

Architektur eines prozessunterstützenden Softwaresystems für den Rettungsdiensteinsatz bei einem Massenansturz von Verletzten

Carsten Wirth, Dirk Roscher,
Paul Zernicke
TU-Berlin, DAI-Labor
Sekretariat TEL 14
Ernst-Reuter-Platz 7
10587 Berlin
{carsten.wirth, paul.zernicke,
dirk.roscher}@dai-labor.de

Dr. med. Martin Schultz, Christine
Carius-Düssel
Charité – Universitätsmedizin Berlin
Telemedizinzentrum Charité TMCC
Charitéplatz 1
10117 Berlin
{martin.schultz, christine.carius-
duessel}@charite.de

Abstract: Das Einbringen von Innovationen aus dem Bereich der Informationstechnologie in die Prozesse des Rettungsdienstes, mit dem Ziel der Verbesserung des Einsatzserfolges, stellt eine aktuelle Herausforderung dar. Dieser Herausforderungen nimmt sich das Forschungsprojekt ALARM an, welches als Zielsetzung hat, einen Lösungsansatz für den Gesamtprozess bei einem Massenansturz von Verletzten zu konzipieren und zu evaluieren. Es werden die grundlegenden Anforderungen dieses Systems beschrieben und der bisherige Architektorentwurf für das prozessunterstützende Softwaresystem vorgestellt. Im Mittelpunkt stehen dabei der verteilte modulare Plattformansatz, welcher sich auf die Bereiche des strategischen und lokalen Einsatzmanagements erstreckt, sowie die technischen Anforderungen, die sich hinsichtlich der Kommunikation der Komponenten ergeben.

1 Einleitung

In der Forschung und Entwicklung im Bereich Rettungswesen und Katastrophenschutz wurden gemessen an der Anzahl abgeschlossener Forschungsprojekte und deren Innovationen im letzten Jahrzehnt wesentliche Fortschritte erzielt. Die Realisierung der von Herrmann skizzierten Vision eines durchgängig und umfassend IT-gestützten Notfalleinsatzes [HE97] rückt damit näher. Die reale Integration der Innovationen in den alltäglichen Rettungsdienst beschränkt sich aber bisher auf vereinzelte kleinere Systeme sowie auf Feldtests mit neuartiger Technologie, so dass sich die Prozesse und Abläufe im heutigen Rettungswesen bisher nur unwesentlich verändert haben. Weiterhin zeigt die Vielzahl an neuen bewilligten Forschungsprojekten, im Themenfeld „Schutz und

Rettung von Menschen“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung¹ sind dieses alleine 15 Projekte, einen hohen Bedarf an weiteren Innovationen im Forschungsgebiet. Eines der in diesem Rahmen bewilligten Forschungsprojekte ist das Projekt ALARM², welches als Zielsetzung hat, einen Lösungsansatz für den Gesamtprozess (siehe Abbildung 1) bei einem Massenansturm von Verletzten (MANV) zu konzipieren und zu evaluieren. Konträr zur Herangehensweise für einzelne Einsatzaspekte Lösungen zu erforschen, bietet der Alarm-Ansatz, eine umfassende Lösung für den Gesamtprozess zu finden, wesentliche Vorteile. So wird einer Entwicklung von Insellösungen, welche aufgrund von fehlenden Standards nicht kompatibel sind, vorgebeugt. Weiterhin ist eine Verbesserung des Einsatzerfolges nur durch Erfolgsindikatoren messbar, welche nicht nur gesondert auf einzelne Prozessschritte anzuwenden sind, sondern vielmehr im Kontext des Gesamtprozesses erhoben und betrachtet werden müssen. Ein Gesamtsystem ermöglicht die Forschung an den verschiedensten Einflussfaktoren und lässt eine Gewichtung hinsichtlich des Gesamteinsatzerfolges zu. In diesem Beitrag stellen wir den aktuellen Stand der Konzeption des ALARM-Systems (Abschnitt 4) vor, der einerseits auf den Erkenntnissen des aktuellen Stands der Technik (Abschnitt 2) und andererseits aus den erhobenen bzw. abgeleiteten Systemanforderungen (Abschnitt 3) begründet ist. Abschließend erfolgen eine kritische Betrachtung und die Darstellung des weiteren Vorgehens im Projekt (Abschnitt 5).

