
Vorschau



In dieser Vorschau fehlen einige Buchseiten. Der vollständige Abdruck der Doktorarbeit ist jedoch im Buchhandel erhältlich.

Simon Nestler

Konzeption, Implementierung und Evaluierung von Benutzerschnittstellen für lebensbedrohliche, zeitkritische und instabile Situationen

Zusammenfassung

Ein Massenanfall von Verletzten (MANV) ist eine Notfallsituation, in der verschiedene Ursachen zu einer großen Anzahl von Patienten am gleichen Ort führen, die nicht auf einmal vom regulären Rettungsdienst behandelt werden können. Die Tatsache, dass der regionale Rettungsdienst an seine Grenzen stößt, führt zu einer abrupten und sofortigen Veränderung der Organisationsstruktur.

Um die Einsatzleiter in ihren bedeutenden Entscheidungen bestmöglich durch fundierte Informationen zu unterstützen, sind Innovationen im Bereich der Benutzerschnittstellen erforderlich. Die Rettungskräfte müssen alle verfügbaren Informationen über mobile Benutzerschnittstellen erfassen und zeitnah an die Einsatzleiter weitergeben. Diese Informationsweitergabe darf die Einsatzkräfte jedoch nicht von ihren zahlreichen lebensrettenden Aufgaben wie Triage, Behandlung, Registrierung und Transport abhalten. Daher sind Benutzerschnittstellen zu entwickeln, die auch in kritischen Situationen bedienbar sind und eine schnelle Erfassung der Informationen ermöglichen.

Um Benutzerschnittstellen in lebensbedrohlichen, zeitkritischen und instabilen Situationen einsetzen zu können, muss zunächst das Umfeld genauer analysiert werden. Die Betrachtung der Einsatzumgebung, der Nutzer, der Computer und der Benutzerschnittstellen prägen daher den ersten Teil dieser Arbeit. In den Ausführungen zur Einsatzumgebung wird die lebensbedrohliche, zeitkritische und instabile Situation konkretisiert und charakterisiert. Die Betrachtungen zu den Nutzern setzen sich mit der Ausbildung, der Erfahrung, dem Wissen und den Aufgaben der Nutzer auseinander. Ferner werden neue Entwicklungen der Computertechnologien und die daraus entstehende Vielfalt an neuen Konzepten und Technologien vorgestellt. Abgeschlossen werden die Betrachtungen des Umfeldes mit einem Überblick über bisherige Konzepte und Ansätze bei der Entwicklung von Benutzerschnittstellen.

Im Hauptteil der Arbeit werden drei verschiedene Benutzerschnittstellen eingehender betrachtet, für die jeweils in Zusammenarbeit mit den Einsatzkräften die Anforderungen ermittelt wurden. Auf Basis dieser Anforderungen wurden verschiedene Konzepte entwickelt. Diese Konzepte wurden implementiert und im Rahmen einer Übung mit den Einsatzkräften evaluiert. Die drei verschiedenen Benutzerschnittstellen fokussieren auf die Schwerpunkte Training, Triage und Tracking. Alle Konzepte setzen auf den identifizierten Rahmenbedingungen bezüglich Umgebung, Nutzer, Computer und Benutzerschnittstelle auf. Die Einführung der Benutzerschnittstellen in bisher Papier basierte Prozesse führt dabei zu verschiedenen Herausforderungen. Neben den möglichen Anwendungen der Benutzerschnittstellen betrachtet diese Arbeit die Möglichkeiten der Verbindung von Papier basierter und elektronischer Information, beispielsweise durch Anhängerkarten mit elektronisch lesbaren RFID-Chips.

Abstract

A mass casualty incident (MCI) is an emergency situation in which various circumstances lead to a great number of injured patients at the same place that cannot be immediately medicated by the regular rescue service. The fact that the regional rescue service reaches its limits leads to an abrupt and spontaneous change of the organizational structures. In order to better assist the operation controllers in their crucial decisions by well-founded information, innovations in the field of user-interfaces are a necessity. The relief units have to pass instantaneously all the available information to the scene managers by means of mobile user-interfaces. This information circulation should not obstruct the relief units from their various life-saving duties such as triage, medication, registration and transport.

Before user-interfaces can be used in life-threatening, time-critical and unstable situations, the environment has to be analyzed in details. Consequently the first part of this work focuses on the operation environment, the users, the computers and the user-interfaces. The specifications of the operation environment concretizes and characterizes the life-threatening, time-critical and unstable situation. The inspections of the users deal with their education, experience, knowledge and tasks. Furthermore, innovative developments in the field of computer technology and the resulting variety of concepts and technologies are presented. Finally a summary of existing concepts and approaches for the development of user-interfaces is given.

In the main part of this thesis three different user-interfaces metaphors are examined in detail, for each of them the requirements have been identified in cooperation with the relief workers. On the basis of these requirements different concepts are developed. Afterwards these concepts are implemented and evaluated within the scope of a disaster control exercise. The different user-interfaces focus on training, triage and tracking. All concepts are based on the identified basic conditions regarding environment, users, computers and user-interfaces. The introduction of mobile user-interfaces in hitherto

paper-based processes leads to various challenges. Besides the possible fields of application for user-interfaces, this thesis focuses on the possibilities for connecting paper-based and electronic information, for instance by extending the triage tags with rfid-chips, which are electronically readable.

Vorschau



In dieser Vorschau fehlen einige Buchseiten. Der vollständige Abdruck der Doktorarbeit ist jedoch im Buchhandel erhältlich.

I Anwendungsumfeld	1
1 Umgebung	5
1.1 Massenanfall an Verletzten (MANV)	6
1.1.1 Katastrophe	6
1.1.2 Großschadensereignis	8
1.1.3 Einsatzstufen	8
1.1.4 Krise	9
1.1.5 Geschichte	9
1.2 Lebensbedrohlichkeit	10
1.3 Zeitkritikalität	11
1.4 Instabilität	12
1.5 Szenario	12
1.5.1 Regelbetrieb	13
1.5.2 Übergang zum MANV	14
1.5.3 MANV	14
1.5.4 Übergang zum Regelbetrieb	16
1.6 Fazit	16

2	Nutzer	19
2.1	Einsatzkräfte im Rettungsdienst	20
2.1.1	Aufgaben	20
2.1.2	Qualifikation	21
2.1.3	Not- und Regelkompetenz	23
2.1.4	Internationale Standards	23
2.2	Einsatzkräfte im Notarztdienst	25
2.2.1	Aufgaben	25
2.2.2	Qualifikation	25
2.2.3	Dokumentation	26
2.2.4	Internationale Standards	26
2.3	Leitstellenpersonal	27
2.3.1	Aufgaben	27
2.3.2	Qualifikation	27
2.3.3	Gesetze	28
2.3.4	Alarmierungsbeispiel	28
2.4	Einsatzleiter im MANV	29
2.4.1	Aufgaben	30
2.4.2	Qualifikation	30
2.4.3	Organisation	32
2.4.4	Münchner System	34
2.5	Einsatzkräfte der Feuerwehr	34
2.6	Einsatzkräfte in Israel	35
2.7	Fazit	37
3	Computer	39
3.1	Technologien	40
3.1.1	Kommunikation	40
3.1.2	Lokalisation	44
3.1.3	Identifizierung	47
3.2	Ubiquitous Computing im MANV	49
3.2.1	Location Awareness	51
3.2.2	Context Awareness	52

3.2.3	Situation Awareness	54
3.3	Hardware	55
3.3.1	Handhelds	56
3.3.2	Multi-Touch Geräte	58
3.3.3	Öffentliche Displays	59
3.3.4	Head Mounted Displays	61
3.4	Systeme	62
3.4.1	Sensorsysteme	62
3.4.2	Notfallssysteme	64
3.4.3	Krankenhaussysteme	68
3.4.4	Katastrophensysteme	69
3.4.5	Simulationssysteme	72
3.5	Fazit	75
4	Benutzerschnittstelle	77
4.1	Desktop Benutzerschnittstellen	78
4.1.1	WIMP Konzept	78
4.1.2	Paradigmen und Konzepte	80
4.1.3	Interfaces im MANV	82
4.2	Mobile Benutzerschnittstellen	85
4.2.1	Mobilität und Usability	85
4.2.2	Mobilität am Patienten	88
4.2.3	Mobile Benutzerschnittstellen im MANV	89
4.3	Textbasierte Dokumentation	91
4.3.1	Papierbasierte Texteingabe	92
4.3.2	Texteingabe mit mobilen Benutzerschnittstellen	94
4.4	Evaluierung von Benutzerschnittstellen	98
4.4.1	Usability Engineering	99
4.4.2	Evaluierungen im MANV	101
4.5	Adaptive Benutzerschnittstellen	105
4.5.1	Menschliches Verhalten in Katastrophen	106
4.5.2	Adaption, Antizipation und Anforderungen	109
4.5.3	Gestaltung adaptiver Benutzerschnittstellen	113
4.6	Fazit	118

5	Anforderungen	121
5.1	Motivation	122
5.2	Ist-Zustand	122
5.3	Funktionale Anforderungen	124
5.4	Nicht-funktionale Anforderungen	126
5.5	Fazit	127
II	Umsetzung	129
6	Triage	133
6.1	Einleitung	134
6.2	Motivation	136
6.3	Verwandte Arbeiten	138
6.4	Anforderungen	139
6.4.1	Ist-Zustand	139
6.4.2	Funktionale Anforderungen	142
6.4.3	Nicht-funktionale Anforderungen	144
6.5	Konzepte	146
6.6	Implementierungen	148
6.7	Evaluierung	155
6.7.1	Durchführung	155
6.7.2	Quantitative Bewertung	158
6.7.3	Qualitative Bewertung	161
6.7.4	Offene Gespräche	167
6.8	Ausblick	168
6.9	Fazit	169
7	Training	173
7.1	Hintergrund	174
7.2	Motivation und verwandte Arbeiten	176
7.3	Anforderungen	179
7.3.1	Ist-Zustand	179
7.3.2	Funktionale Anforderungen	181

7.3.3	Nicht-funktionale Anforderungen	182
7.4	Konzepte	184
7.4.1	Allgemeines Patientenmodell	184
7.4.2	Patientenmuster	185
7.4.3	Spezifisches Patientenmodell	186
7.4.4	Gestenbasierte Interaktionen	187
7.5	Implementierungen	189
7.5.1	<i>Touch</i> -Informationen	189
7.5.2	Virtuelle Patienten	190
7.5.3	Model-View-Controller	191
7.6	Evaluierung	192
7.6.1	Protokollierung	194
7.6.2	Durchführung	196
7.6.3	Ergebnisse	197
7.7	Ausblick	201
7.7.1	Erweiterung des Funktionsumfangs	201
7.7.2	Erhöhung des Realismus	202
7.7.3	Erweiterung der Interaktion	203
7.8	Fazit	204
8	Tracking	207
8.1	Einleitung	208
8.2	Motivation	209
8.3	Verwandte Arbeiten	210
8.4	Anforderungen	212
8.4.1	Ist-Zustand	213
8.4.2	Allgemeine Anforderungen	214
8.4.3	Anforderungen an GPS und Lösungsansätze	217
8.4.4	Anforderungen an RFID und Diskussion	219
8.5	Konzepte	220
8.6	Implementierungen	225
8.7	Evaluierung	229
8.7.1	Fragebögen und Versuchsdesign	232

8.7.2	RFID Ergebnisse	234
8.7.3	GPS Ergebnisse	237
8.7.4	Beobachtungen	240
8.8	Ausblick	242
8.9	Fazit	246
III	Ausblick	249
9	Technologien	253
9.1	Telepräsenz	254
9.2	Verteilte Agenten	255
9.3	Elektronische Triagekarten	257
9.4	Virtuelle Realität	260
9.5	Fazit	263
10	Organisation	265
10.1	Einfluss der Technologien	266
10.2	Vorbereitung auf den MANV	267
10.3	Bedeutung von Entscheidungen	268
10.4	Organisationen im MANV	271
10.5	Herausforderungen der Zukunft	274
10.6	Fazit	276
	Literaturverzeichnis	282

Vorschau



In dieser Vorschau fehlen einige Buchseiten. Der vollständige Abdruck der Doktorarbeit ist jedoch im Buchhandel erhältlich.

