

Aus dem Institut für Multimediale und Interaktive Systeme
der Universität zu Lübeck

Direktor:
Prof. Dr. rer. nat. Michael Herczeg

Gebrauchstaugliche mobile Computersysteme im Regel- und Ausnahmebetrieb von Rettungsdiensten

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der Universität zu Lübeck
Aus der Sektion Informatik / Technik

vorgelegt von
Dipl.-Inf. Tilo Mentler
aus Demmin

Lübeck, 2015

Berichterstatter: Prof. Dr. rer. nat. Michael Herczeg

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Dr. h.c. Karl-Friedrich Klotz

Tag der mündlichen Prüfung: 30.07.2015

Zum Druck genehmigt. Lübeck, den 17.08.2015

Kurzfassung

Der Rettungsdienst stellt als Bindeglied zwischen der Ersten Hilfe durch Laien und der qualifizierten Versorgung in Krankenhäusern ein zentrales Element der Gefahrenabwehr und Daseinsvorsorge dar. Die zunehmend komplexen Einsatzsituationen sowie wachsenden Qualitätsansprüche in Politik und Gesellschaft können jedoch mit den etablierten Arbeits- und Kommunikationsmitteln kaum noch bewältigt werden. Sie werden daher mehr und mehr durch mobile computerbasierte Werkzeuge ergänzt oder ersetzt.

Diese Maßnahmen verändern zunächst die Arbeitsweisen der Notärzte und des Rettungsfachpersonals und die Organisation des rettungsdienstlichen Betriebs. Sie stellen keine Verbesserungen per se dar. Eine gesteigerte Datenqualität, durchgängige Informationsflüsse sowie die Akzeptanz der Benutzer hängen maßgeblich von der Gebrauchstauglichkeit der Anwendungssysteme und der Gestaltung ihrer Benutzungsschnittstellen ab.

Ausgehend von einer umfassenden Analyse der Domäne Rettungsdienst unter den Gesichtspunkten Benutzer, Aufgaben, Organisation und räumlicher, zeitlicher sowie rechtlicher Rahmenbedingungen, erfolgt in dieser Arbeit eine interdisziplinäre Einordnung dieses Nutzungskontextes.

Zentral ist die Feststellung, dass, unabhängig von konkreten Technologien, computergestützte Werkzeuge im Rettungsdienst und ihre Benutzer als ein mobiles, prozessorientiertes, sicherheitskritisches und komplexes sozio-technisches System betrachtet werden müssen. Daraus ergeben sich besondere Herausforderungen an die Gestaltung des Systems im Allgemeinen und an die Benutzungsschnittstelle im Speziellen.

Aus theoretischen Abwägungen und der praktischen Realisierung einer prototypischen Systemlösung für das Management von rettungsdienstlichen Großeinsätzen wird der Schluss gezogen, dass eine konsistente und integrierte Benutzungsschnittstelle für den Regelbetrieb bei individualmedizinischen Transport- und Notfalleinsätzen sowie den Ausnahmebetrieb bei Massenanfällen von Verletzten notwendig und möglich ist.

Stichwörter

Gebrauchstauglichkeit; Rettungsdienst; Regelbetrieb; Ausnahmebetrieb; Menschzentrierte Entwicklung; Usability-Engineering

Abstract

Emergency Medical Services represent the link between first aid by laypeople and qualified medical care in hospitals. They are an important part of emergency response and public services. However, increasingly complex missions and enhanced quality requirements of politics and society can hardly be handled with established tools. Therefore, they are replaced or complemented by mobile interactive systems gradually.

First and foremost, these measures change emergency physicians' and paramedics' workflows as well as overall organizational aspects of pre-hospital medical care. They are no enhancement per se. Usability of applications and their user interfaces is crucial for improved data quality, flow of information and users' acceptance of technologies.

In this paper, the application domain of Emergency Medical Services is analyzed in terms of users, tasks, organizational structures, working conditions and legal regulations. Based on these insights, the context of use is classified using interdisciplinary approaches.

The essential finding of this research work is that any computer-based tools for Emergency Medical Services and their users have to be regarded as mobile, complex, process-oriented and safety-critical socio-technical system. As a consequence, designing interactive systems for Emergency Medical Services in general and user interfaces in particular are specific challenges.

Based on theoretical considerations and the implementation of an interactive prototype for managing mass casualty incidents in the field it is concluded that an consistent and integrated user interface for daily job routine and extraordinary missions of Emergency Medical Services is necessary and possible.

Keywords

Usability; Emergency Medical Services; Standard Operations; Emergency Procedures; User-Centered System Design; Usability Engineering

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	III
Abstract	IV
Inhaltsverzeichnis	V
Vorwort	IX
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung der Arbeit	4
1.3 Aufbau der Arbeit	6
2 Einführung in den Nutzungskontext Rettungsdienst	8
2.1 Grundbegriffe	9
2.2 Regel- und Ausnahmebetrieb	11
2.3 Rettungsdienstliche Grundprinzipien	12
2.3.1 Präklinische Tätigkeit von Ärzten	12
2.3.2 Rettung von Notfallpatienten	13
2.3.3 Organisation des Regelbetriebs	13
2.3.4 Organisation des Ausnahmebetriebs	14
2.4 Einsatz interaktiver Systeme	15
2.4.1 Dokumentation und Information	15
2.4.2 Telemedizin	16
2.4.3 Herausforderungen und Lösungsansätze	16
2.5 Fazit	17
3 Benutzeranalyse	18
3.1 Grundlagen	18
3.2 Notärzte	19
3.3 Rettungsfachpersonal	22

3.4	Fazit	25
4	Aufgabenanalyse	26
4.1	Grundlagen.....	26
4.2	Regelbetrieb.....	28
4.3	Ausnahmebetrieb.....	33
4.4	Fazit	39
5	Organisationsanalyse	40
5.1	Grundlagen.....	40
5.2	Rettungskette und Rettungsleitstelle	41
5.3	Regelbetrieb.....	43
5.4	Ausnahmebetrieb.....	45
5.5	Fazit	50
6	Umweltanalyse	52
6.1	Grundlagen.....	52
6.2	Arbeitsumgebung	53
6.2.1	Physikalische und chemische Faktoren.....	54
6.2.2	Soziale und organisatorische Faktoren	56
6.3	Gesellschaftliche Rahmenbedingungen	57
6.3.1	Politisch-rechtliche Aspekte.....	57
6.3.2	Sozio-kulturelle Aspekte.....	58
6.4	Fazit	59
7	Wissenschaftliche Einordnung.....	61
7.1	Mobilität und mobiler Kontext.....	61
7.2	Komplexität soziotechnischer Systeme	63
7.3	Prozessführung	65
7.4	Sicherheitskritikalität.....	68
7.5	Papierbasierte Arbeitsmittel	69
7.6	Fazit	71
8	Existierende Ansätze für den Regelbetrieb	72

8.1	CANIS	72
8.2	DINO	75
8.3	NAPROT	78
8.4	NOAH	80
8.5	Pocket-PC	83
8.6	TCIMS	85
8.7	Fazit	88
9	Existierende Ansätze für den Ausnahmebetrieb	89
9.1	AID-N	90
9.2	ALARM	92
9.3	e-Triage	94
9.4	SOGRO	96
9.5	SpeedUp	98
9.6	TUMult	100
9.7	Fazit	102
10	Eigener Ansatz für den Regel- und Ausnahmebetrieb	103
10.1	Grundlagen	103
10.2	Verständnis des Nutzungskontextes	105
10.3	Spezifikation der Anforderungen	106
10.4	Entwicklung der Lösung	114
10.4.1	Wahl des mobilen Endgerätes	114
10.4.2	Realisierung der Benutzungsschnittstelle	116
10.4.3	Aufbau der Benutzungsschnittstelle	117
10.4.4	Digitale Patientenanhängekarte	121
10.4.5	Übersichtsdokumentation	123
10.5	Evaluation der Lösung	125
10.6	Fazit	130
11	Zusammenfassung und Ausblick	131
11.1	Zusammenfassung	131

11.1.1	Eigenschaften des Nutzungskontext Rettungsdienst	131
11.1.2	Ansätze für mobile interaktive Systeme im Rettungsdienst	135
11.1.3	Gestaltung der Benutzungsschnittstelle	136
11.1.4	Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit des Ansatzes	137
11.1.5	Empfehlungen für die Digitalisierung der Rettungsdienste	138
11.1.6	Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf andere Domänen	140
11.2	Ausblick	141
11.2.1	Gesundheitswesen	141
11.2.2	Katastrophen- und Krisenmanagement	142
11.2.3	Sicherheitskritische Mensch-Maschine-Systeme	142
11.3	Abschließendes Fazit	143
	Abbildungen	144
	Tabellen.....	149
	Literaturverzeichnis	150
	Normen und Standards	176
	Abkürzungen.....	177
	Glossar.....	181
	Anhang	190
	Inhalte des 80-stündigen Kurses in der Notarztausbildung	190
	DIVI-Notarzteinsatzprotokoll für den Regelbetrieb	192
	mSTaRT-Sichtungsalgorithmus für den Ausnahmebetrieb	194
	Patientenanhängekarten für den Ausnahmebetrieb	195
	Übersichtsdokumentation für den Ausnahmebetrieb	198
	Bildschirmmasken des Prototyps	201

Vorwort

*Der junge Alexander eroberte Indien.
Er allein?
Cäsar schlug die Gallier.
Hatte er nicht wenigstens einen Koch bei sich?
Bertolt Brecht (1936, zitiert nach Knopf (2007))*

Diese Arbeit hat erwartungsgemäß nur einen Autor. Dennoch gibt es Viele, ohne die sie nicht entstanden wäre. Sie sollen und dürfen an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben.

Mein Dank gilt zunächst Prof. Dr. Michael Herczeg. Er hat diese Arbeit ermöglicht, mich fachlich unterstützt und mir gerade in den stürmischen Phasen immer den Rücken gestärkt. Weiterhin danke ich Prof. Dr. med. Dr. h. c. Karl-Friedrich Klotz, der dankenswerterweise, ganz im Sinne ihrer interdisziplinären Ausrichtung, die Zweitberichterstattung dieser Arbeit übernommen hat.

Ich danke allen Kolleginnen und Kollegen, mit denen ich in den letzten Jahren am Institut für Multimediale und Interaktive Systeme der Universität zu Lübeck zusammenarbeiten durfte. Dies waren Amelie Roenspieß, Anja Minzlaff, Anna Hüttig, Christian Wolters, Felix Schmitt, Florian Scharf, Georg Jahn, Hannelore Lamp, Jork Milde, Jörg Cassens, Katharina Weiß, Marc Paul, Martin Christof Kindsmüller, Michael Sengpiel, Nicole Jochems und Thomas Winkler. Dankend erwähnt sei Martin Christof auch dafür, dass er mir die Idee wissenschaftlichen Arbeitens nähergebracht und mich bei ihrer Verfolgung unterstützt hat.

Weiterhin möchte ich mich herzlich bei den Studierenden bedanken, die sich im Rahmen von Qualifizierungsarbeiten oder anderer Tätigkeiten in die Projektarbeiten eingebracht haben. Hier sind insbesondere Mathias Stoislow, René Kutschke und Sophie Jent zu nennen.

Meiner Familie und meinen Freunden habe ich zu verdanken, dass diese Arbeit immer ihren angemessenen Platz in meinen Leben eingenommen hat. Sie haben für die notwendige Zerstreuung ebenso gesorgt, wie durch ihre Unterstützung zu meiner Motivation beigetragen.

Meinen Eltern, Siegfried und Marita Mentler, kann ich mit Worten kaum für all das danken, was sie für mich sind und was sie für mich getan haben. Ich hoffe, dass ich wenigstens einen Teil dessen zurückgeben kann, was ich erhalten habe.

Zu guter Letzt danke ich Katharina Fey. Für echte Liebe und gar sehr viel mehr.

1 Einleitung

„Die Bedeutung der Information, Registrierung und Dokumentation im Zusammenhang mit Schadensereignissen aller Art wird häufig nicht so gewürdigt, wie dies im Interesse der Allgemeinheit sowie noch mehr der Betroffenen und der zur Auswertung Verpflichteten notwendig ist.“

Ernst Rebentisch (1991)

Die präklinische Versorgung und der Transport Verletzter oder Erkrankter haben sich in den letzten 100 Jahren infolge medizinischen Fortschrittes, medizintechnischer Entwicklungen sowie gesellschaftlicher und politischer Umbrüche stark verändert. Beschränkten sich die Helfer zu Zeiten des Ersten Weltkrieges noch auf das Anlegen von Verbänden und den Abtransport vom Einsatzort, setzte sich in den folgenden Jahrzehnten das Prinzip durch, der Arzt müsse zum Verletzten kommen und nicht der Verletzte zum Arzt (Ahnefeld & Brandt, 2002; Asche, 1979; Jantzen et al., 2008; Schlaeger et al., 2004).

Während der Einsatzdokumentation bis Mitte des 20. Jahrhunderts keine besondere Bedeutung beigemessen wurde, gilt sie heutzutage als wesentliche Voraussetzung für eine optimale Versorgung der Patienten. Sie kann den Unterschied zwischen Leben und Tod ausmachen (Holzman, 1999). Nachrangig, aber nicht zu vernachlässigen, ist ihre Relevanz für die rechtliche Absicherung der Einsatzkräfte sowie als Grundlage verwaltungstechnischer Abläufe, organisationalen Lernens und des Qualitätsmanagements (Gorgaß et al., 2005; Lutomsky & Flake, 2003; Ziegenfuß, 2007). Nach einer Einführung in die hiermit verbundene Problemstellung in Abschnitt 1.1 werden im Abschnitt 1.2 die Ziele der Arbeit vorgestellt. Schließlich wird in Abschnitt 1.3 ein Ausblick auf die Struktur und die Inhalte der folgenden Kapitel gegeben.

1.1 Problemstellung

Die korrekte Erfassung und Weitergabe relevanter Einsatzdaten mit papierbasierten Arbeitsmitteln (siehe Abbildung 1) ist sowohl im zivilen als auch im militärischen Bereich eher die Ausnahme als die Regel (Bergrath et al., 2011; Holzman, 1999; Mentges et al., 1997). Im Zusammenhang mit einzelnen Patienten können unvollständige oder fehlerhafte Aufzeichnungen zu unangemessenen Folgehandlungen führen oder mit aufwendigen Nacharbeiten verbunden sein (z. B. durch telefonische Rückfragen). Bei Schadensereignissen mit

einer Vielzahl Betroffener (z. B. bei einem Flugzeugabsturz) erschweren sie die Kommunikation, Koordination und Kooperation der Einsatzkräfte vor Ort sowie mit räumlich entfernten Helfern (Bemelman & Leenen, 2008; Mohammed et al., 2006; Nelson, 2008; O'Neill, 2005; Pryor, 2009; Scholz, 2008).



Abbildung 1: Beispiele für die Dokumentation im Regeldienst (links) und bei größeren Schadenslagen (rechts)

In ihrer Analyse des Einsatzes nach dem Zugunglück von Eschede im Juni 1998, bei dem 101 Menschen starben und 88 schwer verletzt wurden, führen Hüls und Oestern (1999, S. 27) diese Probleme unmittelbar auf die gegenwärtig genutzten Arbeitsmittel zurück. Sie fordern:

„Nach unseren Erfahrungen muß die Dokumentation am Unfallort neu überdacht werden [...]. Das Ausfüllen der Verletztenkarten ist zeitraubend, oft unvollständig und uneinheitlich, hinsichtlich des Informationsgewinns vor Ort eine aktuelle Übersicht zu behalten im Ergebnis ungeeignet. Schadenslagen, die einen schnellen Abtransport von Verletzten ermöglichen - heute die Regel in unseren Breiten - brauchen ein angemessenes System auch der Dokumentation - im Zeitalter der EDV und Kommunikationstechnik sind hier sicher effizientere Lösungen denkbar. [...] Die jetzige Lösung ist jedenfalls unbefriedigend und wird den rettungsdienstlichen Bedingungen in unserem Land nicht gerecht.“

Verallgemeinernd, d. h. unabhängig von der Anzahl der Patienten und des konkreten Einsatzgeschehens, kann festgestellt werden, dass die Anforderungen, die „an ein Dokumentationsinstrument im Notarztdienst gestellt werden [...] mittels handschriftlicher Protokollierung kaum zu erfüllen [sind]“ (Ellinger, Luiz & Obenauer, 1997, S. 492).

Unter anderem aus diesen Gründen wird die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Rettungswesen in Form maschinenlesbarer Protokolle, elektronischer Datenverarbeitung und mobiler interaktiver Computersysteme bereits seit Ende der 1980er-Jahre diskutiert. Entsprechende Prototypen wurden in zahlreichen Studien, teils im Feld, evaluiert. Durch den Ersatz oder die Ergänzung papierbasierter Arbeitsmittel mit computerbasierten Werkzeugen sollen Informationsflüsse durchgängiger gestaltet und die Datenqualität verbessert werden (Adams et al., 2009; Ellinger, Luiz & Obenauer, 1997; Felleiter et al., 1995; Koval & Dudziak, 1999; Leitner, Ahlström & Hitz, 2007; Windolf et al., 1992).

Derzeit sind Papierprotokolle noch immer das vorherrschende Medium in der präklinischen Notfall- und Rettungsmedizin. Dies wird sich jedoch u. a. in Deutschland mittelfristig ändern. In einer 2009 durchgeführten Onlineumfrage von Mann et al. (2011) gab die Mehrheit der Verantwortlichen für das rettungsdienstliche Qualitätsmanagement an, die Einführung einer elektronischen Einsatzdokumentation zu planen oder schon konkret vorzubereiten. Auch die potenziellen Benutzer entsprechender Lösungen scheinen für diesen Schritt bereit zu sein, soweit sich dies aus Befragungen von Rettungsdienstmitarbeitern und informellen Rückmeldungen einzelner Einsatzteams nach Testläufen schlussfolgern lässt (Donner et al., 2011; Luiz et al., 2013; Luiz, Jung & von Lengen, 2011).

Die Bereitstellung von Computern und Netzwerkzugängen allein gewährleistet allerdings noch keine gesteigerte Effizienz im Vergleich zur papiergestützten Arbeit. Sie kann sich nur dann ergeben, wenn alle Systemkomponenten aufeinander, auf den Anwendungsbereich, auf die Arbeitsabläufe, auf die weiteren Arbeitsmittel und insbesondere auf die Benutzer abgestimmt sind. Andernfalls würden Letztere durch die eigentlich zu ihrer Unterstützung und Entlastung gedachten Systeme zusätzlich belastet – ein Paradoxon moderner Arbeit (Jacko & Sears, 2003, S. 116; Sellen & Harper, 2002).

Die *Gebrauchstauglichkeit (Usability)* eines Produktes, d. h. das Ausmaß, in dem es „[...] durch bestimmte Nutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen“ (DIN EN ISO 9241-11:1999), wird maßgeblich von der Gestaltung der *Benutzungsschnittstelle (Mensch-Computer-Schnittstelle, User Interface)* beeinflusst.¹ Diese wirkt bestenfalls als Vermittler und schlimmstenfalls als Hindernis zwischen den Absichten des Benutzers und ihrer Umsetzung mithilfe eines Computers (van Dam, 1997). Norman (1986, S. 61) und Raskin (2000, S. 5) stimmen darin überein, dass die Mensch-Computer-Schnittstelle für den Benutzer das eigentliche Anwendungssystem darstellt.^{2,3} Ihre unzureichende Gestaltung kann die Eignung eines computerbasierten Werkzeugs infrage stellen oder ausschließen – unabhängig davon, wie ausgezeichnet es hinsichtlich anderer Aspekte auch sein mag (Raskin, 2000; Vicente, 1999).

¹ Auf den Begriff Nutzungskontext wird in Kapitel 2 genauer eingegangen. Effektivität ist als Maß der Vollständigkeit und Genauigkeit der Zielerreichung definiert; Effizienz als Verhältnis zwischen Effektivität und Aufwand an Ressourcen. Unter Zufriedenheit wird die Freiheit von Beeinträchtigungen sowie die positive Einstellung gegenüber dem Produkt verstanden (DIN EN ISO 9241-11:1999).

² Raskin: „As far as the customer is concerned, the interface is the product“.

³ Norman: „From the point of view of the user, the interface is the system“.

In medizinischen Kontexten trägt die Gebrauchstauglichkeit der interaktiven Systeme entscheidend dazu bei, Behandlungsfehler zu vermeiden und die Akzeptanz durch Fachkräfte und Patienten zu gewährleisten (Backhaus, 2010, S. 23; Hochheiser & Shneiderman, 2011; Kay, 2005; Matern & Büchel, 2011; Nielsen, 2005; Paulheim et al., 2009; Wieser, 2001). Die Herausforderung aufgaben- und benutzergerechter Mensch-Computer-Schnittstellen wird im Hinblick auf den Rettungsdienst durch folgende Faktoren noch vergrößert:

1. den *mobilen Kontext des Arbeitssystems*, in dem die „*Vielfalt der Situationen und Besonderheiten [...] ungleich größer*“ (Herczeg, 2009, S. 106) ist als unter stationären Bedingungen mit festen Arbeitsplätzen, die ggf. unter ergonomischen Gesichtspunkten gestaltet wurden;
2. die *sicherheits- und zeitkritische Anwendungsdomäne*, in der Interaktionsfehler oder -verzögerungen schwerwiegende Folgen für den Gesundheitszustand der Patienten und die Arbeitszufriedenheit der Einsatzkräfte haben können;
3. die *wachsenden Ansprüche an Notärzte* als „*vorverlagerter Arm der Klinik*“ (Gorgaß et al., 2005, S. 17) und Einsatzfahrzeuge mit qualifizierter Besatzung als „*mobile klinische Einrichtungen*“ (Gorgaß et al., 2005, S. 17).

Den vorherigen Punkt aufgreifend sollte die teils misslungene Einführung computerbasierter Werkzeuge in Krankenhäusern zwischen 1960 und 1970 als warnendes Beispiel bei der umfangreichen Digitalisierung der Rettungsdienste dienen. Die damals geringe Akzeptanz und Verbreitung interaktiver Systeme im klinischen Umfeld kann retrospektiv nicht nur mit den Kosten oder der technischen Unzuverlässigkeit der Lösungen begründet werden. Ursachen sind auch in einer unzureichenden Gestaltung der Schnittstellen zwischen Mensch und Technik zu finden (Cantrill, 2010; Friedman & Gustafson, 1977).

Nestler (2010, S. 88) stellt fest, dass bei rettungsdienstlichen Einsätzen mit einer Vielzahl Verletzter oder Erkrankter theoretisch zahlreiche computergestützte Technologien Anwendung finden könnten. Er betont, dass dabei aber die charakteristischen Nutzungsbedingungen berücksichtigt werden müssen (z. B. die Zeitkritikalität). Hinsichtlich einer gebrauchstauglichen Lösung müssen insbesondere die Fähigkeiten, Potenziale und Grenzen der Benutzer maßgebende und einschränkende Leitlinien sein.

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Die vorliegende Arbeit adressiert verschiedene Teilziele. Erstens soll sie einen *Beitrag zur Entwicklung und Etablierung gebrauchstauglicher computerbasierter Werkzeuge und Systeme im Rettungsdienst* leisten. Zweitens soll sie *Hinweise zur Gestaltung interaktiver Systeme in mobilen sicherheitskritischen Kontexten* allgemein geben. Drittens soll sie auf den *fließenden Übergang zwischen alltäglichen und außergewöhnlichen Nutzungssituationen* eingehen, der nicht nur in der präklinischen Notfallmedizin auftritt, sondern auch für andere Domänen (z. B. Flugwesen) charakteristisch ist. Er wurde aufgrund der meist entweder aufgaben- oder ereignisbezogenen Betrachtungsweise bei der Analyse, Modellierung und Gestaltung von Mensch-

Maschine-Systemen bislang nur unzureichend berücksichtigt. Um diese Ziele erreichen zu können, werden traditionell mit der Großtechnik verknüpfte Themenkomplexe wie die *Komplexität soziotechnischer Systeme, Prozessführung, sicherheitskritische Mensch-Maschine-Systeme* oder *Ergonomie (Human Factors)* auf die *Datenverarbeitung, Informationsdarstellung und Interaktion mit portablen Endgeräten* übertragen. In einer interdisziplinär geprägten Abwägung zwischen dem technisch Möglichen und dem praktisch Machbaren werden folgende Problemstellungen aufgegriffen:

1. Welche charakteristischen Eigenschaften weist der Rettungsdienst als Nutzungskontext mobiler computerbasierter Werkzeuge und Systeme auf?
2. Welche technologischen und gestalterischen Ansätze für diese Anwendungsdomäne wurden bereits mit welchen Ergebnissen diskutiert und evaluiert?
3. Wie ist eine Benutzungsschnittstelle zu gestalten, die den Besonderheiten dieses Nutzungskontextes Rechnung trägt?
4. Erhöhen die erarbeiteten Bedienkonzepte und Interaktionselemente einerseits die Akzeptanz und andererseits die Gebrauchstauglichkeit mobiler computerbasierter Lösungen im Rettungsdienst?
5. Welche Empfehlungen sind aus Sicht der Fachgebiete Medieninformatik und Mensch-Computer-Interaktion für die weitere Digitalisierung des Rettungsdienstes zu geben?
6. Inwiefern können Erkenntnisse verallgemeinert oder auf andere Anwendungsdomänen übertragen werden?

Die Beantwortung dieser Fragen basiert im Rahmen der prozessorientierten und menschenzentrierten Entwicklung eines prototypischen, mobilen, computerbasierten Dokumentations- und Informationssystems für rettungsdienstliche Großeinsätze auf folgenden Perspektiven:

- *Theorie*, d. h. das Verständnis der Begriffe, Konzepte und Methoden der jeweiligen Themengebiete durch Literaturrecherche;
- *Erfahrungswissen*, d. h. die Berücksichtigung der Erkenntnisse anderer nach praktischer Ausführung ihrer Tätigkeiten. Hierzu wurden Interviews und Workshops mit mehr als 40 Einsatzkräften durchgeführt sowie sozialwissenschaftliche und notfallmedizinische Fortbildungen, Workshops, Tagungen und Fachmessen besucht;
- *Praxis*, im Sinne der eigenen Beobachtung von Großübungen in zwei Bundesländern (Nordrhein-Westfalen, Hamburg), der Begleitung einer regulären Nachtschicht sowie der Evaluation des Prototyps im Rahmen einer Einsatzübung.

Diese Aspekte werden in der nachfolgend beschriebenen Struktur erläutert. Sie spiegeln den *menschzentrierten Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme nach DIN EN ISO 9241-210:2010* in linearisierter Form wider. Er reicht von der Analyse aller für die Entwicklung relevanten Aspekte bis zur Evaluation des Anwendungssystems.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in 11 Kapitel (siehe Abbildung 2). Dieser Aufbau soll dem Leser/der Leserin ermöglichen, die Schritte und Überlegungen bei der Konzeption und Realisierung des in dieser Arbeit verfolgten Ansatzes nachzuvollziehen.

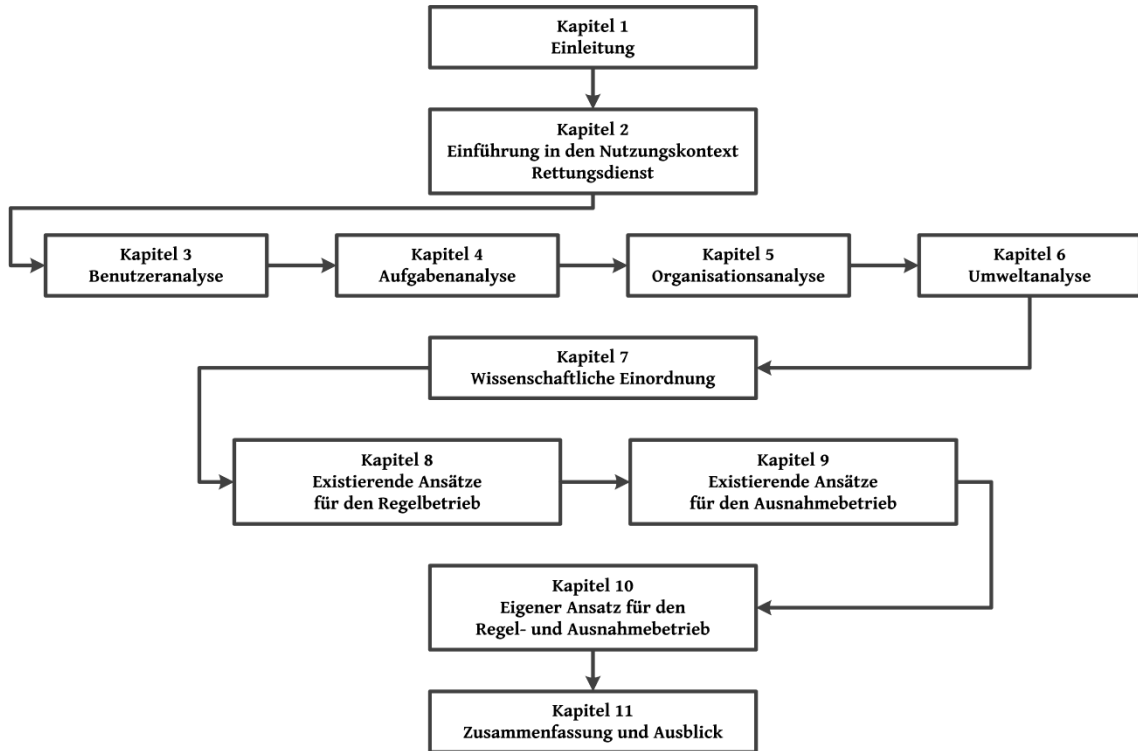


Abbildung 2: Gliederung der Arbeit

In Kapitel 1 werden die Problemstellung, die Zielsetzung und der Aufbau dieser Arbeit erläutert. Im zweiten Kapitel erfolgt eine Einführung in den Nutzungskontext Rettungsdienst und die für das weitere Verständnis notwendigen Begriffe. Anschließend wird die grundlegende Unterscheidung zwischen dem *Regelbetrieb* bei Rettungsdienst-Einsätzen mit wenigen Patienten und dem *Ausnahmebetrieb* bei Schadensereignissen mit vielen Betroffenen etabliert. Abschließend werden *Grundprinzipien der Notfallversorgung* sowie der *organisatorischen Strukturen und Abläufe* kurz gegenübergestellt.

In den Kapiteln 3-6 wird der Nutzungskontext Rettungsdienst hinsichtlich der *Benutzer*, ihrer *Aufgaben*, der *Organisationsstrukturen und Abläufe* sowie der *weiteren Rahmenbedingungen (Arbeitsumgebung, rechtliche und gesellschaftliche Einflüsse)* analysiert. Hierbei werden sowohl der rettungsdienstliche Regelbetrieb als auch der Ausnahmebetrieb berücksichtigt.

In Kapitel 7 erfolgt eine Charakterisierung des Nutzungskontextes Rettungsdienst hinsichtlich der Aspekte *Mobilität, Komplexität soziotechnischer Systeme, Prozessführung* und *sicherheitskritischer Mensch-Maschine-Systeme*. Weiterhin wird auf die spezifischen Herausforderungen bei der *Ergänzung oder Ablösung papierbasierter durch computerbasierte Arbeitsmittel* eingegangen.

Zur Einordnung und Abgrenzung der vorliegenden Arbeit sowie zur Einbeziehung entsprechender Ergebnisse und Schlussfolgerungen werden in den Kapiteln 8 und 9 *themenverwandte Projekte und Arbeiten* vorgestellt. Die Lektüre ist für das Verständnis der nachfolgenden Kapitel nicht zwingend notwendig, wird jedoch aufgrund der dargestellten Vielfalt der technischen und gestalterischen Ansätze empfohlen.

Die *Konzeption, Realisierung und Evaluation des zentralen Ansatzes dieser Arbeit* wird in Kapitel 10 erläutert. Kapitel 11 *fasst die vorliegende Arbeit zusammen* und schließt mit einem *Ausblick auf weiteren Forschungs- und Entwicklungsbedarf* zu computerbasierten Lösungen im Rettungsdienst, im Katastrophen- und Krisenmanagement, im Gesundheitswesen und in sicherheitskritischen Anwendungsdomänen allgemein.

Aufgrund ihrer interdisziplinären Ausrichtung zwischen Informatik, Psychologie, Arbeitswissenschaften, Ingenieurwissenschaften, Interaktionsdesign, Notfallmedizin sowie rettungsdienstlicher Praxis enthält die vorliegende Arbeit zahlreiche Begriffe und Konzepte, die in den einzelnen Disziplinen nicht verwendet oder unterschiedlich aufgefasst werden. Zum besseren Verständnis werden deshalb alle relevanten Begriffe und Abkürzungen in einem *Abkürzungsverzeichnis* bzw. *Glossar* aufgeführt.

Wörter, Wortgruppen oder Sätze, die aufgrund ihrer Relevanz oder zur besseren Lesbarkeit besonders hervorgehoben werden sollen, sind *kursiv* ausgezeichnet. *Abbildungen* wurden, sofern es sich um konkrete Bildschirmmasken oder Nutzungssituationen handelt, mit entsprechenden Verweisen direkt aus den jeweiligen Publikationen übernommen. Auflösung und Qualität hängen daher von der jeweiligen Quelle ab. *Abstraktere Grafiken und Diagramme* wurden dagegen mit dem Hinweis auf die Originaldarstellungen in einem einheitlichen Design nachgebildet. Sofern bei einer Abbildung keine Quelle angegeben ist, handelt es sich um eine Aufnahme oder eine Zeichnung des Verfassers dieser Arbeit.

2 Einführung in den Nutzungskontext Rettungsdienst

„Verbandkästen für erste Hilfe, Rettungsanstalten, Ausrüstungen der Rettungsgesellschaften, das Rettungswesen bei Feuers- und Wassergefahr mit den mannigfachen Geräthen und Apparaten, die Einrichtungen des Rettungsdienstes bei der See- und Binnenschiffahrt, dann Wohlfahrtseinrichtungen u. s. w. sollen zur Schau gelangen.“

Langenbeck's Archives of Surgery (1893)

Wie sich aus der in Abschnitt 1.1 angeführten Definition ableiten lässt, stellt Gebrauchstauglichkeit keine inhärente Eigenschaft eines Anwendungssystems dar. Sie kann nur im Zusammenhang mit dem jeweiligen *Nutzungskontext (Context of Use)* beurteilt werden. Er umfasst nach DIN EN ISO 9241-110:2006 *„die Benutzer, Arbeitsaufgaben, Arbeitsmittel (Hardware, Software und Materialien) sowie [die] physische und soziale Umgebung, in der das Produkt genutzt wird“*. Diese verschiedenen Aspekte eingehend zu verstehen, ist eine interdisziplinäre Problemstellung, die nur mit den Methoden und Werkzeugen verschiedener Wissenschaftsbereiche und Fachdisziplinen zu bewältigen ist. Hierzu zählen u. a. Arbeitswissenschaft, Sozial- und Geisteswissenschaften sowie Informatik und Design (Bevan, 1995; Herczeg, 2009; Schmitz, 2007).⁴

Vor der nach Benutzern, Aufgaben, Organisation, Arbeitsumgebung und weiteren rechtlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen gegliederten Analyse des Nutzungskontextes Rettungsdienst in den Kapiteln 3-6 werden im Abschnitt 2.1 zunächst grundlegende Begriffe des Rettungswesens eingeführt. Darauf aufbauend wird in Abschnitt 2.2 die für die weiteren Ausführungen essenzielle Unterscheidung zwischen Regel- und Ausnahmebetrieb etabliert. Anschließend werden unterschiedliche Konzepte rettungsdienstlicher Praxis gegenübergestellt (siehe Abschnitte 2.3). Abschließend wird überblicksartig und in Vorbereitung der Kapitel 8 und 9 auf mobile interaktive Systeme im Rettungswesen eingegangen (siehe Abschnitt 2.4) und ein kurzes Fazit gezogen (siehe Abschnitt 2.5).

⁴ Es steht dabei nicht im Widerspruch zur Kontextabhängigkeit der Gebrauchstauglichkeit, bei der Entwicklung interaktiver Systeme allgemeiner formulierte Leitfäden (z. B. Smith und Mosier (1986)) oder abstrakter beschriebene Gestaltungsmuster zu berücksichtigen. Diese Hilfsmittel können wesentlich zur Gebrauchstauglichkeit der Lösungen beitragen, sind jedoch allein nicht ausreichend.

2.1 Grundbegriffe

Rettenngsdienst (*Emergency Medical Services, EMS*)⁵ ist definiert als die „öffentliche Aufgabe der Gesundheitsvorsorge und der Gefahrenabwehr, die sich in Notfallrettung und Krankentransport gliedert“ (DIN 13050:2009). In Einklang mit dem allgemeinen Sprachgebrauch und der Fachliteratur werden unter diesem Begriff nachfolgend jedoch weniger die Aufgabe per se verstanden, sondern die mit ihrer Bewältigung beauftragten Personen und Organisationen zusammengefasst (Asche, 1979; Hennes, 2001; Schmiedel & Behrendt, 2011).

Wie aus der einleitenden Definition hervorgeht, können rettungsdienstliche Einsätze prinzipiell in *Krankentransporte* und *Notfallrettungen* unterschieden werden (siehe Tabelle 1).

Einsatzart	Definition nach DIN 13050:2009
Krankentransport	Transport von Erkrankten, Verletzten oder sonstigen hilfsbedürftigen Personen, die keine Notfallpatienten sind, und die fachgerechte Betreuung in einem Krankenkraftwagen durch dafür qualifiziertes Personal
Notfallrettung	organisierte Hilfe, die in ärztlicher Verantwortlichkeit erfolgt und die Aufgabe hat, bei Notfallpatienten am Notfallort lebensrettende Maßnahmen oder Maßnahmen zur Verhinderung schwerer gesundheitlicher Schäden durchzuführen, gegebenenfalls ihre Transportfähigkeit herzustellen und diese Personen gegebenenfalls unter Aufrechterhaltung der Transportfähigkeit und Vermeidung weiterer Schäden in eine weiterführende medizinische Versorgungseinrichtung zu befördern

Tabelle 1: Krankentransport und Notfallrettung als Einsatzarten im Rettungsdienst

Diese Gliederung ist jedoch nur grob und nicht ausreichend. So kann der Transport eines Notfallpatienten, der sich nicht mehr am Notfallort befindet, beispielsweise zwischen klinischen Einrichtungen, dem Wortlaut nach weder als Krankentransport noch als Notfallrettung bezeichnet werden. Auch wird nicht zwischen der Versorgung einzelner und mehrerer Patienten an einem Notfallort unterschieden. Zusätzlich zu den in Tabelle 1 beschriebenen Einsatzarten müssen bei rettungsdienstlichen Einsätzen daher noch *Intensivtransporte* und *Massenanfälle* unterschieden werden (siehe Tabelle 2).

⁵ Die World Health Organization (2008, S. 12) empfiehlt die englischen Begriffe *Out-of-hospital Emergency Medical Services* oder *Out-of-facility Emergency Medical Services*. Nach ihrer Definition umfasst der Begriff *Emergency Medical Services (EMS)* die prä- und innerklinische Notfallversorgung. Allerdings werden in der Fachliteratur stationäre Notaufnahmen oftmals als *Emergency Departments* bezeichnet und von der außerklinischen Versorgung unterschieden (siehe z. B. Paul et al. (2008)).

Einsatzart	Definition nach DIN 13050:2009
Intensivtransport	Sekundäreinsatz zur Beförderung eines intensivüberwachungs- und behandlungspflichtigen Patienten, bei dem Notarzt und Rettungsassistent mit besonderer intensivmedizinischer Qualifikation sowie ein geeignetes Rettungsmittel erforderlich sind
Massenanfall	Notfall mit einer größeren Anzahl von Verletzten oder Erkrankten sowie anderen Geschädigten oder Betroffenen, der mit der vorhandenen und einsetzbaren Vorhaltung des Rettungsdienstes aus dem Rettungsdienstbereich nicht bewältigt werden kann

Tabelle 2: Intensivtransport und Massenanfall als Einsatzarten im Rettungsdienst

Statt des Begriffes *Massenanfall* (*Mass Casualty Incident, MCI*) wird in Praxis und Literatur oftmals auch von einem *Großschadensereignis* oder *Massenanfall von Verletzten (MANV)* gesprochen.⁶ Diese Einsätze erfordern die parallele Versorgung mehrerer Patienten und angepasste Einsatztaktiken, z. B. bei der Organisation des Patiententransportes (Flemming & Adams, 2007; World Health Organization, 2007). Im Zusammenhang mit solchen Schadenslagen werden in der öffentlichen Diskussion unterschiedliche Formulierungen verwendet (z. B. Unglück, Tragödie, Disaster). Aus folgenden Gründen sind jedoch insbesondere die Begriffe Katastrophe oder Krise als semantisch falsche Synonyme zu vermeiden:

- Eine *Katastrophe*, wie beispielsweise ein Erdbeben mit mehreren Tausend Todesopfern und zerstörten Bauwerken, stellt Anforderungen an die Helfer, die weit über die eines Massenanfalls hinausgehen. Sie ist nicht mehr mit den Ressourcen und Strukturen der Rettungsdienste zu bewältigen und vom umfassenden Ausfall kritischer Infrastrukturen (z. B. Sendemasten, Stromleitungen, Basisstationen) geprägt (DIN 13050:2009; Beck et al., 2005; Kristensen, Kyng & Palen, 2006).
- Trotz seiner Verwendung in der rettungsdienstlichen Praxis, z. B. bei der psychosozialen Betreuung von Patienten und Angehörigen unter dem Stichwort Krisenintervention, fehlt eine kontextgerechte Definition des *Krisenbegriffes* in DIN 13050:2009. Er kann auch nicht unmittelbar aus dem Vokabular anderer Fachdisziplinen wie der Soziologie oder der Wirtschaftswissenschaft abgeleitet werden (Joas, 2001, S. 154–160; Schubert & Klein, 2011, S. 173).

Katastrophen und Krisen, auf deren computergestützte Bewältigung noch in Kapitel 11 eingegangen wird, stehen somit außerhalb des nachfolgend betrachteten Nutzungskontextes Rettungsdienst. Dieser umfasst im weiteren Verlauf dieser Arbeit Krankentransporte, Intensivtransporte, Notfallrettungen einzelner Patienten sowie Massenanfälle oder Großschadenslagen mit einer Vielzahl Verletzter oder Erkrankter. Sie können, wie nachfolgend erläutert wird, als *Regel- und Ausnahmehetrieb* aufgefasst werden.

⁶ Laut Landesregierung Schleswig-Holstein (2013) dort auch als „*größerer Notfall*“ bezeichnet.

2.2 Regel- und Ausnahmebetrieb

Wie sich aus der Gegenüberstellung in Tabelle 3 ableiten lässt, unterscheiden sich Massenanfälle und Großschadenslagen hinsichtlich der Komplexität der Schadensbewältigung deutlich von Krankentransporten, Intensivtransporten oder Notfallrettungen einzelner Patienten. Einzelne Rettungsdienste und ihre jeweiligen Mitarbeiter werden noch dazu wesentlich häufiger mit letzteren Einsatzarten konfrontiert.

Kriterium	Kranken- und Intensivtransporte, Notfallrettungen weniger Patienten	Massenanfälle und Großschadenslagen
Zahl der Patienten	1-4	mehr als 4
Zahl der Einsatzkräfte	weniger als 5	ein Dutzend bis mehrere Hunderte
Einsatzfrequenz	mehrmals am Tag	wenige Male im Jahr
Behandlungsgrundsatz	bestmögliche individualmedizinische Versorgung	möglichst viele Betroffene möglichst gut versorgen

Tabelle 3: Vergleich von Transporteinsätzen, Notfallrettungen und Massenanfällen (nach Ackermann et al., 2011; Beck et al., 2002; Flemming & Adams, 2007; Mentges et al., 1997)

Die angegebenen Werte sind dabei exemplarisch an den genannten Quellen orientiert und sind als Tendenzen und Richtwerte zu verstehen. So ist es beispielsweise möglich, dass in einem bestimmten Rettungsdienstbereich mehrere Massenanfälle an einem Tag auftreten, oder sich über mehrere Monate hinweg kein einziger ereignet. Ebenso können bei Großveranstaltungen, für die eigene Rettungskonzepte eingeplant werden, durchaus mehr als 4 Patienten im regulären Betrieb versorgt werden.

Dennoch können rettungsdienstliche Einsätze mit einzelnen oder wenigen Patienten, trotz der Unterschiede zwischen den konkreten Einsatzarten, gerade aufgrund ihrer relativen Häufigkeit sowie des vergleichbaren Versorgungsprinzips abstrakt als *Regelbetrieb* aufgefasst werden. Einsätze mit einer Vielzahl Verletzter oder Erkrankter werden nachfolgend dementsprechend als *Ausnahmebetrieb* bezeichnet.

Die gewählten Bezeichnungen dürfen nicht zu der Schlussfolgerung verleiten, dass das „*Tagesgeschäft*“ (Crespin & Peter, 2007, S. 37) Routinearbeit bedeutet und keine besonderen Herausforderungen birgt. Singuläre Einsatzsituationen, denen unter zeit- und sicherheitskritischen Bedingungen begegnet werden muss, sind prinzipiell auch bei jedem Kranken- und Intensivtransport sowie bei jeder individuellen Notfallrettung möglich. Hinzu kommt, dass der Regelbetrieb unmittelbar in den Ausnahmebetrieb übergehen kann. Dies kann z. B. der Fall sein, wenn sich ein Verkehrsunfall mit wenigen Beteiligten durch Auffahrunfälle in

eine Massenkarambolage wandelt oder die Alarmierung der Einsatzkräfte auf Fehlinformationen beruht. Außerdem müssen im Zuständigkeitsbereich eines Rettungsdienstes Regel- und Ausnahmebetrieb unter Umständen parallel bewältigt werden. Für einzelne Einsatzkräfte kann dies bedeuten, dass sie bei Bedarf von Einsätzen des Regelbetriebs abgezogen und in Ausnahmesituationen eingesetzt werden oder umgekehrt.

2.3 Rettungsdienstliche Grundprinzipien

Behörden und Organisationen, die einen rettungsdienstlichen Regel- und Ausnahmebetrieb gewährleisten, existieren in vielen Industrienationen und urbanen Gegenden von Schwellenländern. Die weltweiten Rettungsdienstsysteme unterscheiden sich einerseits hinsichtlich der verfügbaren Ressourcen sowie andererseits in ihren notfallmedizinischen und organisatorischen Grundlagen. Sie entwickeln sich ca. seit Ende der 1970er-Jahre in Orientierung entweder am *angloamerikanischen* oder am *franko-germanischen Modell* (Al-Shaqsi, 2010; World Health Organization, 2008). Deren Grundsätze bzgl. der präklinischen Tätigkeit von Ärzten, der Rettung von Notfallpatienten sowie der Organisation des Regel- und des Ausnahmebetriebs werden in den Abschnitten 2.3.1-2.3.4 skizziert.

2.3.1 Präklinische Tätigkeit von Ärzten

Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem angloamerikanischen und dem franko-germanischen Rettungsdienstmodell betrifft die Einbeziehung von Ärzten in die Einsätze am Notfallort. In den notarztgestützten Rettungsdienstsystemen nach dem franko-germanischen Modell arbeitet das nichtärztliche Fachpersonal mit ausgebildeten (Not-)Ärzten bei der präklinischen Versorgung von Notfallpatienten zusammen. Arbeitsteilung und Verantwortungsbereiche sind dabei weitestgehend im Vorhinein geregelt (Dick, 2003). Sie müssen an das konkrete Einsatzgeschehen angepasst werden, z. B. wenn die ärztlichen Mitarbeiter später als die nichtärztlichen am Einsatzort eintreffen.

Dagegen werden die Rettungsdienstfahrzeuge (*Rettungsmittel*) in angloamerikanischen Systemen ausschließlich mit Fachkräften ohne ärztliche Qualifikation besetzt. Sie werden im englischsprachigen Raum als *Paramedics*⁷ bezeichnet. In Abhängigkeit vom jeweiligen Ausbildungsstand dürfen diese Einsatzkräfte unterschiedliche Maßnahmen durchführen (z. B. Medikamentengabe, Intubation, Defibrillation). Dabei sind sie jedoch weitestgehend zur Einhaltung von Algorithmen verpflichtet und müssen in Ausnahmesituationen Kontakt zu einem Arzt aufnehmen. Dieses Modell ist tendenziell mit geringeren Personalkosten verbunden. Allerdings kann die zwangsläufige Einweisung der Patienten in klinische Einrichtungen kostenintensive Folgen haben. Befürworter arztgestützter Rettungsdienstsysteme

⁷ Koppenberg et al. (2002) weisen darauf hin, dass Rettungsdienstmitarbeiter verschiedener Systeme nur bedingt miteinander verglichen werden können. Aus diesem Grund wird hier und generell auf Übersetzungen verzichtet, sofern kein semantisch gleichwertiger Begriff existiert.

verweisen darüber hinaus auf die dadurch höhere Qualität der Versorgung. Entsprechende Bewertungen sind jedoch mit Verweis auf die schlechte Vergleichbarkeit und die zu beachtenden Gesamtstrukturen des Gesundheitswesens umstritten (Gorgaß et al., 2005; Koppenberg et al., 2002; Schlaeger et al., 2004).

2.3.2 Rettung von Notfallpatienten

Im Zusammenhang mit der Beteiligung von Ärzten an den präklinischen Maßnahmen steht das grundsätzliche Vorgehen der rettungsdienstlichen Einsatzkräfte am Einsatzort. Hierbei ist der Zeitpunkt des Transportes in eine, der vorläufigen Diagnose angemessenen Einrichtung von besonderer Bedeutung. Nach dem angloamerikanischen Modell soll am Notfallort nur eine Basisversorgung im Sinne sofort notwendiger Maßnahmen (z. B. Reanimation, Beatmung bei Atemstillstand) vorgenommen werden. Ziel ist ein schnellstmöglicher Abtransport. Die Konzepte werden als „*scoop and run*“ (Ziegenfuß, 2007, S. 12) oder „*load and go*“ (Böhmer, Schneider & Wolcke, 2006, S. 11) bezeichnet.

Dagegen ist das franko-germanische Modell von der Idee geprägt, den oder die Patienten umfassend vor Ort zu versorgen und in möglichst stabilem Zustand zu transportieren. Dies kann gleichbedeutend mit einer längeren Verweildauer am Einsatzort sein. Die Konzepte werden als „*stay and stabilize*“ (Ziegenfuß, 2007, S. 12) oder „*stay and play*“ (Böhmer, Schneider & Wolcke, 2006, S. 11) bezeichnet.

Pro und kontra dieser Rettungskonzepte sind Gegenstand intensiver Debatten und letztlich nur im Kontext des Gesundheitswesens und der jeweiligen Einsatzsituation zu bewerten. Ausnahmen von der Regel sind möglich und ggf. notwendig. Zunehmend wird auch ein Wechsel zu dem als Mittelweg aufzufassenden Paradigma „*treat and run*“ (Bayeff-Filloff, Lackner & Anding, 2001, S. 517) gefordert. Nach diesem sind ein schnelles Zuführen zu einer klinischen Einrichtung anzustreben und möglichst viele Maßnahmen während des Transportes durchzuführen (Gorgaß et al., 2005, S. 592–595; Haas & Nathens, 2008).

2.3.3 Organisation des Regelbetriebs

In notarztgestützten Rettungsdienstsystemen kann das Zusammentreffen von Ärzten und nichtärztlichem Personal unterschiedlich geregelt sein. Im sogenannten *Stationssystem* erreichen und verlassen Notärzte den Einsatzort gemeinsam mit dem nichtärztlichen Fachpersonal in einem Rettungsmittel. Vorteilhaft ist dabei u. a., dass jegliche Schritte und Maßnahmen unter allen Beteiligten abgestimmt werden können. Jedoch ist der Notarzt selbst bei fehlender Indikation an das jeweilige Fahrzeug gebunden und kann somit weniger flexibel eingesetzt werden.

Dieser Problematik wird im *Rendezvousystem* durch den Einsatz von zwei Rettungsmitteln begegnet. Der Notarzt kann so je nach Zustand des oder der Patienten das nichtärztliche Personal bis zur Ankunft an der Klinik begleiten oder vorher zur Station zurückkehren. Dort könnte er dann schon den nächsten Auftrag annehmen. Von Nachteil ist hierbei der

Bedarf an zusätzlichen Fahrzeugen und Fahrern sowie die fehlende unmittelbare ärztliche Expertise bei einer plötzlichen Zustandsverschlechterung der Patienten (Gorgaß et al., 2005, S. 64; Ziegenfuß, 2007, S. 14).

2.3.4 Organisation des Ausnahmebetriebs

Bei Einsätzen mit einer Vielzahl Verletzter oder Erkrankter müssen zahlreiche Rettungsdienstmitarbeiter zusammenarbeiten, um eine effiziente und zeitnahe Versorgung möglichst vieler Patienten sicherstellen zu können. Kommunikation, Koordination und Kooperation der Einsatzkräfte sind unabdingbar und mit komplexen Führungs- und Ordnungsaufgaben verbunden. Es wird versucht, ihnen mit im Voraus geplanten Organisationsstrukturen zu begegnen (siehe Abbildung 3). Diese müssen dann dynamisch an die jeweilige Schadenslage angepasst werden.

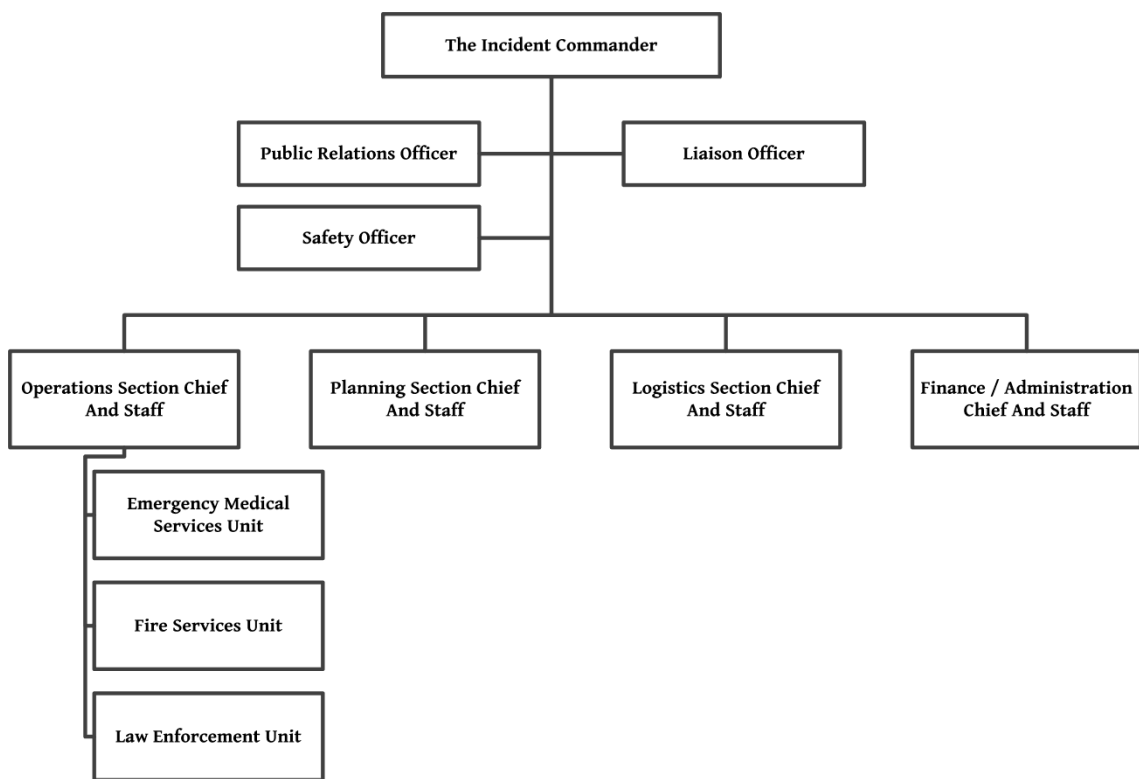


Abbildung 3: Das amerikanische Incident Command System (ICS) nach O'Neill (2005, S. 261)

Strukturen, Ablaufpläne sowie Zuständigkeiten von Polizei, Feuerwehr und Rettungsdienst werden durch Gesetzgeber und verantwortliche Einrichtungen in Gesetzen, Verordnungen und Rahmenplänen festgehalten. Unterschiede bestehen dabei nicht nur zwischen den Regelungen einzelner Staaten, sondern auch zwischen benachbarten Regionen, Bezirken oder Städten. Sie betreffen Details (z. B. einzelne Begriffe), aber auch rechtliche Aspekte (z. B. Weisungsbefugnisse), empfohlene Vorgehensweisen oder genutzte Arbeitsmittel (Crespin & Peter, 2007, S. 78–101; Luiz, Lackner & Peter, 2010, S. 68; Sefrin & Ging, 2006).

2.4 Einsatz interaktiver Systeme

Wie bereits in Kapitel 1 erwähnt, werden mobile computerbasierte Systeme für Rettungsdienste seit Ende der 1980er-Jahre im Rahmen von Feldstudien und Einsatzübungen praktisch evaluiert. Damit sind in diesem Zusammenhang weder Funkmeldeempfänger noch klassische medizinische Ausrüstung wie Defibrillatoren, Pulsoxymeter⁸ oder Kapnometer⁹ gemeint (Helfen, 2008, S. 2–5), sondern interaktive Dokumentations- und Informationssysteme sowie telemedizinische Anwendungen. Sie werden in den Abschnitten 2.4.1 und 2.4.2 einführend thematisiert. Weiterhin wird auf grundsätzliche Überlegungen zur Praxistauglichkeit interaktiver Systeme im Rettungsdienst eingegangen (siehe Abschnitt 2.4.3).

2.4.1 Dokumentation und Information

Zur Erfassung, Aufbereitung und Verteilung von Einsatzdaten wurden bereits verschiedene computerbasierte Werkzeuge entwickelt. Dabei wurden unterschiedliche Interaktionskonzepte gewählt – von der Aufzeichnung mit einem, in Form und Handhabung einem Kugelschreiber gleichenden, digitalen Stift auf speziell präpariertem Papier bis zur Steuerung per Sprache. Die Lösungen lassen sich somit einerseits, wie in Abbildung 4 dargestellt, hinsichtlich der technologischen Ansätze kategorisieren und andererseits bezüglich der primären Anwendungsszenarien. Entsprechende Systeme für den Regel- oder Ausnahmebetrieb werden in den Kapiteln 8 und 9 näher erläutert.

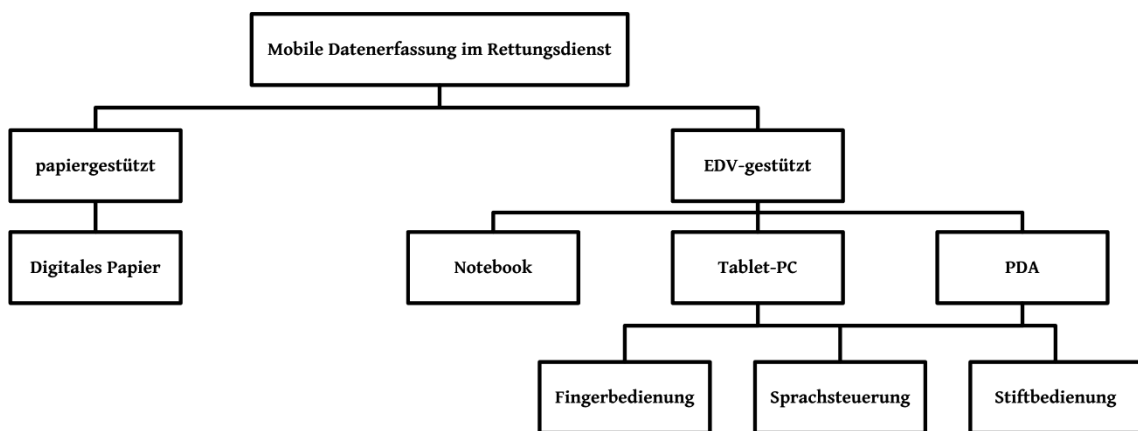


Abbildung 4: Ansätze zur mobilen Datenerfassung im Rettungsdienst

Der Nutzen der computergestützter Lösungen hängt in all diesen Szenarien jedoch maßgeblich von den Faktoren *Gebrauchstauglichkeit* und *Konnektivität*, d. h. den Vernetzungsmöglichkeiten und der verlässlichen Netzwerkanbindung, ab (Lenert et al., 2008).

⁸ Gerät zur Messung der arteriellen Sauerstoffsättigung.

⁹ Gerät zur Überwachung des Kohlenstoffdioxid-Anteils an der Ausatemluft.

2.4.2 Telemedizin

Neben der Erfassung und dem Austausch von Einsatzdaten vor Ort wird unter dem Begriff Telemedizin seit den 1970er-Jahren zur Kooperation medizinischer Fachkräfte mit audiovisuellen Medien und über räumliche Distanzen hinweg geforscht (Schächinger et al., 1999). Im Kontext des Rettungsdienstes stellt der Austausch zwischen dem ggf. nichtärztlichen Personal am Einsatzort und einem räumlich entfernten Notarzt im Regelbetrieb das primäre Nutzungsszenario dar. Einzelne Arbeiten (z. B. Kessatis et al., 2008; Plischke et al., 1999) adressieren den Ausnahmebetrieb. Sie sind allerdings weniger auf die audiovisuell gestützte Kooperation von Einsatzkräften und mehr auf die elektronische Erfassung und Übertragung der Daten ausgerichtet.

Die potenziellen Vorteile telemedizinischer Unterstützungssysteme für Rettungsdienste, z. B. die bessere Verfügbarkeit medizinischer Expertise, werden in einer Vielzahl von Arbeiten betont. Dabei bleibt jedoch darauf zu verweisen, dass einerseits in vielen Einsatzlagen ein Notarzt vor Ort beim Patienten unabdingbar bleibt und andererseits die begleitende Anpassung der organisatorischen Strukturen und Abläufe notwendig wird. Ein hohes Maß an Gebrauchstauglichkeit stellt eine weitere Grundvoraussetzung für den realen Nutzen dieser Systeme dar (Beul et al., 2010; Schneiders et al., 2012; Skorning et al., 2011).

2.4.3 Herausforderungen und Lösungsansätze

Neben der Entwicklung und Erprobung konkreter Prototypen wird das Thema computerbasierter Werkzeuge für Rettungsdienste auch im Sinne grundsätzlicher Problemstellungen und Lösungsansätze diskutiert. Kyng, Nielsen und Kristensen (2006, S. 305) erläutern insgesamt 7 Anforderungen an interaktive Systeme in diesem Kontext, u. a. die Punkte Angemessenheit und unmittelbare Gebrauchstauglichkeit („*suitability and immediate usability*“):

„Two recurring problems in the use of some of the existing support for emergency response is that it is not suited for real life emergency response and/or the professionals are not familiar with specific devices and systems.“

Um diesen und weiteren Herausforderungen erfolgreich begegnen zu können, empfehlen Kristensen, Kyng und Palen (2006) den Forschungsansatz des *partizipativen Designs*. Er beruht auf der intensiven Einbeziehung von Personen mit domänenspezifischem Fachwissen und der kontinuierlichen Weiterentwicklung des gegenseitigen interdisziplinären Verständnisses in einem iterativen Gesamtprozess. In Bezug auf den Rettungsdienst weisen die Autoren auf die Unterschiede zwischen kleinen und größeren Schadenslagen hin. Sie empfehlen zunächst Designlösungen für komplexere Einsätze anzustreben und diese dann geeignet zur Nutzung unter gewöhnlicheren Umständen weiterzuentwickeln.

Abgesehen von Prozessen und Designprinzipien werden vonseiten der Experten konkrete Bedingungen für die Praxistauglichkeit der computerbasierten Lösungen benannt. Sie müssen beispielsweise nach Luiz, Lackner und Peter (2010, S. 70) u. a. mit einer intuitiven und

kontrastreichen Benutzungsoberfläche ausgestattet sein, die Dateneingaben vereinfacht und ggf. auch Spracheingaben unterstützt. Ebenfalls wichtig sind geeignete Rollen- und Rechtenkonzepte. Die Frage nach der Relevanz der Mensch-Computer-Schnittstelle für die Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit interaktiver Systeme im Rettungswesen kann eindeutig beantwortet werden:

- „Eine einfache, weitgehend selbsterklärende und übersichtliche Gestaltung dieser Oberfläche ist Grundvoraussetzung für die Bedienung während des Einsatzes“ (Schächinger et al., 1999, S. 474).
- „Besides the technical challenge it has been of high importance to optimally design the user interface the emergency physician has at hand“ (Leitner, Ahlström & Hitz, 2007, S. 242).
- „In unstable and time-critical situations, which occur in lower frequency, intuitive and usable mobile user-interfaces are essential for the success of the whole rescue operation“ (Nestler, Huber & Klinker, 2009).

Ebenso unstrittig ist jedoch die Notwendigkeit weiterer Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf den davon berührten Gebieten, um den besonderen Eigenschaften des Nutzungskontextes Rettungsdienst Rechnung zu tragen (Klann et al., 2008).

2.5 Fazit

Der Nutzungskontext Rettungsdienst ist geprägt von mehrmals täglich zu absolvierenden Transport- oder Rettungseinsätzen mit einzelnen oder wenigen Patienten und von seltenen Einsätzen mit einer Vielzahl Betroffener. Sie können als Regel- bzw. Ausnahmebetrieb aufgefasst werden. Katastrophen und Krisen stehen, u. a. aufgrund des umfassenden und langfristigen Ausfalls kritischer sozialer und technischer Infrastrukturen, außerhalb dieser Klassifizierung.

Die Grundprinzipien der rettungsdienstlichen Praxis verschiedener Länder unterscheiden sich hinsichtlich grundlegender Fragen, wie z. B. der Beteiligung von Ärzten an der präklinischen Versorgung oder dem Umfang der Maßnahmen vor dem Abtransport. Dies betrifft auch die Organisation des Regel- und des Ausnahmebetriebs.

Für die Entwicklung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme zur Unterstützung der präklinischen Versorgung von Patienten bedeutet dies, dass das *jeweilige Rettungsdienstsystem – nachfolgend hier am Beispiel des deutschen Rettungswesens – ganz konkret analysiert werden muss*. Themenverwandte Arbeiten zur rettungsdienstlichen Praxis anderer Länder oder zu Nutzungskontexten mit teilweise vergleichbaren Anforderungen (z. B. Feuerwehr) können bei Bedarf und Eignung berücksichtigt werden. Des Weiteren müssen *sowohl der Regel- als auch der Ausnahmebetrieb in die jeweiligen (Teil-)Analysen des Nutzungskontextes Rettungsdienst einbezogen werden*.

3 Benutzeranalyse

*„The old computing was about what computers can do;
the new computing is about what users can do.“*

Ben Shneiderman (2002)

Dieses und die folgenden Kapitel 4-6 bilden zusammen die Analyse des Nutzungskontextes Rettungsdienst. In Abschnitt 3.1 werden zunächst die Grundlagen der folgenden Benutzeranalyse beschrieben. Sie ist nach Notärzten und dem Rettungsfachpersonal gegliedert (Abschnitte 3.2 und 3.3). Das Kapitel schließt mit einem kurzen Fazit (Abschnitt 3.4).

3.1 Grundlagen

Die *Benutzer (User)*, d. h. die unmittelbar mit einem Anwendungssystem arbeitenden Personen, müssen in besonderem Maße berücksichtigt werden, um interaktive Mensch-Maschine-Systeme gebrauchstauglich gestalten zu können (DIN EN ISO 9241-11:1999). Sie sind dabei von den *Anwendern* zu unterscheiden, welche beispielsweise die Beschaffung und den Betrieb computerbasierter Werkzeuge veranlassen, sie aber nicht selbst betrieblich nutzen und damit auch nicht direkt bedienen. Es gilt, die Anforderungen aller *am Verlauf oder Ergebnis einer Entwicklung interessierten Personen (Stakeholder)* zu erheben. Die Benutzungsschnittstelle muss jedoch auf die charakteristischen Eigenschaften der eigentlichen Benutzer ausgerichtet werden (Heinecke, 2004, S. 14; Herczeg, 2009).

Im Allgemeinen und auch bei Beschränkung auf die deutschen Rettungsdienste mit ihren allein fast 32.000 hauptamtlichen Mitarbeitern (Stand: Jahr 2000, Behrendt & Schmiedel, 2003, S. 502) ist es nicht möglich, alle potenziellen Benutzer eines Anwendungssystem mit ihren individuellen Eigenschaften und Anforderungen zu berücksichtigen. Daher müssen geeignete Kategorisierungen und Repräsentationen gewählt werden. Zwei einzeln, aber auch in Kombination anwendbare Methoden sind (Cooper, Reimann & Cronin, 2007; Herczeg, 2009, S. 81–96; Schmitz, 2007, S. 272):

- abstrakte Zusammenfassungen von Benutzern hinsichtlich charakteristischer Eigenschaften (z. B. organisatorische Rollen, Erfahrungsstände) zu *Benutzerklassen*;
- detaillierte Beschreibungen fiktiver Personen, die Benutzergruppen in Form von *Stereotypen* oder *Personas* exemplarisch vertreten.

Im mobilen Kontext des Rettungsdienstes, d. h. außerhalb der Verwaltungen oder zentraler Leitstellen, stellen *Notärzte* und das *nichtärztliche Rettungsfachpersonal* die potenziellen Benutzer interaktiver Systeme dar. Anhand dieser Klassen ist die Benutzeranalyse in den Abschnitten 3.2 und 3.3 gegliedert. Dabei stehen die organisatorischen Rollen, die Qualifikationen und die erwartbaren Fähigkeiten im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien im Vordergrund und weniger individuelle Eigenschaften. Letztere werden durch Grenzwerte oder Mindestanforderungen (z. B. Alter, Schulabschluss) beschrieben.

3.2 Notärzte

Nach DIN 13050:2009 ist ein *Notarzt (NA)* ein „Arzt in der Notfallrettung, der über eine entsprechende Qualifikation verfügt“. Dabei handelt es sich meist um niedergelassene oder in Krankenhäusern tätige Ärzte der Fachdisziplinen Anästhesiologie, Innere Medizin und (Unfall-)Chirurgie. Hauptberufliche Notfallmediziner sind die Ausnahme und nicht mit dem ärztlichen Bereitschaftsdienst der Kassenärztlichen Vereinigungen zu verwechseln. Im Gegensatz zu anderen Ländern (z. B. Ungarn) gibt es in Deutschland keinen spezialisierten Facharzt für Notfallmedizin (Böhmer, Schneider & Wolcke, 2006; Gries et al., 2010; Ziegenfuß, 2007).

Der ärztliche Bildungsweg (siehe Abbildung 5) ist Gegenstand kontinuierlicher Diskussionen und unterliegt in seinen konkreten Inhalten einem steten Wandel (Mallek et al., 2011; Moecke, 2007). Die Ausführungen sind daher im Sinne einer Momentaufnahme zu verstehen. Die grundsätzlichen Feststellungen dürften aber aufgrund der teils langwierigen Entscheidungs- und Veränderungsprozesse noch mittelfristig Gültigkeit besitzen.



Abbildung 5: Ärztlicher Aus- und Weiterbildungsweg (Bundesministerium für Gesundheit, 2002; Mallek et al., 2011; Moecke, 2007)

Ausgangspunkt der Ausbildung zum Arzt ist das Studium der Medizin an einer Universität oder medizinischen Hochschule. Es ist in Deutschland durch die *Approbationsordnung für Ärzte (ÄAppO)* geregelt (Bundesministerium für Gesundheit, 2002). Sie wurde seit ihrer Einführung im Jahr 1970 mehrmals geändert und 2002 umfassend neu gestaltet (von Jagow & Lohölter, 2006, S. 330). Dabei nahmen notfallmedizinische Themen zunehmend einen größeren Umfang im Curriculum ein. Jedoch existieren an den Fakultäten der entsprechenden Hochschulen der Bundesrepublik Deutschland keine einheitlichen Konzepte.

Während des Studiums müssen die Studierenden eine praktische Ausbildung in einem Universitäts- oder Lehrkrankenhaus, eine Erste-Hilfe-Ausbildung, einen Krankenpflagedienst sowie die Famulatur absolvieren. Letztere hat den Zweck, „die Studierenden mit der ärztlichen Patientenversorgung in Einrichtungen der ambulanten und stationären Krankenversorgung vertraut zu machen“ (Bundesministerium für Gesundheit, 2002).

Die Ausbildung der Studierenden in der Notfallmedizin gilt weiterhin als verbesserungsbedürftig. Sie ist in der existierenden Form keine Grundlage für den Umgang mit Notfallpatienten (Herdte, 2003; Thierbach et al., 2002; Waydhas & Lackner, 2009). Medizintechnik und -produkte sowie Informations- und Kommunikationstechnologien spielen im Studium nur eine untergeordnete Rolle. Bei diesen Bewertungen ist allerdings zu berücksichtigen, dass der Lehrstoff schon jetzt umfangreich ist und zukünftig noch weitere medizinische und soziale Themen (z. B. die Palliativmedizin) integriert werden müssen (Beckers et al., 2009, S. 354; Mallek et al., 2011, S. 427).

Die Weiterbildung zum Notarzt nach dem Abschluss des Studiums ist bundesweit nicht einheitlich geregelt. In einigen Bundesländern darf damit während der ärztlichen Ausbildung begonnen werden. In anderen wird die *Approbation*, d. h. *die staatliche Berechtigung zur uneingeschränkten Ausübung des Arztberufes*, vorausgesetzt (Lackner, 2003, S. 164). Es existieren zwei Weiterbildungsmöglichkeiten – der *Fachkundenachweis Rettungsdienst* und die *Zusatzbezeichnung Notfallmedizin* (siehe Tabelle 4). Letztere ist mit höheren Anforderungen verbunden (Adams et al., 2009, S. 29; Ziegenfuß, 2007, S. 4).

Art der Weiterbildung	Inhalte
Fachkundenachweis Rettungsdienst	<p>mindestens 18-monatige klinische Tätigkeit, davon 3 Monate auf einer Intensivstation oder in der klinischen Anästhesie</p> <p>nachweisbare Kenntnisse und Erfahrungen in wesentlichen notfallmedizinischen Techniken (z. B. Intubationen)</p> <p>mindestens 10 Einsätze bei lebensbedrohlichen Erkrankungen unter Leitung eines erfahrenen Notarztes</p> <p>interdisziplinärer 80h-Kurs (Details siehe Tabelle 16)</p>
Zusatzbezeichnung Notfallmedizin	<p>6 Monate Weiterbildung in Intensivmedizin, Anästhesiologie oder in der Notfallaufnahme</p> <p>50 Einsätze unter Anleitung und ein Abschlussgespräch</p> <p>24 Monate klinische Tätigkeiten (davon 6 Monate Anästhesiologie, Intensivstation oder Notfallaufnahme);</p> <p>interdisziplinärer 80h-Kurs (Details siehe Tabelle 16)</p> <p>Einzelnachweise, u. a. von Intubationen und Thoraxdrainagen</p>

Tabelle 4: Vergleich des Fachkundenachweis Rettungsdienst und der Zusatzbezeichnung Notfallmedizin (nach Adams et al., 2009, S. 29; Ziegenfuß, 2007, S. 4)

Die Einführung der Zusatzbezeichnung Notfallmedizin wurde von vielen Fachleuten begrüßt, von Kosten- und Krankenhausträgern jedoch mit Verweis auf die finanziellen Belastungen kritisch beurteilt. Bereits der ursprüngliche Fachkundenachweis Rettungsdienst wurde von einzelnen Vertretern der Ärzteschaft als zu aufwendig kritisiert (Dick, 1999, S. 2, 2001, S. 480).

Abgesehen von diagnose- oder therapiebezogenen Fortbildungen können Notärzte zusätzliche administrative und leitungsbezogene Qualifikationen zu *Ärztlichen Leitern* oder *Leitenden Notärzten* erwerben (siehe Tabelle 5).

Funktion	Beschreibung
Ärztlicher Leiter Notarztstandort	Notarzt, der als Ansprechpartner vor Ort fungiert und u. a. für die Gestaltung des Dienstplanes sowie die Bestellung von Betäubungsmitteln verantwortlich ist
Ärztlicher Leiter Rettungsdienst (ÄLRD)	<i>„Notarzt, der die medizinische Aufsicht und Weisungsbefugnis in medizinischen Angelegenheiten über mindestens einen Rettungsdienstbereich hat, über eine entsprechende Qualifikation verfügt und von der zuständigen öffentlichen Stelle berufen wird“ (DIN 13050:2009)</i>
Leitender Notarzt (LNA)	<i>„Notarzt, der am Notfallort bei einer größeren Anzahl Verletzter, Erkrankter sowie auch bei anderen Geschädigten oder Betroffenen oder bei außergewöhnlichen Ereignissen alle medizinischen Maßnahmen in Abstimmung mit dem organisatorischen Leiter zu leiten hat, über eine entsprechende Qualifikation verfügt und von der zuständigen öffentlichen Stelle berufen wird“ (DIN 13050:2009)</i>

Tabelle 5: Leitungsfunktionen für Notärzte nach Aniset et al. (2011) und DIN 13050:2009

Zukünftig werden die Anforderungen an die Notärzte als „Generalist[en] mit speziellen Fähigkeiten“ (Adams et al., 2009, S. 29) sowie als operative und administrative Entscheidungsträger noch weiter steigen. Immer komplexere Notfallsituationen, der demografische Wandel sowie veränderte Bedrohungslagen sind einige der Ursachen (Ahnefeld et al., 2003; Altemeyer, Schlechtriemen & Reeb, 2003; Ruppert et al., 2002). Schon heute agieren Notärzte in einigen Fällen beispielsweise eher als „Sozialfeuerwehr“ (Hennes, 2001, S. 636) und werden weit über ihre notfallmedizinischen Kompetenzen hinaus gefordert.

Im Hinblick auf die Einführung computerbasierter Werkzeuge wird es „[...] primär Sache der Notärzte sein, begründete Anforderungen zu stellen und gemeinsam mit Technikern Entwicklungen unter der Fragestellung zu erproben, ob durch den Aufwand tatsächlich Verbesserungen in der Diagnostik oder Therapie erreichbar sind“ (Ahnefeld, Dick & Schuster, 2000, S. 66).

Dabei stellen Ahnefeld et al. (2003, S. 526) fest, dass „die erreichte und von Arzt zu Arzt aus unterschiedlichsten Gründen wechselnde Qualität [...] noch längst nicht dem zu fordernden Standard entspricht“. Insbesondere hinsichtlich der zunehmend im Vordergrund stehenden Effizienz bestehen Defizite im Umgang mit bestimmten Notfallsituationen. Dies gilt einerseits für Standorte mit geringem Einsatzaufkommen, in denen Routine nur unzureichend erworben und aufrechterhalten werden kann, und andererseits für größere Schadenslagen. Die erforderlichen Führungs- und Ordnungsfähigkeiten können in der klinischen Routine kaum erworben werden (Abdulla et al., 2009, S. 127; Gries et al., 2005; Gries & Wilhelm, 2004).

Während Böhmer, Schneider und Wolcke (2006, S. 12) fordern, dass „der Notarztendienst [...] dem erfahrenen Arzt vorbehalten bleiben [sollte]“, ist in der Praxis „der Notarzt [...] meist ein junger Arzt, der mit einer definierten, aber begrenzten Ausbildung und Erfahrung in den Einsatz geschickt wird“ (Adams et al., 2009, S. 113). Die Notärzte werden dabei von den nichtärztlichen Rettungsdienstmitarbeitern begleitet und unterstützt.