2 Stand der Technik

Eine Recherche im Bereich IT für das Rettungswesen offenbart eine Vielzahl an Forschungsprojekten, die sich mit unterschiedlichen Aspekten der Einsatzunterstützung bei Notfällen mit Relevanz für MANV-Lagen auseinandersetzen bzw. gesetzt haben. Wesentliche Aspekte sind die Unterstützung des Triageprozesses[GA06], welcher auch durch neuartige Sensorik und Sensornetzwerktechnologien[MA10] optimiert werden kann, sowie die generelle Unterstützung der Einsatzkräfte durch mobile Dienste, wie sie z.B. xMotion[XM10] zeigt. Ein zweiter großer Bereich sind Assistenzsysteme wie NOAH[HE97] und das Rettungsassistenzsystem TU Clausthal[RE10], welche die Erfassung, Weiterleitung, und Auswertung von Patientendaten optimieren. Den dritten Schwerpunkt bilden Telemedizinssysteme, die dem Rettungsdienstpersonal vor Ort[SK09][ZI06] oder beim Transport im Rettungswagen[ST08] zur Verfügung stehen und damit den Behandlungserfolg bei einem MANV verbessern. Zusätzliche Unterstützung bieten Systeme, die gezielt Informationen zum Einsatzgeschehen und – vorgehen bereitstellen und dabei innovativ vorhandene Kommunikationstechnologien benutzen[LO06][SA10]. Andere Projekte demonstrieren die Möglichkeiten neuartiger Darstellungen von Lageinformationen und darauf basierender Entscheidungsunterstützung, z.B. beim Katastrophenmanagement[ER10] oder bei

¹Bewilligte Projekte aus dem Themenfeld "Schutz und Rettung von Menschen":

<http://www.bmbf.de/de/13091.php>

²gefördert durch das Bundesministeriums für Bildung und Forschung; Förderkennzeichen 13N10106 bis 13N10112, ALARM Projektseite: <http://www.alarm-projekt.de/>

Zugunfällen in Tunneln[OR10]. Bei großen Schadenslagen, dieses können auch MANV mit einer entsprechend hohen Anzahl an Verletzten sein, sind mehrere Organisationen an der Bewältigung des Vorfalls beteiligt. Daher wird in Projekten wie Oasis[OA10] und Orchestra[OR08] eine Kollaborationsunterstützung für die Akteure fokussiert, um damit den Einsatzerfolg entscheidend zu erhöhen.

Die vorgestellten Projekte bzw. Aspekte sind sehr hilfreich und richtungweisend für die Konzeptionen des ALARM-Systems. Es gibt Parallelen zu den zu konzipierenden Diensten unseres Systems wie z.B. in den Bereichen Triage, medizinische Versorgungsunterstützung durch Telemedizin, Lageinformation, Entscheidungs- und Kommunikationsunterstützung. Allerdings sind die bestehenden Lösungen durch ihren spezifischen Projektkontext einerseits nicht zwingend für die speziellen Anforderungen in einem MANV-Szenario geeignet und betrachten andererseits durch den begrenzten Rahmen nur Teilaspekte des Gesamtprozesses. Eine wesentliche Aufgabe in ALARM ist es daher bestehenden Ansätze in einen einheitlichen Rahmen bezüglich des Gesamtprozesses zu integrieren und hinsichtlich der Anforderungen eines MANV-Szenarios zu adaptieren – dieses umfasst auch Erarbeitung neuer problemspezifischer Lösungsansätze. Die allgemeinen und spezifischen Anforderungen an das System und dessen Komponenten werden im nachfolgenden Abschnitt präsentiert.