KAPITEL 1

Umgebung

Es wurde bereits skizziert, dass die Benutzerschnittstellen in lebensbedrohlichen, zeitkritischen und instabilen Umgebungen eingesetzt werden sollen. Nachfolgend wird eine Umgebung beschrieben, auf die diese Kriterien zutreffen und die daher im weiteren Verlauf der Arbeit mehrfach als Referenzsituation verwendet wird. Die in der Arbeit verwendete Umgebung ist der Massenansturm von Verletzten (MANV). Bei diesem Begriff handelt es sich um einen Fachterminus aus dem Notfall- und Rettungswesen, der daher nachfolgend noch weiter zu konkretisieren ist. Anschließend wird die Erfüllung der Kriterien Lebensbedrohlichkeit, Zeitkritikalität und Instabilität betrachtet. Zudem wird noch beispielhaft ein mögliches Szenario für eine solche MANV-Umgebung beschrieben.

1.1 Massenanfall an Verletzten (MANV)

Der MANV ist klar von der Katastrophe abzugrenzen, wird aber dennoch oft synonym verwendet [Hammond, 2005]. Es gibt keine universelle Definition, die beschreibt, was den MANV bzw. die Katastrophe ausmacht [Nocera und Garner, 1999]. Daher ist es notwendig, die Begriffe zunächst zu definieren, insbesondere da die Konzepte für den MANV nicht direkt auf Katastrophen übertragen werden können [Beck et al., 2005]. Im Gebiet des Katastrophenschutzes sucht man generelle Definitionen vergeblich, einige Definitionen variieren von Region zu Region [Bar-Dayan, 2008]. Der Begriff *Katastrophe* taucht in vielen MANV Definitionen auf, und sei es nur um der Abgrenzung willen. Daher wird zunächst der Begriff der Katastrophe enger eingegrenzt.

Erfreulicherweise ereignet sich ein größerer MANV nur sehr selten in Deutschland. Nur wenige Rettungskräfte, inklusive der Führungskräfte, verfügen daher über praktische Erfahrungen im Umgang mit einem großen MANV. Die praktischen Erfahrungen erhalten die Rettungskräfte aus Notfallübungen [Langhorst, 1999]. Im Gegensatz dazu führt beispielsweise in Israel die große Anzahl an Notfällen, die die lokalen Ressourcen übersteigen, zu einer fundierteren praktischen Erfahrung mit dem MANV [Frykberg, 2004].

1.1.1 Katastrophe

Katastrophen lassen sich durch ihre Herausforderungen für die BOS (Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben) definieren. Katastrophen sind Ereignisse, in denen hochgradig koordiniertes Vorgehen von Polizei, Feuerwehr und Rettungsdienst sowie von Zivil- und Katastrophenschutz entscheidend für deren erfolgreiche Bewältigung ist [Meissner et al., 2002]. Ein Ansatz, wie eine derartige Koordination praktisch gestaltet werden kann, ist in Abbildung 1.2 dargestellt. Katastrophen betreffen weitläufige Gebiete, und häufig fehlen in diesen Gebieten strukturierte und organisierte Vorgehensweisen [Blumer, 2005], um effizient durch BOS auf Katastrophen reagieren zu können. Beispiele für diese Katastrophen sind Fluten, Erdbeben, Tsunamis oder Erdbeben. Anhand ihrer Ursache lassen sich Katastrophen wie folgt differenzieren: (1) Naturkatastrophen, (2) von Menschen verursachte Katastrophen, (3) technische Katastrophen und (4) nationale Sicherheitskatastrophen [Christie und Levary, 1998]. Die Folgen einer Katastrophe können sich über mehrere Jahre hinweg auf die physische und psychische Gesundheit auswirken [Kamp et al., 2006]. Die Kernvariablen, mit denen sich eine Katastrophe beschreiben lässt, sind: (1) Zeitpunkt der Vorwarnung, (2) Stärke, (3) Ort und (4) Zeitdauer [Wachtendorf, 2004]. Ein Notfall wird zu einer Katastrophe, wenn sie die lokalen Ressourcen übersteigt und zu großem Schaden, Verlust oder Zerstörung führt [Johnson, 2000]. Katastrophen erschüttern die Gesellschaft in hohem Grade und führen zu weitreichenden menschlichen, materiellen, wirtschaftlichen und ökologischen Verlusten [Leoni, 2006]. Katastrophen bilden aber auf der anderen Seite das Zentrum eines iterativen Prozesses aus Planung, Vermeidung, Vorbereitung, Reaktion und Erholung wie in Abbildung 1.1 dargestellt. Katastrophen zeigen auch

das Unvermögen einer Gesellschaft auf, sich erfolgreich an gewissen Ausprägungen der natürlichen und sozialen Umgebung anzupassen [Oliver-Smith, 1996]. Abschließend sei noch die Definition der JCAHO (Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organisations) erwähnt, die Katastrophen beschreibt als "etwas, was nicht nur die medizinische Versorgung unterbricht, sondern auch den Bedarf an medizinischer Versorgung erhöht und das Umfeld der medizinischen Versorgung erschüttert" [Hammond, 2005].

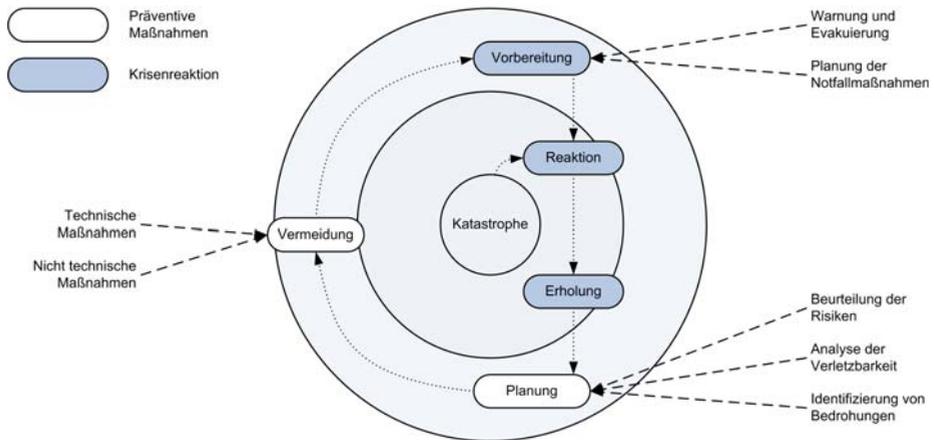


Abbildung 1.1: Der Zyklus der erfolgreichen Katastrophenbewältigung [Leoni, 2006]

Katastrophen und dem MANV ist gemein, dass ein Missverhältnis zwischen der Zahl der Verletzten und den Behandlungskapazitäten besteht. Ein MANV ist im Umfang jedoch dadurch begrenzt, dass eine Region zwar an ihre Grenzen gerät, jedoch nicht wie bei der Katastrophe auf auswärtige Hilfe angewiesen ist [Holliman, 2002]. Im Rahmen des MANV kann eine Region aber durchaus an ihre Grenzen geraten, dass beispielsweise ein Feldkrankenhaus errichtet werden muss [Palmer et al., 2005]. Da im MANV die Behandlungskapazitäten überschritten werden, kann ein MANV nur durch eine geeignete Priorisierung der Behandlungen bewältigt werden. Schwerverletzte Patienten mit den größten Überlebenschancen und dem geringsten Aufwand an Zeit, Material und Personal werden bevorzugt behandelt [Mor und Waisman, 2002]. Vom MANV abzugrenzen sind Situationen mit mehreren Verletzten, in denen Zahl der Patienten und die Schwere ihrer Verletzungen nicht die verfügbaren Ressourcen übersteigt. Ein MANV führt stets zu vielfältigen Herausforderungen für Rettungs- und Notarztdienste [Gao et al., 2007a]. Das Ziel jeder MANV Bewältigung ist durch geeignete Organisationsstrukturen das Beste für die größtmögliche Zahl an Menschen zu erreichen [O'Neill, 2005]. Eine derartige Organisationsstruktur für die Bewältigung von Katastrophen ist in Abbildung 1.3 dargestellt. Ein Ansatz für die erfolgreiche Bewältigung eines MANV ist hierbei die Erkenntnis, dass häufig nur 10 bis 15 Prozent der Überlebenden akut lebensbedrohlich verletzt sind und alle Übrigen nur ein leichtes oder mittleres Trauma erlitten haben [Hirshberg et al., 2001]. Im MANV versuchen die Rettungskräfte daher mit

Hilfe der Triage, diese Gruppe an akut lebensbedrohlich Verletzten zu identifizieren [Gao et al., 2007a]. Beispiele für den MANV sind Unfälle in öffentlichen Verkehrsmitteln (Bahn-, Bus- und Flugzeugunglücke) und Massenkarambolagen. Außerdem können Unfälle in Fabriken, Großbrände, Explosionen und Terrorismus zu einer großen Zahl an Verletzten an einem Ort führen [Mentges et al., 1997].

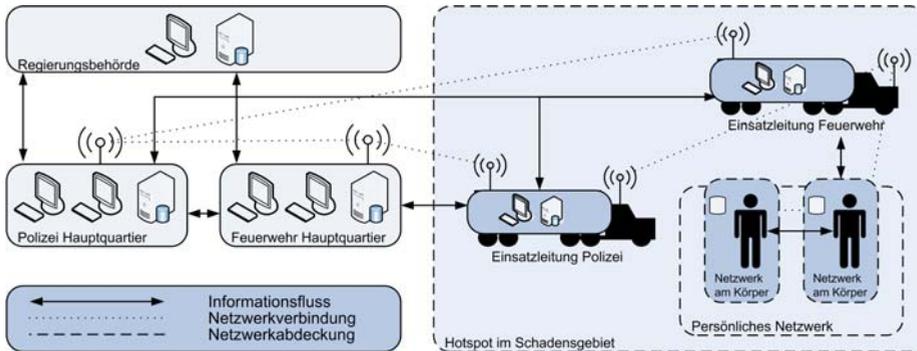


Abbildung 1.2: Die Koordination von Polizei, Feuerwehr und Rettungsdienst ist entscheidend für die erfolgreiche Bewältigung von Katastrophen [Meissner et al., 2002]

1.1.2 Großschadensereignis

Neben dem MANV ist auch noch der Begriff *Großschadensereignis* gebräuchlich. Dieser Begriff beschreibt ein Ereignis, das zu einer Überlastung der verfügbaren BOS führt [Moles, 1999]. Ein Großschadensereignis führt plötzlich, unerwartet und innerhalb kürzester Zeit zu großen Schäden an einem Ort [Gaynor et al., 2005]. Ein solches Ereignis kann durch hohe Personenschäden Rettungsdienst und Krankenhäuser überlasten und zum Zusammenbruch der medizinischen Versorgung führen [Malan et al., 2004]. In Bezug auf den Rettungsdienst beschreibt das Großschadensereignis damit die gleiche Situation wie der MANV und der Begriff kann synonym verwendet werden. In der englischen Literatur findet sich zudem noch der zum MANV synonyme Begriff *MCI (mass casualty incident)*.