3.3 Rettungsfachpersonal

Unter dem Oberbegriff Rettungsfachpersonal werden die im Rettungsdienst eingesetzten, nichtärztlichen Fachkräfte zusammengefasst. Anhand der Qualifikationen können – mit Zunahme der Kompetenzen – *Rettungshelfer*, *Rettungssanitäter* und *Rettungsassistenten*¹⁰ unterschieden werden (Adams et al., 2009, S. 99). Sie sind ehren- oder hauptamtlich bei verschiedenen *Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS)* beschäftigt, z. B. bei Feuerwehren oder Hilfsorganisationen wie dem Arbeiter-Samariter-Bund (ASB), dem Deutschen Roten Kreuz (DRK) oder der Johanniter-Unfall-Hilfe (JUH) (Becker et al., 2006, S. 83).



Abbildung 6: Vertreter der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) bei einer Einsatzübung

¹⁰ Auf die im Januar 2014 beschlossene Ablösung des Berufsbildes Rettungsassistent durch das des *Notfallsanitäters* wird in Kapitel 11 eingegangen. Anfang 2015 wurde in den meisten Bundesländern mit den Nachprüfungen und der Umstellung der Lehrpläne gerade erst begonnen (Kuhnke, 2015). Bis Ende 2020 gilt darüber hinaus eine Übergangsfrist für Rettungsassistenten.

Ein *Rettungshelfer (RH)* ist eine „Person, die im Rettungsdienst tätig ist und über eine rettungsdienstliche Mindestqualifikation verfügt“ (DIN 13050:2009). Formal gibt es keine bildungsbezogenen Zugangsvoraussetzungen. Jedoch wird in der Praxis oftmals der Abschluss der Hauptschule oder eine abgeschlossene Berufsausbildung vorausgesetzt. Die Mindestqualifikation für die Arbeit im Rettungsdienst wird durch ein Klinikpraktikum (80 Stunden), ein Rettungswachenpraktikum (80 Stunden) sowie eine theoretische und praktische Ausbildung im Rahmen eines Lehrgangs mit abschließender Prüfung (160 Stunden) erworben. Sie befugt nicht zur eigenständigen Betreuung von Notfallpatienten, aber zur Begleitung höher qualifizierten Personals (Pluntke, 2013; Ziegenfuß, 2007).

Ein *Rettungssanitäter (RS)* ist eine „Person, die im Rettungsdienst tätig ist und über eine spezielle rettungsdienstliche Qualifikation verfügt“ (DIN 13050:2009). Letztere ist zwar durch anerkannte Grundsätze und Empfehlungen bundesweit einheitlich geregelt, jedoch nicht durch ein Bundesgesetz. Die Ausbildung wird in 4 Phasen absolviert (Pluntke, 2013):

- 160 Stunden theoretische und praktische Ausbildung im Rahmen eines Lehrgangs,
- 160 Stunden Rettungswachenpraktikum,
- 160 Stunden Klinikpraktikum,
- 40 Stunden Abschlusslehrgang mit Prüfung.

Umfang und Inhalt dieser Qualifizierungsmaßnahmen sind seit 1977 weitgehend unverändert geblieben. Jedoch dürfen RS heutzutage nur noch beim Krankentransport eigenverantwortlich eingesetzt werden. Bei Notfalleinsätzen agieren sie, analog zum RH, entweder als Fahrer des Rettungsmittels oder als begleitendes Personal. Sie müssen 30 Fortbildungsstunden im Jahr nachweisen (Brokmann & Rossaint, 2008, S. 14). Zu beachten ist, dass es sich beim RS weder um eine anerkannte Berufsausbildung noch um eine Berufsbezeichnung handelt (Blomeyer, 2012; Pluntke, 2013).

Dagegen ist der *Rettungsassistent (RA)* ein geschützter Assistenzberuf und die höchste nicht-ärztliche Qualifikation im Rettungsdienst. Sie ist durch das 1989 verabschiedete *Rettungsassistentengesetz (RettAssG)* und die *Ausbildungs- und Prüfungsordnung für Rettungsassistentinnen und Rettungsassistenten (RettAssAPrV)* geregelt. Voraussetzungen für die Ausbildung sind Volljährigkeit, ein Gesundheitsnachweis sowie ein Hauptschulabschluss oder eine abgeschlossene Berufsausbildung. Die Qualifikation gliedert sich in zwei Abschnitte (DIN 13050:2009; Gorgaß et al., 2005; Pluntke, 2013):

- eine *einjährige Ausbildung*, bestehend aus Unterricht an einer staatlichen anerkannten Rettungsassistentenschule und einem Praktikum in einem Krankenhaus;
- eine *einjährige Praxiszeit* in einer anerkannten Lehrrettungswache unter Aufsicht eines Lehrrettungsassistenten (siehe Tabelle 6).

Ziel ist es, die RA darauf vorzubereiten, selbstständig bei Notfällen tätig zu werden, die keiner ärztlichen Versorgung bedürfen, oder den Notärzten zu assistieren. Darüber hinaus sollen sie im Rahmen der *Notkompetenz* bestimmte ärztliche Aufgaben übernehmen, sofern bei akuter Lebensbedrohung kurzfristig kein Arzt verfügbar ist. Weiterhin werden RA als

Fahrer von Rettungsmitteln eingesetzt (Blomeyer, 2012; Ziegenfuß, 2007). Zusätzlich können sie die in Tabelle 6 aufgeführten Qualifikationen *als Dozent im Rettungsdienst, Lehrrettungsassistent, Leitstellendisponent* oder *Organisatorischer Leiter* erwerben.

Bezeichnung der Qualifikation	Beschreibung
Dozent im Rettungsdienst	Rettungsassistenten mit Ausbildung zum Lehrrettungsassistenten und zusätzlicher pädagogischer Weiterbildung
Lehrrettungsassistent (LRA)	Rettungsassistenten mit zusätzlicher Ausbildung in den Bereichen Didaktik und Notfallmedizin
Leitstellendisponent	Rettungsassistenten, die die Rettungsmittel und Einsatzkräfte in zentralen Leitstellen koordinieren
Organisatorischer Leiter (OrgL)	„Führungskraft, die am Notfallort bei einer größeren Anzahl Verletzter, Erkrankter sowie auch bei anderen Geschädigten oder Betroffenen oder bei außergewöhnlichen Ereignissen alle organisatorischen Maßnahmen in Abstimmung mit dem leitenden Notarzt zu leiten hat, über eine entsprechende Qualifikation verfügt und von der zuständigen öffentlichen Stelle berufen wird“ (DIN 13050:2009)

Tabelle 6: Qualifikationen für Rettungsassistenten (DIN 13050:2009; Helfen, 2008, S. 8; Pluntke, 2013, S. 12–16)

Im Zusammenhang mit dem Rettungsfachpersonal stellen die *Angestellten der Feuerwehren eine besondere Gruppe* dar. Zunächst einmal werden alle hauptamtlichen Feuerwehrmänner oder -frauen als RS ausgebildet. Sind (Berufs-)Feuerwehren darüber hinaus in einem bestimmten Bereich für die Organisation und Durchführung des Rettungsdienstes zuständig, werden ihre Angestellten zu RA ausgebildet. Sie können somit ihre zusätzlich erworbenen Kompetenzen, z. B. im Umgang mit Gefahrstoffen, in die rettungsdienstliche Praxis einbringen. Führungskräfte der Feuerwehr sind darüber hinaus nach der *Feuerwehr-Dienstvorschrift 100 (FwDV 100)* im Führen von Einsatzkräften geschult (Luiz, Lackner & Peter, 2010, S. 164–165; Paschen, Krause & Moecke, 2000; Schmidt, 2012).

Grundsätzlich kann allerdings festgestellt werden, dass die Aus- und Weiterbildung der RA und somit auch des Rettungsfachpersonals insgesamt verbessert werden müssen, um den steigenden Anforderungen der Domäne Rechnung zu tragen (Ahnefeld et al., 2003, S. 531; Ummenhofer & Zürcher, 2007). Insbesondere muss die immer größer werdende Diskrepanz *„zwischen dem medizinisch-technischen Fortschritt einerseits und der fachlichen Qualifizierung des nichtärztlichen Personals andererseits [...]“* (Klingshirn, 2001, S. 587) aufgehoben oder zumindest verringert werden.

3.4 Fazit

Die wesentlichen Akteure im mobilen Kontext des Rettungsdienstes, d. h. außerhalb von Verwaltungen oder Leitstellen, sind die Notärzte und das nichtärztliche Rettungsfachpersonal. Sie stellen somit auch die potenziellen Benutzer mobiler interaktiver Systeme dar. Unterschiede bzgl. der Qualifikationen, Fähigkeiten und organisatorischen Rollen bestehen dabei nicht nur zwischen, sondern auch innerhalb dieser Gruppen. Wesentliche Faktoren sind dabei, ob Rettungsdienstmitarbeiter

- ihre Tätigkeit ehren- oder hauptamtlich ausüben,
- zusätzlich im Feuerwehrwesen ausgebildet sind,
- an Standorten mit geringer oder hoher Einsatzfrequenz tätig sind,
- bereits viele Jahre Praxiserfahrung aufweisen.

Computerkenntnisse, d. h. in diesem Zusammenhang die Fähigkeit computerbasierte Werkzeuge effektiv und effizient für die Erledigung von Aufgaben nutzen zu können, dürfen nicht allgemein vorausgesetzt werden. Sie werden in keinem der rettungsdienstlich relevanten Ausbildungswege systematisch vermittelt und hängen somit von den privaten Interessen oder dem vorherigen beruflichen Werdegang der jeweiligen Angestellten ab.

Zu beachten ist, dass Rettungsdienstmitarbeiter umfassende medizinische, einsatztaktische und rechtliche Kenntnisse und Fähigkeiten erwerben müssen. Darüber hinaus existieren zahlreiche Fort- und Weiterbildungsmöglichkeiten. Sie zielen jedoch überwiegend auf die Übernahme administrativer und operativer Führungsfunktionen ab und weniger auf die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Einsatz.

Für die Entwicklung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme zur Unterstützung der präklinischen Versorgung von Patienten bedeutet dies, dass sowohl *Notärzte als auch das Rettungsfachpersonal in den Entwicklungsprozess einbezogen werden müssen*. Dabei ist darauf zu achten, dass die *Vertreter die Heterogenität beider Gruppen möglichst gut repräsentieren*. Nach Einschätzung vieler Experten muss schon die Vermittlung essenzieller medizinischer und einsatztaktischer Inhalte verbessert werden, damit Notärzte und Rettungsfachpersonal den wachsenden Anforderungen an ihre Tätigkeit gerecht werden können. Somit können Softwareentwickler und Designer *nicht davon ausgehen, dass der systematische Erwerb von Computerkenntnissen im Rettungsdienst zukünftig mit hoher Priorität verfolgt werden wird*. Ein Verweis auf Schulungs- oder Trainingsmaßnahmen entbindet somit die an der Entwicklung beteiligten Personen nicht von der Pflicht, Gebrauchstauglichkeit als maßgebliches Ziel zu verfolgen und zu gewährleisten.

4 Aufgabenanalyse

„The use of computer is often so stressful and difficult that a user will become absorbed in working on the computer system, and therefore distracted from the completion of tasks. Our goal is to leave the task as the locus of the user's attention.”

Jeff Raskin (2000)

Für das umfassende Verständnis eines Arbeitssystems sind neben den charakteristischen Eigenschaften der Benutzer die eigentlichen Tätigkeiten systematisch zu analysieren. Diese können hierzu in einem ersten Schritt in einzelne *Arbeitsaufgaben*, d. h. „zur Zielsetzung erforderliche Aktivitäten“ (DIN EN ISO 9241-110:2006), gegliedert werden. In Abschnitt 4.1 werden zunächst die Grundlagen der Aufgabenanalyse beschrieben. Sie erfolgt anschließend getrennt für den Regel- und den Ausnahmebetrieb (Abschnitte 4.2 und 4.3). Das Kapitel schließt mit einem kurzen Fazit (Abschnitt 4.4).

4.1 Grundlagen

Arbeitsaufgaben können in Abhängigkeit von der Domäne sowie der Systemrelevanz mit verschiedenen Methoden erfasst, beschrieben oder beurteilt werden (Herczeg, 2009; Kirwan & Ainsworth, 1992). Diese lassen sich wie folgt klassifizieren (Vicente, 1999, S. 61–136):

- *normative Ansätze*, die insbesondere zur Beschreibung eines gewünschten oder erforderlichen Systemverhaltens geeignet sind;
- *deskriptive Ansätze*, die primär zur Darstellung eines gegenwärtig in der Praxis vorzufindenden Systemverhaltens geeignet sind;
- *formative Ansätze*, die zur Spezifikation der zur Systemgestaltung zu erfüllenden Anforderungen genutzt werden können.

Nachfolgend wird mit der *Hierarchischen Aufgabenanalyse (Hierarchical Task Analysis, HTA)* eine normativ, deskriptiv und formativ nutzbare Methode angewendet (Annett, 2004; Kirwan & Ainsworth, 1992; Shepherd, 1998). Details zu den jeweiligen Aufgaben werden zusätzlich textuell erläutert. HTAs lassen sich bereits in frühen Stadien eines Entwicklungsprozesses einsetzen und sind für die Analyse von Arbeitskontexten geeignet, in denen kognitive Aspekte (z. B. Stress, Problemlösen) von zentraler Bedeutung sind.

Die von Carroll (1990) und Vicente (1999, S. 95–108) erläuterte *Problematik der gegenseitigen Wechselwirkungen und Abhängigkeiten von Arbeitsmitteln und Aufgaben (Task-Artifact-Cycle)* wird an dieser Stelle zur Kenntnis genommen. Die Einführung mobiler Computersysteme kann zweifelsohne die rettungsdienstliche Praxis und somit die zu erfüllenden Aufgaben verändern. Die folgenden Ausführungen sollen zunächst nur ein konkreteres Verständnis der Rolle der Rettungsdienste für die Gesundheitsvorsorge und die Gefahrenabwehr ermöglichen. Diese wird zwar abstrakt mit der bedarfsgerechten notfallmedizinischen und präklinischen Versorgung der Bevölkerung beschrieben. Jedoch ist weder diese Kurzfassung noch die Aufzählung der relevanten Teilaspekte (Blomeyer, 2012; Gorgaß et al., 2005)

- Leben erhalten,
- Schmerzen beseitigen,
- zusätzliche Schädigung verhindern,
- schmerz- und angstbedingte menschliche Not mildern,
- die Wiederbelebung klinisch Toter versuchen

ausreichend, um sich mit Fragen der Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen auseinandersetzen zu können. Mithilfe von HTAs können Aufgaben strukturiert und in Teilaufgaben verfeinert werden. Für diese werden jeweils Pläne formuliert. Sie beschreiben die Abläufe näher; ob beispielsweise einzelne Teilaufgaben wiederholt oder in einer bestimmten Reihenfolge ausgeführt werden. Anhand dieses Modells aus Zielen, Plänen und Operationen können Automatisierungen oder andere Formen der Mensch-Maschine-Arbeitsteilung untersucht werden. HTAs lassen sich tabellarisch oder in Diagrammen (siehe Abbildung 7) darstellen (Annett, 2004, S. 75–76; Herczeg, 2009, S. 23).

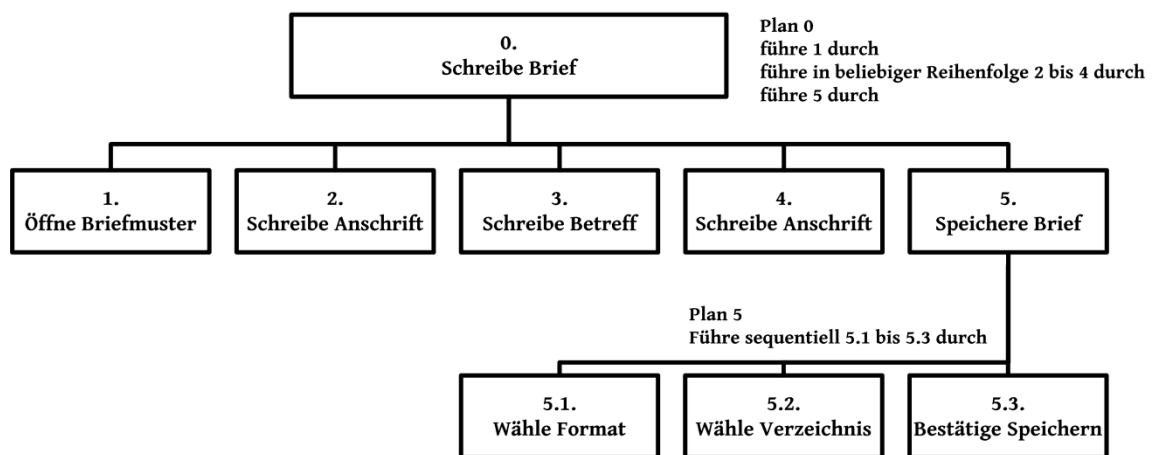


Abbildung 7: Beispiel für eine Hierarchische Aufgabenanalyse (HTA) in Anlehnung an Herczeg (2009, S. 24)

Dabei ist zu beachten, dass Notärzte und Rettungsfachpersonal nicht alleine agieren, sondern die Rettungsmittel in typischen Konstellationen besetzen (siehe Kapitel 5). Aufgrund ihrer unterschiedlichen Qualifikationen (siehe Kapitel 3) sind den Notärzten und dem nichtärztlichen Rettungsdienstpersonal grundlegende Tätigkeits- und Verantwortungsgebiete zugeordnet. Die Zusammenarbeit ist durch Weisungsbefugnisse und Assistenzfunktionen geregelt. Das Rettungsfachpersonal muss in der Lage sein,

- eigenständig basale Behandlungsmaßnahmen (z. B. Lagerung) durchzuführen und Patienten bis zum Eintreffen des Notarztes und während des Transportes zu versorgen;
- einem Notarzt bei der Versorgung eines Patienten zu assistieren (z. B. durch Vorbereitung von Medikamenten oder Instrumenten);
- nach *ärztlicher Anordnung (Delegation)*, eigentlich dem Arzt vorbehaltenen Maßnahmen durchzuführen.

Sofern ärztliches Personal an einem Einsatz beteiligt ist, trifft es sämtliche behandlungsrelevanten Entscheidungen und ist weisungsbefugt (siehe Kapitel 5). Nur im Rahmen der *Notkompetenz*, d. h., *wenn andere Maßnahmen erfolglos geblieben sind und ein bereits alarmierter Arzt nicht rechtzeitig eintreffen würde*, sind Rettungsassistenten befugt, selbstständig ärztliche Maßnahmen anzuwenden (Gorgaß et al., 2005, S. 24–34; Helfen, 2008, S. 8).

Im rettungsdienstlichen Ausnahmebetrieb kommen alle Rettungsdienstmitarbeiter in Abhängigkeit von ihren Zusatzqualifikationen (siehe Tabelle 5 und Tabelle 6) und der einsatztaktischen Notwendigkeit für eine Vielzahl von Aufgaben infrage (siehe Abschnitt 4.3). Zusätzlich zur Erfüllung der diagnostischen, therapeutischen und betreuerischen Aufgaben muss *„jeder Einsatz im Rettungsdienst und Krankentransport [...] möglichst lückenlos dokumentiert“* (Lutomsky & Flake, 2003, S. 12) werden. Dabei unterscheiden sich die konkreten Anforderungen sowie die genutzten Arbeitsmittel zwischen dem Regel- und dem Ausnahmebetrieb.

4.2 Regelbetrieb

Wie bereits in Abschnitt 2.2 erläutert, können im Regelbetrieb Krankentransporte, Intensivtransporte und Notfallrettungen unterschieden werden. Sie sind vielfältiger Natur. Je nach Einsatzart und -verlauf variiert die Gewichtung der eingangs genannten Teilaspekte der bedarfsgerechten Versorgung (Leben erhalten etc.). So stehen beispielsweise beim Transport eines vergleichsweise stabilen Patienten eher die Verhinderung zusätzlicher Schäden, Schmerzen oder Ängste im Vordergrund. Spezielle lebenserhaltende Maßnahmen sind dann nicht notwendig. Jedoch sind diese Einsätze in ihren grundsätzlichen Aufgabenstrukturen vergleichbar.

Abbildung 8 stellt die HTA für die Absolvierung eines Einsatzes im Regelbetrieb dar. Sie basiert einerseits auf Erläuterungen und Ausführungen in notfallmedizinischen und rettungsdienstlichen Standardwerken, Leitfäden und Kursbüchern (Adams et al., 2009, S. 27–33; Böhmer, Schneider & Wolcke, 2006, S. 13–90; Brokmann & Rossaint, 2008, S. 69; Dick, Ahnefeld & Knuth, 2003, S. 6–22; Gorgaß et al., 2005, S. 119–132; Helfen, 2008; Lutomsky & Flake, 2003). Andererseits wurden persönliche Mitteilungen von Einsatzkräften berücksichtigt, die sich beispielsweise im Rahmen der teilnehmenden Beobachtung an einer Nachtschicht eines norddeutschen Rettungsdienstes oder beim Besuch rettungsdienstlicher Veranstaltungen ergeben haben.

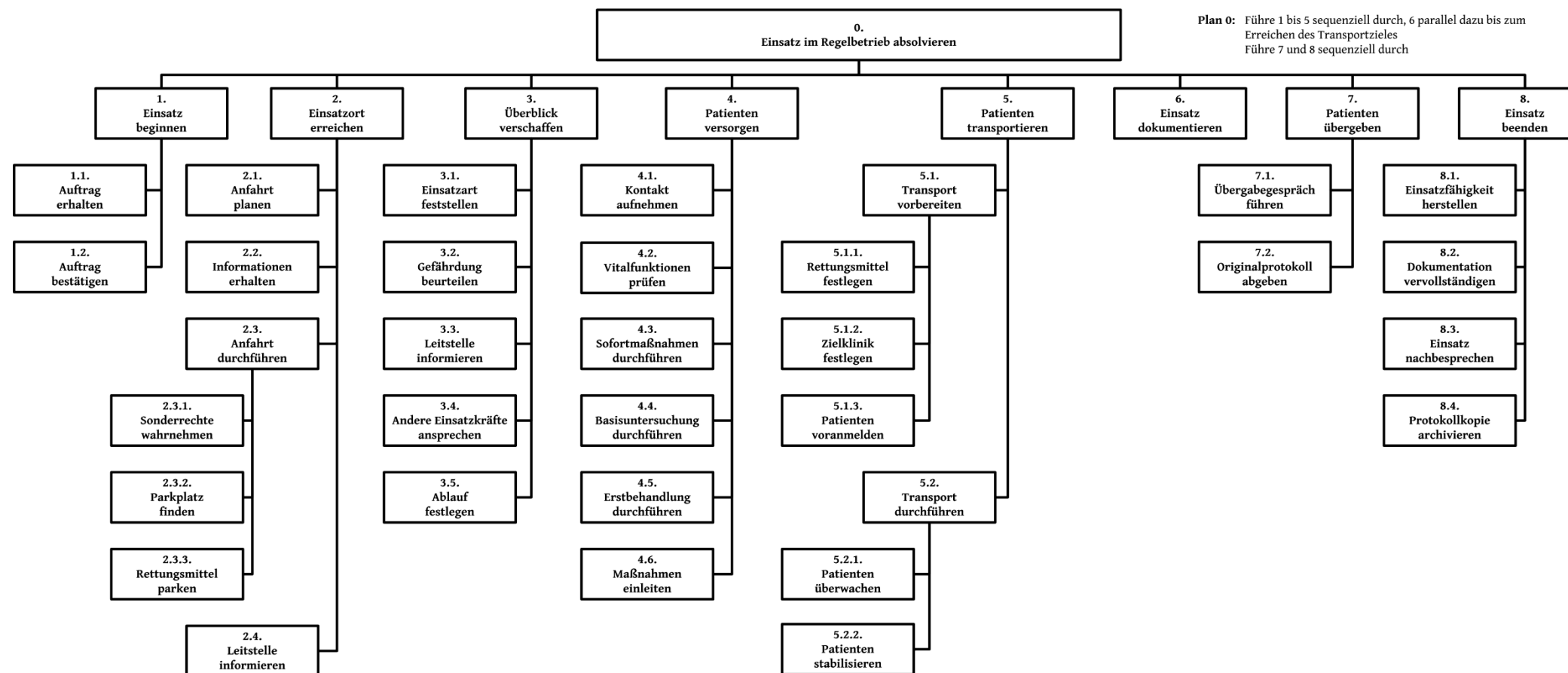


Abbildung 8: HTA für den rettungsdienstlichen Regelbetrieb

Der Auftrag kann auf verschiedene Arten erteilt werden (Lutomsky & Flake, 2003, S. 72):

- per Telefonanruf der Leitstelle auf der Rettungswache;
- per Funkspruch an die Rettungswache oder direkt an das Rettungsmittel;
- per digitalem Meldeempfänger durch Übertragung alphanummerischer Zeichen;
- per Einsatzdrucker und gleichzeitigem Alarmsignal auf der Rettungswache.

Mit der Alarmierung sowie auf dem Weg zum Einsatzort erhalten die Einsatzkräfte die der Leitstelle vorliegenden Informationen zum Einsatzgeschehen. Diese sind oftmals nicht genau oder stellen sich im späteren Verlauf als völlig falsch heraus (Lutomsky & Flake, 2003, S. 73). Somit kann sich vor Ort ein gänzlich anderes Bild ergeben als beschrieben. Im Extremfall geht der geplante Regelbetrieb unmittelbar in den Ausnahmebetrieb über. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn statt einer zu versorgenden Person mehrere Verletzte vorgefunden werden oder sich die Einsatzlage während der Anfahrt verändert, z. B. durch das Auffahren weiterer Fahrzeuge auf eine Unfallstelle.

Entspricht die vorgefundene Einsatzlage den ursprünglichen Darstellungen oder lässt sie sich in entsprechend korrigierter Form im Rahmen des Regelbetriebes absolvieren, stellt der Zustand der Patienten den entscheidenden Faktor für den weiteren Einsatzverlauf dar. Nachdem ggf. lebensrettende Sofortmaßnahmen durchgeführt wurden, zielt bei Notfallpatienten die Basisuntersuchung auf die Erfassung von Leitsymptomen. Dabei handelt es sich um die *„besonders charakteristischen oder hervorstechenden Symptome eines Krankheitsbildes, die für die Diagnosestellung führend sind“* (Becker et al., 2006, S. 270). Bei bereits in klinischer oder medizinischer Betreuung befindlichen Patienten ist die Diagnose i. d. R. bekannt und die Versorgung bereits eingeleitet. Sie muss während des Transportes aufrechterhalten und ggf. angepasst werden. Dies gilt insbesondere für intensivtherapiepflichtige Patienten.

Aufgrund der Vielzahl möglicher Erkrankungen oder Verletzungen und der jeweils angezeigten Maßnahmen kann in der Versorgung von Patienten im Regelbetrieb nur begrenzt von Routine gesprochen werden. Gries et al. (2006) stellen bei der Analyse von 82.000 Protokollen zu bodengebundenen Einsätzen und 47.000 luftgestützten Notarzteinsätzen fest, dass die Rettungsdienstmitarbeiter komplexe Notfallsituationen nur selten bewältigen mussten. Teilweise traten sie nur wenige Male pro Jahr auf. Es kann gefolgert werden, dass *„gerade an Standorten mit einer geringen Einsatzfrequenz [...] durch die ausschließliche Teilnahme am Notarztdienst eine entsprechende zum Management anspruchsvoller Notfallsituationen erforderliche Routine nicht erworben bzw. aufrechterhalten werden [kann]“* (Gries et al., 2006, S. 1082).

Diese Feststellung gilt auch für den Umgang mit der umfangreichen medizinischen und technischen Ausrüstung. Sie ist auf mehrere Koffer und Rucksäcke verteilt (siehe Abbildung 9) und umfasst u. a. bis zu 50 Medikamente (Adams et al., 2009, S. 50). Zur Mindestausstattung von Rettungsmitteln gehören verschiedene mobile interaktive Systeme, die die Diagnosestellung, die Durchführung von Therapiemaßnahmen oder die Überwachung bestimmter Parameter unterstützen oder erst möglich machen (Helfen, 2008, S. 4–5).



Abbildung 9: Defibrillator und Notarztzoffern mit Medikamenten im Regelbetrieb

Wie in der HTA in Abbildung 8 dargestellt, sollte die Dokumentation des Einsatzes nicht nur am Ende und vor der Übergabe im Krankenhaus erfolgen, sondern parallel zur Durchführung der Maßnahmen. Darüber hinaus sind auch relevante Normalbefunde festzuhalten (z. B. „keine Schmerzen“). Böhmer, Schneider und Wolcke (2006, S. 26) ordnen die Dokumentation den Basismaßnahmen zu und empfehlen bei instabilen Patienten die Erhebung und Aufzeichnung der Vitalwerte im 5-Minuten-Takt. Nach Angaben der 836 Teilnehmer einer Onlinebefragung im rheinland-pfälzischen Rettungsdienst erfolgt die Dokumentation in der Praxis überwiegend während des Einsatzes und erfordert im Durchschnitt 21 Minuten. Mehr als die Hälfte der Zeit (12,4 Minuten) wird für Berichte und Formulare aufgewendet, die zusätzlich zum eigentlichen Protokoll anzufertigen sind. Diese dienen dem Qualitätsmanagement oder der Dokumentation spezifischer Einsatzverläufe, z. B. nach Reanimationsmaßnahmen oder der Verweigerung des Transportes durch den Patienten.

Die Dokumentation sollte spätestens mit der Übergabe des Originalprotokolls abgeschlossen werden. Werden im Nachhinein Ergänzungen notwendig, sind diese auf den Durchschlägen des Protokolls festzuhalten und mit Zeitangabe und Unterschrift zu versehen. Im Bedarfsfall sind auch die Empfänger des Originals zu informieren. Die bis zu drei Durchschläge werden teils archiviert und teils an das administrative Führungspersonal (siehe Kapitel 5) weitergeleitet (Luiz, Jung & von Lengen, 2011; Schäper & Döriges, 2008). In der Praxis werden die Einsätze oftmals nicht vollständig oder fehlerhaft protokolliert. Mängel treten u. a. hinsichtlich der Erfassung verabreichter Medikamente sowie bei der Beschreibung des Patientenzustandes auf (Bergrath et al., 2011).

1996 wurde von der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensivmedizin (DIVI) zunächst ein Datensatz empfohlen, der alle Merkmale umfasst, die für Dokumentation rettungsdienstlicher Einsätze notwendig sind. Dieser *Minimale Datensatz (MIND)* wird regelmäßig aktualisiert und hat zur Standardisierung von Einsatzprotokollen für den Regelbetrieb (siehe Abbildung 72 und Abbildung 73 im Anhang) beigetragen (Messelken et al., 2011; Moecke et al., 2004). Dennoch werden vielerorts noch verschiedene Protokolle für Einsätze mit und ohne Notarztbeteiligung genutzt. „Der Grundgedanke, dass Rettungsassistent/RS und Notarzt auf einem Protokolltyp dokumentieren, bietet aus heutiger Sicht [jedoch] zahlreiche Vorteile“ (Schäper & Döriges, 2008, S. 42). Die grundsätzliche Problematik, die durch den Zeitdruck und den Vorrang der Patientenversorgung vor der Dokumentation entsteht, bleibt jedoch unabhängig vom Protokolltyp bestehen. Dennoch müssen weiterhin „Verbesserungen der Dokumentationsqualität [...] erreicht werden“ (Bergrath et al., 2011, S. 223).

Fehlerhafte oder unvollständige Einsatzprotokolle erschweren die Übergabe der Patienten von der außer- zur innerklinischen Behandlung. Das weiterbehandelnde Personal ist auf die nur am Einsatzort oder im Transportverlauf erfassbaren Angaben (z. B. Auffindesituation, Unfallgeschehen, Zustandsveränderungen) angewiesen, um geeignete Folgemaßnahmen veranlassen zu können. Die im Vorfeld entstandenen Informationslücken können auch durch einen gut strukturierten Übergabeprozess, z. B. durch Einbeziehung aller Beteiligten und das aktive Abfragen fehlender Angaben, nur begrenzt geschlossen werden (Blickle & Besemer, 2012). Lutomsky und Flake (2003, S. 80) schildern die Weitergabe aller relevanten Informationen an einem fiktiven Fallbeispiel wie folgt:

„Guten Tag, mein Name ist Meyer vom Rettungsdienst XY. Das ist Frau Otilie Fischer, 72 Jahre alt. Unsere Verdachtsdiagnose ist eine instabile Angina Pectoris. Frau Fischer klagte seit ca. 15.20 Uhr über linksthorakale Schmerzen, die sich auch nach der Selbstmedikation mit vier Hüben Nitrospray nicht besserten. Der Blutdruck war 180/90 mmHg bei bek. Hypertonus, Puls 80/Min., SpO₂ 97%. Das 12-Kanal-EKG zeigt einen normofrequenten Sinusrhythmus ohne ST-Strecken-Hebung. Der anwesende Hausarzt gab 0,5 g ASS i. v. über den von uns gelegten venösen Zugang. Über eine Nasensonde bekam sie 4 l/Min. Sauerstoff. Der Hausarzt begleitete den Transport jedoch nicht. Während des Transportes schwankte der Blutdruck zwischen einem systolischen Wert von 140-180 mmHg, die Pulsfrequenz lag zwischen 70-80/Min. Die Brustschmerzen ließen um ca. 15.40 Uhr nach erneuter Nitrogabe nach. Frau Fischer leider seit mehreren Jahren an einem Hypertonus, vor zwei Jahren wurde eine KHK festgestellt. Die aktuelle Medikation ist Nitrolingual®-Spray bei Bedarf 1-0-1 Adalat® 10 mg und 1-0-0 Beloc® mite.“

Nach erfolgter Übergabe müssen die Einsatzdaten, insbesondere die Einsatznummer, mit der Leitstelle abgeglichen und Angaben komplettiert werden. Weiterhin sind verbrauchte Materialien zu ersetzen und notwendige Reinigungsmaßnahmen vorzunehmen. Währenddessen sollten auch etwaige Probleme oder während der Patientenversorgung offengebliebene Punkte besprochen werden. Erst dann kann der nächste Auftrag im Regel- oder Ausnahmebetrieb absolviert werden.

4.3 Ausnahmebetrieb

Während die Aufgaben im Regelbetrieb an der unmittelbaren Patientenversorgung sowie der Einsatzdokumentation orientiert sind, erfordert der Ausnahmebetrieb umfassendere Tätigkeiten. Sie können in sinngemäßer Übersetzung der englischsprachigen 5-T-Regel (Peter & Maurer, 2001) in folgenden Aufgabenkomplexen zusammengefasst werden (Mentler et al., 2011):

1. Führung und Ordnung,
2. Sichtung,
3. Behandlung,
4. Betreuung,
5. Transport.

Führung, im Sinne der Beeinflussung der Entscheidungen und der Verhaltensweisen anderer Menschen um bestimmte aufgabenbezogene Ziele verwirklichen zu können, ist notwendig, da im Ausnahmebetrieb dutzende bis hunderte Rettungsdienstmitarbeiter zum Einsatz kommen. Sie müssen strukturiert auf laufende und noch umzusetzende Maßnahmen verteilt werden. Im Zusammenhang mit dem Führungsvorgang stehen die Priorisierung von Maßnahmen sowie die strukturelle Ordnung des Einsatzgebietes durch die Einteilung von Einsatzabschnitten (Adams, Flemming & Gänsslen, 2008).

Die *Sichtung (Triage)*, d. h. „die ärztliche Beurteilung und Entscheidung über die Priorität der Versorgung von Patienten hinsichtlich Art und Umfang der Behandlung sowie über Zeitpunkt, Art und Ziel des Transportes“ (DIN 13050:2009) prägt den rettungsdienstlichen Ausnahmebetrieb. Es handelt es sich um „[...] eine weitaus wichtigere Aufgabe [...] als jede andere ärztliche Erstmaßnahme, immer abgesehen von der Sofortbehandlung bei abwendbarer akuter Lebensbedrohung“ (Peter, Weidringer & Clemens-Mitschke, 2005, S. 329). Die durch sie indizierte Versorgungsreihenfolge dient der bestmöglichen Versorgung möglichst vieler Betroffener. Dabei werden seit 2002 die in Tabelle 7 dargestellten Sichtungskategorien unterschieden.

Kategorie	Farbliche Codierung	Beschreibung	Konsequenz
I	Rot	Akute vitale Bedrohung	Sofortige Behandlung
II	Gelb	Schwer verletzt/erkrankt	Dringliche Behandlung
III	Grün	Leicht verletzt/erkrankt	Spätere Behandlung
IV	Blau/Grau	Ohne Überlebenschance	Betreuung
EX (Tote)	Schwarz	Tot	Kennzeichnung

Tabelle 7: In Deutschland seit 2002 standardisierte Sichtungskategorien (Luiz, Lackner & Peter, 2010, S. 57; Sefrin, Weidringer & Weiss, 2003)

Hervorzuheben ist, dass speziell die Sichtungskategorie IV unter Fachleuten umstritten ist. Ihre Notwendigkeit wird beispielsweise von Baumeier (2003) vehement bestritten. Seiner Meinung nach können in Deutschland binnen weniger Stunden immer ausreichend Personal und Ressourcen bereitgestellt werden, um eine abwartende Behandlung oder Betreuung zu vermeiden.

In den zuvor angeführten Quellen wird Sichtung als rein ärztliche Aufgabe beschrieben. Dies lässt sich in der Praxis kaum aufrechterhalten. Zwar beansprucht die Beurteilung eines Patienten nur wenige Minuten. Dies würde aber schon bei dutzenden Betroffenen insgesamt zu lange dauern. Daher wird es oftmals zumindest zu einer (Vor-)sichtung durch Rettungsassistenten kommen. Die Anwendung von Sichtungsalgorithmen (siehe Abbildung 74 im Anhang) kann hierbei die korrekte Einschätzung erleichtern (Gutsch et al., 2006).

Die parallele *Behandlung* mehrerer Patienten erfordert zeitweilig die Abkehr von individualmedizinischen Behandlungsstandards. Einerseits fehlt die Zeit für umfassende Anamnese- und Diagnosetätigkeiten, andererseits müssen die verfügbaren Ressourcen (Medikamente, Geräte) möglichst effizient verwendet werden. Die frühzeitige Rückkehr zu aus dem Regelbetrieb bekannten Verfahren und Möglichkeiten ist eines der zentralen Ziele im Ausnahmebetrieb.

Neben der notfallmedizinischen Versorgung müssen frühzeitig und noch am Schadensort Maßnahmen getroffen werden, um psychische Folgeschäden zu vermeiden oder zu minimieren (*Betreuung*). Dabei sind nicht nur die Patienten, sondern auch Zeugen, Angehörige und Einsatzkräfte zu berücksichtigen (Kühn, Luxem & Runggaldier, 2004, S. 847ff). Sie alle gilt es zu registrieren, um sie auch mittel- und langfristig ansprechen zu können.

Stabilisierte und grundlegend versorgte Patienten sowie akut lebensgefährdete Personen, denen mit den begrenzten Ressourcen vor Ort nicht geholfen werden kann, müssen an anderen Stellen weiterversorgt werden. Ziel ist, dass „jeder Patient [...] zum richtigen Zeitpunkt mit einem für ihn geeigneten Transportmittel in eine geeignete Behandlungseinrichtung gelangen [soll]“ (Luiz, Lackner & Peter, 2010, S. 110). Die *Transportorganisation* ist auch ein logistisches Unterfangen, da ein Massenanfall von Verletzten oder Erkrankten oftmals einen „*Massenanfall von Rettungsmitteln*“ (Mentler, 2010, S. 34) zur Folge hat. Zusätzlich zu den Fahrzeugen des Regelbetriebes werden dann auch Sonderrettungsmittel eingesetzt, die ggf. besondere Anforderungen an Stellflächen oder die Rangierbarkeit stellen (z. B. Busse).

Die genannten Aufgabenkomplexe sind arbeitsteilig spezialisierten Gruppen oder einzelnen Personen zugeordnet. Von besonderer Bedeutung sind die *Besatzung des ersteintreffenden Rettungsmittels*, die *rettungsdienstliche Einsatzleitung*, bestehend aus *Leitendem Notarzt* und *Organisatorischem Leiter*, sowie die Leiter der jeweiligen Einsatzabschnitte. Teilweise entstehen diese Zuordnungen spontan während des Einsatzgeschehens. So kann prinzipiell die Besatzung jedes Rettungsmittels die zuerst an einem Schadensort eintreffende sein. Ihr Verhalten ist entscheidend für den weiteren Einsatzverlauf (Oberkinkhaus, 2009a, 2009b). Das optimale Vorgehen kann durch „*10 Gebote*“ (Peter, Mitschke & Uhr, 2001, S. 40–49) beschrieben werden, die auch die Grundlage der in Abbildung 10 dargestellten HTA bilden.

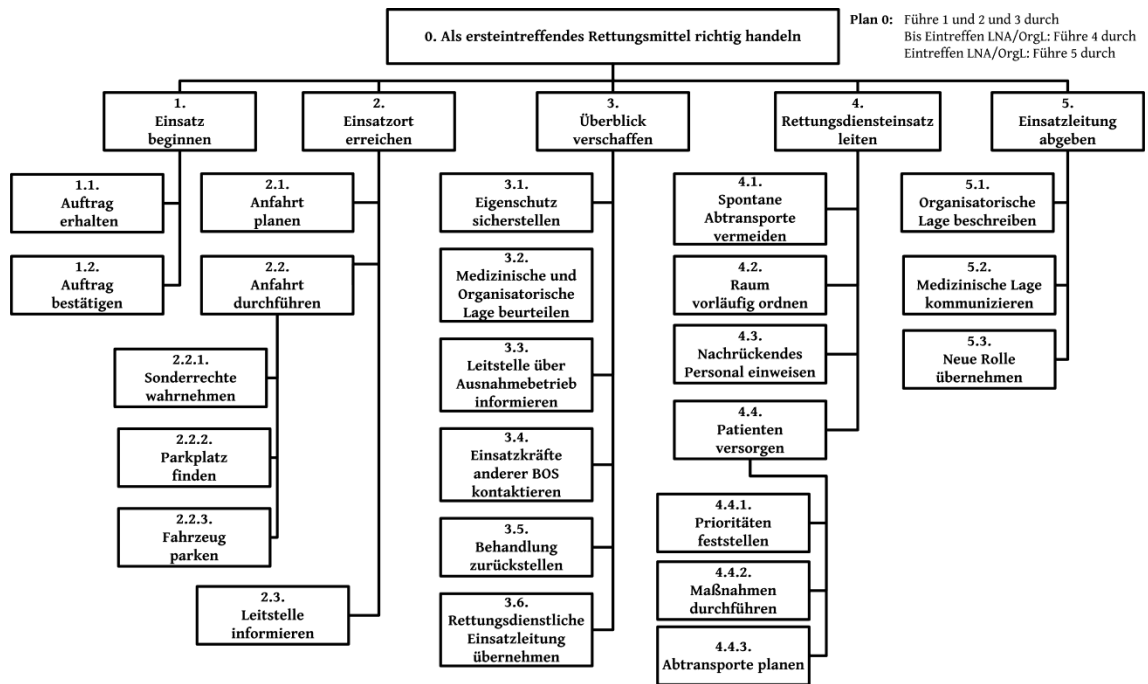


Abbildung 10: Hierarchische Aufgabenanalyse für die Besetzung des ersteintreffenden Rettungsmittels

LNA und OrgL übernehmen beim Eintreffen am Einsatzort die Leitung des rettungsdienstlichen Einsatzes. Die Aufgaben des LNAs sind in der HTA in Abbildung 11 zusammengefasst (Dirks, 2006; Rosolski & Matthes, 2006; Ziegenfuß, 2005, S. 10–11).

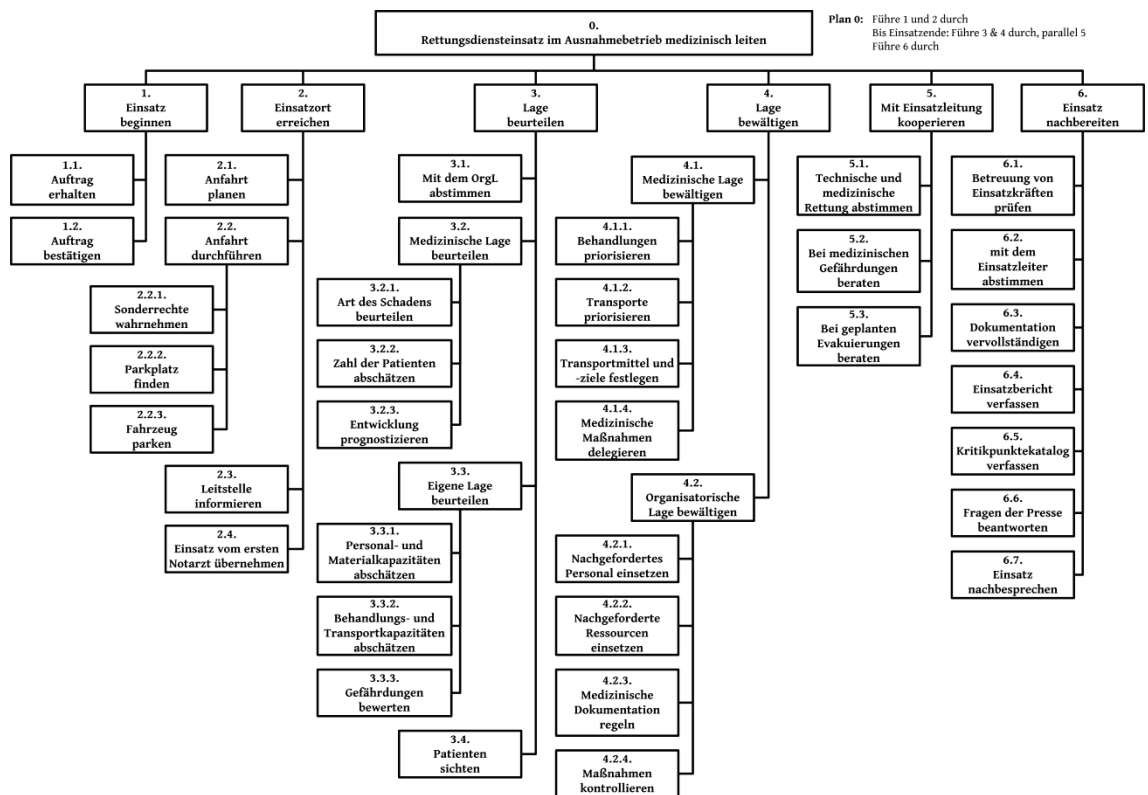


Abbildung 11: Hierarchische Aufgabenanalyse für den Leitenden Notarzt (LNA)

Der LNA ist somit vom Beginn des Einsatzes bis zu mehrere Wochen über das Ende der unmittelbaren Maßnahmen hinaus in vielfältiger Weise gefordert (siehe z. B. Hörner (2000)). Er muss die gegenwärtige Lage korrekt beurteilen und Entwicklungen abschätzen, um geeignete Maßnahmen einleiten zu können. Alle wesentlichen Aspekte zu berücksichtigen und für die spätere Auswertung zu dokumentieren, wäre für eine Person unmöglich. Der LNA ist daher insbesondere bei der organisatorischen und technisch-taktischen Bewältigung des Einsatzes auf eine effiziente Zusammenarbeit mit dem OrgL angewiesen. Dessen Aufgaben sind in der HTA in Abbildung 12 beschrieben (Crespin & Peter, 2007; Dirks, 2006).

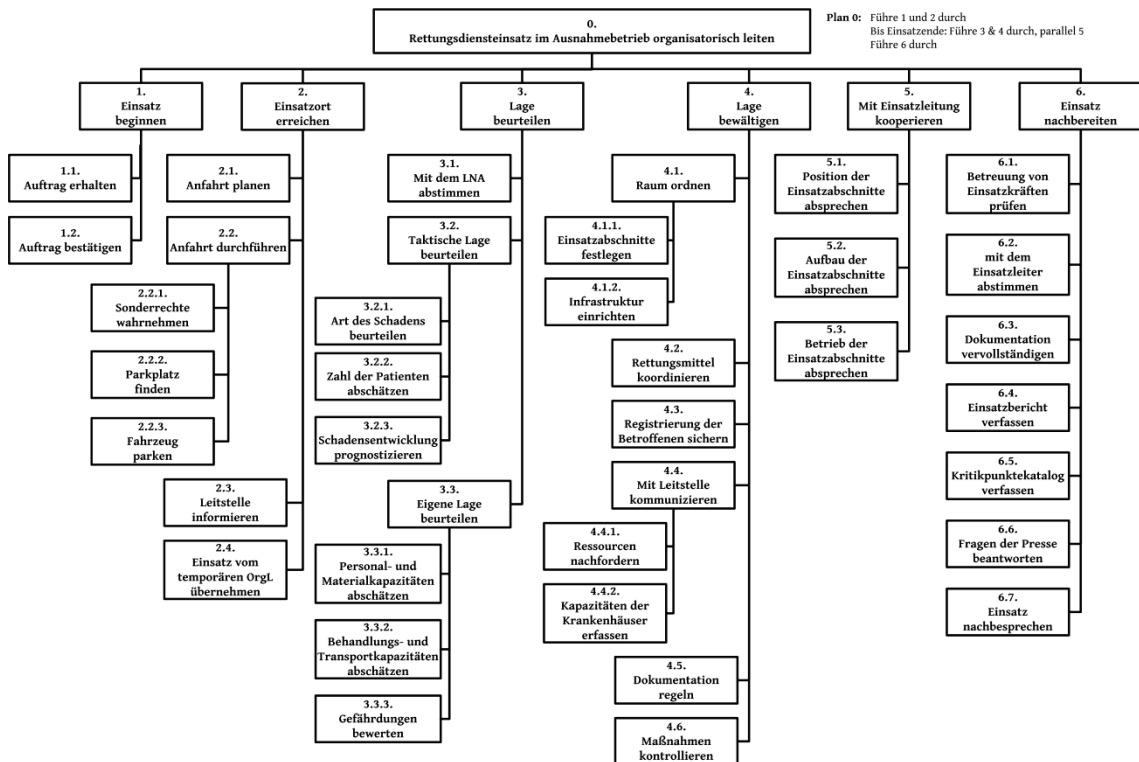


Abbildung 12: Hierarchische Aufgabenanalyse für den Organisatorischen Leiter (OrgL)

LNA und OrgL müssen mit der oftmals von der Feuerwehr geführten Gesamteinsatzleitung kooperieren, die in der Regel bei Einsätzen im Ausnahmebetrieb gebildet wird (Peter, Mitschke & Uhr, 2001, S. 14). In dieser stimmen die anwesenden Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben ihre Maßnahmen ab.

Schadensorte und Einsatzabschnitte umfassen oftmals größere Flächen und können räumlich verteilt sein. Daher ist es LNA und OrgL meist nicht möglich, alle relevanten Vorgänge direkt wahrzunehmen und zu interpretieren. Sie werden daher von Assistenten und Abschnittsleitern unterstützt (siehe Abschnitt 5.4). Die Kommunikation zwischen allen Beteiligten erfolgt „fernmündlich per Funkgerät und Mobiltelefon, im persönlichen Gespräch oder auch durch Melder“ (Mentler et al., 2011). Zu beachten ist, dass die auf technischer Informations- und Kommunikationsinfrastruktur basierenden Hilfsmittel unter bestimmten Einsatzbedingungen nicht nutzbar sein können, z. B. nach einem Blitzeinschlag oder durch Überlastung der Netzkapazitäten (Diepenseifen et al., 2009, S. 525).

Eine weitere Möglichkeit zum Austausch sowie zur Dokumentation relevanter Patienten- und Einsatzdaten stellen *papierbasierte Arbeitsmittel* dar. Verschiedene Vorlagen für Formulare, Tabellen, Karten, Übersichtsgrafiken, Pläne existieren. Einige von ihnen können nur stationär genutzt werden, beispielsweise durch Befestigung im Einsatzleitwagen, andere können von den Einsatzkräften bei sich getragen werden. LNA und OrgL nutzen darüber hinaus Schreibblöcke oder lose Blätter, um handschriftliche Notizen anzufertigen (siehe Abbildung 13). Einzelne Einsatzleiter gliedern oder strukturieren sich diese Zettel bereits im Vorfeld. Jedem Patienten wird eine Anhängerkarte umgebunden (siehe Abbildung 13 rechts unten). Ihre Farbe entspricht der jeweiligen Sichtungskategorie. Verdachtsdiagnosen, Maßnahmen sowie Personendaten können auf ihr erfasst werden (Crespin & Peter, 2007, S. 63; Mentler & Herczeg, 2014b).

Bei diesen Ausführungen ist zu beachten, dass die in Abbildung 13 dargestellten Artefakte nur exemplarisch zu verstehen sind. Weder die Dokumente zur Erfassung der Patienten noch die zur Zusammenfassung des Einsatzgeschehens sind in Deutschland flächendeckend standardisiert (Adams et al., 2009, S. 407). Zwar verwenden einzelne Behörden oder Organisationen regionsübergreifend die gleichen Arbeitsmittel und einzelne Dokumentationssysteme werden auch kommerziell vertrieben. Jedoch finden sich in der Praxis auch in Eigenregie entwickelte oder modifizierte Lösungen (Mentler & Herczeg, 2014b). Einige von ihnen werden im Anhang gezeigt (siehe Abbildung 75 bis Abbildung 84).

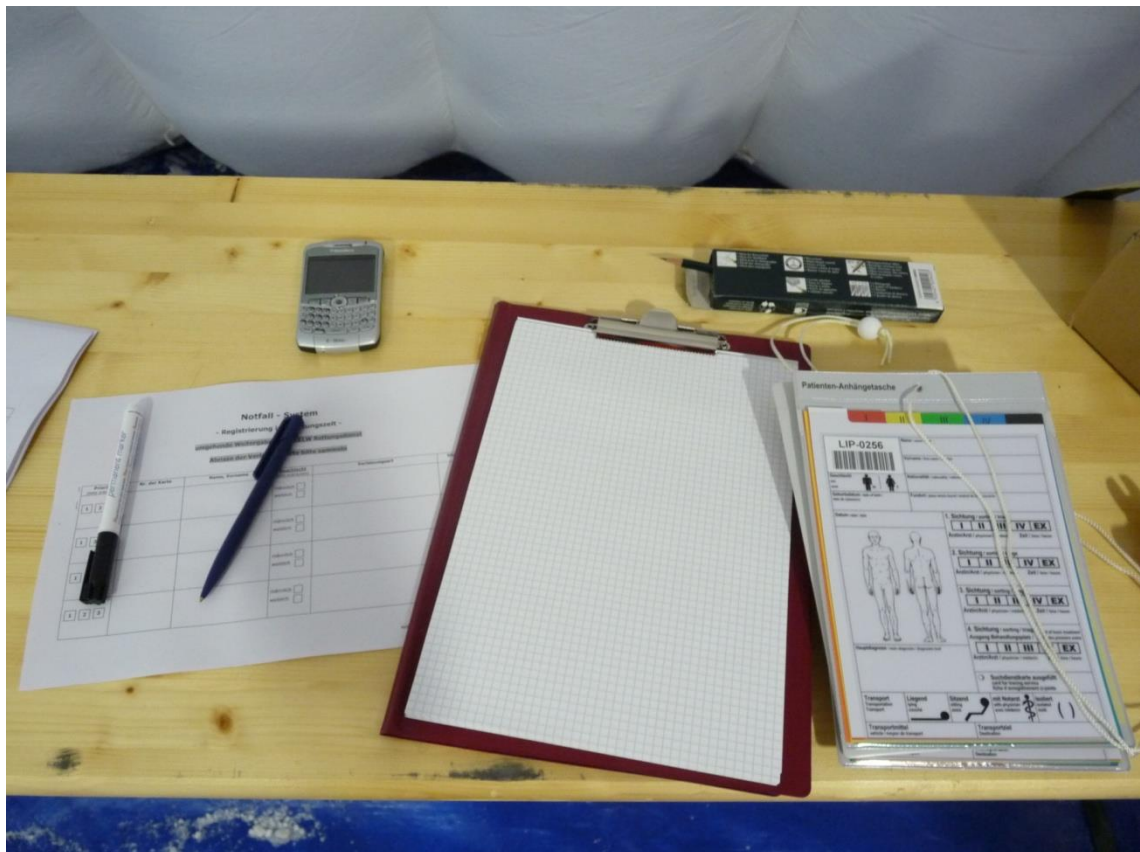


Abbildung 13: Papierbasierte Arbeitsmittel im Ausnahmebetrieb

Diese Vielfalt und darüber hinaus gehende Lösungsansätze (z. B. farbige Armbänder) bergen „beträchtliche Risiken“ (Luiz, Lackner & Peter, 2010, S. 68) für die Einsatzbewältigung; insbesondere in der Zusammenarbeit benachbarter Rettungsdienste. Die Vereinheitlichung der Dokumentationsverfahren ist dringend erforderlich (Mentges et al., 1997, S. 114). Folgende Probleme würden aber auch dann verbleiben (Soboll et al., 2009, S. 114):

1. Die Übermittlung der auf Papier erfassten Daten ist umständlich und zeitaufwendig.
2. Die Weitergabe der Daten auf verschiedenen Wegen führt zu redundanten oder fehlerhaften Aufzeichnungen.
3. Vollständigkeit und Korrektheit der Angaben müssen manuell geprüft werden.

Hinzu kommen Probleme, die sich durch schlecht lesbare Handschriften, unter Zeitdruck vorgenommene Notationen sowie nicht aufeinander abgestimmte Arbeitsmittel ergeben. Letzteres gilt beispielsweise für die in Abbildung 14 dargestellten Aufkleber, die zu groß für die vorgesehene Spalte sind. Solche den Aufbau oder die Gestaltung der Arbeitsmittel betreffende Probleme sind keine Seltenheit.

Dennoch dürfen bei der Bewertung der etablierten Arbeits- und Kommunikationsmittel zwei Aspekte nicht unterschätzt werden. Erstens ermöglichen sie *flexible Arbeitsweisen*. Zweitens lassen sich Formulare und andere papierbasierte Dokumente *unabhängig von technischen Infrastrukturen nutzen*. Beides ist im Hinblick auf die Unvorhersehbarkeit der konkreten Einsatz- und Umweltbedingungen wertvoll.

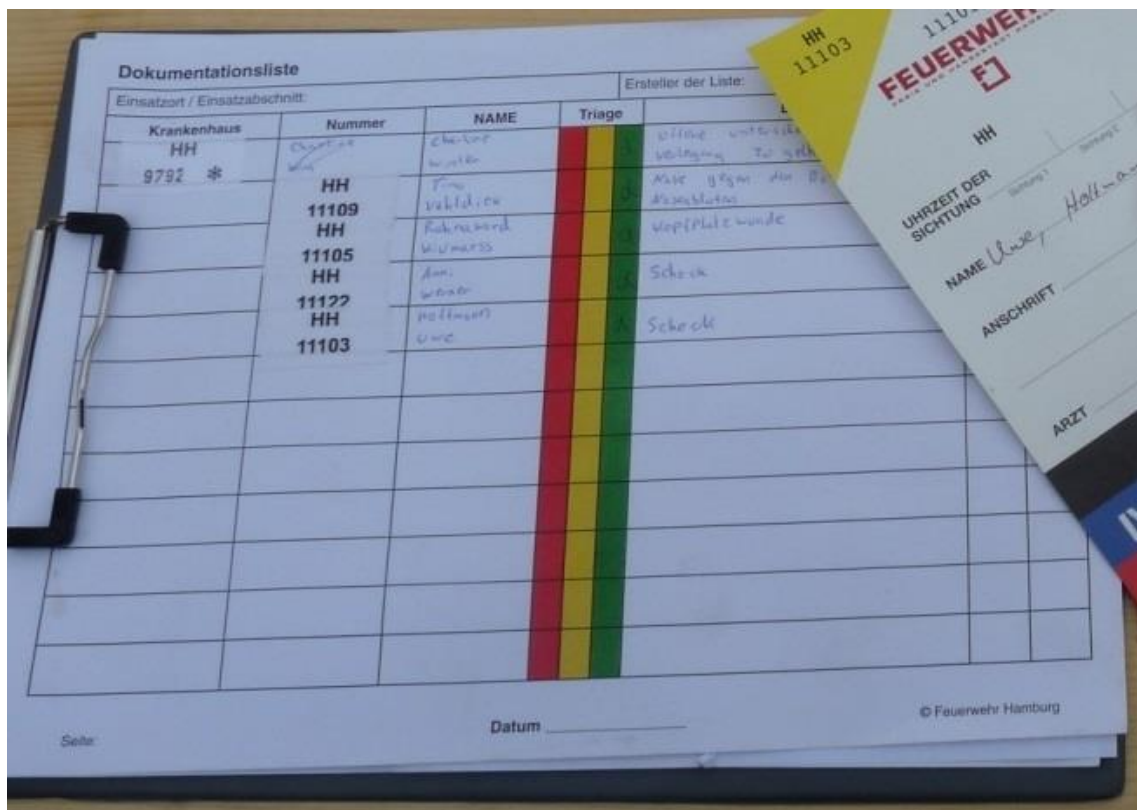


Abbildung 14: Handschriftliche Aufzeichnungen und zu große Aufkleber bei einer Übung zum Ausnahmebetrieb

Abschließend lässt sich feststellen, dass Dokumentationslücken und Kommunikationsprobleme aufgrund der derzeit genutzten Arbeitsmittel eher die Regel denn die Ausnahme sind (Mentges et al., 1997, S. 114; Scholz, 2008, S. 569–583). In einer Onlinebefragung von Fischer et al. (2008) unter 1707 Rettungsdienstmitarbeitern gaben mehr als 90 % der Teilnehmer an, ihre Aufgaben- und Verantwortungsbereiche im Ausnahmebetrieb zu kennen. Mehr als 80 % der Befragten, die zu diesem Zeitpunkt bereits Erfahrungen mit Einsätzen im Ausnahmebetrieb hatten, bemerkten aber Probleme bei der Einsatzbewältigung im Allgemeinen und mit der Kommunikation im Besonderen.

4.4 Fazit

Die grundsätzliche Funktion der Rettungsdienste liegt in der notfallmedizinischen und präklinischen Versorgung der Bevölkerung. Wesentliche Teilaspekte sind dabei Leben erhalten, Schmerzen beseitigen, Schädigungen verhindern, Nöte lindern und Wiederbelebungen versuchen. Die hierbei von den Einsatzkräften zu erledigenden Aufgaben unterscheiden sich zwischen Regel- und Ausnahmebetrieb.

Der Regelbetrieb ist durch die individualmedizinische Versorgung der Patienten sowie die umfassende Dokumentation der Einsätze geprägt. Notärzte und Rettungsfachpersonal agieren nicht alleine, sondern besetzen die Rettungsmittel gemeinsam oder treffen am Einsatzort zusammen. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Qualifikationen sind ihnen Tätigkeits- und Verantwortungsbereiche zugeordnet. Die Zusammenarbeit ist durch Weisungsbefugnisse und Assistenzfunktionen geregelt.

Der Ausnahmebetrieb erfordert neben der medizinischen Versorgung zahlreicher Patienten auch die Führung vieler Einsatzkräfte sowie die Ordnung der Abläufe. Maßnahmen und Ressourceneinsätze müssen priorisiert und abgestimmt werden. Essenziell ist die Sichtung der Patienten, d. h. die effiziente Beurteilung der Schwere der jeweiligen Erkrankungen oder Verletzungen. Aus ihr ergibt sich eine Behandlungsreihenfolge. Die Besetzung des ersteintreffenden Rettungsmittels sowie die rettungsdienstliche Einsatzleitung, bestehend aus LNA und OrgL, sind für die Einsatzbewältigung von entscheidender Bedeutung.

Die Erfassung und Kommunikation relevanter Einsatzdaten ist im Regel- wie im Ausnahmebetrieb unverzichtbar, aber in der Praxis mit den derzeitigen Arbeitsmitteln oftmals nicht zu gewährleisten. Gerade bei außergewöhnlichen Schadenslagen ist der Austausch mittels verschiedener Formulare, Tabellen und Karten umständlich und zeitaufwendig. Allerdings ermöglichen die etablierten Arbeits- und Kommunikationsmittel flexible und von technischen Infrastrukturen unabhängige Arbeitsweisen.

Für die Gebrauchstauglichkeit interaktiver Systeme zur Unterstützung der präklinischen Versorgung von Patienten bedeutet dies, dass die computerbasierten Werkzeuge *im Regelbetrieb primär die effiziente und sichere Dokumentation der Einsätze ermöglichen müssen. Im Ausnahmebetrieb müssen sie vorrangig die Kooperation der rettungsdienstlichen Einsatzkräfte und die mit dem Sichtungsprozess verbundenen Aufgaben unterstützen.*

5 Organisationsanalyse

*„As PCs lost their ‚insularity‘,
social and organizational effects
grew in design relevance.“*

Jonathan Grudin (1996)

In vielen Arbeitskontexten, so auch dem rettungsdienstlichen, erledigen einzelne Mitarbeiter ihre Aufgaben nicht autonom, sondern in Abstimmung mit anderen Personen und unter organisatorischen Randbedingungen (siehe Abschnitt 5.1). Im Abschnitt 5.2 werden zunächst die Rettungskette als grundlegendes Modell für den Verlauf effektiver Hilfeleistungen und die Leitstelle als koordinierende und zentrale Einrichtung der strukturierten Notfallversorgung vorgestellt. Anschließend erfolgt in den Abschnitten 5.3 und 5.4 die Analyse der Organisation des rettungsdienstlichen Regel- und Ausnahmebetriebes. Das Kapitel schließt mit einem kurzen Fazit (siehe Abschnitt 5.5).

5.1 Grundlagen

Aus sozial- oder wirtschaftswissenschaftlicher Perspektive existiert keine einheitliche oder gut operationalisierbare Definition des Begriffes *Organisation*. Grundsätzlich kann zwischen einem funktionalen Ablaufaspekt („organisiert sein“) und einem strukturellen Aufbauaspekt („Organisation sein“) unterschieden werden. Nach Letzterem lässt sich eine Organisation als ein der Umwelt gegenüber offenes System verstehen, welches längerfristig existiert, definierte Ziele verfolgt, sich als soziales Gebilde aus Individuen und Gruppen zusammensetzt und arbeitsteilige, hierarchische Strukturen aufweist (Bergmann & Garrecht, 2008; von Rosenstiel, 2007).

Neben den in Organigrammen oder Ablaufplänen beschreibbaren Formalitäten sind auch weniger offensichtliche Faktoren zu berücksichtigen (z. B. soziale Beziehungen, Machtstrukturen, Werte und Normen). Die Betrachtung der formellen und der informellen Organisation sowie der sich aus ihnen ergebenden Anforderungen an die Kommunikation, Koordination oder Kooperation der Beteiligten ist für die Entwicklung gebrauchstauglicher Systemlösungen unabdingbar. Mit ihr gehen vielfältige Fragen u. a. nach Informationsflüssen, Automatisierungsmöglichkeiten oder der Organisationskultur einher (Herczeg, 2007, S. 193, 2009, S. 97–100; Schmitz, 2007, S. 272; von Rosenstiel, 2007, S. 13–15).

5.2 Rettungskette und Rettungsleitstelle

Abgesehen von zufälligen Umständen oder der Vorausplanung bei Großveranstaltungen ist für die Mehrzahl rettungsdienstlicher Einsätze charakteristisch, dass die Einsatzkräfte nicht sofort bei den Betroffenen vor Ort sind. Sie müssen erst angefordert werden. In den 1960er-Jahren wurde das Konzept der *Rettungskette* erarbeitet, um einen geordneten Ablauf von der Entdeckung eines Notfalls bis zur Versorgung in einer qualifizierten Einrichtung gewährleisten zu können (siehe Abbildung 15). Es wurde in den folgenden Jahren in den meisten europäischen Ländern umgesetzt und ist unter der Bezeichnung *Chain of Survival* auch im angloamerikanischen Raum etabliert (Ahnefeld, 2003).



Abbildung 15: Rettungskette nach Ahnefeld (in Anlehnung an Ziegenfuß, 2007, S. 7)

Dieses Modell hat sich grundsätzlich bewährt, muss Lackner et al. (2009) zufolge aber zu einem *akutmedizinischen Netzwerk* weiterentwickelt werden, welches weniger organisationszentriert und mehr prozessorientiert aufgestellt ist. Sie empfehlen die konsequente Umwandlung abteilungsspezifischer in zentrale Notaufnahmen und die Etablierung regionaler Versorgungskonzepte, um Personal und Ressourcen effizienter in die Patientenversorgung einbringen zu können.

Während Lackner et al. (2009) die gegenwärtigen Probleme in der notfallmedizinischen Versorgung schwerpunktmäßig in den klinischen Einrichtungen und somit am Endpunkt der Rettungskette verorten, sehen Ziegler et al. (2008) bereits die Schnittstelle zwischen präklinischer und klinischer Versorgung als Schlüsselprozess im Management notfallmedizinischer Einsätze an. 60 % aller vermeidbaren Todesfälle können nach Schätzungen von Analysten auf Koordinationsprobleme in diesem Übergangsbereich zurückgeführt werden (Bayeff-Filloff, Lackner & Anding, 2001, S. 515). Selbstverständlich wird die Effektivität der Rettungskette auch von zahlreichen anderen Faktoren beeinflusst, z. B. einer situationsgerechten Fallbeschreibung durch Zeugen oder angemessenen Erste-Hilfe-Leistungen durch Laien (Ahnefeld, 2003).

Für die Effizienz der Rettungskette und den wesentlich vom Faktor Zeit abhängigen Erfolg notfallmedizinischer Maßnahmen ist die *Rettungsleitstelle* als „ständig besetzte Einrichtung zur Annahme von Notrufen und Meldungen sowie zum Alarmieren, Koordinieren und Lenken des Rettungsdienstes“ (DIN 13050:2009) von entscheidender Bedeutung. Die dort tätigen Disponenten entsenden im jeweiligen Rettungsbezirk die Rettungsmittel und veranlassen die Einbeziehung von Notärzten. Um die Leitstellenmitarbeiter bei der Entscheidungsfindung zu unterstützen, wurden Indikationskataloge erarbeitet, die auf Grundlage des Patientenzustandes (z. B. fehlende Vitalfunktion) und der Notfallbeschreibung (z. B. Sturz aus großer Höhe) Empfehlungen für den Notarzteinsatz geben (Bundesärztekammer, 2013).

Handelt es sich um eine *Integrierte Leitstelle (ILST)* erweitert sich das Aufgabenspektrum der Disponenten um die Koordination der am Brand- und Katastrophenschutz beteiligten Feuerwehren.¹¹ Im rettungsdienstlichen Ausnahmebetrieb übernehmen die Leitstellen und ihre Mitarbeiter zusätzliche Funktionen. Sie kooperieren mit benachbarten Rettungsdienstbezirken, alarmieren gestaffelt zusätzliche Rettungsmittel, stimmen sich mit den Krankenhäusern ab und fungieren als Ansprechpartner für Bevölkerung und Pressevertreter (Arntz & Kreimeier, 2010; Kaufmann & Kanz, 2012; Peter & Maurer, 2001).

Damit die Disponenten diese Aufgabenkomplexe bewältigen können, sind Leitstellen in der Regel mit moderner Kommunikations- und Informationstechnologie ausgestattet. Sie verfügen darüber hinaus über Arbeitsplätze, die auf die speziellen Anforderungen des Schichtbetriebes ausgelegt sind (siehe Abbildung 16).



Abbildung 16: Arbeitsplatz in einer Leitstelle

Umfassende Softwarelösungen ermöglichen u. a. die Disposition von Rettungsmitteln auf Grundlage von Geoinformationen (z. B. Entfernung zum Einsatzort), Einsatzstichworten (z. B. Wohnungsbrand, Chemieunfall) sowie Alarm- und Einsatzplänen (Hildebrand, 2006; Kühn, Luxem & Runggaldier, 2004, S. 613ff; Peter & Maurer, 2001).

¹¹ Peter und Maurer (2001, S. 9–10) verweisen darauf, dass in diesem Zusammenhang unterschiedliche Begriffe verbreitet sind, z. B. Leitstelle, Kreisleitstelle, Rettungsleitstelle, integrierte Leitstelle oder Feuerwehreinsatzzentrale. Ihre Argumentation aufgreifend wird nachfolgend ohne weitere Konkretisierung von Leitstellen gesprochen.

Probleme mit fehleranfälligen Systemen, wie von Luiz und van Lengen (2011) exemplarisch für das Bundesland Rheinland-Pfalz erläutert, erschweren die Arbeit der Disponenten derzeit allerdings. Die dort genutzten computerbasierten Werkzeuge entsprechen nicht dem Stand des technisch und gestalterisch Möglichen. Diese Fehlentwicklungen sind gerade auch hinsichtlich der zeitgerechten Bereitstellung von Rettungsmitteln und der zusätzlichen Arbeitsbelastung für die Disponenten zu kritisieren.

5.3 Regelbetrieb

Das wesentliche organisatorische Prinzip für Einsätze im rettungsdienstlichen Regelbetrieb ist, dass Notärzte und Rettungsfachpersonal nicht alleine agieren, sondern die Rettungsmittel in typischen Konstellationen besetzen - siehe Tabelle 6 für eine Übersicht über die boden- und luftgebundenen Fahrzeuge, mit denen nach Helfen (2008, S. 6) mehr als 99 % aller rettungsdienstlichen Aufgaben absolviert werden.¹²

Bezeichnung	Besatzung	Vorrangiger Einsatzzweck
Krankentransportwagen (KTW)	RA/RS + RH	Beförderung nicht akut lebensbedrohter Patienten
Rettungswagen (RTW)	RA + RA/RS/RH	Wiederherstellung und Aufrechterhaltung von Vitalfunktionen der Patienten vor und während des Transportes
Notarztwagen (NAW)	NA + RA/RS + RA/RS	mit einem NA besetzter RTW
Notarzteinsatzfahrzeug (NEF)	NA + RA/RS + RA/RS	Transport des NA zur Einsatzstelle
Rettungshubschrauber (RTH)	NA + RA	NA-Zubringer und Transport

Tabelle 8: Rettungsmittel und ihre typischen Besatzungen (Kühn, Luxem & Runggaldier, 2004, S. 615; Lutomsky & Flake, 2003, S. 57)

Dabei gelten grundsätzlich die in Abbildung 17 dargestellten Weisungsbefugnisse zwischen dem rettungsdienstlichen Führungspersonal, den Notärzten sowie dem Rettungsfachpersonal. Die dargestellte Rolle des Technischen Leiters Rettungsdienst (TLRD) ist laut Crespin und Peter (2007, S. 36) „in den einzelnen Rettungsdienstgesetzen nicht dezidiert erfasst“. Es handelt sich um eine im Bedarfsfall einzurichtende Führungsfunktion im Bereich der technischen und organisatorischen Aufgaben. Sie wird nachfolgend nicht weiter betrachtet.

¹² Für Informationen zu hier nicht aufgeführten boden-, luft- oder wassergebundenen Rettungsmitteln (z. B. Intensivtransportwagen) wird auf Wirtz und Kreimeier (2008) sowie Reinhardt (2005) verwiesen.

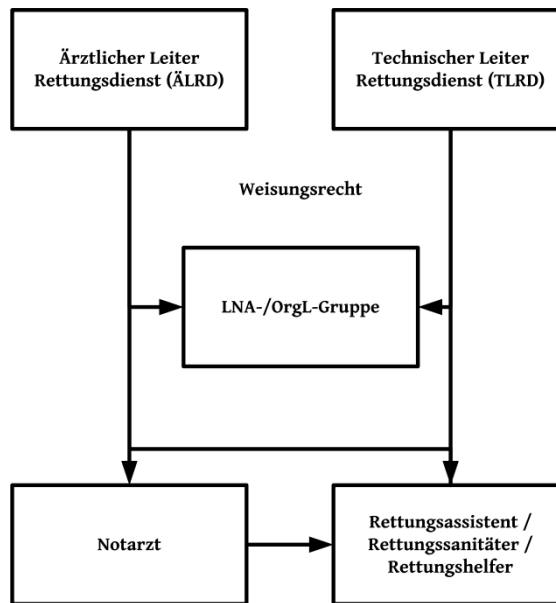


Abbildung 17: Weisungsrechte im rettungsdienstlichen Regelbetrieb (Crespin & Peter, 2007)

Im Zusammenhang mit Abbildung 17 sind mehrere Details zu beachten. So gilt, dass die Ärztlichen und Technischen Leiter Rettungsdienst primär administrative und keine operativen Funktionen ausüben. Sie dürfen keine Anordnungen bzgl. eines konkreten Einsatzgeschehens aussprechen. Weiterhin ist nicht nur der Notarzt, sondern jeder vor Ort anwesende und behandelnde Arzt gegenüber dem Rettungsfachpersonal weisungsbefugt. Hierbei ist auch die bereits in Kapitel 4 erläuterte Delegation von Maßnahmen zu beachten. Wird der nachfolgende Transport des Patienten nicht von einem (Not-)Arzt begleitet, liegt die vollständige Verantwortung für weitere, ggf. auch den ursprünglichen Anweisungen widersprechende Maßnahmen beim nichtärztlichen Personal. Innerhalb dieser Gruppe gilt eine an den Kompetenzen orientierte Hierarchie. Rettungsassistenten sind gegenüber den Rettungssanitätern und -helfern weisungsbefugt (Gorgaß et al., 2005, S. 820–823; Wöfl, 2010, S. 5–21).

Auch wenn in Deutschland die „notärztliche Versorgung vor Ort [...] ein fester Bestandteil des flächendeckenden Rettungsdienstsystems [ist]“ (Böhmer, Schneider & Wolcke, 2006, S. 11), wird von der Leitstelle im Regelbetrieb aus Kosten- und Effizienzgründen nicht zwangsläufig ein Notarzt mit alarmiert. Stellt das Rettungsfachpersonal beim Eintreffen am Einsatzort fest, dass entgegen der Annahme ärztliche Kompetenzen erforderlich sind, ist unverzüglich eine entsprechende Nachalarmierung durchzuführen. Da sich in Deutschland das „Rendezvous-System [...] mit einem Anteil von 99,1 % gegenüber dem Stationssystem bundesweit durchgesetzt“ (Schmiedel & Behrendt, 2011, S. 3) hat, treffen Notärzte und Rettungsfachpersonal allerdings auch bei paralleler Alarmierung nicht unbedingt zeitgleich am Einsatzort ein. Die Koordination der Zusammenarbeit, z. B. bei der Übergabe des Einsatzes an den eintreffenden Notarzt, ist somit eine wesentliche organisatorische Aufgabe. „Nur die Teamarbeit ermöglicht die effiziente Nutzung aller zur Verfügung stehenden Ressourcen des Rettungsdienstes zum Wohle des Patienten“ (Ruppert et al., 2001, S. 191).

Gasch (2011, S. 409) schlussfolgert nach einer entsprechenden Literaturrecherche, dass die Kooperation zwischen den ärztlichen und den nichtärztlichen Einsatzkräften „*manchmal gut, manchmal schlecht*“ funktioniert. Konflikte entstehen beispielsweise dadurch, dass

- das Rettungsfachpersonal zu reinen Befehlsempfängern degradiert wird;
- vom Rettungsfachpersonal eingeleitete Maßnahmen durch Notärzte unabhängig von der medizinischen Notwendigkeit rückgängig gemacht werden;
- das Rettungsfachpersonal nicht im Sinne der Assistenzfunktion für die Notärzte agiert;
- einzelne Einsatzkräfte, unabhängig von ihrer Qualifikation, unzureichend kommunizieren (z. B. Wortwahl, Tonfall).

Dass mit dem sukzessiven Eintreffen aller Akteure entstehende *akutmedizinische Team*, welches aus einer Führungsperson und mehreren gleichberechtigten Mitgliedern besteht und temporär kooperiert, ist die den Regelbetrieb prägende Organisationsform. Während es für das „organisiert sein“ vorteilhaft ist, dass die Arbeitsteilung allen beteiligten Personen prinzipiell bekannt ist, wird eine effiziente Teamarbeit u. a. durch die fehlende Vorbereitungszeit erschwert. „*In dem Moment, als die Teammitglieder zusammentreffen, ist der Patient mit seiner schweren Verletzung bereits da.*“ (St. Pierre, Hofinger & Buerschaper, 2005). Diese Feststellung gilt umso mehr für Einsätze mit vielen Patienten.