3 Technische Anforderungen an das System

Das zu entwickelnde System hat als oberstes Ziel den Gesamtprozess bei der Bewältigung eines MANV zu unterstützen. Daraus ergeben sich die ersten Anforderungen aus der direkten Betrachtung der Prozesse sowie den Orten an denen diese ablaufen. Der Gesamtprozess wurde mit Hilfe von Ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK) formal erfasst. Die Eignung dieser Methodik für Prozessabläufe der Feuerwehr wurde bereits im Forschungsprojekt MOBIDAT[SO08] dargelegt. Zum besseren Verständnis der nachfolgenden Ausführungen sind der vereinfachte Gesamtprozess als EPK in Abbildung 1 und die örtliche Strukturen in Abbildung 2 dargestellt. Den Anfang der Prozesskette bildet die Entgegennahme von Notrufen mit der darauf folgenden Alarmierung der Einsatzkräfte durch die Feuerwehrleitstelle. Weiterführende Maßnahmen wie der Aufbau von Führungsstrukturen vor Ort werden direkt an der Schadenstelle durchgeführt. Die Prozessschritte sind demnach auf verschiedene Orte verteilt, woraus sich die Anforderung ergibt: (1) das System hat die Prozessschritte unter Berücksichtigung der örtlichen Verteilung zu unterstützen. Weiterhin muss das System derart konzipiert sein, dass (2) zentrale Komponenten eine Ausfallsicherheit gewährleisten, störungsresistent sind (Infrastrukturstörung, Angriff von außen) und Rückfallebenen offenhalten.

Ein weiterer Anforderungspunkt, der sich durch alle Systemebenen zieht, sind (3) Datensicherheitsaspekte, bedingt durch das Einsatzgebiet des Systems, die den Schutz von persönlichen Daten, Einsatzplänen und –dokumentationen sowie von Kommunikationskanälen gewährleisten. Außerdem soll das System, nicht nur in MANV-Lagen eingesetzt werden können, sondern auch alltägliche Notfallszenarien unterstützen, da dadurch die Effizienz der Investition in ein solches umfassendes System

maßgeblich gesteigert werden kann sowie ein automatischer Trainingseffekt durch die alltägliche Benutzung erzielt werden kann. Daraus ergeben sich weitere Anforderungen, insbesondere hinsichtlich der Flexibilität, Skalierbarkeit, Erweiterbarkeit, Adaptierbarkeit und Bedienbarkeit, auf die im Rahmen dieses Beitrages nur am Rande eingegangen werden soll. Ausgehend von diesen Anforderungen wird im nächsten Abschnitt das Konzept für die Systemarchitektur vorgestellt.