1.1.3 Einsatzstufen

Die Größe des MANV wird üblicherweise in Einsatzstufen angegeben. Nach [Flemming und Adams, 2007] sind die Einsatzstufen folgendermaßen definiert: MANV 1 (5–19 Patienten), MANV 2 (20–49 Patienten), MANV 3 (50–199 Patienten) und MANV 4 (mehr als 200 Patienten). Gänzlich anders werden die Einsatzstufen in [Kanz et al., 2006] definiert: MANV 1 (3–10 Patienten), MANV 2 (11–20 Patienten), MANV 3 (21–50 Patienten) und MANV 4 (51–100 Patienten). Es wird deutlich, dass die

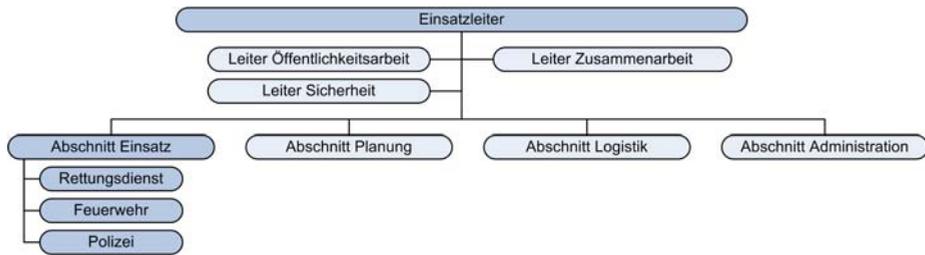


Abbildung 1.3: Im MANV ist das Ziel, durch geeignete Organisationsstrukturen das Beste für die größtmögliche Zahl an Menschen zu erreichen [O'Neill, 2005]

Zahl der Patienten eine entscheidende Kenngröße für die Beschreibung des Ausmaßes eines MANV darstellt. Andererseits wird auch deutlich, dass der Begriff *MANV 2* das Ausmaß eines MANV nicht eindeutig beschreiben kann, ein *MANV mit ungefähr 15 Verletzten* ist hier deutlich klarer, und im Rahmen der Arbeit wird daher auf die Verwendung der Begriffe *MANV 1*, *MANV 2*, *MANV 3* und *MANV 4* verzichtet.

1.1.4 Krise

Der Vollständigkeit halber sollen die Begriffe *MANV* und *Katastrophe* abschließend noch von dem Begriff *Krise* abgegrenzt werden. Krisen beschreiben im wirtschaftlichen Umfeld die Kombination von Gefahr, Dringlichkeit und Unsicherheit. In einer Krise stehen Dinge mit großem Wert auf dem Spiel. Die für die Reaktion verfügbare Zeit ist begrenzt. Alle Informationen sind verraucht, und der gegenwärtige Zustand ist unklar [Gervasio und Iba, 1997]. Im Gegensatz dazu liegt im MANV der Fokus auf der medizinischen Situation und nicht auf wirtschaftlichen Überlegungen. Nach [Iba und Gervasio, 1999] sind diese drei Extreme (Gefahr, Dringlichkeit und Unsicherheit) auch der Grund, warum Unterstützungssysteme in Krisen erfolgreicher funktionieren als Automatisierung. Ferner schweißen Krisen Menschen enger zusammen, und kommen unerwartet [Rosenthal et al., 1989]. Reaktionen auf Krisen unterscheiden sich wesentlich von Reaktionen auf Notfälle. Werden Notfälle nicht effizient bewältigt, führen sie zu unzulänglicher Nutzung von Kapazitäten und zu Verlust von Ressourcen; Krisen übersteigen stets die Kapazitäten und führen zu großem Schaden, auch wenn sie effizient bewältigt werden [Porte, 2007].

1.1.5 Geschichte

In der Vergangenheit erschütterten immer wieder Katastrophen und Massenanfälle von Verletzten die Welt. Die letzten Jahre (1998–2008) sind gekennzeichnet durch eine hohe Anzahl an Terrorattacken, die sich auf Transportsysteme konzentriert haben. Insgesamt ereigneten sich 882 Zwischenfälle mit insgesamt 6.924 Verletzten. Zwischen 1920 und

2000 wurden 65 Prozent der Anschläge auf Transportmittel verübt (32% öffentliche Busse, 26% Bahnen und 7% Touristenbusse) [Silva und Matsumoto, 2008].

Im Vereinigten Königreich führten die mehrfachen Bombenexplosionen am 7. Juli 2005 zum größten MANV seit Ende des Zweiten Weltkrieges. Das Ereignis belastete Rettungsdienste, Krankenhäuser und den öffentlichen Nahverkehr [Aylwin et al., 2006]. Seit diesem und ähnlichen Ereignissen, wie beispielsweise dem Anschlag auf das World Trade Center in New York in 2001 ("9/11") und den Bombenanschlägen 2004 in Madrid, werden die Pläne für Rettungsdienste, Krankenhäuser und Katastrophenschutz überarbeitet. 1989 zeigte der Absturz einer Boeing 737-400 bei Kegworth die Probleme beim Einsatz unterschiedlicher Triagesysteme. Die Rettungsdienste der drei involvierten Regionen verwendeten drei verschiedene SOPs¹ für die Triage [Nocera und Garner, 1999].

In Deutschland war der größte MANV das Zugunglück in Eschede am 3. Juni 1998. Das Entgleisen eines ICE Hochgeschwindigkeitszuges führte zum größten Zugunglück der Deutschen Bundesbahn. Insgesamt wurden 108 Patienten verletzt, 96 starben noch an der Unglücksstelle und 5 erlagen im Krankenhaus ihren Verletzungen [Hüls und Oestern, 1999]. Innerhalb von 3 Stunden konnten 87 der Verletzten gerettet, versorgt und in naheliegende Krankenhäuser gebracht werden. Nach [Pohlemann et al., 1999] haben 123 Patienten den Unfall primär überlebt, von welchen 69 schwerverletzt, 19 leichtverletzt und 20 nahezu unverletzt waren. Da die Zahl an Verletzten anfänglich nicht bekannt war, wurden insgesamt 1889 Einsatzkräfte alarmiert und 354 Fahrzeuge an den Einsatzort gebracht. Durch die hohe Anzahl an Rettungskräften brachen Funk- und Mobilfunkverbindungen schnell zusammen. Nur noch durch den Einsatz von Rettungskräften als Melder konnte die Weitergabe der wichtigsten Informationen ermöglicht werden [Hüls und Oestern, 1999].

Ein Beispiel für eine Katastrophe, die sich nicht aus einem MANV entwickelt hat, ist der Hurrikan Katrina. Eine der sich dort ergebenden Herausforderungen war die Behandlung von schwerkranken Patienten ohne jegliche Patientenakten [Avitzur, 2006].

1.2 Lebensbedrohlichkeit

In der Literatur, beispielsweise bei [Cova, 1999], wird unter Notfallmanagement die Anwendung von Wissenschaft, Technologie, Planung und Management in extremen Situationen verstanden. Diese Situationen werden insbesondere extrem aufgrund der hohen Zahl an verletzten und getöteten Menschen (wie in Abbildung 1.4(a) zu sehen), aber auch durch den großen Schaden an Besitz und die Zerrüttung des öffentlichen Lebens. In dieser Arbeit steht diese primäre Gefahr, die Bedrohung von menschlichem Leben, im Vordergrund. Die Gefahr für die Menschen ist dabei nicht auf die Opfer des MANV beschränkt, auch das Leben der Rettungskräfte ist in diesen extremen Situationen gefährdet. Nach [Hullett, 2008] kommt eine Rettungskraft pro zwei geretteten Opfern in eingestürzten und Einsturz gefährdeten Gebäuden in den USA ums Leben. Nach 9/11 ist

¹Standard Operating Procedures

dieses Verhältnis sogar auf 1:1 gefallen. Diese Erkenntnis zeigt den dringenden Bedarf, sowohl Effizienz² als auch Effektivität³ der Rettungskräfte in extremen Situationen, wie beispielsweise im MANV, zu steigern.

Die Herausforderung für die Rettungskräfte ist jedoch noch komplexer. Zunächst ist ihr Ziel, den Schadensort so schnell wie möglich und dennoch sicher zu erreichen [Andersen et al., 2003]. Wenn Rettungskräfte dann vor Ort mit mehreren Patienten mit lebensbedrohlichen Verletzungen konfrontiert werden, sind Entscheidungen erforderlich: Wer wird zuerst behandelt, wer wird nicht behandelt und in welcher Reihenfolge wird behandelt? Fehler enden aufgrund der vielen lebensbedrohlich Verletzten häufig tödlich oder zumindest mit bleibenden Behinderungen [Gaynor et al., 2005].

1.3 Zeitkritikalität

Aufgrund der teilweise schweren Verletzungen ist eine zeitnahe Behandlung der lebensbedrohlich Verletzten für die erfolgreiche Bewältigung eines MANV entscheidend. Eine Verzögerung der dringend erforderlichen Behandlung führt bei den Schwerverletzten unweigerlich zu einer Verschlechterung des Zustandes und im schlimmsten Falle auch zum Tod. Trotzdem darf nicht gleich mit der ungeplanten und unkoordinierten Behandlung begonnen werden, sondern es muss zunächst eine Bestandsaufnahme gemacht werden. Die erste Aktivität der Rettungskräfte ist daher sowohl im MANV als auch in der Katastrophe die Triage aller Verletzten. Unter Triage versteht man die schnelle Kategorisierung von Patienten nach Dringlichkeit der benötigten medizinischen Versorgung unter Berücksichtigung der verfügbaren Ressourcen⁴ [Lenert et al., 2005].

Aus Abbildung 1.4(b) ist ersichtlich, dass im MANV die Zeit stets gegen die Rettungskräfte arbeitet. Die Tatsache, dass sich während der Wartezeit der Zustand eines Patienten verschlechtern kann [Gao und White, 2006], macht die Koordination einer schnellen medizinischen Behandlung zu einer der wichtigsten Voraussetzungen für die Rettung von Menschenleben [Freeman et al., 2001]. Dabei müssen sich Rettungskräfte an rasch ändernde Bedürfnisse der Patienten anpassen, indem sie in Echtzeit gezwungenermaßen Informationen über unzuverlässige Kommunikationskanäle austauschen [Hauenstein et al., 2006]. Dieser zügige Austausch über die Bedürfnisse erfolgt neben zeitintensiveren mündlichen Absprachen auch über die den Patienten umgehängten Verletztenanhängerkarten, diese enthalten umsteckbare Farbtafeln, die die in der Triage ermittelte Kategorie zeigen [Gao et al., 2007c].

²Kosten–Nutzen Relation, Angemessenheit der erfolgten Maßnahmen

³Leistung–Wirkung Relation, Grad der Zielerreichung

⁴Da sich Patienten-Ressourcenverhältnisse in MANV und Katastrophe erheblich unterscheiden, unterscheiden sich die der Triage zugrunde liegenden Paradigmen ebenfalls

1.4 Instabilität

Zu den größten Herausforderungen im MANV gehören der Mangel an Kommunikation, der Mangel an Information und die große Zahl an Patienten. Häufig weiß in einem MANV die "linke Hand nicht, was die rechte tut" [Hamilton, 2003]. Erschwerend kommt hinzu, dass es sich bei einem MANV um eine extreme Umgebung handelt, die – wie in Abbildung 1.4(c) dargestellt – von Unsicherheit und Instabilität geprägt ist. Die Rettungskräfte sind sich häufig nicht ihrer eigenen Situation bewusst. Auch nach einer anfänglich erfolgreichen Situationseinschätzung ist nicht auszuschließen, dass sich die Situation in der weiteren zeitlichen Entwicklung des MANV entscheidend verändert. Es ist jedoch entscheidend für alle Rettungskräfte vor Ort, sich der eigenen Situation und der Situation in der näheren Umgebung bewusst zu sein [Pousti, 2005].

