, dass Entscheidungen zur langfristigen Planungen durch Entscheidungen der kurzfristigen Planung überlagert werden. Als Beispiel können hier logistische Fragestellungen genannt werden wie die Nachbetankung von im Großeinsatz befindlichen Fahrzeugen. Die entstehenden Vorlaufzeiten sind oft schwer zu kalkulieren und einzuplanen. Andere Anwendungsbereiche, wie die Betrachtung der maximalen Einsatzzeit der Einheiten, Größe der Löschwasservorräte oder Einsatzradius lassen sich herleiten. Die Ergebnisse der ersten Workshops haben zur Einordnung des neu zu entwickelnden PRONTO-Systems in den Bereich der taktisch-strategischen, auf die Situationsabschätzung gerichteten Entscheidungsunterstützung geführt. Entsprechend versucht PRONTO für die genannten Anwendungsbereiche ein flexibles, erweiterbares System zur ereignisbasierten Einsatzunterstützung zu entwickeln.

5 Fazit und Ausblick

Unsere Forschungstätigkeiten haben gezeigt, dass eine Technologie, die vom Anwender die aufwändige Bewertung von Alternativen abverlangt, den Wünschen der Nutzer und den Ansprüchen der Realität nicht gerecht wird. Die bisher in den Bereichen der Anforderungsanalyse betriebenen Anstrengungen deuten darauf hin, dass eine Anlehnung an das ‚Recogniton Primed Decision Model‘ möglich ist. In der weiteren Übertragung des Modells in konkrete Lösungen, sehen wir weiteres Potential um bestehende Systeme zu optimieren und neue Funktionalität zu entwickeln. Das bereits fertig gestellte IRM-Tool liefert hier bereits Lösungsvorschläge, die zu einer hohen Akzeptanz durch den Nutzer geführt haben. In PRONTO werden diese Ansätze weitergeführt und erweitert.

Die skizzierten Überlegungen haben eine Fokussierung auf den Bereich der Situationsabschätzung, konkret auf die Erkennung kritischer Anzeichen und die Erwartungen bezüglich Durchführbarkeit, erkennen lassen. Aus unserer Sicht ist diese Fokussierung nur so lange gerechtfertigt, als dass die vom Endnutzer geäußerten Anforderungen mit diesen Überlegungen übereinstimmen. Insofern sind in weiteren Forschungsanstrengungen die Anforderungen zu konkretisieren und es ist zu überprüfen, inwieweit die Zuordnung beibehalten werden kann. Hierauf aufbauend sind konkrete Lösungen zu entwickeln, die dann weitere Aspekte wie technische Rahmenbedingungen und Usability mit zu berücksichtigen haben. PRONTO wird diese Fragestellungen in der noch zu bearbeitenden Projektlaufzeit abdecken.

Potentiale zur Entwicklung von Unterstützungskomponenten ergeben sich auch aus den anderen Teilen des Modells. Hier ist jedoch in ersten Schritten zu erfassen, ob sich der Nutzerbedarf mit möglichen Forschungsansätzen deckt.

Literaturverzeichnis

- [Br87] Brehmer, Berndt (1987): Development of Mental Models for Decision in Technological Systems. In: Rasmussen, Jens; Duncan, K.; Leplat, J. (Hg.): *New Technology and Human Error*. Chichester, S. 111–120.
- [BA91] Brehmer, Berndt; Allard, Robert (1991): Dynamic Decision Making: The Effects of Task Complexity and Feedback Delay. In: Rasmussen, Jens (Hg.): *Distributed decision making. Cognitive models for cooperative work*. Chichester, S. 319–334.
- [DF01] Dzida, W. Freitag R. (2001): Usability Testing – The DATech Standard. In: Wieczorek, Martin; Meyerhoff, Dirk; Baltus, Rob (Hg.): *Software quality. State of the art in management, testing, and tools*. Berlin: Springer, S. 160–177.
- [Dz00] Dzida, Wolfgang (2001): Gebrauchstauglichkeit von Software. ErgoNorm: ein Verfahren zur Konformitätsprüfung von Software auf der Grundlage von DIN EN ISO 9241 Teile 10 und 11. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW Verl. für Neue Wiss.
- [Ed62] Edwards, Ward (1962): Dynamic Decision Theory and Probabilistic Information Processing. In: *Human Factors*, H. 4.
- [Fl07] Flin, Rhona H.; Salask, Eduardo; Strub, Michael, et al. (Hg.) (1997): *Decision Making Under Stress. Emerging Themes and Applications*.
- [Fr97] Fredholm, Lars (1997): Decision making patterns in major fire-fighting and rescue operations. In: Flin, Rhona H.; Salask, Eduardo; Strub, Michael; Martin, Lynne (Hg.): *Decision Making Under Stress. Emerging Themes and Applications*, S. 107–115.
- [Hof03] Hofinger, Gesine (2003): Fehler und Fallen beim Entscheiden in kritischen Situationen. In: Strohschneider, Stefan (Hg.): *Entscheiden in kritischen Situationen*. 2. Aufl. Frankfurt a.M.: Verl. für Polizeiwissenschaft, S. 115–136.
- [Hor03] Horn, Günter (2003): Eskalation und Deeskalation in Krisen. In: Strohschneider, Stefan (Hg.): *Entscheiden in kritischen Situationen*. 2. Aufl. Frankfurt a.M.: Verl. für Polizeiwissenschaft, S. 3–12.
- [Kl95] Klein, Gary A. (1995): A Recognition-Primed Decision (RPD) Model of Rapid Decision Making. In: Klein, Gary A. (Hg.): *Decision making in action. Models and methods*. 2. Aufl. Norwood, NJ: Ablex, S. 138–147.