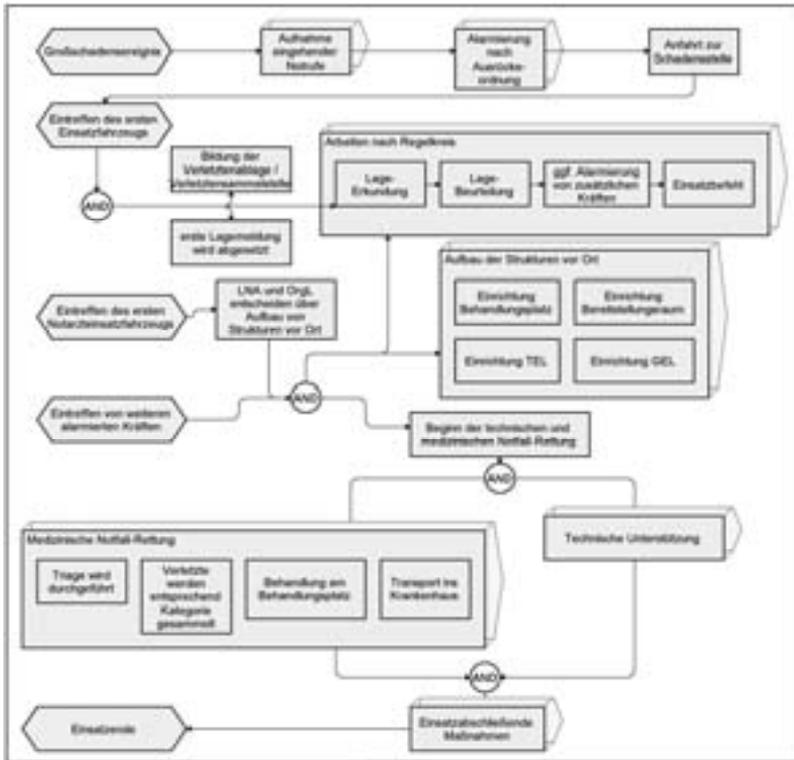


Abbildung 1: Darstellung für den Gesamtprozess bei der Bewältigung eines MANV

4 Technisches Konzept für die Systemarchitektur

Nachdem der aktuelle Forschungsstand dargestellt wurde und die technischen Anforderung an das System erhoben wurden, wird in diesem Abschnitt das bisher entwickelte Konzept für die Systemarchitektur präsentiert, welches in der weiteren Projektarbeit angepasst und verfeinert wird. Das Konzept baut auf den erhobenen Anforderungen, den Implikationen aus anderen Forschungsarbeiten sowie einem vordefiniertem aber modifizierbarem Dienstportfolio auf. In diesem Dienstportfolio sind sowohl grundlegende als auch erweiterte Dienste enthalten, von denen sich ein positiver Einfluss auf den Gesamteinsatzernfolg versprochen wird. Diese Dienste befassen sich z.B. mit Lageinformation und -bewertung, Triage, Ressourcenverwaltung und -steuerung,

Telemedizinische Dienste und semiautomatischem Monitoring, Panikvermeidung, Informationsdiensten sowie einer durchgängige Einsatzdokumentation.

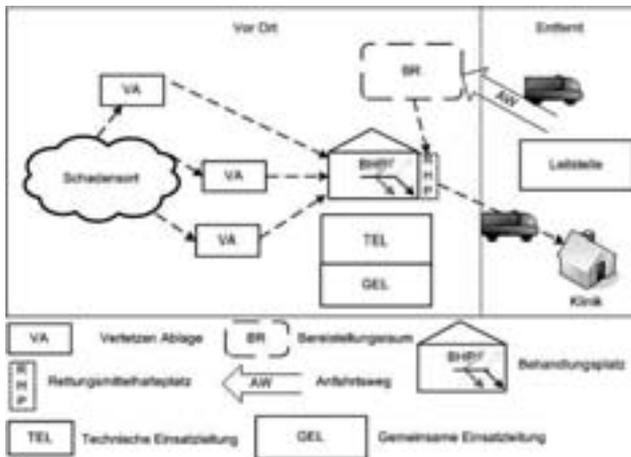


Abbildung 2: Örtliche Strukturen in einem MANV

Diese Dienste werden – bedingt durch die örtlichen Strukturen in einer MANV-Lage – in einer verteilten Umgebung benötigt (vergleiche (1) Abschnitt 3). Ein wichtiger Aspekt in der Konzeption ist daher die Dienstnutzung in dieser verteilten Umgebung. Ein klassischer Client-Server-Ansatz ist unzureichend, da in einem solchen Szenario nicht davon auszugehen ist, dass eine funktionierende Infrastruktur für einen breitbandigen Zugriff auf Serverfunktionen zur Verfügung steht. Ein Konzept in Anlehnung