Die medizinische Bewältigung eines MANV wird von [Waisman et al., 2006] in drei Phasen eingeteilt: (1) Chaosphase, (2) Strukturierungsphase und (3) Erholungsphase. In der Chaosphase⁵ ist die Instabilität aufgrund fehlender Organisationsstrukturen besonders hoch. Mit dem Eintreffen der Einsatzleitung an der Einsatzstelle beginnt die Strukturierungsphase⁶, in der die Einsatzleitung Triage, Evakuierung, Zugangswege und Abtransporte koordiniert und so die Instabilität reduziert. Spätestens in der Erholungsphase⁷ ist die Situation wieder stabil, und die leichter verletzten Patienten werden medizinisch versorgt. Nach [Stein et al., 2003] sind gegen Ende der chaotischen Phase, die nach seiner Definition ca. 15-25 Minuten dauert, bereits die ersten gehfähigen Patienten im Krankenhaus angekommen. Das hängt natürlich in entscheidendem Maße von der geographischen Lage des MANV ab. Die Instabilität führt zu den verschiedensten Bewältigungsstrategien. In München werden beispielsweise entsprechend der Alarm- und Ausrückordnung Rettungsdienst (AAO RettD) im MANV mehrere Rettungswagen als Sichtungsteams eingesetzt [Kanz et al., 2006]. Dadurch wird versucht, die Instabilität bereits in der chaotischen Phase zu reduzieren.

Um im Chaos den Überblick zu behalten, ist es essentiell, dass die verschiedensten Disziplinen (Rettungsdienst, Feuerwehr, Polizei), die im Regelbetrieb vollkommen eigenständig tätig sind, kollaborieren [Hauenstein et al., 2006]. Die Organisationen haben unterschiedliche Erfahrungen, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Dennoch ist es wichtig, dass organisationsübergreifende Absprachen getroffen werden, um die instabile Situation in den Griff zu bekommen [Mizuno, 2001].

1.5 Szenario

Nachdem der MANV von Katastrophe und Krise abgegrenzt, die Eigenschaften Lebensbedrohlichkeit, Zeitkritikalität und Instabilität konkretisiert und Beispiele für Massenanfälle an Verletzten aus der jüngsten Geschichte erläutert wurden, sollen

⁵0 bis 10-20 Minuten nach dem Ereignis

⁶10-20 bis 50-70 Minuten nach dem Ereignis

⁷50-70 Minuten nach dem Ereignis bis Ende des MANV



(a) Lebensbedrohlichkeit



(b) Zeitkritikalität



(c) Instabilität

Abbildung 1.4: Der MANV ist lebensbedrohlich, zeitkritisch und instabil^a

^aInhaberin der Bildrechte: Eva Artinger

nun die Abläufe im MANV anhand eines konkreten Szenarios dargestellt werden. Die Ansatzpunkte für technische Lösungen in diesem Szenario wurden bereits in [Nestler und Klinker, 2009a] eingehend diskutiert, so dass nachfolgend lediglich das Szenario an sich beschrieben wird.

1.5.1 Regelbetrieb

Anne, eine Rettungsassistentin (RettAss), und Axel, ein Rettungssanitäter (RettSan), beginnen am Morgen ihren Dienst auf einer Rettungswache in München. Sie besetzen am heutigen Tage zum ersten Mal gemeinsam einen Rettungswagen (RTW) [Koppenberg et al., 2002] und verfügen beide bereits über langjährige Erfahrung im Rettungsdienst. Über den ersten Notfall der Schicht werden sie über ihren Pieper alarmiert, woraufhin sie sich sofort zum RTW begeben. Dort erhalten sie über Funk die genauen Informationen zum Einsatz: In einem Altenheim ist eine 81-jährige Dame kollabiert. Anne quittiert den Einsatz und drückt den FMS⁸-Status 3⁹. Da Axel den Weg zum Altenheim kennt, muss Anne nicht im Stadtplan nach der Adresse suchen. Mit Blaulicht und Sirene geht es durch den dichten Verkehr zum wenige Kilometer entfernten Altenheim. Obwohl Anne die Beifahrerin ist, achtet auch sie während der Fahrt angespannt auf den Verkehr, um kritische Situationen zu vermeiden. Nach wenigen Minuten erreichen sie so schnell und sicher das Altenheim, und drücken auf dem Funkgerät den FMS-Status 4¹⁰. Beide verlassen das Fahrzeug und laufen mit der Notfallausrüstung (Notfallrucksack, Sauerstoff, Defibrillator) in das Altenheim. Bei der Patientin angekommen, überprüft Anne deren Vitalfunktionen, während Axel Anne die erforderlichen Instrumente reicht und mit der papierbasierten Dokumentation beginnt. Neben Einsatzdaten und Personalien sind medizinischer Zustand und eingeleitete Notfallmaßnahmen ein wesentlicher Bestandteil

⁸Ein Überblick zum Funkmeldesystem (FMS) findet sich auf: <http://de.wikipedia.org/wiki/Funkmeldesystem> (letzter Zugriff am 25. März 2010)

⁹Status "Anfahrt zum Einsatzort"

¹⁰Status "Ankunft am Einsatzort"

seines Rettungsdienstprotokolls [Moecke und Ahnefeld, 1999, Moecke et al., 2000]. Mit einem Pulsoxymeter¹¹ werden der Puls und die partielle Sauerstoffsättigung der Patientin überwacht. Anne entscheidet, dass die Patientin für weitere Untersuchungen ins Krankenhaus transportiert werden sollte. Als Axel per Funk bei der Leitstelle nach einem geeigneten Krankenhausplatz anfragt, erhält er von der Leitstelle die Information, dass sich in unmittelbarer Nähe soeben ein MANV ereignet hat. Er berät sich mit Anne, und sie entscheiden, dass eine Zurückstellung des Transports der nicht in Lebensgefahr schwebenden Patientin um eine Stunde unbedenklich ist. Sie bitten eine Altenpflegerin auf die Patientin aufzupassen und verlassen das Altenheim.

1.5.2 Übergang zum MANV

Im Fahrzeug angekommen, erhalten sie über Funk weitere Informationen zum MANV: An einer Kreuzung in der Nähe hat sich ein Verkehrsunfall mit 15-20 Verletzten ereignet. Laut den Anrufern sind ein LKW, fünf PKW, ein Motorradfahrer, ein Fahrradfahrer und zwei Fußgänger involviert. Es soll einige schwerer Verletzte geben, und mehrere der PKW-Insassen sollen zudem eingeklemmt sein. Da Anne und Axel in unmittelbarer Nähe des MANV sind, stellen sie sich während der Fahrt bereits darauf ein, dass sie als erstes Team am Einsatzort eintreffen werden. Das bedeutet, dass Anne dann die Einsatzleitung übernehmen wird, bis einer der Einsatzleiter am MANV eintrifft. Am Einsatzort angekommen, parkt Axel sein Fahrzeug so, dass er bei der Abfahrt später keine Probleme hat.

1.5.3 MANV

Beide verlassen das Fahrzeug und vergewissern sich noch einmal, dass sie tatsächlich als Erste am Einsatzort sind. Die Leitstelle erfährt wieder über den FMS-Status 4 von ihrer Ankunft am Einsatzort. Anne beginnt umgehend mit der Triage nach *mSTaRT* (*modified Simple Triage and Rapid Treatment*) [Kanz et al., 2006] und wird dabei von Axel unterstützt. Sie dokumentieren die Ergebnisse der Triage mit Hilfe von Verletztenanhängekarten, die um den Hals der Patienten gehängt werden. Die farbige Tafel am unteren Teil der Karte wird dabei entsprechend dem Triageergebnis gesteckt. So lässt sich auch schon auf weitere Entfernungen das Ergebnis der Triage erkennen. Außerdem dokumentiert Axel auf seinem Klemmbrett in Form eines Histogramms alle Triageergebnisse. Während dieser Triage befindet sich die Sanitätseinsatzleitung (SanEL) – bestehend aus Georg, einem Leitenden Notarzt (LNA), und Jürgen, einem Organisatorischen Leiter (OrgL) – noch auf der Anfahrt zum MANV. Sie setzen sich per Funk mit Anne in Verbindung, um aus erster Hand Informationen zur Lage vor Ort zu erhalten. Noch vor Beendigung der Triage treffen weitere Rettungsteams vor Ort ein, die nach kurzer persönlicher Rücksprache mit Anne mit der Versorgung der mit *sofortige Behandlung*¹² gekennzeichneten Patienten

¹¹Die Funktionsweise dieses Geräts wird hier erläutert: <http://de.wikipedia.org/wiki/Pulsoxymetrie> (letzter Zugriff am 25. März 2010)

¹²Rote Farbtabelle, lebensbedrohlich verletzt, T1

beginnen. Nach Beendigung der Triage verschaffen sich Anne und Axel erneut einen Gesamtüberblick, Axel zählt auf seiner Liste die Gesamtzahl an Patienten, Anne zählt die involvierten Fahrzeuge, und gibt per Funk erneut Rückmeldung an die beiden Einsatzleiter. Anschließend verschaffen sie sich einen Überblick über die Rettungsmittel vor Ort und erkundigen sich bei der Leitstelle nach weiteren auf der Anfahrt befindlichen Rettungsmitteln. Sie stellen fest, dass inzwischen bereits zwei Notarzteeinsatzfahrzeuge (NEF) und drei weitere RTW vor Ort sind. Außerdem sind ein weiterer RTW, ein weiteres NEF, eine Sondereinsatzgruppe Sanität (SEG-San) und die Unterstützungsgruppe Sanitätseinsatzleitung (UG SanEL) unterwegs zum Einsatzort. Insgesamt hat Axel auf seiner Liste acht Patienten der Kategorie "sofortige Behandlung". Die am Einsatzort befindlichen oder in Kürze dort eintreffenden Fahrzeuge reichen zur Versorgung dieser Patienten aus. Daher werden per Funk alle Teams angewiesen, jeweils *einen* der roten Patienten zu versorgen. Da nur fünf Transportmittel zur Verfügung stehen, bestellt Anne noch drei weitere RTW / KTW (Krankentransportwagen) bei der Leitstelle nach. Da bisher noch keine Feuerwehrfahrzeuge zur Befreiung der eingeklemmten Personen an der Einsatzstelle angekommen sind, fragt Anne auch diesbezüglich bei der Leitstelle nach und erfährt, dass deren Ankunft durch einen Stau verzögert wurde. Als Jürgen am MANV ankommt, geht er als erstes zu Anne, um sich die Leitung des MANV übergeben zu lassen und von ihr persönlich alle wichtigen Lageinformationen zu erhalten. Im Anschluss an die Übergabe beginnen Anne und Axel unverzüglich, einen der roten Patienten zu behandeln. Jürgen ermittelt anhand einer papierbasierten Liste alle für den Abtransport in Frage kommenden Krankenhäuser und weist allen roten Patienten ein Zielkrankenhaus zu. Auch Georg ist inzwischen an der Einsatzstelle angekommen und sucht Jürgen auf, um mit ihm das weitere Vorgehen zu besprechen. Georg und Jürgen kennen sich schon lange, so dass sie die Aufgaben schnell untereinander aufteilen können. Georg übernimmt die medizinische Leitung, die zweite Triage und die Absprache mit der inzwischen eingetroffenen Feuerwehr, Jürgen die Organisation der Rettungskräfte und des Abtransports. Die Besatzungen aller Transportmittel (RTW / KTW) beladen ihre Fahrzeuge mit roten Patienten, die alle soweit stabilisiert wurden, dass sie transportfähig sind. Die Notärzte und die SEG-San verbleiben hingegen an der Einsatzstelle und beginnen mit der Versorgung der Patienten zur *dringenden Behandlung*¹³, während die Feuerwehr alle vier eingeklemmten Personen befreit. Insgesamt sind sechs gelbe Patienten medizinisch zu versorgen. Die Vitalfunktionen von Annes rotem Patienten, der inzwischen bereits ebenfalls ins Fahrzeug getragen wurde, sind stark beeinträchtigt, so dass Axel vor der Abfahrt per Funk einen Notarzt zum Fahrzeug ruft. Während Philipp, der herbeigerufene Notarzt, mit Annes Hilfe dem Patienten Medikamente intravenös verabreicht, dokumentiert Axel die Medikamentengabe. Nach der Stabilisierung des Patienten verlässt Philipp das Fahrzeug wieder, und Axel fährt Richtung Krankenhaus, während Anne den Zustand des Patienten engmaschig überwacht. Am Krankenhaus angekommen, wird der Patient zusammen mit einem Durchschlag des Protokolls an den verantwortlichen Arzt der Notaufnahme übergeben. Anschließend wird das Fahrzeug schnell aufgeräumt und dann auf Weisung der Leitstelle von Axel wieder zum MANV