5.4 Ausnahmebetrieb

Strukturen und Abläufe bei einem Massenanfall oder einer Großschadenslage unterscheiden sich deutlich von denen des rettungsdienstlichen Regelbetriebs. Sie müssen darüber hinaus im Einsatzverlauf dynamisch an die Lage angepasst werden. Dabei sind nach Luiz, Lackner und Peter (2010, S. 49–52) prinzipiell drei Phasen zu unterscheiden:

1. die *Früh- oder Strukturierungsphase*, beginnend mit dem Eintreffen des ersten Rettungsmittels;
2. die *Aufbau- oder Übergangsphase*, gekennzeichnet durch das ständige Eintreffen von Personal und Material;
3. die *Hauptphase*, in der Führungsstrukturen etabliert sind und die Zusammenarbeit der Einsatzkräfte bis zum Einsatzende koordiniert werden muss.

Die erste am Schadensort eintreffende Rettungsmittelbesatzung übernimmt entsprechend der Qualifikationen die temporäre Einsatzleitung. Sie ordnet durch das Einrichten provisorischer Einsatzabschnitte den Raum und schafft durch Einweisung von Helfern informelle Strukturen (siehe Abschnitt 4.3 für eine detaillierte Aufgabenanalyse). Entscheidend sind die Durchführung lebenserhaltender Maßnahmen bei lebensbedrohten Patienten sowie das Verhindern chaotischer Entwicklungen durch unkoordinierte Aktionen (z. B. der Abtransport Leichtverletzter, verbunden mit der Bindung von Ressourcen, die an anderer Stelle ggf. noch dringender benötigt werden).

Durch das Nachrücken von Einsatzkräften werden in der Übergangsphase der Aufbau komplexerer Strukturen und die Etablierung geordneter Abläufe möglich und notwendig. Vorerorts existieren *Schnell-Einsatz-Gruppen (SEG)*, deren Mitglieder ehrenamtlich tätig sind. Sie sind darin geschult, kurzfristig bestimmte Ressourcen bereitstellen und dedizierte Aufgabenkomplexe übernehmen zu können, z. B. die Errichtung der in Abbildung 18 gezeigten Behandlungszelte oder die Betreuung unverletzter, aber dennoch versorgungsbedürftiger Personen (Becker et al., 2006; Ziegenfuß, 2007).



Abbildung 18: Sichtungszelte und Behandlungszelte bei einer Übung für den Ausnahmebetrieb

Um die Schadenslage auch logistisch effizient bewältigen zu können, empfiehlt sich die Gliederung des Einsatzgebietes in verschiedene Teilbereiche. Dabei ist mindestens die Unterscheidung zwischen den Einsatzabschnitten *Technische Rettung*, *Medizinische Rettung* und *Bereitstellungsraum* üblich. Während die Rettung von Personen aus dem unmittelbaren Schadensgebiet durch die Feuerwehren und das Technische Hilfswerk (THW) organisiert und geleitet wird, obliegt die medizinische Rettung den Rettungsdiensten. Die Einsatzabschnitte können bedarfsweise in Unterabschnitte aufgeteilt werden. Für die Medizinische Rettung ist folgende Struktur typisch (Luiz, Lackner & Peter, 2010, S. 48–54):

- Unterabschnitt *Patientenablage*,
- Unterabschnitt *Behandlungsplatz*,
- Unterabschnitt *Transportorganisation*.

Die Funktionen dieser Unterabschnitte sowie des für den Rettungsdienst ebenfalls relevanten Einsatzabschnittes Bereitstellungsraum sind in Tabelle 9 beschrieben. Der zuvor erwähnte Abschnitt Transportorganisation ist hier Teil des Einsatzabschnittes *Behandlungsplatz* (Flemming & Adams, 2007).¹³

Einsatzabschnitt	Beschreibung lt. DIN 13050:2009
Patientenablage	Stelle an der Grenze des Gefahrenbereiches, an der Verletzte oder Erkrankte gesammelt und, soweit möglich, erstversorgt werden und an der sie zum Transport an einen Behandlungsplatz oder weiterführende medizinische Versorgungseinrichtungen übergeben werden
Behandlungsplatz (BHP)	Einrichtung mit einer vorgegebenen Struktur, an der Verletzte/Erkrankte nach Sichtung notfallmedizinisch versorgt werden und von der der Transport in weiterführende medizinische Versorgungseinrichtungen erfolgt
Bereitstellungsraum	Stelle, an der Einsatzkräfte und Einsatzmittel für den unmittelbaren Einsatz gesammelt, gegliedert und bereitgestellt oder in Reserve gehalten werden

Tabelle 9: Einsatzabschnitte im rettungsdienstlichen Ausnahmebetrieb

Die konkrete Ausgestaltung dieser Vorgaben hängt von der jeweiligen Schadenslage und Einsatzsituation ab. So kann unter Umständen auf die explizite Einrichtung eines Behandlungsplatzes verzichtet werden, wenn Transportkapazitäten in ausreichendem Maße vorhanden und die Patientenablage geeignet strukturiert sind (Luiz, Lackner & Peter, 2010, S. 52). In anderen Situationen können die getrennte Behandlung Leicht- und Schwerverletzter und somit der Betrieb zweier oder mehrerer Behandlungsplätze angezeigt sein.

Die Leitung des Einsatzabschnittes Medizinische Rettung und der beschriebenen Unterabschnitte wird von entsprechend geschulten Rettungsdienstmitarbeitern übernommen. Der Leitende Notarzt (LNA) und der Organisatorische Leiter (OrgL) übernehmen mit dem Eintreffen am Einsatzort die Führung von der Besatzung des ersten Rettungsmittels. Sie bilden bis zum Einsatzenende die *rettungsdienstliche Einsatzleitung* (siehe Abbildung 19). Diese wird in Bayern als *Sanitätseinsatzleitung (SanEL)* bezeichnet.¹⁴

¹³ Auch hier sei darauf verwiesen, dass trotz der genormten Begriffe in der Praxis unterschiedliche Formulierungen genutzt werden, z. B. Rettungsmittelhalteplatz statt Transportorganisation oder Verletztenablage statt Patientenablage (Latasch et al. (2006); Luiz, Lackner und Peter (2010, S. 51))

¹⁴ Für weitere Ausführungen zu rechtlichen Fragestellungen und Unterschieden in den Regelungen in verschiedenen Bundesländern siehe Kapitel 6.



Abbildung 19: Organisatorischer Leiter (OrgL) und Leitender Notarzt (LNA) bei einer Übung

LNA und OrgL sind im Einsatz medizinisch bzw. taktisch weisungsbefugt gegenüber allen ärztlichen wie nichtärztlichen Rettungsdienstmitarbeitern. Sie unterliegen im Einsatzverlauf keinen Weisungen durch administrative Entscheidungsträger (siehe Abbildung 20).

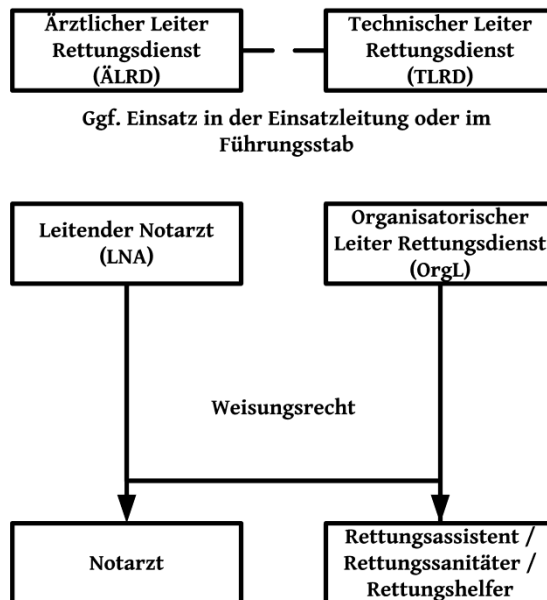


Abbildung 20: Weisungsrechte im Ausnahmebetrieb (Crespin & Peter, 2007, S. 37)

Um das rettungsdienstliche Einsatzgeschehen koordinieren zu können, sind LNA und OrgL einerseits auf die Zusammenarbeit mit Abschnittsleitern und Führungsassistenten angewiesen. Andererseits müssen sie bei Einsätzen, an denen auch die Feuerwehr und die Polizei beteiligt sind, mit der *Gesamteinsatzleitung* (auch: *Technische Einsatzleitung, TEL*) kooperieren. Nur so lässt sich beispielsweise die Einrichtung einer Patientenanlage an einem möglicherweise noch durch Brandausbreitung bedrohten Ort sicher verhindern (Peter, Mitschke & Uhr, 2001). In der Praxis und insbesondere bei sehr großen Schadenslagen können zusätzlich übergeordnete Führungs- und Krisenstäbe eingerichtet werden, in denen u. a. auch politische Entscheidungsträger vertreten sind (siehe exemplarisch Abbildung 21).

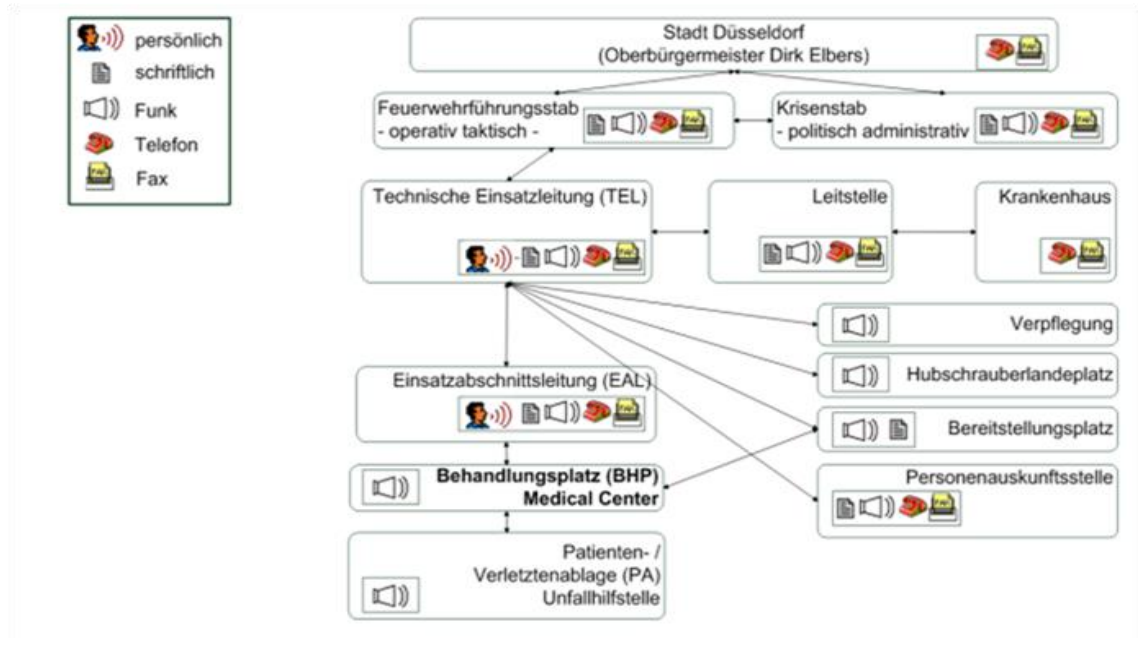


Abbildung 21: Aufbauorganisation im Ausnahmebetrieb am Beispiel der Stadt Düsseldorf (Soboll et al., 2009)

Die Abläufe des rettungsdienstlichen Ausnahmebetriebs sind auf die Bedürfnisse der Patienten, die Priorisierung von Maßnahmen und die effiziente Nutzung von Ressourcen ausgerichtet. In Abbildung 22 ist skizziert, welche Einsatzabschnitte ein Patient von der Rettung aus dem Schadensgebiet bis zum Abtransport in eine klinische Einrichtung oder bis zur Betreuung im Falle der körperlichen Unversehrtheit durchläuft.

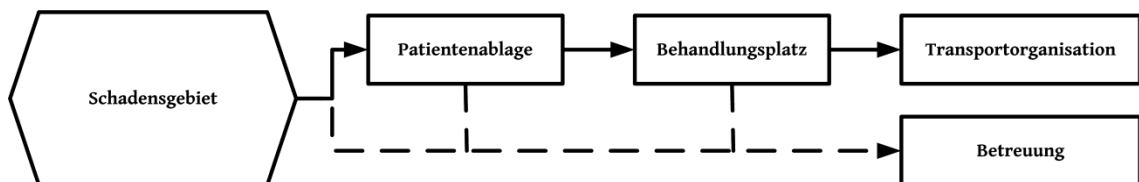


Abbildung 22: Patientenorientierte Ablauforganisation im Ausnahmebetrieb

Die Etablierung organisierter Abläufe und Strukturen muss sich an der jeweiligen Arbeitsumgebung orientieren und kann somit im Vorhinein nur skizzenhaft geplant werden (siehe Kapitel 6). Dynamische Anpassungen der festgelegten Konzepte können nicht ausgeschlossen werden.

Zu Konflikten und Kompetenzgerangel kann es dabei sowohl innerhalb der rettungsdienstlichen Organisation als auch zwischen den Vertretern verschiedener Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) kommen. Diese betreffen beispielsweise (Gasch, 2011; Lasogga & Ameln, 2010):

- die Arbeitsteilung zwischen dem Leitenden Notarzt und dem Organisatorischen Leiter, insbesondere bei unterschiedlichen Auffassungen über zu ergreifende Maßnahmen;
- die Kooperation zwischen dem Leitenden Notarzt und den anderen Notärzten;
- die Abstimmung von Maßnahmen und der Austausch von Informationen zwischen Polizei und Rettungsdienst.

Unkenntnisse über die Vorgehensweisen und Strukturen der anderen Beteiligten können dabei zulasten der Verletzten oder Erkrankten gehen.

5.5 Fazit

Mit dem Konzept der Rettungskette sowie den Leitstellen sind Rettungsdienste bei der Absolvierung ihrer Einsätze sowohl in ein übergeordnetes Versorgungsmodell eingeordnet als auch durch eine zentrale Einrichtung koordiniert. Zwischen den Strukturen und Abläufen beim Regel- und Ausnahmebetrieb bestehen jedoch Unterschiede.

Im Regelbetrieb agieren zumeist einzelne akutmedizinische Teams, die je nach Rettungsmittel und Einsatzgeschehen aus 2-3 Personen bestehen. Sie können sich entweder ausschließlich aus Vertretern des Rettungsfachpersonals oder aus ärztlichen und nicht-ärztlichen Einsatzkräften zusammensetzen. Arbeitsteilung und Weisungsbefugnisse sind dabei allen Beteiligten prinzipiell bekannt, müssen jedoch an die konkreten Umstände angepasst werden und ohne Anlaufschwierigkeiten funktionieren. Diese können sich beispielsweise durch (persönliche) Konflikte zwischen einzelnen Teammitgliedern ergeben.

Während im Regelbetrieb somit meist weniger als 5 Fachkräfte an einem Einsatzort agieren, können im Ausnahmebetrieb dutzende oder hunderte Helfer verschiedener Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben zusammentreffen. Dies erfordert komplexere Aufbau- und Ablauforganisationen, die die Priorisierung von Maßnahmen und die effiziente Nutzung von Ressourcen ermöglichen. Hierarchien und Abschnitte können jedoch nur sukzessive etabliert werden, da die Einsatzkräfte erst nach und nach eintreffen. Der Besatzung des ersteintreffenden Rettungsmittels kommt in der Frühphase eines Massenfalls oder einer Großschadenslage eine entscheidende Bedeutung für die Schadensbewältigung zu. Dabei ist zu beachten, dass nur wenige geschulte Führungskräfte in besonderem Maße auf Strukturen und Abläufe des Ausnahmebetriebs vorbereitet sind. Zwei von ihnen, jeweils ein Leitender Notarzt und ein Organisatorischer Leiter, übernehmen im weiteren Verlauf die rettungsdienstliche Einsatzleitung. Sie koordinieren bis zum Einsatzende die Maßnahmen in den für den Rettungsdienst wichtigen Einsatz- bzw. Unterabschnitten.

Für die Gebrauchstauglichkeit interaktiver Systeme zur Unterstützung der präklinischen Versorgung von Patienten bedeutet dies zunächst, dass die computerbasierten Werkzeuge *in die technischen Infrastrukturen der Rettungskette und der Leitstellen eingebunden sein sollten*. Sie müssen darüber hinaus *im Regelbetrieb auf die Kooperation akutmedizinischer Teams und im Ausnahmebetrieb auf die Linienorganisation mit verschiedenen Hierarchieebenen und die unterschiedlichen Einsatzphasen ausgelegt sein*. So sollte es beispielsweise möglich sein, dass im Regelbetrieb ein Notarzt eine vom Rettungsfachpersonal bereits begonnene Dokumentation fortführen kann. Im Ausnahmebetrieb muss die rettungsdienstliche Einsatzleitung die Lage in einzelnen Einsatzabschnitten mithilfe des Anwendungssystems leichter oder besser bewerten können als mit den etablierten Hilfsmitteln. Da der rettungsdienstliche Regel- und Ausnahmebetrieb unterschiedlich organisiert sind, ist weiterhin zu prüfen, wie die *Einsatzkräfte beim unter Umständen plötzlichen Übergang zwischen diesen Betriebsarten unterstützt werden können*.

6 Umweltanalyse

„Computerization is a combination of technical, social and political processes.“

Rob Kling (1987)

Um interaktive Systeme gebrauchstauglich gestalten zu können, müssen sowohl die Bedingungen, unter denen sie genutzt werden sollen, als auch externe Einflussgrößen, wie z. B. rechtliche Regelungen, analysiert werden. Im Abschnitt 6.1 werden die Grundlagen der folgenden Umweltanalyse beschrieben. Sie ist nach der Arbeitsumgebung sowie den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen gegliedert (siehe die Abschnitte 6.2 und 6.3). Das Kapitel schließt mit einem kurzen Fazit (siehe Abschnitt 6.4).

6.1 Grundlagen

Moray (1994) schlägt das in Abbildung 23 gezeigte Schadenmodell zur umfassenden Analyse von Mensch-Maschine-Systemen in komplexen und hierarchischen Strukturen vor.

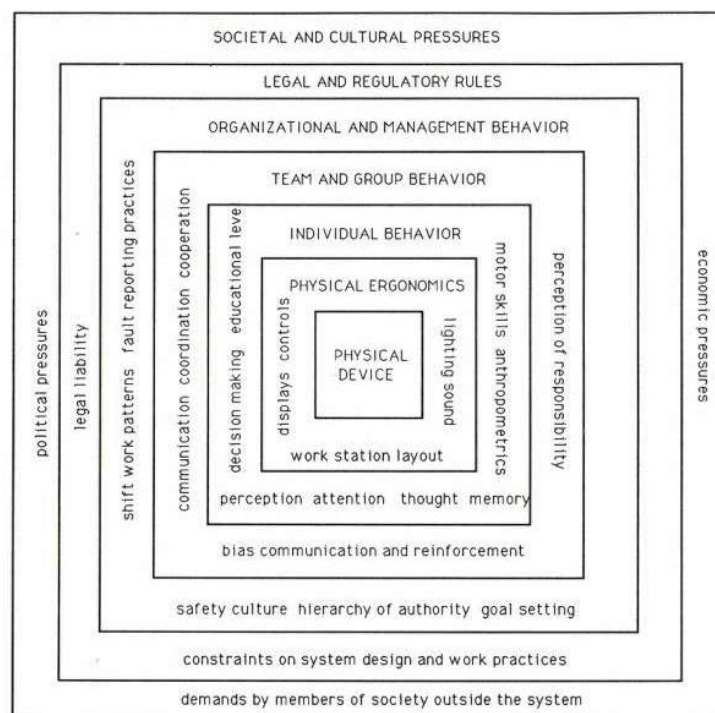


Abbildung 23: Schalenmodell nach Moray (1994)

Unter Verwendung anderer, sich auf die in Kapitel 2 eingeführte Definition des Nutzungskontextes beziehender Begriffe wurden einzelne Schalen dieses Modells bereits in den Kapiteln 3-5 betrachtet. Dies gilt für die Ebene *Individual Behavior* (siehe die Benutzer- und Aufgabenanalysen in den Kapiteln 3-4) und die Ebenen *Team and Group Behavior* sowie *Organizational And Management Behavior* (siehe die Aufgaben- und Organisationsanalysen in den Kapiteln 4 und 5).

Gerade in mobilen Kontexten, in denen der „*Aktionsradius eines Tätigen über räumliche Strukturen, ggf. an mehreren Orten der Tätigkeiten, hinausreichen*“ (Herczeg, 2009, S. 106), ist die Analyse der Arbeitsumgebung unabdingbar. Faktoren wie der Geräuschpegel, die Beleuchtung oder die Witterung können sich in vielfältiger Art und Weise auf den Benutzer, die Technik sowie ihre Interaktion auswirken. Schlimmstenfalls verhindern sie Letztere vollständig, z. B. wenn ein Bildschirm im Sonnenlicht stark spiegelt und vom Betrachter nicht abgelesen werden kann (Ebenen *Physical Device* und *Physical Ergonomics*).

Ebenso können sich Gesetze, soziale Normen und ethisch-moralische Werte maßgeblich auf das Handeln der Benutzer auswirken. Wesentliche Aspekte bei der Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen, wie z. B. der Umgang mit Fehlern, Automatisierungskonzepte und letztlich die Frage nach der Verantwortung, lassen sich nur unter Einbeziehung rechtlicher und soziokultureller Perspektiven bewerten (Ebenen *Legal and Regulatory Rules* sowie *Societal and Cultural Pressures*).

Die Analyse der in Abbildung 23 gezeigten Ebenen ist aber nicht nur für die Entwicklung gebrauchstauglicher Lösungen wichtig. Sie ermöglicht den beteiligten Fachdisziplinen, Einfluss auf gesellschaftliche Debatten und soziale Wandlungsprozesse zu nehmen. Einerseits geht es darum, die Nutzung neuer Technologien geeignet zu diskutieren und ggf. zu regeln. Andererseits müssen technische Lösungen für primär nicht-technische Probleme zumindest kritisch diskutiert werden. „*Denkt man bei der Bewältigung sozialer Probleme zuerst an technische statt an andere Lösungen, spricht man von einem technological fix*“ Degele (2002, S. 25). Mit Blick auf das Rettungswesen kann beispielsweise festgestellt werden, dass die in Abschnitt 2.4.2 angesprochenen Telemedizin-Systeme einen wichtigen Beitrag im Umgang mit einem möglichen Mangel an Notärzten darstellen können. Sie sollten jedoch nicht als alleinige Lösung dieses Problems verstanden werden (Mentler & Herczeg, 2014a). Vielmehr ist es auf allen gesellschaftlichen Ebenen zu adressieren.

6.2 Arbeitsumgebung

Nachfolgend wird, entsprechend der Gliederung von Schlick, Bruder und Luczak (2010, S. 769), zunächst auf mögliche physikalische und chemische Einflussgrößen in der Arbeitsumgebung von Rettungsdienstmitarbeitern eingegangen (siehe Abschnitt 6.2.1). Anschließend werden soziale und organisatorische Faktoren skizziert (siehe Abschnitt 6.2.2).

6.2.1 Physikalische und chemische Faktoren

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass Rettungsdienste jederzeit und überall tätig werden müssen. So stellen Reng et al. (2000) durch die Auswertung von 15.614 Einsatzdokumentationen fest, dass zwar die Mehrheit der rettungsdienstlichen Einsätze (58,2 %) in Wohnräumen durchgeführt wurden. Über ein Drittel der Einsätze (38,6 %) ereignen sich jedoch weder in Privatwohnungen noch an Arbeitsstätten und somit in allen anderen Räumen oder Einrichtungen, wo Menschen sich aufhalten.

Neben der Ortsunabhängigkeit lässt sich die zeitliche Variabilität statistisch belegen. So können aus der zeitlichen Verteilung der Hilfeersuchen im Zeitraum 2008/2009 zwar Lastspitzen für rettungsdienstliche Einsätze, z. B. werktags zwischen 9 und 11 Uhr, aber keine Leerzeiten abgeleitet werden (siehe Abbildung 24).

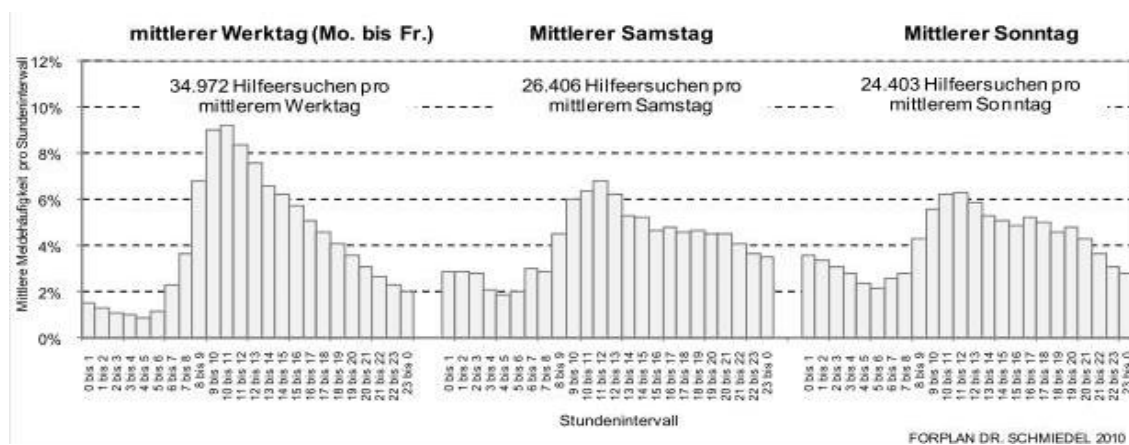


Abbildung 24: Mittlere stündliche Meldehäufigkeit in der Bundesrepublik Deutschland 2008/2009 nach normierten Tageskategorien (Schmiedel & Behrendt, 2011, S. 28)

Diese exemplarischen Werte stehen in Einklang mit den Ergebnissen vergleichbarer Untersuchungen für andere Zeiträume (Behrendt & Schmiedel, 2004; Behrendt, Schmiedel & Auerbach, 2009; Kill & Andrä-Welker, 2004).

In den erwähnten Statistiken wird nicht zwischen Regel- und Ausnahmebetrieb unterschieden. Die von Röding (1987) benannten Ursachen für Unfälle mit vielen Betroffenen wie

- Naturereignisse,
- menschliches bzw. technisches Versagen¹⁵,
- Kampfhandlungen und Kriege)

als auch die in Tabelle 10 aufgeführten Fallbeispiele deuten allerdings darauf hin, dass die einführende Feststellung auch bzgl. eines Schadenfalls mit vielen Betroffenen gültig bleibt.

¹⁵ Diese Klassifizierung entspricht einer weit verbreiteten Sichtweise, die jedoch aus der Perspektive der Mensch-Computer-Interaktion zu sehr vereinfacht. Sie lässt Interaktionsaspekte zwischen Mensch und Technik sowie organisatorische und rechtliche Rahmenbedingungen weitestgehend außen vor. Herczeg (2004) empfiehlt von Interaktions- und Kommunikationsversagen eines Mensch-Maschine-Systems zu sprechen.

Ort und Zeit	Beschreibung
Sonntagnachmittag auf einer innerstädtischen Kreuzung	Pkw fährt mit hoher Geschwindigkeit in einen wartenden Festzug einer Schützenbruderschaft
Montagmittag in der Pausenhalle einer Realschule	Schüler verschütten Pfefferspray in einem Aufenthaltsraum. Zunächst nur eine verletzte Person gemeldet, später 84 Betroffene
Samstagvormittag am Tunneleingang einer Bergbahnstrecke	Kollision zweier Züge der Zugspitzbahn mit ca. 40-50 km/h am Eingang des Katzensteintunnels

Tabelle 10: Beispiele für Einsätze im Ausnahmebetrieb (Bunk, 2006; Einsiedel et al., 2004; Schulte & Klemp, 2010)

Auch wenn einzelne Arbeitsschritte in einem Rettungsmittel und somit an einem vordefinierten und bekannten Ort erledigt werden können, ist die rettungsdienstliche Tätigkeit grundsätzlich von Mobilität und wechselnden Arbeitsplätzen geprägt. Dies können mit Informations- und Kommunikationstechnologie ausgestattete Einsatzfahrzeuge oder temporäre Bauten sein (siehe Abbildung 25), aber auch öffentliche Orte ohne jeden Witterungsschutz. Notärzte und Rettungsfachpersonal müssen daher alle notwendigen Arbeitsmittel mit sich führen können.



Abbildung 25: Arbeitsplatz im Einsatzleitwagen (links) und im Zelt (rechts)

Physikalische und chemische Einflüsse durch Atemgifte, Ausbreitung von Substanzen, Explosionen, Elektrizität und Einsturz stellen nicht immer einfach wahrzunehmende Gefahrenpotenziale für die Einsatzkräfte dar. Sie können auch durch Angstreaktionen (Panik) von direkt oder mittelbar Betroffenen hervorgerufen werden (Trepesch et al., 2001).

6.2.2 Soziale und organisatorische Faktoren

Rettungsdienstliche Einsatzkräfte müssen sich mit unterschiedlichen Personengruppen auseinandersetzen. Besondere Anforderungen sind dabei u. a. mit drogenabhängigen, aggressiven, ausländischen, sehr jungen oder älteren Patienten verbunden (Lutomsky & Flake, 2003). Sie alle verlangen unterschiedliche Formen des Eigenschutzes, der Kontaktaufnahme, der Kommunikation sowie der Durchführung von Maßnahmen. Hinzu kommt der Umgang mit Angehörigen oder Zeugen, die evtl. ebenfalls auf die Handlungen der Rettungsdienstmitarbeiter Einfluss nehmen könnten und beachtet werden müssen.

Abgesehen von den Patienten und den indirekt Betroffenen wird die Arbeit der rettungsdienstlichen Einsatzkräfte auch durch die Zusammenarbeit mit anderen professionellen Helfern geprägt. Im Zusammenhang mit der Teamarbeit beklagen St. Pierre, Hofinger und Buerschaper (2005) ein im Vergleich zu anderen sicherheitskritischen Domänen bestehendes Ausbildungsdefizit bei Ärzten und dem Rettungsfachpersonal. Diese würden zwar detailliert in die Durchführung diagnose- oder therapiebezogener Maßnahmen eingearbeitet, jedoch nur unzureichend mit Konzepten der Teambildung und -entwicklung vertraut gemacht. Rall und Lackner (2010) fordern die Schulung der Mitarbeiter in den Bereichen Kommunikation, Entscheidungsfindung, Teamarbeit und die (Wieder-)Erschaffung einer Sicherheitskultur, in der die Patientensicherheit höchste Priorität hat.

Diese Punkte gelten sowohl für den Regel- als auch für den Ausnahmebetrieb. Letzterer ist von noch extremeren Arbeitsbedingungen geprägt. Abdulla et al. (2009, S. 124) verdeutlichen dies anhand eines Busunfalls auf einer Autobahn:

„Leichtverletzte hatten den Bus aus eigener Kraft verlassen und befanden sich unversorgt in der Nähe der Unfallstelle. Der Notarzt war mit der Situation konfrontiert, dass verletzte Personen teilweise orientierungslos umherliefen, teilweise wie gelähmt auf dem Boden saßen oder durch den Anblick bereits geborgener Leichen die Fassung verloren. Es war sehr schwierig, diese leichtverletzten Personen von der Unfallstelle fern zu halten. Noch problematischer war es, den im Bus eingeklemmten zu helfen.“

Grundsätzlich ist bei Einsätzen im Ausnahmebetrieb von zahlreichen, auf die Einsatzkräfte einwirkenden Stressoren auszugehen. Hierzu zählen u. a. (Waterstraat, 2006):

- die Konfrontation mit einer ungewohnten Anzahl von Betroffenen;
- der Zwang, leichter verletzte Personen zunächst unbehandelt zu lassen;
- eine lange Einsatzdauer;
- Lärm und Gerüche.

Heringshausen, Karutz und Brauchle (2010, S. 227) fassen eine Studie mit 545 Teilnehmern aus verschiedenen Bundesländern mit der Feststellung zusammen, dass die „*die Tätigkeit im Rettungsdienst [...] hohe Anforderungen an das Rettungsdienstpersonal [stellt]*“. Wesentliche Faktoren sind die physische Belastung durch das Heben und Tragen, die psychische Belastung durch unvermittelte Stresssituationen, den regelmäßigen Umgang mit Schmerz, Leid und Tod sowie die Gestaltung der Arbeitszeiten.

Dabei ist das Schichtdienstmodell ein den Rettungsdienst prägender Faktor. 12- oder 24-Stunden-Schichten sind üblich, aber auch 8-Stunden- oder 48-Stunden-Modelle sind vorzufinden. Einzelnen Studien zufolge tragen 24-Stunden-Modelle und niedrige Einsatzfrequenzen maßgeblich zur Lebenszufriedenheit von Rettungsdienstmitarbeitern bei. Bezogen auf 8 Dienststunden ergeben sich im Durchschnitt der 545 befragten Einsatzkräfte 4,6 Einsätze (Fiebig, 2009; Hering & Beerlage, 2004; Heringshausen, Karutz & Brauchle, 2010).

6.3 Gesellschaftliche Rahmenbedingungen

Nachfolgend werden zunächst politisch-rechtliche Einflüsse auf Rettungsdienste und ihre Mitarbeiter skizziert (siehe Abschnitt 6.3.1). Anschließend werden sozio-kulturelle Bedingungen der präklinischen Versorgung Verletzter oder Erkrankter in Deutschland beschrieben (siehe Abschnitt 6.2.2).

6.3.1 Politisch-rechtliche Aspekte

Aufgrund der föderalen Struktur der Bundesrepublik Deutschland gehören Rettungsdienste „*verfassungsrechtlich [...] in den Zuständigkeitsbereich der Bundesländer*“ (Kühn, Luxem & Rungaldier, 2004, S. 879). Diese beschreiben im Rahmen von Gesetzen, Verwaltungsvorschriften und Rahmenplänen Anforderungen an die Leistungserbringer – die Rettungsdienstträger. Bei diesen kann es sich um Kreise, kreisfreie Städte, Zweckverbände, Hilfsorganisationen oder auch private Anbieter handeln. Standardisierungsbemühungen werden auf Bundesebene vorangetrieben, beispielsweise im Ausschuss Rettungswesen (Hennes, 2001). Dennoch existieren nicht nur länderspezifische oder regionale Bezeichnungen, sondern auch Unterschiede hinsichtlich (Brokmann & Rossaint, 2008; Crespín & Peter, 2007; Lipp et al., 1999):

- der notwendigen Qualifikationen für die Besetzungen von Rettungsmitteln;
- der Ausstattung von Rettungsmitteln;
- der Rechte und Pflichten des Führungspersonals (LNA/OrgL);
- der Planungen und Strukturen für den Ausnahmebetrieb.

Eine der wenigen bundesweit verbindlichen Regelungen ist die „*Berufsausbildung für Rettungsdienstpersonal nach dem Rettungsassistentengesetz (RettAssG) vom 10. Juli 1989*“ (Lutomsky & Flake, 2003, S. 52). Sie entstand in einem Zeitraum von mehr als 20 Jahren und ist seit jeher Gegenstand fortlaufender Diskussionen um das Berufsbild und Selbstverständnis des nicht-ärztlichen Fachpersonals im Rettungsdienst (Gorgaß et al., 2005, S. 815–822). Wie schon in

Abschnitt 3.3 erwähnt, wurden im Jahr 2014 das *Notfallsanitätäergesetz (NotSanG)* und die *Ausbildungs- und Prüfungsverordnung (NotSanAPrV)* beschlossen. Auf ihrer Grundlage wird das Berufsbild des Rettungsassistenten durch das des Notfallsanitäters ersetzt. Dies geht einher mit einer Verlängerung der Ausbildungszeit um ein Jahr. Die Ausbildung dauert somit dann 3 Jahre. Rettungsassistenten können Ergänzungsprüfungen ablegen (Kuhnke, 2015).

Unabhängig von der Qualifikation ist festzustellen, dass man „als Rettungsdienstler [...] mit einem Bein im Gefängnis [steht]“ (Böhmer, Schneider & Wolcke, 2006, S. 92). Mit dieser Zuspitzung soll zum Ausdruck gebracht werden, dass Rettungsdienstmitarbeiter regelmäßig mit möglicherweise straf-, arbeits- oder zivilrechtlich relevanten Fragestellungen konfrontiert werden. Hierzu zählen (Böhmer, Schneider & Wolcke, 2006, S. 91–110; Gorgaß et al., 2005, S. 833–835; Lutomsky & Flake, 2003, S. 2–15):

- der Einsatz von Sonder- und Wegerechten, u. a. die Befreiung von bestimmten Regelungen der Straßenverkehrsordnung, wenn höchste Eile geboten ist;
- die Aufklärung und Einwilligung des Patienten zur Durchführung von Maßnahmen sowie die Feststellung der Einwilligungsfähigkeit (z. B. bei Bewusstlosigkeit);
- die Beachtung der Schweigepflicht und des Datenschutzes sowie sie betreffende Ausnahmen (z. B. bei anzeigepflichtigen Straftaten);
- die adäquate Dokumentation des Einsatzes, aus der für fachkundige Dritte die Notwendigkeit und der Verlauf von Maßnahmen abzuleiten sein müssen.

Neben diesen Punkten ist für die Einsatzkräfte auch das Medizinproduktegesetz (MPG) von Bedeutung. Sein Zweck ist es, den „Verkehr mit Medizinprodukten zu regeln“ (Adams et al., 2009, S. 102). Medizinprodukte in diesem Sinne sind u. a.

„alle [...] Instrumente, Apparate, Vorrichtungen, Stoffe [...] einschließlich der für ein einwandfreies Funktionieren des Medizinprodukts eingesetzten Software, die [...] zur Anwendung für Menschen mittels ihrer Funktionen zum Zwecke sowohl der Erkennung, Verhütung, Überwachung, Behandlung oder Linderung von Krankheiten [...] oder Verletzungen [...] zu dienen bestimmt sind“ (Becker et al., 2006, S. 290).

Damit sowohl die Patienten als auch die Einsatzkräfte beim Einsatz von Defibrillatoren oder anderen Medizinprodukten möglichst gut geschützt sind, müssen verschiedene Bedingungen erfüllt sein. Jeder Benutzer muss in das entsprechende Gerät eingewiesen sein, eine Funktionsprüfung vor dem Einsatz vornehmen, relevante Probleme melden und jederzeit Zugriff auf die Bedienungsanleitung haben (Böhmer, Schneider & Wolcke, 2006, S. 110). Nur dann können Notärzte und Rettungsfachpersonal den gesetzlichen Anforderungen gerecht werden.

6.3.2 Sozio-kulturelle Aspekte

Eng verbunden mit juristischen Fragestellungen ist der grundsätzliche Umgang mit Fehlern. In medizinischen Kontexten ist eine Kultur individueller Schuldzuweisungen vorherrschend. Systematische Untersuchungen speziell zur Situation in Rettungsdiensten gibt es

nicht (St. Pierre, Hofinger & Buerschaper, 2005). Allerdings deuten Aussagen und Forderungen wie „Fehler als Chancen [...] akzeptieren“ (Wirtz, 2011) und „aufhören, danach zu suchen, wer die Schuld an einem Fehler hat“ (Wirtz, 2011) darauf hin, dass diese Problematik auch im Rettungsdienst existiert.

Wie in Kapitel 1 bereits erwähnt, wachsen in Gesellschaft und Politik einerseits die Ansprüche an die rettungsdienstliche Versorgung („vorverlagerter Arm der Klinik“ (Gorgaß et al., 2005, S. 17)) und andererseits die Forderungen nach Kosteneffizienz und Qualitätsmanagement. Letztere Punkte sind von zunehmender Bedeutung im gesamten Gesundheitswesen. In diesem hat der Rettungsdienst nach Meinung von Experten generell noch nicht die der Thematik angemessene Bedeutung (Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGA) et al., 2003). Einzelne sprechen gar von einem „Schattendasein“ (Hennes, 2001).

Gesellschaftliche Entwicklungen, wie beispielsweise der Zerfall traditioneller Familienstrukturen, der demografische Wandel, die Häufung sozialer Notfälle sowie die abnehmenden Selbsthilfefähigkeiten in breiten Bevölkerungsschichten, wirken sich auch auf die rettungsdienstliche Tätigkeit aus. Sie stellt ein Bindeglied zwischen Gesellschaft und Gesundheitswesen dar (Luiz, 2003; Prückner et al., 2008). Eine Vielzahl wirtschaftlicher und medizinischer Interessensverbände sowie die Leistungserbringer und Kostenträger bringen sich in die Diskussionen um ein leistungsfähiges und (kosten-)effizientes Rettungswesen ein. Dabei ist zu beachten, dass „Gesundheitsfürsorge in Notfällen ein soziales Gut und Ausdruck der Humanität einer Gesellschaft [ist]“ (Michalsen & Dick, 1998, S. 5).

Besondere ethische Dilemmata ergeben sich im rettungsdienstlichen Ausnahmebetrieb. Durch die notwendige Priorisierung von Behandlungsmaßnahmen und Transporten bleiben die weniger schwer verletzten Patienten zunächst weitestgehend unversorgt. Im Extremfall versterben Personen, denen mit den verfügbaren Ressourcen hätte geholfen werden können. Insgesamt muss zumindest temporär von individualmedizinischen Versorgungsstandards abgewichen werden (Michalsen & Dick, 1998; O'Laughlin & Hick, 2008).

6.4 Fazit

Grundsätzlich gilt, dass rettungsdienstliche Einsätze nicht auf bestimmte zeitliche oder räumliche Kontexte einzugrenzen sind. Daher können auch die eigentlichen Arbeitsplätze vielfältig und entsprechend anspruchsvoll ausfallen. Dazu zählen Rettungsmittel, Einsatzleitwagen, temporäre Bauten oder öffentliche Plätze ohne jeden Witterungsschutz. Die Einsatzkräfte müssen alle notwendigen Arbeitsmittel mit sich führen und unter widrigsten Umständen benutzen können.

Die politischen, rechtlichen und sozio-kulturellen Anforderungen an die präklinische Versorgung Verletzter oder Erkrankter wachsen ständig und widersprechen sich teilweise. Kosteneffizienz, Qualitätsmanagement, Datenschutz, demografischer Wandel und höhere Versorgungsstandards sind hier die wesentlichen Stichwörter. Dabei haben Rettungsdienste

noch nicht den notwendigen Stellenwert im Gesundheitswesen. In jedem Fall verbessert werden muss der Umgang mit Fehlern. Individuelle Schuldzuweisungen werden der Komplexität der rettungsdienstlichen Praxis nur selten gerecht.

Um den genannten Anforderungen auch noch unter schwierigsten Arbeitsbedingungen und ggf. am Ende einer mehrstündigen Schicht Rechnung tragen zu können, müssen die Einsatzkräfte bestmöglich unterstützt werden. Ergonomisch gestaltete Arbeitsmittel sind hierbei ein entscheidender Faktor. Speziell der Ausnahmebetrieb ist dabei nicht nur in physischer Hinsicht, sondern auch unter psychischen Gesichtspunkten eine besondere Herausforderung – selbst für erfahrene Einsatzkräfte. Patienten müssen beispielsweise zunächst unversorgt zurückgelassen und Ressourcen zurückgehalten werden. Diese einsatztaktisch richtigen Maßnahmen widersprechen zunächst rettungsdienstlichen und ethischen Prämissen wie der Verhinderung zusätzlicher Schäden oder der Milderung menschlicher Not und Angst.

Für die Entwicklung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme zur Unterstützung der präklinischen Versorgung von Patienten bedeutet dies, dass die *computerbasierten Werkzeuge jederzeit und überall effizient und sicher nutzbar sein müssen*. Dabei müssen sowohl die physikalischen und chemischen Faktoren der Arbeitsumgebung (z. B. die Lichtverhältnisse) als auch soziale Einflussgrößen (z. B. Stress durch Angehörige, Vorgehen im Ausnahmebetrieb) beachtet werden. Gleichmaßen gilt es, bei der Entwicklung die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen zu beachten. Dies betrifft beispielsweise die *Entwicklungs-, Beschaffungs- und Betriebskosten, die schon bei der Abwägung verschiedener Konzepte berücksichtigt werden sollten*. Andernfalls besteht wenig Aussicht auf eine flächendeckende Einführung der Systemlösungen.

Es ist juristisch zu prüfen und zu regeln, inwiefern *mobile interaktive Systeme im Rettungsdienst als Medizinprodukte im Sinne des Medizinproduktegesetzes (MPG)* aufzufassen sind. Unabhängig von dieser Einordnung sollte ihre *Gebrauchstauglichkeit nachweisbar geprüft werden müssen*. Dies ist gerade deshalb erforderlich, um nicht der im Gesundheitswesen noch immer vorherrschenden Kultur individueller Schuldzuweisungen durch mögliche Interaktionsfehler einzelner Benutzer Vorschub zu leisten.

7 Wissenschaftliche Einordnung

„Jede Wissenschaft ist, unter anderem, ein Ordnen, ein Vereinfachen,
ein Verdaulichmachen des Unverdaulichen für den Geist.“

Hermann Hesse (1971)

Aufbauend auf der Einführung in den Nutzungskontext Rettungsdienst in Kapitel 2 sowie der Analysen in den Kapiteln 3-6 wird in den Abschnitten 7.1-7.4 begründet, dass computerbasierte Werkzeuge im Rettungsdienst als mobile, komplexe soziotechnische, prozessorientierte und sicherheitskritische Mensch-Maschine-Systeme aufgefasst werden müssen. In diesem Zusammenhang wird auf besondere Herausforderungen bei der Einführung interaktiver multimedialer Systeme in traditionell von papierbasierten Arbeitsmitteln geprägten Domänen wie dem Rettungsdienst eingegangen (siehe Abschnitt 7.5). Das Kapitel schließt mit einem kurzen Fazit (siehe Abschnitt 7.6).

7.1 Mobilität und mobiler Kontext

Wie im Abschnitt 6.2 erläutert, lässt sich die Tätigkeit von Rettungsdienstmitarbeitern weder im Regelbetrieb noch im Ausnahmebetrieb auf bestimmte Zeiten oder Orte eingrenzen. Auch wenn einzelne Arbeitsschritte an vordefinierten Plätzen, z. B. in einem Rettungswagen oder in einem Einsatzleitwagen, erledigt werden können, wären stationäre Systemlösungen ohne mobile Komponenten in der Praxis ungeeignet. Unter diesen Bedingungen müssten sich die kognitiv ohnehin schon stark beanspruchten Einsatzkräfte Informationen merken oder notieren. Sie wären in jedem Fall zur regelmäßigen Rückkehr zu den stationären Computerarbeitsplätzen gezwungen. All dies wäre in Anbetracht der individuellen und organisatorischen Anforderungen an die Helfer nicht effizient zu leisten (siehe Abschnitte 4 und 5). Somit ist von einem mobilen Kontext rettungsdienstlicher Tätigkeit auszugehen. Die Eignung mobiler Computertechnologien (*Mobile Computing*), wie beispielsweise

- am Körper tragbare Computersysteme (*Wearable*);
- in einer Hand haltbare Endgeräte (*Handheld, Pocket-PC*);
- sehr kompakte, tragbare Endgeräte (*Smartphone, Personal Digital Assistant (PDA)*);
- größere, aber dennoch portable Geräteklassen (*Pen-Computer, Notebook, Tablet-PC*);

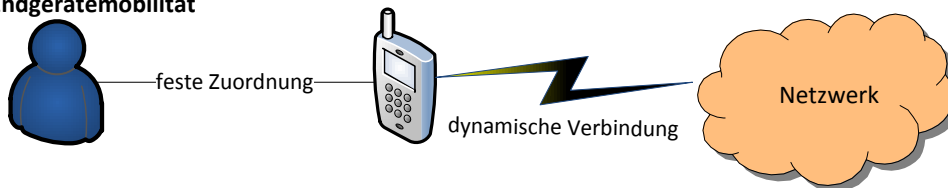
als Hardwaregrundlage der Benutzungsschnittstellen ist somit zu überprüfen.

Im Zusammenhang mit der mobilen Nutzung von Computersystemen können neben der *Immobilität*, d. h. der festen Zuordnung und Verbindung zwischen Nutzer, Gerät und Netzwerk, grundsätzlich drei Arten der Mobilität unterschieden werden. Dies sind die Endgerätemobilität, die Benutzermobilität und die Dienstmobilität (siehe Abbildung 26).

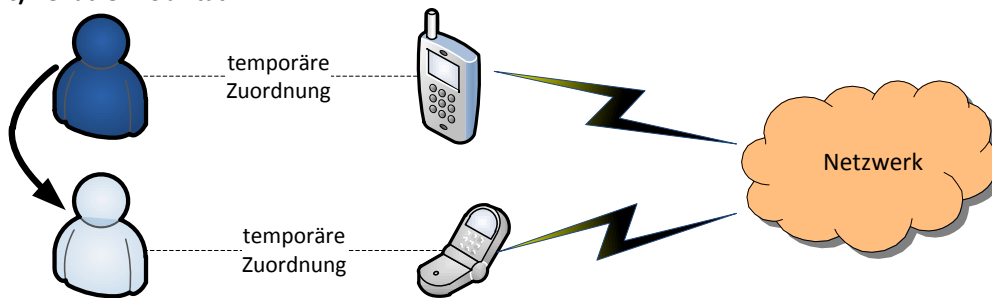
a) keine Mobilität



b) Endgerätemobilität



c) Benutzermobilität



d) Dienstmobilität

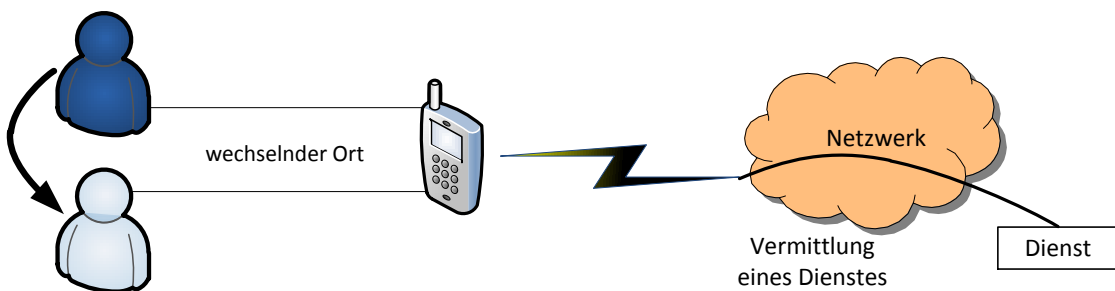


Abbildung 26: Arten der Mobilität nach Roth (2005, S. 8)

Endgerätemobilität ist dann gegeben, wenn das mobile Endgerät von seinem Benutzer räumlich bewegt werden kann und der Zugriff auf ein Netzwerk, einen Dienst oder eine Anwendung bestehen bleibt. Von der Endgerätemobilität kann die *Benutzermobilität* unterschieden werden. Sie ist gegeben, wenn der Benutzer nicht auf ein bestimmtes Endgerät angewiesen ist und ggf. nach Anmeldung von unterschiedlichen Systemen auf Dienste oder Anwendungen zugreifen kann.

Im Gegensatz zu diesen beiden jeweils auf Geräte oder Benutzer ausgerichteten Varianten steht das Konzept der *Dienstmobilität*. Es ist durch die Fokussierung auf Dienste bzw. deren ortsunabhängigen Zugriff geprägt. Wie aus Abbildung 26 abgeleitet werden kann, ist Dienstmobilität nur im Zusammenhang mit Endgeräte- oder Benutzermobilität möglich. Wäre weder die eine noch die andere Form der Mobilität gegeben, könnte der jeweilige Dienst nur noch von stationären Endgeräten mit fester Benutzerzuordnung genutzt werden. Dies würde der Definition widersprechen.

Aufgrund möglicher Rollen- und Funktionswechsel der Einsatzkräfte beim Übergang vom Regel- zum Ausnahmebetrieb sowie während des Ausnahmebetriebs sollten Benutzer in der Lage sein, von jedem dem Gesamtsystem zugeordneten Gerät auf die Anwendungen und Daten zugreifen zu können. Im Hinblick auf Datenschutz und andere rechtliche Aspekte (siehe Abschnitt 6.3) muss der Zugriff von nicht autorisierten Benutzern und Endgeräten verhindert werden. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass *für den Einsatz mobiler computerbasierter Lösungen im Rettungsdienst Dienstmobilität auf Grundlage von Endgerätemobilität und eingeschränkter Benutzermobilität erforderlich ist.*

7.2 Komplexität soziotechnischer Systeme

Soziotechnische Systeme bestehen aus sich beeinflussenden sozialen und technischen Teilsystemen, die nicht unabhängig voneinander optimiert werden können (Ulich, 2001, S. 77 ff.). Ihre *Komplexität* ist als ein multidimensionales Konzept aufzufassen, dessen Ausprägung für ein konkretes System individuell beurteilt werden muss. In Tabelle 11 sind einige charakteristische Merkmale für die Komplexität soziotechnischer Systeme aufgeführt (Perrow, 1992; Vicente, 1999) und in ihrer Relevanz für den Kontext Rettungsdienst beurteilt.

Eigenschaft	Kurzbeschreibung	Relevanz für den Rettungsdienst
Large Problem Space	System ist geprägt von vielen verschiedenen Komponenten und Einflussgrößen.	hoch
Social	System ist geprägt von der notwendigen Kommunikation und Kooperation mehrerer Personen.	hoch
Heterogeneous Perspective	System ist geprägt von heterogenen Nutzergruppen.	hoch
Distributed	System ist geprägt durch die räumliche Verteilung der Beteiligten und kulturelle Faktoren.	hoch, insbesondere im Ausnahmebetrieb

Dynamic	System ist geprägt von dynamischen und nicht-linearen Ursache-Wirkung-Beziehungen.	hoch, insbesondere in Ausnahmebetrieb
Hazard	System ist geprägt von potenziellen Gefährdungen beim Betrieb.	hoch
Coupling	System ist geprägt durch enge Kopplung der Teilsysteme.	hoch
Uncertainty	System ist geprägt durch Unsicherheit bzgl. der Datenlage.	hoch, insbesondere im Ausnahmebetrieb
Mediated Interaction	System ist geprägt durch die teilweise nur indirekte Wahrnehmbarkeit relevanter Aspekte.	hoch, insbesondere im Ausnahmebetrieb
Disturbances	System ist geprägt durch unvorhersehbare Ereignisse.	hoch
Automation	System ist geprägt durch einen hohen Automatisierungsgrad.	gering

Tabelle 11: Charakteristische Eigenschaften komplexer soziotechnischer Systeme (Perrow, 1992; Vicente, 1999)

Aufgrund der Vielzahl möglicher Einsatzsituationen (z. B. Art der Verletzungen oder Erkrankungen, Anzahl der Patienten, Wetterbedingungen) sowie der notwendigen Zusammenarbeit ehren- und hauptamtlicher Einsatzkräfte mit unterschiedlichen Qualifikationen (siehe Kapitel 3) kann zunächst festgestellt werden, dass die Merkmale *Large Problem Space*, *Social* und *Heterogeneous Perspective* im System Rettungsdienst grundsätzlich ausgeprägt sind. Dies gilt besonders für den Ausnahmebetrieb, beim die Akteure auch räumlich verteilt agieren müssen (*Distributed*) und sich das Einsatzgeschehen über einen längeren Zeitraum aktiv entwickelt (*Dynamic*).

Wie in Kapitel 6 beschrieben, müssen Rettungsdienstmitarbeiter sich während jedes Einsatzes potenziell mit unterschiedlichen Gefahrenquellen auseinandersetzen (*Hazard*). Darüber hinaus sind sie auf die effiziente Zusammenarbeit mit anderen Teilsystemen im Rettungsdienst (z. B. der Leitstelle), des Gesundheitswesens (z. B. klinischen Einrichtungen) sowie der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (z. B. Polizei, Feuerwehr) angewiesen. Somit lässt sich auch die Eigenschaft *Coupling* im soziotechnischen System Rettungsdienst nachweisen.

Im Rahmen präklinischer Versorgungsmaßnahmen sind die Möglichkeiten zur Anamnese und Diagnose im Vergleich zur klinischen Versorgung eingeschränkt. Der Zustand eines oder mehrerer Patienten sowie im Ausnahmebetrieb auch die Verfügbarkeit von Ressourcen (z. B. Rettungsmittel) können oftmals nur näherungsweise beurteilt werden (*Uncertainty*). Relevante Informationen stehen dabei meist entweder gar nicht oder nur durch den

Austausch mit anderen Akteuren zur Verfügung und können nicht direkt wahrgenommen werden (z. B. die Situation im Bereitstellungsraum, siehe Abschnitt 5.4). Dabei können sowohl der Übergang vom Regel- zum Ausnahmebetrieb als auch die konkreten Umstände und Entwicklungen eines Einsatzes unvorhersehbar sein (*Disturbances*), z. B. wenn ein Rettungsmittel auf der Anfahrt zum Schadensort selbst in einen Verkehrsunfall gerät.

Bis auf den hohen Automatisierungsgrad (*Automatic*), der aufgrund primär zwischenmenschlicher Tätigkeiten wie Behandlung oder Betreuung nur schwer vorstellbar ist, sind somit alle der eingangs genannten und für ein komplexes soziotechnisches System charakteristischen Eigenschaften im Rettungsdienst ausgeprägt. Dies gilt insbesondere für den rettungsdienstlichen Ausnahmebetrieb. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass *Rettungsdienste als komplexe soziotechnische Systeme aufzufassen sind*.

7.3 Prozessführung

Die Beherrschung eines komplexen Systems ist eng mit der Führung von *Prozessen*, d. h. *der jeweiligen Gesamtheit der in Wechselwirkung stehenden Einheiten, Ressourcen und Tätigkeiten* (vgl. DIN IEC 60050:2009; ISO/IEC 12207:2008), verbunden.¹⁶ Im Zusammenhang mit Mensch-Maschine-Systemen unterscheidet Johannsen (1993, S. 24–26) zwischen Produktions-, Bewegungs- und Informationsprozessen (siehe Tabelle 12).

Art des Prozesses	Beschreibung
Produktion	kontinuierliche, sequenzielle oder objektbezogene Material- und Energieprozesse, z. B. verfahrens- oder fertigungstechnische Anlagen
Bewegung	Ortsveränderung technische Systeme oder einzelner Teile, z. B. Fahrzeuge, Fördermittel oder Handhabungssysteme (Roboter, Prothesen)
Information	Datenverarbeitungsanlagen und Anwendungssysteme in Verwaltung, Kontrolle, Kommunikation, Entwicklung

Tabelle 12: Technische Prozesse im Zusammenhang mit Mensch-Maschine-Systemen (Johannsen, 1993)

Die Gestaltung und Beherrschung des Verhaltens von Prozessen durch „zielgerichtete technische Maßnahmen [...] sowie durch die Tätigkeit der Anlagenfahrer“ (Schuler, 1999) wird als *Prozessführung* bezeichnet. Betriebswirtschaftliches Ziel der Prozessführung ist die „Ausrichtung der Prozesse an vorzuziehende Messgrößen für den Prozessserfolg“ (Gadatsch, 2012, S. 3).

¹⁶ Der konkrete Wortlaut unterscheidet sich zwischen einzelnen Fachdisziplinen und den jeweiligen Normen. Die hier angegebene Formulierung ist im Sinne einer Arbeitsdefinition hinreichend genau und steht im Einklang mit den angegebenen Normen zum Software und Systems Engineering.

Aufgrund ihrer Dynamik und Komplexität ist die direkte Wahrnehmung und Interpretation aller für die Prozessführung relevanten Kenngrößen und Vorgänge in vielen Anwendungsdomänen nur unzureichend oder überhaupt nicht möglich. Technische Systeme, die „menschliche Aktivitäten zur Prozessführung ermöglichen und unterstützen“ (Herczeg, 2008, S. 2) werden als *Prozessführungssysteme* bezeichnet. Modellhaft können in einem solchen System die drei Hauptkomponenten *Operateur*, *technisches System* und *realer Prozess* unterschieden werden. Sie beeinflussen einander in vielfältiger Weise (siehe Abbildung 27).

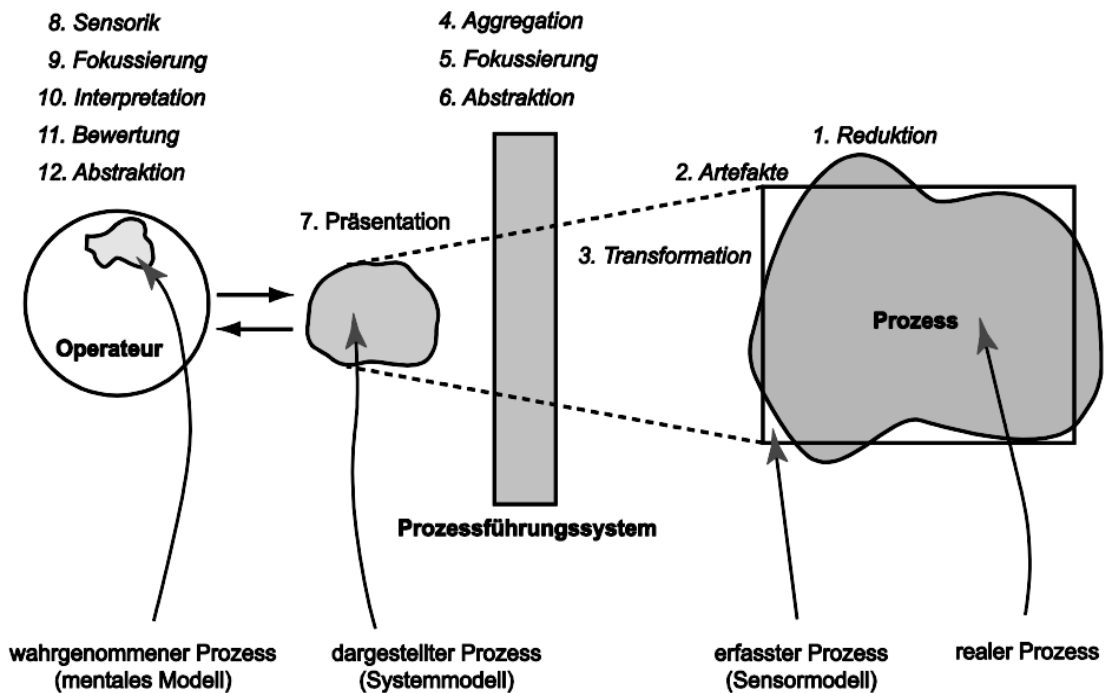


Abbildung 27: Deformation eines Prozesses in der Prozessführung (Herczeg, 2014, S. 104)

Der Prozess, die handelnden Personen und das Prozessführungssystem bilden im Sinne der *Systemtheorie* (Ropohl, 2009) ein Handlungssystem, in dem Handlungen sowohl den Prozess als auch die Operateure verändern. Die Anpassung des technischen Systems an „den temporär und situativ variablen sowie interindividuell unterschiedlichen Benutzerzustand“ (Schlick, Bruder & Luczak, 2010, S. 395) ist somit von entscheidender Bedeutung für die Gebrauchstauglichkeit von Prozessführungssystemen. Dabei müssen nach Herczeg (2007) der aufgabenorientierte Normalbetrieb und der ereignisorientierte Betrieb bei Störungen, Störfällen und Unfällen unterschieden werden.

Im Rahmen des Normalbetriebs stehen für die Operateure mithilfe eines technischen Systems die Erledigung vordefinierter Aufgaben sowie die Anpassung an neue oder veränderte Aufgabenstellungen im Vordergrund. Dazu zählen u. a. (Herczeg, 2007, S. 112):

- die Überwachung der Prozesse auf planmäßigen Verlauf,
- die reguläre Änderung von Zuständen an definierten Entscheidungspunkten,
- die Rückverfolgung des Prozessverlaufes über definierte Zeiträume.

Dagegen werden auf den ereignisorientierten, anormalen Betrieb ausgerichtete Systeme mittels Ereignisanalysen optimiert und flexibilisiert. Sie sollen die Benutzer insbesondere bei folgenden Abläufen unterstützen (Herczeg, 2007, S. 112):

- Erkennung und Interpretation von Abweichungen vom Normalbetrieb,
- Bewertung der aktuellen Systemzustände,
- Planung von Gegenmaßnahmen,
- Ausführung und Kontrolle von Gegenmaßnahmen.

Im Rettungsdienst stellen die bestmögliche Versorgung der Patienten, das Wohlbefinden der Einsatzkräfte sowie die Effizienz der Maßnahmen die für die Ausrichtung und Bewertung des Prozesses relevanten Faktoren dar. In Bezug auf das Thema Qualitätsmanagement „ist die Neustrukturierung der präklinischen Notfallmedizin zu einer prozessorientierten Ablauforganisation hin zu empfehlen“ (Neumayr & Baubin, 2011, S. 47). Zu beachten ist, dass Rettungsdienstmitarbeiter, mit Ausnahme von geschulten Einsatzleitern, nicht speziell für das Führen von Prozessen ausgebildet sind (siehe Kapitel 3 und 4). Dies unterscheidet sie von Operateuren in klassischen Prozessführungsdomänen.

Im rettungsdienstlichen Regel- und Ausnahmebetrieb können primär Informationsprozesse identifiziert werden, deren Steuerung und Überwachung durch computerbasierte Anwendungssysteme zu unterstützen sind. Im Sinne der technischen Systemklassen von Johannsen (1993, S. 25) handelt es sich um eine Kombination aus Kontroll-, Kommunikations- und Datenerfassungssystemen. Sekundär sind Bewegungsprozesse der Rettungsmittel sowie der Einsatzkräfte zu berücksichtigen. Die für Prozessführungssysteme charakteristischen Betriebsarten des aufgabenorientierten Normalbetriebs und des ereignisorientierten, anormalen Betriebs können wie folgt auf die Domäne Rettungsdienst übertragen werden (siehe Abbildung 28).

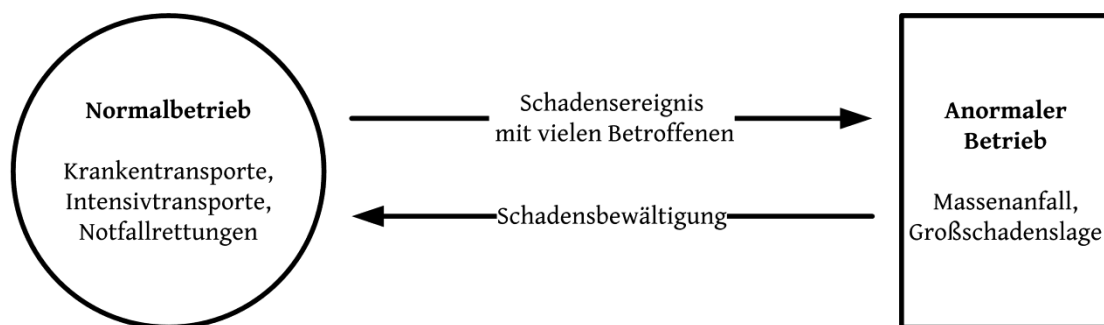


Abbildung 28: Normaler und anormaler Betrieb im Rettungsdienst

Zusammenfassend ist festzustellen, dass Rettungsdienste auch aus dem Blickwinkel der Prozessführung betrachtet werden können. Die in Abschnitt 2.2 eingeführte Gliederung der rettungsdienstlichen Praxis in Regel- und Ausnahmebetrieb entspricht den im Zusammenhang mit Prozessführungssystemen betrachteten normalen und anormalen Betriebszuständen. Rettungsdienstliche Einsatzkräfte sind als Operateure anzusehen, von denen jedoch nur ein Teil entsprechend ausgebildet ist.

7.4 Sicherheitskritikalität

In Abgrenzung zu computerbasierten Systemen im Allgemeinen können *sicherheitskritische Mensch-Maschine-Systeme (Safety-Critical Systems)*¹⁷ durch die potenziellen, für Mensch oder Umwelt negativen Konsequenzen eines Systemversagens charakterisiert werden (Hsiung & Lin, 2005, S. 290). Knight (2002) definiert allgemeiner: „*If the failure of a system could lead to consequences that are determined to be unacceptable, then the system is safety-critical*“.

Anwendungsdomänen, in denen das Attribut sicherheitskritisch traditionell Anwendung findet, sind u. a. das Transportwesen, die Verkehrsüberwachung, komplexe Produktions- und Versorgungssysteme sowie die Medizintechnik (Herczeg, 2007). Zunehmend werden jedoch auch Bank- und Finanzsysteme, Telekommunikationsanlagen, sowie (mobile) Informationssysteme in anderen Bereichen entsprechend bewertet. Sie bilden die Gruppe der nicht-traditionellen sicherheitskritischen Systeme. Bei diesen können negative Auswirkungen unter Umständen nicht so direkt nachvollzogen werden wie z. B. beim Absturz eines Passagierflugzeuges, aber sie müssen bedacht und beachtet werden (Knight, 2002).

Redmill und Rajan (1997, S. 100) stellen fest, „*when the user interaction with a safety-critical system goes wrong, the result can be catastrophic*“. Sie betonen damit implizit, dass Funktionalität und technische Zuverlässigkeit eines interaktiven Systems allein noch kein sicheres und effizientes Systemverhalten gewährleisten. Eine aufgaben- und benutzergerechte Gestaltung der Benutzungsschnittstelle ist notwendig. Einbezogen in die Entwicklung werden die zukünftigen Benutzer in den genannten Domänen jedoch oftmals nur unzureichend (Grill & Blauhut, 2008). Auch in modellbasierten Ansätzen werden sie nicht systematisch berücksichtigt (siehe die Ausführungen von Galliers, Sutcliffe & Minocha, 1999).

Ausgehend von diesen Erläuterungen und den Analysen in den vorherigen Kapiteln 3-6 *müssen Mensch-Maschine-Systeme im Rettungsdienst als sicherheitskritisch eingestuft werden*. Verzögerungen oder unzutreffende Aufzeichnungen, verursacht durch Interaktionsprobleme oder Fehler in der Anwendungslogik, können die korrekte Behandlung des Patienten gefährden oder zu höherem Aufwand für die ohnehin stark beanspruchten Einsatzkräfte führen. Dies würde die Effektivität und Effizienz der Versorgungsmaßnahmen einschränken. Beide Konsequenzen wären somit inakzeptabel und der Rettungsdienst somit als sicherheitskritisch einzustufen.

Hervorzuheben ist, dass nicht nur im Kontext des Ausnahmebetriebs, sondern auch in dem des Regelbetriebs von einem sicherheitskritischen Mensch-Maschine-System ausgegangen werden muss. Zwar sind hier pro Einsatz nur einzelne oder wenige Patienten betroffen, jedoch finden täglich zahlreiche von ihnen statt. Kürzer gesagt: *Im Ausnahmebetrieb gilt, 1 Mal sind 100 Patienten betroffen; im Regelbetrieb 100 Mal ist ein Patient betroffen*.

¹⁷ In diesem Zusammenhang kann auch von *missionskritischen Mensch-Maschine-Systemen (Mission-Critical Systems)* gesprochen werden, siehe Herczeg (2014, S. 4).

7.5 Papierbasierte Arbeitsmittel

In vielen sicherheitskritischen Anwendungsdomänen (z. B. der Flugverkehrskontrolle) ist Papier noch immer ein etabliertes Arbeitsmittel zur Dokumentation und zum Austausch von Informationen. Es wird dabei von den Experten aus verschiedenen Gründen (z. B. Zuverlässigkeit) gegenüber computerbasierten Lösungen bevorzugt (Cohen & McGee, 2004). Auch der Rettungsdienst ist von papierbasierten Arbeitsmitteln geprägt (siehe Kapitel 4).

Sellen und Harper (2002) betonen, dass Papier bei der Analyse von Arbeitskontexten nicht als Problem per se angesehen werden darf, sondern vielmehr als die Art und Weise des organisatorischen (Zusammen-)Lebens verstanden werden muss. Insbesondere dürfen seine positiven Eigenschaften bei der Erfassung und Überarbeitung von Daten sowie bei der Zusammenarbeit nicht übersehen werden, z. B. die Möglichkeit, Anmerkungen und Kommentare weitestgehend frei platzieren zu können. Liu und Stork (2000) argumentieren, dass der Papierverbrauch im Allgemeinen nicht wesentlich sinken wird, solange das Annotieren digitaler Dokumente schwieriger ist als das papierbasierter. Letztlich gilt dann recht oberflächlich, aber allgemein: „*New technologies solve problems, but they also create dilemmas involving social, cultural, organizational, and human factors*” (Liu & Stork, 2000, S. 94).

Trotz dieser einführenden Bemerkungen können bei detaillierter Analyse des Umgangs mit papierbasierten Arbeitsmitteln ihnen inhärente Probleme ausgemacht werden. Sie lassen sich nach Sellen und Harper (2002, S. 25–49) wie in Tabelle 13 kategorisieren.

Kategorie	Bedeutung
Symbolik	Papier steht stellvertretend für traditionelle, ggf. überholte und veraltete Arbeitsweisen, die nicht zwangsläufig auf das Arbeitsmittel Papier zurückzuführen sind.
Kosten	Mit dem Papier verbundene Arbeitsweisen sind kosten- und zeitaufwendig (z. B. Zustellung, Verarbeitung, Archivierung und Entsorgung).
Interaktion	Der verteilte Zugriff und die gleichzeitige Bearbeitung von papierbasierten Dokumenten sind nur mit Hilfsmitteln möglich (z. B. Kopien).

Tabelle 13: Problemkategorien in Bezug auf Papier (Sellen & Harper, 2002, S. 25–49)

In Bezug auf den Nutzungskontext Rettungsdienst können entsprechend dieser Ausführungen Kosten- und Interaktionsprobleme mit dem Medium Papier identifiziert werden. So entsteht beispielsweise „*ein erheblicher Arbeitsaufwand mit entsprechenden Kosten durch die Überführung der Papierdokumentation in eine Datenbank [...] und [es ist] zudem völlig ungeklärt [...], wer dies machen soll*“ (Ahnefeld, Dick & Schuster, 2000, S. 71). Interaktionsprobleme treten, wie in Kapitel 2 beschrieben, insbesondere bei der Zusammenarbeit von Einsatzkräften im Ausnahmebetrieb auf. Aber auch im Regelbetrieb ist der Austausch von Daten mit anderen Institutionen (z. B. Leitstelle, Krankenhäuser) erschwert:

„Die elektronische Datenverarbeitung zeichnet sich gegenüber konventionellen [...] Verfahren dadurch aus, dass computerbasierte Verfahren schneller sortieren, übergreifend vergleichen und beliebig oft „ermüdungsfrei“ komplex berechnen können. Ebenso sind EDV-Verfahren in der Lage, einen zeitgleichen, mehrfachen, örtlich weitgehend ungebundenen Zugriff auf eine singuläre, zentrale Datenbasis zu ermöglichen“ (Reng, 2002, S. 687).

Diese potenziellen Vorteile computerbasierter Systeme werden aber, wie in Kapitel 1 angemerkt, nur dann zum Tragen kommen, wenn aufgaben- und benutzergerechte Benutzungsschnittstellen existieren. Plimmer und Apperley (2007) weisen darauf hin, dass viele Versuche, gänzlich auf Papier zu verzichten, am Ansatz gescheitert sind, computerbasierte Werkzeuge in auf Papier ausgerichtete Arbeitsabläufe zu integrieren und die bereits erwähnten positiven Aspekte des Arbeitsmittels Papier zu ignorieren.

Neben diesem grundsätzlichen Zusammenhang zwischen Dokumenten- und Aufgabenmanagement (Bondarenko & Janssen, 2005) müssen auch die Faktoren Akzeptanz (Houston, 1997) sowie die individualisierte Nutzung papierbasierter Arbeitsmittel beachtet werden (Seong, Lee & Lim, 2009). Diese lässt sich, wie bereits in Abschnitt 4.3 erläutert, auch im Kontext rettungsdienstlicher Einsätze beobachten. Gerade rettungsdienstliche Einsatzleiter nutzen des Öfteren spontan handschriftliche Notizen (siehe Abbildung 29).

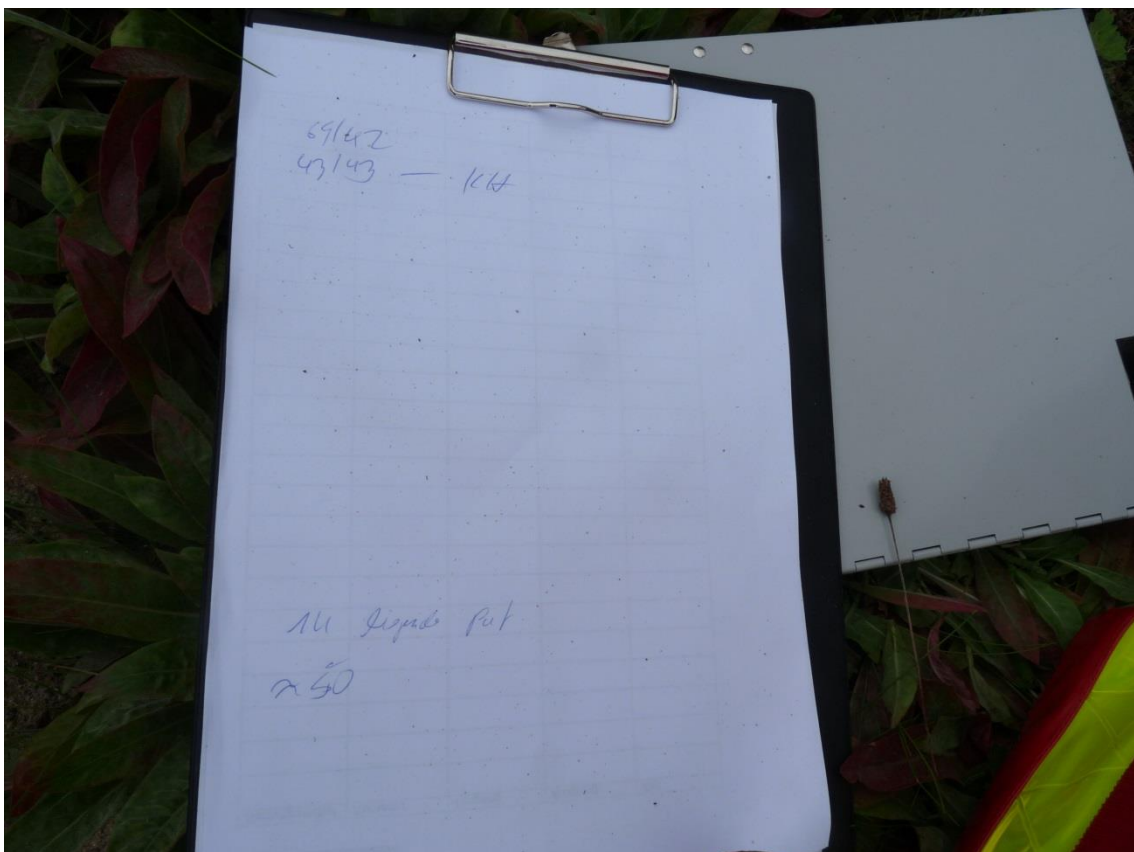


Abbildung 29: Notizen eines Einsatzleiters während eines Übungseinsatzes

7.6 Fazit

Die nicht auf bestimmte Zeiten oder Orte eingrenzbaeren Einsatzlagen sowie die möglichen Rollen- und Funktionswechsel während eines Einsatzes stellen besondere Anforderungen an die *Mobilität der technischen Systeme und ihrer Benutzer*. Gleichmaßen muss bei der Auswahl der mobilen Endgeräte sowie der Gestaltung der Benutzungsoberfläche auf diese charakteristischen Eigenschaften geachtet werden.