an die Führung der Feuerwehr beim MANV-Einsatzfall erscheint dagegen vielversprechender. Standardmäßig ist die entfernte Leitstelle die zentrale Koordinierungsstelle bei Notfalleinsätzen, bei einem MANV werden am Schadensort lokale Führungsstellen eingerichtet, die *Technische Einsatzleitung* und die *Gemeinsame Einsatzleitung*. Weiterhin kann abhängig von der Einsatzgröße ein Stab gebildet werden, welche von der Leitstelle oder anderen entfernten Örtlichkeiten wie z.B. eine Feuerwache Führungsaufgaben übernimmt. Diese Aufteilung in strategisches (entfernte Führung) und lokales (örtliche Führung) Management lässt sich auf das ALARM-System übertragen. Daher werden zwei Plattfortmtypen konzipiert, welche im Einsatz ein Dienstportfolio anbieten, das auf die zu unterstützenden Einsatzkräfte angepasst ist, die örtlich von einander getrennt sind und sich synchronisieren müssen (siehe Abbildung 3). Die beiden Plattformen sollen aber nicht unabhängig von einander entwickelt werden, vielmehr soll eine generische Basisplattform realisiert werden, welche durch eine dynamische Konfiguration von Komponenten und Diensten bzw. Dienstmodulen für den vorgesehenen Anwendungsbereich eingerichtet werden kann. Dieser Ansatz kann durch Konzepte aus dem Bereich *Service-Oriented Architectures* (SOA) realisiert werden. So wäre eine fest installierte strategische Plattform einer bestimmten Feuerwehr entsprechend ihrer Bedürfnisse angepasst. Die lokale(n) Plattform(en) für den MANV-Einsatzfall könnten einerseits in den entsprechenden Einsatzfahrzeugen dieser Feuerwehr ebenso konfiguriert auf den Bordrechnern installiert sein oder andererseits