¹³Gelbe Farbtafel, schwer verletzt, überleben bis zu eine Stunde ohne Behandlung, T2

gefahren. Dort werden inzwischen alle sechs Patienten zur *dringenden Behandlung* und alle fünf Patienten zur *verzögerten Behandlung*¹⁴ bereits medizinisch versorgt. Auf Anweisung der Einsatzleitung laden Anne und Axel einen stabilisierten gelben Patienten zusammen mit einem grünen Patienten in den RTW und transportieren diese ebenfalls ins Krankenhaus. Ähnlich verfahren die fünf weiteren an der Einsatzstelle verfügbaren Transportmittel. Das Abtransportziel wird von Jürgen wieder mit Hilfe der papierbasierten Listen, die Auskunft über die Aufnahmekapazitäten aller Münchner Krankenhäuser geben, ausgewählt. Anne und Axel übergeben die beiden Patienten ebenfalls an den verantwortlichen Arzt im Krankenhaus.

1.5.4 Übergang zum Regelbetrieb

Da alle Patienten von der Einsatzstelle ins Krankenhaus transportiert wurden, gibt Jürgen Rückmeldung an die Leitstelle, dass keine weiteren Einsatzkräfte mehr erforderlich sind. Georg und Jürgen schließen mit Hilfe der UG SanEL die Dokumentation des MANV ab und beenden dann den medizinischen Einsatz. Auch Anne und Axel werden von der Leitstelle nicht mehr zum MANV gerufen, sondern zu der 81-jährigen Dame aus dem Altenheim. Diese wird nach notfallmedizinischer Versorgung ebenfalls mit dem RTW in ein Krankenhaus transportiert, das etwas weiter entfernt liegt, da alle umliegenden Krankenhäuser aufgrund des MANV bereits stark ausgelastet sind. Danach kehren Anne und Axel wieder auf die Rettungswache zurück.

1.6 Fazit

Die Ereignisse des 11. September 2001 haben dem Katastrophenschutz in den USA eine neue Bedeutung zukommen lassen [Jain und McLean, 2003]. Die Auseinandersetzung mit lebensbedrohlichen, zeitkritischen und instabilen Situationen ist dabei jedoch weder auf die USA noch auf die Katastrophe beschränkt. Auch in Deutschland werden seitdem intensiv die Abläufe im MANV und deren Optimierungsmöglichkeiten diskutiert. Die Sicherheitsforschung, die derzeit im Auftrag der Bundesregierung erfolgt, lässt das große staatliche Interesse an einer Verbesserung der Katastrophenbewältigung erkennen. Der deutsche Staat investiert derzeit 100 Millionen Euro in die Forschung für die zivile Sicherheit¹⁵.

In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass durch zeitnahe Reaktionen im MANV die *kritische Mortalität*¹⁶ reduziert werden kann [Silva und Matsumoto, 2008]. Es gilt, dass im MANV bei einem günstigeren Verhältnis von Einsatzkräften zu Patienten schneller für alle lebensbedrohlich Verletzten medizinische Versorgung zur Verfügung steht. Die Lebensbedrohlichkeit kann jedoch nur dann reduziert werden, wenn es möglich ist, in der instabilen Umgebung die Einsatzkräfte effizient und effektiv

¹⁴Grüne Farbtafel, leicht verletzt, überleben bis zu drei Stunden ohne Behandlung, T3

¹⁵<http://www.bmbf.de/de/6293.php> (letzter Zugriff am 25. März 2010)

¹⁶Der Prozentsatz an Todesfällen unter den lebensbedrohlich Verletzten (T1)

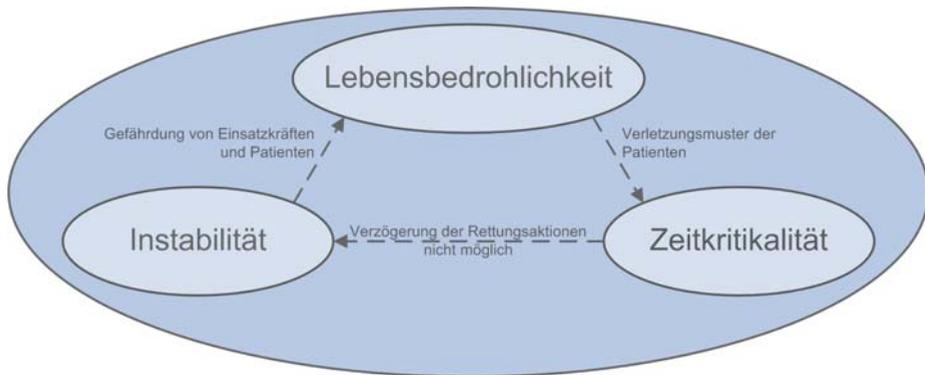


Abbildung 1.5: Die Umgebung im MANV ist lebensbedrohlich, zeitkritisch und instabil

zu koordinieren. Damit lässt sich der MANV als lebensbedrohliche, zeitkritische und instabile Umgebung betrachten, in der diese drei Charakteristika voneinander abhängen – wie in Abbildung 5.1 dargestellt. Durch die Instabilität des Umfeldes sind Rettungsaktionen im MANV für Rettungskräfte und Patienten lebensbedrohlich. Da die Patienten lebensbedrohlich verletzt sind, sind die Rettungsaktionen im MANV zeitkritisch. Aufgrund der Zeitkritikalität können Rettungsaktionen nicht verzögert werden, bis das Umfeld wieder stabil ist. Rettungsaktionen müssen zeitnah erfolgen, daher muss die Instabilität des Umfelds in Kauf genommen werden.

Vorschau



In dieser Vorschau fehlen einige Buchseiten. Der vollständige Abdruck der Doktorarbeit ist jedoch im Buchhandel erhältlich.

Benutzerschnittstelle

Nachdem die Umgebung, die Anwender und die Computer betrachtet wurden, fehlt zur vollständigen Beschreibung des Anwendungsumfeldes nun noch die Benutzerschnittstelle. Die Benutzerschnittstelle stellt die Schnittstelle zwischen dem Nutzer und dem Computer dar. Nachfolgend soll darauf eingegangen werden, welche Herausforderungen sich bei der Entwicklung von Benutzerschnittstellen stellen, welche Vorgehensweisen üblich sind, und welche Konzepte weit verbreitet sind. Zunächst werden dazu 2D Benutzerschnittstellen für den Desktop betrachtet, im Zuge dieser Betrachtungen wird jedoch bereits ein besonderes Augenmerk auf das Umfeld gelegt, bevor dann auch auf die mobilen Benutzerschnittstellen näher eingegangen wird. Es wurde bereits im letzten Kapitel dargelegt, dass die Erfassung und Weitergabe von verschiedensten Informationen eine zentrale Aufgabe im MANV darstellt, daher soll in diesem Kapitel auch auf Eingabeparadigmen für unstrukturierte, textuelle Informationen eingegangen werden. Die Tauglichkeit und Akzeptanz der Benutzerschnittstellen lässt sich nur durch Evaluierungen ermitteln, deren Durchführung insbesondere im Katastrophenumfeld mit einigen Herausforderungen verknüpft ist. Abschließend wird in diesem Kapitel noch auf adaptive Benutzerschnittstellen eingegangen, für welche es insbesondere in instabilen, zeitkritischen und lebensbedrohlichen Situationen interessante Einsatzmöglichkeiten gibt.

4.1 Desktop Benutzerschnittstellen

Die graphische Benutzerschnittstelle (GUI¹) für Desktop-Computer ist inzwischen sowohl im geschäftlichem als auch im privaten Umfeld zum Standard geworden. Durch die Vielzahl an graphischen Anwendungen ist in allen Bereichen eine zunehmende Abkehr von Konsolen-Anwendungen zu beobachten. Ist ein Programm nur noch über eine graphische Benutzerschnittstelle bedienbar, so ist insbesondere beim Einsatz in lebensbedrohlichen Situationen ein fehlerfreies Funktionieren dieser Schnittstelle unabdingbar, da ansonsten das Programm nicht verwendet werden kann [Patterson et al., 2004]. Nachfolgend soll zunächst das Grundkonzept der Benutzerschnittstellen, das WIMP Konzept, vorgestellt werden, bevor näher auf weiterführende Konzepte und Paradigmen eingegangen wird. Abschließend werden spezielle Benutzerschnittstellen zum Einsatz im MANV und anderen extremen Situationen vorgestellt.

4.1.1 WIMP Konzept

Mit dem Akronym WIMP werden Benutzerschnittstellen beschrieben, die der gängigen Definition nach aus den vier Elementen Fenster (*Window*), Icon, Menü und Zeigegeräte (*Pointing device*) bestehen [Beaudouin-Lafon, 2004]. Vereinzelt findet sich in der Literatur, beispielsweise bei [Green und Jacob, 1991], auch die Definition *Window, Icon, Mouse* und *Pointing device*, wobei die Maus ein Zeigegerät ist und daher in dieser Definition doppelt aufgeführt ist. Im Rahmen dieser Arbeit wird unter WIMP stets die Kombination von Fenstern, Icons, Menüs und Zeigegeräten verstanden. Das WIMP Konzept lässt sich zurückführen auf Douglas Engelbart, welcher 1968 ein erstes System (NLS Demo) präsentierte² und auf Alan Kay, der 1973 bei Xerox PARC das erste kommerzielle WIMP System entwickelt hat³. Der Begriff WIMP wird verwendet, um Benutzerschnittstellen zu beschreiben, die auf der Desktop Metapher und dem Paradigma der direkten Manipulation basieren. Entsprechend hat sich inzwischen auch der Begriff *non-WIMP* Benutzerschnittstellen eingebürgert, durch den Benutzerschnittstellen beschrieben werden, die nicht auf dieser Metapher aufbauen. Die folgenden vier Benutzerschnittstellen sind Beispiele für *non-WIMP* Benutzerschnittstellen: (1) *Virtual Reality & Augmented Reality*, (2) eingebettete Systeme⁴, (3) virtuelle Notizzettel⁵ und (4) Hypermedia⁶ [Green und Jacob, 1991].