- [Ko08] Konstantopoulos, Stasinou; Paliouras, Georgios; Schon, Jochen; Schneider, Daniel; Winkler, Thomas; Pottebaum, Jens; Koch, Rainer (2009): Ontology-based Rescue Operation Management. In: Löffler, Jobst; Klann, Markus (Hg.): Mobile response. Second International Workshop on Mobile Information Technology for Emergency Response. Berlin: Springer, S. 112–121.
- [La03] Laux, Helmut (2003): Entscheidungstheorie. 5., verb. Aufl. Berlin: Springer.
- [Lö07] Löffler, Jobst; Ernst, Vera Hernández; Schon, Jochen; Pottebaum, Jens; Koch, Rainer (2007): Intelligent Use of Geospatial Information for Emergency Operation Management. In: Walle, B. van de; Burghardt, P.; Nieuwenhuis, C. (Hg.): Proceedings of the 4th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management ISCRAM2007, S. 181–190.
- [NN98] N. N.: Gesetz über den Feuerschutz und die Hilfeleistung (FSHG) des Landes Nordrhein-Westfalen in der aktuellen Fassung vom 10. Februar 1998, 1998, URL <http://www.idf.nrw.de/service/downloads/pdf/fshg.pdf>, Datum des Abrufs: 24.04.2009.
- [NN99] N. N.: FwDV 100 „Führung und Leitung im Einsatz“, 1999, URL www.idf.nrw.de/service/downloads/pdf/fwdv100.pdf, Datum des Abrufs: 24.04.2009.
- [NN07] N. N.: Leitfaden Usability. Deutsche Akkreditierungsstelle DATech GmbH, Frankfurt a. M., 2007.
- [NN08] N. N.: FwDV 3 Einheiten im Lösch- und Hilfeleistungseinsatz, 2008, URL www.idf.nrw.de/service/downloads/pdf/fwdv3_th_stand_feb_2008.pdf, Datum des Abrufs: 24.04.2009.
- [Po07a] Pottebaum, Jens; Konstantopoulos, Stasinou; Koch, Rainer; Paliouras, Georgios (2007): SaR Resource Management Based on Description Logics. In: Löffler, Jobst; Klann, Markus (Hg.): Mobile response 2007. First International Workshop on Mobile Information Technology for Emergency Response. Berlin: Springer, S. 61–70.
- [Po07b] Pottebaum, Jens; Löffler, Jobst; Schon, Jochen; Schneider, Daniel; Koch, Rainer (2007): SHARE: Semantische Interoperabilität – Ein anwenderorientierter Ansatz. In: Koschke, Rainer; Herzog, Otthein; Rödiger, Karl-Heinz; Ronthaler, Marc (Hg.): INFORMATIK 2007 - Informatik trifft Logistik. Beiträge der 37. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI). Bonn: Gesellschaft für Informatik (1), S. 169–174.
- [Pu92] Putz-Osterloh, Wiebke (1992): Entscheidungsverhalten. In: Frese, Erich (Hg.): Handwörterbuch der Organisation. 3. Aufl. Stuttgart: Poeschel (Enzyklopädie der Betriebswirtschaftslehre, 2), Sp. 585–599.
- [Si55] Simon, Herbert A. (1955): A Behavioral Model of Rational Choice. In: The Quarterly Journal of Economics, Jg. 69, H. 1, S. 99–118.