erst im konkreten Einsatzfall und speziell auf diesen konfiguriert auf die Bordrechner migriert werden, das heißt die strategische Plattform würde die Instanziierung bzw. Replikation der lokalen Plattform steuern und realisieren. Ein Umgang mit mehreren gleichzeitig eintretenden Großschadenslagen mit einem MANV wäre damit systemseitig gesichert, da für jede MANV-Lage eine separate Lokale Plattform instanziiert werden kann.

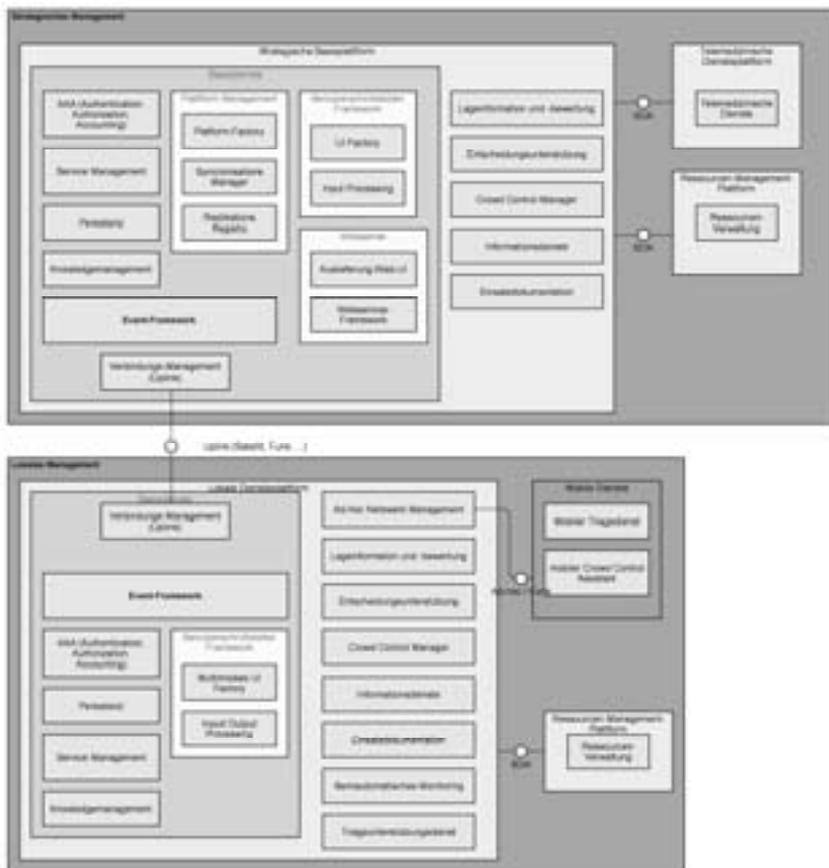


Abbildung 3: Überblick ALARM-Dienstplattformen

Weiterhin wird durch die getrennte Bereitstellung der Dienste über die beiden Plattformen eine Grundverfügbarkeit von Systemfunktionalität sichergestellt, so dass bei einer Störung bzw. Beeinträchtigung der Kommunikation zwischen strategischem und lokalem Management entscheidende Dienste weiterhin nutzbar sind (vergleiche (2) Abschnitt 3). Deshalb bietet die Plattform einerseits einen Synchronisationsbus über den verteilte Dienstinstanzen ihren Zustand synchronisieren können. So kann im Falle eines Verbindungsausfalls sofort auf der lokalen Dienstinstanz weitergearbeitet werden. Andererseits sollte die Zuverlässigkeit der Plattformverbindung maximiert werden,

was über die redundante Nutzung von Kommunikationstechnologien wie z.B. UMTS, GPRS/EDGE und Satellitendiensten³ mit *Seamless Handover* [ST08] ermöglicht werden soll. Die Nutzung von Kommunikationstechnologien mit unterschiedlichen Bandbreiten erfordert auf Dienstebene eine dynamische Anpassung der Dienste selbst sowie der kommunizierten Daten (Vorfilterung, Bündelung, Komprimierung). Eine Klassifizierung von Daten mit einer Priorisierungszuordnung einerseits soll die Steuerung des Kommunikationsflusses befähigen, so dass die wichtigsten Informationen vorangestellt übertragen werden. Andererseits sollen die Dienste *situation aware* bezüglich der verfügbaren Kommunikationsbandbreite sein, das heißt sie sind in der Lage sich eigenständig hinsichtlich der aktuellen als auch der zukünftigen Situation zu adaptieren.

Die Sicherheitsanforderungen (vergleiche (3) Abschnitt 3) werden im Rahmen der Systemarchitektur nebenläufig umgesetzt. Hierbei ist aus unserer Sicht insbesondere die vorgesehene Pseudonymisierung von hoher Relevanz, da hierdurch aufbauend auf einer grundlegenden AAA-Architektur⁴ eine weitere Absicherung der Daten gegen Missbrauch erreicht werden kann. Ein solcher Pseudonymisierungsdienst ist ausserdem ein gutes Beispiel für die genannte Duplikation und Synchronisation von Systemdiensten, da dieser in jedem Fall auf beiden Plattformebenen vorgehalten werden muss.

Zusammenfassend für die präsentierte Konzeption der ALARM-System-Architektur läßt sich sagen, dass ein zentraler Punkt in der Aufteilung der Basisplattform in zwei auf den jeweiligen Nutzungskontext adaptierten Teilplattformen liegt. Diese bieten Möglichkeiten zur Synchronisation zwischen Dienstinstanzen und zur automatischen Adaption an die Parameter der Plattformverbindung, so dass die gesamte Prozesskette im Rettungswesen über die Grenze zwischen lokalem und strategischen Management unterstützt werden kann.

5 Abschließende Betrachtung und weiteres Vorgehen

In dem Beitrag wurde die Konzeption für das ALARM-System zur Unterstützung von Rettungskräften in einer MANV-Lage mit dem Fokus auf eine verteilte Systemarchitektur und den sich daraus ergebenden Kommunikationsaspekten vorgestellt. Bedingt durch die fortlaufende Projektarbeit kann in diesem Beitrag kein Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich des präsentierten Architekturkonzepts erhoben werden. Allerdings sind die bisherigen Ansätze aus unserer Sicht vielversprechend, um der Herausforderung der Umsetzung dieses komplexen Systems zu begegnen und dienen als Grundstein für die weiterführende Konzeptionsarbeit. Diese wird sich mit der Schärfung des vorgestellten Konzepts befassen sowie näher auf die Anforderungen und das Design der grundlegenden und erweiterten Dienste eingehen.