Es stehen für aktuelle Benutzerschnittstellen verschiedene Eingabegeräte zur Verfügung, mit deren Hilfe auf die auszuwählenden Elemente gezeigt werden kann. Das bekannteste Eingabegerät, welches ebenfalls von Engelbart entwickelt wurde, ist die Maus. Er selbst beschreibt die Maus als "Handgeführter X-Y Messwertgeber

¹Graphical User-Interface

²vgl. <http://sloan.stanford.edu/MouseSite/1968Demo.html> (letzter Zugriff am 25. März 2010)

³vgl. <http://www.mark13.org/book/export/html/58> (letzter Zugriff am 25. März 2010)

⁴z.B. Kopierer, Waschmaschinen und Kaffeeautomaten

⁵z.B. auf Tablet-PCs mit Handschriftenerkennung

⁶Einbindung von medialen Elementen in Hypertext

zur Verwendung auf allen flachen Oberflächen”⁷ [Engelbart, 1988]. Neben der Maus kommen Geräte, bei denen Positionierung und Orientierung erfasst werden, in dreidimensionalen Interaktionskontexten (AR, VR) zum Einsatz, *Touchpads* finden bei Bedienpanels von eingebetteten Systemen oder in der Erziehung von kleinen Kindern Verwendung, und die Tastaturen werden immer dann verwendet, wenn längere Texte eingegeben werden müssen [Lee et al., 1985]. Der große Vorteil der Maus als Zeigegerät ist die Möglichkeit, den Cursor sehr genau zu positionieren und über die zwei oder drei Maustasten verschiedene Aktionen mit einem bestimmten *Widget* durchzuführen. Es kann unter anderem erkannt werden, ob ein *Widget* mit der Maus überfahren wurde (*mouseOver*), ob die Maustaste gedrückt wurde (*mouseDown*), ob die Maustaste gelöst wurde (*mouseUp*), ob ein einfacher Klick (*mouseClick*) oder ein doppelter Klick (*mouseDoubleClick*) ausgeführt wurde.

Obwohl das WIMP Konzept bereits über 40 Jahre alt ist, wird das Konzept auch heute noch verwendet und kontinuierlich verbessert. Das Auswählen der *Widgets* der Benutzerschnittstelle kann durch dynamische Zielgrößen erleichtert werden. Die Anfangsgröße der Ziele kann dann kleiner gewählt werden, was zu mehr darstellbaren Objekten führt. Nähert sich der Nutzer seinem Ziel, dehnt dieses sich aus und der Nutzer kann die Ziele schneller selektieren, wie bei [McGuffin und Balakrishnan, 2005] im Rahmen einer Studie gezeigt wurde. Die Vermutung, dass größere *Widgets* auf dem Bildschirm schneller selektiert werden können als kleine, scheint naheliegend. *Fitts’ law* zeigt zudem, dass diese Abhängigkeit logarithmisch ist. Die Zeit (MT) lässt sich folgendermaßen berechnen: $MT = a + b \log_2\left(\frac{A}{W} + 1\right)$ [McGuffin und Balakrishnan, 2002]. Der Term W bezeichnet die Breite des *Widgets*, der Term A die Entfernung des *Widgets*, die Variablen a und b sind empirisch zu bestimmen. Der logarithmische Ausdruck ist damit der Index für die Schwierigkeit der Aufgabe. Aus dieser Gesetzmäßigkeit können interessante Schlüsse gezogen werden, so führt beispielsweise – innerhalb gewisser Grenzen – weder eine Verdopplung noch eine Halbierung der Bildschirmgröße zu einer Veränderung der Bedienungsgeschwindigkeit. Denn wird die Größe der *Widgets* verdoppelt bzw. halbiert, verdoppeln bzw. halbieren sich auch die Bedienwege. Die Gesetzmäßigkeit beschreibt jedoch lediglich den theoretischen Rahmen. Durch verschiedene ungünstige Faktoren⁸ kann es in der Praxis zu Abweichungen kommen.

Inzwischen gibt es im Bereich der Desktop Computer verschiedene Umsetzungen des WIMP Konzeptes. Die Gestaltung von Fenstern und Menüs ist auf den verschiedenen Benutzerschnittstellen nicht einheitlich. Es gibt daher Bemühungen, globale Benutzerschnittstellen zu entwickeln, die sich durch Beschreibung der Aufgaben der Nutzer und die Umsetzung eines Interface Mechanismus realisieren lassen. Als Beispiel werden bei [Tsou und Buttenfield, 1998] GIS Applikationen angeführt, welche üblicherweise innerhalb einer geschlossenen, zentralisierten Umgebung laufen. Die Benutzerschnittstelle wird in der Regel entweder direkt mit der Anwendung

⁷Im englischen Originaltext findet sich die Beschreibung: ”The mouse is a hand-held X-Y transducer usable on any flat surface”.

⁸z.B. *Widget* ist zu klein, um selektiert zu werden oder Wege sind so groß, dass übermäßig anstrengende Bewegungen notwendig werden

verwoben, was sowohl zu Plattformabhängigkeit als auch zu Anwendungsabhängigkeit führt oder von Daten und Programmen isoliert, was plattformunabhängige Benutzerschnittstellen ermöglicht. Client-Server Systeme arbeiten architekturbedingt mit einer strikten Trennung von Benutzeroberfläche und Systemlogik. Obwohl globale Benutzerschnittstellen auch plattformunabhängig sind, gehen sie noch einen Schritt weiter als generische Client-Server Interfaces: (1) Keine Beschränkung auf einen Server, (2) paralleler Zugriff auf mehrere Server und (3) Einsatz in heterogenen Systemen. Das Design dieser globalen WIMP Interfaces erfordert die Zusammenarbeit von Informatik, experimenteller Psychologie, Graphikdesign und Informationswissenschaften [Tsou und Buttenfield, 1998].

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das WIMP Konzept folgende Vorteile mit sich bringt: (1) Niedrige Bandbreite für Ein- und Ausgabe, (2) überschaubare Anzahl an Freiheitsgraden, (3) Systemreaktion in Echtzeit, (4) kontinuierliches Feedback und (5) deterministisches Systemverhalten [Green und Jacob, 1991]. Zudem ist ein Großteil der Nutzer mittlerweile mit dem WIMP Konzept bestens vertraut, so dass die Bedienung als intuitiv empfunden wird.

4.1.2 Paradigmen und Konzepte

Dem Entwicklungsprozess von Benutzerschnittstellen sollte immer ein nutzerzentriertes Konzept zugrunde liegen. Wird der Nutzer in den Mittelpunkt des Entwicklungsprozesses gestellt, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass das System vom Nutzer akzeptiert wird. Sowohl bei allgemeinen Benutzerschnittstellen als auch bei Benutzerschnittstellen für extreme Situationen ist die Akzeptanz ein wichtiges Ziel, welches häufig maßgeblich für Erfolg oder Misserfolg der Benutzerschnittstelle ist [Luyten et al., 2006]. Dieses Konzept hilft dem Entwickler, das System an die speziellen Anforderungen des Nutzers anzupassen.

Ein Paradigma, das sich in fast allen Benutzerschnittstellen findet, ist das Paradigma der Trennung von Visualisierung und Eingabe sowie das Paradigma der aufgabenspezifischen Visualisierung [Brodli et al., 2006]. Dieses Paradigma stellt die Grundlage für die Konzepte zur schnellen Selektion von verhältnismäßig kleinen Objekten dar. *Bubble Cursor* ist ein Beispiel für ein derartiges Konzept, welches die Auswahl der Objekte durch einen räumlich ausgedehnten Mauszeiger erleichtert. Der *Bubble Cursor* verändert dynamisch in Abhängigkeit von den in der Umgebung befindlichen Objekten die Ausdehnung seines Aktivitätsbereichs, so dass immer noch ein Objekt gleichzeitig vom *Bubble Cursor* erfasst wird [Grossman und Balakrishnan, 2005]. Werden also vom Cursor gegenwärtig keine Objekte erfasst, wird automatisch der Aktivitätsbereich so lange vergrößert, bis genau ein Objekt vom Cursor erfasst wird. In dem Fall, dass mehr als ein Objekt vom Cursor erfasst wird, wird der Aktivitätsbereich des Cursors so lange verkleinert, bis nur noch *ein* Objekt vom Cursor erfasst wird. Die Selektion der Objekte kann besonders in den Fällen beschleunigt werden, in denen verhältnismäßig kleine, von der Umgebung isolierte Objekte oder Objekte am Rand einer größeren Gruppierung selektiert werden sollen. Die Seifenblase (*bubble*) um den Cursor

ist dabei eine Visualisierung, die dem Nutzer zu erkennen gibt, welches Objekt gerade im Aktivitätsbereich des Cursors liegt. Werden die Systeme komplexer, und kommen mehrere Nutzer hinzu, die mit dem System interagieren, so kann es notwendig werden, aus Gründen der Performanz bei der Benutzerschnittstelle die Eingabe von der Ausgabe zu trennen. Außerdem muss die Visualisierung an die konkrete Ausgabe angepasst werden: Sollen beispielsweise Objekte auf einer Karte selektiert werden, kann eine andere Visualisierung des Cursors sinnvoll sein als bei der Menünavigation.

Ein weiteres Paradigma, das sich in vielen Benutzerschnittstellen findet, ist die direkte Verknüpfung der Maustasten mit Werkzeugen oder Aktionen. Auf diesem Paradigma setzen die Konzepte zur Kartennavigation auf, in denen mit der linken Maustaste Objekte selektiert und bewegt werden, mit der mittleren Maustaste hineingezoomt und mit der rechten Maustaste herausgezoomt wird. Das Pad++ Konzept weitet dieses Konzept zur Navigation auch auf nicht-kartenbasierte Benutzerschnittstellen aus. Die Besonderheit ist, dass immer an der aktuellen Position des Cursors gezoomt wird, so dass das Zoomen dynamisch durch Mausbewegungen gesteuert werden kann [Bederson und Hollan, 1994]. Bei Pad++ wird das Konzept des zoom- und dehnbaren Bildschirms umgesetzt, welcher einerseits beliebig gedehnt werden kann andererseits aber stets ein scharfes Bild darstellt. Das *semantische Zoomen* der Benutzerschnittstellen bildet diesen Effekt ab, geht dabei aber über das geometrische Vergrößern hinaus. Mit diesem Konzept wurde unter anderem eine Uhr implementiert, die nur Stunden und Minuten anzeigt. Zoomt man jedoch auf die Uhr, macht sich der semantische Aspekt des Konzepts bemerkbar: Statt die Uhr geometrisch zu vergrößern werden die Sekunden sichtbar [Bederson und Hollan, 1995a]. Alle Objekte, die in diese Benutzerschnittstelle integriert werden, müssen also semantisches Zoomen unterstützen, und es sind darüber hinaus Mechanismen für die Navigation durch den Raum und die Verknüpfung von Objekten erforderlich. Die Pad++ Anwendungen versuchen, die intuitive Art des räumlich vernetzten Denkens zu unterstützen, indem Objekte in einen räumlichen Zusammenhang gesetzt werden. Sowohl Anordnung, Nachbarschaft als auch Größe können dazu verwendet werden, semantische Informationen in der Benutzerschnittstelle visuell zu repräsentieren. Große Informationsmengen werden darüber hinaus in höheren Zoomstufen verborgen, und auf der niedrigsten Zoomstufe wird eine übersichtliche Zusammenfassung aller Daten präsentiert [Wardrip-Fruin et al., 1997]. Pad++ stellt eine Alternative zu den vielen Fenstern aus dem WIMP-Konzept dar, bei Pad++ wird die gesamte Benutzeroberfläche in nur einer einzigen zoombaren Fenster dargestellt [Bederson und Hollan, 1995b].