Rettungsdienste sind als komplexe soziotechnische Systeme aufzufassen. Die einseitige oder ausschließliche Veränderung des sozialen oder des technischen Teilsystems wird somit nicht zu Verbesserungen des Gesamtsystems führen. Dies ist bei der Entwicklung und Einführung computerbasierter Werkzeuge zu berücksichtigen.

Rettungsdienste können auch aus der Perspektive der Prozessführung eingeordnet werden. Zentrale Prozesselemente sind die Patienten, die Einsatzkräfte und die Effizienz der Maßnahmen. Der in diesem Zusammenhang üblichen Unterscheidung zwischen normalen und anormalen Betriebszuständen entspricht der Regelbetrieb bei Krankentransporten und Notfallrettungen einerseits sowie der Ausnahmebetrieb bei Großschadenslagen und Massenunfällen von Verletzten andererseits. Es muss beachtet werden, dass die meisten Rettungsdienstmitarbeiter, anders als Operateure in klassischen Domänen der Prozessführung, für damit verbundene Anforderungen (z. B. Überwachung) derzeit noch nicht gesondert geschult sind.

Sowohl im Regel- als auch im Ausnahmebetrieb weisen Rettungsdienste Eigenschaften sicherheitskritischer Systeme auf. Dabei dürfen neben den Patienten nicht die Rettungsdienstmitarbeiter außer Acht gelassen werden. Ihr Wohlergehen ist für die mittel- und langfristige Stabilität und Qualität des Systems Rettungsdienst entscheidend. Eine zusätzliche Belastung durch interaktive Systeme mit mangelnder Gebrauchstauglichkeit ist in jedem Fall zu vermeiden. Die technische Zuverlässigkeit der Systeme allein ist für ihre Akzeptanz und Etablierung nicht ausreichend.

Bei der Ablösung oder Ergänzung der papierbasierten Arbeitsmittel durch computerbasierte Prozessführungssysteme sind Strukturen und Abläufe auf Kompatibilität zu prüfen sowie ggf. anzupassen. Weiterhin müssen positiv mit dem Medium Papier verbundene Aspekte beachtet und ggf. in transformierter Form in die computerbasierten Werkzeuge integriert werden. Eine rein symbolische Betrachtungsweise wäre zu oberflächlich und nicht zielführend. Dennoch können hinsichtlich der rettungsdienstlichen Praxis Kosten- und Interaktionsprobleme ausgemacht werden, die mit den papierbasierten Arbeitsmitteln zusammenhängen.

Aus diesen Ausführungen wird für den Nutzungskontext Rettungsdienst und verallgemeinernd geschlossen, dass die Entwicklung sicherheitskritischer Systeme in mobilen Kontexten mit zahlreichen Herausforderungen verbunden ist. Dies gilt auch und gerade für die Gestaltung aufgaben- und benutzergerechter Benutzungsschnittstellen mobiler Endgeräte für das Rettungswesen.

8 Existierende Ansätze für den Regelbetrieb

„Indeed, the structure and organization of computer interfaces will be a major factor in both performance under stress and in the relation of performance to perceived workload.“

Julie Jacko & Andrew Sears (2003)

Wie bereits in Kapitel 1 erwähnt, wird der Einsatz mobiler computerbasierter Dokumentations- und Informationssysteme im Rettungsdienst im Rahmen von Feldstudien und Projekten seit Ende der 1980er-Jahre praktisch evaluiert. Nachfolgend werden die Projekte *CANIS*, *DINO*, *NAPROT*, *NOAH*, *TCIMS* sowie eine nicht explizit benannte *Pocket-PC-Lösung* vorgestellt (Abschnitte 8.1-8.5). Weitere Applikationen, z. B. das in Innsbruck eingesetzte *EDV-NAW-Einsatzprotokoll* oder das in Würzburg evaluierte *MoPaDs*¹⁸ werden aufgrund fehlender bzw. nicht mehr verfügbarer Quellen nicht betrachtet (Nogler & Baubin, 1996). Die nachfolgenden Beispiele sind allerdings repräsentativ im Sinne der in Abbildung 4 dargestellten Lösungsansätze. Bei den Erläuterungen wird insbesondere auf die jeweiligen Entwicklungsprozesse, Gestaltungsprinzipien sowie die Evaluation der Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit eingegangen, sofern diese Aspekte in den entsprechenden Publikationen, Projektberichten oder Vortragsmaterialien beschrieben werden.

8.1 CANIS

Ziel des österreichischen Forschungsprojektes *Carinthian Notarzt-Informationssystem (CANIS)* war die Entwicklung eines mobilen computerbasierten Informationssystems für Notärzte. Es sollte u. a. einen jeweils bidirektionalen Datenaustausch zwischen den Einsatzkräften vor Ort, regionalen Leitstellen- und Krankenhausinformationssystemen sowie abrechnungs- oder verwaltungsrelevanten Anwendungen ermöglichen (siehe Abbildung 30). Neben Vorschlägen für geeignete Systemarchitekturen und Hardwarelösungen standen auch die Gestaltung der Benutzungsschnittstelle sowie die Evaluation der Gebrauchstauglichkeit im Fokus der Arbeiten (Grasser et al., 2007; Leitner, Ahlström & Hitz, 2007).

¹⁸ Bedeutung des Akronyms unklar.

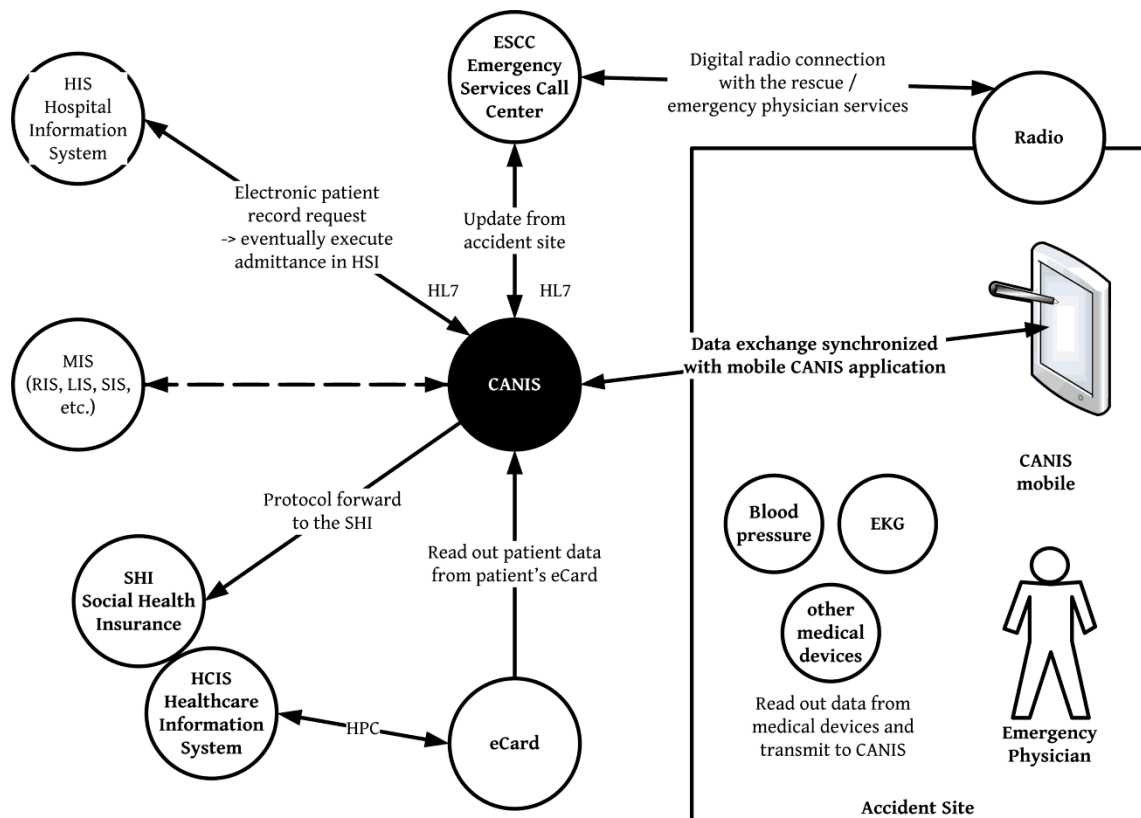


Abbildung 30: Systemarchitektur von CANIS nach Grasser et al. (2007, S. 65)

Ausgangspunkt war der Vergleich verschiedener technologischer Ansätze zur mobilen Datenerfassung nach Kriterien wie Gewicht, Robustheit, Energieversorgung und Konnektivität. Im Hinblick auf unterschiedliche Einsatzszenarien und in Abhängigkeit der jeweiligen finanziellen Möglichkeiten wurden vier Konfigurationen für den Einsatz im Rettungswesen konzipiert (Grasser et al., 2007; Hafner & Thierry, 2007):

1. ein im Rettungswagen montierter Tablet-PC mit einem PDA für die Einsatzkräfte;
2. ein im Rettungswagen montierter Tablet-PC, der von den Einsatzkräften mittels Sprache bedient werden kann;
3. ein PDA, der von den Einsatzkräften auch durch Sprache bedient werden kann;
4. ein Tablet-PC und ein PDA mit Sprachsteuerung in Verbindung mit einem digitalen Stift (siehe Abschnitt 8.2).

Ausgehend von diesen Konfigurationen wurde ein für den Regelbetrieb geeignetes Dokumentationssystem für zwei verschiedene Tablet-PCs entwickelt (siehe Abbildung 31). Notärzte wurden in die Konzeption einbezogen und der Prototyp formativ evaluiert. Hierzu wurde die Methode *Cognitive Walkthrough* genutzt, bei der *Usability-Experten in vorgegeben Szenarien definierte Aufgaben mithilfe des Prototyps ausführen* (Benyon, 2010, S. 230–232). Während am Anwendungssystem anschließend nur minimale Änderungen vorgenommen wurden, mussten die weiteren Tests aufgrund nicht näher beschriebener, hardwarebezogener Interaktionsprobleme auf einen Tablet-PC eingeschränkt werden.

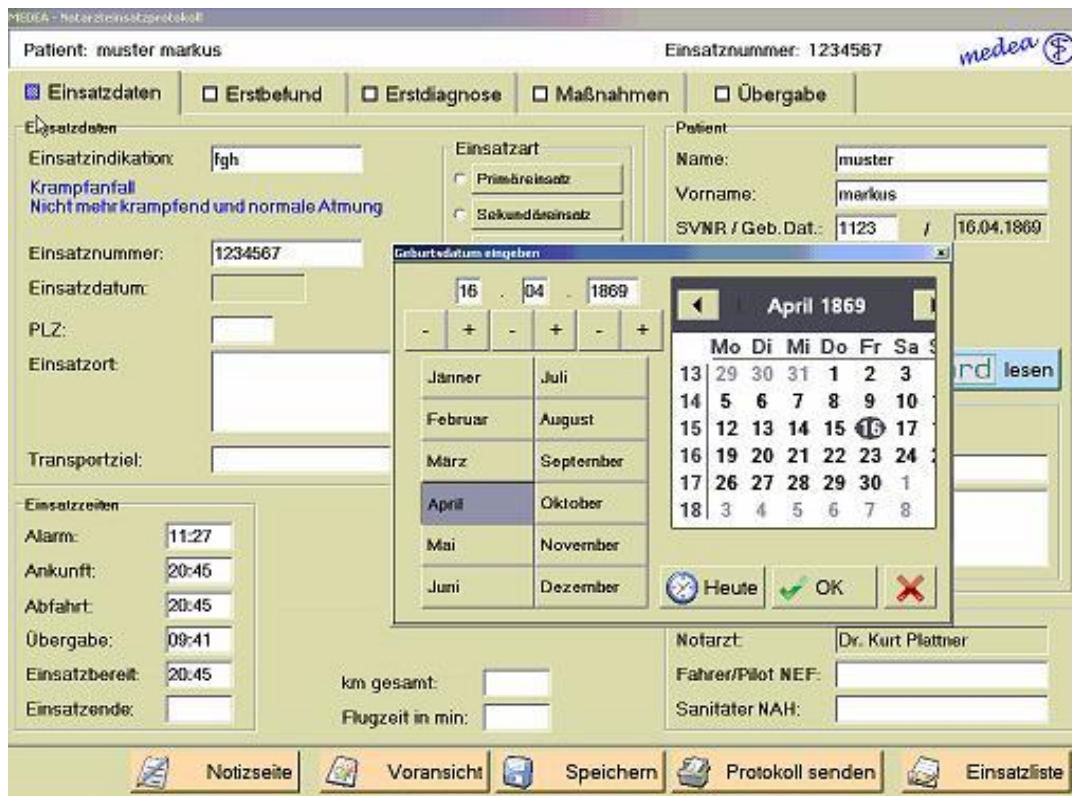


Abbildung 31: Dialog zur Datumseingabe (Leitner, Ahlström & Hitz, 2007, S. 248)

In einer zweiten Evaluation wurde die Anwendung von 8 Fachexperten im Labor getestet (3 Ärzte mit Erfahrung in der Notfallmedizin, 5 Personen mit unterschiedlichen medizinischen Ausbildungen und Erfahrungen im Notfallmanagement). Um die Nutzungssituation in einem Rettungswagen realistischer abzubilden, saßen die Teilnehmer auf einem Stuhl und mussten den Tablet-PC in den Händen halten oder auf den Oberschenkeln ablegen. Interaktionen wurden mithilfe einer in eine Mütze integrierten Kamera aufgezeichnet.

Alle Teilnehmer empfanden einen tabletbasierten Ansatz als angemessen, die genutzte Hardware jedoch mehrheitlich als zu schwer. Weiterhin bemängelten sie Inkonsistenzen bzgl. des Layouts, der Eingabemechanismen, der Navigation sowie die eher nach Platz als Zweckmäßigkeit ausgerichteten Bedienelemente. Als Alternative zu der am papierbasierten Protokoll ausgerichteten Gestaltung könnten die Verlaufsdiagramme als Ausgangs- und Mittelpunkt der Anwendung infrage kommen. Weiterhin wurde festgestellt, dass Touchsteuerung per Stift oder Finger eine gut geeignete Form der direkten Manipulation von Daten darstellt und die Hand-Auge-Koordination erleichtert. Sie erfordert aber ausreichend große Steuerelemente auf eingeschränkter Bildschirmgröße (Hafner & Thierry, 2007; Leitner, Ahlström & Hitz, 2007; Waldher, Thierry & Grasser, 2007).

In der zweiten Projektphase sollten exemplarische Aufgaben mithilfe eines sprachbedienbaren PDAs sowie eines digitalen Stiftes bearbeitet werden. Letzterer wurde von den Teilnehmern bevorzugt. Dies lässt sich mit der erwartungskonformen Handhabung begründen, kann jedoch mit Verweis auf die fehlenden Freitextfelder und somit unrealistische Annah-

men nur eingeschränkt bewertet werden. Auch wenn die Spracheingabe von den Testern in der Theorie positiv bewertet wurde, gestaltete sie sich in den praktischen Versuchen schwierig. Sehr niedrige Erkennungsraten und fehlende visuelle Rückmeldungen über den Interaktionsverlauf waren dabei die wesentlichen Probleme. Nach Untersuchungen des digitalen Stiftes wurden sowohl die Text- als auch die Handschrifterkennung verworfen und ein Formular ohne Freitextfelder favorisiert (Hafner & Thierry, 2007; Leitner, Ahlström & Hitz, 2007; Waldher, Thierry & Grasser, 2007).

Leitner, Ahlström und Hitz (2007, S. 252–253) fassen die Ergebnisse und Erkenntnisse der CANIS-Projektarbeiten wie folgt zusammen:

1. Usability-Engineering muss frühzeitig und durchgängig in Projektarbeiten integriert werden („*Apply usability engineering as early as possible*“).
2. Gebrauchstauglichkeit ist nicht allein durch Einhaltung allgemeiner Gestaltungsrichtlinien zu gewährleisten („*Usability is not just considering guidelines*“).
3. Der Nutzungskontext muss beachtet werden („*Don't forget the context of use*“).
4. Konsistente Gestaltung und eindeutig erkennbare Systemzustände sind in sicherheitskritischen Domänen zu bevorzugen („*Avoid too many alternatives and modes*“).

Als Grundlage mobiler computerbasierter Dokumentationssysteme im Rettungsdienst empfehlen Sie die Vernetzung mehrerer Plattformen und Eingabegeräte, d. h. einen Tablet-PC im Rettungsmittel, einen per Headset bedienbaren PDA sowie einen digitalen Stift.

8.2 DINO

Ziel des Projektes *Digitale NOTarztdokumentation (DINO)* war die Entwicklung eines praxistauglichen Dokumentationssystems für den luftgebundenen Rettungsdienst. Kriterien hierfür waren die Dokumentationsqualität, die Integration in bestehende Systemumgebungen, die Alltagstauglichkeit sowie der zeitliche Aufwand des Dokumentationsprozesses (Helm et al., 2007; Renner, 2012). Ausgehend von einem Vergleich papier- und computergestützter Dokumentation (siehe Tabelle 14) wurde die *Kombination von digitalem Papier und Stift mit einem stationären Anwendungssystem* als vielversprechend identifiziert, auch um „[...] die Schnittstelle ‚Mensch – Computer‘ so einfach wie möglich zu gestalten“ (Helm et al., 2009a, S. 507).

Kriterium	EDV-gestützte Dokumentation	Papiergestützte Dokumentation
Alltagstauglichkeit	---	+++
Dokumentationsinhalt	+++	+ bis ++
Dokumentationsqualität	+++	+/- bis ---

Tabelle 14: Vergleich EDV- und papiergestützter Dokumentation (Helm et al., 2009b)

Digitales Papier entspricht in Druckqualität und Layout weitestgehend herkömmlichem Papier. Es ist mit einem Punkteraster versehen, das vom Betrachter als Schattierung wahrgenommen werden kann und auf der Papierfläche ein Koordinatensystem codiert. Somit „kann jeder Punkt auf jedem Formular eindeutig repräsentiert und identifiziert werden“ (Helm et al., 2007, S. 879). Ein digitaler Stift gleicht in der Form einem gewöhnlichen Kugelschreiber. Er ist jedoch mit einer drucksensitiven Mine ausgerüstet, deren Belastung zum Aussenden eines Infrarotstrahles führt. Er wird von den karbonhaltigen Punkten auf dem Papier reflektiert. „Diese Reflexionen werden von der CCD-Kamera des Stiftes gelesen und vom Stiftprozessor direkt in Koordinaten und weitere Werte umgewandelt“ (Helm et al., 2007, S. 879–880).

Abbildung 32 verdeutlicht die Phasen der Einsatzdokumentation von der Erfassung am Einsatzort (erstes Bild v. l.) über die Übergabe in der klinischen Einrichtung (zweites Bild v. l.) bis zur Nachbereitung auf der Rettungswache (drittes und viertes Bild v. l.).



Abbildung 32: Phasen der Einsatzdokumentation mit DINO (Helm et al., 2007, S. 880)

Während des Einsatzes dokumentieren die Mitarbeiter in gewohnter Weise per digitalem Stift und Papier im DIN-A3-Format. Bei der Protokollgestaltung wurden viele Checkboxes und numerische Felder verwendet, um den Umfang der Freitexte zu minimieren. Vitalwerte und Maßnahmen können in Diagrammen erfasst werden. Das Originaldokument wird zur Informationsweitergabe in der Zielklinik abgegeben. Ein Durchschlag verbleibt bei den Einsatzkräften. Die Nachbearbeitung des elektronischen Protokolls erfolgt dann später am RTH-Standort. Die im Stift gespeicherten und um Zeitpunkt sowie Ort der Erfassung ergänzten Daten können über eine USB-Dockingstation auf einen Computer übertragen und weiterverarbeitet werden. Zusätzlich zu einer einfachen digitalen Kopie erfolgen eine Handschrifterkennung, das Auslesen von Checkboxes und Zahlen (Konfidenzniveau jeweils größer als 99,5 %) sowie die Verifikation und ggf. Korrektur der Aufzeichnungen. Abschließend werden die Einsatzdaten an die Zentrale und an externe Anwendungssysteme weitergeleitet (Helm et al., 2007, S. 879–880).

Im Rahmen einer 6-monatigen Testphase wurden 560 Einsätze von 15 Notärzten mit dem DINO-System absolviert. Dabei traten keine nennenswerten Probleme auf. Die primäre Dokumentationsqualität, d. h. der Anteil der vom System korrekt erkannten Eingaben, schwankte zwischen über 90 % bei Auswahlfeldern und numerischen Werten und ca. 45 % bei der Erfassung von Medikamentennamen oder Infusionen. Auf Grundlage dieser Ergebnisse wurden sowohl das Einsatzprotokoll als auch das Verifikationssystem überarbeitet,

u. a. hinsichtlich der numerischen Eingaben und der Freitexte. Diese Versionen wurden dann an 16 RTH-Standorten im Realbetrieb eingesetzt und multizentrisch evaluiert (siehe Tabelle 15). 7022 Rettungseinsätze von 217 Notärzten wurden berücksichtigt (Helm et al., 2009b; Helm et al., 2009a).

Aspekt	Bewertung mit 1 (sehr gut) – 6 (ungenügend)
DINO-Schulung	1,7
DINO-Protokoll-Layout	1,9
DINO-Stifttechnologie	2,3
DINO-Verifikationssoftware	2,2
DINO-L.I.K.S.-Importfunktion ¹⁹	2,0
DINO-„Akzeptanz“ an der RTH-Station	3,0
Gesamturteil über DINO-Projekt	2,3

Tabelle 15: Auswertung des Feedbackbogens im DINO-Projekt (Helm et al., 2009a)

In einer weiteren Pilotstudie untersuchten Helm et al. (2012) das Dokumentationsverhalten von Notärzten, um Gestaltungshinweise für die Optimierung der Protokolle zu geben. Hierfür wurden 3000 Notarzteinsatzprotokolle ausgewertet. Da zu jedem Eintrag mit dem digitalen Stift auch ein Zeitpunkt erfasst wird, konnten Fragen zur Reihenfolge der Dokumentation beantwortet werden. Dabei ergab sich, dass die Notärzte in der Regel dem vorgegebenen Protokollaufbau folgen. Sie beginnen zunächst mit den grundlegenden Einsatzinformationen (Ort, Zeitpunkt, Patientendaten) und beenden die Dokumentation mit den Einträgen zum Einsatzverlauf und -ergebnis. Ausnahmen sind das Monitoring sowie die Vitalwerte, die von den Einsatzkräften bereits frühzeitig und kontinuierlich dokumentiert werden.

Während für die Nachbearbeitung der digitalen Einsatzprotokolle gegenüber den handschriftlichen Verfahren eine Zeitersparnis des Faktors 4-5 gemessen werden konnte, ist das Problem der frühzeitigen Datenweitergabe mit diesem Ansatz nicht alltagstauglich gelöst. Helm et al. (2007) stellen fest, dass das in diesem Projekt realisierte Dokumentationskonzept *„aus Sicht des Qualitätsmanagements [...] allerdings lediglich einen Kompromiss aus „Machbarem“ (unter dem Gesichtspunkt der Alltagstauglichkeit) und „Wünschenswertem“ (hinsichtlich Dokumentationsinhalt und -qualität sowie Dokumentationsflow) dar[stellt]. In diesem Zusammenhang wäre ein primär EDV-gestütztes Dokumentationskonzept von großem Vorteil.“*

¹⁹ Das Luftrettungs-, Informations- und Kommunikations-System, hier abgekürzt L.I.K.S., wird seit 1994 bei den Luftrettungsstationen des Allgemeinen Deutschen Automobil-Clubs (ADAC) eingesetzt und dient zur zentralen Dokumentation der Einsätze (siehe Helm et al. (2011)).

8.3 NAPROT

Ziel der prospektiven Studie mit dem *elektronischen Notarzteinsetzprotokoll (NAPROT)*²⁰ war der Vergleich handschriftlicher und computerbasierter Einsatzdokumentation hinsichtlich der Aspekte Praktikabilität und Datenqualität. 52 Einsätze eines NEF wurden hierzu doppelt protokolliert. Der handschriftlich dokumentierende Notarzt wurde dabei von einem als Rettungsassistent tätigen Doktoranden begleitet, der mit einem *stiftbedienbaren mobilen Endgerät (Pen-Computer)* ausgestattet war. Eingaben erfolgten nur dann, wenn beide Einsatzkräfte dazu die Gelegenheit hatten (Obenauer, 1997).

Eingesetzt wurde mit dem Notepad FC-846 ein spritzwassergeschützter und stoßfester *Pen-Computer* mit monochromem Bildschirm und zuschaltbarer Hintergrundbeleuchtung, der nach Herstellerangaben einen zehnstündigen Betrieb ohne externe Stromzufuhr ermöglicht. Die während der Studie genutzte Anwendung basierte auf dem Kerndatensatz des damals aktuellen Notarzteinsetzprotokolls der DIVI in Version 2.5. Ein portabler Tintenstrahldrucker ermöglichte den Ausdruck des Protokolls (siehe Abbildung 33) und somit die vom Anwendungssystem unabhängige Weitergabe der Patienten- und Einsatzdaten (Ellinger, Luiz & Obenauer, 1997).

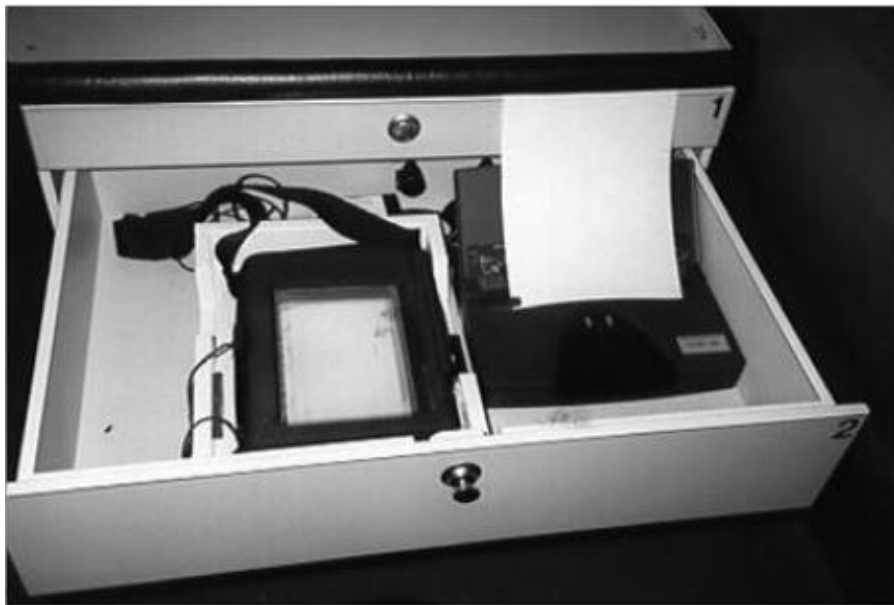


Abbildung 33: Elektronisches Notfallprotokoll und mobiler Drucker (Ellinger & Grenzwürker, 2011, S. 78)

Dreh- und Angelpunkt der Dokumentation mit NAPROT ist das Verlaufsdiagramm, d. h. die Visualisierung der ermittelten Vitalparameter und getroffenen Maßnahmen in chronologischer Reihenfolge. Eingaben können frei über eine Tastatur oder das Auswählen aus vorgegebenen Listen in entsprechenden Dialogen vorgenommen werden (siehe Abbildung 34). Plausibilitäts- und Vollständigkeitskontrollen bzgl. einzelner Angaben wie auch des gesamten

²⁰ Möglicherweise auch *elektronisches NotArztPROTokoll* (Hennes (1996)).

Protokolls sind in die Anwendung integriert. Dadurch soll verhindert werden, dass ein Protokoll unvollständig abgeschlossen werden kann (Ellinger, Luiz & Obenauer, 1997).

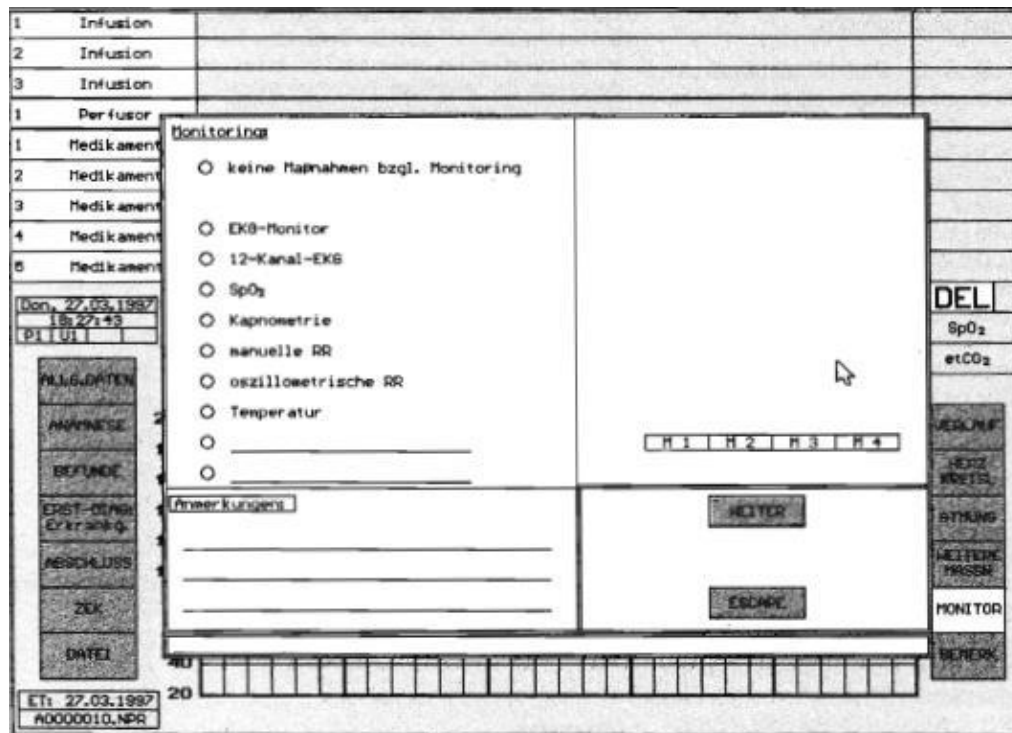


Abbildung 34: Dialog zur Dokumentation des Monitorings (Ellinger et al., 1997, S. 491)

Die Auswertung der Einsätze ergab, dass mit dem computerbasierten Werkzeug bestimmte Parameter signifikant²¹ häufiger dokumentiert wurden als handschriftlich, darunter die Bewusstseinslage sowie bestimmte Zwischenfälle, Ereignisse und Komplikationen (ZEK). Insbesondere bei Befunden im normalen Bereich und rettungsdienstlichen Standardmaßnahmen wurde handschriftlich oftmals auf deren Dokumentation verzichtet. Diese Angaben können aber aufgrund der Dynamik von Einsatzlagen sowie unvollständiger Schilderungen der Patienten zu einem späteren Zeitpunkt von großer Bedeutung sein.

Hard- und Software wurden grundsätzlich positiv bewertet, auch wenn „für die Zukunft [...] eine weitere Optimierung des Systems speziell im Hinblick auf eine Arbeitserleichterung für den Notarzt zu fordern [ist]“ (Ellinger, Luiz & Obenauer, 1997, S. 494). So erforderten beispielsweise Einsätze außerhalb von Gebäuden oder bei wechselnden Lichtverhältnissen ein wiederholtes manuelles Nachregulieren der Bildschirmkontraste. Weiterhin sollten zusätzliche Auswahllisten (z. B. für verbreitete Vorerkrankungen) und abkürzende Dialogschritte (z. B. bei Fehleinsätzen) in die Anwendung integriert werden. Aussagen zum Zeitaufwand können aufgrund des Studiendesigns ebenso wenig getroffen werden wie zur Akzeptanz computergestützter Protokolle durch Klinikärzte.

²¹ Signifikanzniveau nicht angegeben.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass die wesentlichen Anforderungen an die Dokumentation im Rettungsdienst, wie z. B. vollständige Lesbarkeit, Schutz vor fehlerhaften Aufzeichnungen, Archivierbarkeit, elektronische Weiterverarbeitbarkeit, mit papierbasierten Arbeitsmitteln kaum erfüllt werden können. Für sie wird darüber hinaus, wie für interaktive Systeme, Anwenderfreundlichkeit, im Sinne des Zeit- und Platzbedarfs der Dokumentation, gefordert (Ellinger, Luiz & Obenauer, 1997; Obenauer, 1997).

8.4 NOAH

Ziel des Projektes *Notfall-Organisations- und ArbeitsHilfe (NOAH)* war ein verbesserter Informationsfluss zwischen den an der Notfallrettung beteiligten Einrichtungen mithilfe einer elektronischen Einsatzdokumentation (siehe Abbildung 35). Die entscheidenden Kriterien wurden mit „*easy to handle, beneficiary to all participants, integration of existing systems and avoidance of repetitive data collection*“ (Maier & Röckelein, 1999, S. 3) benannt.



Abbildung 35: Information- und Kommunikationsnetzwerk für die Notfallmedizin (Schächinger et al., 1999, S. 472)

Ausgangspunkt war die Feststellung, dass deutsche Rettungsdienste zwar generell auf hohem Niveau arbeiten, aber dennoch Probleme bestehen. Schächinger et al. (1999) führen hierzu folgende Beispiele an:

- die unstrukturierte, ausschließlich verbale und synchrone Kommunikation auf Grundlage veralteten BOS-Funks mit teils mäßiger Übertragungsqualität;
- der unstrukturierte Informationsaustausch zwischen Arzt, Leitstelle und Klinik;
- die aufwendige, redundante und dennoch oft unvollständige Dokumentation.

Diese Probleme betreffen insbesondere die Schnittstelle zwischen Rettungsdienst und klinischen Einrichtungen und führen in der Summe zu Zeit- und Informationsverlust. Aus diesem Grund unterstützt das NOAH-System rettungsdienstliche Einsätze vom Beginn bis zur Übergabe von Patient und Protokoll. Der Notarzt erhält mit der Alarmierung die Einsatzdaten von der Leitstelle und kann dieser, nach dem Eintreffen am Einsatzort, eine Erstmeldung zum Patienten und zur Situation übermitteln. Auf Grundlage dieser Daten schlägt der Disponent der Leitstelle eine Zielklinik vor. Sie wird nach Bestätigung durch den Notarzt über anstehenden Transport informiert. Dort kann ggf. mit Vorbereitungen begonnen werden. Dieser Vorgang wird durch eine Übersicht über Behandlungskapazitäten einzelner Kliniken sowie Regionen unterstützt. Das mit dem NOAH-System erstellte Einsatzprotokoll kann dann an externe Anwendungen exportiert oder ausgedruckt werden (Haage, Röcklein & Schächinger, 2002; Herrmann, 1997).

Aus technischer Sicht wurden zwei mobile Endgeräte evaluiert. Beim *Xybernaut MA IV* handelt es sich um einen in die Bekleidung integrierten Computer, der über einen am Handgelenk befestigten Bildschirm mittels Stift gesteuert wird (siehe Abbildung 36).



Abbildung 36: In die Bekleidung integrierter Xybernaut MA IV mit Bildschirm (Schächinger et al., 1999, S. 473)

Das *Forte Notepad* (siehe Abbildung 37) ist ein stiftbedienbares und outdoor-taugliches Endgerät mit LCD-Bildschirm und kann mittels einer speziellen Halterung im Rettungsmittel verstaut werden. Beide Modelle sind jeweils mit einer Datenfunkeinheit sowie einem Chipkartenleser ausgerüstet (Maier & Röcklein, 1999; Schächinger et al., 1999).



Abbildung 37: Forte Notepad (Schächinger et al., 1999, S. 472)

Die auf den Endgeräten genutzte Anwendung wurde von einem interdisziplinären Team mit Notärzten und Chirurgen konzipiert. Hierzu wurden Interviews und Vor-Ort-Termine in Leitstellen durchgeführt und auch die persönlichen Erfahrungen eines in einen Fahrradunfall involvierten Projektmitarbeiters berücksichtigt. Aus den Informationen wurden iterativ Prozess- und Datenmodell sowie Ablaufdiagramme abgeleitet (Maier & Röckelein, 1999).

Erste Tests wurden mit dem Forte Notepad auf einem Rettungswagen und im Austausch mit einer Leitstelle und einer Klinik durchgeführt. In diesem Feldversuch wurde die prinzipielle technische wie konzeptionelle Eignung des Ansatzes von den Teilnehmern bestätigt. Dieses Urteil basiert maßgeblich auf der Erfahrung, dass erste Rückmeldungen innerhalb weniger Minuten gegeben werden konnten und neben der verbesserten Datenqualität auch ein Informationsvorsprung in der Klinik entstand (Maghsudi et al., 1999; Schächinger et al., 1999).

Die Erfahrungen im NOAH-Projekt fassen Maier und Röckelein (1999) wie folgt zusammen:

- Vertreter aller an der Notfallversorgung beteiligten Organisationen einzubeziehen war entscheidend für die Entwicklung einer umfassenden und akzeptierten Lösung.
- Prozessmodelle waren im Rahmen der Anforderungsanalyse hilfreich.
- Datenflussdiagramme waren aufgrund des ereignisorientierten und kommunikationsintensiven Szenarios weniger nützlich.

Die Projektbeteiligten äußern die Erwartung, dass weitere Entwicklungen der Informations- und Kommunikationstechnologien ihren Einsatz in der Notfallmedizin sehr erleichtern werden. Im Hinblick auf die Mensch-Maschine-Interaktion „[seien] *Spracherkennung und Sprachverarbeitung unter den widrigen Umständen an einer Einsatzstelle [...] als Stichworte genannt*“ (Schächinger et al., 1999, S. 476).

8.5 Pocket-PC

Ziele der Zusammenarbeit des *Human-Computer Interaction Labs der Universität Udine (Italien)* und des dortigen Rettungsdienstes waren die Ablösung papierbasierter Arbeitsmittel sowie die Integration zusätzlicher, mit Papier nicht realisierbarer Funktionalität. Im Rahmen der Analyse und Konzeption wurden Interviews mit potenziellen Benutzern durchgeführt und die gegenwärtigen Arbeitsmittel, d. h. die Papierprotokolle, untersucht. Aufgrund des geringeren Gewichtes und der flexibleren Transportmöglichkeiten wurden Pocket-PCs gegenüber Tablet-PCs bevorzugt (siehe Abbildung 38).

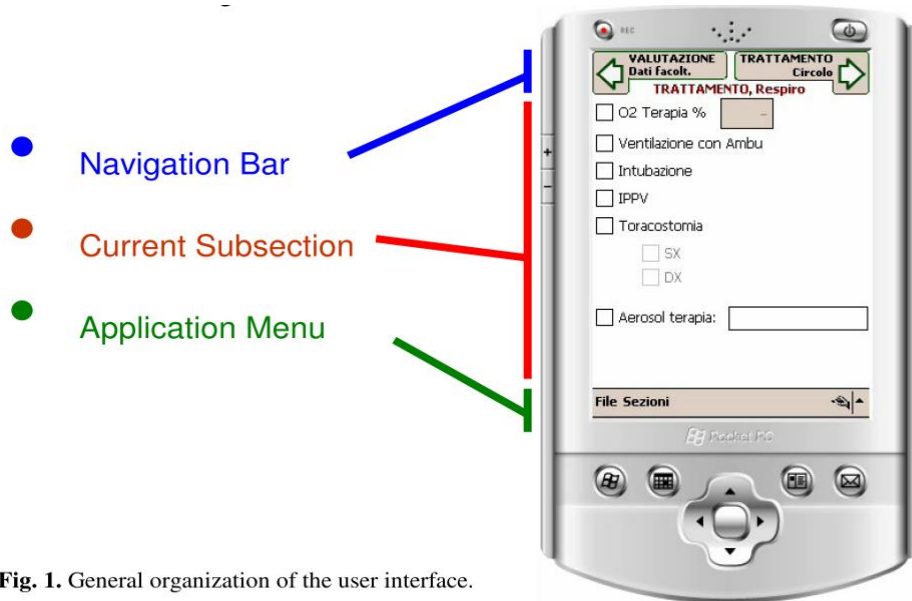


Fig. 1. General organization of the user interface.

Abbildung 38: Pocket-PC und Aufbau der Benutzungsschnittstelle (Chittaro, Zuliani & Carchietti, 2007, S. 21)

Die Benutzungsoberfläche wurde in drei Bereiche aufgeteilt (Chittaro, Zuliani & Carchietti, 2007):

- den *Navigationsbereich*, in dem die Bezeichnung des aktuellen Abschnitts dargestellt ist und zu den benachbarten Abschnitten gewechselt werden kann.
- den *Datenerfassungsbereich*, in dem Daten zu einem zusammenhängenden Abschnitt des Protokolls eingegeben werden können;
- das *Anwendungsmenü*, das Zugriff auf grundsätzliche Funktionen ermöglicht.

Ausgehend von den verschiedenen Arten von Eingabemöglichkeiten und -feldern auf einem Papierprotokoll (z. B. numerische Werte, Freitexte, Zeichenflächen) wurde jeweils ein „*electronic counterpart*“ (Chittaro, Zuliani & Carchietti, 2007, S. 22) entworfen. Gestaltungsgrundsätze waren Fehlervermeidung, Erwartungskonformität, Effizienz der Eingaben und kontextgerechte Darstellungen. Abbildung 39 verdeutlicht diesen Ansatz am Beispiel der grafischen Notation von Verletzungen. Nach der Auswahl des Ortes kann die Art der Verletzung aus einem Pop-up Menü ausgewählt werden (Bild a). Dann erscheint das entsprechende Symbol (Bild b). Nach Berühren kann es verschoben oder entfernt werden (Bild c).

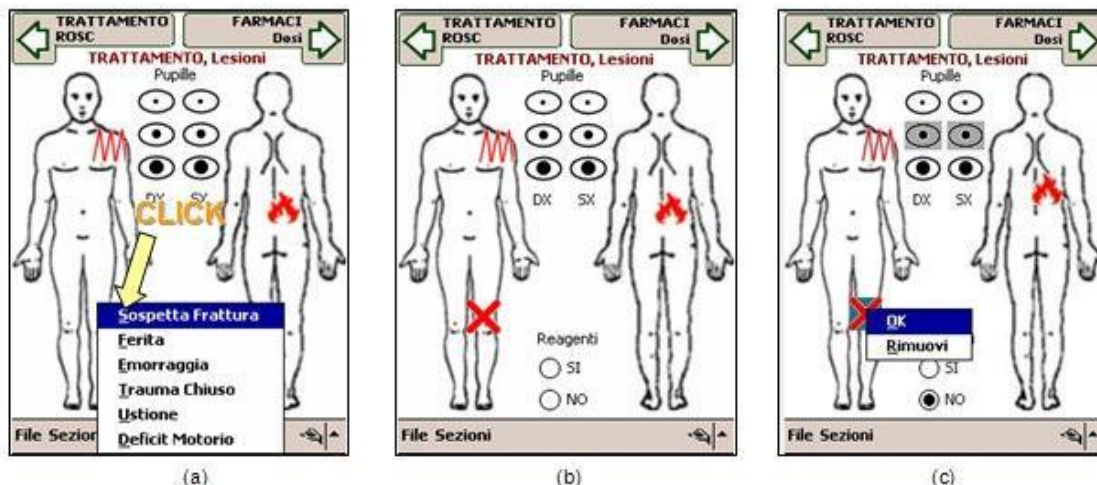


Abbildung 39: Einzeichnen von Verletzungen (Chittaro, Zuliani & Carchietti, 2007, S. 23)

Zur Realisierung von Texteingaben wurden eine Handschrifterkennung und eine virtuelle Tastatur mit Autovervollständigung von Worten implementiert. Sprachsteuerung wurde aufgrund der Interviewergebnisse und mit Verweis auf die Umgebungsgeräusche während eines rettungsdienstlichen Einsatzes ausgeschlossen (Chittaro, Zuliani & Carchietti, 2007).

Die Gebrauchstauglichkeit wurde mit 6 Vertretern des am Projekt beteiligten Rettungsdienstes entweder in einem Rettungswagen oder in einem nicht näher beschriebenen „emergency service room“ (Chittaro, Zuliani & Carchietti, 2007, S. 23) getestet. Nach einer kurzen Einführung in den Aufbau und die Funktionalität der Anwendung mussten die Teilnehmer ein von einem Notarzt erarbeitetes Szenario absolvieren und das Protokoll mithilfe des Pocket-PCs ausfüllen. Anschließend mussten sie einen am *Questionnaire for User Interaction Satisfaction (QUIS)* orientierten Fragebogen beantworten (Chin, Diehl & Norman, 1988). Die Evaluationsergebnisse bzgl. des Gesamteindrucks, der Bildschirmdarstellungen, der Systeminformationen, der Lernförderlichkeit und der verschiedener Systemeigenschaften (z. B. Performanz) waren grundsätzlich positiv. Probleme konnten hinsichtlich der Dateneingabe identifiziert werden. Handschrifterkennung und virtuelle Tastatur wurden insbesondere aufgrund der kleinen Eingabefläche kritisch beurteilt. Dennoch wurden die Potenziale einer elektronischen Datenerfassung von den Teilnehmern bestätigt (Chittaro, Zuliani & Carchietti, 2007).

Aufbauend auf dieser bestehenden Pocket-PC-Plattform wurden Anwendungen entwickelt, die auf die Unterstützung der Kommunikation und Interaktion von Rettungsdienstmitarbeitern mit besonderen Patientengruppen abzielen. Zunächst wurden Handlungsempfehlungen für Patienten mit körperlichen oder geistigen Behinderungen integriert, die ggf. mit vorhandenen Patientenprofilen abgeglichen werden können (Chittaro et al., 2009). Danach wurde im Austausch mit Experten der Notfallmedizin und gehörlosen Menschen ein Unterstützungssystem entwickelt und evaluiert, in dem notfallbezogene Formulierungen und Sätze als Videos in Gebärdensprache aufbereitet sind (Buttussi et al., 2010).

8.6 TCIMS

Ziel der Arbeiten am *Trauma Care Information Management System (TCIMS)* war eine prototypische Systemlösung zur Unterstützung des Informationsflusses bei der Versorgung Verletzter in zivilen oder militärischen Einsätzen (siehe Abbildung 40). Die zu gestaltenden Benutzungsschnittstellen und Mensch-Maschine-Interaktionen sollten „powerful“ (Holzman et al., 1995) in den Funktionen, aber „easy to understand and operate“ (Holzman, 1999) sein.

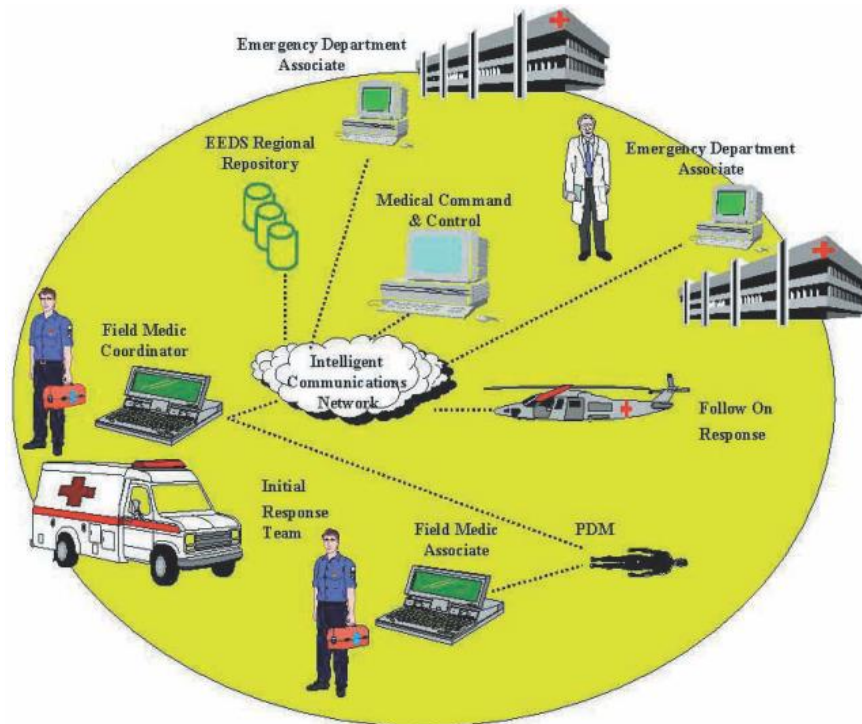


Abbildung 40: TCIMS-Systemarchitektur (Holzman, 1999, S. 17)

Die mobilen Komponenten des Systems bilden ein am Körper tragbarer Computer, der *Field Medic Associate (FMA)*, sowie ein kompakter und outdoor-tauglicher Tablet-PC, der *Field Medic Coordinator (FMC)*. Ein weiteres am Körper tragbares Endgerät, der *Personal Data Monitor (PDM)*, sollte Vitaldaten kabellos an den FMA übertragen. Es konnte aber mangels passender Bauteile nicht im gewünschten Format realisiert werden (Holzman, 2001).

Der FMA ist mit Kopfhörern und Mikrophon ausgestattet und wird per Sprache gesteuert (siehe Abbildung 41). Hierbei kommt ein sprecherunabhängiges Erkennungssystem zum Einsatz, das sich auf 425 Wörter und 8.700 Phrasen stützt. Diese wurden mithilfe zahlreicher medizinischer Quellen (Dokumente, aufgezeichnete Gespräche, Interviews) ermittelt. Auditives Feedback ist gegeben durch unterschiedliche Signaltöne für erfolgreiche und fehlgeschlagene Eingaben sowie Sprachsynthese bei komplexeren Anfragen. Freitexte jeglicher Art (z. B. Patientennamen, Details zu Beschwerden) können nicht eingegeben werden. Jedoch ist ein Kartenlesegerät integriert, mit dem beispielsweise Versicherungskarten ausgelesen werden könnten. (Holzman et al., 1995; Holzman, 2001; Oviatt et al., 2000, S. 296–298).

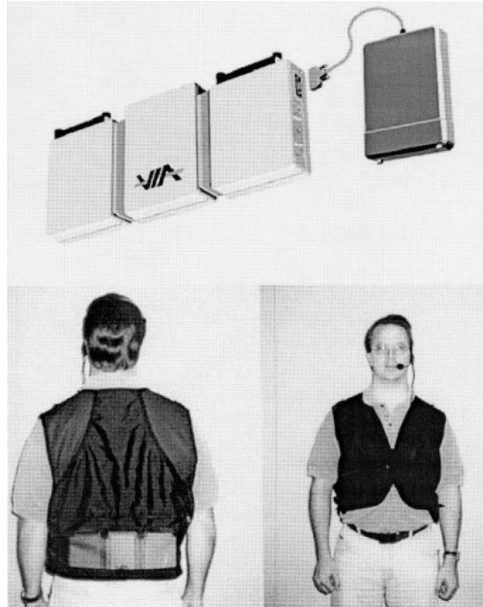


Abbildung 41: FMA-Komponenten integriert in eine Weste (Oviatt et al., 2000, S. 296)

Mithilfe des FMC (siehe Abbildung 43) können die mit einem oder mehreren FMA erfassten und kabellos übertragenden Patientendaten betrachtet und bearbeitet werden. Die Bedienung erfolgt entweder analog zum FMA per Sprache oder per Stift. Letzterer ermöglicht auch die Eingabe von Freitexten. Beide Eingabemechanismen können kombiniert werden, indem beispielsweise in einer Grafik zunächst eine bestimmte Körperstelle mit dem Stift markiert wird (siehe Abbildung 43). Anschließend kann dieser Markierung ein gesprochener Kommentar zugeordnet werden. Der FMC ist im Gegensatz zum FMA für Situationen gedacht, in denen die Hand-Auge-Koordination möglich und auf die Systemnutzung ausgerichtet werden kann.



Abbildung 42: Der Field Medic Coordinator (Holzman, 2001, S. 215)

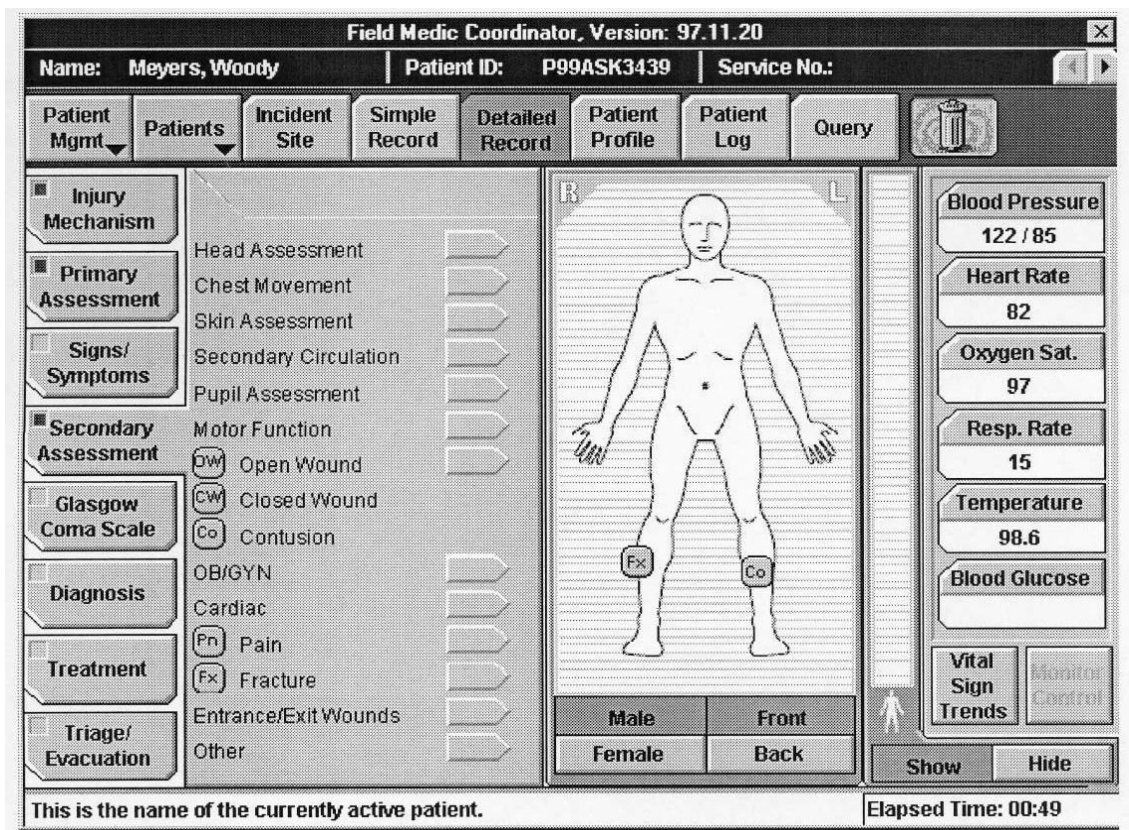


Abbildung 43: Dialog des Field Medic Coordinators (Oviatt et al., 2000, S. 298)

Die Sprachsteuerung wurde wie das gesamte TCIMS im Rahmen eines menschenzentrierten Prozesses und auf Grundlage von Szenarios entwickelt. Medizinisches Fachpersonal wurde dabei in Analyse, Konzeption und Evaluation eingebunden. FMA und FMC wurden iterativ weiterentwickelt. Während Tests der Sprachsteuerung anfänglich unter Laborbedingungen stattfanden, wurden später durch das Einspielen von für Rettungsdienstseinsätze typischen Geräuschen (z. B. Sirenen, Helikopter- und Fahrzeugmotoren, Stimmen) realistischere Nutzungssituationen vorgegeben. In Abhängigkeit des Geräuschpegels war die Sprachsteuerung in 70-90 % der Fälle erfolgreich. Diese Quote war nach Meinung einiger Teilnehmer mit Blick auf Hände erfordernden Alternativen ausreichend. Auch die Gestaltung der grafischen Benutzungsschnittstelle des FMC wurde mehrfach überarbeitet. So wurden Bedienelemente entsprechend ihrer notfallmedizinisch logischen Reihenfolge angeordnet, *Abkürzungen (Shortcuts)* für bestimmte Eingaben integriert und alternative Interaktionsformen (z. B. Antippen mit dem Stift statt Drag-and-drop) bereitgestellt (Holzman, 1999, 2001).

Mit der Möglichkeit, Daten mehrerer FMAs auf einem FMC zusammenfassend darstellen zu können, ist die Architektur des TCIMS aus technischer Sicht auch auf Einsätze mit einer Vielzahl von Patienten, d. h. den Ausnahmebetrieb, ausgerichtet. Holzman (1999) geht explizit auf Einsatzleiter als potenzielle Benutzer ein. Er hebt die Eignung der gewählten Hardware und der Benutzungsschnittstelle für logistische Funktionen hervor, wie z. B. eine elektronische Karte des Schadensortes und die Lokalisierung von Personen und Ressourcen.

8.7 Fazit

Die in diesem Kapitel vorgestellten Projekte zur Computerunterstützung im rettungsdienstlichen Regelbetrieb adressieren vorrangig die Dokumentation der Einsatzdaten. Ihre mobilen Komponenten sind teils konzeptionell, teils prototypisch realisiert in komplexe Systemarchitekturen eingebunden, die einen bidirektionalen Datenaustausch zwischen Rettungsdiensten, Leitstellen, Krankenhäusern und weiteren Einrichtungen (z. B. Kostenträger, Verwaltungen) vorsehen.

Während in früheren Projekten (NAPROT, NOAH) die verfügbare Hardware als limitierender Faktor bei der Gestaltung der Benutzungsschnittstelle identifiziert werden kann und ggf. Sonderanfertigungen notwendig wurden, konnten zunehmend kommerziell verfügbare Produkte eingesetzt werden. Sie sind im Hinblick auf Rechenleistung, Speichergrößen, Bildschirmauflösung und Konnektivität nicht mehr mit früheren Lösungen zu vergleichen und bilden eine ausreichend gute Grundlage für die rettungsdienstlichen Belange. Anforderungen an die Hardware (Bildschirm, Energieversorgung, Konnektivität) werden benannt, aber oftmals nicht explizit begründet (z. B. minimale Bildschirmauflösungen von 1024x768).

In allen vorgestellten Projekten wurden Domänenexperten zumindest teilweise in die Entwicklung einbezogen. Vereinzelt wurden „Verwandte“ der späteren Benutzer befragt, z. B. Mitarbeiter von klinischen Notaufnahmen oder nicht im Rettungsdienst tätige Ärzte. In ihrer Gesamtheit befürworteten sie sehr unterschiedliche technologische Ansätze, wie

- die Kombination aus einem Tablet-PC im Rettungsmittel, einem per Headset bedienbaren PDA sowie einem digitalen Stift (CANIS);
- die Kombination aus digitalem Papier und digitalem Stift (DINO);
- einen spritzwassergeschützten und stoßfesten Pen-Computer mit monochromem Bildschirm und zuschaltbarer Hintergrundbeleuchtung (NAPROT);
- einen in die Bekleidung integrierten Computer, der über einen am Handgelenk befestigten Bildschirm mittels Stift gesteuert wird (NOAH);
- ein stiftbedienbares und outdoor-taugliches Endgerät mit LCD-Bildschirm (NOAH);
- einen Pocket-PC;
- einen am Körper tragbaren Computer sowie einen kompakten und outdoor-tauglichen Tablet-PC (TCIMS).

Faktoren wie Gebrauchstauglichkeit oder Akzeptanz wurden im Rahmen vieler Projekte berücksichtigt, jedoch meist nicht mit standardisierten Kriterien der Mensch-Computer-Interaktion oder der Software-Ergonomie untersucht. Dies muss nicht zwangsläufig die Aussagekraft der Untersuchungen schmälern, erschwert allerdings die Vergleichbarkeit der Ergebnisse und die Berücksichtigung der gesammelten Erfahrungen.

9 Existierende Ansätze für den Ausnahmebetrieb

„Under stress, the complex problem solving and analytical skills are the most vulnerable and decline first.“

Julie Jacko & Andrew Sears (2003)

Die im vorherigen Kapitel vorgestellten Projekte und Systemlösungen waren primär oder ausschließlich auf den Regelbetrieb ausgerichtet. Forschung und Entwicklung zum Einsatz mobiler Anwendungssysteme im Ausnahmebetrieb sind insbesondere in den westlichen Industrienationen eng mit den Terroranschlägen vom 11. September 2001 verbunden. Stellvertretend für viele vergleichbare Aussagen stehen Lenert et al. (2008, S. 2):

„The 9-11 attacks on the World Trade Center and Pentagon called attention to the urgent need to improve preparedness and disaster response for terrorist attacks and other incidents that have the potential to produce large numbers of human casualties.“

In Deutschland kam es maßgeblich im Rahmen der Vorbereitung auf die Fußballweltmeisterschaft der Männer im Jahr 2006 zur Überprüfung medizinischer Versorgungskonzepte für 1000 und mehr Patienten (Latasch et al., 2006) sowie zu Bestandsaufnahmen der zuständigen Behörden (Remmele, 2007), Feuerwehren (Schäuble, 2007) und Krankenhäuser (Urban et al., 2007). Ausgehend davon wurden Behandlungs- und Transportkonzepte weiterentwickelt. Interaktive Mensch-Maschine-Systeme wurden nur vereinzelt betrachtet, z. B. in Form vernetzter Nachweise von Versorgungskapazitäten (Schweigkofler et al., 2011)

Anwendungssysteme für den mobilen Kontext des Ausnahmebetriebes wurden im Rahmen mehrerer Forschungsprojekte prototypisch realisiert und evaluiert. Von ihnen werden in den Abschnitten 9.1-9.6 exemplarisch *AID-N*, *ALARM*, *e-Triage*, *SOGRO*, *SpeedUp* und *TUMult* vorgestellt. Sie beschreiben Forschung und Entwicklung zur Dokumentation und Information im rettungsdienstlichen Ausnahmebetrieb in einem umfassenden, jedoch nicht vollständigen Maße. Daher sei an dieser Stelle auf weitere Arbeiten verwiesen (Brown, Griswold & Lenert, 2005; Chan et al., 2006; Chu & Ganz, 2007; Demchak et al., 2006; Dobrev, 2012; Fauth, 2003; Gubisch, 2008; Kaphengst, 2011; Lenert et al., 2005; Niessner, 2010; Noe, 2010; Palmer, Ramesh & Lenert, 2005; Zheng, Simplot-Ryl & Leung, 2010).

9.1 AID-N

Ziel des Zusammenschlusses mehrerer Institutionen des amerikanischen Gesundheitswesens zum *Advanced Health and Disaster Network (AID-N)* sowie des gleichnamigen Forschungsprojektes war ein umfassender Prototyp zur effizienten Versorgung von Patienten im Ausnahmebetrieb. In die Testumgebung wurden zahlreiche Hardwarekomponenten integriert. Daten werden über ein *vermaschtes Ad-hoc-Netzwerk* ausgetauscht, d. h., die einzelnen Endgeräte verbinden sich selbstständig untereinander und leiten Daten weiter, sofern keine direkte Verbindung zwischen Sender und Empfänger besteht. Zu diesen zählen:

- elektronische Patientenanhängerkarten;
- am Patienten zu befestigende Sensoren für die Erfassung von Vitalparametern;
- Laptops oder Tablet-PCs in Rettungsmitteln und für die Helfer am Einsatzort;
- PDAs für die Einsatzkräfte am Schadensort;
- auf dem Kopf tragbare und externe Kamerasysteme;
- unbemannte Luftfahrzeuge mit Sensoren und Kameras.

Ein webbasiertes Portal ermöglichte den Einsatzkräften sowie externen Experten Zugriff auf Patientendaten (z. B. das Transportziel) sowie Lageinformationen (z. B. die Anzahl der Patienten pro Sichtungskategorie). Die Integration weiterer Komponenten sollte durch eine *Serviceorientierte Architektur (SOA)* vereinfacht werden (White, 2007).

Sowohl die elektronischen Patientenanhängerkarten als auch die Sensoren zur Messung der arteriellen Sauerstoffsättigung (Pulsoxymetrie) und des Blutdrucks sollen die Einsatzkräfte unterstützen, mehrere Patienten gleichzeitig und aus der Ferne zu überwachen. Während die Messwerte fortlaufend erfasst und kabellos übertragen werden, können mit dem Ersatz papierbasierter Anhängerkarten Sichtungskategorien per Tastendruck eingestellt und Aufenthaltsorte nachvollzogen werden. Dabei wird die Position nicht nur über die Anhängerkarte, sondern auch durch ihren Abstand zu anderen Endgeräten bestimmt, die mit GPS-Sensoren ausgestattet sind. Zur Innenraumortung wurden Signalstationen in vordefinierten Sichtungs- und Behandlungszentren der Metropolregion Washington, D.C. installiert (Alm, Gao & White, 2006; Gao et al., 2005; Gao & White, 2006; Massey et al., 2006).

Um die von den Sensoren und Anhängerkarten erfassten Daten am Einsatzort nutzen zu können, wurden Anwendungen für PDAs, Laptops und Tablet-PCs entwickelt (siehe Abbildung 44). So konnten mit dem PDA Patienten- und Behandlungsdaten erfasst und betrachtet werden, u. a. auch Fotos und Kartenausschnitte. Zwei der Entwicklungsziele waren ein hohes Maß an Gebrauchstauglichkeit, trotz möglicher Probleme mit den Netzwerkzugängen, sowie die Berücksichtigung von Alternativen zu den nur begrenzt möglichen Texteingaben (Crawford, Gao & White, 2006; White, 2007). Um diese und andere Ziele erreichen zu können, wurde einem iterativen und benutzerzentrierten Vorgehensmodell gefolgt – „*It's one thing to build advanced systems but unless this is done in concert with the users, from start to finish, it will not be successful*“ (White, 2007, S. 5_54).

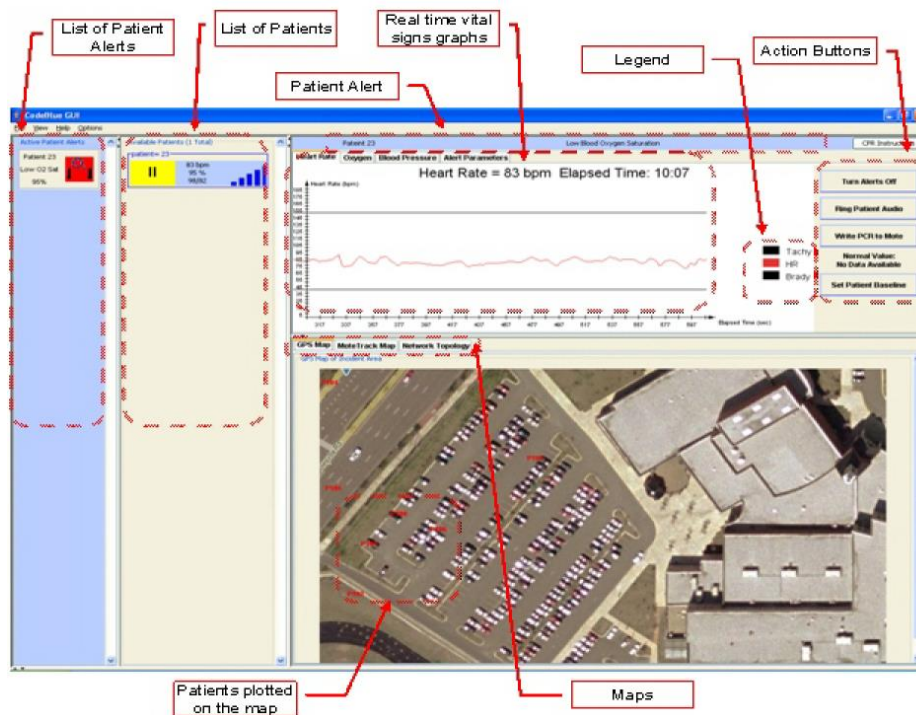


Abbildung 44: (oben) PDA zur Dokumentation von Patientendaten (Crawford, Gao & White, 2006) und (unten) grafische Benutzeroberfläche für die Einsatzkräfte vor Ort (White, 2007, S. 3_29)

Einsatzkräfte wurden u. a. insgesamt 50 Stunden bei ihrer Arbeit begleitet und in Form von Interviews und bei Präsentationen von Prototypen berücksichtigt. Dabei wurden die Teilnehmer auch gebeten, von den Projektpartnern formulierte Herausforderungen im Ausnahmebetrieb bzgl. ihrer Relevanz zu bewerten, z. B. ob das Ablesen von Informationen auf papierbasierten Anhängerkarten schwierig ist. Weiterhin wurden Gestaltungsgrundsätze für Anwendungssysteme zur Patientenüberwachung im Ausnahmebetrieb formuliert, z. B. Erlernbarkeit oder Einfachheit. Einzelne Geräte und das Gesamtsystem wurden in mehreren Phasen von potenziellen Endbenutzern sowie nicht am Projekt beteiligten Institutionen nach zuvor definierten Plänen und Metriken getestet. Abschließend wurde das Gesamtsys-

tem im Rahmen eines Übungseinsatzes erprobt. Dabei wurden einige der Einsatzkräfte mit den etablierten Medizinprodukten und Kommunikationsgeräten ausgestattet und andere mit den AID-N-Komponenten. Die Teilnehmer wurden beobachtet und im gesamten Übungszeitraum befragt. Einige von ihnen erhielten im Anschluss einen selbst entwickelten Fragebogen zur Akzeptanz der Technik und Infrastrukturen (Gao et al., 2007; White, 2007).

In ihrem abschließenden Fazit kommen die AID-N-Beteiligten zu der Einschätzung, dass Einsatzkräfte vor Ort, Krisenstäbe oder Krankenhausmitarbeiter mithilfe des beschriebenen Gesamtsystems die Einsatzlage leichter verstehen und Patienten besser versorgen könnten. Allerdings veränderten sich mit den Arbeitsmitteln auch die Arbeitsweisen. Abstimmungsprozesse zwischen Mensch, Technik und Organisation sind daher ebenso notwendig wie die Berücksichtigung der computerbasierten Werkzeuge im Training sowie in Alltagssituationen. In diesem Zusammenhang wurden von den Praktikern auch logistische Schwierigkeiten bzgl. der Aufbewahrung, der Wartung und des Transportes größerer Stückzahlen der Vitalsensoren sowie der elektronischen Patientenanhängerkarten angemahnt. Dennoch bescheinigen sich die Projektpartner, mit dem AID-N-System die Machbarkeit und Praxistauglichkeit einer umfassenden Systemlösung für den Ausnahmebetrieb demonstriert zu haben (Gao et al., 2007; White, 2007).

9.2 ALARM

Ziel des Projektes *Adaptive Lösungsplattform zur Aktiven technischen Unterstützung beim Retten von Menschenleben (ALARM)* war die Entwicklung eines adaptiven und modularen Anwendungssystems zur Unterstützung der Einsatzkräfte im Ausnahmebetrieb. Insbesondere sollten die organisatorischen Abläufe in der Anfangsphase eines Einsatzes optimiert werden. Hierzu wurden Module für die Sichtung von Patienten, die Organisation des Behandlungsplatzes, die Betreuung Leichtverletzter, die Transportorganisation sowie die Patientenregistrierung realisiert. Als mobile Komponenten wurden sowohl Tablet-PCs als auch Handhelds eingesetzt. Weiterhin wurden Armbänder mit Funketiketten, ein Vitaldatenmonitor sowie ein Telemedizin-Arbeitsplatz in das System integriert (siehe Abbildung 45). Mithilfe dieser Komponenten sollte geprüft werden, ob bei der parallelen Versorgung mehrerer Patienten individualmedizinische Behandlungsstandards aufrechterhalten werden können.

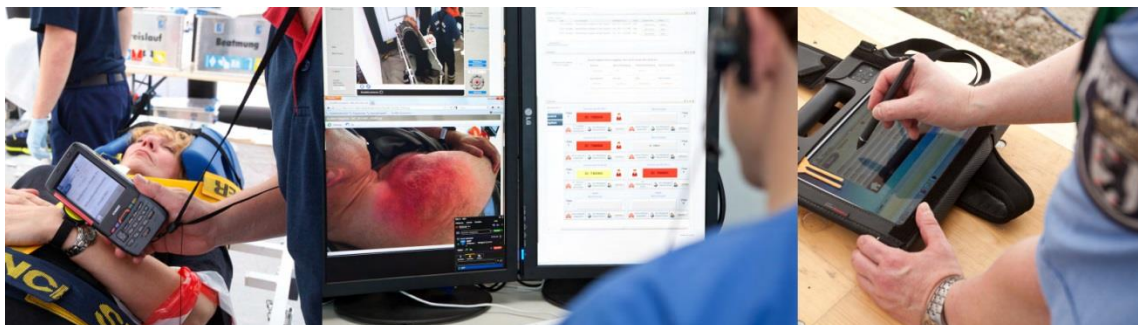


Abbildung 45: Komponenten des ALARM-Systems (Lawatschek et al., 2012a)

Technische Fragestellungen wie die Zuverlässigkeit der Kommunikation bei Infrastrukturschäden oder zu praxistauglichen Systemarchitekturen wurden ebenso aufgegriffen wie primär benutzerbezogene Aspekte. Hierzu zählten die Evaluation der Nutzbarkeit der Systeme unter den anspruchsvollen Umständen des Ausnahmebetriebs sowie die Gestaltung der computerbasierten Arbeitsmittel und ihrer Benutzungsoberflächen. Dabei ging es insbesondere um die rettungsdienstlichen Einsatzleiter. Des Weiteren stellte die Entwicklung von Qualitätsindikatoren für die Notfallmedizin einen Forschungsschwerpunkt dar (Lawatschek et al., 2012b; Schultz & Carius-Düffel, 2009; Wilhelm, Burneleit & Albayrak, 2012; Wirth et al., 2010).

Ausgehend von einer Analyse der etablierten Prozesse, Rollen, Verantwortlichkeiten und Technologien durch Literaturrecherche, Beiträge der Stakeholder und Expertenbefragungen nach einer Einsatzübung wurde das ALARM-System in einem iterativen Prozess entwickelt. Rückmeldungen der Benutzer sowie Auswertungen der im System erfassten Daten stellten die Grundlagen der Überarbeitungen dar. Mehrere praktische Tests durchgeführt wurden. Vor und nach einer der Übungen wurden 5 Notärzte und 14 Paramedics²² gebeten, die technischen Komponenten bzgl. bestimmter Eigenschaften (z. B. hilfreich) auf einer Visuellen Analogskala (VAS) von 0 cm (=Zustimmen) bis 10 cm (=Widersprechen) zu beurteilen. Die grundsätzlich positiven Annahmen zur Nützlichkeit und zur Verbesserung der Lageübersicht verbesserten sich mit dem ersten praktischen Einsatz oder blieben zumindest unverändert. Für die telemedizinische Unterstützung des Behandlungsplatzes ergab sich ein anderes Bild. Während die Paramedics sie durchschnittlich etwas positiver beurteilten, fiel das Urteil der Notärzte im Durchschnitt negativer (vorher 1,6 cm, nachher 4,4 cm) aus (Lawatschek et al., 2012b; Schultz, 2012).

In der Hauptübung wurden 21 Patienten unter Verwendung des Gesamtsystems behandelt. In diesem Fall waren ein Notarzt und ein Rettungsassistent mit einem Handheld ausgestattet und ein Telemedizin Arbeitsplatz besetzt. Die Evaluation erfolgte durch 10 semi-strukturierte Interviews mit den Teilnehmern sowie Auswertung der Daten, die u. a. bei einer elektro-physiologischen Messung des Stresspegels erhoben wurden. Einer der befragten Notärzte kritisierte, dass der vom System vorgegebene und geführte Sichtungsprozess zu zeitaufwendig wäre und eine Abbruchmöglichkeit fehle. Dabei unterschieden sich die subjektive Wahrnehmung des Zeitaufwandes und die objektiven Messwerte um mehrere Minuten (Schultz, 2012).

Bei der abschließenden Bewertung der Projektergebnisse kommen die Beteiligten zu dem Schluss, dass eine modulare Systemlösung realisiert wurde, die den Einsatzverlauf mess- und auswertbar macht. Sowohl die Kommunikation als auch die Dokumentation seien verbessert worden (Lawatschek et al., 2012b; Schultz, 2012).

²² Vermutlich Rettungsassistenten, siehe die Ausführungen in Abschnitt 2.3.1.

9.3 e-Triage

Ziel des Projektes *Elektronische Betroffenenenerfassung in Katastrophenfällen (e-Triage)* war die Konzeption und Realisierung einer computergestützten Systemlösung zur Erfassung der Betroffenen bei einem MANV. Hierzu wurden eine auf Tablet-PCs basierende Anwendung (siehe Abbildung 46), ein satellitengestütztes Kommunikationssystem mit GSM- und WLAN-Funkzellen sowie ein verteiltes und sich selbst synchronisierendes Datenbanksystem entwickelt. Die Komponenten wurden in einem Demonstrator integriert (Donner & Erl, 2012).



Abbildung 46: Tablet-PC mit Benutzungsoberfläche (Chaves et al., 2011, S. 665)

Psychologische Aspekte (z. B. Stress, Akzeptanz) in die Forschungsarbeiten einbezogen. So ergab die Befragung von 299 Rettungsdienstvertretern, dass diese durchaus technikfreundlich eingestellt sind, jedoch den Gedanken unangenehm finden, dass technische Komponenten eine Interaktion dominieren (Adler et al., 2011; Donner et al., 2011).

In Zusammenarbeit mit potenziellen Benutzern wurden Anforderungen an mobile Endgeräte erhoben, die für den Einsatz im Ausnahmebetrieb geeignet sind, aber auch die Nutzung im Regelbetrieb ermöglichen. Hierzu zählten beispielsweise Robustheit, Lesbarkeit bei Sonneneinstrahlung, Stiftbedienbarkeit, eingebaute Kameras sowie Funketiketten- und Barcode-Lesegeräte. Während PDAs, Smartphone und vergleichbare Geräteklassen daraufhin ausgeschlossen wurden, fiel die Wahl auf im Handel verfügbare Tablet-PCs. In Bezug auf die Gestaltung des Anwendungssystems wurden u. a. einfache Handhabung, die Bedienbarkeit mit Handschuhen und rollenspezifische Benutzungsoberflächen gefordert (Chaves et al., 2011; Donner et al., 2011).

Durch Interviews und Workshops mit Fachexperten sowie die Beobachtung und Auswertung von Übungen wurde versucht, ein gemeinsames Verständnis des Ausnahmebetriebes zu erlangen. Dieses wurde u. a. in einem Ablaufschema der Kommunikation bei einer Katastrophe sowie einer Liste *konkreter Anwendungsfälle* (*Use Cases*) formalisiert. Auch in die weiteren Phasen des Entwicklungsprozesses wurden potenzielle Benutzer und Stakeholder aktiv einbezogen. Bei einem ersten Stresstest unter kontrollierten Umgebungsbedingungen (z. B. Lärm, Lichteinstrahlung) absolvierte je die Hälfte von 12 Sichtungsteams ihre Aufgaben mit bzw. ohne Tablet-PC. Qualitative und quantitative Daten wurden dabei nicht nur durch Beobachtung und die Beantwortung eines Fragebogens erhoben, sondern auch durch die Messung physiologischer Parameter (z. B. Herzfrequenz, Hautleitwiderstand). Dabei wurden verschiedene Eigenschaften des Anwendungssystems, z. B. die Lesbarkeit von Symbolen oder die Hilfsfunktionen, mehrheitlich positiv bewertet. Mehr als 80 % der Teilnehmer gaben an, die Anwendung ohne größeren Lernaufwand effektiv nutzen zu können. Jedoch waren die Teilnehmer mit den papierbasierten Arbeitsmitteln durchschnittlich 9,8 Sekunden schneller als die mit dem Demonstrator. Dies wird mit der kurzen Einweisungszeit sowie dem frühen Entwicklungsstadium der Benutzungsoberfläche begründet (Donner et al., 2010; Donner et al., 2011; Donner & Erl, 2012).