³ Beispiele für Satellitendienste sind: Inmarsat, DSL via Satellit, Iridium OpenPort und Thuraya

⁴ AAA steht für Authentication, Authorization, Accounting

Darauf aufbauend wird im ALARM-Projekt eine Referenzimplementierung des Gesamtsystems erfolgen, die in mehreren praxisnahen Übungen, darunter auch eine Großübung von einem MANV-Szenario, evaluiert wird. Bei der Evaluierung werden zur Bewertung der optimierten Prozesse die im Projekt erhobenen Erfolgsindikatoren für den Gesamtprozess angewendet und ermöglichen so eine Auswertung und Bewertung des Einflusses des Systems auf die Prozesse.

Literaturverzeichnis

- [ER10] ERMA Projektseite, <http://erma-project.org/>, zuletzt besucht am 06.01.2010.
- [GA06] Gao T.; White D.: A next generation electronic triage to aid mass casualty emergency medical response. In: Engineering in Medicine and Biology Society, 2006. EMBS '06. 28th Annual International Conference of the IEEE, Volume Supplement, S. 6501–6504, Sept. 2006.
- [HE97] Herrmann, P.: High-Tech im Notfall. Der Anaesthetist, 46, S.727-730, 1997.
- [LO06] Löffler, J; Schon, J; Köhler, J.: SHARE: supporting large-scale rescue operations with communication and information services over mobile networks. In(ACM): MobiMedia '06: Proceedings of the 2nd international conference on Mobile multimedia communications, S. 1–6, New York, NY, USA, 2006
- [MA10] MANET Projektseite, www.manet-projekt.de, zuletzt besucht am 08.02.2010
- [OA10] Oasis Projektseite, <http://www.oasis-fp6.org>, zuletzt besucht am 06.01.2010.
- [OR10] Orgamir Projektseite, <http://www.orgamir.de/>, zuletzt besucht am 06.01.2010.
- [OR08] ORCHESTRA Consortium. ORCHESTRA – An Open Service Architecture for Risk Management, <http://www.eu-orchestra.org/docs/ORCHESTRA-Book.pdf>, 2008
- [RE10] Rettungsassistenzsystem TU Clausthal Projektseite, <http://www2.in.tu-clausthal.de/~Rettungsassistenzsystem>, zuletzt besucht am 06.01.2010.
- [SA10] SAFeR Projektseite, <http://www-cik.uni-paderborn.de/Forschung/SAFeR>, zuletzt besucht am 06.01.2010.
- [SK09] Skorning, M.; Bergrath, M.; Rörtgen, M.; Brokmann, J.C.; Beckers, S.K. Protogerakis, M.; Brodziak, M.; Rossaint. R.: "E-Health" in der Notfallmedizin - das Forschungsprojekt Med-on-@ix. Der Anaesthetist, 58(3) S.285–292, 2009.
- [SO08] Soboll, M.; Binder, B.; Quix, C., Geisler, S.: Prozessmodellierung der mobilen Datenerfassung für den Rettungsdienst bei einer Großschadenslage. In (Höhn, R; Linssen, O.). Vorgehensmodelle und Implementierungsfragen – Akquisition – Lokalisierung – soziale Maßnahmen – Werkzeuge. Tagungsband zum 16. Workshop der Fachgruppe WI-VM der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), S. 109-125, Düsseldorf, 09.04.2009.
- [ST08] Steuer, F.; Geithner, T.; Kaschwig, T.; Bür, K.; Albayrak, S.: A connectivity management system for vehicular telemedicine applications in heterogeneous networks. In (ICST): TridentCom '08: Proceedings of the 4th International Conference on Testbeds and research infrastructures for the development of networks & communities, S. 1–10, Brussels, Belgium, 2008.
- [XM10] xMotion Projektwebsite, http://www.kilab.uni-bremen.de/index.php?option=com_content&task=view&id=28&Itemid=52, zuletzt besucht am 06.01.2010.
- [ZI06] Ziegler, V.; Hiermann, E.; Kippnich, U.; Freibott, E.; Theiss, S.; Weidenhaupt, K. ; Rose, G.; Siebler, M.; Griewing. B.: Das Stroke Angel-Projekt - Computerunterstützte Optimierung der Schlaganfall-Versorgungskette In: Tagungsband des 79. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (DGN) mit Fortbildungsakademie, S. 20-24., Mannheim, 2006.