Die Benutzerschnittstelle des bereits in den Abschnitten 3.4.2 und 3.4.4 vorgestellten Systems INCA basiert auf drei Konzepten. Das erste Konzept ist die Präsentation eines Überblicks auf einem einzigen Bildschirm, welcher alle Informationen zu der Situation vor Ort sowie zur Ressourcenverteilung enthält. Eine Zeitleiste, welche die Erstellung und Anpassung von Plänen unterstützt, ist das zweite Konzept. Das dritte Konzept umfasst die Dialoge zur Erstellung und Planung von Maßnahmen. In den Dialogen können den Aktionen die erforderlichen Ressourcen zugewiesen werden. Das Besondere an diesem Konzept ist die Möglichkeit, in der Planungsphase auf ein hierarchisches Netzwerk von Aktionen zurückgreifen und neue Maßnahmen über einen

Baum von primitiven Aktionen definieren zu können [Iba und Gervasio, 1999]. Im Krankenhaus ergibt sich ebenfalls der Bedarf für den Einsatz neuer Konzepte, da häufig spezielle Hygienevorschriften zu berücksichtigen sind. Bei [O'Neill et al., 2006] wird beispielsweise das Konzept einer kombinierten Gesten- und Sprachinteraktion vorgestellt, welches im Krankenhaus die klassische Interaktion über ein WIMP-Interface ersetzen soll.

Eine Benutzerschnittstelle bildet die Schnittstelle zwischen Computer und Mensch. Wohingegen sich beim klassischen Konzept primär der Mensch an den Computer anpasst, passt sich das Eingabegerät bei *Brain-Computer Interfaces* (BCI) an den Menschen an. Die kortikale Aktivität zur Steuerung des menschlichen Bewegungsapparats führt bei diesem Konzept zu Eingabe von Buchstaben oder gar zur Bewegung von künstlichen Prothesen. Durch Implantate konnten Affen beispielsweise bereits einen Roboterarm erfolgreich in allen drei Dimensionen ohne jegliche Handbewegungen steuern [Gerson et al., 2007]. Die über den WIMP Ansatz hinausgehenden Konzepte werden bei [Hayes-Roth et al., 1998] zusammengefasst. Zwei Aspekte sind für diese Konzepte besonders wichtig: Die Interfaces müssen den Zustand des Nutzers erfassen und sie müssen eine passende Antwort des Computers erzeugen. Bei der Betrachtung von Adaption und adaptiven Interfaces wird auf den WIMP Ansatz übersteigenden Konzepte noch genauer eingegangen.

4.1.3 Interfaces im MANV

Das Sammeln von Informationen ist für den Einsatzleiter von essentieller Bedeutung, um im MANV Entscheidungen treffen zu können. Je komplexer die Situationen werden, desto mehr Organisationen sind üblicherweise an der Beschaffung von Informationen beteiligt [Noda und Hatayama, 2004]. Dabei ist aber weiterhin die Hauptaufgabe der Einsatzkräfte – wie in Abbildung 4.1 dargestellt – die Rettung von Menschen. Die Sammlung der Informationen ist für die Einsatzkräfte lediglich eine Nebenaufgabe. Je mehr die Benutzerschnittstelle diesem Umstand Rechnung trägt, umso effizienter kann die Nebenaufgabe während der Ausführung der Hauptaufgabe erledigt werden. Gegenwärtig wird diese für den Einsatzleiter so wichtige Nebenaufgabe mit Hilfe von papierbasierten Verletztenanhängerkarten, Notizzetteln, Listen und Funkkommunikation ausgeführt. Einer der Gründe, warum technische Lösungen trotz ihrer Vorteile häufig noch nicht zum Einsatz kommen, sind Probleme in der Bedienbarkeit der Benutzerschnittstelle. Daher muss es das Ziel der Benutzerschnittstellen für den MANV sein, die Sammlung der Informationen zu erleichtern [Gao et al., 2007a]. Kann durch die Benutzerschnittstelle, wie beispielsweise bei [Prior und Prior, 2007] beschrieben, der Informationsfluss verbessert werden, führt das zu einer Verbesserung des gesamten Einsatzes. Die Benutzerschnittstelle kann im MANV unter anderem bei der schnellen Lokalisierung der Patienten, der Ermittlung der Verletzungen und bei der Ausführung von SOPs unterstützen.

Durch das Ubiquitous Computing ist es den Einsatzkräften möglich, sowohl innerhalb der Organisation als auch mit den Betroffenen zu kommunizieren. Innerhalb

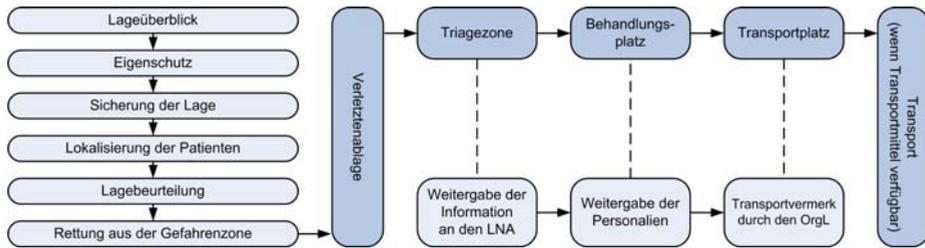


Abbildung 4.1: Die Hauptaufgabe der Einsatzkräfte ist die Rettung von Menschen – die Sammlung von Informationen ist lediglich eine Nebenaufgabe [Gao et al., 2007a]

der Organisation fokussiert sich der Informationsaustausch auf Kommunizieren, Koordinieren und Kooperieren. Die Kommunikation mit den Betroffenen umfasst Suchen, Bergen, Evakuieren und Retten. Damit eine solche Benutzerschnittstelle verwendet werden kann, muss sie auf den verschiedenen Geräten bedienbar sein und nicht nur von Experten ohne Probleme verstanden werden [Bello et al., 2007]. Um die Komplexität der Interaktion zu Gunsten der Bedienbarkeit möglichst gering zu halten, bietet es sich an, im MANV möglichst viele Informationen automatisch zu erfassen, beispielsweise Entscheidungen, Kommunikation, Maßnahmen und Erfolge [Arnold et al., 2004]. Da die ICTs⁹ eine zentrale Rolle bei der Reaktion im MANV spielen, müssen sie an die Situation angepasst werden. Sobald Benutzerschnittstellen die gegenwärtigen Funkkommunikation ersetzen, ändern sich dadurch die der Funkkommunikation zugrunde liegenden Paradigmen: Funkkommunikation erfolgt stets synchron, mit Benutzerschnittstellen kann hingegen auch asynchron kommuniziert werden; Funkkommunikation erfolgt in der Regel 1:n, über Benutzerschnittstellen kann jedoch auch 1:1 kommuniziert werden [Paul et al., 2008]. Die Kommunikation zwischen den Einsatzkräften ist lebensnotwendig, sowohl für die Opfer als auch für die Einsatzkräfte.

Alle Benutzerschnittstellen, die im MANV zum Einsatz kommen, lassen sich laut [Mathew, 2005] den drei Phasen (1) Vorbereitung auf den MANV, (2) Reaktion im MANV und (3) Organisation des MANV zuordnen. In Phase 1 geht es beispielsweise um die Eingabe von Informationen in eine Datenbank, in Phase 2 um die Schnittstellen zu Leitstellensystemen und in Phase 3 um die Bedienung von geographischen Informationssystemen am Einsatzort. In Phase 1 stellt sich die Frage, wie Benutzerschnittstellen so gestaltet werden können, dass aufgrund der leichten Dateneingabe eine umfassende Datenbank mit allen relevanten Informationen zur Verfügung steht. Bei [Troy et al., 2008] wurde eine Datenbank entwickelt, in der verschiedene in MANV und Katastrophen unter Umständen hilfreiche Dienste¹⁰ mit allen relevanten Informationen¹¹ in den einzelnen Regionen erfasst wurden. Der Vorteil dieser

⁹Informations- und Kommunikationstechnologien

¹⁰beispielsweise Baugeräte und -personal, medizinische Einrichtungen und Personen, Beförderungsmittel, Nahrung, Wohnraum und Obdach

¹¹z.B. Adresse, Kontaktdaten, Erreichbarkeit, Dienstbeschreibung, Sprachen, usw.

Lösung ist die Kapselung einer vergleichsweise hohen Komplexität in einer einfachen Benutzerschnittstelle, so dass schnell auf alle relevanten Informationen zugegriffen werden kann. Generell gibt es zwei Ursachen für das Problem, dass im MANV nicht genügend Informationen zur Verfügung stehen: Entweder wurden keine Informationen erfasst oder die existierenden Informationen werden nicht einfach genug dargestellt – beides ist letztendlich eine Frage der Benutzerschnittstelle [Mendonca et al., 2004].

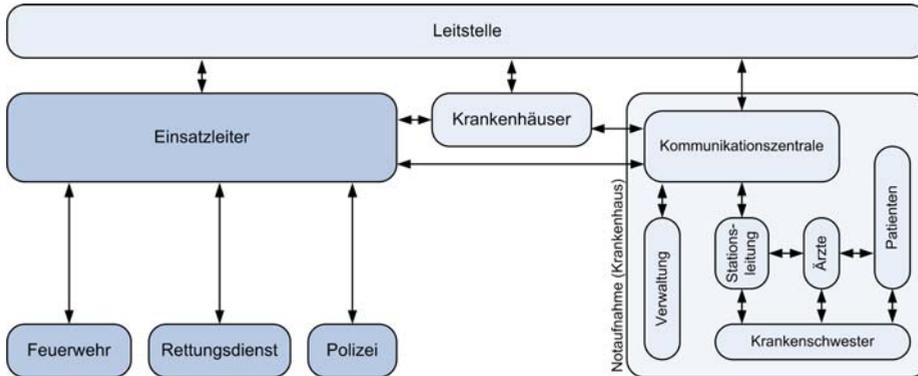


Abbildung 4.2: Durch den Einsatz einer geeigneten Benutzerschnittstelle sollen Zusammenbrüche in der hier dargestellten Kommunikation verhindert werden [Reddy et al., 2008]

Die Einsatzkräfte und Einsatzleiter sind stets im Verbund tätig, und der Erfolg der Reaktion im MANV hängt von einer erfolgreichen Zusammenarbeit aller Beteiligten ab. Da der Erfolg der Zusammenarbeit auf Informationen basiert, ist die Benutzerschnittstelle, die alle relevanten Informationen zeitnah darstellt, für ein erfolgreiches Ergebnis essentiell [Gaynor et al., 2005]. Am Anfang der Bewältigung steht hierbei die möglichst genaue Einschätzung des Gesamtschadens, wozu jede verfügbare Information herangezogen wird [Takeuchi, 2005]. Im weiteren Verlauf des MANV geht die Versorgung mit Informationen jedoch über die technische Unterstützung hinaus; Informationen bilden die Grundlage, dass Einsatzkräfte miteinander kommunizieren. Die Herausforderung für die Benutzerschnittstelle ist, stets die effektivsten Technologien zu verwenden, eine gemeinsame Basis zu vermitteln und Zusammenbrüche der in Abbildung 4.2 dargestellten Informationsflüsse zu verhindern [Reddy et al., 2008]. Das Ziel der Benutzerschnittstellen im MANV ist es, einen freien Fluss der Informationen im Gesamtsystem zu ermöglichen und alle Anfragen nach Informationen effektiv und effizient zu koordinieren [Bui und Sankaran, 2001].