Während eine Komponente für den Regelbetrieb aufgrund organisatorischer Schwierigkeiten, der Erwartungshaltung, kaum Erkenntnisse zu gewinnen, und bereits kommerziell erhältlicher Anwendungssysteme nicht wie geplant erprobt wurde, wurde ein Test mit den Schwerpunkten Satellitenkommunikation und Datenbanksystem während eines der größten Volksfeste Bayerns, dem Ruethenfest, durchgeführt. Dabei wurden auch die Arbeitsplätze und -bedingungen für Einsatzkräfte bei einer solchen Großveranstaltung analysiert (Donner & Erl, 2012).

Ein abschließender Testeinsatz wurde im Rahmen eines Planspiels durchgeführt. In diesem wurden alle für den Ausnahmebetrieb relevanten Rollen besetzt und insgesamt 8 Endgeräte (6 Tablet-PCs, zwei Laptops) mit dem e-Triage-System ausgestattet sowie eine externe Datenbank angeschlossen. Vor, während und nach der Nutzung der Anwendung wurden verschiedene Messinstrumente eingesetzt. Dazu gehörten Videobeobachtungen, Helmkameramitschnitte und ein Fragebogen zur Gebrauchstauglichkeit – die *System Usability Scale (SUS)* von Brooke (1996). Mit ihnen konnten detailliert Vor- und Nachteile des computerbasierten Werkzeugs ermittelt werden (z. B. leicht verständlich, aber spiegelnder Touchscreen). 15 der 18 Teilnehmer bewerteten den Demonstrator als gut oder gaben an, keine Probleme mit dem Gerät gehabt zu haben. Drei sahen grundsätzlichen Verbesserungsbedarf. Die Projektbeteiligten schlussfolgern, dass die Iterationen im Entwicklungsprozess zu einer besseren Bewertung durch die Benutzer geführt haben. Jedoch bleibt offen, ob sich dies auch bei einem erneuten Test unter Stressbedingungen bestätigen würde (Donner et al., 2010; Donner et al., 2011; Donner & Erl, 2012).

9.4 SOGRO

Ziele des Projektes *Sofortrettung bei Großunfall (SOGRO)* waren Verbesserungen der Abläufe und Maßnahmen in frühen Einsatzphasen, der Kooperation rettungsdienstlicher Einsatzkräfte sowie der Informationsflüsse zwischen Einsatzstelle, Transportorganisation und Klinik. Im Mittelpunkt stand dabei die Realisierung eines computergestützten Sichtungssystems mithilfe mobiler Endgeräte und in farbigen Armbändern integrierter Funketiketten (siehe Abbildung 47). Sie sollten die papierbasierten Patientenanhängekarten ersetzen (Gennaro, Kreuzer & Sroka, 2011).

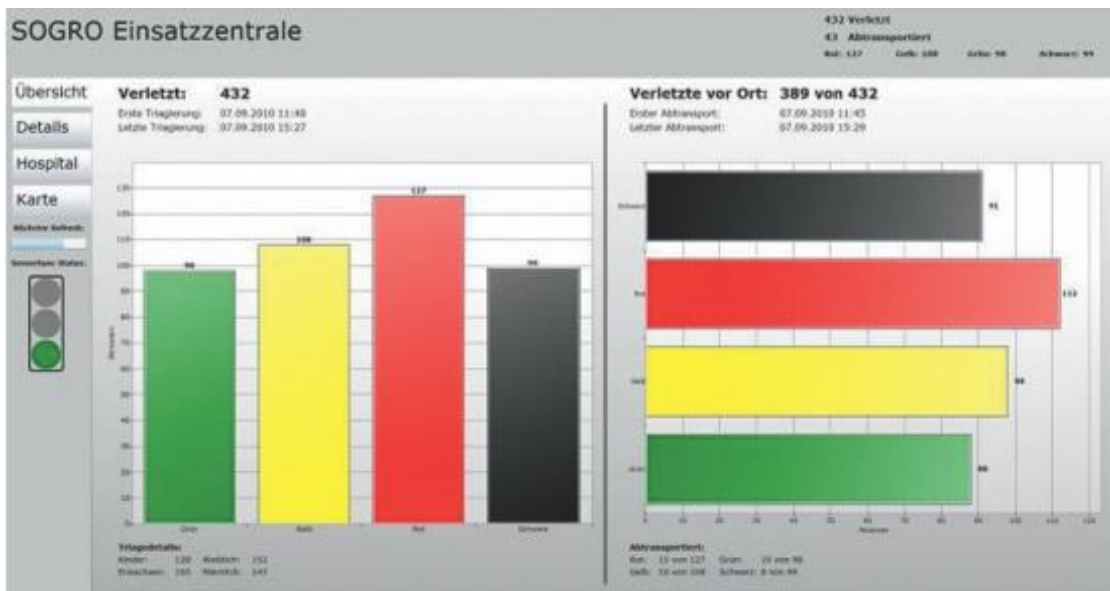


Abbildung 47: (links oben) SOGRO-PDA, (rechts oben) Bildschirmmaske im START-Algorithmus und (unten) Bildschirmmaske des Triage Date Center (Gennaro, Kreuzer & Sroka, 2011, S. 21–23)

In Zusammenarbeit mit Rettungsdienstvertretern wurden Anforderungen an ein geeignetes mobiles Endgerät definiert. Neben der Mobilität, in diesem Fall gleichgesetzt mit einer unkompliziert zu transportierenden Größe, waren auch Outdoortauglichkeit und „Bedienungsfreundlichkeit“ (Andres, 2013) gefordert. Hierzu sollte neben einer möglichst einfachen Bedienung über kontextbasierte Menüs auf farbigen Touchscreens auch Spracherkennung einbezogen werden. Dieser Ansatz wurde jedoch nach Rückmeldungen der Praxispartner verworfen, da ein Einsatz beispielsweise mit Atemschutzvorrichtungen unrealistisch erschien. Das Anwendungssystem wurde iterativ entwickelt, bei Arbeitstreffen mit den Kooperationspartnern diskutiert. Weiterhin wurde es im Rahmen mehrerer Übungen mit mindestens 50 Verletztendarstellern und nicht näher beschriebenen kleineren Testläufen praktisch getestet (Andres, 2013; Latasch & Gennaro, 2012).

Das SOGRO-System wurde im Rahmen der bis dahin größten Katastrophenschutzübung in der deutschen Geschichte mit 559 Verletzten eingesetzt. Dabei stand die Sichtung durch Rettungsassistenten von besonderem Interesse. Vor der Nutzung wurden die Teilnehmer im Umgang mit PDA und Anwendungssystem geschult. Während der Übung führten 25 Rettungsassistenten in unterschiedlicher Häufigkeit den Sichtungsprozess durch. 2 Beobachter dokumentierten dabei die jeweiligen 30 Sichtungsvorgänge. Während im Nachgang zu dieser Übung Anpassungen an den Endgeräten notwendig wurden, beispielsweise um die Batterielaufzeit auf die notwendigen 5 Stunden zu verlängern, konnte der Sichtungsvorgang im Ergebnis verkürzt und ein Lagebild fast in Echtzeit erstellt werden. Die Frage, ob eine elektronische Sichtung funktioniert, kann nach Meinung der Projektpartner eindeutig positiv beantwortet werden (Andres, 2013; Ellebrecht & Latasch, 2012; Latasch & Di Gennaro, 2012).

Darüber hinaus ermöglichte das SOGRO-System eine vergleichende Analyse von Fehleinstufungen im Sichtungsprozess. 81,5 % der Patienten wurden korrekt eingestuft. Ein deutlicher Unterschied zeigte sich zwischen den bei der Feuerwehr tätigen Rettungsassistenten und Vertretern anderer Organisationen. Erstere beurteilten Patienten häufiger richtig und folgten eher einem vorgegebenen Sichtungsalgorithmus. Allerdings beschränken geringe Fallzahl und hohe Streuung die Generalisierbarkeit dieser Auswertungen. Dennoch wurde die Konsequenz gezogen, den Sichtungsalgorithmus im SOGRO-System als Pflichtelement zu implementieren und nicht mehr als Option (Andres, 2013; Ellebrecht & Latasch, 2012; Latasch & Di Gennaro, 2012).

Abschließend stellen einzelne SOGRO-Projektpartner jedoch fest, dass sich entgegen ursprünglicher Annahmen Tablet-PCs im Rettungsdienst und anderen Bereichen des Gesundheitswesens durchsetzen. Der alleinige Einsatz eines PDAs scheint daher nicht zielführend, d. h. aufgaben- und benutzergerecht, zu sein. Vielmehr sollte über einer Anpassung der SOGRO-Funktionalität an Tablet-PCs nachgedacht werden, auch weil diese den Benutzern ermöglichen könnten, alle Aufgaben mit einem einzigen Gerätetyp zu lösen (Andres, 2013).

9.5 SpeedUp

Im Rahmen des *SpeedUp*-Projektes wurden Interaktions- und Kommunikationsmodelle für Einsatzkräfte im Ausnahmebetrieb sowie die Unterstützung ihrer Zusammenarbeit durch informationstechnologische Lösungen untersucht. Hierzu sollten mobile Komponenten und Sensoren in sich selbstorganisierenden Kommunikations- und Datenplattformen integriert werden (Bundesministerium für Bildung und Forschung [BMBF], 2010). In Bezug auf die Gestaltung mobiler Benutzungsschnittstellen sowie der Mensch-Computer-Interaktion wurden einerseits eine Heuristik zur qualitativen Bewertung von Gebrauchstauglichkeit in zeit- und sicherheitskritischen Situationen entwickelt und andererseits wesentliche Funktionalitäten identifiziert. Hierzu zählen die Positionserfassung der Betroffenen sowie die Schaffung eines gemeinsamen Lagebildes.

Computerbasierte Lösungen im Ausnahmebetrieb können nur schwer quantitativ evaluiert werden, da sich beispielsweise Übungseinsätze kaum unter gleichen Bedingungen wiederholen lassen und Einflussgrößen nicht ausreichend kontrollierbar sind. Daher sprechen sich Nestler et al. (2010a) für die Durchführung qualitativer, semistrukturierter Interviews aus. Die einzelnen Fragen wurden aus dabei mehreren etablierten Fragebögen zu Aspekten wie Gebrauchstauglichkeit, Attraktivität oder Belastung entnommen. Sie wurden teilweise umformuliert und kategorisiert. Durch die Abbildung positiver, neutraler oder negativer Antworten auf Zahlenwerte von 0 bis 1 sowie weiterer Berechnungen (z. B. Mittelwert einer Kategorie, Gewichtung der Kategorien) kann ein quantitatives Merkmal errechnet werden.

In Zusammenarbeit mit einer Führungskraft der Feuerwehr erhoben Nestler et al. (2010b) funktionale und nicht-funktionale Anforderungen an die Lokalisierbarkeit von Patienten. Praxistauglich wäre eine Lösung ihrer Meinung nach nur dann, wenn sie einen hohen Automatisierungsgrad, eine gute Skalierbarkeit, einen niedrigen Wartungsbedarf und Kosteneffizienz aufweist. Ausgehend von diesen Anforderungen wurden zwei Konzepte verglichen – die direkte und die indirekte Positionserfassung. Ersteres setzt voraus, dass jeder Patient ein lokalisierbares Endgerät erhält. Letztere basiert auf der Idee, dass sich die mit entsprechenden Geräten ausgestatteten Einsatzkräfte während der Sichtung nah bei den Patienten aufhalten. Sie können die Positionsbestimmung dann zu diesem Zeitpunkt manuell auslösen. Diese Variante wurde mit Verweis auf die Kosten bevorzugt, die durch die Ausstattung der bereits um Funketiketten erweiterten Patientenanhängerkarten mit GPS-Empfängern entstehen würden (Nestler et al., 2011).

Die zur indirekten Positionserfassung eingesetzten PDAs sollen mit Tablet-PCs und einem Multi-Touch-Tisch in einer IT-Infrastruktur zusammengeführt werden, die die Kollaboration der Einsatzkräfte unterstützt und einen Lageüberblick ermöglicht (siehe Abbildung 48). Anforderungen an die Gestaltung der Benutzungsschnittstellen wurden durch Interviews mit Domänenexperten sowie die Beobachtung des Regel- sowie des Ausnahmebetriebes erhoben. Hierzu zählen beispielsweise aufgabengerechte Gerätelösungen, die Strukturierung der Anwendung nach Aufgabenprioritäten sowie die Reduktion von Komplexität durch eine minimale Gestaltung (Artinger et al., 2012).

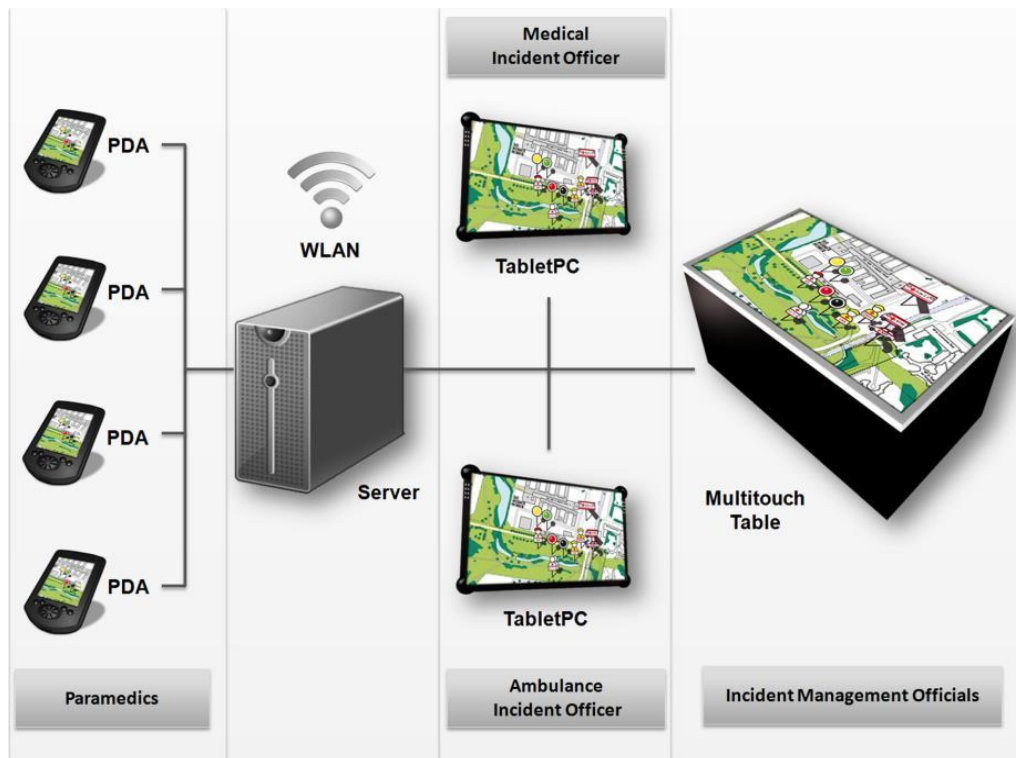


Abbildung 48: Systemkonzept für ein gemeinsames Lagebild durch Erfassung von Patienten und Einsatzkräften über PDAs und Tablet-PCs (Artinger et al., 2012, S. 291)

In diesem Zusammenhang widmeten sich Coskun et al. (2010) der Frage, wie die Interaktion zu gestalten ist, wenn das mobile Endgerät aufgrund des Gewichtes mit beiden Händen gehalten werden muss. Hierzu wurden am Beispiel der Auswahl von Patienten auf einer digitalen Lagekarte verschiedene Varianten realisiert (siehe Abbildung 49).

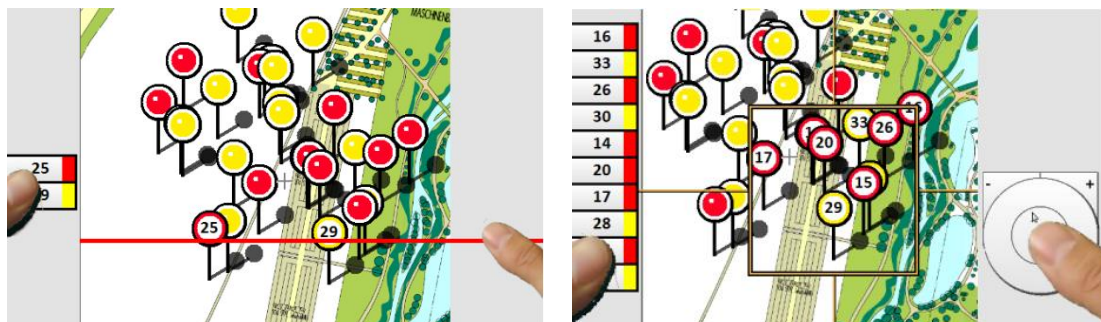


Abbildung 49: Eine horizontale Linie (links) und ein Rechteck (rechts) als Hilfsmittel zur Auswahl von Patienten auf einer digitalen Lagekarte (Coskun et al., 2010)

Sie wurden mit 5 Teilnehmern vergleichend getestet, die weder Rettungsdienstmitarbeiter noch Usability-Experten waren. Die Aufgabe bestand darin, mit jeder der Varianten zunächst alle Patienten der roten und anschließend der gelben Sichtungskategorie auszuwählen. Die Ergebnisse des *AttrakDiff-Fragebogens* (Hassenzahl, Burmester & Koller, 2003) sowie der *System Usability Scale (SUS)* lassen dabei jedoch keine Rückschlüsse auf eine gute und skalierbare Lösung zu.

9.6 TUMult

Ziel des *TUMult*-Projektes war die Entwicklung mobiler Benutzungsschnittstellen zur Unterstützung rettungsdienstlicher Einsatzkräfte während des Sichtungsprozesses im Ausnahmebetrieb. Hierzu wurden zunächst fünf grundsätzliche Anforderungen benannt:

1. Die Sichtung eines Patienten darf nicht länger als 45 Sekunden dauern.
2. Nur die für den Sichtungsschritt relevanten Informationen sollen angezeigt werden.
3. Das System darf Entscheidungen nicht autonom treffen.
4. Das System darf keine Daten verlieren.
5. Das System muss auch von Benutzern mit Handschuhen bedient werden können.

Im Zusammenhang mit dem letzten Punkt wurde eine Stiftbedienung als unhandlich abgelehnt. Abbildung 50 zeigt das auf Grundlage der genannten Punkte ausgewählte mobile Endgerät sowie das prototypische Anwendungssystem. Weitergehende technische Möglichkeiten (z. B. GPS, Fotografie) blieben zunächst unberücksichtigt (Nestler & Klinker, 2007b).



Abbildung 50: Handheld des *TUMult*-Projektes über einem Algorithmus auf Papier (Nestler & Klinker, 2007b)

Im Rahmen einer Evaluation mit 12 Teilnehmern, die über eine rettungsdienstliche Ausbildung verfügten und jeweils 6 Verletztendarsteller sichten sollten. Dabei wurde die Transportierbarkeit des Gerätes positiv beurteilt, die Bedienung jedoch ohne klare Tendenz. Zwar wurden keine offensichtlichen Problemursachen erkannt, beispielsweise bzgl. der Lesbarkeit, aber auch keine positiven Aspekte vermerkt. Jedoch wurde ohne vorherige Einweisung das eingangs definierte Zeitlimit von 45 Sekunden im Durchschnitt eingehalten.

Neben der konkreten Gestaltung der Sichtungsunterstützung beschäftigten sich Nestler und Klinker (2007a) auch mit der Adaptivität mobiler Benutzungsschnittstellen und einer adäquaten Informationsaufbereitung im Sinne der Darstellung aller relevanten Angaben bei

gleichzeitiger Reduktion auf die wesentlichen Fakten. Zunächst können nach ihren Ausführungen drei verschiedene Kategorien unterschieden werden:

1. allgemeines (statisches) Wissen²³ (z. B. Algorithmen, Behandlungstechniken),
2. patientenbezogene Informationen (z. B. Anamnese, Diagnose),
3. situationsbezogene Informationen (z. B. Anzahl der Patienten, Wetterlage).

Wissen der ersten Kategorie kann lokal auf den mobilen Endgeräten vorgehalten werden und lässt sich in unterschiedlicher Weise grafisch aufbereiten, beispielsweise in Form einzelner Schritte oder mit Zusatzangaben. Empfohlen wird eine Fokussierung auf die im jeweiligen Handlungsschritt relevanten Angaben. Ergänzend könnten die Ergebnisse zuvor getroffener Entscheidungen präsentiert werden. Patienten- oder situationsbezogene Informationen setzen den Datenaustausch zwischen mobilen Endgeräten voraus. Bei ihrer Präsentation sind Änderungsdynamik, Zeitpunkte und Prioritäten zu berücksichtigen. Die gesammelten Datensätze müssen in geeigneter Form aufbereitet und vom Benutzer beispielsweise über Sortierfunktionen eingeschränkt werden können.

Zur Verbesserung der Dokumentation im Ausnahmebetrieb schlagen Nestler, Huber und Klinker (2009) eine Kombination aus papierbasierten Patientenanhängerkarten und solchen mit über *Radiowellen identifizierbaren Datenträgern (RFID-Chips)* vor. Dieser Ansatz soll die Vor- und Nachteile beider Varianten geeignet berücksichtigen (siehe Tabelle 16).

Papierbasierte Patientenanhängerkarten	RFID-basierte Patientenanhängerkarten
Informationen können während der Sichtung/Behandlung einfach notiert werden	Informationsfluss zur Einsatzleitung kann einfacher gestaltet werden
Informationen können von jeder Einsatzkraft gelesen und erweitert werden	Nutzung setzt computerbasierte Werkzeuge und kabellose Netzwerke voraus
Sichtungskategorien können aus der Ferne abgelesen werden	Verteilte Datenhaltungslösungen sind notwendig und nicht direkt verfügbar

Tabelle 16: Vergleich papierbasierter und RFID-basierter Anhängerkarten (Nestler, Huber & Klinker, 2009)

In Abhängigkeit vom primären Einsatzzweck wird eine Aufteilung der Daten auf das Papier und den RFID-Chip empfohlen. Handlungsrelevante Daten, wie die zuvor verabreichten Medikamente, sollten den Einsatzkräften unmittelbar und somit auf dem Papier zur Verfügung stehen. Überblicksrelevante Angaben, wie beispielsweise Zeitpunkte von Sichtungsvorgängen, können auf dem RFID-Chip gespeichert werden. Bei widersprüchlichen Angaben sollten aus Gründen der Abwärtskompatibilität die auf dem Papier aufgezeichneten Daten Vorrang haben.

²³ In der Quelle werden die englischen Vokabeln *knowledge* und *information* synonym verwendet. Um ungewollte Interpretationen zu vermeiden, wird die jeweils direkte Übersetzung verwendet.

9.7 Fazit

Wie aus den vorherigen Abschnitten hervorgeht, wurden bereits unterschiedliche technologische und gestalterische Ansätze in Projekten, Studien und Forschungsarbeiten zur IT-Unterstützung im rettungsdienstlichen Ausnahmebetrieb evaluiert. Bei genauerer Betrachtung können zwei Ansätze identifiziert werden:

1. computerbasierte Werkzeuge zur Unterstützung einzelner Einsatzkräfte bei der Erledigung ihrer Aufgaben, insbesondere bei der Sichtung (z. B. TUMult);
2. umfassende Systemlösungen zur Unterstützung von Einsatzkräften auf allen Ebenen vom behandelnden Notarzt bis zum Einsatzleiter (z. B. AID-N, e-Triage).

Letztere setzen sich oftmals aus vielen verschiedenen Komponenten zusammen, z. B. Vitalensoren, elektronische Patientenanhängerkarten, Tablet-PCs, PDAs, Kamerasysteme sowie unbemannte Luftfahrzeuge. Die Vernetzung erfolgt dabei ad hoc am Einsatzort. Einzelne Funktionalitäten setzen jedoch infrastrukturelle Maßnahmen voraus, z. B. die Positionsbestimmung innerhalb von Gebäuden.

In den vorgestellten Projekten stand maßgeblich der Ausnahmebetrieb im Fokus der Betrachtungen. Eine umfassende Analyse des Nutzungskontextes Rettungsdienst unter Berücksichtigung beider Betriebsarten fand nicht statt. Nur vereinzelt wurden Themen wie durchgängige Nutzbarkeit oder Skalierbarkeit angesprochen, ohne jedoch konkretere Schlussfolgerungen für Konzeption und Gestaltung zu ziehen.

Potenzielle Benutzer und Experten der Domäne Medizin, wenn auch nicht immer der präklinischen Notfallmedizin, wurden in allen Projekten und Studien zumindest teilweise oder in einzelne Phasen der Entwicklung einbezogen. Analog zu den Projekten zum Regelbetrieb (siehe Kapitel 8) befürworteten sie in ihrer Gesamtheit sehr unterschiedliche Ansätze für die mobilen Komponenten, wie

- PDAs, Laptops und Tablet-PCs (AID-N);
- Tablet-PCs und Handhelds (ALARM);
- Tablet-PCs (e-Triage);
- PDAs (SOGRO);
- PDAs und Tablet-PCs (SpeedUp);
- Handhelds (TUMult).

Evaluationen erfolgten im Rahmen von Übungen oder unter Laborbedingungen. Dabei wurden Aspekte der Gebrauchstauglichkeit oder Akzeptanz meist mit projektspezifischen Hilfsmitteln (z. B. eigene Fragebögen) oder nur indirekt (z. B. informelle Meinungsbilder) untersucht. Die Ergebnisse lassen sich in ihrer Gesamtheit nur schwer abschließend bewerten. Zu verschieden waren Art und Weise der Untersuchungen sowie die Rahmenbedingungen der Nutzung.

10 Eigener Ansatz für den Regel- und Ausnahmebetrieb

„Die Praxis sollte das Ergebnis des Nachdenkens sein, nicht umgekehrt.“

Hermann Hesse (1971)

Aufbauend auf der Analyse des Nutzungskontextes in den Kapiteln 3-6, seiner wissenschaftlichen Einordnung in Kapitel 7 sowie der Vorstellung themenverwandter Arbeiten in den Kapiteln 8 und 9 werden die Grundlagen sowie die praktische Umsetzung des eigenen Ansatzes erläutert (Abschnitte 10.1-10.5). Er wird in Abschnitt 10.6 bewertet.

10.1 Grundlagen

Wie bereits mehrfach geschildert, entscheidet die auf den Nutzungskontext bezogene Gebrauchstauglichkeit wesentlich über die Akzeptanz und Eignung interaktiver Systeme. Die fachliche Disziplin, die der systematischen Entwicklung gebrauchstauglicher Lösungen sowie der Bereitstellung geeigneter Verfahren und Methoden gewidmet ist, ist das *Usability-Engineering* (Grechenig et al., 2010; Richter & Flückiger, 2007). Es adressiert auch, aber nicht ausschließlich, die (grafische) Gestaltung von Benutzungsschnittstellen (Rosson & Carroll, 2002). Gebrauchstauglichkeit muss während des gesamten Entwicklungsprozesses und von Beginn an adressiert werden, um eine einseitige Fokussierung auf das technisch Mögliche ebenso zu verhindern wie den Versuch, Mängel in Analyse und Konzeption durch spätere Designaktivitäten – das „Aufhübschen der Bedienoberfläche“ – ausgleichen zu wollen.

Computerbasierte Werkzeuge sollten, wie jegliche Arbeitsmittel, nicht nur aus Sicht und zum Vorteil von komplexen soziotechnischen Systemen insgesamt entwickelt werden, sondern einzelne Benutzer unterstützen und ihre Arbeit ggf. vereinfachen. Im Zusammenhang mit *künstlichen Geräten zur Informationsverarbeitung und -darstellung (kognitiven Artefakten)* unterscheidet Norman (1991) zwischen der systemischen und der persönlichen Perspektive. Er verweist darauf, dass die Veränderung kognitiver Artefakte aus systemischer Sicht oftmals mit erwarteten Leistungssteigerungen begründet wird. Aus persönlicher Sicht, d. h. für einzelne Benutzer, verändert sich zunächst einmal nur die Art und Weise, wie sich Aufgaben erledigen lassen. Etwaige Verbesserungen stellen sich für sie nicht zwangsläufig ein.

Sowohl die systemische als auch die persönliche Perspektive sind bei der Entwicklung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme zu berücksichtigen - auch und gerade in sicherheitskritischen Anwendungsbereichen. Die in solchen Domänen tätigen Personen haben oftmals Vorgehensweisen etabliert, die sich (für sie) bewährt haben und die sie nicht ohne Weiteres aufgeben wollen (Cohen & McGee, 2004). Um dieser Anforderung Rechnung zu tragen, ist der *menschzentrierte, nicht-lineare Entwicklungsprozess nach DIN EN ISO 9241-210:2010* methodische Grundlage der vorliegenden Arbeit (siehe Abbildung 51). Den Ausgangspunkt bildet dabei das in den in Kapiteln 2-6 beschriebene Verständnis des Nutzungskontextes Rettungsdienst sowie seiner wissenschaftlichen Einordnung in Kapitel 7.

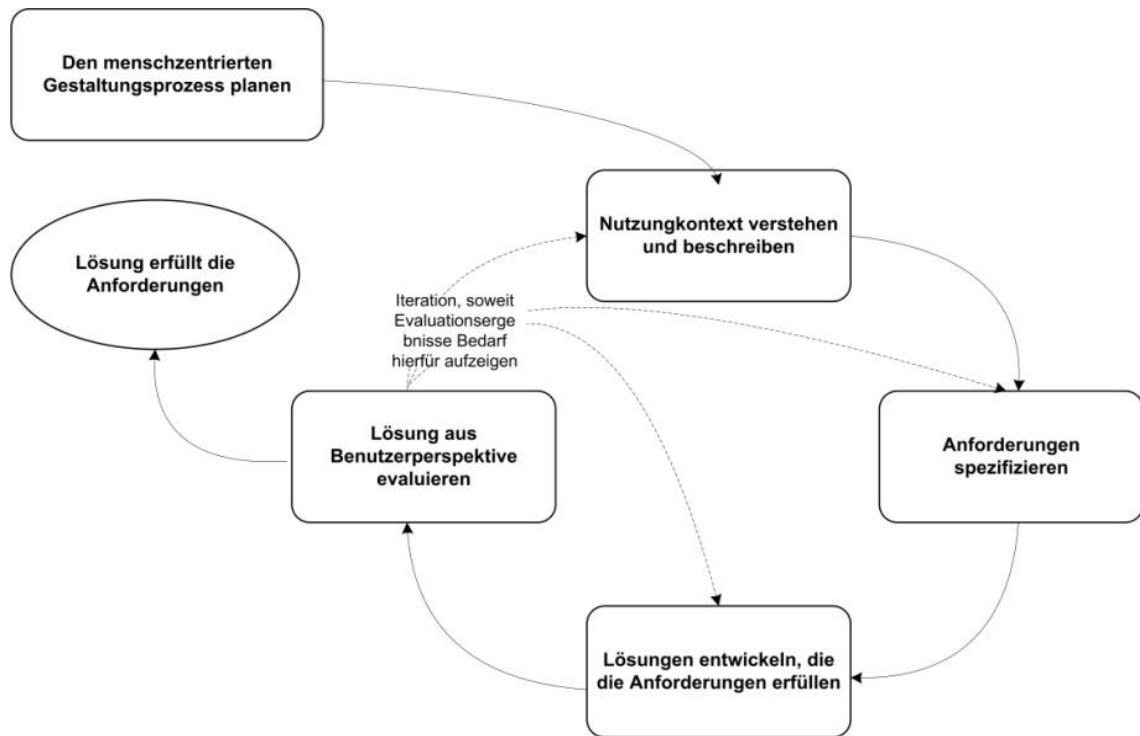


Abbildung 51: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme nach DIN EN ISO 9241-210:2010

In DIN EN ISO 9241-210:2010 ist die menschenzentrierte Entwicklung interaktiver Systeme überblicksartig beschrieben. Detaillierte Anweisungen für die Ausgestaltung des Prozesses sind nicht enthalten. Daher wurden sowohl konkretere Vorgehensmodelle (z. B. das *Contextual Design* (Beyer & Holtzblatt, 1998), das *Scenario-Based Design* (Rosson & Carroll, 2002) oder der *Usability Engineering Lifecycle* (Mayhew, 1999)) als auch zahlreiche Methoden für die einzelnen Phasen entwickelt (Benyon, 2010). Ein Beispiel ist die in Kapitel 4 genutzte hierarchische Aufgabenanalyse.

Die Wahl eines umfassenden Vorgehensmodells oder bestimmter Methoden muss auf das jeweilige Projekt und seine Rahmenbedingungen abgestimmt sein. Aber auch dann gibt es „keinen sicheren Weg von der Problemstellung zum gebrauchstauglich realisiertem System“ (Herczeg, 2009, S. 207). Notwendig sind *Iterationen*, d. h. das (ggf. mehrfache) Wiederholen bestimmter Arbeitsschritte, und *Evaluationen*, d. h. die Bewertung von Zwischenständen und des Endergebnisses. Auf beides wird in den Abschnitten 10.2-10.5 eingegangen.

10.2 Verständnis des Nutzungskontextes

Grundlage der systematischen Entwicklung eines gebrauchstauglichen interaktiven Systems ist das umfassende Verständnis des Nutzungskontextes. Dies gestaltet sich im Fall der präklinischen Versorgung von Erkrankten und Verletzten – auch im Vergleich zu anderen Domänen – besonders schwierig. Das konkrete Einsatzgeschehen und die Rahmenbedingungen sind in weiten Teilen unvorhersehbar (siehe die Kapitel 4 bis 6). Mehrere Perspektiven wurden berücksichtigt, um dieser Herausforderung möglichst gut zu begegnen (siehe Abbildung 52).

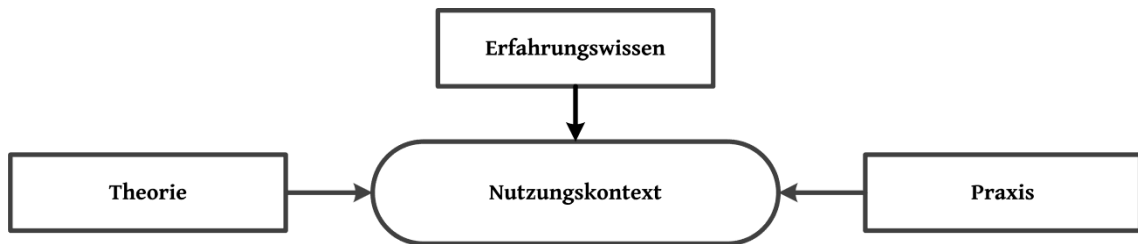


Abbildung 52: Drei Perspektiven für das Verständnis des Nutzungskontextes

Die Kenntnis der Begriffe, Konzepte und Methoden des Rettungswesens (*Theorie*) wurde zunächst durch Literaturrecherche in Fachbibliotheken vorangetrieben. Dies allein ist aber nicht ausreichend, um Anforderungen an gebrauchstaugliche Lösungen spezifizieren zu können. In notfallmedizinischen und rettungsdienstlichen Lehrbüchern (z. B. Adams et al., 2009; Kühn, Luxem & Runggaldier, 2004; Ziegenfuß, 2007) werden zwar Vorgehensweisen für eine Vielzahl von Einsatzsituationen umfassend und abstrahiert beschrieben. Dennoch können rettungsdienstliche Einsätze aufgrund ihrer Dynamik und Variabilität nicht ausschließlich direkte Umsetzungen von Fachbuchinhalten darstellen.

Die Auseinandersetzung mit der Thematik aus theoretischer Perspektive war jedoch schon deshalb notwendig, um die *Zusammenarbeit mit Fachexperten* fundiert gestalten und *eigene Praxiserfahrungen* einordnen zu können. Letztere wurden bei der Begleitung eines Rettungsdienstes im Regelbetrieb sowie bei der Beobachtung zweier Großübungen für den Ausnahmebetrieb in verschiedenen Bundesländern (Nordrhein-Westfalen, Hamburg) gesammelt. Auch wenn aus diesen singulären Einblicken in die Praxis keine allzu grundsätzlichen Schlussfolgerungen für die Konzeption interaktiver Systeme gezogen werden sollten, waren sie für die weitere Auseinandersetzung unerlässlich. Einerseits wurden Abweichungen zur Theorie deutlich, andererseits verstärkte sich die Bindung an das Thema durch die unmittelbare Nähe zu den unter widrigen Bedingungen (z. B. Schneefall, Temperaturen unter dem Gefrierpunkt, Dunkelheit) agierenden Einsatzkräften.

Neben der eigenen Auseinandersetzung mit rettungsdienstlicher Theorie und Praxis wurden die *Erkenntnisse von Rettungsdienstvertretern im Rückblick auf ihre bisherige Tätigkeit (Erfahrungswissen)* berücksichtigt. Dies geschah auf verschiedene Arten und Weisen:

- Einzelne Einsatzkräfte wurden mehrfach interviewt. Bei diesen Gelegenheiten wurde ihnen auch der jeweils aktuelle Stand der eigenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten präsentiert.
- Fachmessen, Workshops, Fortbildungen und Tagungen zu notfallmedizinisch relevanten Themen wurden besucht (z. B. Interschutz 2011, Organisationen und Experten des Notfalls 2011, Praxisseminar Einsatztraining Großunfall XIII „Dokumentation und Sichtung“ 2012, RETTmobil 2011, RETTmobil 2012).
- Mit insgesamt mehr als 40 Teilnehmern von verschiedenen Rettungsdiensten wurden eigene Präsentationen und Workshops durchgeführt.

Es wurde darauf geachtet, die Heterogenität der rettungsdienstlichen Praxis geeignet abzubilden (siehe Kapitel 2). Dies galt insbesondere für die Auswahl der Teilnehmer an Workshops und Interviews. So waren sowohl Berufsfeuerwehren als auch Hilfsorganisationen aus verschiedenen Rettungsdienstbereichen durch Einsatzkräfte mit unterschiedlichen Qualifikationen und organisatorischen Rollen vertreten. Während einzelne Rettungsdienstmitarbeiter bereits erste Erfahrungen mit computerbasierten Lösungen im Regelbetrieb gesammelt hatten, war die Thematik für andere Teilnehmer neu (Mentler & Herczeg, 2013d). Nicht explizit abgefragt, aber dennoch unterschiedlich, waren die grundsätzlichen Überzeugungen und Meinungen bzgl. des Nutzens computerbasierter Werkzeuge.

Durch die gewählte Vorgehensweise sollten organisations- oder regionsspezifische Insellösungen von vornherein vermieden und praxisrelevante Details berücksichtigt werden. Die in einem Rettungsdienstbereich tätigen Behörden und Organisationen kooperieren zwangsläufig, wenn ein größeres Schadensereignis bewältigt werden muss. Sie wären bei einer zukünftigen Digitalisierung somit auf die Nutzung gleicher oder zumindest kompatibler Systemlösungen angewiesen. Eine einseitige Ausrichtung der Entwicklung auf professionelle Rettungsdienstmitarbeiter, ggf. mit zusätzlicher Ausbildung im feuerwehrtechnischen Dienst, oder auf ehrenamtliche Helfer wäre daher im Sinne der Gebrauchstauglichkeit nicht zielführend. Dies gilt ebenso für die Benutzergruppen der ärztlichen und der nichtärztlichen Rettungsdienstmitarbeiter. Weiterhin sind die Unterschiede bzgl. des Personals, der Ressourcen, der Infrastruktur und des Einsatzaufkommens zwischen Großstädten und ländlichen Räumen zu beachten.

10.3 Spezifikation der Anforderungen

Die in den Kapiteln 8 und 9 vorgestellten Ansätze waren primär entweder auf den Regelbetrieb oder auf den Ausnahmebetrieb ausgerichtet. Die Einführung entsprechender Lösungen würde bedeuten, dass sie entweder in außergewöhnlichen Schadenslagen nicht oder gerade nur in diesen sehr seltenen Fällen nutzbar wären. Um unter diesen Umständen dennoch eine sichere und effiziente Bedienung durch die Rettungsdienstmitarbeiter gewährleisten zu können, werden maßgeblich zwei Forderungen erhoben (Luiz, Lackner & Peter, 2010, S. 70; Nestler & Klinker, 2009, S. 178):

1. Das interaktive System sollte regelmäßig geschult oder in Übungen genutzt werden.
2. Das interaktive System sollte einfach zu benutzen sein.

Beide Forderungen sind aus der Perspektive der Benutzer nachvollziehbar, jedoch mit Blick auf die Praxis kritisch zu bewerten. Von realitätsnahen Einsatzübungen bis zu digitalen Simulationen sind zwar durchaus verschiedene Ausbildungs- und Trainingskonzepte im Rettungsdienst etabliert (siehe Abbildung 53). Interaktive Systeme werden derzeit aber noch nicht explizit berücksichtigt und entsprechende Veranstaltungen mit zunehmendem Grad an Realismus immer seltener durchgeführt (Mentler, Jent & Herczeg, 2013).



Abbildung 53: Realübung (links oben), Planspiel (rechts oben), SimCode-P (links unten) und SanHiSt-Simulation (rechts unten, Niessner (2010)) als Trainings- und Übungsformen im Rettungsdienst

Forderungen nach einfacher Benutzbarkeit (siehe Abschnitt 9.7) oder vergleichbare Formulierungen (z. B. benutzerfreundlich, natürlich, optimal oder intuitiv) sind im Sinne umgangssprachlicher Beschreibungen für Gebrauchstauglichkeit nachvollziehbar. Sie sind jedoch bislang kaum als operationalisierbare Kriterien oder auch nur als charakteristische Eigenschaften interaktiver Systeme zu erfassen. Während Norman (2010, S. 6) mit der Zuspitzung „*Natural User Interfaces Are Not Natural*“ die Einführung dieser Begriffe zu Werbezwecken thematisiert, weisen Cooper, Reimann und Cronin (2007, S. 4) auf fehlende Definitionen und mangelnde Praxisrelevanz hin: „*Adding ‚easy to use‘ to the list of requirements does nothing to improve the situation.*“

Berücksichtigt werden muss in diesem Zusammenhang auch der Unterschied zwischen Komplexität und Kompliziertheit nach Herczeg (2009, S. 166–167). Erstere ist eine durch Umfang und Struktur der Arbeitsaufgaben bestimmte Eigenschaft einer Anwendungsdomäne, Letztere die Überfrachtung eines Systems mit unnötigen Funktionen und Eigenschaften. Wie in Kapitel 7 erläutert wird, weisen Rettungsdienste eine erhebliche Komplexität auf. „Einfache“ Lösungen werden dieser kaum Rechnung tragen können – erforderlich sind nutzungskontextgerechte, d. h. gebrauchstaugliche.

In der Praxis kann also ohne Weiteres weder eine regelmäßige noch eine einfache Nutzung interaktiver Systeme gewährleistet werden. Da aber selbst dann fraglich wäre, ob genügend Routine für eine effiziente und sichere Aufgabenerfüllung erreicht werden könnte, müssen interaktive Systeme, die ausschließlich für den Ausnahmebetrieb gedacht sind, kritisch beurteilt werden. Um eine möglichst effektive und effiziente Nutzung sicherstellen zu können, sollten computerbasierte Werkzeuge im Rettungsdienst auf eine durchgängige Benutzbarkeit vom Regel- bis zum Ausnahmebetrieb ausgelegt sein. Dies bezieht sich nicht nur auf primär softwaretechnische Aspekte wie das Datenmodell, sondern auch und gerade auf die Gestaltung der Benutzungsschnittstelle. Zwei unabhängig voneinander gestaltete Anwendungssysteme, eines für den Regel- und eines für den Ausnahmebetrieb, auf einem mobilen Endgerät nutzen zu können, wäre keine Lösung im Sinne der genannten Forderung (Kindsmüller et al., 2011; Mentler, 2010; Mentler et al., 2012).

Regel- und Ausnahmebetrieb müssen als gleichwertige Teilbereiche der rettungsdienstlichen Praxis angesehen werden. Gerade für die Akzeptanz computerbasierter Lösungen wird die Gebrauchstauglichkeit im Regelbetrieb entscheidend sein. Durchgängig benutzbare Systemlösungen bieten potenziell folgende Vorteile:

1. Die Benutzer können im Regelbetrieb Routine im Umgang mit dem System aufbauen und davon im Übergang zum sowie während des Ausnahmebetriebs profitieren.
2. Die Benutzer können bei der Erledigung wiederkehrender Aufgaben im Regelbetrieb unterstützt werden. Dies trägt zur Steigerung der Akzeptanz des Systems bei.
3. Durch die tägliche Nutzung der computerbasierten Werkzeuge im Regelbetrieb werden regelmäßige Evaluationen und iterative Entwicklungsprozesse ermöglicht.
4. Beschaffungs-, Lagerungs- und Wartungskosten fallen nicht für nur wenige Male im Jahr genutzte Endgeräte an. Der Ansatz trägt somit auch zur Wirtschaftlichkeit bei.

Der *Aufbau von Routine* ist gerade in sicherheits- und zeitkritischen Kontexten wie dem Rettungswesen für eine effektive und effiziente Systemnutzung unerlässlich (Redmill & Rajan, 1997, S. 166). Zeit in Anspruch nehmende und die Einsatzkräfte stressende Lern- und Eingewöhnungsphasen wären unter den Bedingungen eines rettungsdienstlichen Einsatzes (siehe Kapitel 6) ebenso inakzeptabel wie Unsicherheiten über die Möglichkeiten oder den Erfolg bestimmter Interaktionsschritte (Mentler et al., 2011). Hinzu kommt, wie in Abschnitt 2.2 exemplarisch beschrieben, dass Regel- und Ausnahmebetrieb unmittelbar ineinander übergehen können und der Wechsel von Arbeitsmitteln vermieden werden sollte.

Wie in den Abschnitten 4.2 und 6.2.2 erläutert, erledigen Rettungsdienstmitarbeiter im *Regelbetrieb mehrmals täglich vergleichbare Aufgaben*. Einige von ihnen, z. B. die Planung der Route zum Einsatzort oder die Dokumentation einsatzrelevanter Zeitpunkte (z. B. Alarmierung), könnten mithilfe der in den Leitstellen vorliegenden Daten automatisiert oder hinsichtlich der Mensch-Maschine-Arbeitsteilung neu zugeordnet werden. Dies betrifft auch regelmäßig zu erfassende und sich wiederholende Angaben, z. B. Anschriften von Einsatzschwerpunkten oder Transportziele. Sie lassen sich als Textbausteine oder in anderer Form als Vorlagen bereitstellen. Weiterhin könnten computerbasierte Lösungen auch den Umgang mit besonderen Patientengruppen erleichtern (siehe Abschnitt 6.2.2). Bei Patienten aus dem Ausland ließen sich beispielsweise Informationen oder zu unterschreibende Dokumente in der jeweiligen Muttersprache anzeigen. Solche und ähnliche Nutzungsmöglichkeiten würden die Akzeptanz des Anwendungssystems im Vergleich zu einer ausschließlichen Nutzung im Ausnahmebetrieb sicher erhöhen.

Der durchgängige Einsatz eines computerbasierten Werkzeugs im Regel- und Ausnahmebetrieb würde auch ein grundlegendes Problem der Forschung und Entwicklung zu interaktiven Systemen im Rettungsdienst zumindest mindern – die *Evaluation der Gebrauchstauglichkeit*. Während Testläufe unter Laborbedingungen kritisch zu beurteilen sind und Einsatzübungen hohe finanzielle wie organisatorische Aufwände bedeuten, sind reale Massenunfälle und Großschadenslagen nicht planbar. Ohnehin wäre der Versuch, sie mit Prototypen zu bewältigen, ethisch und juristisch nicht tragbar. Aufgrund des mobilen Kontextes der Arbeit sind auch realitätsnahe Simulatoren, wie in anderen sicherheitskritischen Domänen üblich, zwar denkbar, aber keine unmittelbar verfügbare Lösung. Die tägliche Nutzung des Anwendungssystems im Regelbetrieb würde hier einen Kompromiss darstellen. Evaluationen könnten regelmäßig durchgeführt oder sogar schon in das Anwendungssystem integriert werden. Dies würde einen iterativen Entwicklungsprozess unterstützen.

Wie in den Abschnitten 3.1 und 6.3 beschrieben, müssen neben den Bedürfnissen der Benutzer auch die aller weiteren beteiligten Personen sowie gesellschaftliche Forderungen berücksichtigt werden. Diese betreffen im Fall des Rettungswesens neben der Qualitätssteigerung maßgeblich die *Wirtschaftlichkeit aller Maßnahmen*. Diese würde sich durch eine durchgängige Nutzung der mit hohen Beschaffungskosten verbundenen computerbasierten Werkzeuge verbessern. Auch würden Lagerungs- und Wartungskosten weniger ins Gewicht fallen, wenn die Systeme nicht nur wenige Male im Jahr verwendet werden.

Aus der Forderung nach einer durchgängigen Benutzbarkeit der computerbasierten Werkzeuge im Regel- und Ausnahmebetrieb ergeben sich zwei Fragen an ihre Gestaltung:

1. Welche Interaktionsformen und welche Technologien kommen als Grundlage einer gebrauchstauglichen Lösung infrage?
2. Wie ist die Benutzungsoberfläche zu gestalten?

Sie müssen zusammenhängend betrachtet werden. Ihre Beantwortung ist mit Verweis auf die unterschiedlichen Ansätze der in Kapitel 8 und 9 vorgestellten Projekte scheinbar nicht offensichtlich und bedarf weiterer Abwägungen. Sie werden nachfolgend vorgenommen.

In mobilen Kontexten, in denen keine oder nur teilweise feste Arbeitsplätze existieren, ist die für Bürotätigkeiten etablierte Kombination aus Maus und Tastatur zur Dateneingabe kaum geeignet. Diese Geräte erfordern stabile und einigermaßen ebene Flächen zur Ablage und Bedienung. Hinsichtlich dieser Problematik sind Spracheingaben, Gesten oder Touchsteuerung besser geeignete Verfahren. Sie müssen jedoch kritisch diskutiert und dürfen nicht nur unter diesem einen Aspekt betrachtet werden:

1. *Sprachsteuerung* erfordert entweder das Lernen und Erinnern einer formalen Kommandosprache durch den Benutzer oder die Verarbeitung natürlicher Sprache durch das Anwendungssystem. Ersteres würde die bei Steuerung durch Sprache ohnehin schon starke kognitive Belastung des Benutzers noch erhöhen. Letztere ist ohne vorherige, benutzerbezogene Lernphase und in Arbeitsumgebungen mit einem hohen Geräuschpegel (z. B. Sirenen) bislang nicht mit ausreichend effizienten Erkennungsraten möglich (Mentler et al., 2010; Mentler et al., 2011).
2. Auch für die *gestenbasierte Interaktion* gilt, dass der entsprechende Befehlssatz gesondert gelernt werden muss, da nur wenige Gesten personenübergreifend von gleicher Bedeutung sind. Hinzu kommt, dass das korrekte Ausführen von Befehlen aufgrund der Vielfalt von Hand- oder Körperbewegungen sowie der im Einsatz getragenen Schutzkleidung (Helm, Handschuhe) schwierig wäre. Durch unbeabsichtigt durchgeführte Gesten könnten vom Benutzer nicht gewünschte Funktionen aktiviert werden (Mentler et al., 2010; Mentler et al., 2011).
3. *Touchsteuerung* scheint hier, eine entsprechende Gestaltung der Benutzungsoberfläche vorausgesetzt, zunächst besser geeignet zu sein, auch wenn die Aussage von Saffer (2009, S. 38) – „almost anyone [...] can tap a button on a touchscreen” – zu pauschal und vereinfachend ist. Probleme, wie das Verdecken von Interaktionselementen mit der Hand, die Wirkung von Handschuhen, die mangelnde Genauigkeit bei der Auswahl kleiner Steuerungselemente oder die vom Benutzer sehr direkt wahrnehmbare Verzögerung beim Auslösen von Befehlen, dürfen nicht unterschätzt werden (Benko & Wigdor, 2010; Teramoto, Kuwata & Kondoh, 2010).

Zur Touchsteuerung können entweder die Finger, ein Stift oder die Kombination beider Möglichkeiten genutzt werden. Da rettungsdienstliche Einsatzkräfte oftmals Handschuhe tragen, von mehreren Menschen umgeben sind und unter räumlich schwierigen Bedingungen handeln müssen, wird die exklusive Bedienung per Stift gegenüber den anderen Varianten bevorzugt. Dadurch wird verhindert, dass mit Fingern oder anderen Körperteilen unabsichtlich Eingaben ausgelöst werden und auch verschmutzte Hände oder Handschuhe stellen kein schwerwiegendes Problem dar (Mentler et al., 2010; Mentler et al., 2011). Der von Nestler und Klinker (2009, S. 177) angesprochenen Gefahr, den Stift im Gedränge oder beim Wegstecken zu verlieren, kann mit einem flexiblen, reißfesten Band begegnet werden.

Stiftbedienbare Endgeräte sind, wie auch die Beispiele in den Kapiteln 8 und 9 zeigen, in zahlreichen Formen erhältlich. Sie reichen von kleinen Pocket-PCs, PDAs und Smartphones bis zu Notebooks und Tablet-PCs mit ca. DIN-A3-großen Bildschirmen (siehe Abbildung 54). Größere Modelle werden nur vereinzelt eingesetzt (Kang, Bott & LaViola, Jr., 2013).



Abbildung 54: DIN-A3-Blatt auf einem Tablet-PC

Als Hauptschwierigkeit bei der Gestaltung von Benutzungsschnittstellen, die auf Touchsteuerung ausgelegt sind, benennen Hudson, Dix und Parkes (2005, S. 69) die notwendige Aufteilung umfangreicherer Dokumente auf mehrere Bildschirmseiten und das darunter leidende Verständnis der Inhalte. Je kleiner die Auflösung, d. h. die Anzahl der Bildpunkte, und der Bildschirm sind, desto größer wird dieses Problem. Im Hinblick auf das Rettungswesen betrifft dies besonders den Regelbetrieb. Hier muss jeder Einsatz umfassend dokumentiert werden. Mehrere dutzend Auswahl- und Freitextfelder sowie eine Verlaufsgrafik sind dabei zu bearbeiten (siehe Abschnitt 4.2). Auch wenn, wie beispielsweise im NAPROT-Projekt (siehe Abschnitt 8.3), die den Papierprotokollen zugrunde liegende Gliederung nicht direkt abgebildet, sondern ein anderer Ansatz gewählt wird, erscheinen praxistaugliche Gestaltungslösungen auf einem Pocket-PC, PDA oder Smartphone unrealistisch. Da Tablet-PCs die Vorteile von Notebooks und kleineren Endgeräten kombinieren, ohne ihre jeweiligen Nachteile aufzuweisen, stellen sie als stiftbedienbare und outdoor-taugliche Variante eine geeignete Grundlage für die Entwicklung einer im Rettungsdienst durchgängig nutzbaren Lösung dar (Mentler et al., 2012; Peng et al., 2007, S. 519).

Eine rein computerbasierte Lösung wurde von den beteiligten Experten jedoch abgelehnt. Insbesondere im Ausnahmebetrieb *„müssen die Sichtungskategorien mehrerer Patienten auf einen Blick und ohne technische Hilfsmittel erkennbar sein. Eine zumindest partiell papierbasierte Lösung muss auch als Rückfallebene für mögliche Ausfälle von Netzen und Endgeräten gewährleistet und integriert werden“* (Mentler & Herczeg, 2013d, S. 113–114).

Um eine papierbasierte Rückfallebene und Tablet-PCs in eine Systemlösung integrieren zu können, ist ein Verbindungsmechanismus notwendig. Maschinenlesbare Etiketten auf dem Papier mit *Strichcodes (Barcodes)*, *Klarschriftleser (Optical Character Recognition, OCR)* oder die *Identifikation* von auf dem Papier aufgebrachten Datenträgern *über Radiowellen (Radio Fre-*

quency Identification, RFID) wären drei denkbare Ansätze aus dem Bereich automatischer Identifikationssysteme (Finkenzeller, 2002). Gegen Barcodes und Klarschriftleser sprechen folgende Argumente:

- Sie sind nicht benutzbar, wenn die Dokumente verdeckt sind. Dies ist insbesondere bei den am Patienten befestigten Anhängerkarten nicht auszuschließen.
- Sie sind nicht benutzbar, wenn die Dokumente verschmutzt sind. Dies lässt sich ebenfalls nur schwer verhindern (siehe Abschnitt 6.2).

RFID-Technologien erfordern dagegen keine direkte Sichtverbindung zwischen dem Lesegerät und dem Datenträger. Sie sind in unterschiedlichen Bauformen, u. a. als Aufkleber, erhältlich und benötigen als passive Bauteile keine eigene Stromversorgung (Finkenzeller, 2002). RFID-Aufkleber können somit über Monate und Jahre gelagert werden und sind mindestens so witterungsbeständig wie das Papier, auf dem sie aufgebracht sind. Abbildung 55 verdeutlicht die Verbindung eines RFID-Aufklebers mit einer Patientenanhängerkarte am Beispiel des *Lübecker Dokumentationssystem für den Großunfall (LüDoG)*²⁴. Es wird in Norddeutschland, aber auch darüber hinaus, von Rettungsdiensten genutzt. Der Ansatz ist dabei nicht auf dieses Dokumentationssystem beschränkt, sondern lässt sich leicht übertragen.



Abbildung 55: Patientenanhängerkarte für die Sichtungskategorie I des Lübecker Dokumentationssystem für den Großunfall (LüDoG). Der RFID-Chip ist in der linken oberen Ecke aufgeklebt.

²⁴ Siehe <http://www.luedog.de/>.

Wie zu erkennen ist, wären nur geringe Anpassungen am Aufbau der Karte notwendig, um diese mit RFID-Chips ausrüsten und sie dennoch wie bisher nutzen zu können. Dies würde die Übergangsphase zum computergestützten Ausnahmebetrieb erleichtern, da Patientenanhängerkarten weder entsorgt noch zurückgehalten werden müssten.

Die RFID-Technologie bietet noch einen weiteren, für die rettungsdienstliche Praxis relevanten Vorteil. Die verbauten Chips sind mit einer weltweit eindeutigen Identifikationsnummer versehen. Diese könnte zur Registrierung von Patienten genutzt und zur techniklosen Lesbarkeit auf die Aufkleber bereits aufgedruckt sein. Dies wäre ein Fortschritt zur derzeit noch verbreiteten Praxis, Identifikationsnummern per Hand auf den Patientenanhängerkarten zu notieren oder zusätzliche Etiketten zu bestellen.

Stiftbedienbare Tablet-PCs und die RFID-Technologie im Zusammenhang mit einer papierbasierten Rückfallebene stellen somit die Antwort auf die erste der eingangs gestellten Fragen zur Gestaltung der Benutzungsschnittstelle dar. Wie ist nun die eigentliche Benutzungsoberfläche zu gestalten? Für die Beantwortung dieser Frage sind die Begriffe Erwartungskonformität und Konsistenz zentral:

- Nach DIN EN ISO 9241-110:2006 ist ein Dialog erwartungskonform, wenn „*er den aus dem Nutzungskontexte heraus vorhersehbaren Benutzerbelangen sowie allgemein anerkannten Konventionen entspricht*“.
- Nach DIN EN ISO 9241-12:2000 ist eine Darstellung konsistent, wenn „*gleiche Information [...] innerhalb der Anwendung entsprechend den Erwartungen des Benutzers stets auf gleiche Art dargestellt [wird]*“.

Angewendet auf die durchgängige Benutzbarkeit eines Anwendungssystems im Regel- und Ausnahmebetrieb von Rettungsdiensten bedeutet dies, dass die Module und Bildschirmmasken für die beiden Betriebsarten gleichartig gestaltet sein müssen (Mentler et al., 2012, Mentler & Herczeg, 2013b, 2013c). Dabei ist zu beachten, dass aufgrund der unterschiedlichen Aufgaben- und Organisationsstrukturen im Regel- bzw. Ausnahmebetrieb (siehe Kapitel 4 und 5) bestimmte Teile des Anwendungssystems jeweils nur für eine Betriebsart relevant sein werden. Dies betrifft beispielsweise den im Regelbetrieb irrelevanten, aber den Ausnahmebetrieb prägenden Sichtungsprozess (Mentler & Herczeg, 2014b). Während bei Einsätzen mit wenigen Patienten primär die mobile Einsatzdokumentation und die Unterstützung einzelner Einsatzkräfte im Vordergrund stehen, erlangt bei einer Vielzahl von Betroffenen die computergestützte Kooperation und Entscheidungsunterstützung größere Bedeutung.

Da nicht ausgeschlossen werden kann, dass einzelne Rettungsdienstmitarbeiter das Anwendungssystem zuvor nicht im Regelbetrieb eingesetzt haben, muss seine erstmalige Nutzung im Ausnahmebetrieb als *Worst-Case-Szenario* angesehen werden. Somit ist auch die Gebrauchstauglichkeit der für diese Situationen relevanten Systemteile unter dieser Voraussetzung gesondert zu evaluieren.

Die Konsistenz eines Anwendungssystems lässt sich u. a. durch ein *gleichmäßiges abstraktes Erscheinungsbild (Layout)* sowie die *Wiederverwendung von Eingabemasken, Visualisierungen, Symbolen, Farben sowie Rückmeldemechanismen* verbessern. Da diese Aspekte vorrangig die Gestaltung der Benutzungsschnittstelle betreffen, wird in Anlehnung an die Argumentation von Nestler und Klinker (2007a) im Folgenden von netzwerktechnischen Anforderungen insofern abstrahiert, dass von einer zwar nicht durchgängig verfügbaren, aber sich selbst konfigurierenden und reparierenden Infrastruktur ausgegangen wird. Diese Annahme kann auch als Voraussetzung für eine gebrauchstaugliche Lösung angesehen werden. Die technische Zuverlässigkeit *„darf [...] nicht die Benutzung erschweren und muss durch automatische Konfiguration sichergestellt werden, um die Einsatzkräfte von technischen Aufgaben und Details frei zu halten“* (Mentler & Herczeg, 2013c). Dass dies prinzipiell möglich ist, wurde bereits im Rahmen der zuvor vorgestellten Projekte gezeigt (siehe Kapitel 9). Für die Systemarchitektur bedeutet dies, dass in jedem Fall eine *„Full Client Architecture“* (Jing, Helal & Elmagarmid, 1999, S. 130) zu realisieren ist. Die Anwendung auf den mobilen Endgeräten muss auch bei fehlender Konnektivität zumindest rudimentär nutzbar bleiben.

10.4 Entwicklung der Lösung

Nachfolgend wird zunächst die Auswahl eines konkreten mobilen Endgerätes begründet (siehe Abschnitt 10.4.1). Anschließend werden der grundsätzliche Aufbau und die softwaretechnische Realisierung der Benutzungsschnittstelle beschrieben sowie zentrale Teilkomponenten veranschaulicht (siehe Abschnitte 10.4.1-10.4.5).

10.4.1 Wahl des mobilen Endgerätes

Zur Auswahl einer geeigneten Hardwarelösung wurden zunächst Datenblätter verschiedener Tablet-PCs verglichen und einzelne Modelle auf den bereits genannten Fachmessen direkt begutachtet. Dabei waren die zuvor benannten Kriterien Stiftbedienbarkeit und RFID-Unterstützung ebenso maßgebend wie die ergonomischen Eigenschaften des Gerätes, die Nutzbarkeit unter extremen Witterungsbedingungen, die Robustheit sowie die Eignung für das Gesundheitswesen, z. B. durch Verträglichkeit mit Desinfektionsmitteln.

Letztlich fiel die Wahl auf einen spritzwasser- und staubgeschützten Tablet-PC²⁵, der sowohl in Testphasen interaktiver Systeme für den Regelbetrieb (Luiz et al., 2013) als auch in einem der vorgestellten Projekte zum Ausnahmebetrieb (siehe Abschnitt 9.3) eingesetzt wurde (siehe Abbildung 56). Mehrjährige positive Erfahrungen, teilweise mit Vorgängermodellen und in Projekten mit direkter Beteiligung des Hardwareherstellers, bestanden zum Zeitpunkt der Entscheidung auch schon im klinischen Kontext (Garson & Adams, 2008; University of Maryland, 2008).

²⁵ Es handelt sich um Geräte der C5/F5-Serie des amerikanischen Herstellers Motion Computing.

Der Tablet-PC ist neben einem RFID-Lesegerät auch mit einem Kartenlesegerät, zwei Kameras (Vorder- und Rückseite) sowie WLAN, Bluetooth und GPS ausgerüstet. Er wiegt ca. 1.5 kg. Die Akkulaufzeit wird vom Hersteller mit mehr als 4 Stunden angegeben (Motion Computing, 2011). Dies wäre speziell für Einsätze im Ausnahmebetrieb grenzwertig. Allerdings kann der Akku im laufenden Betrieb gewechselt werden und die zum Zeitpunkt der Entwicklung bereits angekündigten und zwischenzeitlich verfügbaren Nachfolgemodelle sollen Nutzungszeiträume von bis zu 6 Stunden ermöglichen. Der Formfaktor ändert sich dabei nur unwesentlich, sodass die Benutzungsschnittstelle nicht oder nur moderat angepasst werden müsste (Motion Computing, 2012).

Abbildung 56 und Abbildung 57 verdeutlichen den zunächst einmal auf die Hardware bezogenen Unterschied zwischen dem Ansatz einer gemeinsamen Benutzungsschnittstelle für alle Einsatzkräfte im Regel- und Ausnahmebetrieb sowie der Idee rollen- und situationsspezifischer Lösungen exklusiv für den Ausnahmebetrieb.



Abbildung 56: Eine Geräteklasse für alle Einsatzkräfte im Regel- und im Ausnahmebetrieb

Zu beachten ist, dass das System in Abbildung 57 einen weitaus größeren Funktionsumfang ermöglicht als das zuvor gezeigte. Im Verhältnis von Kosten, Nutzen und Komplexität wurden Komponenten wie Vitalparametersensoren oder rein elektronische Patientenanhängerkarten von den Experten, die an der Entwicklung der in Abbildung 56 angedeuteten Lösung beteiligt waren, jedoch skeptisch beurteilt. Denkbar wäre die Anbindung von in diesen Abbildungen nicht gezeigten, aber bereits in der rettungsdienstlichen Praxis etablierten Medizinprodukten, wie z. B. Defibrillatoren. Sie könnten ihre Daten automatisch an die interaktiven Dokumentations- und Informationssysteme übertragen. Bei einer Vielzahl von Patienten bliebe aber auch dann fraglich, ob sich diese Datenmengen im dynamischen Einsatzgeschehen effektiv nutzen lassen oder überhaupt benötigt werden.



Abbildung 57: Unterschiedliche Geräteklassen nur für den Ausnahmebetrieb (Lenert, 2007)

Die nachfolgend skizzierte Implementierung ist nicht auf die in Abbildung 56 dargestellte Hardware beschränkt, sondern prinzipiell auf vergleichbare Endgeräte übertragbar.

10.4.2 Realisierung der Benutzungsschnittstelle

Wie schon in Abschnitt 1.1 erwähnt, repräsentiert die Benutzungsschnittstelle für den Benutzer das Anwendungssystem. Die zugrunde liegende Softwarearchitektur sowie die eigentliche Implementierung sind für ihn nicht direkt nachvollziehbar und von geringem Interesse.²⁶ Sie bedürfen daher oberflächlich betrachtet keiner eingehenden Erläuterung im Zusammenhang mit dem Thema Gebrauchstauglichkeit. Im Hinblick auf die Beteiligung der Benutzer an einem iterativen Entwicklungsprozess ist es jedoch von großer Bedeutung, wie schnell und einfach ein ermittelter Änderungsbedarf an einem Prototyp vorgenommen werden kann. Somit hat auch die softwaretechnische Realisierung der Benutzungsschnittstelle einen zumindest indirekten Einfluss auf die Gebrauchstauglichkeit.

Die Benutzungsoberfläche bzw. die Präsentationssicht der nachfolgend beschriebenen Lösung ist nach dem Architekturmuster *Passive View* auf Basis einer Java-Enterprise-Plattform gestaltet (siehe Abbildung 58). Dabei handelt es sich um eine Variante des Entwurfsmusters *Model-View-Controller (MVC)*, die durch die strikte Trennung zwischen Datenmodell und (grafischer) Repräsentation geprägt ist (Fowler, 2006; Mentler & Herczeg, 2013d).

²⁶ In Einzelfällen kann das Interesse an den Details der Implementierung natürlich vorhanden sein.

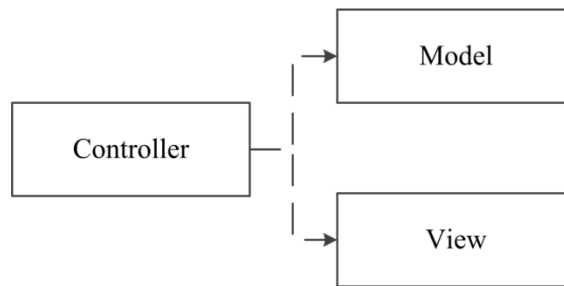


Abbildung 58: Passive View nach Fowler (2006)

Durch die vollständige Kapselung der Geschäftslogik in *Controller-* bzw. *Service-Klassen* und der von der Präsentation unabhängigen Speicherung der darzustellenden Daten in *Model-Klassen* können Veränderungen an der *Präsentationsschicht (View)* einfacher vorgenommen werden. Außerdem lassen sich spezielle *Werkzeuge zum grafischen Entwurf von Bildschirmmasken (GUI-Builder)* nutzen.

Die Bereitstellung unterschiedlicher Konfigurationen wird durch den Einsatz eines *leichtgewichtigen Containers* und Anwendung des *Inversion-of-Control-Prinzips Dependency Injection* erleichtert (Mentler & Herczeg, 2013d; Rosa & Lucena, 2011):

- *Dependency Injection* stellt ein Prinzip zur Auflösung von Abhängigkeiten eines Objekts in der objektorientierten Programmierung dar. Der Vorgang wird dabei nicht von den einzelnen Objekten selbst gesteuert, sondern an eine zentrale Instanz ausgelagert.
- Der *Container* löst als zentrale Komponente eines Systems die Abhängigkeiten anderer Objekte zur Laufzeit auf. In diesen muss dann „nur“ die eigentliche Funktionalität im Sinne des objektorientierten Entwurfs realisiert werden.

Diese Konzepte objektorientierter Programmierung bilden die softwaretechnische Grundlage für die Gestaltung der Benutzungsschnittstelle.

10.4.3 Aufbau der Benutzungsschnittstelle

In Abschnitt 10.3 wurden verschiedene Faktoren genannt, die zu einer konsistenten Gestaltungslösung beitragen können. Essenziell ist ein gleichmäßiges abstraktes Erscheinungsbild oder wie Wandmacher (1993) formuliert, Arbeitsbereiche auf dem Bildschirm zu organisieren und Informationsklassen räumlich voneinander zu trennen. Auch wenn modale, d. h. zustandsändernde Dialoge die Benutzer in der Interaktion einschränken und Handlungsabläufe festlegen, sind sie in diesem Fall zu bevorzugen. Cooper, Reimann und Cronin (2007) bestätigen, dass sie auch in beanspruchenden Situationen ein verständliches Konzept repräsentieren (Mentler & Herczeg, 2013a).

Abbildung 59 zeigt die Aufteilung für das den Regel- und Ausnahmebetrieb integrierende Anwendungssystem in drei wesentliche Teilbereiche:

- Im Bereich *Steuerungs- und Zustandsinformationen* wird beispielsweise angezeigt, welcher Bereich des Einsatzprotokolls gerade dargestellt wird (Regelbetrieb) oder für welche organisatorischen Rollen die gerade verfügbaren Funktionen gedacht sind (Ausnahmebetrieb).
- Im Bereich *Arbeitsinformationen* werden die jeweiligen Angaben zu einem Patienten bzw. einem Einsatzprotokoll dargestellt (Regelbetrieb) oder die Einsatzlage in Form von Diagrammen, Tabellen oder Karten (Ausnahmebetrieb).
- Im Bereich *Werkzeuge* sind öfter benötigte Funktionen direkt verfügbar, wie z. B. eine Übersicht über Maßnahmen und Messwerte (Regelbetrieb) oder die Suche nach Patienten sowie eine Notizfunktion (Ausnahmebetrieb).

Der Bereich *Werkzeuge* sollte dabei individuell links oder rechts angeordnet werden können, damit weder Links- noch Rechtshänder große Teile des Bildschirms verdecken, wenn sie darauf zugreifen.



Abbildung 59: Grobaufteilung der Benutzungsoberfläche für Regel- und Ausnahmebetrieb

Die Eingabe oder Bearbeitung von Daten erfolgt in zwei Schritten. Erst muss das entsprechende Feld aus dem Bereich *Arbeitsinformationen* mit dem Stift ausgewählt werden. Daraufhin wird eine kontextspezifische Eingabemaske animiert von unten nach oben eingeblendet. Sie überlagert somit Teile des Bereiches *Arbeitsinformationen*. Dieser wird entsprechend nach oben verschoben, damit das aktivierte Feld stets sichtbar und der inhaltliche Bezug zu semantisch verwandten Feldern bestehen bleiben (siehe Abbildung 60).

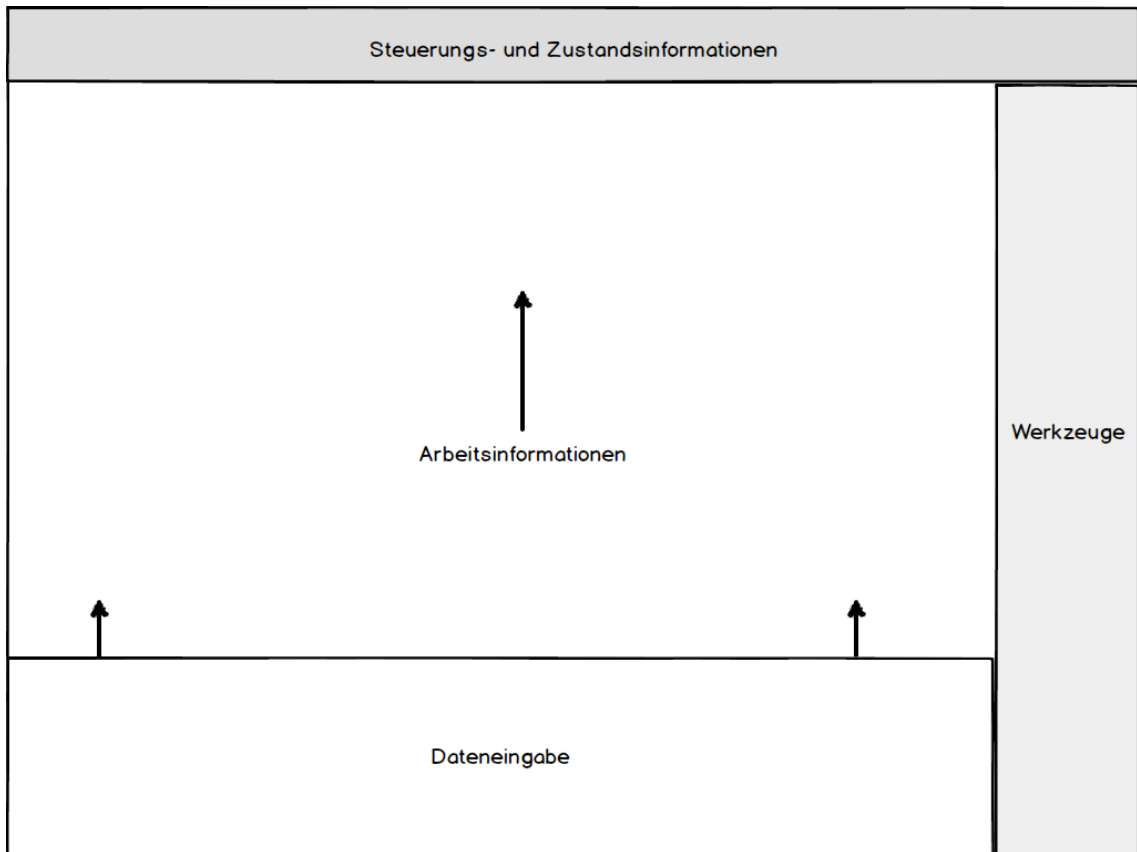


Abbildung 60: Aufteilung zwischen Arbeitsinformationen und Dateneingabe

Es wurden spezielle Dialoge zur Eingabe von Freitexten und numerischen Werten mit oder ohne Nachkommastelle ebenso realisiert wie Dialoge zur Datums- und Uhrzeitangabe (siehe Abbildung 61) sowie zur Auswahl vorgegebener Werte aus Listen, z. B. Medikamente.

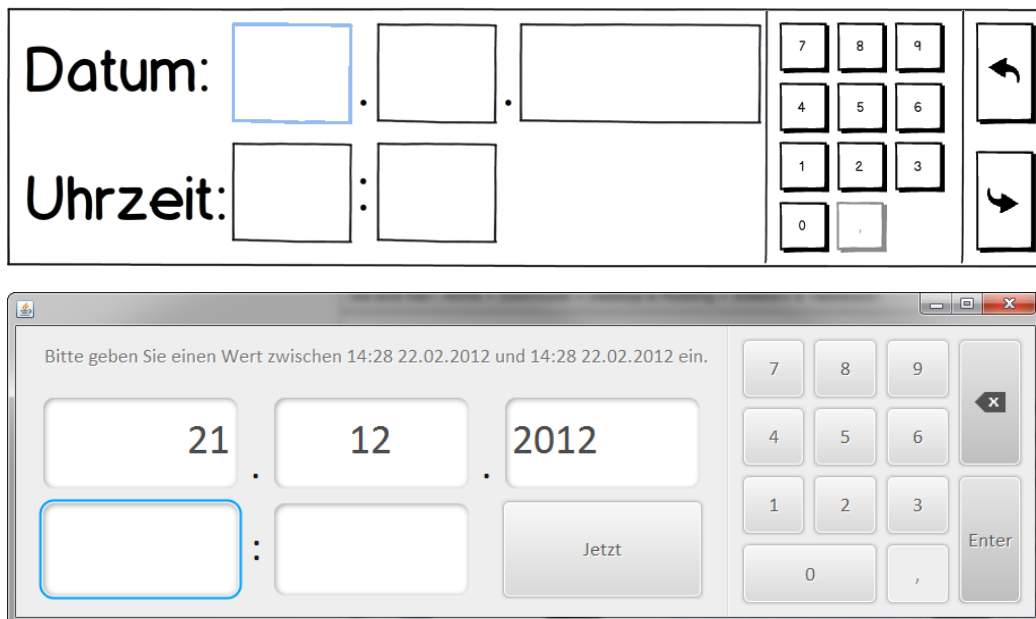


Abbildung 61: Entwurf und erster interaktiver Prototyp zur Eingabe von Datum und Uhrzeit

Mit diesen Dialogformen lassen sich alle für den Regel- und Ausnahmebetrieb relevanten Daten erfassen und bearbeiten. Es werden jeweils zwei Eingabemöglichkeiten unterstützen:

1. Handschrifterkennung,
2. Betätigen grafischer Bedienelemente (z. B. Buchstaben der virtuellen Tastatur).

Mit diesen Varianten soll sichergestellt werden, dass Daten effektiv und sicher erfasst werden können, auch wenn die Handschrift des Benutzers nicht ausreichend gut erkannt wird.

Wie die Analyse des Dokumentationsverhaltens von Notärzten im Rahmen des DINO-Projektes ergab (siehe Abschnitt 8.2), werden die Einsatzprotokolle im Regelbetrieb mit bestimmten Ausnahmen in einer definierten Reihenfolge bearbeitet. Die Datenblöcke könnten somit entsprechend im System abgebildet werden und vom Benutzer nacheinander bearbeitet werden. Mehrmals zu aktualisierende Abschnitte können stets direkt über den Bereich *Werkzeuge* aufgerufen werden (z. B. das Verlaufsdiagramm für Messwerte).

Im Ausnahmebetrieb müssen, wie in den Kapiteln 3 und 5 erläutert, Benutzer in verschiedenen organisatorischen Rollen mit dem Anwendungssystem interagieren. Um ihnen den Zugang zu den jeweils benötigten Funktionen zu erleichtern, werden sie mithilfe eines *Assistenten* geführt (Dahm, 2006, S. 241). Hierzu beantworten sie schrittweise Fragen zu ihrer Funktion sowie zum Abschnitt, in dem sie eingesetzt werden (siehe Abbildung 62 sowie Abbildung 85 bis Abbildung 87 im Anhang).

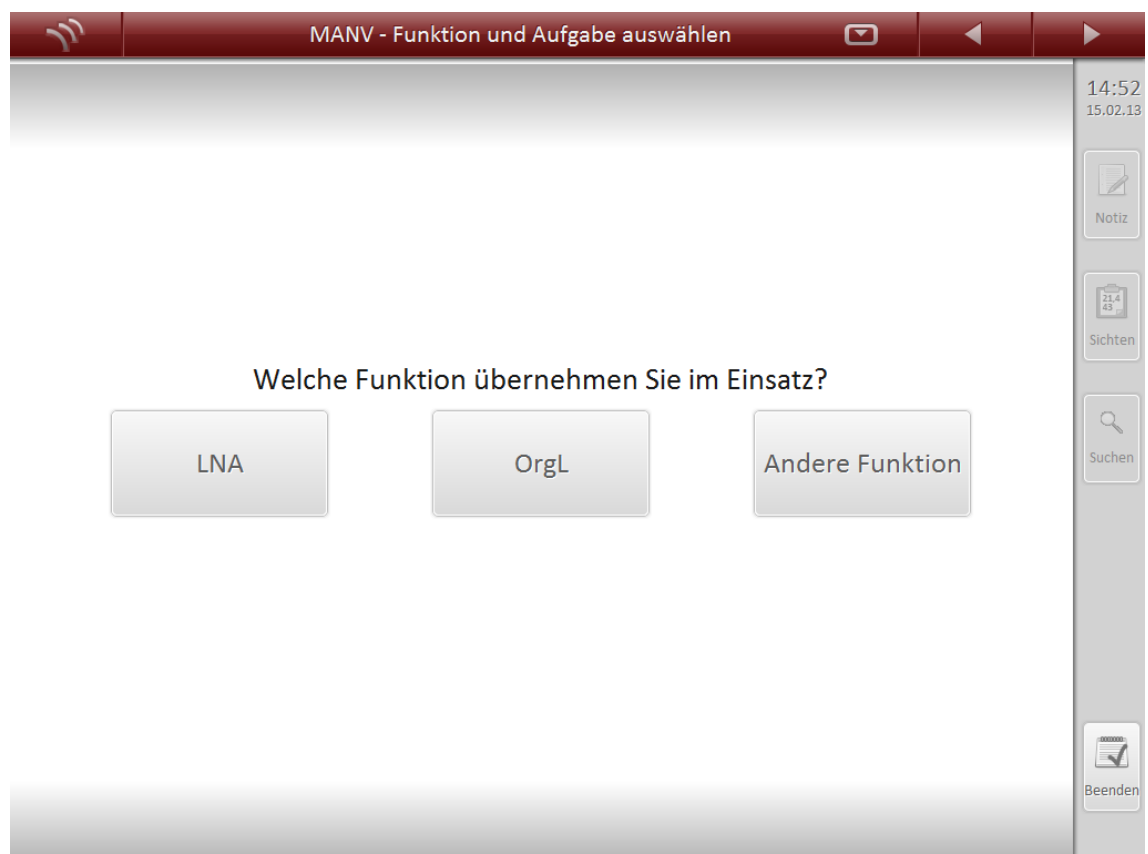


Abbildung 62: Entwurf der Einstiegsfrage des Assistenten für den Ausnahmebetrieb

Aus der Aufgabenanalyse in Abschnitt 4.3 folgt, dass die Registrierung und Sichtung der Patienten sowie die Führung und Ordnung durch die rettungsdienstliche Einsatzleitung im Ausnahmebetrieb von besonderer Bedeutung sind. Daher wurden eine digitale Patientenanhängerkarte und eine entsprechende Übersichtsdokumentation realisiert.

10.4.4 Digitale Patientenanhängerkarte

Um die Daten eines Patienten mit dem Anwendungssystem dokumentieren und in diesem visualisieren zu können, liegt zunächst die 1:1-Abbildung der papierbasierten Anhängerkarten nahe. Dies würde jedoch die mit einem interaktiven System verbundenen technischen und gestalterischen Möglichkeiten weitestgehend außen vor lassen. Dagegen spricht auch die bereits skizzierte Vielfalt der papierbasierten Arbeitsmittel. Aus diesem Grund wurde eine digitale Patientenanhängerkarte entworfen, die inhaltlich den etablierten Varianten entspricht, aber von ihnen unabhängig gestaltet wurde (siehe Abbildung 63).

Abbildung 63: Entwurf einer Bildschirmmaske für die digitale Patientenanhängerkarte im Ausnahmebetrieb

Die Aufteilung der digitalen Patientenanhängerkarte in die Abschnitte *Diagnose*, *Behandlung*, *Transport* und *Persönliche Daten* wurde auch in den weiteren Iterationen beibehalten. Sie wurde noch um einen *Überblick* ergänzt, der die Angaben aus den anderen Bereichen zusammenfasst (siehe Abbildung 64). Die einzelnen Abschnitte sind im Anhang abgebildet (siehe Abbildung 98 bis Abbildung 104).



Abbildung 64: Digitale Patientenanhängerkarte auf dem Tablet-PC

Anhand der digitalen Patientenanhängerkarte kann auch das grundsätzlich für den Regel- und Ausnahmebetrieb vorgesehene Gestaltungs- und Interaktionskonzept nachvollzogen werden. *Schaltflächen* (Buttons) prägen die einzelnen Bildschirmmasken und stellen eine Auswahl gültiger Eingabewerte bereit, die vom Benutzer selektiert werden können. Dabei wird auf die in grafischen Benutzungsschnittstellen für stationäre Computer übliche Unterscheidung zwischen *Optionsfeldern* (Radio Buttons), *Auswahlkästchen* (Checkboxes) und anderen Schaltflächen verzichtet. Die logischen Aspekte, z. B. dass nur eine von mehreren Optionen ausgewählt sein kann, werden dabei aber berücksichtigt. Beispielsweise schließen sich die Schaltflächen *Atmung ok* und *Atmung kritisch* in Abbildung 64 aus. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang auch die Beschriftung beider Elemente. Denkbar wäre es, die Schaltflächen unter einer Überschrift *Atmung* mit *ok* und *kritisch* zu kennzeichnen. Solche generischen Bezeichnungen könnten jedoch zu Missverständnissen und Fehlern führen, wenn die Bildschirmmaske nur für wenige Sekunden betrachtet werden kann, bevor die Aufmerksamkeit des Benutzers auf andere Bereiche oder Akteure gelenkt wird (Mentler & Herczeg, 2013a). Die Daten der einzelnen Patientenanhängerkarten werden für die rettungsdienstliche Einsatzleitung zusammengefasst.

10.4.5 Übersichtsdokumentation

Wie in Abbildung 65 dargestellt, sind die Bildschirmmasken für die rettungsdienstliche Einsatzleitung durch Registerkarten (Tabs) geprägt. Die Daten zu den Patienten, den Rettungsmitteln und den Krankenhauskapazitäten sind somit deutlich voneinander getrennt, aber jederzeit leicht zugänglich (siehe Abbildung 92 bis Abbildung 95 im Anhang).

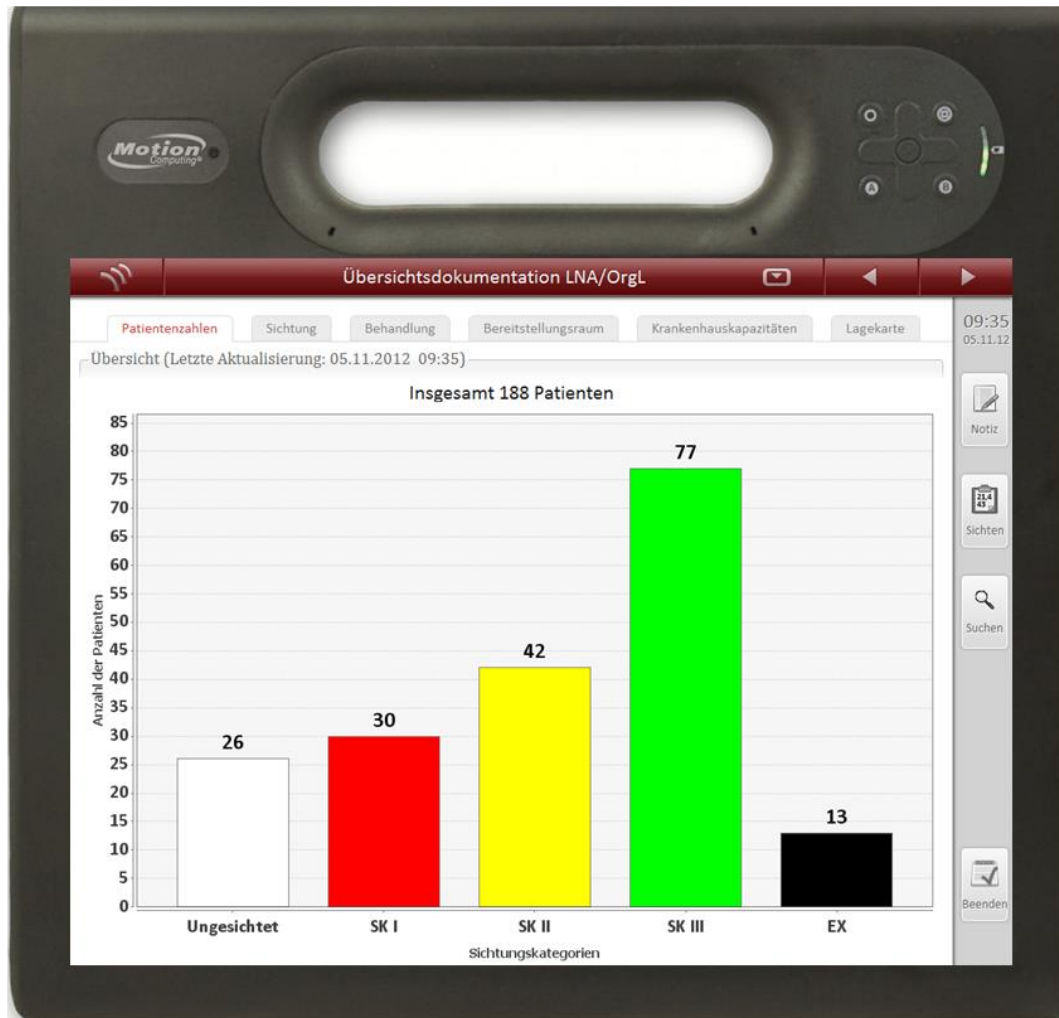


Abbildung 65: Übersichtsdokumentation auf dem Tablet-PC

Im Bereich *Werkzeuge* ist eine Notizfunktion verfügbar, mit der in Anlehnung an die in Abschnitt 4.3 vorgestellten Arbeitsmittel, handschriftliche Notizen erfasst werden können (siehe Abbildung 96 im Anhang). Weiterhin besteht die Möglichkeit, aus der Übersicht zur Sichtung oder zur Suche einzelner Patienten zu wechseln, sofern das Filtern der einzelnen Tabellen nicht effizient genug ist. Es wurde eine phonetische Suche implementiert, die beispielsweise die Nachnamen „Schmidt“, „Schmitt“ und „Schmied“ gleich behandelt. Somit müssen sich die Einsatzkräfte nicht an genaue Schreibweisen erinnern (siehe Abbildung 97 im Anhang). Die Farben für die Balken, des in Abbildung 65 gezeigten Diagramms, entsprechen den in der Domäne verwendeten Codierungen (Mentler & Herczeg, 2013a).

Die grafische Darstellung der Zahl der Patienten pro Sichtungskategorie ergänzt die tabellarische Auflistung und ist insbesondere für einen schnellen Überblick über die patientenbezogene Einsatzlage gedacht. Eine kontextgerechte Gestaltungslösung ist dabei keineswegs offensichtlich. Im Rahmen der Workshops wurden 36 Teilnehmern 4 verschiedene Varianten vorgelegt (siehe Abbildung 66). Sie wurden aufgefordert, ihren jeweiligen Favoriten zu markieren oder einen eigenen Entwurf auf einem ebenfalls ausgeteilten Blatt Papier zu skizzieren.

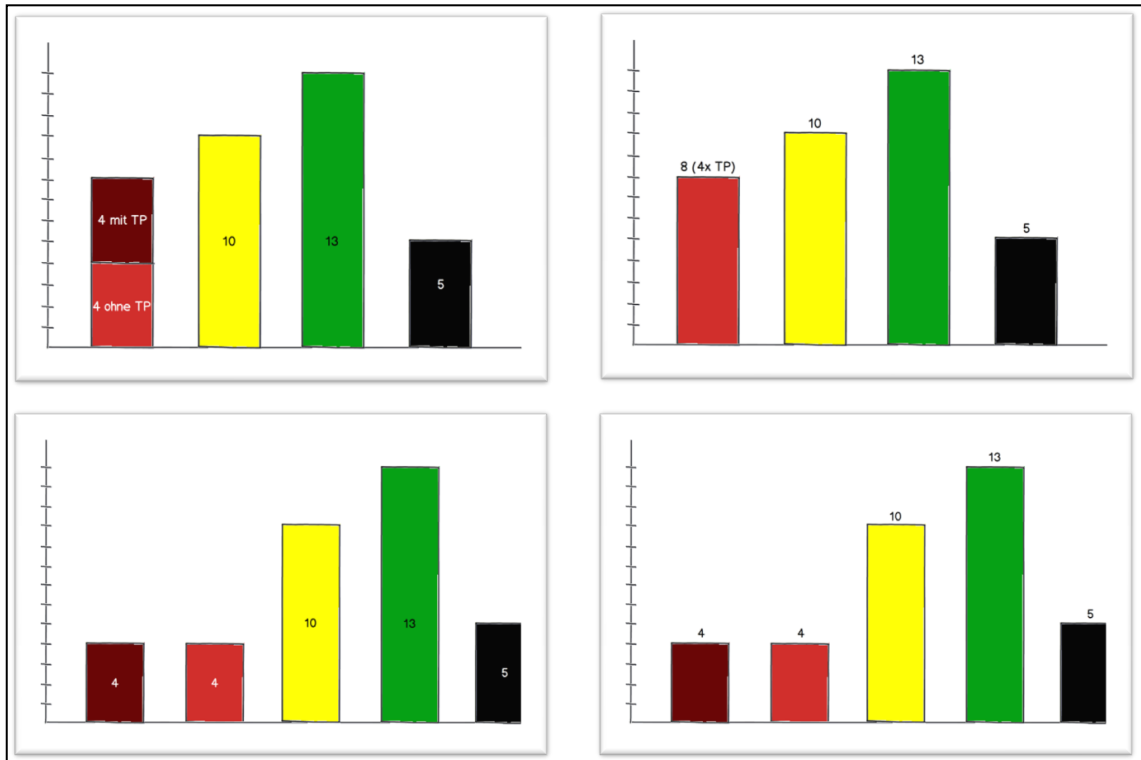


Abbildung 66: Alternative Entwürfe für Darstellung der Sichtungskategorien in der Übersichtsdokumentation

34 Rückmeldungen konnten ausgewertet werden und ergaben ein heterogenes Meinungsbild. Während 5 Personen eigene Entwürfe anfertigten, konnten die 3 bevorzugtesten Versionen 9, 6 und 5 Stimmen auf sich vereinen. Auch unter Vernachlässigung kleinerer Details, z. B. die Position der Beschriftungen, erhielt keine der Versionen eine Mehrheit. Vielmehr wurden die unterschiedlichen Entwürfe intensiv und kontrovers diskutiert. So konnte zwar an dieser Stelle keine weithin akzeptierte Gestaltungslösung erarbeitet werden, jedoch vertiefte sich durch die Gespräche das Verständnis anderer Aspekte (Mentler & Herzog, 2014b).

Die Bedeutung der vorgenommenen Analyse und die Beteiligung der Benutzer am Entwicklungsprozess kann auch anhand des schon angesprochenen Sichtungsprozesses verdeutlicht werden. In Kapitel 3 wurden die Notärzte und das Rettungsfachpersonal als für den mobilen Kontext des Rettungsdienstes wesentliche Benutzergruppen identifiziert. Die Unterschiede zwischen ihnen treten am Beispiel der Realisierung der Sichtungsunterstützung deutlich hervor. Während die nichtärztlichen Rettungsdienstmitarbeiter einer zwingend algorithm-

menbasierten Sichtung mit dem Tablet-PC mehrheitlich offen gegenüberstanden, wurde dies durch die Notärzte mit Verweis auf die eigenen Kompetenzen zumeist abgelehnt. Um die Akzeptanz beider Benutzergruppen gewährleisten zu können, wurde daher der in Abbildung 67 dargestellte Kompromiss gestaltet (siehe auch Abbildung 88 und Abbildung 89 im Anhang). Er ermöglicht beide Vorgehensweisen und der genutzte Sichtungsalgorithmus kann ohne zu starken Änderungsbedarf an dieser Stelle angepasst werden. Letzterer betreffe vorrangig die Beschriftung. Hinzuweisen ist auf die fachliche Logik, dass die Schaltfläche *Mit Transportpriorität* nur bei zuvor gewählter *Sichtungskategorie (SK 1)* anwählbar ist.



Abbildung 67: Manuelle und algorithmenbasierte Sichtungsmöglichkeiten

Die Übersichtsdokumentation wurde wie alle weiteren Systemkomponenten hinsichtlich ihrer Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit mehrmals von Rettungsdienst- und Usability-Experten überprüft.

10.5 Evaluation der Lösung

Wie bereits erwähnt, muss die Gebrauchstauglichkeit eines Anwendungssystems und seiner Benutzungsschnittstelle während der Entwicklung regelmäßig überprüft werden. Nur so können Gestaltungsmängel rechtzeitig, d. h. vor dem Produktivbetrieb, aufgedeckt und behoben werden. Evaluationen können in Abhängigkeit des Zeitpunktes formativ, d. h. entwicklungsbegleitend, oder summativ, d. h. zum Abschluss der Entwicklung, durchgeführt werden. „*Summative Evaluation führt häufig eher zu einer globalen Bewertung [...]. Formative Evaluation soll hingegen konkrete Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen*“ (Sarodnick & Brau, 2006, S. 114).

In die formativen Evaluationen des in der Entwicklung befindlichen Anwendungssystems für den rettungsdienstlichen Regel- und Ausnahmebetrieb wurden sowohl Experten aus den Bereichen Software-Ergonomie, Interaktionsdesign und Usability-Engineering als auch Rettungsdienstvertreter einbezogen. Erstere Gruppe sollte vor allem die Konformität des Prototyps mit anerkannten Gestaltungsprinzipien beurteilen, die Domänenexperten vorrangig die Eignung für den Nutzungskontext Rettungsdienst.

Allgemeine Richtlinien für die Gestaltung interaktiver Systeme wurden beispielsweise von Shneiderman (1998) oder Nielsen (1994) verfasst. Ihre „acht goldenen Regeln“ bzw. „zehn Heuristiken“ können zweifelsohne zu besseren Gestaltungs- und Interaktionslösungen beitragen. Dennoch wurden primär nicht sie, sondern die Grundsätze der Dialoggestaltung der DIN EN ISO 9241-110:2006 bei der Evaluation berücksichtigt (siehe Tabelle 17).

Kriterium	Beschreibung lt. DIN EN ISO 9241-110:2006
Aufgabenan- gemessenheit	Ein interaktives System ist aufgabenangemessen, wenn es den Benutzer unterstützt, seine Arbeitsaufgabe zu erledigen, d. h., wenn Funktionalität und Dialog auf den charakteristischen Eigenschaften der Arbeitsaufgabe basieren, anstatt auf der zur Aufgabenerledigung eingesetzten Technologie.
Selbstbe- schreibungs- fähigkeit	Ein Dialog ist in dem Maße selbstbeschreibungsfähig, in dem für den Benutzer zu jeder Zeit offensichtlich ist, in welchem Dialog, an welcher Stelle im Dialog sie sich befinden, welche Handlungen unternommen werden können und wie diese ausgeführt werden können.
Lernförder- lichkeit	Ein Dialog ist lernförderlich, wenn er den Benutzer beim Erlernen der Nutzung des interaktiven Systems unterstützt und anleitet.
Steuerbarkeit	Ein Dialog ist steuerbar, wenn der Benutzer in der Lage ist, den Dialogablauf zu starten sowie seine Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen, bis das Ziel erreicht ist.
Erwartungs- konformität	Ein Dialog ist erwartungskonform, wenn er den aus dem Nutzungskontext heraus vorhersehbaren Benutzerbelangen sowie allgemein anerkannten Konventionen entspricht.
Individuali- sierbarkeit	Ein Dialog ist individualisierbar, wenn Benutzer die Mensch-System-Interaktion und die Darstellung von Informationen ändern können, um diese an ihre individuellen Fähigkeiten und Bedürfnisse anzupassen.
Fehlertole- ranz	Ein Dialog ist fehlertolerant, wenn das beabsichtigte Arbeitsergebnis trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand seitens des Benutzers erreicht werden kann.

Tabelle 17: Grundsätze der Dialoggestaltung (DIN EN ISO 9241-110:2006)

Nutzungskontextspezifisch angewendet „unterstützen [sie] insgesamt die Gebrauchstauglichkeit, d. h. die Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung wie in ISO 9241-11 definiert“ (DIN EN ISO 9241-110:2006). Weitere Gründe für ihre Bevorzugung gegenüber den genannten Heuristiken und Regeln sind u. a. (Mentler & Herczeg, 2013a):

1. Die Grundsätze der Dialoggestaltung stehen in Verbindung mit anderen Teilen des ISO-Standards 9241. Er ist verschiedenen Aspekten der Gestaltung der Mensch-Computer-Interaktion gewidmet.

2. Messinstrumente mit psychologischen Gütekriterien existieren. Sie spiegeln somit unabhängig von den beteiligten Personen die zu messende Größe wider (Figl, 2009).
3. Die Grundsätze der Dialoggestaltung wurden seit den 1980er-Jahren mehrfach von Experten überarbeitet und haben sich in verschiedenen Domänen bewährt.

Evaluationen auf Grundlage des ISO-Standards 9241 und seiner Teile erleichtern die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Projekte. Selbst gewählte Kriterien und dafür geschaffene Messinstrumente können valide Ergebnisse ergeben. Dies muss jedoch sichergestellt werden und erfordert Kenntnisse der Testkonstruktion. Andernfalls verbleibt im Zweifelsfall unklar, welche Eigenschaften eines interaktiven Systems eigentlich beurteilt werden.

Wie bereits in den Abschnitten 10.2 und 10.4 erwähnt, wurde der jeweils aktuelle Stand der Entwicklungsarbeiten im Rahmen von Einzelgesprächen, Fokusgruppen und Workshops präsentiert und diskutiert. Das Vorgehen war dabei an Methoden wie dem *Cognitive Walkthrough*, d. h. der Analyse vorgegebener Interaktionsschritte durch Usability-Experten, oder der *Co-Discovery*, d. h. der paarweisen Untersuchung eines Prototypen durch Domänenexperten, angelehnt (Benyon, 2010, S. 230–234). Neben dem Absolvieren einzelner Aufgaben und Szenarien wurden die Domänenexperten (nicht zwingend systematisch) um ihre Meinung zu einzelnen Details gebeten, z. B. dem Aufbau bestimmter Bildschirmmasken.

Eine besondere Variante der formativen Evaluation wurde durch die Teilnahme am nationalen Forum für Notfallmedizin und Rettung realisiert. An zwei Tagen wurde der Prototyp auf einem eigenen Messestand präsentiert und mit dem fast ausschließlich aus Domänenexperten bestehenden Besuchern diskutiert (siehe Abbildung 68).



Abbildung 68: Messestand auf dem bundesdeutschen Forum für Notfallmedizin und Rettung

Grundlage der summativen Evaluation war das schon skizzierte *Worst-Case-Szenario* der erstmaligen Nutzung des Anwendungssystems im Ausnahmebetrieb ohne vorherige Eingewöhnung im Regelbetrieb. Die unter diesen Bedingungen zu erzielenden Ergebnisse können als „untere Schranke“ oder Mindestmaß für die Gebrauchstauglichkeit verstanden werden.

Der Prototyp wurde bei einem Übungseinsatz einer Berufsfeuerwehr eingesetzt. 40 virtuelle, d. h. durch rollenspielartige Karten beschriebene, Patienten mussten nach einem durch umgestürzte Einrichtungsgegenstände simulierten Einsturz eines Supermarktdaches versorgt werden. Es wurden alle relevanten Einsatzabschnitte besetzt, d. h. Patientenablage, Behandlungsplatz, Bereitstellungsraum, Einsatzleitwagen und Leitstelle (siehe Abschnitt 5.4). Die Einsatzkräfte wurden mit über ein vorbereitetes WLAN verbundenen Tablet-PCs ausgerüstet (siehe Abbildung 69). Einige der Teilnehmer waren zwar an formativen Evaluationen beteiligt, hatten jedoch zum Zeitpunkt der Übung noch keine Praxiserfahrung mit dem Anwendungssystem. Der letzte Workshop lag mehrere Wochen zurück. Die Teilnehmer wurden nur auf die grundsätzlichen Eigenschaften des Tablet-PCs hingewiesen, z. B. die Stiftbedienung oder die Position des RFID-Lesegerätes.

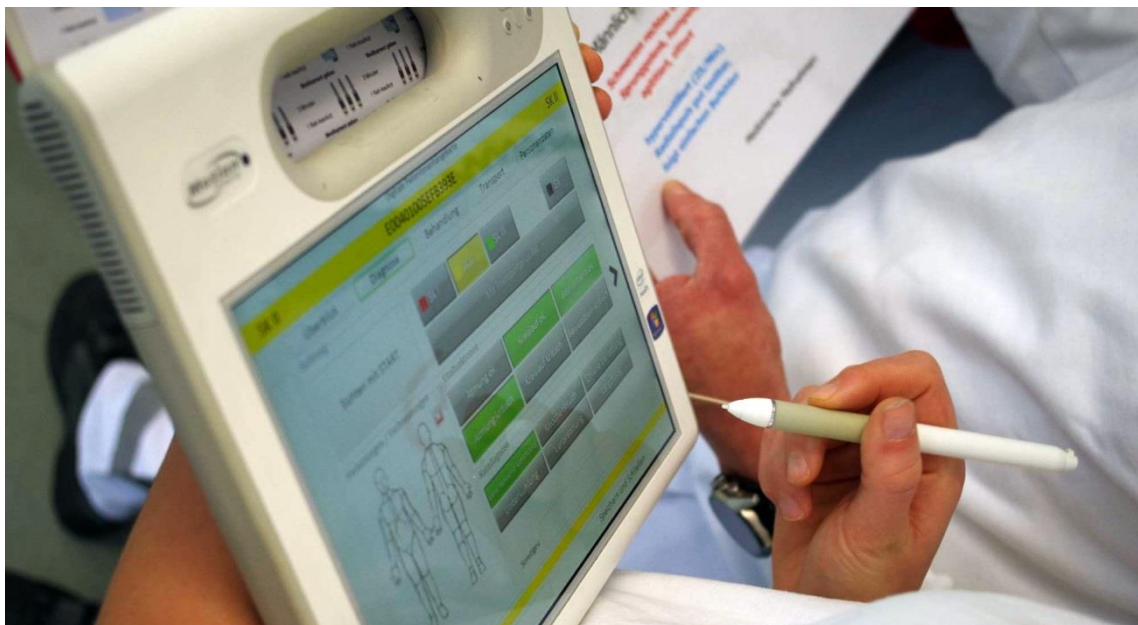


Abbildung 69: Benutzer mit digitaler Patientenanhängekarte auf dem Tablet-PC

Im Anschluss an die Übung wurden alle Teilnehmer gebeten, den *ISONORM-9241-110-Fragebogen in der Kurzfassung* von Prümper (2015) auszufüllen. Er dient zur Beurteilung von Anwendungssystemen auf Grundlage der in Tabelle 17 angeführten Dialogkriterien. Aus den 21 Rückmeldungen ergaben sich im Durchschnitt 93,3 von 147 Punkten; interpretierbar als: „*Alles in Ordnung! Aktuell gibt es keinen Grund, eine Veränderung an der Software in Bezug auf die Nutzerfreundlichkeit vorzunehmen*“ (bao GmbH, 2007). Diese Einschätzung erscheint jedoch mit Blick auf die detailliertere Auswertung in Abbildung 70 etwas zu optimistisch. Zwar wurden, bis auf das Kriterium Selbstbeschreibungsfähigkeit, alle Dialogkriterien positiv

bewertet. Dennoch lässt sich gerade mit Blick auf den sicherheitskritischen Kontext noch allgemeiner Handlungsbedarf identifizieren.

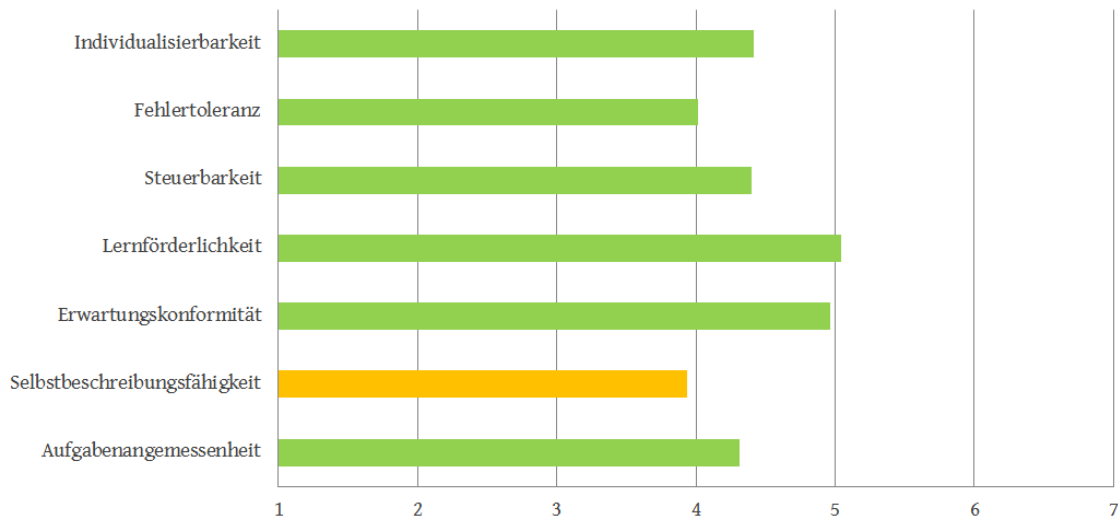


Abbildung 70: Auswertung des Fragebogens ISONORM 9241-110/S nach Kriterien

Neben der Erhebung quantitativer Daten wurde im Anschluss an die praktische Nutzung des Systems ein Feedbackgespräch mit den Teilnehmern geführt. Dabei konnten mehrere Faktoren identifiziert werden, die sich negativ auf die Gebrauchstauglichkeit des Prototyps ausgewirkt haben. Hierzu zählten insbesondere praktische Schwierigkeiten bei der Systemnutzung, z. B. durch Konnektivitätsprobleme aufgrund zu instabiler Netzinfrastrukturen sowie Fehler bei der Konfiguration einzelner Testgeräte. Einige der Hinweise betrafen jedoch auch konkret die Gestaltung der Benutzungsschnittstelle:

1. Dateneingaben sollen ohne explizite Optionen zum Speichern oder Abbrechen unmittelbar übernommen werden. Falsche Angaben werden eher durch Eingabe der korrekten Werte korrigiert statt durch Zurückversetzen des Systems in den vorherigen Zustand.
2. Die assistentenbasierte Führung zu den benötigten Funktionen und Informationen im Ausnahmebetrieb stellt grundsätzlich eine adäquate Gestaltungslösung dar. Allerdings ist der zugrunde liegende Entscheidungsbaum noch nicht optimal.
3. Eine „persönliche Historie“ sollte die zuletzt erledigten Aufgaben anzeigen.

Schwierigkeiten im Umgang mit den RFID-Chips, die durch Bewegen der Tablet-PCs oder der Patientenanhängekarten ausgelöst wurden, können eher als Argument für die Notwendigkeit einer integrierten Systemlösung angesehen werden. Zusätzlich muss die Visualisierung des Scanvorgangs auf den Tablet-PCs verbessert werden (siehe Kriterium Selbstbeschreibungsfähigkeit). Letztere wurden insgesamt unterschiedlich bewertet. Einzelne Teilnehmer empfanden sie als zu groß bzw. zu unhandlich, andere dagegen als zu klein.

Zusammenfassend wurde festgestellt, dass ein auf den Gestaltungsgrundsätzen des evaluierten Prototyps aufbauendes Anwendungssystem für den rettungsdienstlichen Regel- und Ausnahmebetrieb geeignet wäre. Die technische Zuverlässigkeit der Komponenten und der

Datenübertragung muss dann aber gegeben sein. Eine Beschreibung des zuvor erläuterten Ansatzes und der prototypischen Umsetzung wurde 2013 für die Postersitzung zum „AGNN-Preis für Notfallmedizin“ der Arbeitsgemeinschaft in Norddeutschland tätiger Notärzte e.V. (AGNN) angenommen (Persönliche Mitteilung von Dr. Sebastian Wirtz, 28.03.2013).

10.6 Fazit

Um die Gebrauchstauglichkeit des zu entwickelnden Systems systematisch adressieren zu können, wurde mithilfe der Methoden und Verfahren des Usability-Engineerings ein menschenzentrierter Entwicklungsprozess verfolgt. Ausgangspunkt war das umfassende Verständnis des Nutzungskontextes Rettungsdienst unter Einbeziehung sowohl des Regel- als auch des Ausnahmebetriebs. Hierzu wurden die Perspektiven Theorie, Erfahrungswissen und Praxis berücksichtigt und u. a. mehrere Einzelgespräche, Präsentationen und Workshops mit Fachexperten durchgeführt.

Ausgehend von diesen Maßnahmen und den Feststellungen, dass weder Forderungen nach einfacher Benutzbarkeit noch solche nach regelmäßiger Schulung oder Übung in der Praxis umzusetzen sind, wird folgende zentrale Anforderung formuliert:

Computerbasierte Werkzeuge im Rettungsdienst müssen auf eine durchgängige Benutzbarkeit vom Regel- bis zum Ausnahmebetrieb ausgelegt sein. Um eine möglichst effektive und effiziente Nutzung sicherstellen zu können, ist die Konsistenz der Benutzungsschnittstelle von entscheidender Bedeutung. Die technische Grundlage bilden hierfür, nach Abwägung anderer Ansätze, stiftbedienbare Tablet-PCs und die RFID-Technologie im Zusammenhang mit einer papierbasierten Rückfallebene.

Durch eine iterative Arbeitsweise und einen hohen Grad an Benutzerpartizipation wurde ein Prototyp entwickelt. Die ihm zugrunde liegenden Prinzipien sowie die wesentlichen Komponenten wurden in den vorherigen Abschnitten vorgestellt. Abschließend wurde auf die formative und die summative Evaluation eingegangen. Dabei waren insbesondere die Diskussion der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an einem eigenen Messestand beim nationalen Forum für Notfallmedizin und Rettung sowie die praktische Erprobung bei einem Übungseinsatz einer Berufsfeuerwehr wegweisend.

Unter den Bedingungen des Worst-Case-Szenarios, d. h. der erstmaligen Nutzung des Anwendungssystems im Ausnahmebetrieb ohne vorherige Eingewöhnung im Regelbetrieb, wurden mit dem Prototyp trotz technischer Schwierigkeiten akzeptable Evaluationsergebnisse erzielt und Möglichkeiten zur Weiterentwicklung erkannt.

Es kann gefolgert werden, dass ein im rettungsdienstlichen Regel- und Ausnahmebetrieb durchgängig nutzbares interaktives System mit konsistenter Benutzungsschnittstelle auf Grundlage der geschilderten Prinzipien realisierbar ist. Die technische Zuverlässigkeit der einzelnen Komponenten sowie der Infrastruktur ist dabei jedoch notwendige Voraussetzung für die Gebrauchstauglichkeit einer im Realbetrieb einsetzbaren Systemlösung.

11 Zusammenfassung und Ausblick

*„Für die Erkenntnis gibt es keine endgültigen Ziele,
sondern der Fortschritt der Erkenntnis ist nichts
als eine Differenzierung der Fragestellung.“*

Hermann Hesse (1971)

In diesem abschließenden Kapitel wird die vorliegende Arbeit zusammengefasst (siehe Abschnitt 11.1) und in Verbindung der eingangs gestellten Zielsetzung (siehe Abschnitt 1.2) mit den Evaluationsergebnissen (siehe Abschnitt 10.5) bilanziert. Anschließend erfolgt ein Ausblick (siehe Abschnitt 11.2), in dem weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf in den in diesem Zusammenhang relevanten Themenfeldern benannt wird. Die Arbeit schließt mit einem kurzen Fazit (siehe Abschnitt 11.3).

11.1 Zusammenfassung

In Abschnitt 1.2 wurden sechs Fragestellungen aufgeführt, deren Antworten einen Beitrag zur Entwicklung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme für Rettungsdienste leisten und grundsätzliche Hinweise zur Gestaltung computerbasierter Werkzeuge in mobilen sicherheitskritischen Kontexten geben sollten. Darüber hinaus sollte auf den in vielen Domänen fließenden Übergang zwischen Regel- und Ausnahmebetrieb eingegangen werden. Auf diese Punkte wird in den Abschnitten 11.1.1-11.1.5 eingegangen.

11.1.1 Eigenschaften des Nutzungskontext Rettungsdienst

Die Frage, welche Eigenschaften der Rettungsdienst als Nutzungskontext mobiler computerbasierter Systeme aufweist, kann mit Blick auf *„die Benutzer, Arbeitsaufgaben, Arbeitsmittel (Hardware, Software und Materialien) sowie [die] physische und soziale Umgebung, in der das Produkt genutzt wird“* (DIN EN ISO 9241-110:2006), wie folgt beantwortet werden.

Zunächst einmal ist festzustellen, dass sich die Grundprinzipien der rettungsdienstlichen Praxis verschiedener Länder in vielerlei Hinsicht unterscheiden. Somit müssen die Analyse, Konzeption und Entwicklung interaktiver Systeme auf konkrete Rettungsdienstsysteme ausgerichtet werden – wie beispielsweise in dieser Arbeit auf das deutsche Rettungswesen.

Wesentlich ist die Unterscheidung zwischen dem rettungsdienstlichen Regelbetrieb und dem Ausnahmebetrieb. Ersterer setzt sich für die Einsatzkräfte aus mehrmals täglich zu absolvierenden Transport- und Notfallrettungseinsätzen mit einzelnen oder wenigen Betroffenen zusammen, Letzterer aus Einsätzen mit einer Vielzahl Verletzter oder Erkrankter. Katastrophen und Krisen stehen, u. a. aufgrund des umfassenden und langfristigen Ausfalls kritischer sozialer und technischer Infrastrukturen, außerhalb dieser Klassifizierung.

Die wesentlichen Akteure im mobilen Kontext des Rettungsdienstes sind die Notärzte und das nichtärztliche Rettungsfachpersonal (Rettungshelfer, Rettungssanitäter, Rettungsassistenten bzw. zukünftig Notfallsanitäter). Sie stellen somit die potenziellen Benutzer interaktiver Systeme dar. Innerhalb und zwischen diesen Gruppen bestehen Unterschiede in Bezug auf erworbene Qualifikationen und Praxiserfahrungen. Diese hängen insbesondere davon ab, ob ein Mitarbeiter

- seine Tätigkeit ehren- oder hauptamtlich ausübt,
- eine oder keine zusätzliche Ausbildung im Feuerwehrwesen absolviert hat,
- Standorten mit geringer oder hoher Einsatzfrequenz zugeordnet ist,
- wenige oder viele Jahre in der Praxis tätig ist.

Erfahrungen mit computerbasierten Werkzeugen können im Allgemeinen nicht vorausgesetzt werden. Sie werden in keinem der rettungsdienstlichen Ausbildungswege systematisch adressiert. Zu berücksichtigen ist, dass bereits jetzt umfassende medizinische, einsatztaktische und rechtliche Inhalte vermittelt werden müssen. Computerkenntnisse hängen somit einerseits von privaten Interessen und andererseits von Kompetenzen ab, die in der vorherigen Schul- oder Berufsausbildung erworben wurden. Vertreter beider Gruppen können zahlreiche Fort- und Weiterbildungsmöglichkeiten wählen. Diese zielen jedoch überwiegend auf die Übernahme administrativer und operativer Führungsfunktionen ab und weniger auf den effizienten Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien.

Rettungsdienste sollen die notfallmedizinische und präklinische Versorgung der Bevölkerung gewährleisten. Leben zu erhalten, Schmerzen zu beseitigen, Schädigungen zu verhindern, Nöte zu lindern und Wiederbelebungen zu versuchen, sind dabei wesentliche Teilaspekte. Die hierzu von den Einsatzkräften zu erledigenden Aufgaben unterscheiden sich zwischen Regel- und Ausnahmebetrieb deutlich.

Der Regelbetrieb ist durch die individualmedizinische Versorgung der Patienten sowie die umfassenden Dokumentationsanforderungen geprägt. Notärzte und Rettungsfachpersonal agieren nicht alleine, sondern besetzen die Rettungsmittel gemeinsam oder treffen am Einsatzort zusammen. Sie bilden ein akutmedizinisches Team. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Qualifikationen sind ihnen Tätigkeits- und Verantwortungsbereiche zugeordnet. Die Zusammenarbeit ist durch Weisungsbefugnisse geregelt und orientiert sich im Wesentlichen an dem oder den Patienten – vom möglichst schnellen Eintreffen am Einsatzort bis zur Übergabe in eine klinische Einrichtung.

Der Ausnahmebetrieb erfordert neben der medizinischen Versorgung dutzender bis hunderter Patienten die Führung zahlreicher Einsatzkräfte sowie die Ordnung der Abläufe und der Räume. Maßnahmen und Ressourceneinsätze müssen priorisiert und aufeinander abgestimmt werden. Essenziell ist die Sichtung der Patienten, d. h. die effiziente Beurteilung der Schwere der jeweiligen Erkrankungen oder Verletzungen. Aus ihr ergibt sich eine Behandlungsreihenfolge. Die Besetzung des ersteintreffenden Rettungsmittels sowie die aus Leitendem Notarzt und Organisatorischem Leiter bestehende rettungsdienstliche Einsatzleitung sind von entscheidender Bedeutung für die Einsatzbewältigung.

Die Erfassung und Kommunikation relevanter Einsatzdaten ist im Regel- wie im Ausnahmebetrieb unverzichtbar, aber in der Praxis mit den derzeitigen papierbasierten Arbeitsmitteln oftmals nicht zu gewährleisten. Gerade bei außergewöhnlichen Schadenslagen ist der Austausch mittels verschiedener Formulare, Tabellen und Karten umständlich und zeitaufwendig. Allerdings ermöglichen die etablierten Arbeits- und Kommunikationsmittel flexible und von technischen Infrastrukturen unabhängige Arbeitsweisen.

Mit dem Konzept der Rettungskette sowie den Leitstellen sind Rettungsdienste bei der Absolvierung ihrer Einsätze sowohl in ein übergeordnetes Versorgungsmodell eingeordnet als auch durch eine zentrale Einrichtung koordiniert. Dennoch stellen die Unterschiede in den Strukturen und Abläufen zwischen Regel- und Ausnahmebetrieb sowie informelle Aspekte besondere Herausforderungen dar.

Während im Regelbetrieb meist weniger als 5 Fachkräfte an einem Einsatzort agieren, können im Ausnahmebetrieb dutzende oder hunderte Helfer und mehrere Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben zusammentreffen. Dies erfordert komplexere Aufbau- und Ablauforganisationen, z. B. in Form von Einsatzabschnitten (Patientenablage, Behandlungsplatz, Transportorganisation) und hierarchischen Leitungssystemen (Einsatzleiter, Abschnittsleiter, Einsatzkräfte im Abschnitt). Diese können durch das verzögerte Eintreffen der Einsatzkräfte erst nach und nach etabliert werden. Dabei ist zu beachten, dass nur wenige geschulte Führungskräfte in besonderem Maße auf Strukturen und Abläufe des Ausnahmebetriebs vorbereitet sind. Darüber hinaus müssen alle Planungen dynamisch auf die konkreten Einsatzumstände angepasst werden.

Grundsätzlich gilt, dass rettungsdienstliche Einsätze nicht auf bestimmte zeitliche oder räumliche Kontexte eingegrenzt werden können. Daher können auch die eigentlichen Arbeitsplätze vielfältig ausfallen. Dazu zählen Rettungsmittel und Einsatzleitwagen ebenso wie temporäre Bauten oder öffentliche Plätze. Die Einsatzkräfte müssen alle notwendigen Arbeitsmittel mit sich führen und unter widrigsten Umständen benutzen können. Gleichmaßen muss bei der Auswahl der mobilen Endgeräte sowie der Gestaltung der Benutzungsoberfläche auf diese charakteristischen Eigenschaften geachtet werden.

Die politischen, rechtlichen und sozio-kulturellen Anforderungen an die präklinische Versorgung Verletzter oder Erkrankter wachsen ständig und widersprechen sich teilweise. Kosteneffizienz, Qualitätsmanagement, Datenschutz, demografischer Wandel und höhere Versorgungsstandards sind hier die wesentlichen Stichwörter. Dabei haben Rettungsdienste

noch nicht den notwendigen Stellenwert im Gesundheitswesen. In jedem Fall verbessert werden muss der Umgang mit Fehlern. Individuelle Schuldzuweisungen werden der Komplexität der rettungsdienstlichen Praxis wohl nur selten gerecht.

Um den genannten Anforderungen auch noch unter schwierigsten Arbeitsbedingungen und ggf. am Ende einer mehrstündigen Schicht Rechnung tragen zu können, müssen die Einsatzkräfte bestmöglich unterstützt werden. Ergonomisch gestaltete Arbeitsmittel und gebrauchstaugliche Anwendungssysteme sind hierbei entscheidende Faktoren. Speziell der Ausnahmebetrieb ist auch unter ethischen Gesichtspunkten eine besondere Herausforderung – selbst für erfahrene Einsatzkräfte. Patienten müssen zunächst unversorgt zurückgelassen und Ressourcen zurückgehalten werden. Diese einsatztaktisch richtigen Maßnahmen widersprechen zunächst rettungsdienstlichen Prämissen wie der Verhinderung zusätzlicher Schäden oder der Milderung menschlicher Not und Angst.

Rettungsdienste müssen als komplexe soziotechnische Systeme aufgefasst werden. Die einseitige oder ausschließliche Veränderung des sozialen oder des technischen Teilsystems wird somit nicht zu Verbesserungen des Gesamtsystems führen. Dies ist bei der Einführung computerbasierter Werkzeuge zu berücksichtigen. Rettungsdienste können auch aus der Perspektive der Prozessführung eingeordnet werden. Zentrale Prozesselemente sind die Patienten, die Einsatzkräfte und die Effizienz der Maßnahmen. Der in diesem Zusammenhang üblichen Unterscheidung zwischen normalen und anormalen Betriebszuständen entsprechen der Regelbetrieb bei Krankentransporten und Notfallrettungen sowie der Ausnahmebetrieb bei Großschadenslagen und Massenanfällen von Verletzten. Es muss beachtet werden, dass Rettungsdienstmitarbeiter, anders als Operateure in klassischen Domänen der Prozessführung, für damit verbundene Anforderungen (z. B. Überwachung) derzeit noch nicht gesondert geschult sind.

Sowohl im Regel- als auch im Ausnahmebetrieb weisen Rettungsdienste Eigenschaften sicherheitskritischer Mensch-Maschine-Systeme auf. Dabei dürfen neben den Patienten nicht die Rettungsdienstmitarbeiter außer Acht gelassen werden. Ihr Wohlergehen ist für die mittel- und langfristige Stabilität und Qualität des Systems Rettungsdienst entscheidend. Eine zusätzliche Belastung durch interaktive Systeme mit mangelnder Gebrauchstauglichkeit ist in jedem Fall zu vermeiden. Die technische Zuverlässigkeit der Systeme allein ist für ihre Akzeptanz und Etablierung nicht ausreichend.

Bei der Ablösung oder Ergänzung papierbasierter Arbeitsmittel durch computerbasierte Prozessführungssysteme sind Strukturen und Abläufe auf Kompatibilität zu prüfen und ggf. anzupassen. Weiterhin müssen positiv mit dem Medium Papier verbundene Aspekte beachtet und ggf. in transformierter Form integriert werden. Eine rein symbolische Betrachtungsweise wäre zu oberflächlich und nicht zielführend.

11.1.2 Ansätze für mobile interaktive Systeme im Rettungsdienst

Die Frage, welche technologischen und gestalterischen Ansätze für den Nutzungskontext Rettungsdienst bereits mit welchen Ergebnissen diskutiert und evaluiert wurden, lässt sich unter Verweis auf die in den Kapiteln 8 und 9 vorgestellten Projekte wie folgt beantworten.

Zunächst ist festzustellen, dass in Projekten wie CANIS, DINO, NAPROT, NOAH, TCIMS sowie einer Pocket-PC-Lösung aus Italien primär der rettungsdienstliche Regelbetrieb im Fokus der Betrachtungen stand. Dagegen waren die Projekte AID-N, ALARM, e-Triage, SOGRO, SpeedUp und TUMult vorrangig auf den Ausnahmebetrieb ausgerichtet. Themen wie durchgängige Nutzbarkeit oder Skalierbarkeit wurden nur vereinzelt angesprochen, ohne jedoch konkrete Schlussfolgerungen für die Konzeption und Gestaltung der Systeme zu ziehen. Die gewählten Beispiele stellen dabei die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in diesem Bereich keineswegs vollständig, aber dennoch umfassend und repräsentativ dar.

Die in Kapitel 8 beschriebenen computerbasierten Werkzeuge zur Unterstützung der Notärzte und des Rettungsfachpersonals im Regelbetrieb zielten primär auf die Dokumentation der Einsatzdaten ab. In den meisten der Projekte wurden die mobilen Komponenten, zumindest konzeptionell, in komplexe Systemarchitekturen eingebunden. Sie sollten einen bidirektionalen Datenaustausch zwischen den Rettungsdiensten, den Leitstellen, den Krankenhäusern und weiteren Stellen (z. B. Kostenträger, Verwaltungen) ermöglichen.

Während sich in den früheren Projekten (NAPROT, NOAH) die verfügbare Hardware als limitierender Faktor bei der Gestaltung der Benutzungsschnittstellen identifizieren lässt und ggf. sogar Sonderanfertigungen notwendig wurden, konnte in späteren Studien zunehmend auf kommerziell verfügbare Produkte zurückgegriffen werden. Sie sind im Hinblick auf die Rechenleistung, die Speichergrößen, die Bildschirmauflösung und die Konnektivität nicht mehr mit früheren Lösungen zu vergleichen und bilden inzwischen eine ausreichend gute Hardwaregrundlage für die rettungsdienstlichen Belange. Diese Feststellung gilt sowohl für den Regel- als auch für den Ausnahmebetrieb.

Im Zusammenhang mit den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zum rettungsdienstlichen Ausnahmebetrieb konnten zwei Ansätze identifiziert werden:

1. computerbasierte Werkzeuge zur Unterstützung einzelner Einsatzkräfte bei der Erledigung ihrer Aufgaben, insbesondere bei der Sichtung;
2. umfassende Systemlösungen zur Unterstützung von Einsatzkräften auf allen Ebenen vom behandelnden Notarzt bis zum Einsatzleiter.

Letztere setzen sich oftmals aus vielen verschiedenen Komponenten zusammen, z. B. Vitalensoren, elektronische Patientenanhängerkarten, Tablet-PCs und PDAs für die Einsatzkräfte, Kamerasysteme sowie unbemannte Luftfahrzeuge. Sie werden ad hoc vernetzt. Einzelne Funktionalitäten würden jedoch bestimmte Infrastrukturen voraussetzen, z. B. die Positionsbestimmung innerhalb von Gebäuden.

In allen vorgestellten Projekten wurden Domänenexperten zumindest teilweise in die Entwicklung einbezogen. Vereinzelt wurden fachlich verwandte Akteure der späteren Benutzer befragt, z. B. Mitarbeiter von klinischen Notaufnahmen oder nicht im Rettungsdienst tätige Ärzte. In ihrer Gesamtheit befürworteten sie sehr unterschiedliche technologische Ansätze wie

- einen digitalen Stift und digitales Papier,
- am Körper tragbare oder in die Bekleidung integrierbare Computersysteme,
- in einer Hand haltbare Endgeräte (Handhelds, Pocket-PCs),
- sehr kompakte tragbare Endgeräte (Smartphones, Personal Digital Assistants),
- größere, aber dennoch portable Geräteklassen (Notebooks, Tablet-PCs).

Faktoren wie Gebrauchstauglichkeit oder Akzeptanz wurden im Rahmen vieler Projekte berücksichtigt und die Prototypen bei Einsatzübungen oder unter Laborbedingungen getestet. Dabei kamen jedoch meist keine standardisierten Kriterien der Mensch-Computer-Interaktion oder der Software-Ergonomie zum Einsatz, wie z. B. die nach DIN EN ISO 9241-110:2006. Dies muss nicht zwangsläufig die Aussagekraft der Untersuchungen schmälern, erschwert allerdings die Vergleichbarkeit der Ergebnisse und die Berücksichtigung der gesammelten Erfahrungen. Diese Feststellung gilt insbesondere für die zusammenhängende Betrachtung des Regelbetriebs und des Ausnahmebetriebs.

11.1.3 Gestaltung der Benutzungsschnittstelle

Die Frage, wie eine Benutzungsschnittstelle zu gestalten ist, die den Besonderheiten des Nutzungskontextes Rettungsdienst Rechnung trägt, ist mit Verweis auf die Analysen in den Kapiteln 3-6, die wissenschaftliche Einordnung in Kapitel 7 sowie die detaillierten Ausführungen in Kapitel 10 wie folgt zu beantworten:

1. Computerbasierte Werkzeuge im Rettungsdienst müssen auf eine durchgängige Benutzbarkeit vom Regel- bis zum Ausnahmebetrieb ausgelegt sein. Um dabei eine möglichst effektive und effiziente Nutzung sicherstellen zu können, ist die Konsistenz der Benutzungsschnittstelle von entscheidender Bedeutung. Die technische Grundlage bilden hierfür stiftbedienbare Tablet-PCs und die RFID-Technologie im Zusammenhang mit einer papierbasierten Rückfallebene.
2. Da nicht ausgeschlossen werden kann, dass einzelne Rettungsdienstmitarbeiter das Anwendungssystem zuvor nicht im Regelbetrieb eingesetzt haben, muss seine erstmalige Nutzung im Ausnahmebetrieb als Worst-Case-Szenario angesehen werden. Somit ist auch die Gebrauchstauglichkeit der für diese Situationen relevanten Systemteile unter dieser Voraussetzung gesondert zu evaluieren.

Um die Gebrauchstauglichkeit des zu entwickelnden Systems systematisch zu adressieren, wurde mithilfe der Methoden und Verfahren des Usability-Engineerings ein menschenzentrierter Entwicklungsprozess verfolgt. Ausgangspunkt war das umfassende Verständnis des

Nutzungskontextes unter Einbeziehung sowohl des Regel- als auch des Ausnahmebetriebs. Hierzu wurden die Perspektiven Theorie, Erfahrungswissen und Praxis berücksichtigt.

Ausgehend von diesen Maßnahmen und der Feststellung, dass weder Forderungen nach einfacher Benutzbarkeit noch nach regelmäßiger Schulung der Anwendungssysteme in der Praxis umzusetzen sein werden, wurden die eingangs genannten Anforderungen an die Gestaltung mobiler interaktiver Systeme für Rettungsdienste erhoben.

Für die Gestaltung der Benutzungsschnittstelle sind die Begriffe Erwartungskonformität und Konsistenz von zentraler Bedeutung:

- Nach DIN EN ISO 9241-110:2006 ist ein Dialog erwartungskonform, wenn *„er den aus dem Nutzungskontexte heraus vorhersehbaren Benutzerbelangen sowie allgemein anerkannten Konventionen entspricht“*.
- Nach DIN EN ISO 9241-12:2000 ist eine Darstellung konsistent, wenn *„gleiche Information [...] innerhalb der Anwendung entsprechend den Erwartungen des Benutzers stets auf gleiche Art dargestellt [wird]“*.

Angewendet auf die durchgängige Benutzbarkeit eines Anwendungssystems im Regel- und Ausnahmebetrieb von Rettungsdiensten bedeutet dies, dass die Module und Bildschirmmasken für die beiden Betriebsarten gleichartig gestaltet sein müssen. Da sich die Aufgaben- und Organisationsstrukturen zwischen Regel- und Ausnahmebetrieb jedoch stark unterscheiden, werden einzelne Teile der Benutzungsschnittstelle jeweils nur für eine Betriebsart relevant sein. Dies gilt für den Sichtungsprozess, der im Regelbetrieb irrelevant, im Ausnahmebetrieb jedoch von grundlegender Bedeutung ist. Darüber hinaus stehen im Regelbetrieb die vollständige und effiziente Einsatzdokumentation sowie die Unterstützung einzelner Einsatzkräfte im Vordergrund, während im Ausnahmebetrieb die computergestützte Kooperation und Entscheidungsunterstützung größere Bedeutung erlangt.

11.1.4 Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit des Ansatzes

Die Frage, inwiefern die erarbeiteten Bedienkonzepte und Interaktionselemente einerseits die Akzeptanz und andererseits die Gebrauchstauglichkeit mobiler computerbasierter Lösungen im Rettungsdienst erhöhen, kann wie folgt beantwortet werden.

Der Prototyp eines durchgängig in Regel- und Ausnahmebetrieb nutzbaren Anwendungssystems wurde in Form einer iterativen Arbeitsweise und mit einem hohen Grad an Benutzerpartizipation entwickelt. Es wurden:

- einzelne Einsatzkräfte mehrfach interviewt. Bei diesen Gelegenheiten wurde mit ihnen auch der jeweils aktuelle Stand der Entwicklung diskutiert;
- Fachmessen, Workshops, Fortbildungen und Tagungen zu notfallmedizinisch relevanten Themen besucht (z. B. Interschutz 2011, Organisationen und Experten des Notfalls 2011, Praxisseminar Einsatztraining Großunfall XIII „Dokumentation und Sichtung“ 2012, RETTmobil 2011, RETTmobil 2012);

- mit insgesamt mehr als 40 Teilnehmern von verschiedenen Rettungsdiensten eigene Präsentationen und Workshops durchgeführt.

Darüber hinaus wurde eine fortgeschrittene Version des Anwendungssystems auf einem eigenen Messestand beim nationalen Forum für Notfallmedizin und Rettung präsentiert und an zwei Tagen mit dem Fachpublikum diskutiert. Neben den Experten aus den Bereichen Rettungswesen und Notfallmedizin wurden das Anwendungssystem und insbesondere seine Benutzungsschnittstelle auch von Experten aus den Bereichen Software-Ergonomie, Interaktionsdesign und Usability-Engineering formativ evaluiert. So sollten sowohl die Konformität des Prototyps mit anerkannten Gestaltungsprinzipien als auch die Eignung für den Nutzungskontext Rettungsdienst sichergestellt werden. Im Rahmen dieser Veranstaltungen und Maßnahmen wurden sowohl die grundlegende Idee eines durchgängig im Regel- und Ausnahmebetrieb nutzbaren Systems mit einer konsistenten und erwartungskonformen Benutzungsschnittstelle als auch die prototypische Umsetzung immer wieder befürwortet. Eine entsprechende Beschreibung wurde 2013 für die Postersitzung zum „AGNN-Preis für Notfallmedizin“ der Arbeitsgemeinschaft in Norddeutschland tätiger Notärzte angenommen.

Im Sinne einer summativen Evaluation wurde der Prototyp bei einem Übungseinsatz einer Berufsfeuerwehr eingesetzt. Dabei mussten 40 virtuelle, d. h. durch rollenspielartige Karten beschriebene Patienten nach einem simulierten Einsturz eines Supermarktdaches versorgt werden. Alle relevanten Einsatzabschnitte wurden besetzt und die Einsatzkräfte mit über WLAN verbundenen Tablet-PCs ausgerüstet. Zwar waren einige der Teilnehmer an den zuvor beschriebenen formativen Evaluationsmaßnahmen beteiligt; sie hatten jedoch zum Zeitpunkt der Übung keine nennenswerte Praxiserfahrung mit dem Anwendungssystem.

Unter den Bedingungen des *Worst-Case-Szenarios*, d. h. der erstmaligen Nutzung des Anwendungssystems im Ausnahmebetrieb ohne vorherige Eingewöhnung im Regelbetrieb, wurden trotz technischer Schwierigkeiten akzeptable Evaluationsergebnisse erzielt und Möglichkeiten zur Weiterentwicklung erkannt.

Es kann gefolgert werden, dass ein im rettungsdienstlichen Regel- und Ausnahmebetrieb durchgängig nutzbares interaktives System mit konsistenter Benutzungsschnittstelle auf Grundlage der geschilderten Prinzipien realisierbar ist und auch zur Akzeptanz der fortschreitenden Digitalisierung beiträgt. Die technische Zuverlässigkeit der einzelnen Komponenten sowie der Infrastruktur ist dabei jedoch notwendige Voraussetzung für die Gebrauchstauglichkeit einer im Realbetrieb einsetzbaren Systemlösung.

11.1.5 Empfehlungen für die Digitalisierung der Rettungsdienste

Die Frage, welche Empfehlungen aus Sicht der Fachgebiete Medieninformatik und Mensch-Computer-Interaktion für die weitere Digitalisierung des Rettungsdienstes zu geben sind, kann wie folgt beantwortet werden.

In dieser Arbeit wurde mehrfach darauf hingewiesen, dass das umfassende Verständnis eines Nutzungskontextes Voraussetzung für die Entwicklung gebrauchstauglicher Lösungen ist. Werden dabei Probleme oder Widersprüche offensichtlich, die die Gebrauchstauglichkeit der interaktiven Systeme gefährden, aber nicht direkt im Einflussbereich der Systementwickler liegen, müssen sie von den zuständigen Fachleuten geklärt werden. Folgende Punkte gilt es mit rettungsdienstlicher und juristischer Expertise zu bewerten:

1. die Ausbildung und Schulung für die verändernden Arbeitsweisen und -mittel;
2. die Vielfalt an Dokumentationssystemen und Arbeitsmitteln im Regel- wie im Ausnahmebetrieb (Einsatzprotokolle, Übersichtsdokumentationen, etc.);
3. die Kategorien im Sichtungsprozess und ihre Bedeutung für den Ausnahmebetrieb;
4. die Freiwilligkeit der algorithmenbasierten Sichtung durch Notärzte;
5. die Weiterentwicklung von Arbeitsweisen und Organisationsformen;
6. die Standardisierung von Schnittstellen zu Monitorsystemen und Medizingeräten;
7. die Anwendbarkeit bestehender rechtlicher Regelungen (z. B. das Medizinproduktegesetz) sowie die Notwendigkeit neuer Gesetze und Verordnungen.

Bei Nichtbeachtung dieser Aspekte und einer einseitigen Fokussierung auf die Veränderung der technischen Komponenten des komplexen soziotechnischen Systems Rettungsdienst drohen Insellösungen mit unterschiedlicher Gebrauchstauglichkeit und Akzeptanz. Umfassende Veränderungen der rettungsdienstlichen Praxis, wie z. B. die Ablösung des Berufsbildes Rettungsassistent durch das des Notfallsanitäters, könnten Anlass und Gelegenheit bieten, um die notwendigen Anpassungen einzuleiten. Eine solche betrifft z. B. die Abläufe bei der Patientenversorgung im Ausnahmebetrieb. Hier muss sichergestellt werden, dass die Ein- und Ausgänge aller Einsatzabschnitte von Helfern mit Tablet-PCs besetzt sind (siehe exemplarisch Abbildung 71). Patienten dürfen nicht daran vorbeigeschleust werden, wie es z. B. bei spontanen Abtransporten, heutzutage noch vorkommt.

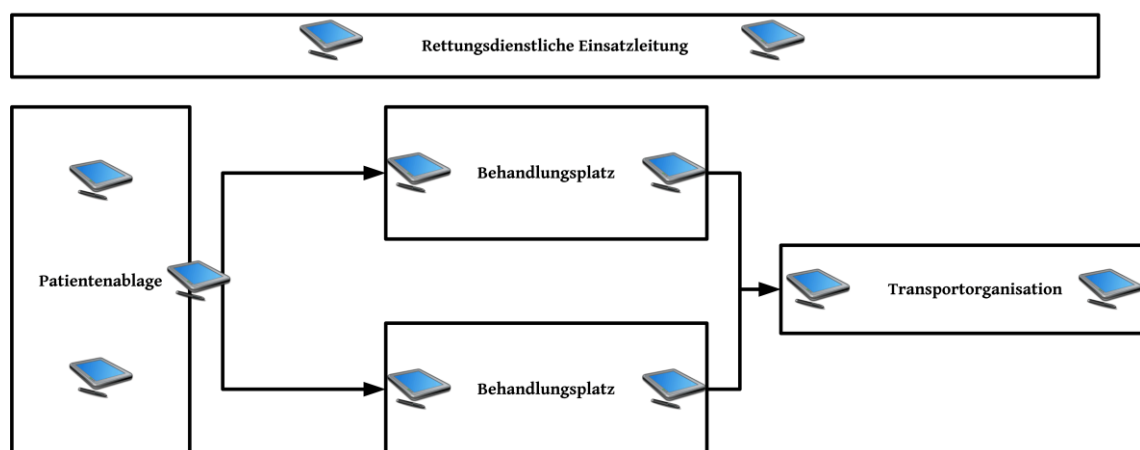


Abbildung 71: Ablauforganisation im Ausnahmebetrieb unter Verwendung von Tablet-PCs

Shneiderman (2011) verweist zurecht darauf, dass die Zertifizierung von Passagierflugzeugen weithin akzeptiert ist, bei elektronischen Patientenakten bislang allerdings nicht in Betracht gezogen wird. Dies erscheint auch unter der Maßgabe fragwürdig, dass „in jedem

Land, in jeder Landschaft und in jedem Landkreis [...] jeder Bürger einen gleichwertigen Rettungsdienst erwarten können [muss], denn wie käme er dazu, irgendwo schlechter gerettet zu werden als anderswo?“ (Großmann, 1982, S. 445). Kapitel 1 wurde mit der Feststellung eingeleitet, nach der die Dokumentation und Information bei der Bewältigung von Schadensereignissen nicht in dem Maße gewürdigt werden, wie es angebracht wäre. Im Hinblick auf die zunehmende Digitalisierung dieser Prozesse sollte dies Mahnung und Warnung zugleich sein.

11.1.6 Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf andere Domänen

Die Frage, inwiefern Erkenntnisse verallgemeinert oder auf andere Anwendungsdomänen übertragen werden können, lässt sich wie folgt beantworten.

Ein fließender Übergang zwischen einem (alltäglichen) Regelbetrieb und einem (seltenen) Ausnahmebetrieb ist nicht nur im Rettungswesen zu beobachten, sondern auch in anderen Kontexten nachzuvollziehen, z. B. im Flugwesen oder beim Betrieb von Kernkraftwerken. Die Frage, wie die gewohnten Anwendungen und ihre Interaktionskonzepte, ggf. in angepasster Form, auch bei außergewöhnlichen Ereignissen genutzt werden können, stellt sich darüber hinaus in allen sicherheitskritischen Domänen. Sie verlangt in Abhängigkeit von den weiteren Eigenschaften des Nutzungskontextes unterschiedliche Antworten.

Dies betrifft beispielsweise gestufte Formen der Automatisierung und Assistenz, also Fragen der Mensch-Maschine-Arbeitsteilung sowie der Verfügbarkeit von Funktionen. Dabei sind einerseits mehrstufige oder stufenlose Automatisierungsgrade und andererseits nicht mehr nur professionell geschulte Operateure, sondern zunehmend auch Laien und Gelegenheitsnutzer, zu betrachten. Dies gilt beispielsweise im Automobilbereich, wo dem Fahrer bei modernen Fahrzeugen ohne spezielle Schulungsmaßnahmen eine Vielzahl von Assistenz- und Automatisierungsfunktionen begegnet.

Ein weiterer Aspekt, der vom Nutzungskontext Rettungsdienst auf andere Domänen übertragen werden kann, betrifft die traditionell mit der Großtechnik verknüpften Themenkomplexe wie Prozessführung oder Human Factors. Sie lassen sich auf die Datenverarbeitung, Informationsdarstellung und Interaktion mit portablen Endgeräten anwenden. Die grundsätzlichen Vorgehensweisen (z. B. die menschenzentrierte Entwicklung nach DIN EN ISO 9241-210:2010) und Kriterien (z. B. die Grundsätze der Dialoggestaltung nach DIN EN ISO 9241-110:2006) können prinzipiell ebenfalls angewendet werden.

Essenziell ist es, auch und gerade in missions- oder sicherheitskritischen Kontexten die Gebrauchstauglichkeit und Akzeptanz der interaktiven Systeme gleichermaßen wie die technische Zuverlässigkeit zu berücksichtigen. Letztere kann als Voraussetzung für die Nutzung interaktiver Systeme in diesen Domänen angesehen werden. Sie allein gewährleistet jedoch noch nicht, dass keine fehlerhaften Zustände oder ein Ereignis mit unerwünschten Konsequenzen eintreten. Die Ursachen dafür dann als „Menschliches Versagen“ zu klassifizieren, nützt weder den Betroffenen noch einer sachgerechten Aufarbeitung der Geschehnisse. Vielmehr muss die Gebrauchstauglichkeit von Zwischenständen und End-

ergebnissen fachgerecht beurteilt werden und Iterationen, d. h. das unter Umständen mehrfache Wiederholen von Arbeitsschritten, um Verbesserungen zu erzielen, in die Projektarbeiten eingeplant werden. Weitere Erkenntnisse, die sich unmittelbar auf bestimmte Anwendungs- und Themenfelder übertragen lassen, werden im folgenden Abschnitt beschrieben.

11.2 Ausblick

Nachfolgend wird Forschungs- und Entwicklungsbedarf in Themenfeldern skizziert, die in Bezug zum Nutzungskontext Rettungsdienst stehen. Dies sind das Gesundheitswesen (siehe Abschnitt 11.2.1), das Katastrophen- und Krisenmanagement (siehe Abschnitt 11.2.2) sowie sicherheitskritische Mensch-Maschine-Systeme allgemein (siehe Abschnitt 11.2.3).

11.2.1 Gesundheitswesen

Nicht nur präklinisch, sondern auch innerhalb klinischer Einrichtungen werden zunehmend neben stationären Computern auch mobile interaktive Systeme eingesetzt. Somit stellen sich Fragen nach geeigneten Informationsdarstellungen und Interaktionsformen. Die meist sehr komplexen Klinikinformationssysteme können dabei kaum Vorbilder sein. Es müssen Gestaltungskonzepte entwickelt und erprobt werden, die über traditionelle Funktionen wie Suchen, Sortieren oder Filtern hinausgehen. Die Integration und Bereitstellung orts- und anderer kontextbezogener Daten oder die umfassende Anpassung der Infrastruktur und Ressourcen, beispielsweise durch RFID-Chips, könnten praxistaugliche Ansätze sein. Dies aber nur unter den Bedingungen, dass einerseits die Gebrauchstauglichkeit und Akzeptanz der Lösungen systematisch adressiert wird und andererseits Arbeitsprozesse an die veränderten Arbeitsmittel angepasst werden.

Verbunden mit dem Zuwachs an computerbasierten Werkzeugen und Systemen ist ihre zunehmende Integration und Vernetzung. Sie setzen nicht nur standardisierte Maschine-Maschine-Schnittstellen und Austauschformate voraus. Es müssen Wege gefunden werden, wie Benutzer ihre erworbenen Fähigkeiten im Umgang mit Teilkomponenten auf andere Systembestandteile übertragen können und wie sich Arbeiten, die an einem Endgerät begonnen wurden, auf einem anderen fortsetzen lassen. Andernfalls wächst zwar die Menge verfügbarer Daten, ohne sich jedoch im Sinne eines Informationsgewinnes für die Ärzteschaft, das Pflegepersonal und nicht zuletzt die Patienten auszuwirken.

Neben der systematischen Gewährleistung gebrauchstauglicher Systemlösungen müssen, analog zum Rettungswesen, Schulungs- und Trainingskonzepte entwickelt und erprobt werden, die die Digitalisierung und Vernetzung im Gesundheitswesen aufgreifen. Dies ist umso notwendiger, solange der Umgang mit Fehlern in dieser Domäne durch individuelle Schuldzuweisungen geprägt bleibt.

11.2.2 Katastrophen- und Krisenmanagement

Katastrophen und Krisen stellen für die mit ihrer Bewältigung beauftragten Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben besondere Herausforderungen dar. Computerbasierte Lösungen zur Koordination der Arbeiten innerhalb einer Organisation, wie am Beispiel des Rettungsdienstes in dieser Arbeit beschrieben, werden dabei zukünftig in Einklang gebracht werden müssen mit Systemen zum:

- organisationsübergreifenden Austausch von Daten und Informationen, z. B. zur Erstellung gemeinsamer Lagebilder;
- Austausch zwischen den Fachkräften und der betroffenen bzw. interessierten Öffentlichkeit, z. B. über soziale Netzwerke (Mentler & Herczeg, 2014c; Reuter, Marx & Pipek, 2012).

Dabei stellt sich auch hier insbesondere die Problematik des nahtlosen Übergangs zwischen Regel- und Ausnahmebetrieb. Wie können Funktionen geeignet skaliert und zwischen Mensch und Maschine aufgeteilt werden? Wie sind Systeme zu gestalten, die Daten aus verschiedenen Quellen einholen, zusammenfassen und visualisieren, um den Benutzer das Erkennen von Entwicklungen (z. B. Trends oder Schwerpunkte) zu ermöglichen? Neben diesen Fragen ist auch die Kooperation zwischen Domänenexperten und Laien hinsichtlich der Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen zu klären. So besteht beispielsweise das Spannungsverhältnis, dass Betroffene einerseits über relevante Ereignisse informiert werden müssen, um ggf. geeignete Maßnahmen ergreifen zu können. Andererseits kann die Multiplikatorfunktion sozialer Netzwerke dazu führen, dass sich Mitteilungen sehr schnell und ggf. verändert verbreiten. Dies könnte Panik und Chaos Vorschub leisten. In jedem Fall wächst die Bedeutung interaktiver Systeme für das Katastrophen- und Krisenmanagement. Aus zusätzlichen Hilfsmitteln werden zentrale Komponenten (Mentler & Herczeg, 2014c).

11.2.3 Sicherheitskritische Mensch-Maschine-Systeme

Bei der Forschung und Entwicklung im Bereich sicherheitskritischer Mensch-Maschine-Systeme wird klassischerweise zwischen einem aufgabenorientierten Normalbetrieb und einen ereignisgesteuerten Ausnahmebetrieb unterschieden und von professionell geschulten Operateuren ausgegangen (Herczeg, 2014; Kirwan & Ainsworth, 1992). Der oftmals fließende Übergang zwischen diesen beiden Betriebsarten wurde bislang kaum berücksichtigt, obwohl die ersten Minuten oder Stunden nach dem Auftreten eines ungewöhnlichen Ereignisses für dessen Bewältigung entscheidend sein können. Hollnagel (2012) hat hier mit dem *Resilience Engineering* und der *Functional Resonance Analysis Method (FRAM)* erste Vorarbeiten geleistet, die aber weiter vertieft und in die Praxis überführt werden müssen.

Mit der Etablierung mobiler Endgeräte in sicherheitskritischen Kontext stellt sich die Frage nach geeigneten Gestaltungsmustern und Interaktionskonzepten. Dabei können weder die aus dem Freizeit- und Unterhaltungsbereich bekannten Plattformen noch die Empfehlungen für Cockpits und Leitwarten unangepasst übernommen werden. Erstere sind nicht für

sicherheitskritische Domänen und den Grad an Verantwortung, den die Benutzer tragen, konzipiert, Letztere sind auf größere Bildschirme und andere Interaktionsformen ausgelegt. Es ist jedoch zu erwarten, dass die Operateure die in ihrem privaten Umfeld gesammelten Erfahrungen und Eindrücke mit denen am Arbeitsplatz in Beziehungen setzen werden. Somit wird es zukünftig nicht nur um die Gebrauchstauglichkeit gehen, sondern stärker als bisher auch um emotionale, hedonistische und ästhetische Faktoren – zusammengefasst unter dem Begriff *User Experience (UX)* (Buie & Murray, 2012). Geeignete Evaluationsmethoden und -kriterien sind notwendig.

11.3 Abschließendes Fazit

Mobile computerbasierte Werkzeuge und interaktive Systeme können nachweislich dazu beitragen, dass Rettungsdienste und ihre Mitarbeiter den wachsenden Anforderungen an die Effektivität und Effizienz der rettungsdienstlichen Maßnahmen besser gerecht werden können. Dies ist jedoch nicht selbstverständlich und kann nur gelingen, wenn die Gebrauchstauglichkeit und Akzeptanz der Lösungen systematisch adressiert wird. Letztlich werden immer die Notärzte und das Rettungsfachpersonal in der Verantwortung stehen, die Verletzten oder Erkrankten bestmöglich zu versorgen. Interaktive Systeme können sie dabei bestenfalls unterstützen, schlimmstenfalls aber daran hindern.

Im Hinblick auf die abzusehende Entwicklung der mobilen Endgeräte und der Infrastrukturen wird dies zunehmend keine Frage der technischen Machbarkeit, sondern des individuellen und gesellschaftlichen Willens, den Benutzer als Menschen in den Mittelpunkt der Betrachtungen zu stellen. Verweise auf Maßnahmen Dritter (z. B. Schulungen) oder benutzerbezogene Schuldzuweisungen entbinden nicht die von der Verantwortung, die an der Entwicklung interaktiver Systeme beteiligt sind – auch und gerade in sicherheitskritischen Kontexten.

Abbildungen

Abbildung 1: Beispiele für die Dokumentation im Regeldienst (links) und bei größeren Schadenslagen (rechts)	2
Abbildung 2: Gliederung der Arbeit	6
Abbildung 3: Das amerikanische Incident Command System (ICS) nach O'Neill (2005, S. 261)	14
Abbildung 4: Ansätze zur mobilen Datenerfassung im Rettungsdienst	15
Abbildung 5: Ärztlicher Aus- und Weiterbildungsweg (Bundesministerium für Gesundheit, 2002; Mallek et al., 2011; Moecke, 2007).....	19
Abbildung 6: Vertreter der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) bei einer Einsatzübung.....	22
Abbildung 7: Beispiel für eine Hierarchische Aufgabenanalyse (HTA) in Anlehnung an Herczeg (2009, S. 24).....	27
Abbildung 8: HTA für den rettungsdienstlichen Regelbetrieb	29
Abbildung 9: Defibrillator und Notarztkoffer mit Medikamenten im Regelbetrieb.....	31
Abbildung 10: Hierarchische Aufgabenanalyse für die Besatzung des ersteintreffenden Rettungsmittels.....	35
Abbildung 11: Hierarchische Aufgabenanalyse für den Leitenden Notarzt (LNA)	35
Abbildung 12: Hierarchische Aufgabenanalyse für den Organisatorischen Leiter (OrgL).....	36
Abbildung 13: Papierbasierte Arbeitsmittel im Ausnahmebetrieb.....	37
Abbildung 14: Handschriftliche Aufzeichnungen und zu große Aufkleber bei einer Übung zum Ausnahmebetrieb	38
Abbildung 15: Rettungskette nach Ahnefeld (in Anlehnung an Ziegenfuß, 2007, S. 7).....	41
Abbildung 16: Arbeitsplatz in einer Leitstelle	42
Abbildung 17: Weisungsrechte im rettungsdienstlichen Regelbetrieb (Crespin & Peter, 2007)	44
Abbildung 18: Sichtungs- und Behandlungszelte bei einer Übung für den Ausnahmebetrieb	46
Abbildung 19: Organisatorischer Leiter (OrgL) und Leitender Notarzt (LNA) bei einer Übung.....	48
Abbildung 20: Weisungsrechte im Ausnahmebetrieb (Crespin & Peter, 2007, S. 37)	48

Abbildung 21: Aufbauorganisation im Ausnahmebetrieb am Beispiel der Stadt Düsseldorf (Soboll et al., 2009).....	49
Abbildung 22: Patientenorientierte Ablauforganisation im Ausnahmebetrieb	49
Abbildung 23: Schalenmodell nach Moray (1994).....	52
Abbildung 24: Mittlere stündliche Meldehäufigkeit in der Bundesrepublik Deutschland 2008/2009 nach normierten Tageskategorien (Schmiedel & Behrendt, 2011, S. 28)	54
Abbildung 25: Arbeitsplatz im Einsatzleitwagen (links) und im Zelt (rechts).....	55
Abbildung 26: Arten der Mobilität nach Roth (2005, S. 8).....	62
Abbildung 27: Deformation eines Prozesses in der Prozessführung (Herczeg, 2014, S. 104)	66
Abbildung 28: Normaler und anormaler Betrieb im Rettungsdienst	67
Abbildung 29: Notizen eines Einsatzleiters während eines Übungseinsatzes.....	70
Abbildung 30: Systemarchitektur von CANIS nach Grasser et al. (2007, S. 65)	73
Abbildung 31: Dialog zur Datumseingabe (Leitner, Ahlström & Hitz, 2007, S. 248).....	74
Abbildung 32: Phasen der Einsatzdokumentation mit DINO (Helm et al., 2007, S. 880).....	76
Abbildung 33: Elektronisches Notfallprotokoll und mobiler Drucker (Ellinger & Grenzwürker, 2011, S. 78)	78
Abbildung 34: Dialog zur Dokumentation des Monitorings (Ellinger et al., 1997, S. 491).....	79
Abbildung 35: Information- und Kommunikationsnetzwerk für die Notfallmedizin (Schächinger et al., 1999, S. 472).....	80
Abbildung 36: In die Bekleidung integrierter Xyberonaut MA IV mit Bildschirm (Schächinger et al., 1999, S. 473).....	81
Abbildung 37: Forte Notepad (Schächinger et al., 1999, S. 472)	82
Abbildung 38: Pocket-PC und Aufbau der Benutzungsschnittstelle (Chittaro, Zuliani & Carchietti, 2007, S. 21)	83
Abbildung 39: Einzeichnen von Verletzungen (Chittaro, Zuliani & Carchietti, 2007, S. 23).....	84
Abbildung 40: TCIMS-Systemarchitektur (Holzman, 1999, S. 17)	85
Abbildung 41: FMA-Komponenten integriert in eine Weste (Oviatt et al., 2000, S. 296).....	86
Abbildung 42: Der Field Medic Coordinator (Holzman, 2001, S. 215)	86
Abbildung 43: Dialog des Field Medic Coordinators (Oviatt et al., 2000, S. 298)	87
Abbildung 44: (oben) PDA zur Dokumentation von Patientendaten (Crawford, Gao & White, 2006) und (unten) grafische Benutzungsoberfläche für die Einsatzkräfte vor Ort (White, 2007, S. 3_29)	91
Abbildung 45: Komponenten des ALARM-Systems (Lawatschek et al., 2012a)	92

Abbildung 46: Tablet-PC mit Benutzungsoberfläche (Chaves et al., 2011, S. 665)	94
Abbildung 47: (links oben) SOGRO-PDA, (rechts oben) Bildschirmmaske im STaRT-Algorithmus und (unten) Bildschirmmaske des Triage Date Center (Gennaro, Kreuzer & Sroka, 2011, S. 21–23)	96
Abbildung 48: Systemkonzept für ein gemeinsames Lagebild durch Erfassung von Patienten und Einsatzkräften über PDAs und Tablet-PCs (Artinger et al., 2012, S. 291).....	99
Abbildung 49: Eine horizontale Linie (links) und ein Rechteck (rechts) als Hilfsmittel zur Auswahl von Patienten auf einer digitalen Lagekarte (Coskun et al., 2010)	99
Abbildung 50: Handheld des <i>TUMult</i> -Projektes über einem Algorithmus auf Papier (Nestler & Klinker, 2007b)	100
Abbildung 51: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme nach DIN EN ISO 9241-210:2010	104
Abbildung 52: Drei Perspektiven für das Verständnis des Nutzungskontextes.....	105
Abbildung 53: Realübung (links oben), Planspiel (rechts oben), SimCode-P (links unten) und SanHiSt-Simulation (rechts unten, Niessner (2010)) als Trainings- und Übungsformen im Rettungsdienst	107
Abbildung 54: DIN-A3-Blatt auf einem Tablet-PC	111
Abbildung 55: Patientenanhängerkarte für die Sichtungskategorie I des Lübecker Dokumentationssystems für den Großunfall (LüDoG). Der RFID-Chip ist in der linken oberen Ecke aufgeklebt.....	112
Abbildung 56: Eine Geräteklasse für alle Einsatzkräfte im Regel- und im Ausnahmebetrieb.....	115
Abbildung 57: Unterschiedliche Geräteklassen nur für den Ausnahmebetrieb (Lenert, 2007).....	116
Abbildung 58: Passive View nach Fowler (2006)	117
Abbildung 59: Grobausteilung der Benutzungsoberfläche für Regel- und Ausnahmebetrieb.....	118
Abbildung 60: Aufteilung zwischen Arbeitsinformationen und Dateneingabe.....	119
Abbildung 61: Entwurf und erster interaktiver Prototyp zur Eingabe von Datum und Uhrzeit	119
Abbildung 62: Entwurf der Einstiegsfrage des Assistenten für den Ausnahmebetrieb.....	120
Abbildung 63: Entwurf einer Bildschirmmaske für die digitale Patientenanhängerkarte im Ausnahmebetrieb.....	121
Abbildung 64: Digitale Patientenanhängerkarte auf dem Tablet-PC	122
Abbildung 65: Übersichtsdokumentation auf dem Tablet-PC	123
Abbildung 66: Alternative Entwürfe für Darstellung der Sichtungskategorien in der Übersichtsdokumentation.....	124
Abbildung 67: Manuelle und algorithmenbasierte Sichtungsmöglichkeiten.....	125

Abbildung 68: Messestand auf dem bundesdeutschen Forum für Notfallmedizin und Rettung	127
Abbildung 69: Benutzer mit digitaler Patientenanhängerkarte auf dem Tablet-PC	128
Abbildung 70: Auswertung des Fragebogens ISONORM 9241-110/S nach Kriterien	129
Abbildung 71: Ablauforganisation im Ausnahmebetrieb unter Verwendung von Tablet-PCs.....	139
Abbildung 72: Erste Seite des DIVI-Notarzteinsatzprotokolls (Moecke et al., 2004, S. 260)	192
Abbildung 73: Zweite Seite des DIVI-Notarzteinsatzprotokolls (Moecke et al., 2004, S. 261)	193
Abbildung 74: mSTaRT-Sichtungsalgorithmus (Kanz et al., 2006, S. 266).....	194
Abbildung 75: Vorderseite der Patientenanhängerkarte für die Sichtungskategorie II des Lübecker Dokumentationssystems für den Großunfall (LüDoG)	195
Abbildung 76: Rückseite der Patientenanhängerkarte für die Sichtungskategorie II des Lübecker Dokumentationssystems für den Großunfall (LüDoG)	195
Abbildung 77: Vorderseite einer in Nordrhein-Westfalen genutzten Patientenanhängerkarte (vgl. Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen, 2005).....	196
Abbildung 78: Rückseite einer in Nordrhein-Westfalen genutzten Patientenanhängerkarte (vgl. Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen, 2005).....	197
Abbildung 79: Übersichtsdokumentation Patientenzahlen (Persönliche Mitteilung von Jörg Hagedorn, Landeshauptstadt Kiel, 02.04.2011)	198
Abbildung 80: Übersichtsdokumentation Sichtung (Persönliche Mitteilung von Jörg Hagedorn, Landeshauptstadt Kiel, 02.04.2011)	198
Abbildung 81: Übersichtsdokumentation Bereitstellungsraum (Persönliche Mitteilung von Jörg Hagedorn, Landeshauptstadt Kiel, 02.04.2011)	199
Abbildung 82: Übersichtsdokumentation Behandlungsplatz (Eingang) (Persönliche Mitteilung von Jörg Hagedorn, Landeshauptstadt Kiel, 02.04.2011)	199
Abbildung 83: Übersichtsdokumentation Behandlungsplatz (Ausgang) (Persönliche Mitteilung von Jörg Hagedorn, Landeshauptstadt Kiel, 02.04.2011)	200
Abbildung 84: Übersichtsdokumentation Krankenhauskapazitäten (Persönliche Mitteilung von Jörg Hagedorn, Landeshauptstadt Kiel, 02.04.2011)	200
Abbildung 85: Startbildschirm des Assistenten im Ausnahmebetrieb	201
Abbildung 86: Auswahl des Einsatzabschnittes im Ausnahmebetrieb	201
Abbildung 87: Wahlmöglichkeit zwischen algorithmengestützter und manueller Sichtung	202
Abbildung 88: Assistent zur algorithmengestützten Sichtung.....	202
Abbildung 89: Dialog zur manuellen Sichtung	203
Abbildung 90: Hinweis zum Scannen des RFID-Aufklebers auf der Patientenanhängerkarte.....	203

Abbildung 91: Assistent zur Aufgabenwahl im Einsatzabschnitt Behandlungsplatz	204
Abbildung 92: Übersichtsdokumentation zur Sichtung.....	204
Abbildung 93: Übersichtsdokumentation zu Behandlung und Transport.....	205
Abbildung 94: Übersichtsdokumentation zum Bereitstellungsraum	205
Abbildung 95: Übersichtsdokumentation zu den Krankenhäusern.....	206
Abbildung 96: Dialog zum Erstellen von Notizen.....	206
Abbildung 97: Dialog zur Suche nach Patienten	207
Abbildung 98: Überblick über eine digitale Patientenanhängerkarte	207
Abbildung 99: Abschnitt Diagnose bei SK I einer digitalen Patientenanhängerkarte	208
Abbildung 100: Abschnitt Diagnose bei SK III einer digitalen Patientenanhängerkarte	208
Abbildung 101: Abschnitt Behandlung einer digitalen Patientenanhängerkarte	209
Abbildung 102: Abschnitt Transport einer digitalen Patientenanhängerkarte.....	209
Abbildung 103: Abschnitt Personendaten einer digitalen Patientenanhängerkarte	210
Abbildung 104: Dialog zur Eingabe des Vornamens eines Patienten	210

Tabellen

Tabelle 1: Krankentransport und Notfallrettung als Einsatzarten im Rettungsdienst	9
Tabelle 2: Intensivtransport und Massenanfall als Einsatzarten im Rettungsdienst	10
Tabelle 3: Vergleich von Transporteinsätzen, Notfallrettungen und Massenanfällen (nach Ackermann et al., 2011; Beck et al., 2002; Flemming & Adams, 2007; Mentges et al., 1997)	11
Tabelle 4: Vergleich des Fachkundenachweis Rettungsdienst und der Zusatzbezeichnung Notfallmedizin (nach Adams et al., 2009, S. 29; Ziegenfuß, 2007, S. 4)	20
Tabelle 5: Leitungsfunktionen für Notärzte nach Aniset et al. (2011) und DIN 13050:2009	21
Tabelle 6: Qualifikationen für Rettungsassistenten (DIN 13050:2009; Helfen, 2008, S. 8; Pluntke, 2013, S. 12–16).....	24
Tabelle 7: In Deutschland seit 2002 standardisierte Sichtungskategorien (Luiz, Lackner & Peter, 2010, S. 57; Sefrin, Weidringer & Weiss, 2003).....	33
Tabelle 8: Rettungsmittel und ihre typischen Besatzungen (Kühn, Luxem & Runggaldier, 2004, S. 615; Lutomsky & Flake, 2003, S. 57)	43
Tabelle 9: Einsatzabschnitte im rettungsdienstlichen Ausnahmebetrieb	47
Tabelle 10: Beispiele für Einsätze im Ausnahmebetrieb (Bunk, 2006; Einsiedel et al., 2004; Schulte & Klemp, 2010)	55
Tabelle 11: Charakteristische Eigenschaften komplexer soziotechnischer Systeme (Perrow, 1992; Vicente, 1999).....	64
Tabelle 12: Technische Prozesse im Zusammenhang mit Mensch-Maschine-Systemen (Johannsen, 1993).....	65
Tabelle 13: Problemkategorien in Bezug auf Papier (Sellen & Harper, 2002, S. 25–49).....	69
Tabelle 14: Vergleich EDV- und papiergestützter Dokumentation (Helm et al., 2009b).....	75
Tabelle 15: Auswertung des Feedbackbogens im DINO-Projekt (Helm et al., 2009a).....	77
Tabelle 16: Vergleich papierbasierter und RFID-basierter Anhängerkarten (Nestler, Huber & Klinker, 2009)	101
Tabelle 17: Grundsätze der Dialoggestaltung (DIN EN ISO 9241-110:2006).....	126
Tabelle 18: Obergriffe und Themen des interdisziplinären 80-Stunden-Kurses im Rahmen der Ausbildung zum Notarzt (Beckers, Biermann & Sopka, 2013, S. 170–171)	191

Literaturverzeichnis

- Abdulla, W., Rehwinkel, R., Netter, U., Börger, S., Abdulla, S., Bischel, A., Dorant, U., Isaak, I. & Wolf, S. (2009). Busunfall auf der Autobahn A14 bei Bernburg. *Notfall + Rettungsmedizin*, 12 (2), 123–129.
- Ackermann, O., Lahm, A., Pfohl, M., Vogel, T., Köther, B., Tio, K., Kutzer, A., Weber, M., Marx, F. & Hax, P.-M. (2011). Loveparade 2010 Duisburg – klinische Erfahrungen in Vorbereitung und Versorgung. *Der Unfallchirurg*, 114 (9), 794–800.
- Adams, H. A., Flemming, A., Ahrens, J. & Schneider, H. (Hrsg.). (2009). *Kursbuch Notfallmedizin. Fibel für angehende Notärzte*. Berlin: Lehmanns Media.
- Adams, H. A., Flemming, A. & Gänsslen, A. (2008). Massenanfall von Verletzten. Die Aufgaben des ersteintreffenden Notarztes. *Notfall + Rettungsmedizin*, 11 (6), 386–392.
- Adler, C., Krüsmann, M., Greiner-Mai, T., Donner, A., Chaves, J. M. & Via Estrem, A. (2011). IT-Supported Management of Mass Casualty Incidents: The e-Triage Project. In M. A. Santo, L. Sousa & E. Portel (Hrsg.), *Proceedings of the 8th International ISCRAM Conference*.
- Ahnefeld, F. W. (2003). Die Rettungskette: eine Idee wurde Wirklichkeit. *Notfall + Rettungsmedizin*, 6 (7), 520–525.
- Ahnefeld, F. W., Altemeyer, K.-H., Dick, W. F., Dirks, B., Lackner, C. K. & Stratmann, D. (2003). Die personelle Situation im Rettungsdienst. Versuch einer Bestandsaufnahme. *Notfall + Rettungsmedizin*, 6 (7), 526–532.
- Ahnefeld, F. W. & Brandt, L. (2002). Die historischen Fundamente der Notfallmedizin. *Notfall + Rettungsmedizin*, 5 (8), 607–612.
- Ahnefeld, F. W., Dick, W. & Schuster, H.-P. (2000). Anforderungen an die Ausstattung im Rettungsdienst. *Notfall + Rettungsmedizin*, 3 (2), 64–71.
- Alm, A. M., Gao, T. & White, D. M. (2006). Pervasive patient tracking for mass casualty incident response. *AMIA Annu Symp Proc*, 842. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1839350/pdf/AMIA2006_0842.pdf
- Al-Shaqsi, S. (2010). Models of International Emergency Medical Service (EMS) Systems. *Oman Medical Journal*, 25 (4), 320–323.
- Altemeyer, K.-H., Schlechtriemen, T. & Reeb, R. (2003). Rettungsdienst in Deutschland: Bestandsaufnahme und Perspektiven. *Notfall + Rettungsmedizin*, 6 (2), 89–101.

- Andres, B. (2013). *Sofortrettung bei Großunfall mit Massenansturm von Verletzten (SOGRO) – Erarbeitung einer PDA-Plattform*. : Andres Industries AG. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fb13/772097763.pdf>
- Aniset, L., Wulf, H., Wranze, E. & Kill, C. (2011). Medizinische Leitungsfunktionen im deutschen Rettungsdienst. *Notfall + Rettungsmedizin*, 14 (5), 399–408.
- Annett, J. (2004). Hierarchical Task Analysis. In D. Diaper & N. Stanton (Hrsg.), *The handbook of task analysis for human-computer interaction* (S. 67–82). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Arntz, H.-R. & Kreimeier, U. (2010). Die Leitstelle als Zentrale der „chain of survival“. *Notfall + Rettungsmedizin*, 13 (2), 101–103.
- Artinger, E., Maier, P., Coskun, T., Nestler, S., Maehler, M., Yildirim-Krannig, Y., Wucholt, F., Echtler, F. & Klinker, G. (2012). Creating a common operation picture in realtime with user-centered interfaces for mass casualty incidents. In Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) (Hrsg.), *2012 6th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth 2012) and Workshops* (S. 291–296). Piscataway, NJ: IEEE Computer Society.
- Asche, G. (1979). Derzeitiger Stand des organisierten Rettungsdienstes in der Bundesrepublik Deutschland. *Unfallchirurgie*, 5 (2), 59–65.
- Backhaus, C. (2010). *Usability-Engineering in der Medizintechnik. Grundlagen, Methoden, Beispiele* (VDI-Buch). Heidelberg: Springer.
- bao GmbH (Hrsg.). (2007). *Anleitung zur Benutzung der Auswertungsmatrix der ISONORM-Befragung*. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://www.seikumu.de/de/dok/dok-echtbetrieb/Anleitung-Auswertungsmatrix-ISONORM-Befragung.pdf>
- Baumeier, W. (2003). Katastrophen. Großes Erstaunen. Zu dem Beitrag Sichtungskategorien und deren Dokumentation von Prof. Dr. med. Peter Sefrin et al. in Heft 31–32/2003. *Deutsches Ärzteblatt*, 100 (38), A-2429. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://www.aerzteblatt.de/v4/archiv/artikel.asp?src=dimdi&id=38506>
- Bayeff-Filloff, M., Lackner, C. K. & Anding, K. (2001). Schnittstelle Rettungsdienst und Klinik. *Notfall + Rettungsmedizin*, 4 (7), 515–518.
- Beck, A., Bayeff-Filloff, M., Bischoff, M. & Schneider, B. M. (2002). Analyse der Inzidenz und Ursachen von Großschadensereignissen in einem süddeutschen Rettungsdienstbereich. *Der Unfallchirurg*, 105, 968–973.
- Beck, A., Bayeff-Filloff, M., Kanz, K.-G. & Sauerland, S. (2005). Algorithmus für den Massenansturm von Verletzten an der Unfallstelle. *Notfall + Rettungsmedizin*, 8 (7), 466–473.
- Becker, J., Hündorf, H.-P., Kill, C. & Lipp, R. (Hrsg.). (2006). *Lexikon Rettungsdienst. [A - Z]* (Grundlagen). Edewecht: Stumpf + Kossendey.

- Beckers, S., Biermann, H. & Sopka, S. (2013). Ausbildungssituation im deutschen Notarzdienst. In A. Neumayr, A. Schinnerl & M. Baubin (Hrsg.), *Qualitätsmanagement im prähospitalen Notfallwesen. Bestandsaufnahme, Ziele und Herausforderungen* (S. 168–177). Wien: Springer.
- Beckers, S. K., Müller, M., Timmermann, A., Walcher, F., Urban, B. & Angstwurm, M. (2009). Studentische Ausbildung in der Notfallmedizin. *Notfall + Rettungsmedizin*, 12 (5), 354–359.
- Behrendt, H. & Schmiedel, R. (2003). Die aktuelle Infrastruktur des Rettungsdienstes in der Bundesrepublik Deutschland im zeitlichen Vergleich (Teil I). *Notfall + Rettungsmedizin*, 6 (7), 501–508.
- Behrendt, H. & Schmiedel, R. (2004). Die aktuellen Leistungen des Rettungsdienstes in der Bundesrepublik Deutschland im zeitlichen Vergleich (Teil II). *Notfall + Rettungsmedizin*, 7 (1), 59–70.
- Behrendt, H., Schmiedel, R. & Auerbach, K. (2009). Überblick über die Leistungen des Rettungsdienstes in der Bundesrepublik Deutschland im Zeitraum 2004/05. *Notfall + Rettungsmedizin*, 12 (5), 383–388.
- Bemelman, M. & Leenen, L. (2008). Mass Casualty Event During a Musical Parade: Lessons Learned. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 34 (5), 451–456.
- Benko, H. & Wigdor, D. (2010). Imprecision, Inaccuracy, and Frustration: The Tale of Touch Input. In C. Müller-Tomfelde (Hrsg.), *Tabletops – Horizontal Interactive Displays* (Human-Computer Interaction Series, S. 249–275). London: Springer.
- Benyon, D. (2010). *Designing interactive systems. A comprehensive guide to HCI and interaction design* (2nd ed). Harlow, England: Addison Wesley.
- Bergmann, R. & Garrecht, M. (2008). *Organisation und Projektmanagement* (BA KOMPAKT). Heidelberg: Physica-Verlag.
- Bergrath, S., Rörtgen, D., Skorning, M., Fischermann, H., Beckers, S. K., Mutscher, C., Brokmann, J. C. & Rossaint, R. (2011). Notärztliche Einsatzdokumentation in der Simulation. *Der Anaesthetist*, 60 (3), 221–229.
- Beul, S., Mennicken, S., Ziefle, M., Jakobs, E.-M., Wielpütz, D., Skorning, M. & Roissant, R. (2010). The impact of usability in emergency telemedical services. In G. Salvendy & W. Karwowski (Hrsg.), *Proceedings of the 2010 AHFE International Conference (3rd International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics)*. Miami: USA Publishing.
- Bevan, N. (1995). Usability is Quality of Use. *Advances in Human Factors/Ergonomics*, 20, 349–354.
- Beyer, H. & Holtzblatt, K. (1998). *Contextual design. Defining customer-centered systems*. San Francisco, Calif: Morgan Kaufmann.
- Blickle, W. & Besemer, H. (2012). Die strukturierte Übergabe - So vermeiden Sie Informationslücken. *retten!*, 1 (02), 87–90.

- Blomeyer, R. (2012). Rettungsdienst. In C. Neitzel & K. Ladehof (Hrsg.), *Taktische Medizin* (S. 313–318). Berlin: Springer.
- Böhmer, R., Schneider, T. & Wolcke, B. (2006). *Taschenatlas Rettungsdienst. Der ständige Begleiter für den Rettungs- und Notarztdienst ; [basierend auf den aktuellen Leitlinien von ERC/ILCOR]* (Taschenatlas Rettungsdienst, 6., aktualisierte Aufl). Mainz: Naseweis-Verl.
- Bondarenko, O. & Janssen, R. (2005). Documents at Hand. Learning from Paper to Improve Digital Technologies. In G. van der Veer & C. Gale (Hrsg.), *Proceedings of the 2005 Conference on Human Factors in Computing Systems* (S. 121–130). New York, NY: ACM.
- Brokmann, J. & Rossaint, R. (2008). *Repetitorium Notfallmedizin. Zur Vorbereitung auf die Prüfung "Notfallmedizin"*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Brooke, J. (1996). SUS: a 'quick and dirty' usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester & I. McClelland (Hrsg.), *Usability evaluation in industry* (S. 189–194). London: Taylor & Francis.
- Brown, S., Griswold, W. & Lenert, L. A. (2005). A Web-Services Architecture Designed for Intermittent Connectivity to Support Medical Response to Disasters. In American Medical Informatics Association (Hrsg.), *Proceedings of the 2005 Annual Symposium* (S. 904).
- Buie, E. & Murray, D. (Hrsg.). (2012). *Usability in government systems. User experience design for citizens and public servants*. Burlington: Elsevier Science.
- Bundesärztekammer (Hrsg.). (2013). *Indikationskatalog für den Notarzteinsatz*. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter http://www.bundesaerztekammer.de/downloads/NAIK-Indikationskatalog_fuer_den_Notarzteinsatz_22022013.pdf
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.). (2010). *Forschung für die zivile Sicherheit. Schutz und Rettung von Menschen*. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter http://www.bmbf.de/pub/schutz_rettung_von_menschen.pdf
- Bundesministerium für Gesundheit. (2002). *Approbationsordnung für Ärzte. ÄAppO*. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter http://www.gesetze-im-internet.de/_appro_2002/index.html
- Bunk, M. (2006). MANV in Wedel (SH). Pfefferspray in Schulhalle ausgebracht. *Rettungs-Magazin*, 11 (4), 38–40.
- Buttussi, F., Chittaro, L., Carchietti, E. & Coppo, M. (2010). Using mobile devices to support communication between emergency medical responders and deaf people. In M. de Sá, L. Carriço & N. Correia (Hrsg.), *MobileHCI '10 Proceedings of the 12th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services* (S. 7–16).
- Cantrill, S. V. (2010). Computers in Patient Care. The Promise and the Challenge. *Communications of the ACM*, 53 (9), 42–47.

- Carroll, J. M. (1990). Infinite detail and emulation in an ontologically minimized HCI. In J. C. Chew & J. Whiteside (Hrsg.), *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems Empowering people - CHI '90* (S. 321–328). New York, NY: ACM.
- Chan, T. C., Buono, C. J., Killeen, J. P., Griswold, W. G., Huang, R. & Lenert, L. A. (2006). Tablet computing for disaster scene managers. *AMIA Annu Symp Proc*, 875.
- Chaves, J. M., Donner, A., Tang, C., Adler, C., Krüsmann, M., Via Estrem, A. & Greiner-Mai, T. (2011). An interdisciplinary approach to designing a mass casualty incident management system. In *2011 The 14th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC). Communications, Networking and Applications for the Internet of Things : October 2011, 3-7 : Le Quartz, Brest, France : WPMC'11* (S. 662–666). Piscataway, NJ: IEEE Computer Society.
- Chin, J. P., Diehl, V. A. & Norman, L. K. (1988). Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface. In J. J. O'Hare (Hrsg.), *CHI '88 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (S. 213–218). New York, NY: ACM.
- Chittaro, L., Ranon, R., Carchietti, E., Zampa, A., Biasutti, E., Marco, L. & Senerchia, A. (2009). A Knowledge-Based System to Support Emergency Medical Services for Disabled Patients. In C. Combi, Y. Shahar & A. Abu-Hanna (Hrsg.), *Artificial Intelligence in Medicine* (Lecture Notes in Computer Science, Bd. 5651, S. 176–180). Berlin: Springer.
- Chittaro, L., Zuliani, F. & Carchietti, E. (2007). Mobile devices in emergency medical services: user evaluation of a PDA-based interface for ambulance run reporting. In J. Löffler & M. Klann (Hrsg.), *Mobile Response. First International Workshop on Mobile Information Technology for Emergency Response, Mobile Response 2007, Sankt Augustin, Germany, February 22-23, 2007 : revised selected papers* (Lecture Notes in Computer Science, Bd. 4458, S. 19-28). Berlin: Springer.
- Chu, Y. & Ganz, A. (2007). WISTA: A Wireless Telemedicine System for Disaster Patient Care. *Mobile Networks and Applications*, 12 (2-3), 201–214.
- Cohen, P. R. & McGee, D. R. (2004). Tangible multimodal interfaces for safety-critical applications. *Communications of the ACM*, 47 (1), 41.
- Cooper, A., Reimann, R. & Cronin, D. (2007). *About face 3. The essentials of interaction design*. Indianapolis: Wiley.
- Coskun, T., Nestler, S., Artinger, E., Benzina, A. & Klinker, G. (2010). Is it possible to interact with a handheld device while holding it in both hands? In T. Eymann, J. M. Leimeister & A. Rashid (Hrsg.), *10. Workshop Mobile Informationstechnologien / Mobiles Computing in der Medizin (MoCoMed 2010)*. Mannheim.
- Crawford, D., Gao, T. & White, D. M. (2006). Information collection and dissemination: toward a portable, real-time information sharing platform for emergency response. *AMIA Annu Symp Proc*, 898.

- Crespin, U. B. & Peter, H. (Hrsg.). (2007). *Handbuch für Organisatorische Leiter* (3., überarb). Edewecht: Stumpf + Kossendey.
- Dahm, M. (2006). *Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion* (Informatik : Software-Ergonomie). München: Pearson Studium.
- Degele, N. (2002). *Einführung in die Techniksoziologie*. München: Fink.
- Demchak, B., Chan, T. C., Griswold, W. G. & Lenert, L. A. (2006). Situational awareness during mass-casualty events: command and control. *AMIA Annu Symp Proc*, 905.
- Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI), Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU, Bundesvereinigung der Arbeitsgemeinschaften der Notärzte Deutschlands e.V. (BAND) & Ständige Konferenz für den Rettungsdienst. (2003). Notfallmedizin in der Gesundheitsreform. Forderungen an die Politik. *Notfall & Rettungsmedizin*, 6 (1), 62.
- Dick, W. F. (1999). Opfer auf beiden Seiten... *Notfall + Rettungsmedizin*, 2 (1), 1-2.
- Dick, W. F. (2001). Perspektiven der Notfallmedizin für das 21. Jahrhundert. *Notfall + Rettungsmedizin*, 4 (7), 477-481.
- Dick, W. F. (2003). Anglo-American vs. Franco-German emergency medical services system. *Prehospital and disaster medicine*, 18 (1), 29-35; discussion 35-7.
- Dick, W. F., Ahnefeld, F. W. & Knuth, P. (Hrsg.). (2003). *Logbuch der Notfallmedizin. Algorithmen und Checklisten*. Berlin: Springer.
- Diepenseifen, C. J., Schewe, J.-C., Malotki, F. & Conrad, H. (2009). Blitzunfall bei Flugschau. *Notfall + Rettungsmedizin*, 12, 523-530. Verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/s10049-009-1157-6>
- Dirks, B. (2006). Management des Massenanfalls von Verletzten/Erkrankten durch den Leitenden Notarzt. *Notfall + Rettungsmedizin*, 9 (3), 333-346.
- Dobrev, M. (2012). *Analyse, Konzept und prototypische Implementierung einer Applikation zur Unterstützung von mobilen Einsatzkräften*. Belegarbeit, Technische Universität Dresden. Dresden.
- Donner, A., Adler, C., Ben-Amar, M. & Werner, M. (2010). IT-Supported Management of Mass Casualty Incidents: The e-Triage Project. In *Proceedings. 5th Security Research Conference, Berlin, September 7th - 9th, 2010*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=nbn:de:bvb:19-epub-17567-9>
- Donner, A. & Erl, S. (2012). *DLR Schlussbericht e-Triage. Förderkennzeichen 13N10542*. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://elib.dlr.de/76614/1/BMBF-Fkz-13N10542.pdf>

- Donner, A., Erl, S., Adler, C., Metz, A., Krüsmann, M., Greiner-Mai, T. & Ben-Amar, M. (2011). Projekt e-Triage: Datenmanagement für die elektronische Betroffenenfassung und Akzeptanz bei Rettungskräften. In H.-U. Heiß, P. Pepper, H. Schlingloff & J. Schneider (Hrsg.), *Informatik 2011. Informatik schafft Communities ; 41. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 4.-7.10.2011, TU Berlin (Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings, Bd. 192)*. Bonn: Ges. für Informatik.
- Einsiedel, T., Geuther, A., Kinzl, L. & Beck, A. (2004). Eisenbahnunglück - der Notarzt als Betroffener. Erkenntnisse über den Ablauf der „ersten Minuten“ nach einem Großschadensereignis. *Notfall + Rettungsmedizin*, 7 (2), 111–115.
- Ellebrecht, N. & Latasch, L. (2012). Vorsichtung durch Rettungsassistenten auf der Großübung SOGRO MANV 500. *Notfall + Rettungsmedizin*, 15 (1), 58–64.
- Ellinger, K. & Grenzwürker, H. (Hrsg.). (2011). *Kursbuch Notfallmedizin. Orientiert am bundeseinheitlichen Curriculum Zusatzbezeichnung Notfallmedizin*. Köln: Deutscher Ärzte Verlag.
- Ellinger, K., Luiz, T. & Obenauer, P. (1997). Optimierte Einsatzdokumentation im Notarzt-dienst mit Hilfe von Pen-Computern - erste Ergebnisse. *AINS - Anästhesiologie · Intensivmedizin · Notfallmedizin · Schmerztherapie*, 32 (08), 488–495.
- Fauth, T. (2003). *Entwicklung eines Systemkonzeptes zur Unterstützung der präklinischen Diagnose sowie der Triage bei Massenanfällen von Verletzten nach Großbränden*. Diplomarbeit, Hochschule Furtwangen. Furtwangen.
- Felleiter, P., Helm, M., Lampl, L. & Bock, K. H. (1995). Data processing in prehospital emergency medicine. *International journal of clinical monitoring and computing*, 12 (1), 37–41.
- Fiebig, M.-B. (2009). *Stressoren und Burnout bei Rettungsdiensten in Stadt und Land*. Dissertation, Universität zu Lübeck. Lübeck.
- Figl, K. (2009). ISONORM 9241/10 und Isometrics: Usability-Fragebögen im Vergleich. In H. Wandke, S. Kain & D. Struve (Hrsg.), *Mensch & Computer 2009. 9. fachübergreifende Konferenz für interaktive und kooperative Medien - Grenzenlos frei* (S. 143–152). München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Finkenzeller, K. (2002). *RFID-Handbuch. Grundlagen und praktische Anwendungen induktiver Funkanlagen, Transponder und kontaktloser Chipkarten* (3., aktualisierte und erw. Aufl.). München: Hanser.
- Fischer, P., Kabir, K., Weber, O., Wirtz, D. C., Bail, H., Ruchholtz, S., Stein, M. & Burger, C. (2008). Preparedness of German paramedics and emergency physicians for a mass casualty incident - a national survey. *International Journal of Disaster Medicine*, 1–7.
- Flemming, A. & Adams, H. A. (2007). Rettungsdienstliche Versorgung beim Massenanfall von Verletzten (MANV). *Intensivmedizin und Notfallmedizin*, 44, 452–459. Verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/s00390-007-0815-5>

- Fowler, M. (2006). *Passive View*. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://martinfowler.com/eaDev/PassiveScreen.html>
- Friedman, R. B. & Gustafson, D. H. (1977). Computers in clinical medicine, a critical review. *Computers and Biomedical Research*, 10 (3), 199–204.
- Gadatsch, A. (2012). *Grundkurs Geschäftsprozess-Management. Methoden und Werkzeuge für die IT-Praxis : eine Einführung für Studenten und Praktiker* (Studium, 7. Aufl.). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Galliers, J., Sutcliffe, A. & Minocha, S. (1999). An impact analysis method for safety-critical user interface design. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 6 (4), 341–369.
- Gao, T., Greenspan, D., Welsh, M., Juang, R. R. & Alm, A. M. (2005). Vital Signs Monitoring and Patient Tracking Over a Wireless Network. In *Engineering in Medicine and Biology Society, 2005. IEEE-EMBS 2005 : 27th Annual International Conference of the Engineering in Medicine and Biology Society : 1-4 September, 2005, [Shanghai, China]* (S. 102–105). Piscataway, N.J.: IEEE Computer Society.
- Gao, T., Massey, T., Sarrafzadeh, M., Selavo, L. & Welsh, M. (2007). Participatory user centered design techniques for a large scale ad-hoc health information system. In R. Kravets & C. Petrioli (Hrsg.), *Proceedings of the 1st ACM SIGMOBILE international workshop on Systems and networking support for healthcare and assisted living environments* (S. 43-48). New York, NY: ACM.
- Gao, T. & White, D. M. (2006). A next generation electronic triage to aid mass casualty emergency medical response. *Conference proceedings : ... Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Conference, Suppl*, 6501–6504.
- Garson, K. & Adams, C. (2008). Security and privacy system architecture for an e-hospital environment. In K. Klingenstein & K. Seamons (Hrsg.), *IDtrust '08 Proceedings of the 7th symposium on Identity and trust on the Internet* (S. 122–130). New York, NY: ACM.
- Gasch, B. (2011). Kooperationen. In F. Lasogga & B. Gasch (Hrsg.), *Notfallpsychologie. Lehrbuch für die Praxis* (2., überarbeitete Aufl., S. 409–412). Berlin: Springer-Verlag.
- Gennaro, M. Di, Kreuzer, J. & Sroka, M. (2011). Mobile Datenerfassung ersetzt Verletztenanhängekarte. SOGRO MANV 500 (Teil 3). *IM EINSATZ*, 18, 21–23.
- Gorgaß, B., Ahnefeld, F. W., Rossi, R., Lippert, H.-D., Krell, W. & Weber, G. (2005). *Rettungsassistent und Rettungssanitäter* (7. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Grasser, S., Thierry, J., Stingl, C. & Hafner, C. (2007). CANIS - Mobile Notfallprotokollierung: Systemlandschaft und Human-Computer- Interfaces. In G. Schreier, D. Hayn & E. Ammenwerth (Hrsg.), *eHealth2007 - Medical Informatics meets eHealth. Tagungsband der eHealth2007 am 1. Juni 2007 in Wien* (S. 63–68). Wien: Oesterr. Computer Ges.

- Grechenig, T., Bernhart, M., Breiteneder, R. & Kappel, K. (2010). *Softwaretechnik. Mit Fallbeispielen aus realen Entwicklungsprojekten* (IT Informatik). München: Pearson Studium.
- Gries, A., Arntz, H.-R., Lackner, C. K., Seekamp, A. & Altemeyer, K.-H. (2010). Facharzt für Notfallmedizin – Pro und Kontra. *Notfall + Rettungsmedizin*, 13 (6), 469–474.
- Gries, A. & Wilhelm, W. (2004). Defizite im präklinischen Management bestimmter Notfallsituationen. *Der Anaesthetist*, 53 (11), 1043–1044.
- Gries, A., Zink, W., Bernhard, M., Messelken, M. & Schlechtriemen, T. (2005). Einsatzrealität im Notarztendienst. *Notfall + Rettungsmedizin*, 8 (6), 391–398.
- Gries, A., Zink, W., Bernhard, M., Messelken, M. & Schlechtriemen, T. (2006). Realistic assessment of the physician-staffed emergency services in Germany. *Der Anaesthetist*, 55 (10), 1080–1086.
- Grill, T. & Blauhut, M. (2008). Design Patterns Applied in a User Interface Design (UID) Process for Safety Critical Environments (SCEs). In A. Holzinger (Hrsg.), *HCI and Usability for Education and Work* (Lecture Notes in Computer Science, Bd. 5298, S. 459–474). Springer.
- Großmann, J. (1982). 91. Aus der Sicht der Rettungsorganisation. *Langenbecks Archiv für Chirurgie*, 358 (1), 443–446.
- Grudin, J. (1996). The organizational contexts of development and use. *ACM Computing Surveys*, 28 (1), 169–171.
- Gubisch, T. (2008). *Spezifikation und Implementierung eines elektronischen Patientenerfassungssystems zum Einsatz bei Großschadensereignissen. Version 1.0*. Studienarbeit, Berufsakademie Lörrach. Lörrach.
- Gutsch, W., Huppertz, T., Zollner, C., Hornburger, P., Kay, M., Kreimeier, U., Schäuble, W. & Kanz, K.-G. (2006). Initiale Sichtung durch Rettungsassistenten. *Notfall + Rettungsmedizin*, 9 (4), 384–388.
- Haage, H., Röckelein, W. & Schächinger, U. (2002). Notfallhilfe. Datenübermittlung per Tetra-Netz mit NOAH. *NET*, 5, S. 54–55.
- Haas, B. & Nathens, A. B. (2008). Pro/con debate: Is the scoop and run approach the best approach to trauma services organization? *Critical Care*, 12 (5), 224.
- Hafner, C. & Thierry, J. (2007). Feasible Hardware Setups for Emergency Reporting Systems. In J. Löffler & M. Klann (Hrsg.), *Mobile Response. First International Workshop on Mobile Information Technology for Emergency Response, Mobile Response 2007, Sankt Augustin, Germany, February 22-23, 2007: revised selected papers* (Lecture Notes in Computer Science, Bd. 4458, S. 29–38). Berlin: Springer.
- Hassenzahl, M., Burmester, M. & Koller, F. (2003). AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. In G. Szwillus & J. Ziegler (Hrsg.), *Mensch & Computer 2003* (Berichte des German Chapter of the ACM, Bd. 57, S. 187–196). Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.

- Heinecke, A. M. (2004). *Mensch-Computer-Interaktion. Mit 18 Tabellen*. München: Fachbuchverl. Leipzig.
- Helfen, T. (2008). *Basics Notfall- und Rettungsmedizin* (Basics, 1. Aufl). München: Elsevier, Urban & Fischer.
- Helm, M., Hauke, J., Schlechtriemen, T. & Lampl, L. (2009a). „Zurück in die Zukunft“ – die papiergestützte digitale Notarzt-Einsatzdokumentation mit Pen. *Intensivmedizin und Notfallmedizin*, 46 (7), 503–509.
- Helm, M., Hauke, J., Schlechtriemen, T., Renner, D. & Lampl, L. (2007). Papiergestützte digitale Einsatzdokumentation im Luftrettungsdienst. *Der Anaesthesist*, 56 (9), 877–885.
- Helm, M., Hauke, J., Schlechtriemen, T., Renner, D. & Lampl, L. (2009b). Primäre Dokumentationsqualität bei papiergestützter digitaler Einsatzdokumentation. *Der Anaesthesist*, 58 (1), 24–29.
- Helm, M., Hauke, J., Schlechtriemen, T., Renner, D. & Lampl, L. (2011). Digital pen and paper - introducing a new technology for prehospital data recording in German Helicopter Emergency Medical Service. *European journal of emergency medicine : official journal of the European Society for Emergency Medicine*, 18 (6), 363–364.
- Helm, M., Jaehun, K., Lampl, L. & Hauke, J. (2012). Zum Dokumentationsverhalten von Notärzten während des Einsatzes. *Notfall + Rettungsmedizin*, 15 (2), 127–135.
- Hennes, H.-J. (1996). Das ideale Notarzteinsatzprotokoll. *Journal für Anästhesie und Intensivbehandlung* (4). Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://www.pabst-publishers.de/Medizin/med%20Zeitschriften/jai/1996-4/art-3.html>
- Hennes, P. (2001). Der Rettungsdienst - ein Schattendasein im deutschen Gesundheitswesen? *Intensivmedizin und Notfallmedizin*, 38 (8), 632–637.
- Herczeg, M. (2004). Interaktions- und Kommunikationsversagen in Mensch-Maschine-Systemen als Analyse- und Modellierungskonzept zur Verbesserung sicherheitskritischer Technologien. In M. Grandt (Hrsg.), *Verlässlichkeit der Mensch-Maschine-Interaktion* (DGLR-Bericht 2004-03, S. 73–86). Bonn: DGLR e.V.
- Herczeg, M. (2007). *Einführung in die Medieninformatik*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Herczeg, M. (2008). Vom Werkzeug zum Medium: Mensch-Maschine-Paradigmen in der Prozessführung. In M. Grandt & A. Bauch (Hrsg.), 50. *Fachausschusssitzung Anthropotechnik der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e.V. Beiträge zur Ergonomie zur Mensch-System-Integration* (DGLR-Bericht 2008-04/01, S. 1–11). Bonn: DGLR e.V.
- Herczeg, M. (2009). *Software-Ergonomie. Theorien, Modelle und Kriterien für gebrauchstaugliche interaktive Computersysteme*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.

- Herczeg, M. (2014). *Prozessführungssysteme. Sicherheitskritische Mensch-Maschine-Systeme und interaktive Medien zur Überwachung und Steuerung von Prozessen in Echtzeit*. München: de Gruyter Oldenbourg.
- Herdtle, S. (2003). Theoretische Ausbildung für den Notarztendienst. Leserbrief zu Notfall & Rettungsmedizin 5 (2002) 8: 582-585. *Notfall + Rettungsmedizin*, 6 (5), 366–372.
- Hering, T. & Beerlage, I. (2004). Arbeitsbedingungen, Belastungen und Burnout im Rettungsdienst. *Notfall + Rettungsmedizin*, 7 (6), 415–424.
- Heringshausen, G., Karutz, H. & Brauchle, G. (2010). Wohlbefinden, Lebenszufriedenheit und Work-Family-Konflikt bei Einsatzkräften im Rettungsdienst. *Notfall + Rettungsmedizin*, 13 (3), 227–233.
- Herrmann, P. (1997). Hightech im Notfall. *Notfall + Rettungsmedizin*, 0 (0), 55–59.
- Hesse, H. (1971). *Lektüre für Minuten. Gedanken aus seinen Büchern u. Briefen*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Hildebrand, E. (2006). Effizientere Notrufbearbeitung durch integrierte Regionalleitstelle. *Notfall + Rettungsmedizin*, 9 (5), 473–477.
- Hochheiser, H. & Shneiderman, B. (2011). Electronic medical records. Usability Challenges and Opportunities. *interactions*, 18 (6), 48–49.
- Hollnagel, E. (2012). *FRAM, the functional resonance analysis method. Modelling complex socio-technical systems*. Farnham, Surrey, UK England: Ashgate.
- Holzman, T. G. (1999). Computer-human interface solutions for emergency medical care. *interactions*, 6 (3), 13–24.
- Holzman, T. G. (2001). Speech-Audio Interface for Medical Information Management in Field Environments. *International Journal of Speech Technology*, 4 (3), 209–226.
- Holzman, T. G., Griffith, A., Hunter, W. G., Allen, T. & Simpson, R. J. (1995). Computer-assisted trauma care prototype. *Medinfo. MEDINFO*, 8 Pt 2, 1685.
- Hörner, R. (2000). Brennpunkt. Geiselnahme in Aschaffenburg. *Rettungsdienst*, 23 (6), 60–65.
- Houston, D. (1997). Is paperless painless? In *Proceedings of the 25th Annual ACM SIGUCCS Conference on User Services. Are you ready?* (S. 141–145). New York, NY: ACM.
- Hsiung, P.-A. & Lin, Y.-H. (2005). Modeling and Verification of Safety-Critical Systems Using Safecharts. In F. Wang (Hrsg.), *Formal techniques for networked and distributed systems - FORTE 2005. 25th IFIP WG 6.1 International Conference, Taipei, Taiwan, October 2-5, 2005 ; proceedings* (Lecture Notes in Computer Science, Bd. 3731, S. 290–304). Berlin: Springer.
- Hudson, J., Dix, A. & Parkes, A. (2005). User Interface Overloading: A Novel Approach for Handheld Device Text Input. In S. Fincher, P. Markopoulos, D. Moore & R. Ruddle (Hrsg.), *People and Computers XVIII – Design for Life. Proceedings of HCI 2004* (S. 69–85). London: Springer.

- Hüls, E. & Oestern, H.-J. (Hrsg.). (1999). *Die ICE-Katastrophe von Eschede. Erfahrungen und Lehren : eine interdisziplinäre Analyse*. Berlin: Springer.
- Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). (2005). *Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen – Nr. 50 vom 25. November 2005*. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter http://www.idf.nrw.de/service/downloads/pdf/anhaengekarte_anlage.pdf
- Jacko, J. A. & Sears, A. (Hrsg.). (2003). *The human-computer interaction handbook. Fundamentals, evolving technologies and emerging applications* (Human factors and ergonomics). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Jantzen, T., Burgkhardt, M., Burgkhardt, A. & Kampmann, J. (2008). Geschichte der Notfallmedizin im Osten Deutschlands. *Notfall + Rettungsmedizin*, 11 (8), 571–578.
- Jing, J., Helal, A. S. & Elmagarmid, A. (1999). Client-server computing in mobile environments. *ACM Computing Surveys*, 31 (2), 117–157.
- Joas, H. (2001). *Lehrbuch der Soziologie*. Frankfurt/Main: Campus-Verl.
- Johannsen, G. (1993). *Mensch-Maschine-Systeme*. Berlin: Springer.
- Kang, B., Bott, J. N. & LaViola, J. J. (2013). User perceptions of drawing logic diagrams with pen-centric user interfaces. In F. Samavati & K. Hawkey (Hrsg.), *Graphics Interface 2013. Regina, Saskatchewan, Canada, 29-31 May 2013 : proceedings* (S. 79–86). Vancouver, BC: Canadian Human-Computer Communications Society.
- Kanz, K.-G., Hornburger, P., Kay, M., Mutschler, W. & Schäuble, W. (2006). mSTART-Algorithmus für Sichtung, Behandlung und Transport bei einem Massenanfall von Verletzten. *Notfall + Rettungsmedizin*, 9, 264–270.
- Kaphengst, M. (2011). *Elektronische Systeme für die Erfassung von Patienten bei größeren und großen rettungsdienstlichen Einsätzen (MANV). Abschnittsarbeit im Rahmen der Ausbildung zum gehobenen feuerwehrtechnischen Dienst*. Bremen: Feuerwehr Bremen.
- Kaufmann, F. von & Kanz, K.-G. (2012). Die Rolle der Leitstelle im Prozess der präklinischen Versorgung. *Notfall + Rettungsmedizin*, 15 (4), 289–299.
- Kay, S. (2005). Usability: A critical success factor for managing change in the clinical infostucture. *Informatics for Health and Social Care*, 30 (2), 173–178.
- Kessatis, A., Stathi, C. J., Mavratzotis, E. C. & Papanastasiou, S. P. (2008). Application of a telemedicine system for the needs of prehospital emergency medicine at the area of Thrace-Greece. In F. Makedon, L. Baillie, G. Pantziou & I. Maglogiannis (Hrsg.), *Proceedings of the 1st international conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments*. New York, NY: ACM.
- Kill, C. & Andrä-Welker, M. (2004). *Referenzdatenbank Rettungsdienst Deutschland*. Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW, Verl. für Neue Wiss.

- Kindsmüller, M. C., Mentler, T., Herczeg, M. & Rumland, T. (2011). Care & Prepare – Usability Engineering for Mass Casualty Incidents. In A. Blandford, G. De Pietro, A. Gimblett, P. Oladimeji & H. Thimbleby (Hrsg.), *Proceedings of the 1st International Workshop on Engineering Interactive Computing Systems for Medicine and Health Care. co-located with the ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing System(EICS 2011)* (S. 30–35).
- Kirwan, B. & Ainsworth, L. K. (1992). *A Guide to task analysis*. London: Taylor & Francis.
- Klann, M., Malizia, A., Chittaro, L., Aedo Cuevas, I. & Levialdi, S. (2008). Hci for emergencies. In M. Czerwinski, A. M. Lund & D. S. Tan (Hrsg.), *Extended Abstracts Proceedings of the 2008 Conference on Human Factors in Computing Systems* (S. 3945–3948). New York, NY: ACM.
- Kling, R. (1987). The social dimensions of computerization. In J. M. Carroll & P. P. Tanner (Hrsg.), *Proceedings of the SIGCHI/GI conference on Human factors in computing systems and graphics interface - CHI '87* (S. 337–339). Amsterdam: ACM; North-Holland.
- Klingshirn, H. (2001). Ehrenamt und Professionalität im Rettungsdienst. *Notfall + Rettungsmedizin*, 4 (8), 587–588.
- Knight, J. C. (2002). Safety Critical Systems. Challenges and Directions. In W. Tracz, J. Magee & M. Young (Hrsg.), *ICSE '02: Proceedings of the 24th International Conference on Software Engineering* (S. 547-550). New York, NY: ACM.
- Knopf, J. (Hrsg.). (2007). *Bertolt Brecht. Die Gedichte*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Koppenberg, J., Briggs, S. M., Wedel, S. K. & Conn, A. K. (2002). Das amerikanische Notfallwesen - "emergency medical service" und "emergency room". *Notfall + Rettungsmedizin*, 5 (8), 598–605.
- Koval, T. & Dudziak, M. (1999). MediLink: a wearable telemedicine system for emergency and mobile applications. *Studies in health technology and informatics*, 64, 93–107.
- Kristensen, M., Kyng, M. & Palen, L. (2006). Participatory design in emergency medical service. In R. E. Grinter, T. Rodden, P. M. Aoki, E. Cutrell, R. Jeffries & G. M. Olson (Hrsg.), *Proceedings of the 2006 Conference on Human Factors in Computing Systems* (S. 161–170). New York, NY: ACM.
- Kühn, D., Luxem, J. & Runggaldier, K. (Hrsg.). (2004). *Rettungsdienst*. München: Elsevier, Urban & Fischer.
- Kuhnke, R. (2015). So wird man Notfallsanitäter – Aktueller Stand zum NotSanG. *retten!*, 4 (01), 64–67.
- Kyng, M., Nielsen, E. T. & Kristensen, M. (2006). Challenges in designing interactive systems for emergency response. In J. M. Carroll, S. Bødker & J. Coughlin (Hrsg.), *Proceedings of the 6th ACM conference on Designing Interactive systems* (S. 301–310). New York, NY: ACM.
- Lackner, C. K. (2003). Das Rettungswesen im Gutachten 2003 des Sachverständigenrates. *Notfall + Rettungsmedizin*, 6 (3), 154–174.

- Lackner, C. K., Wendt, M., Ahnefeld, F. W. & Koch, B. (2009). Von der Rettungskette zum akutmedizinischen Netzwerk. *Notfall + Rettungsmedizin*, 12 (1), 25–31.
- Landesregierung Schleswig-Holstein. (2013). Gesetz über die Notfallrettung und den Krankentransport (Rettungsdienstgesetz - RDG) vom 29. November 1991. RDG. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://www.gesetze-rechtsprechung.sh.juris.de/jportal/?quelle=jlink&query=RettDG+SH&psml=bssshoprod.psml>
- Lasogga, F. & Ameln, F. (2010). Kooperation bei Großschadensereignissen. *Gruppendynamik und Organisationsberatung*, 41 (2), 157–176.
- Latasch, L. & Di Gennaro, M. (2012). Lehren aus einer Rettungsdienstübung mit mehr als 500 Betroffenen. In B. Bergh, A. Rashid & R. Röhrig (Hrsg.), *1. Symposium ICT in der Notfallmedizin* (S. 61–62). Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House.
- Latasch, L. & Gennaro, M. Di. (2012). SOGRO - Ein Forschungsprojekt für eine bessere und effizientere medizinische Erstversorgung. *CRISIS PREVENTION* (3), 28–29.
- Latasch, L., Jung, G., Ries, R. & Stark, S. (2006). Neuere medizinische Versorgungskonzepte (zur WM 2006) bei 1000 und mehr Verletzten. *Notfall + Rettungsmedizin*, 9 (3), 258–263.
- Lawatschek, R., Düsterwald, S., Blümcke, M., Kaczmarek, S., Wirth, C. & Schultz, M. (2012a). *Unterstützung von Rettungskräften bei Großschadensereignissen durch neue Konzepte und innovative IT-Lösungen*. BMBF-Innovationsforum "Zivile Sicherheit", Berlin. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://www.bmbf.de/pubRD/ALARM.pdf>
- Lawatschek, R., Düsterwald, S., Wirth, C. & Schröder, T. (2012b). ALARM: A Modular IT Solution to Support and Evaluate Mass Casualty Incident (MCI) Management. In L. Rothkrantz, J. Ristvej & Z. Franco (Hrsg.), *ISCRAM 2012 conference proceedings book of papers. 9th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management*. Vancouver, BC: Simon Fraser University.
- Leitner, G., Ahlström, D. & Hitz, M. (2007). Usability of Mobile Computing in Emergency Response Systems – Lessons Learned and Future Directions. In A. Holzinger (Hrsg.), *HCI and usability for medicine and health care. Third Symposium of the Workgroup Human-Computer Interaction and Usability Engineering of the Austrian Computer Society, USAB 2007 Graz, Austria, November 22, 2007 Proceedings* (Lecture Notes in Computer Science, Bd. 4799, S. 241–254). Berlin: Springer.
- Lenert, L. A. (2007). *Wireless Internet Information System for Medical Response in Disasters*. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://collab.nlm.nih.gov/webcastsandvideos/siirsv/ucsdslides.pdf>
- Lenert, L. A., Chan, T. C., Kirsh, D. & Griswold, W. G. (2008). *Wireless Internet Information System for Medical Response in Disasters (WIISARD). Final Report*. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://collab.nlm.nih.gov/webcastsandvideos/siirsv/ucsdsummaryreport.pdf>

- Lenert, L. A., Palmer, D. A., Chan, T. C. & Rao, R. (2005). An Intelligent 802.11 Triage Tag for medical response to disasters. *AMIA Annu Symp Proc*, 440–444. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1560742/pdf/amia2005_0440.pdf
- Lipp, M. D. W., Haas, T., Jähnichen, G., Golecki, N. & Thierbach, A. (1999). Untersuchung zur Situation der Leitenden Notarztsysteme in Rheinland-Pfalz. *Notfall + Rettungsmedizin*, 2 (6), 367–374.
- Liu, Z. & Stork, D. G. (2000). Is paperless really more? *Communications of the ACM*, 43 (11), 94–97.
- Luiz, T. (2003). Notfallmedizin morgen. *Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS*, 38 (4), 296–302.
- Luiz, T., Jung, J. & von Lengen, R. H. (2011). *Auswertung der online-Abfrage zur Einsatzdokumentation im rheinland-pfälzischen Rettungsdienst*. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter http://www.iese.fraunhofer.de/content/dam/iese/en/mediacenter/documents/Essenz_Auswertung_der_online-Umfrage_der_AG_MEER_tcm27-89701.pdf
- Luiz, T., Lackner, C. K. & Peter, H. (Hrsg.). (2010). *Medizinische Gefahrenabwehr. Katastrophenmedizin und Krisenmanagement im Bevölkerungsschutz*. München: Elsevier, Urban & Fischer.
- Luiz, T. & van Lengen, R. (2011). Vereinheitlichung von Leitstellenstrukturen und -prozessen als Teil des Qualitätsmanagements im rheinland-pfälzischen Rettungsdienst. Teil I: Planung und technische Umsetzung. *Notfall + Rettungsmedizin*, 14 (3), 180–186.
- Luiz, T., Zurek, B., Rauen, C., Jugenheimer, K. & Ullrich, C. (2013). Einsatzdokumentation im Rettungsdienst: Papier oder Tablet? *Rettungsdienst*, 36 (7), 52–54.
- Lutomsky, B. & Flake, F. (Hrsg.). (2003). *Leitfaden Rettungsdienst*. München: Urban und Fischer.
- Maghsudi, M., Hente, R., Neumann, C., Schachinger, U. & Nerlich, M. (1999). Medical communication from emergency scenes using a notepad computer. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 5 (4), 249–252.
- Maier, R. & Röckelein, W. (1999). *An inter-organisational system to support emergency care process chains. The NOAH project*, Regensburg.
- Mallek, D. von, Biersack, H.-J., Mull, R., Wilhelm, K., Heinz, B. & Mellert, F. (2011). Medizintechnik in der ärztlichen Aus-, Weiter- und Fortbildung. *Der Onkologe*, 17 (5), 426–432.
- Mann, V., Brammen, D., Brenck, F., Euler, M., Messelken, M. & Röhrig, R. (2011). Innovative Techniken in der präklinischen Notfallmedizin in Deutschland - Eine Onlineerhebung unter den Ärztlichen Leitern Rettungsdienst. Innovative techniques in out-of-hospital emergency medicine in Germany - an Internet survey. *Anästhesiologie & Intensivmedizin*, 52 (11), 824–834.

- Massey, T., Gao, T., Welsh, M., Sharp, J. H. & Sarrafzadeh, M. (2006). The design of a decentralized electronic triage system. *AMIA Annu Symp Proc*, 544–548. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1839501/pdf/AMIA2006_0544.pdf
- Matern, U. & Büchel, D. (2011). Gebrauchstauglichkeit von Medizinprodukten. In R. Kramme (Hrsg.), *Medizintechnik. Verfahren - Systeme - Informationsverarbeitung* (S. 99–108). Berlin: Springer.
- Mayhew, D. J. (1999). *The usability engineering lifecycle. A practitioner's handbook for user interface design* (Morgan Kaufmann series in interactive technologies). San Francisco, Calif: Morgan Kaufmann Publishers.
- Mentges, D., Kirschenlohr, R., Adams, H. A., Boldt, J. & Riemann, J. F. (1997). Der rettungsdienstliche Ablauf bei Großschadensereignissen. Eine Untersuchung von 21 Fällen. *Der Anaesthetist*, 46 (2), 114–120.
- Mentler, T. (2010). *Mobile Datenerfassung bei einem Massenanfall von Verletzten*. Diplomarbeit, Universität zu Lübeck. Lübeck.
- Mentler, T. & Herczeg, M. (2013a). Applying ISO 9241-110 Dialogue Principles to Tablet Applications in Emergency Medical Services. In T. Comes, F. Fiedrich, S. Fortier, J. Geldermann & T. Müller (Hrsg.), *ISCRAM2013 Academic Papers. 10th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management* (S. 502–506).
- Mentler, T. & Herczeg, M. (2013b). Ein benutzer- und aufgabenzentriertes mobiles Anwendungssystem für den Massenanfall von Verletzten. In H. Handels & J. Ingenerf (Hrsg.), *Im Focus das Leben. Interdisziplinäre Forschung für die Patientenversorgung der Zukunft : 01. bis 05. September 2013, Lübeck* (Abstractband / GMDS, Bd. 58, 1. Aufl., S. 53–54). Berlin: Pro Business.
- Mentler, T. & Herczeg, M. (2013c). Ein mobiles computerbasiertes Dokumentations- und Informationssystem für den Massenanfall von Verletzten. *Der Notarzt*, 29 (04).
- Mentler, T. & Herczeg, M. (2013d). Routine- und Ausnahmehetrieb im mobilen Kontext des Rettungsdienstes. In S. Boll, S. Maaß & R. Malaka (Hrsg.), *Mensch & Computer 2013: Interaktive Vielfalt* (S. 109–118). München: Oldenbourg Verlag.
- Mentler, T. & Herczeg, M. (2014a). Human Factors and Ergonomics in Mobile Computing for Emergency Medical Services. In T. Ahram, W. Karwowski & T. Marek (Hrsg.), *Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE*. (S. 4149–4160).
- Mentler, T. & Herczeg, M. (2014b). Interactive Cognitive Artifacts for Enhancing Situation Awareness of Incident Commanders in Mass Casualty Incidents. In C. Stary (Hrsg.), *Proceedings of the 2014 European Conference on Cognitive Ergonomics*. New York, NY: ACM.

- Mentler, T. & Herczeg, M. (2014c). Mensch-Maschine-Systeme im resilienten Krisenmanagement. In A. Butz, M. Koch & J. Schlichter (Hrsg.), *Mensch & Computer 2014 - Workshopband* (S. 105–110). München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Mentler, T., Herczeg, M., Jent, S., Stoislow, M., Kindsmüller, M. C. & Rumland, T. (2012). Routine mobile applications for emergency medical services in mass casualty incidents. *Biomedizinische Technik. Biomedical engineering*, 57 Suppl 1.
- Mentler, T., Jent, S. & Herczeg, M. (2013). Ein interaktives Trainingssystem zur Nutzung mobiler computerbasierter Werkzeuge bei rettungsdienstlichen Großeinsätzen. In M. Grandt & S. Schmerwitz (Hrsg.), 55. *Fachausschusssitzung Anthropotechnik der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e.V. Ausbildung & Training in der Fahrzeug- und Prozessführung* (S. 103–117). Bonn: DGLR e.V.
- Mentler, T., Kindsmüller, M. C., Herczeg, M. & Rumland, T. (2011). Eine benutzer- und aufgabenzentrierte Analyse zu mobilen Anwendungssystemen bei Massenanfällen von Verletzten. In H.-U. Heiß, P. Pepper, H. Schlingloff & J. Schneider (Hrsg.), *Informatik 2011. Informatik schafft Communities ; 41. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 4.-7.10.2011, TU Berlin (Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings, Bd. 192)*. Bonn: Ges. für Informatik.
- Mentler, T., Kindsmüller, M. C., Rumland, T. & Herczeg, M. (2010). Eingabegeräte und Eingabeverfahren im Kontext beanspruchender Tätigkeiten bei Massenanfällen von Verletzten. In M. Grandt & A. Bauch (Hrsg.), 52. *Fachausschusssitzung Anthropotechnik der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt Lilienthal-Oberth e.V. Innovative Interaktionstechnologien für Mensch-Maschine-Schnittstellen*, (S. 257–271). Bonn: DGLR e.V.
- Messelken, M., Schlechtriemen, T., Arntz, H.-R., Bohn, A., Bradschettl, G., Brammen, D., Braun, J., Gries, A., Helm, M., Kill, C., Mochmann, C. & Paffrath, T. (2011). Minimaler Notfalldatensatz MIND3. *Notfall + Rettungsmedizin*, 14 (8), 647–654.
- Michalsen, A. & Dick, W. (1998). Ethik im Rettungsdienst. *Notfall & Rettungsmedizin*, 1 (1), 5–12.
- Moecke, H. (2007). 50 Jahre Notarzdienst in Deutschland. Aspekte der historischen Entwicklung. *Notfall + Rettungsmedizin*, 10 (7), 515–522.
- Moecke, H., Dirks, B., Friedrich, H.-J., Hennes, H.-J., Lackner, C. K., Messelken, M., Neumann, C., Pajonk, F.-G., Reng, M., Ruppert, M., Schächinger, U., Schlechtriemen, T., Weinlich, M. & Wirtz, S. (2004). DIVI-Notarzteinsatzprotokoll. Version 4.2. *Notfall + Rettungsmedizin*, 7 (4), 259–261.
- Mohammed, A. B., Mann, H. A., Nawabi, D. H., Goodier, D. W. & Ang, S. C. (2006). Impact of London's terrorist attacks on a major trauma center in London. *Prehospital and disaster medicine*, 21 (5), 340–344.
- Moray, N. (1994). Error Reduction as a Systems Problem. In M. S. Bogner (Hrsg.), *Human error in medicine* (S. 67–91). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Motion Computing, I. (Hrsg.). (2011). *Motion® C5v Product Specifications*. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter https://www.motioncomputing.com/downloads/User_Docs/C5F5-Series/C5v_spec_sheet_US.pdf
- Motion Computing, I. (Hrsg.). (2012). *Motion F5t Product Specifications*. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter https://www.motioncomputing.com/downloads/User_Docs/C5F5-Series/F5_Product_Specs_en.pdf
- Nelson, S. B. (2008). Information management during mass casualty events. *Respiratory care*, 53 (2), 232–238. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://www.rcjournal.com/contents/02.08/02.08.0232.pdf>
- Nestler, S. (2010). *Konzeption, Implementierung und Evaluierung von Benutzerschnittstellen für lebensbedrohliche, zeitkritische und instabile Situationen*. Münster: Verl.-Haus Monsenstein und Vannerdat.
- Nestler, S., Artinger, E., Coskun, T., Endres, T. & Klinker, G. (2011). RFID based patient registration in mass casualty incidents. *GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie*, 7 (7), 1–9.
- Nestler, S., Artinger, E., Coskun, T., Yildirim, Y., Schumann, S., Maehler, M., Wucholt, F., Strohschneider, S. & Klinker, G. (2010a). Assessing Qualitative Usability in life-threatening, time-critical and unstable Situations. In T. Eymann, J. M. Leimeister & A. Rashid (Hrsg.), *10. Workshop Mobile Informationstechnologien / Mobiles Computing in der Medizin (MoCoMed 2010)*. Mannheim.
- Nestler, S., Coskun, T., Artinger, E., Pichlmaier, P. & Klinker, G. (2010b). Indirect Tracking of Patients in Mass Casualty Incidents. In K.-P. Fähnrich & B. Franczyk (Hrsg.), *Informatik 2010. Service Science - neue Perspektiven für die Informatik - Band 2 (Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings, P-176, S. 156–161)*. Bonn: Ges. für Informatik.
- Nestler, S., Huber, M. & Klinker, G. (2009). Improving the documentation in mass casualty incidents by combining electronic and paper based approaches. In M. Tscheligi, P. Markopoulos, R. Wichert, T. Mirlacher, A. Meschterjakov & W. Reitberger (Hrsg.), *Ambient Intelligence. European conference, AmI 2009, Salzburg, Austria, November 18-21, 2009 : proceedings (Lecture Notes in Computer Science, Bd. 5859)*. Berlin: Springer.
- Nestler, S. & Klinker, G. (2007a). Towards adaptive user-interfaces: Developing mobile user-interfaces for the health care domain. In *Mobiles Computing in der Medizin (MoCoMed)*. Augsburg.
- Nestler, S. & Klinker, G. (2007b). Using Mobile Hand-Held Computers in Disasters. In *UbiComp Workshop on Interaction with Ubiquitous Wellness and Healthcare Applications (UbiWell)*.
- Nestler, S. & Klinker, G. (2009). Mobile User-Interfaces for Text Input in Time-Critical, Unstable and Life-Threatening Situations. In *HCI International 2009 - Posters (S. 176-180)*.

- Springer. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://ar.in.tum.de/pub/nestler2009textinput/nestler2009textinput.pdf>
- Neumayr, A. & Baubin, M. (2011). Organisationsmodelle der präklinischen Notfallmedizin. *Notfall + Rettungsmedizin*, 14 (1), 45–50.
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Amsterdam: Kaufmann.
- Nielsen, J. (2005). *Medical Usability. How to Kill Patients Through Bad Design*. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://www.nngroup.com/articles/medical-usability/>
- Niessner, H. (2010). *Der Rettungsdienst bei einem Massenansturm von Verletzten – ein Simulationsmodell in AnyLogic*. Magisterarbeit, Universität Wien. Wien.
- Noe, M. (2010). *Entwurf und Implementierung eines kabellosen Sensornetzes zur Überwachung von Patienten bei einem Massenansturm von Verletzten*. Diplomarbeit, Karlsruher Institut für Technologie. Karlsruhe.
- Nogler, M. & Baubin, M. (1996). EDV-Zukunft – welches System für die prähospitalen Dokumentation? *Journal für Anästhesie und Intensivbehandlung* (4).
- Norman, D. A. (1986). Cognitive Engineering. In D. A. Norman & S. W. Draper (Hrsg.), *User centered system design. New perspectives on human-computer interaction* (S. 31–61). Hillsdale: Erlbaum.
- Norman, D. A. (1991). Cognitive artifacts. In J. M. Carroll (Hrsg.), *Designing interaction. Psychology at the human-computer interface* (Cambridge series on human-computer interaction, Bd. 4, S. 17–38). Cambridge: Cambridge University Press.
- Norman, D. A. (2010). The way I see it: Natural user interfaces are not natural. *interactions*, 17 (3), 6–10.
- o.V. (1893). Internationale Ausstellung für die Gebiete: billige Volksernährung, Armeeverpflügung, Rettungswesen und Verkehrsmittel, nebst einer Sportausstellung, Wien 1894. *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie*, 37 (3), 406.
- Obenauer, P. (1997). *Computergestütztes Notarzteeinsatzprotokoll: Einsatz auf dem Notarzteeinsatzfahrzeug des Klinikum Mannheim zur Qualitätssicherung im Rettungsdienst*. Dissertation, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg. Heidelberg.
- Oberkinkhaus, J. (2009a). Ersteintreffendes Rettungsmittel. Entwicklung eines Ablaufschemas – Teil 1. *Rettungsdienst*, 32 (4), 26–29.
- Oberkinkhaus, J. (2009b). Ersteintreffendes Rettungsmittel. Entwicklung eines Ablaufschemas – Teil 2. *Rettungsdienst*, 32 (5), 30–35.
- O’Laughlin, D. T. & Hick, J. L. (2008). Ethical issues in resource triage. *Respiratory care*, 53 (2), 190–200. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://www.rcjournal.com/contents/02.08/02.08.0190.pdf>

- O'Neill, P. A. (2005). The ABC's of disaster response. *Scandinavian journal of surgery : SJS : official organ for the Finnish Surgical Society and the Scandinavian Surgical Society*, 94 (4), 259–266. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://www.fimnet.fi/sjs/articles/SJS42005-259.pdf>
- Oviatt, S., Cohen, P. R., Wu, L., Duncan, L., Suhm, B., Bers, J., Holzman, T. G., Winograd, T., Landay, J., Larson, J. & Ferro, D. (2000). Designing the User Interface for Multimodal Speech and Pen-Based Gesture Applications: State-of-the-Art Systems and Future Research Directions. *Human-Computer Interaction*, 15 (4), 263–322.
- Palmer, D. A., Ramesh, R. & Lenert, L. A. (2005). *An 802.11 Wireless Blood Pulse-Oximetry System for Medical Response to Disasters*: American Medical Informatics Association.
- Paschen, H. R., Krause, H. & Moecke, H. P. (2000). Notfallmedizinisches Zentrum Hamburg. *Notfall & Rettungsmedizin*, 3 (4), 266–272.
- Paul, S. A., Reddy, M., Abraham, J. & DeFlicht, C. J. (2008). The usefulness of information and communication technologies in crisis response. *AMIA Annu Symp Proc*, 561–565. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2655958/pdf/amia-0561-s2008.pdf>
- Paulheim, H., Döweling, S., Karen H. L. Tso-Sutter, Probst, F. & Ziegert, T. (2009). Improving Usability of Integrated Emergency Response Systems: The SoKNOS Approach. In S. Fischer, E. Maehle & R. Reischuk (Hrsg.), *Informatik 2009: Im Focus das Leben, Beiträge der 39. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)*, 28.9.-2.10.2009, Lübeck, *Proceedings* (Bd. 154, S. 1435). GI. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://tubiblio.ulb.tu-darmstadt.de/51508/>
- Peng, C., Kao, W., Liang, Y. & Chiou, W. (2007). The Practices of Scenario Observation Approach in Defining Medical Tablet PC Applications. In J. A. Jacko (Hrsg.), *Human-Computer Interaction. HCI Applications and Services* (Lecture Notes in Computer Science, Bd. 4553, S. 518–524). Berlin: Springer.
- Perrow, C. (1992). *Normale Katastrophen. Die unvermeidlichen Risiken der Grosstechnik*. Frankfurt/Main: Campus-Verl.
- Peter, H. & Maurer, K. (Hrsg.). (2001). *Die Leitstelle beim MANV*. Edewecht: Stumpf + Kossendey.
- Peter, H., Mitschke, T. & Uhr, T. (2001). *Notarzt und Rettungsassistent beim MANV. Aufgaben des zuerst eingetroffenen Rettungsteams*. Edewecht: Stumpf + Kossendey.
- Peter, H., Weidringer, J. W. & Clemens-Mitschke, A. (2005). Vielzahl von Verletzten und Erkrankten. In R. Lipp, K. Enke & B. Domres (Hrsg.), *Berufskunde und Einsatztaktik* (S. 311–343). Edewecht: Stumpf + Kossendey.

- Plimmer, B. & Apperley, M. (2007). Making paperless work. In M. Apperley (Hrsg.), *Proceedings of the 7th ACM SIGCHI New Zealand chapter's International Conference on Computer-Human Interaction. Design centered HCI, 2007, Hamilton, New Zealand, July 02-04, 2007* (S. 1-8). New York, NY: ACM.
- Plischke, M., Wolf, K. H., Lison, T. & Pretschner, D. P. (1999). Telemedical support of pre-hospital emergency care in mass casualty incidents. *European journal of medical research*, 4 (9), 394–398.
- Pluntke, S. (2013). *Lehrrettungsassistent und Dozent im Rettungsdienst. Für die Aus- und Weiterbildung* (Springer Medizin). Berlin: Springer.
- Prückner, S., Luiz, T., Steinbach-Nordmann, S., Nehmer, J., Danner, K. & Madler, C. (2008). Notfallmedizin--Medizin für eine alternde Gesellschaft. Beitrag zum Kontext von Notarzteeinsätzen bei alten Menschen. *Der Anaesthesist*, 57 (4), 391–396.
- Prümper, J. (2015). *ISONORM 9241/110-S - Fragebogen zur Software-Ergonomie (Kurzfassung)*. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://people.f3.htw-berlin.de/Professoren/Pruemper/instrumente/ISONORM%209241-110-S.pdf>
- Pryor, J. (2009). The 2001 World Trade Center Disaster: Summary and Evaluation of Experiences. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 35 (3), 212–224.
- Rall, M. & Lackner, C. K. (2010). Crisis Resource Management (CRM). *Notfall + Rettungsmedizin*, 13 (5), 349–356.
- Raskin, J. (2000). *The humane interface. New directions for designing interactive systems*. Reading: Addison-Wesley.
- Rebentisch, E. (1991). *Handbuch der medizinischen Katastrophenhilfe* (2. Aufl.). München-Gräfelfing: Werk-Verl. Banaschewski.
- Redmill, F. & Rajan, J. (1997). *Human factors in safety-critical systems*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Reinhardt, K. (2005). Weiterentwicklung der Luftrettung in Deutschland?Phase II: Bestandsaufnahme, Analyse, Bewertung. *Notfall & Rettungsmedizin*, 8 (1), 18–35.
- Remmele, W. D. (2007). Bestandsaufnahme des Bayerischen Staatsministeriums des Innern zur Fußball-WM 2006. *Notfall + Rettungsmedizin*, 10 (6), 406–410.
- Reng, C.-M. (2002). Bedeutung der elektronischen Datenverarbeitung für die Notfallmedizin in Deutschland. *Intensivmedizin und Notfallmedizin*, 39 (8), 686–693.
- Reng, C.-M., Gäbele, K., Auchter, C. & Grüne, S. (2000). Das NAWdat-Projekt. Einblick in die deutsche Notfallmedizin. *Notfall + Rettungsmedizin*, 3 (8), 511–520.
- Renner, D. A. (2012). *Papiergestützte digitale Einsatzdokumentation an der RTH Station Christoph 22, Bundeswehrkrankenhaus Ulm. Darstellung anhand der Tracerdiagnose "schweres Schädel-*

Hirn-Trauma" Bewertung der Oxygenationsproblematik und Kreislaufstabilisierung bei der präklinischen Versorgung. Dissertation, Universität Ulm. Ulm.

- Reuter, C., Marx, A. & Pipek, V. (2012). Crisis Management 2.0. *International Journal of Information Systems for Crisis Response and Management*, 4 (1), 1–16.
- Richter, M. & Flückiger, M. (2007). *Usability Engineering kompakt. Benutzbare Software gezielt entwickeln* (Kompakt-Reihe, 1. Aufl.). München: Elsevier.
- Röding, H. (1987). *Der Massenunfall. Organisation, Taktik u. Planung med. Hilfe*. Leipzig: Barth.
- Ropohl, G. (2009). *Eine Systemtheorie der Technik* (Allgemeine Technologie, 3., überarb. Aufl.). Karlsruhe: Univ.-Verl. Karlsruhe.
- Rosa, R. E. V. & Lucena, V. F. (2011). Smart composition of reusable software components in mobile application product lines. In J. Rubin, G. B. Lero, A. P. Lero & D. M. Weiss (Hrsg.), *Proceedings of the 2nd International Workshop on Product Line Approaches in Software Engineering* (S. 45–49). New York, NY: ACM.
- Rosolski, T. & Matthes, N. (2006). Notfallmanagement - Organisation der medizinische Versorgung beim Massenansturm von Verletzten oder Erkrankten. *AINS - Anästhesiologie · Intensivmedizin · Notfallmedizin · Schmerztherapie*, 41 (6), 370–375.
- Rosson, M. B. & Carroll, J. M. (2002). *Usability engineering. Scenario-based development of human-computer interaction* (Morgan Kaufmann series in interactive technologies, 1st ed). San Francisco: Academic Press.
- Roth, J. (2005). *Mobile Computing. Grundlagen, Technik, Konzepte* (dpunkt-Lehrbuch, 2. Aufl.). Heidelberg: dpunkt-Verlag.
- Ruppert, M., Paschen, H. R., Schallhorn, J. & Schmöller, G. (2001). Der Stellenwert des "Teams" in der Notfallrettung. *Notfall + Rettungsmedizin*, 4 (3), 189–191.
- Ruppert, M., Reeb, R., Ufer, M. R., Stratmann, D. & Altemeyer, K.-H. (2002). Personal im Rettungsdienst - brauchen wir neue Konzepte? *Notfall + Rettungsmedizin*, 5 (5), 375–379.
- Saffer, D. (2009). *Designing Gestural Interfaces. Touchscreens and Interactive Devices*. Sebastopol, CA: O'Reilly.
- Sarodnick, F. & Brau, H. (2006). *Methoden der Usability Evaluation. Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendung* (1. Aufl.). Bern: Huber.
- Schächinger, U., Stieglitz, S. P., Kretschmer, R. & Nerlich, M. (1999). Telemedizin und Telematik in der Notfallmedizin. *Notfall + Rettungsmedizin*, 2 (8), 468–477.
- Schäper, J. & Dörges, V. (2008). Von besonderem Stellenwert. Einsatzdokumentation im Rettungsdienst. *Rettungsdienst*, 31 (1), 38–45.
- Schäuble, W. (2007). Bestandsaufnahme der Feuerwehr zur Fußball-WM 2006. *Notfall + Rettungsmedizin*, 10 (6), 397–402.

- Schlaeger, M., Bandemer, G., Gänslen, A., Kirstein, F., Knacke, P., Moecke, H., Schimansky, J., Wirtz, S., Döriges, V. & Knobelsdorff, G. von. (2004). Positionspapier zur Zukunft des Notarztdienstes in Deutschland. *Notfall + Rettungsmedizin*, 7 (1), 55–57.
- Schlick, C. M., Bruder, R. & Luczak, H. (2010). *Arbeitswissenschaft*. Berlin: Springer.
- Schmidt, J. (2012). Feuerwehr. In C. Neitzel & K. Ladehof (Hrsg.), *Taktische Medizin* (S. 307–311). Berlin: Springer.
- Schmiedel, R. & Behrendt, H. (2011). *Leistungen des Rettungsdienstes 2008/09. Analyse des Leistungsniveaus im Rettungsdienst für die Jahre 2008 und 2009* (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen : M, Mensch und Sicherheit, Bd. 217). Bremerhaven: Wirtschaftsverl. NW, Verl. für Neue Wiss.
- Schmitz, R. (Hrsg.). (2007). *Kompendium Medieninformatik. Medienpraxis*. Berlin: Springer.
- Schneiders, M.-T., Herbst, S., Schilberg, D., Isenhardt, I., Jeschke, S., Fischermann, H., Berg-rath, S., Rossaint, R. & Skorning, M. (2012). Telenotarzt auf dem Prüfstand. Evaluation des Projekts Med-on-@ix aus Sicht der Rettungsassistenten. *Notfall + Rettungsmedizin*, 15 (5), 410–415.
- Scholz, J. (Hrsg.). (2008). *Notfallmedizin. 138 Tabellen*. Stuttgart: Thieme.
- Schubert, K. & Klein, M. (2011). *Das Politiklexikon. Mit über 1300 Stichwörtern*. Bonn: Dietz.
- Schuler, H. (Hrsg.). (1999). *Prozeßführung*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Schulte, H. & Klemp, R. (2010). Großeinsatz in Menden (NRW). PKW fährt in Schützenzug. *Rettungs-Magazin*, 15 (1), 70–74.
- Schultz, M. (2012). *Adaptive Lösungsplattform zur Aktiven technischen Unterstützung beim Retten von Menschenleben*. BMBF-Innovationsforum Zivile Sicherheit, Berlin. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter http://www.bmbf.de/pubRD/B4-II_Schultz_Martin_Praesentation_2012.pdf
- Schultz, M. & Carius-Düssel, C. (2009). *Telemedizinische Unterstützung von Rettungskräften bei Großschadensereignissen*. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter http://www.telemed-berlin.de/telemed/2009/beitrag/beitrag_schultz385_427.pdf
- Schweigkofler, U., Reimertz, C., Auhuber, T. C., Jung, H., Gottschalk, R. & Hoffmann, R. (2011). Web-basierter Versorgungskapazitätsnachweis. Ein Instrument zur Schnittstellenoptimierung zwischen Präklinik und Klinik. *Der Unfallchirurg*, 114 (10), 928–937.
- Sefrin, P. & Ging, E. (2006). Die Sanitätseinsatzleitung – ein praktikables Führungsinstrument? *Notfall + Rettungsmedizin*, 9 (3), 315–320.
- Sefrin, P., Weidringer, J. W. & Weiss, W. (2003). Katastrophenmedizin. Sichtungskategorien und deren Dokumentation. *Deutsches Ärzteblatt*, 100 (31-32), A-2057. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://www.aerzteblatt.de/v4/archiv/artikel.asp?src=dimdi&id=37899>

- Sellen, A. J. & Harper, R. H. R. (2002). *The myth of the paperless office*. Cambridge: MIT Press.
- Seong, J., Lee, W. & Lim, Y.-k. (2009). Why we cannot work without paper even in a computerized work environment. In D. R. Olsen, Jr., R. Arthur, K. Hinckley, M. R. Morris, S. E. Hudson & S. Greenberg (Hrsg.), *Proceedings of the 27th international conference extended abstracts on Human factors in computing systems* (S. 4105–4110). New York, NY: ACM.
- Shepherd, A. (1998). HTA as a framework for task analysis. *Ergonomics*, 41 (11), 1537–1552.
- Shneiderman, B. (1998). *Designing the user interface. Strategies for effective human-computer interaction*. Reading: Addison-Wesley.
- Shneiderman, B. (2002). *Leonardo's laptop. Human needs and the new computing technologies*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Shneiderman, B. (2011). Tragic Errors. Usability and Electronic Health Records. *interactions*, 18 (6), 60–63.
- Skorning, M., Bergrath, S., Brokmann, J. C., Rörtgen, D., Beckers, S. K. & Rossaint, R. (2011). Stellenwert und Potenzial der Telemedizin im Rettungsdienst. *Notfall + Rettungsmedizin*, 14 (3), 187–191.
- Smith, S. L. & Mosier, J. N. (1986). *Guidelines for Designing for User Interface Software*. ESD-TR-86-278. Bedford, Massachusetts: The MITRE Corporation. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://hcibib.org/sam/>
- Soboll, M., Binder, B., Quix, C. & Geisler, S. (2009). Prozessmodellierung der mobilen Datenerfassung für den Rettungsdienst bei einer Großschadenslage. In R. Höhn (Hrsg.), *Vorgehensmodelle und Implementierungsfragen. Akquisition - Lokalisierung - soziale Massnahmen - Werkzeuge* (S. 109–125). Aachen: Shaker-Verlag.
- St. Pierre, M., Hofinger, G. & Buerschaper, C. (Hrsg.). (2005). *Notfallmanagement. Human Factors in der Akutmedizin*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Teramoto, K., Kuwata, S. & Kondoh, H. (2010). How the Usability of a Pen-Tablet System Varies with Response Time Retardation. In H. Takeda (Hrsg.), *E-Health 2010. First IMIA/IFIP Joint Symposium, E-health 2010 held as Part of WCC 2010 Brisbane, Australia, September 20-23, 2010 : proceedings* (IFIP Advances in Information and Communication Technology, Bd. 335, S. 222–223). Boston: Springer.
- Thierbach, A., Döriges, V., Scholz, J. & Dick, W. (2002). Theoretische Ausbildung für den Notarztendienst. *Notfall + Rettungsmedizin*, 5 (8), 582–585.
- Trepesch, D., Zollner, C., Schmöller, G. & Ruppert, M. (2001). Gefahren der Einsatzstelle. Betrachtungen für den Rettungsdienst. *Notfall + Rettungsmedizin*, 4 (7), 505–510.
- Ulich, E. (2001). *Arbeitspsychologie*. Zürich: Hochsch.-Verl. an der ETH.
- Ummenhofer, W. & Zürcher, M. (2007). Ausbildung von Rettungspersonal. Worin und wozu? *Notfall + Rettungsmedizin*, 10 (3), 216–220.

- University of Maryland (Hrsg.). (2008). *Clinician Usability Study: Workflow and Clinician Satisfaction Improvement for Physician CPOE and Nursing eMAR using Cerner Millennium PowerChart and the Motion C5*. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter <http://www.himss.org/files/himssorg/content/files/casestudymotioncomputing.pdf>
- Urban, B., Kreimeier, U., Kanz, K.-G. & Lackner, C. K. (2007). Bestandsaufnahme der Krankenhäuser zur Fußball-WM 2006. Alarm- und Einsatzpläne. *Notfall + Rettungsmedizin*, 10 (6), 414–417.
- van Dam, A. (1997). Post-WIMP User Interfaces. *Communications of the ACM*, 40 (2), 63–67.
- Vicente, K. J. (1999). *Cognitive work analysis. Toward safe, productive, and healthy computer-based work*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- von Jagow, G. & Lohölter, R. (2006). Die neue Ärztliche Approbationsordnung. Schwerpunkte der Reform und erste Erfahrungen mit der Umsetzung. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 49 (4), 330–336.
- von Rosenstiel, L. (2007). *Grundlagen der Organisationspsychologie. Basiswissen und Anwendungshinweise* (6., überarb. Aufl). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Waldher, F., Thierry, J. & Grasser, S. (2007). Aspects of Anatomical and Chronological Sequence Diagrams in Software-Supported Emergency Care Patient Report Forms. In J. Löffler & M. Klann (Hrsg.), *Mobile Response. First International Workshop on Mobile Information Technology for Emergency Response, Mobile Response 2007, Sankt Augustin, Germany, February 22-23, 2007 : revised selected papers* (Lecture Notes in Computer Science, Bd. 4458, S. 9–18). Berlin: Springer.
- Wandmacher, J. (1993). *Software-Ergonomie* (Mensch Computer Kommunikation. Grundwissen, Bd. 2). Berlin: W. de Gruyter.
- Waterstraat, F. (2006). Der Mensch in der Katastrophe. Ausgewählte Aspekte der Psychosozialen Unterstützung (PSU). In Bundesministerium des Inneren (Hrsg.), *Katastrophenmedizin. Leitfaden für die ärztliche Versorgung im Katastrophenfall* (S. 35–50). Berlin.
- Waydhas, C. & Lackner, C. K. (2009). Ausbildung und Lehre in der Notfallmedizin. *Notfall + Rettungsmedizin*, 12 (5), 339–340.
- White, D. M. (Hrsg.). (2007). *Advanced Health and Disaster Aid Network. Final Report*. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter http://www.jhuapl.edu/AID-N/Pub/AID-N_Final_Report_v_0_7__091807.pdf
- Wieser, W. (2001). Die Mensch-Maschine-Schnittstelle in der Medizintechnik. *e & i Elektrotechnik und Informationstechnik*, 118 (3), 127–131.
- Wilhelm, M., Burneleit, E. & Albayrak, S. (2012). Tactical Information Visualization for Operation Managers in Mass Casualty Incidents. In M. Divitini, B. A. Farshchian, J. Floch, R. Halvorsrud, S. Mora & M. Stiso (Hrsg.), *Proceedings of the Workshop on AmI for Crisis Management (AmI4CM 2012)* (CEUR Workshop Proceedings, Bd. 953). CEUR-WS.org.

- Windolf, J., Inglis, R., Dickopf, M. & Pannike, A. (1992). Polytrauma-Management: zuverlässige Dokumentation der ersten Phase mit einem normierten, maschinenlesbaren Einsatzprotokoll für den Notarztwagen. *Unfallchirurgie*, 18 (2), 91–96.
- Wirth, C., Roscher, D., Zernicke, P., Schultz, M. & Carius-Düssel, C. (2010). Architektur eines prozessunterstützenden Softwaresystems für den Rettungsdiensteinsatz bei einem Massenansturm von Verletzten. In G. Engels, M. Luckey & W. Schäfer (Hrsg.), *Software Engineering 2010. Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik ; 22. - 26.02.2010 in Paderborn* (Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings, Bd. 159, S. 397–404). Bonn: Ges. für Informatik.
- Wirtz, S. (2011). Patientensicherheit im Rettungsdienst. *Der Notarzt*, 27 (06), 247–248.
- Wirtz, S. & Kreimeier, U. (2008). Maritime Notfallmedizin und Wasserrettung. *Notfall + Rettungsmedizin*, 11 (7), 459–460.
- Wölfel, C. G. (2010). *Unfallrettung. Taktik - Technik - Tricks* (1. Aufl.). Stuttgart: Schattauer.
- World Health Organization (Hrsg.). (2007). *Mass casualty management systems. strategies and guidelines for building health sector capacity*. Letzter Zugriff am 15.05.2015. Verfügbar unter http://www.who.int/hac/techguidance/MCM_guidelines_inside_final.pdf
- World Health Organization (Hrsg.). (2008). *Emergency Medical Services Systems in the European Union. Report of an assessment project co-ordinated by the World Health Organization*.
- Zheng, J., Simplot-Ryl, D. & Leung, V. C. M. (Hrsg.). (2010). *Ad Hoc Networks. Second international conference ; ADHOCNETS 2010, Victoria, BC, Canada, August 18 - 20, 2010 ; revised selected papers* (Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, Bd. 49). Berlin: Springer.
- Ziegenfuß, T. (2005). *Checkliste Notfallmedizin. 31 Tabellen* (Checklisten der aktuellen Medizin, 3., komplett überarb. Aufl.). Stuttgart: Thieme.
- Ziegenfuß, T. (2007). *Notfallmedizin. Mit 217 Abbildungen und 60 Tabellen*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Ziegler, V., Rashid, A., Müller-Gorchs, M., Kippnich, U., Hiermann, E., Kögerl, C., Holtmann, C., Siebler, M. & Griewing, B. (2008). Einsatz mobiler Computing-Systeme in der präklinischen Schlaganfallversorgung. *Der Anaesthetist*, 57 (7), 677–685.

Normen und Standards

DIN 13050 (2009). Rettungswesen - Begriffe.

DIN EN ISO 9241-11 (1999). Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten - Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit.

DIN EN ISO 9241-12 (2000). Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten - Teil 12: Informationsdarstellung.

DIN EN ISO 9241-110 (2006). Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung.

DIN EN ISO 9241-210 (2010). Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme.

DIN IEC 60050 (2009). Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch - Teil 351: Leittechnik (IEC 60050-351:2006).

ISO/IEC 12207 (2008). Systems and software engineering - Software life cycle processes.

Abkürzungen

Nachfolgend sind einige der für diese Arbeit relevanten *Abkürzungen* aufgeführt. Weitere Informationen zu einzelnen Begriffen finden sich im *Glossar*.

AID-N	Advanced Health and Disaster Aid Network (Projekttitle)
ALARM	Adaptive Lösungsplattform zur Aktiven technischen Unterstützung beim Retten von Menschenleben (Projekttitle)
ALS	Advanced Life Support
ASB	Arbeiter-Samariter-Bund
ÄApprO	Approbationsordnung für Ärzte
ÄLRD	Ärztlicher Leiter Rettungsdienst
BHP	Behandlungsplatz
BLS	Basic Life Support
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
CANIS	Carinthian Notarzt-Informationen-System (Projekttitle)
DIN	Deutsches Institut für Normung
DINO	DIgitale Notarzte dokumentation (Projekttitle)
DIVI	Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin
DRK	Deutsches Rotes Kreuz
EKG	Elektrokardiogramm
ELW	Einsatzleitwagen
EMS	Emergency Medical Services
EN	Europäische Norm

e-Triage	Elektronische Betroffenenenerfassung in Katastrophenfällen (Projekttitle)
FMA	Field Medic Associate
FMC	Field Medic Coordinator
FRAM	Functional Resonance Analysis Method
FwDV 100	Feuerwehr-Dienstvorschrift 100
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
HL7	Health Level 7
HTA	Hierarchische Aufgabenanalyse
ILST	Integrierte Leitstelle
ISO	International Organization for Standardization
JUH	Johanniter-Unfall-Hilfe
KTW	Krankentransportwagen
L.I.K.S.	Luftrettungs-, Informations- und Kommunikations-System bei den Luftrettungsstationen des Allgemeinen Deutschen Automobil-Clubs (ADAC)
LNA	Leitender Notarzt
LRA	Lehrrettungsassistent
LüDoG	Lübecker Dokumentationssystem für den Großunfall
MANV	Massenanfall von Verletzten
MCI	Mass Casualty Incident
MIND	Minimaler Notarzt Datensatz
MIS	Medical Information System
MPG	Medizinproduktegesetz
NA	Notarzt

NAPROT	Elektronisches Notarzteeinsatzprotokoll (Projekttitle)
NAW	Notarztwagen
NEF	Notarzteeinsatzfahrzeug
NOAH	Notfall-Organisations- und ArbeitsHilfe (Projekttitle)
NotSanAPrV	Ausbildungs- und Prüfungsverordnung für Notfallsanitäterinnen und Notfallsanitäter
NotSanG	Gesetz über den Beruf der Notfallsanitäterin und des Notfallsanitäters
OrgL	Organisatorischer Leiter (Rettungsdienst)
PDA	Personal Digital Assistant
QUIS	Questionnaire for User Interface Satisfaction
RA	Rettungsassistent
RettAssAPrV	Ausbildungs- und Prüfungsverordnung für Rettungsassistentinnen und Rettungsassistenten
RettAssG	Rettungsassistentengesetz
RFID	Radio-Frequency Identification
RH	Rettungshelfer
RS	Rettungssanitäter
RTH	Rettungshubschrauber
RTW	Rettungswagen
SanEL	Sanitätseinsatzleitung
SEG	Sondereinsatzgruppe / Schnell-Einsatz-Gruppe
SK	Sichtungskategorie
SOA	Serviceorientierte Architektur
SOGRO	SOfortrettung bei GROßunfall (Projekttitle)

SpO2	Arterielle Sättigung des Blutes mit Sauerstoff in Prozent
SUS	System Usability Scale
TCIMS	Trauma Care Information Management System (Projekttitle)
TEL	Technische Einsatzleitung
TLRD	Technischer Leiter Rettungsdienst
THW	Technisches Hilfswerk
USB	Universal Serial Bus
VAS	Visuelle Analogskala
WLAN	Wireless Local Area Network
ZEK	Zwischenfälle, Ereignisse und Komplikationen

Glossar

Die nachfolgend beschriebenen *Fachbegriffe* werden hinsichtlich ihrer Bedeutung in den Bereichen Medieninformatik, Mensch-Computer-Interaktion, Notfallmedizin und Rettungswesen erläutert. Sie können in anderen Bereichen andere Bedeutungen besitzen. *Kursiv* gedruckte Begriffe sind selbst wieder im Glossar beschrieben.

Anwender	Person, die die Beschaffung und den Betrieb computerbasierter Werkzeuge veranlässt, sie aber nicht selbst betrieblich nutzt und damit auch nicht direkt bedient
Anwendungssystem	Software, mit der <i>Aufgaben</i> bearbeitet werden
Applikation	siehe <i>Anwendungssystem</i>
Approbation	staatliche Berechtigung zur uneingeschränkten Ausübung des Arztberufes
Aufgabe	zur Zielerreichung erforderliche Aktivitäten
Ausnahmebetrieb	Einsätze der <i>Rettungsdienste</i> bei <i>Massenanfällen</i> und <i>Großschadenslagen</i>
Ärztlicher Leiter Rettungsdienst (ÄLRD)	<i>Notarzt</i> , der die medizinische Aufsicht und Weisungsbefugnis in medizinischen Angelegenheiten über mindestens einen Rettungsdienstbereich hat, über eine entsprechende Qualifikation verfügt und von der zuständigen öffentlichen Stelle berufen wird (DIN 13050:2009)
Behandlungsplatz (BHP)	Einrichtung mit einer vorgegebenen Struktur, an der Verletzte/Erkrankte nach Sichtung notfallmedizinisch versorgt werden und von der der Transport in weiterführende medizinische Versorgungseinrichtungen erfolgt (DIN 13050:2009)
Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS)	Sammelbegriff für die Polizeibehörden des Bundes und der Länder, die Katastrophenschutzeinrichtungen, die Zollbehörden, die Feuerwehren und die <i>Rettungsdienste</i>

Benutzer	Person, die direkt mit einem <i>Anwendungssystem</i> arbeitet (Herczeg, 2009)
Benutzerklasse	Zielgruppe von <i>Benutzern</i> mit ähnlichen Eigenschaften (Herczeg, 2009)
Benutzungsoberfläche	der vom <i>Benutzer</i> wahrnehmbare und bedienbare Teil einer <i>Benutzungsschnittstelle</i> (Herczeg, 2009)
Benutzungsschnittstelle	die den <i>Benutzern</i> angebotenen und benutzbaren Interaktionsmöglichkeiten eines <i>Anwendungssystems</i> sowie der dazugehörigen Unterstützungssysteme (Herczeg, 2009)
Bereitstellungsraum	Stelle, an der <i>Einsatzkräfte</i> und Einsatzmittel für den unmittelbaren Einsatz gesammelt, gegliedert und bereitgestellt oder in Reserve gehalten werden (DIN 13050:2009)
Cognitive Walkthrough	Evaluationsmethode, bei der <i>Usability</i> -Experten in vorgegeben Szenarien definierte <i>Aufgaben</i> mithilfe eines <i>Anwendungssystems</i> ausführen
Defibrillator	Gerät zur Therapie von hyperdynamen Herz-Kreislauf-Stillständen durch Stromabgabe (Becker et al., 2006)
Delegation	Übertragung von ärztlichen Leistungen auf einen Nachgeordneten zur eigenverantwortlichen Wahrnehmung für einen nicht geringen Zeitraum (Becker et al., 2006)
Einsatzkräfte	<i>Notärzte</i> und <i>Rettungsfachpersonal</i>
Einsatzleitwagen (ELW)	mit Kommunikationstechnik ausgestattetes Fahrzeug, das der Einsatzleitung speziell zur Führung an der Einsatzstelle zur Verfügung steht (Becker et al., 2006)
Emergency Medical Services (EMS)	siehe <i>Rettungsdienst</i>
Feuerwehr-Dienstvorschrift 100 (FwDV 100)	grundsätzliche und bundesweit gültige Regelung zur Führung und Leitung von Einsätzen

Gebrauchstauglichkeit	Ausmaß, in dem ein Produkt von den <i>Benutzern</i> effektiv, effizient und zufriedenstellend genutzt werden kann, um bestimmte Ziele zu erreichen (DIN EN ISO 9241-11:1999)
Global Positioning System (GPS)	auf Satelliten gestütztes System zur weltweiten Positionsbestimmung
Großschadensereignis	Ereignis mit einer großen Anzahl von Verletzten oder Erkrankten sowie anderen Geschädigten oder Betroffenen und/oder erheblichen Sachschäden (DIN 13050:2009)
Handheld	mobiles Endgerät, das von <i>Benutzern</i> in einer Hand gehalten werden kann
Health Level 7	Reihe internationaler Standards für den Datenaustausch zwischen <i>Anwendungssystemen</i> im Gesundheitswesen
Information	Daten mit Bezügen zur Welt (bedeutungstragende Daten) (Herczeg, 2009)
Integrierte Leitstelle (ILST)	<i>Leitstelle</i> , die Feuerwehren und <i>Rettungsdienste</i> koordiniert
Intensivtransport	Sekundäreinsatz zur Beförderung eines intensivüberwachungs- und behandlungspflichtigen Patienten, bei dem <i>Notarzt</i> und <i>Rettungsassistent</i> mit besonderer intensivmedizinischer Qualifikation sowie ein geeignetes <i>Rettungsmittel</i> erforderlich sind (DIN 13050:2009)
Interaktion	Wechselwirkung zwischen <i>Benutzer</i> und Computer (Herczeg, 2009)
Kommunikation	Informationsaustausch zwischen zwei oder mehreren Akteuren mittels Austausch von Nachrichten über einen Kommunikationskanal (Herczeg, 2009)
Komplexität	eine durch Umfang und Struktur der Arbeitsaufgaben bestimmte Eigenschaft einer Anwendungsdomäne

Kompliziertheit	Überfrachtung eines <i>Anwendungssystems</i> mit unnötigen Funktionen und Eigenschaften
Krankentransport	Transport, der die Beförderung von Erkrankten, Verletzten oder sonstigen hilfsbedürftigen Personen, die keine Notfallpatienten sind, und die fachgerechte Betreuung in einem Krankenkraftwagen durch dafür qualifiziertes Personal umfasst (DIN 13050:2009)
Krankentransportwagen (KTW)	bodengebundenes Rettungsdienstfahrzeug, das für den Transport eines einzelnen Patienten, der vorhersehbar nicht Notfallpatient ist, konstruiert und ausgerüstet ist (DIN 13050:2009)
Lehrrettungsassistent (LRA)	<i>Rettungsassistent</i> , der über eine entsprechende Qualifikation verfügt und die Funktion eines Ausbilders für das nichtärztliche Personal im <i>Rettungsdienst</i> an einer staatlich anerkannten Lehrrettungswache oder an anderen staatlich anerkannten Ausbildungseinrichtungen ausübt (DIN 13050:2009)
Leitender Notarzt (LNA)	<i>Notarzt</i> , der am Notfallort bei einer größeren Anzahl Verletzter, Erkrankter sowie auch bei anderen Geschädigten oder Betroffenen oder bei außergewöhnlichen Ereignissen alle medizinischen Maßnahmen in Abstimmung mit dem organisatorischen Leiter zu leiten hat, über eine entsprechende Qualifikation verfügt und von der zuständigen öffentlichen Stelle berufen wird (DIN 13050:2009)
Leitstelle	ständig besetzte Einrichtung zur Annahme von Notrufen und Meldungen sowie zum Alarmieren, Koordinieren und Lenken des <i>Rettungsdienstes</i> (DIN 13050:2009)
Leitsymptom	charakteristische Symptome eines Krankheitsbildes, die für die Diagnosestellung führend sind

Massenanfall	ein Notfall mit einer größeren Anzahl von Verletzten oder Erkrankten sowie anderen Geschädigten oder Betroffenen, der mit der vorhandenen und einsetzbaren Vorhaltung des <i>Rettungsdienstes</i> aus dem Rettungsdienstbereich nicht bewältigt werden kann (DIN 13050:2009)
Massenanfall von Verletzten (MANV)	siehe <i>Massenanfall</i>
Medizinische Rettung	Einsatzabschnitt im <i>Ausnahmebetrieb</i> , der von den <i>Rettungsdiensten</i> organisiert und geleitet wird
Mensch-Computer-Schnittstelle	siehe <i>Benutzungsschnittstelle</i>
Mensch-Maschine-System	Gesamtsystem, bestehend aus Mensch, Maschine und einer Umgebung (Herczeg, 2014)
Model-View-Controller (MVC)	Entwurfs- bzw. Architekturmuster zum strukturierten softwaretechnischen Aufbau eines <i>Anwendungssystems</i>
Monitoring	kontinuierliche elektronische Überwachung von Vitalfunktionsparametern eines Patienten (DIN 13050:2009)
Notarzt	Arzt in der <i>Notfallrettung</i> , der über eine entsprechende Qualifikation verfügt (DIN 13050:2009)
Notarzteinsatzfahrzeug (NEF)	Spezialfahrzeug für den <i>Rettungsdienst</i> , das sich zum Transport des <i>Notarztes</i> und der medizinischen und technischen Ausrüstung für die Wiederherstellung und Aufrechterhaltung der <i>Vitalfunktionen</i> von Notfallpatienten besonders eignet (DIN 13050:2009)
Notarztwagen (NAW)	ständig mit einem <i>Notarzt</i> besetzter <i>Rettungswagen</i> (Becker et al., 2006)

Notfallrettung	organisierte Hilfe, die in ärztlicher Verantwortlichkeit erfolgt und die Aufgabe hat, bei Notfallpatienten am Notfallort lebensrettende Maßnahmen oder Maßnahmen zur Verhinderung schwerer gesundheitlicher Schäden durchzuführen, gegebenenfalls ihre Transportfähigkeit herzustellen und diese Personen gegebenenfalls unter Aufrechterhaltung der Transportfähigkeit und Vermeidung weiterer Schäden in eine weiterführende medizinische Versorgungseinrichtung zu befördern (DIN 13050:2009)
Nutzungskontext	die <i>Benutzer</i> , Arbeitsaufgaben, Arbeitsmittel (Hardware, Software und Materialien) sowie physische und soziale Umgebung, in der das Produkt genutzt wird (DIN EN ISO 9241-110:2006)
Organisatorischer Leiter (OrgL)	Führungskraft, die am Notfallort bei einer größeren Anzahl Verletzter, Erkrankter sowie auch bei anderen Geschädigten oder Betroffenen oder bei außergewöhnlichen Ereignissen alle organisatorische Maßnahmen in Abstimmung mit dem <i>Leitenden Notarzt</i> zu leiten hat, über eine entsprechende Qualifikation verfügt und von der zuständigen öffentlichen Stelle berufen wird (DIN 13050:2009)
Patientenablage	Stelle an der Grenze des Gefahrenbereiches, an der Verletzte oder Erkrankte gesammelt und, soweit möglich, erstversorgt werden und an der sie zum Transport an einen Behandlungsplatz oder weiterführende medizinische Versorgungseinrichtungen übergeben werden (DIN 13050:2009)
Pen-Computer	mit einem Stift bedienbares, tragbares Endgerät
Persona	fiktiver <i>Benutzer</i>
Personal Digital Assistant (PDA)	sehr kompaktes, tragbares Endgerät
Regelbetrieb	<i>Krankentransporte, Intensivtransporte</i> oder <i>Notfallrettungen</i> einzelner Patienten

Rendezvoussystem	Organisationsform des <i>Regelbetriebs</i> , bei der <i>Notärzte</i> und <i>Rettungsfachpersonal</i> in verschiedenen <i>Rettungsmitteln</i> zum Einsatzort gebracht werden
Rettungsassistent (RA)	Person, welche die gesetzlich geregelte Berechtigung zum Führen der Berufsbezeichnung Rettungsassistent besitzt (DIN 13050:2009)
Rettungsdienst	Organisation, die mit der öffentliche Aufgaben der Gesundheitsvorsorge und der Gefahrenabwehr im <i>Regel-</i> und <i>Ausnahmebetrieb</i> betraut ist.
Rettungsdienstliche Einsatzleitung	<i>Leitender Notarzt</i> und <i>Organisatorischer Leiter</i> , die den <i>Ausnahmebetrieb</i> gemeinsam koordinieren und führen
Rettungsfachpersonal	Sammelbegriff für <i>Rettungsassistenten</i> , <i>Rettungssanitäter</i> und <i>Rettungshelfer</i>
Rettungshelfer (RH)	eine Person, die im <i>Rettungsdienst</i> tätig ist und über eine rettungsdienstliche Mindestqualifikation verfügt (DIN 13050:2009)
Rettungskette	Konzept, um geordnete Abläufe von der Entdeckung eines Notfalls bis zur Versorgung in einer qualifizierten Einrichtung gewährleisten zu können
Rettungsleitstelle	ständig besetzte Einrichtung zur Annahme von Notrufen und Meldungen sowie zum Alarmieren, Koordinieren und Lenken des <i>Rettungsdienstes</i> (DIN 13050:2009)
Rettungsmittel	Sammelbegriff für die im <i>Rettungsdienst</i> eingesetzten Fahrzeuge
Rettungssanitäter (RS)	eine Person, die im <i>Rettungsdienst</i> tätig ist und über eine spezielle rettungsdienstliche Qualifikation verfügt (DIN 13050:2009)
Rettungswagen (RTW)	Krankenkraftwagen, der für den Transport, die erweiterte Behandlung und Überwachung von Notfallpatienten ausgerüstet und kosntruiert ist (Becker et al., 2006)
Sanitätseinsatzleitung (SanEL)	siehe <i>Rettungsdienstliche Einsatzleitung</i>

Schnell-Einsatz-Gruppe (SEG)	Gruppe ausgebildeter Helfer, die so ausgerüstet und ausgestattet ist, dass sie Verletzte, Erkrankte sowie andere Geschädigte oder Betroffene versorgen kann (DIN 13050:2009)
Sichtung	ärztliche Beurteilung und Entscheidung über die Priorität der Versorgung von Patienten hinsichtlich Art und Umfang der Behandlung sowie über Zeitpunkt, Art und Ziel des Transportes (DIN 13050:2009)
Stakeholder	Gesamtheit aller am Verlauf oder Ergebnis einer Entwicklung interessierten Personen
Stationssystem	Organisationsform des <i>Regelbetriebs</i> , bei der Notärzte den Einsatzort gemeinsam mit dem <i>Rettungsfachpersonal</i> in einem <i>Rettungsmittel</i> erreichen und verlassen
Stereotyp	Konkretisierungen von <i>Benutzerklassen</i>
Soziotechnisches System	System, das aus einander beeinflussenden sozialen und technischen Teilsystemen besteht, die sich nicht unabhängig voneinander optimieren lassen
Task-Artifact-Cycle	Problematik der gegenseitigen Wechselwirkungen und Abhängigkeiten von Arbeitsmitteln und <i>Aufgaben</i>
Technische Einsatzleitung	Gesamteinsatzleitung im <i>Ausnahmebetrieb</i> , an der neben den <i>Rettungsdiensten</i> auch Feuerwehr und Polizei beteiligt sind
Technische Rettung	Einsatzabschnitt im <i>Ausnahmebetrieb</i> , der von den Feuerwehren organisiert und geleitet wird
Telemedizin	Diagnostik und Therapie unter Überbrückung einer Distanz zwischen zwei sich konsultierenden Einsatzkräften mithilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien
Triage	siehe <i>Sichtung</i>
Usability	siehe <i>Gebrauchstauglichkeit</i>
Usability-Engineering	Verfahren und Methoden zur systematischen Entwicklung gebrauchstauglicher Lösungen

User Interface	siehe <i>Benutzungsschnittstelle</i>
Verletztenablage	siehe <i>Patientenablage</i>
Vitalfunktionen	Bewusstsein, Atmung und Kreislauf
Wearable	am Körper tragbare Computersysteme
Wizard	Software-Assistent, der den <i>Benutzer</i> schrittweise durch Teile des <i>Anwendungssystems</i> führt
Worst-Case-Szenario	erstmalige Nutzung eines im <i>Rettungsdienst</i> genutzten <i>Anwendungssystems</i> im <i>Ausnahmebetrieb</i> ohne vorherige Eingewöhnung im <i>Regelbetrieb</i>

Anhang

Inhalte des 80-stündigen Kurses in der Notarztausbildung

Hinweis: Es sind nur Themenblöcke und inhaltliche Sammelbegriffe dargestellt.

Block A 1 Grundlagen und Basisversorgung

- Organisation und Rechtsgrundlagen des Rettungsdienstes
- Medicolegale Aspekte im Rettungsdienst (inkl. Todesfeststellung/Leichenschau)
- Qualitätsmanagement und Dokumentation
- Besonderheiten der Luftrettung
- Taktisches Vorgehen am Notfallort
- Erstversorgung unter erschwerten Bedingungen
- Ausrüstung der Fahrzeuge im Rettungsdienst

Block A 2 Airway-Management, Reanimation, internistische Notfälle I

- Airway-Management im Rettungsdienst
- Reanimation (BLS® und ALS®)
- Praktikum Reanimation I (BLS®)
- Kardiale Notfälle
- EKG-Praktikum (Fallbesprechungen)

Block B 1 Internistische Notfälle II

- Respiratorische Notfälle
 - Gastrointestinale Notfälle (inkl. akutem Abdomen)
 - Stoffwechselstörungen (inkl. Diabetes mellitus, Dialysepatient)
 - Spezielle Hinweise zur Versorgung geriatrischer Patienten
 - Leitsymptom: Atemnot
 - Leitsymptom: thorakaler Schmerz
 - internistische Notfälle/Reanimation (Fallbesprechungen)
-

Block B 2 Sonstige Notfälle I

- Intoxikationen und Drogennotfälle
- Neurologische Notfälle
- Psychiatrische Notfälle (inkl. Unterbringung/PsychKG)
- Psychosoziale Notfälle, Krisenintervention
- Leitsymptom: Bewusstseinsstörungen
- Praktikum Reanimation (ALS®)

Block C 1 Traumatologie I

- Schädel-Hirn- und Wirbelsäulentrauma
- Abdominal- und Thoraxtrauma
- Extremitäten- und Beckentrauma
- Polytrauma (inkl. Einsatztaktik)
- Leitsymptom: Schock
- Traumatologie (Fallbesprechungen)

Block C 2 Traumatologie II

- Thermische Schädigungen/Stromunfall
- (Beinahe-) Ertrinken
- Analgesie, Sedierung und Narkose inkl. Beatmung im Rettungsdienst
- Praktikum Traumatologie

Block D 1 Sonstige Notfälle II

- Notfälle aus den Bereichen der HNO-/MKG-/Augen-Heilkunde
- Notfälle aus dem Bereich der Urologie
- Notfälle in Gynäkologie und Geburtshilfe
- Notfälle in der Pädiatrie (inkl. Erstversorgung des Neugeborenen)
- Transport und Übergabe des Patienten
- Praktikum Pädiatrie
- Koordination der medizinischen mit der technischen Rettung
- Einsatztaktik bei Massenanfall Verletzter/akut Erkrankter
- Demonstration technischer Rettungsmöglichkeiten
- Sichtungungsübung „Großschadenslage“ inkl. Auswertung

Tabelle 18: Obergriffe und Themen des interdisziplinären 80-Stunden-Kurses im Rahmen der Ausbildung zum Notarzt (Beckers, Biermann & Sopka, 2013, S. 170–171)

mStARt-Sichtungsalgorithmus für den Ausnahmebetrieb

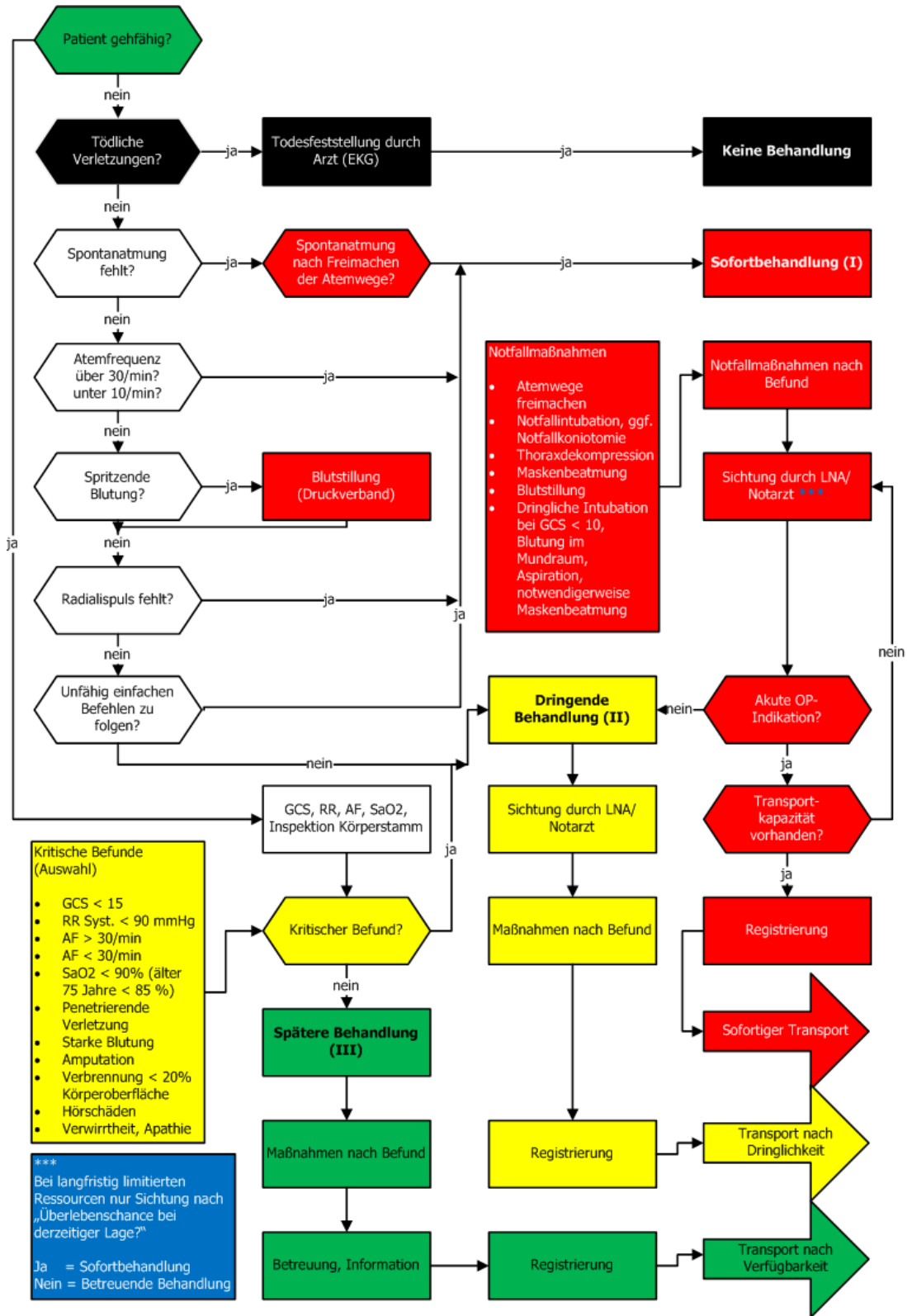


Abbildung 74: mStARt-Sichtungsalgorithmus (Kanz et al., 2006, S. 266)

Patientenanhängekarten für den Ausnahmebetrieb

(hypothermia) Unterkühlung Unterkühlung (hypothermia) : h : h
 (poisoning) Vergiftung Vergiftung (poisoning) : h : h
 (burn) Verbrennung Verbrennung (burn)

geschlossene Verletzung geschlossene Verletzung (contusion)
 offene Verletzung offene Verletzung (open wound)
 (fracture) Knochenbruch Knochenbruch (fracture)

Transportziel: _____ Transportziel: _____
 (destination) (destination)

Doc Doc Doc Doc Doc Doc Doc Doc

© LüDoG 2-07 schwer verletzt, ohne akute Vitalbedrohung © LüDoG 2-07

Abbildung 75: Vorderseite der Patientenanhängekarte für die Sichtungskategorie II des Lübecker Dokumentationssystem für den Großunfall (LüDoG)

cristalloids [ml]	1000	1000	1000	1000	1000	1000	cristalloids [ml]
colloids [ml]	500	500	500	500	500	500	colloids [ml]
fentanyl [mg]	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	fentanyl [mg]
ketamin [mg]	50	50	50	50	50	50	ketamin [mg]
tramadol [mg]	100	100	100	100	100	100	tramadol [mg]
diazepam [mg]	10	10	10	10	10	10*	diazepam [mg]
prednisolon [mg]	1000	250	250	1000			prednisolon [mg]

(resetting) Reposition Reposition (resetting)

Verband / Schiene Verband / Schiene (dressing / splint)

Bemerkungen (remarks): _____ Bemerkungen (remarks): _____

Name _____ Wohnort (place of residence) _____ Name _____ Wohnort (place of residence) _____

Geburtsdatum und -ort (date and place of birth) _____ Geburtsdatum und -ort (date and place of birth) _____

© LüDoG 2-07 © LüDoG 2-07

Abbildung 76: Rückseite der Patientenanhängekarte für die Sichtungskategorie II des Lübecker Dokumentationssystem für den Großunfall (LüDoG)

Patienten-Anhängetasche



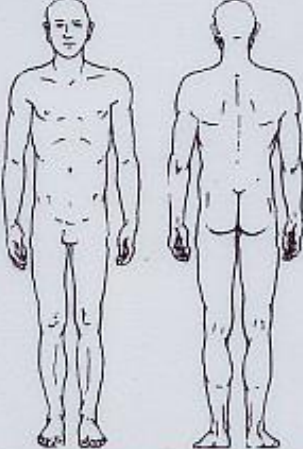




<div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> I II III </div>				
LIP-0988				
Name / name / nom _____ Vorname / first name / prénom _____				
Geschlecht <small>sex</small> <small>sexe</small>	 m  f			
Nationalität / nationality / nationalité _____				
Geburtsdatum / date of birth / <small>data de naissance</small>	Fundort / place where found / endroit de la découverte _____			
Datum / date / date _____	1. Sichtung / sorting / triage <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> I II III IV EX </div> Ärztin/Arzt / physician / médecin: Zeit / time / heure:			
	2. Sichtung / sorting / triage <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> I II III IV EX </div> Ärztin/Arzt / physician / médecin: Zeit / time / heure:			
	3. Sichtung / sorting / triage <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> I II III IV EX </div> Ärztin/Arzt / physician / médecin: Zeit / time / heure:			
	4. Sichtung / sorting / triage <small>exit of basic treatment</small> Ausgang Behandlungsplatz / <small>sortie des premiers soins</small> <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> I II III IV EX </div> Ärztin/Arzt / physician / médecin: Zeit / time / heure:			
	<input type="checkbox"/> Suchdienstkarte ausgefüllt <small>card for tracing service</small> <small>fiche d'enregistrement ci-jointe</small>			
Hauptdiagnose / main diagnosis / diagnostic brief _____	<input type="checkbox"/> Suchdienstkarte ausgefüllt <small>card for tracing service</small> <small>fiche d'enregistrement ci-jointe</small>			
Transport <small>Transportation</small> <small>Transport</small>	Liegend <small>lying</small> <small>couché</small> 	Sitzend <small>sitting</small> <small>assis</small> 	mit Notarzt <small>with physician</small> <small>avec médecin</small> 	Isoliert <small>isolated</small> <small>isolé</small> 
Transportmittel <small>vehicle / moyen de transport</small>	Transportziel <small>Destination</small>			

Abbildung 77: Vorderseite einer in Nordrhein-Westfalen genutzten Patientenanhängerkarte (vgl. Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen, 2005)

○ DIVI-Protokoll geführt / medical record kept / protocole médicale remplie

Zustand + Uhrzeit / state + time / état + heure		Ersttherapie / first therapy / thérapie première	
Bewusstsein consciousness connaissance	<input type="radio"/> ok <input checked="" type="radio"/> ↘	Infusion infusion	
Atmung respiration	<input type="radio"/> ok <input checked="" type="radio"/> ↘	Medikamente drugs / médicaments	
Kreislauf circulation	<input type="radio"/> ok <input checked="" type="radio"/> ↘		
Bemerkungen / notes / remarques			
Noch nicht gesichtet I Akute vitale Bedrohung Sofortbehandlung II Schwer verletzt / erkrankt; aufgeschobene Behandlungsdringlichkeit		III Leicht verletzt / erkrankt Spätere (ambulante) Behandlung IV Ohne Überlebenschance Betreuende (abwartende) Behandlung EX Kennzeichnung	
LIP-0988 		Name / name / nom	
Geschlecht <input type="checkbox"/> m <input type="checkbox"/> f		Geburtsdatum / date of birth /	
I III II IV		Transportziel /	
Fahrzeugart / <input type="checkbox"/> Bus / Pkw <input type="checkbox"/> KTW <input type="checkbox"/> RTW <input type="checkbox"/> mit Arzt		Amtl. Kennzeichen	

Abbildung 78: Rückseite einer in Nordrhein-Westfalen genutzten Patientenanhängerkarte (vgl. Institut der Feuerwehr Nordrhein-Westfalen, 2005)

Übersichtsdokumentation für den Ausnahmebetrieb

	Übersichts-Dokumentation - Patientenzahlen -	Blatt Nr. :
		Datum :
		LNA :

X = gesichtet ✕ = abtransportiert

I	1 2 3 4 5	21 22 23 24 25	41 42 43 44 45	Σ
	6 7 8 9 10	26 27 28 29 30	46 47 48 49 50	
II	11 12 13 14 15	31 32 33 34 35	51 52 53 54 55	
	16 17 18 19 20	36 37 38 39 40	56 57 58 59 60	
III	1 2 3 4 5	21 22 23 24 25	41 42 43 44 45	Σ
	6 7 8 9 10	26 27 28 29 30	46 47 48 49 50	
	11 12 13 14 15	31 32 33 34 35	51 52 53 54 55	
	16 17 18 19 20	36 37 38 39 40	56 57 58 59 60	

Abbildung 79: Übersichtsdokumentation Patientenzahlen (Persönliche Mitteilung von Jörg Hagedorn, Landeshauptstadt Kiel, 02.04.2011)

	Übersichts-Dokumentation - Sichtung - Ort der Sichtung:	Blatt Nr. :
		Datum :
		LNA :


LüDoG-Nr.		ROT	GELB	GRÜN	GRAU	Transport-Priorität	Hauptdiagnose / Sonstiges

Abbildung 80: Übersichtsdokumentation Sichtung (Persönliche Mitteilung von Jörg Hagedorn, Landeshauptstadt Kiel, 02.04.2011)



	Übersichts-Dokumentation - Behandlungsplatz-Ausgang -						Blatt Nr. :								
							Datum :								
							LNA :								
LüDoG-Nr.	ROT	GELB	GRÜN	GRAU	Transport-Priorität	Haupt-Diagnose	Ziel-Krankenhaus	KL	RD-ECK	PLÖ	OH	NMS	Sonstige	Funkrufname	 ab
								Rettungsmittel							

Abbildung 83: Übersichtsdokumentation Behandlungsplatz (Ausgang) (Persönliche Mitteilung von Jörg Hagedorn, Landeshauptstadt Kiel, 02.04.2011)


	Übersichts-Dokumentation - Krankenhaus-Kapazitäten - Abfragestatus						Blatt Nr. :			
							Datum :			
							LNA :			
Krankenhäuser Kiel	CT	Telefonnummer	Entfernung	Kapazität			Bereits aufgenommen			
Städt. Krankenhaus Kiel internistisch	X	0431 - 1697 1111	1 km							
Städt. Krankenhaus Kiel chirurgisch	X	0431 - 1697 3120	1 km							
Städt. Krankenhaus Kiel Gyn, Kinder, andere	X	0431 - 1697 0	1 km							
Uni-Klinik Kiel 1. Med.	X	0431 - 597 1243/7777	3 km							
Uni-Klinik Kiel Unfall-Chirurgie	X	0431 - 597 7777	3 km							
Uni-Klinik Kiel Neuro-Chirurgie	X	0431 - 597 7777	3 km							
Uni-Klinik Kiel ZMK, HNO, Augen	X	0431 - 597 0	3 km							
Uni-Klinik Kiel Gyn, Kinder, andere	X	0431 - 597 0	3 km							
Klinik Lubinus	X	0431 - 388 275	4 km							
Praxisklinik Wellingdorf		0431 - 7206 440	10 km							
Elisabeth-Krankenhaus		0431 - 6603 0	3 km							
Ostsee-Klinik Waldwiese		0431 - 72063 00	4 km							

Abbildung 84: Übersichtsdokumentation Krankenhauskapazitäten (Persönliche Mitteilung von Jörg Hagedorn, Landeshauptstadt Kiel, 02.04.2011)

Bildschirmmasken des Prototyps

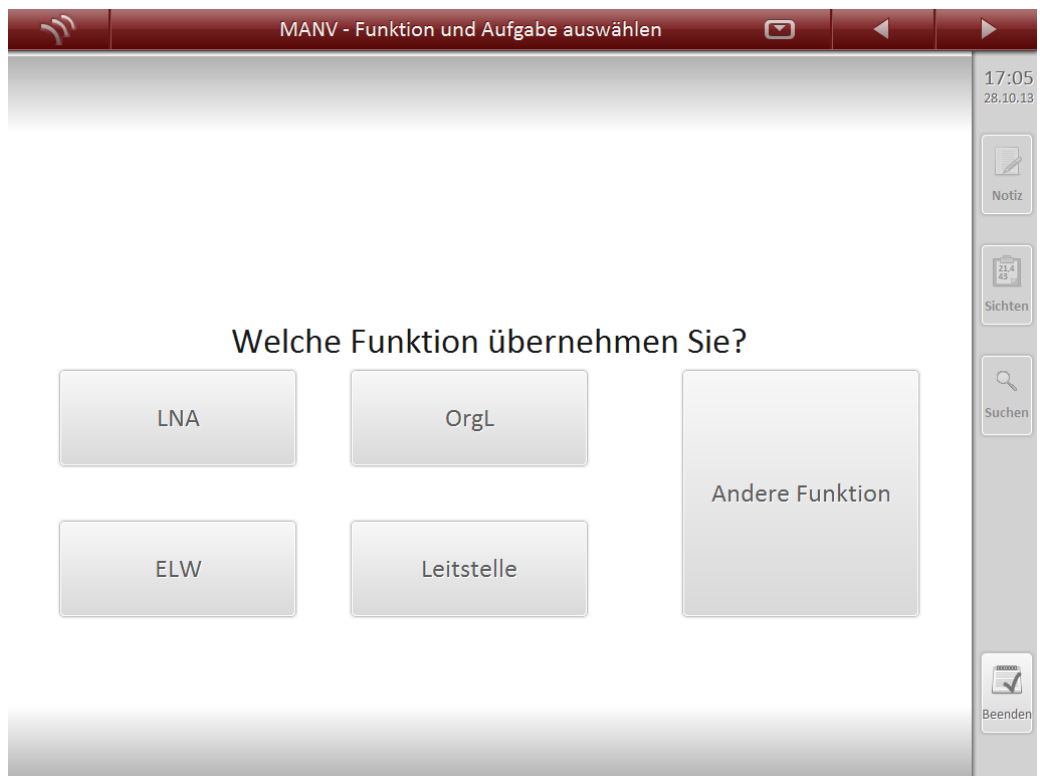


Abbildung 85: Startbildschirm des Assistenten im Ausnahmebetrieb



Abbildung 86: Auswahl des Einsatzabschnittes im Ausnahmebetrieb



Abbildung 87: Wahlmöglichkeit zwischen algorithmengestützter und manueller Sichtung

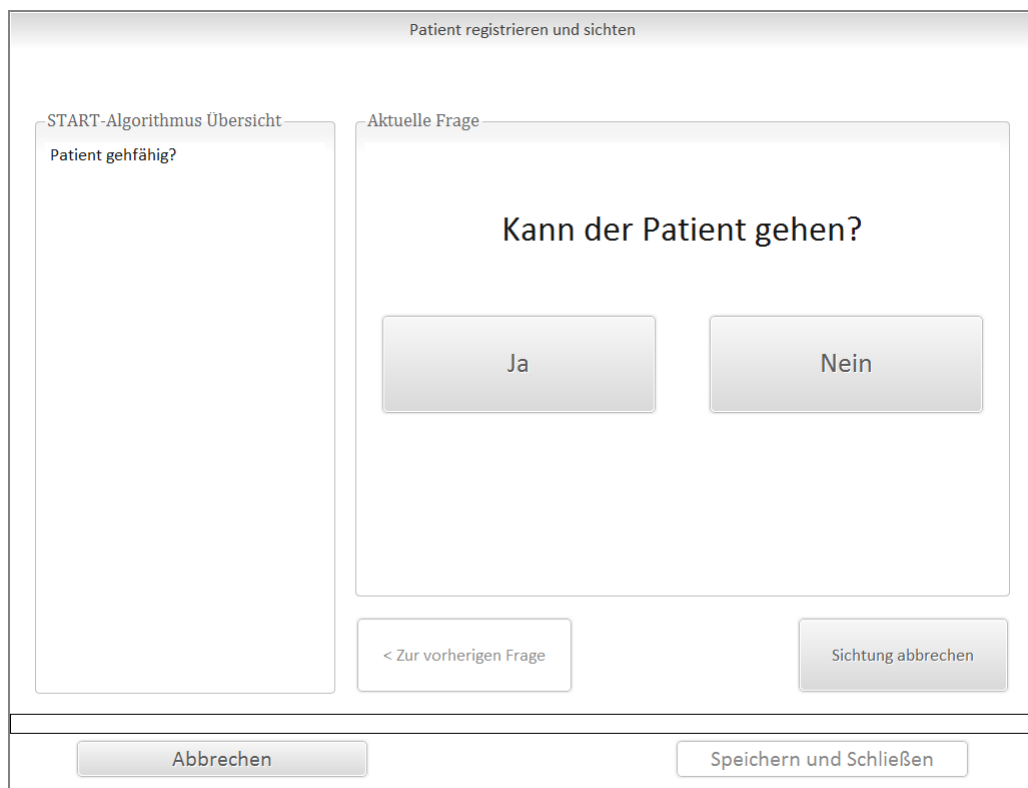


Abbildung 88: Assistent zur algorithmengestützten Sichtung

Patient registrieren und sichten

SK III **SK III**

Sichtung

Sichten mit START

■ SK I ■ SK II ■ SK III ■ EX

Mit Transportpriorität

Kurzdiagnose

Knochenbruch Psych. Ausnahmezustand Verbrennung

Verrenkung/Verstauchung Weichteilverletzung

Sonstiges:

Transport

Transport dokumentieren

Unterschrift

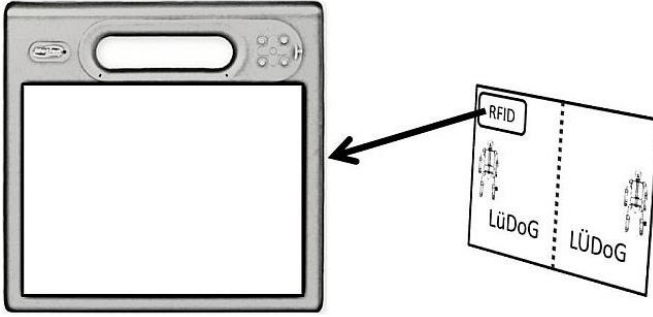
Abbrechen Speichern und Schließen

Abbildung 89: Dialog zur manuellen Sichtung

Patient registrieren und sichten

SK III **SK III**

Chip der neuen Anhängerkarte rechts anlegen



Abbrechen Speichern und Schließen

Abbildung 90: Hinweis zum Scannen des RFID-Aufklebers auf der Patientenanhängerkarte

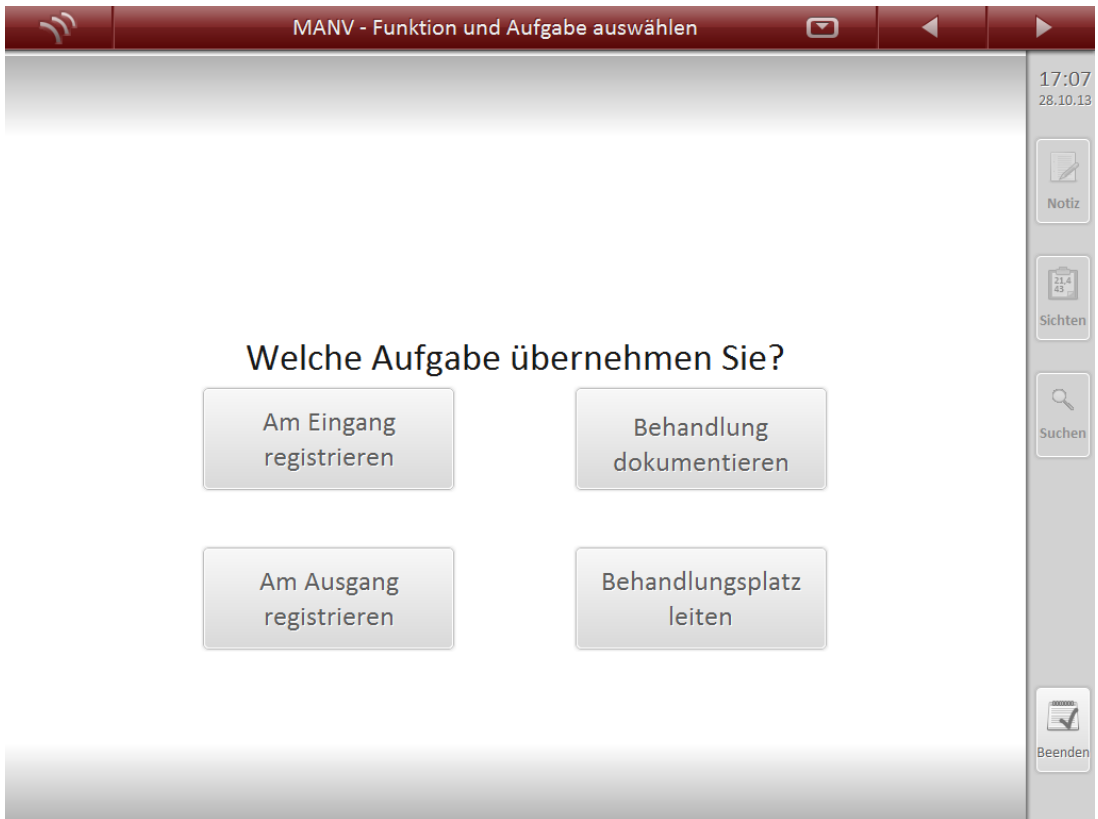


Abbildung 91: Assistent zur Aufgabenwahl im Einsatzabschnitt Behandlungsplatz

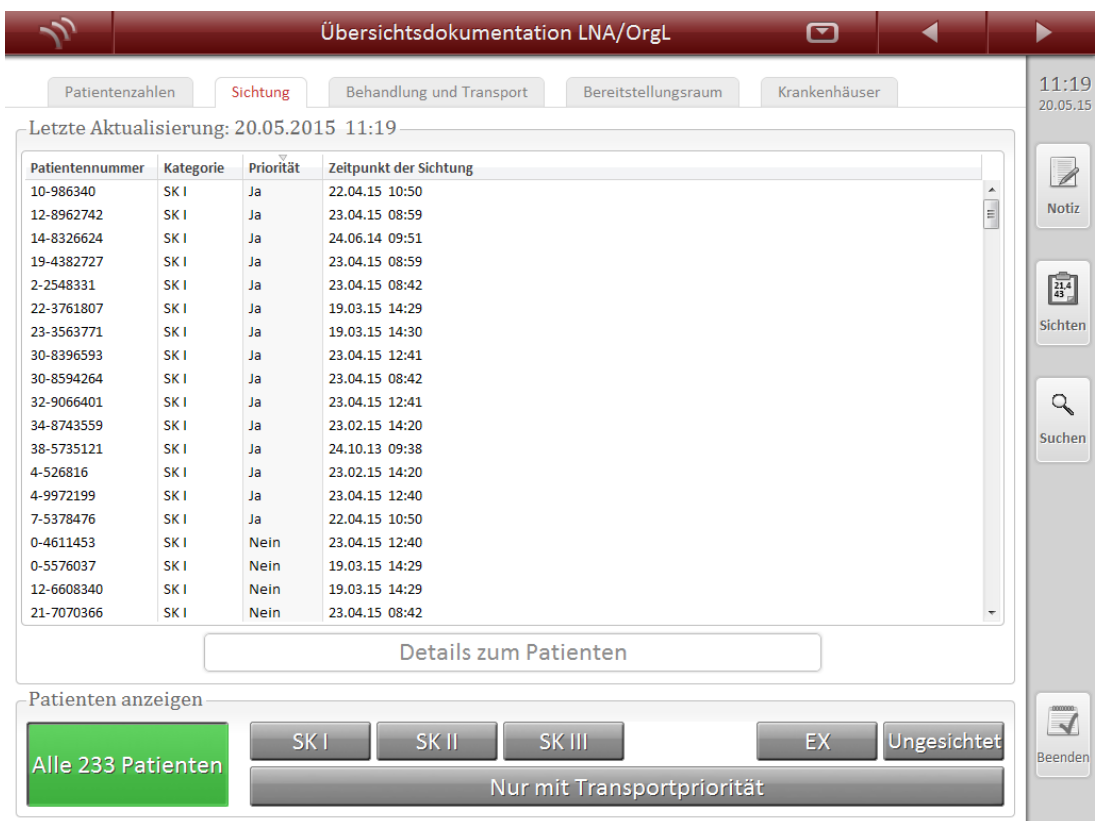


Abbildung 92: Übersichtsdokumentation zur Sichtung

Übersichtsdokumentation LNA/OrgL

11:19
20.05.15

Patientenzahlen Sichtung **Behandlung und Transport** Bereitstellungsraum Krankenhäuser

Letzte Aktualisierung: 20.05.2015 11:19

Patientennummer	Kategorie	Priorität	Hauptdiagnose	Transportziel	Rettungsmittel	Abfahrt
1-1227133	SK I	Ja	Thorax,	Städt. KH Kiel Gyn,Kinder,etc	10/83-01 (RTW)	08:04
1-6265202	SK I	Ja	Unterkühlung, Vergiftung,	Städt. KH Kiel chirurgisch	13/83-02 (RTW)	10:04
13-4061194	SK I	Ja	Psych. Ausnahmezustand,	Uni-Klinik KI Unfall-Chirurgie	11/85-01 (KTW)	09:06
14-2658791	SK I	Ja	Geschlossene Verletzung, Verbr	Städt. KH Kiel internistisch	ITW	12:04
14-8950626	SK I	Ja	Thorax,	Städt. KH Kiel chirurgisch	ITW	10:04
22-265710	SK I	Ja	Verbrennung,	Uni-Klinik KI Neuro-Chirurgie	11/83-04 (RTW)	10:04
23-6371127	SK I	Ja	Unterkühlung,	Städt. KH Kiel Gyn,Kinder,etc	11/85-01 (KTW)	12:06
24-5552346	SK I	Ja	Wirbelsäule, Psych. Ausnahmez	Städt. KH Kiel internistisch	23/82-01 (RTW)	02:10
25-2469419	SK I	Ja	Schädel,	Uni-Klinik KI Unfall-Chirurgie	12/83-01 (RTW)	10:04
27-6254857	SK I	Ja	Knochenbruch,	Uni-Klinik KI Neuro-Chirurgie	11/83-02 (RTW)	12:06
27-8736120	SK I	Ja	Weichteilverletzung,	Städt. KH Kiel Gyn,Kinder,etc	11/83-04 (RTW)	08:04
29-7429899	SK I	Ja	Thorax, Verrenkung/Verstauchu	Uni-Klinik KI Neuro-Chirurgie	11/83-02 (RTW)	12:04
3-7516990	SK I	Ja	Abdomen, Psych. Ausnahmezusi	Städt. KH Kiel Gyn,Kinder,etc	ITW	09:10
33-2912082	SK I	Ja	Extremitäten, Psych. Ausnahme;	Uni-Klinik KI 1. Med.	11/85-01 (KTW)	09:10
33-5461770	SK I	Ja	Abdomen, Vergiftung,	Städt. KH Kiel internistisch	11/85-01 (KTW)	12:06
36-9005720	SK I	Ja	Verrenkung/Verstauchung,	Städt. KH Kiel chirurgisch	12/83-01 (RTW)	09:10
6-6578315	SK I	Ja	Offene Verletzung,	Städt. KH Kiel Gyn,Kinder,etc	11/85-01 (KTW)	12:06
8-7198120	SK I	Ja	Wirbelsäule, Abdomen,	Uni-Klinik KI 1. Med.	ITW	09:06
9-3837927	SK I	Ja	Schädel,	Städt. KH Kiel internistisch	13/83-01 (RTW)	02:02

Details zum Patienten

Patienten anzeigen

Nur mit Transportpriorität

Abbildung 93: Übersichtsdokumentation zu Behandlung und Transport

Bereitstellungsraum

13:43
16.04.13

Letzte Aktualisierung:

Funkrufname	Typ	Ankunftszeit	Abfahrtszeit	Bemerkungen
11.83.01	RTW	16.04.13 13:43		
11.82.01	NEF	16.04.13 13:43	16.04.13 13:43	Bemerkung

Rettungsmittel anzeigen

Abbildung 94: Übersichtsdokumentation zum Bereitstellungsraum

Übersichtsdokumentation LNA/OrgL

11:19
20.05.15

Patientenzahlen Sichtung Behandlung und Transport Bereitstellungsraum **Krankenhäuser**

Letzte Aktualisierung: 20.05.2015 11:18

Bezeichnung	Tel.-Nr.	km	CT	Kapazitäten	SKI aufg.	SKII aufg.	SKIII aufg.
Bad Segeberg chirurgisch	04551 - 801 1100	55.0	Ja		0	0	0
Bad Segeberg internistisch	04551 - 801 1911	55.0	Ja		0	0	0
BHH-Altona Asklepios Klinik chirurgisch	040 - 181881 0	94.0	Ja		0	0	0
Brunsbüttel chirurgisch	04852 - 980 0	104.0	Ja		0	0	0
Brunsbüttel internistisch	04852 - 980 0	104.0	Ja		0	0	0
Eckernförde Inland Klinik chirurgisch	04351 - 882 0	28.5	Ja		0	0	0
Eckernförde Inland Klinik internistisch	04351 - 882 0	28.5	Ja		0	0	0
Eutin Sana Klinik chirurgisch	04521 - 787 2020	46.8	Ja		0	0	0
Eutin Sana Klinik internistisch	04521 - 787 2020	46.8	Ja		0	0	0
Flensburg DIAKO chirurgisch	0461 - 812 0	90.9	Ja		0	0	0
Flensburg DIAKO internistisch	0461 - 812 0	90.9	Ja		0	0	0
Hamburg UKE chirurgisch	040 - 7410 20002	91.8	Ja		0	0	0
Heide Westküstenklinikum chirurgisch	0481 - 785 1360	80.3	Ja		0	0	0
Heide Westküstenklinikum internistisch	0481 - 785 1360	80.3	Ja		0	0	0
HH-Boberg BG Unfall-KH chirurgisch	040 - 7306 1230	109.0	Ja		0	0	0
Husum chirurgisch	04841 - 660 0	84.5	Ja		0	0	0
Husum internistisch	04841 - 660 0	84.5	Ja		0	0	0
Itzehoe chirurgisch	04821 - 772 1050	74.5	Ja		0	0	0
Itzehoe internistisch	04821 - 772 1050	74.5	Ja		0	0	0

Krankenhäuser anzeigen

Abbildung 95: Übersichtsdokumentation zu den Krankenhäusern

Notizen

Notizen

2 ||
3 ||

Abbildung 96: Dialog zum Erstellen von Notizen

Patientensuche

Patientenmerkmale einschränken

Stichwort:

Patientenname:

Alter von ... bis ...: -

Männlich Weiblich

Sichtungskategorie:

Hauptdiagnosen:

Medikamente:

Behandlung:

Transportziel:

SK II

Thoraxdrainage links

Ergebnisse

Patientenname	Alter	Geschlecht	SK	Stichwort	Hauptdiagnosen	Behandlung	Transportziel
Harald Weber	54	M	SK II		Knochenbruch,	VerbandThoraxdrainage	Städt. KH Kiel chirurgisch
Hauke Hoffmann	61	M	SK II		Thorax,	Thoraxdrainage links	Uni-Klinik KI Unfall-Chirurg
Heinz Schulz	97	M	SK II		Vergiftung, Schädel,	Thoraxdrainage links	Städt. KH Kiel Gyn,Kinder,
Sebastian Albrecht	42	M	SK II		Unterkühlung,	Thoraxdrainage links	Städt. KH Kiel Gyn,Kinder,
Volker Schröder	57	M	SK II		Offene Verletzung, Abdomen,	AnalgesieThoraxdrainage	Uni-Klinik KI Unfall-Chirurg
Volker Weber	62	M	SK II		Extremitäten,	VerbandThoraxdrainage	Städt. KH Kiel chirurgisch

Abbildung 97: Dialog zur Suche nach Patienten

Digitale Patientenanhängerkarte

SK III **3TEST4A1B2C3D4E5** **SK III**

Überblick Diagnose Behandlung Transport Personendaten

Diagnose

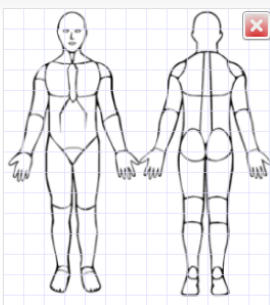
SK III
ohne Transportpriorität

Atmung: Ok Kreislauf: Ok Bewusstsein: Ok

Hauptdiagnosen: Knochenbruch

Sichtungsverlauf: 11:21 - SK I, 11:21 - Ungesichtet

Verletzungen / Verbrennungen



Medikation

Bezeichnung	Gesamtdosis	Letzte Verabreichung	Letzte Dosis
Diazepam	10.0 mg	11:21 20.05.2015	10.0 mg

Transport

Eigenschaften: liegender Transport

Transportmittel: k.A.

Transportziel: Uni-Klinik KI Unfall-Chirurgie

Abbrechen Speichern und Schließen

Abbildung 98: Überblick über eine digitale Patientenanhängerkarte

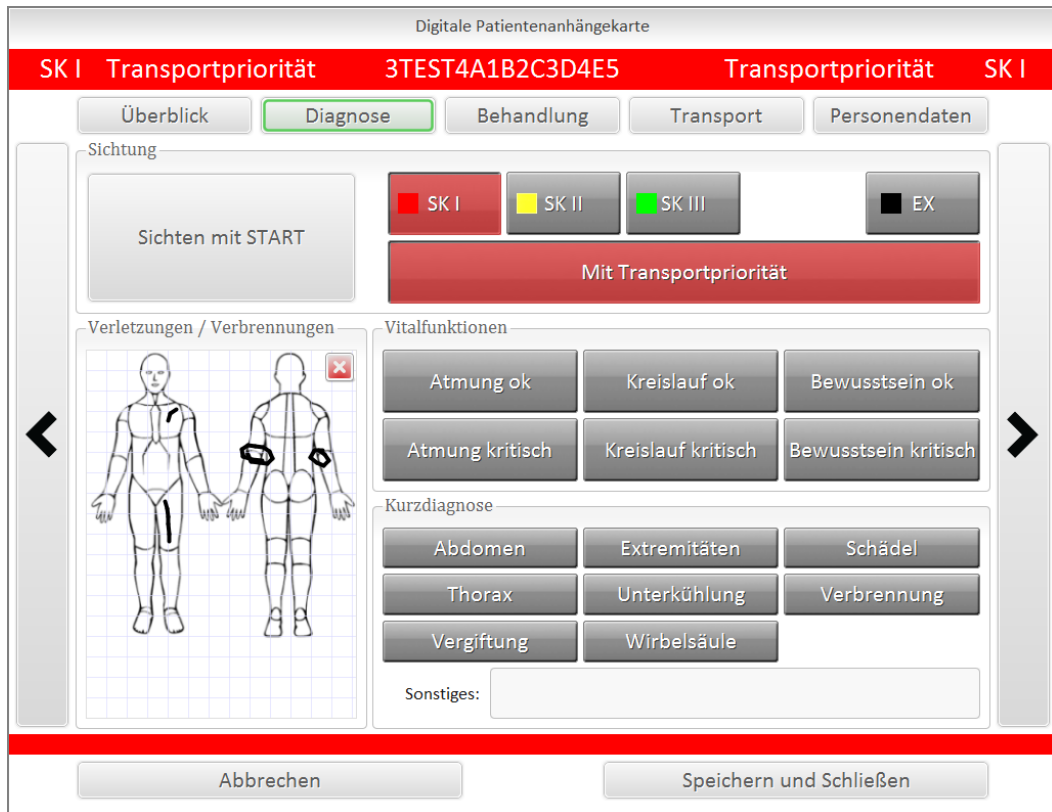


Abbildung 99: Abschnitt Diagnose bei SK I einer digitalen Patientenanhängerkarte

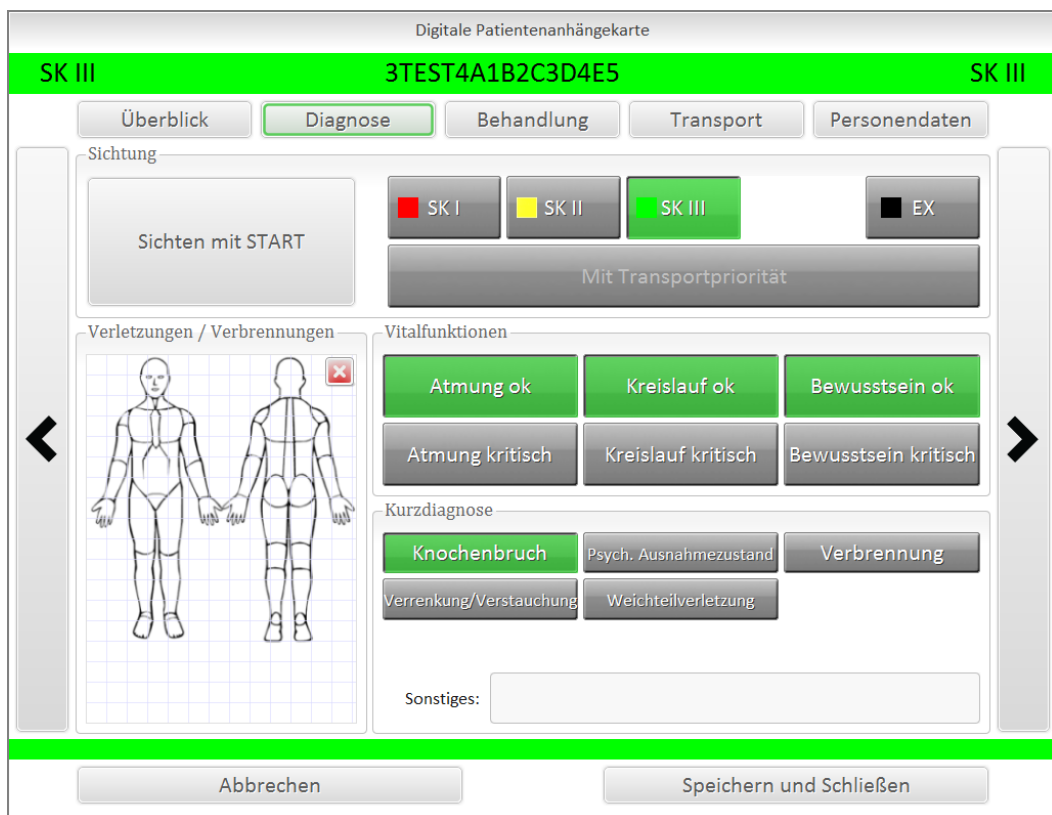


Abbildung 100: Abschnitt Diagnose bei SK III einer digitalen Patientenanhängerkarte

Digitale Patientenanhängerkarte

SK III 3TEST4A1B2C3D4E5 SK III

Medikation

Name	Dosis	Zeit
Diazepam	10.0 mg	11:21

Medikamentengabe dokumentieren

Anderes Medikament:

Dosis:

Bemerkungen

Maßnahmen

Abbildung 101: Abschnitt Behandlung einer digitalen Patientenanhängerkarte

Digitale Patientenanhängerkarte

SK III 3TEST4A1B2C3D4E5 SK III

Transporteigenschaften

Mit Transportpriorität

Transportmittel

<input type="button" value="Typ"/>	<input type="button" value="Funkrufname"/>	Funkrufname: <input style="width: 90%;" type="text"/>
Typ:		<input type="button" value="ITW"/> <input style="border: 2px solid green;" type="button" value="KTW"/> <input type="button" value="RTW"/>

Transportziel

Anderes Transportziel:

Abbildung 102: Abschnitt Transport einer digitalen Patientenanhängerkarte

Digitale Patientenanhängerkarte

SK III 3TEST4A1B2C3D4E5 SK III

Überblick Diagnose Behandlung Transport **Personendaten**

Bild

Fundort

Bemerkungen

Persönliche Daten

Vorname:

Nachname:

Geburtsdatum:

Alter:

Geschlecht: Weiblich Männlich

Nationalität: **Unbekannt**

Deutsch Englisch

Türkisch Dänisch

Andere Nationalität:

Abbrechen Speichern und Schließen

Abbildung 103: Abschnitt Personendaten einer digitalen Patientenanhängerkarte

Digitale Patientenanhängerkarte

Bild

Fundort

Bemerkungen

Persönliche Daten

Vorname:

Nachname:

Geburtsdatum:

Alter:

Geschlecht: Weiblich Männlich

Nationalität: **Unbekannt**

Vorname des Patienten

Q W E R T Z U I O P Ü

A S D F G H J K L Ö Ä Übernehmen

Y X C V B N M , . -

123:~/ Leertaste Handschrift

X Zurück Weiter

Abbildung 104: Dialog zur Eingabe des Vornamens eines Patienten