4.2 Mobile Benutzerschnittstellen

Die mobilen graphischen Benutzerschnittstellen unterscheiden sich im Kern von den Benutzerschnittstellen für stationäre Systeme. Erstens muss die Benutzerschnittstelle stärker vom Netzwerk getrennt werden, da eine ständige Verfügbarkeit des Netzwerkes nicht garantiert werden kann. Zweitens bringt Mobilität als solches stets auch neue Herausforderungen hinsichtlich der Sicherheit der mobilen Benutzerschnittstelle. Drittens werden durch die Mobilität des Nutzers die in der Benutzerschnittstelle üblicherweise als statisch angenommenen Informationen¹² plötzlich dynamisch. Viertens erfordert die kleinere Bildschirmgröße der mobilen Geräte neue UI-Paradigmen, da der Bildschirm für die Fenster aus dem WIMP-Konzept zu klein wird [Forman und Zahorjan, 1994]. Allein durch die Verkleinerung von allen Komponenten – inklusive der Eingabe- und Ausgabemodule der mobilen Geräte – entsteht nämlich kein mobiler benutzbarer Computer. Das Problem ist hierbei, dass die physikalischen Charakteristika des mobilen Geräts und die Charakteristika der Benutzerschnittstelle miteinander verschmolzen sind. In der Literatur findet sich daher auch die Sichtweise, dass bei der Gestaltung bedienbarer mobiler Benutzerschnittstellen ähnlich radikale Veränderungen erforderlich sind wie damals in den 80er Jahren bei dem Umstieg von der Kommandozeile auf die graphische Benutzerschnittstelle [O’Neill et al., 2006]. Die Vorteile der Benutzerschnittstellen sollten im Zuge der radikalen Veränderungen jedoch nicht verloren gehen; es sollte also beispielsweise die Möglichkeit, einen Überblick über alle verfügbaren Dienste zu bekommen, erhalten bleiben.

4.2.1 Mobilität und Usability

In der Literatur werden die kleinen Displays der mobilen Computer hinsichtlich der Usability als die größte Herausforderung betrachtet. Insbesondere die Präsentation von Informationen leidet unter der kleinen Displaygröße: Webseiten werden beispielsweise auf mobilen Geräten im Vergleich zu Desktop Computern 50% weniger effektiv aufgenommen – wobei das Browsen von Text sogar noch vergleichsweise gut funktioniert. Komplexere Aufgaben werden auf den mobilen Geräten noch schwieriger beziehungsweise gar unmöglich. Die Herausforderung ist, Informationen schnell und direkt unter Verwendung besserer Suchmechanismen zur Verfügung zu stellen, so dass der ebenfalls zeitintensive Wechsel zum Desktop Computer im mobilen Umfeld noch häufiger vermieden werden kann [Jones et al., 1999]. Einerseits erhöhen die mobilen Geräte die Mobilität des Nutzers, andererseits wird die Mobilität aber durch zu niedrige Auflösung, durch zu hohes Gewicht, durch zu wenig Portabilität und durch unpassende Paradigmen eingeschränkt. Die von den Desktops bekannten Paradigmen für Benutzerschnittstellen fokussieren auf den Computer selbst und basieren unter anderem auf Fenstern, Menüs, Dateien und Ordnern. Damit wird der Nutzer jedoch von seiner eigentlichen Aufgabe abgelenkt, was in vielen Fällen kontraproduktiv ist: Unterbrechungen des Nutzers sind teuer und im MANV sogar lebensbedrohlich. Mobile

¹²beispielsweise Umgebung, Position oder Nutzer

Systeme müssen sich daher an die mobilen Aspekte des Arbeitsalltages anpassen, da die Nutzer in der Regel weder ihre Arbeitsweise noch ihre Aufgaben ändern können [Cohen und McGee, 2004]. Ein interessanter Umstand wird auch von [Huizinga, 1997] herausgestellt: Trotz der explosionsartigen Ausbreitung von Pagern, Beepern, Handys, PDAs, Laptops und Notebooks fehlen bisher Protokolle zum Umgang mit (1) Mobilität, (2) dem Power Management und (3) den Schwankungen von Verfügbarkeit. Doch diese Protokolle sind von essentieller Bedeutung, wenn Mobilität und Usability ermöglicht werden sollen.

Da die Konzepte zur Erhöhung der Usability von mobilen Benutzerschnittstellen sehr vielfältig sind, soll nachfolgend nur ein Überblick über die verschiedenen Ansätze gegeben werden. Mobile Geräte werden aufgrund ihres Formfaktors (kompakte Abmessungen) und ihres Einsatzbereichs (Bedienung in der Bewegung) häufig einhändig bedient. Eine Interaktionstechnik, die die einhändige Bedienung von Touchscreens auf mobilen Geräten ermöglicht, ist *ThumbSpace* [Karlson und Bederson, 2007]. Die Benutzerschnittstelle setzt dabei die von Powerwalls bekannten Konzepte zur Selektion von Objekten außerhalb des erreichbaren Bereichs um: Der gesamte Bildschirm wird über einen kleinen, interaktiven, vom Daumen erreichbaren Bereich bedient. Dass dieser Ansatz zunächst noch zu keiner Verbesserung der Usability führt, zeigt sich bereits durch *Fitts' law*¹³. Daher ist der traditionelle Ansatz stets, die Ziele zu vergrößern (bei gleichbleibenden Bedienwegen) oder die Bedienwege zu verkürzen (bei gleichbleibenden Zielgrößen). Das Ziel von *ThumbSpace* ist darüber hinaus, die Daumengröße von der Zielfläche zu trennen, die Selektion von Zielen außerhalb des Daumenbereichs zu erleichtern, und die Größen der Ziele einander anzugleichen. Ein anderer Ansatz, um die Bedienbarkeit mobiler Benutzerschnittstellen zu erhöhen, sind die *mobility patterns*, welche von erfolgreichen mobilen Applikationen abgeleitet werden. Der Ansatz lehnt sich hierbei an die *design patterns* an, bei denen ebenfalls mit dem Ziel der Wiederverwendbarkeit funktionierende Teile als Bausteine für neue Systeme verwendet werden. Design fokussiert sich in der Regel auf *einen* Problembereich und lässt andere teilweise oder vollkommen außer Acht, in denen das komplette Design dann nicht funktioniert. Anstatt für alle Anforderungen zu entwickeln, können durch den Einsatz der in Abbildung 4.3 dargestellten *mobility patterns* und einer Pattern-Hierarchie wiederkehrende Teile des Designs an andere Problembereiche angepasst werden [Roth, 2002]. Ein konkretes Beispiel, wie die Bedienbarkeit mobiler Geräte erhöht werden kann, wird bei [Darabi und Pacholak, 2001] vorgestellt. Die mobile Benutzerschnittstelle zur Anzeige und Manipulation einer Datenbank ist auf kleine Displays optimiert, der Abgleich der Datenbank erfolgt im Hintergrund, und die Abhängigkeit von der Netzwerkverbindung wird durch den Wechsel zwischen synchroner und asynchroner Kommunikation reduziert. Im Vergleich zur Unterstützung mobiler Tätigkeiten durch stationäre Systeme, welche den Anwender von seinem Arbeitsplatz wegziehen, bieten mobile Konzepte eine bessere Integration in die existierenden Prozesse [Tap, 2004]. Durch die Steigerung der Usability von mobilen Benutzerschnittstellen kann in Zukunft der Nutzer auch in Bereichen unterstützt werden, wo bisher der permanente Wechsel zwischen Arbeitsplatz und stationärem Computer noch zeitlich effizienter ist.

¹³Die Verkleinerung der Interaktionsfläche führt zu einer Verkleinerung von Zielen und Bedienwegen

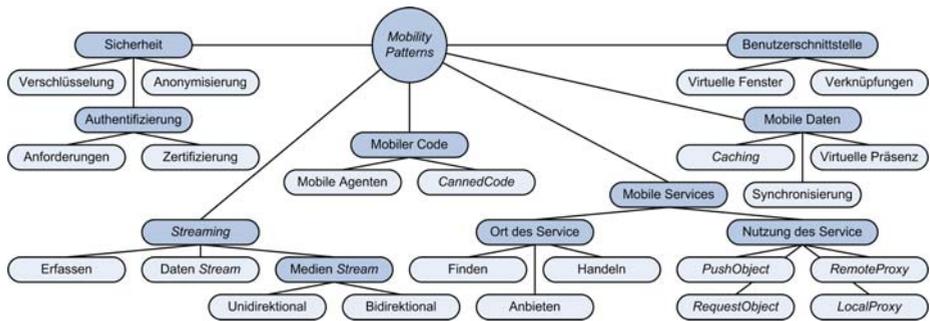


Abbildung 4.3: Die *mobility Patterns* werden von erfolgreichen mobilen Applikationen abgeleitet und ermöglichen eine leichtere Anpassung der Anwendungen an neue Problembereiche [Roth, 2002]

Es besteht weitgehende Übereinstimmung darüber, dass im Internet der Zukunft die Einbindung von mobilen Benutzerschnittstellen eine entscheidende Rolle spielen wird. Bei diesen Betrachtungen werden jedoch Usability Aspekte bislang nur am Rande gewürdigt. Unter Usability Gesichtspunkten ist es nicht zwingend, dass diese Erwartungen sich tatsächlich erfüllen. Besonders unerfahrene Benutzer werden die mobilen Benutzerschnittstellen nicht mit Begeisterung verwenden, wenn die Komplexität der Interaktion bestehen bleibt. Mobile Dienste werden nur dann erfolgreich sein, wenn sie vom Nutzer verstanden und für seinen Kontext entwickelt werden [Chittaro, 2004]. Es gibt bei mobilen Geräten noch Probleme hinsichtlich der Usability: Je komplexer die Funktionalität wird, umso größer wird die Herausforderung, Interfaces und Interaktionen für Geräte ohne oder mit kleinen Bildschirmen zu entwickeln. Entwicklung für mobile Geräte ist vergleichbar mit einem Zurückgehen auf der Zeitachse der Computerentwicklung: Es ist wieder das Zeitalter kleiner Bildschirme, langsamer Prozessoren und langsamer Netzwerkverbindungen [Brewster und Dunlop, 2000]. Applikationen für mobile Plattformen sind auch deswegen schwerer zu entwickeln, weil sie ohne Training, ohne Einführung und ohne Hilfe funktionieren sollen. Diese Herausforderung kann durch nutzerzentriertes Design gelöst werden, in welchem folgende Aspekte betrachtet werden: (1) Vertrautheit mit dem Gerät, (2) Ort der Informationspräsentation, (3) Gestaltung des Geräts, (4) Komplexität der Navigation, (5) Konsistenz des Interfaces, (6) effektive Tests und (7) Verwendung von Design-Konzepten [Holtzblatt, 2005]. Auch graphische Informationen im Allgemeinen stellen auf kleinen Displays nach wie vor eine Herausforderung dar, da entschieden werden muss, in welcher Weise sie an das kleine Display angepasst werden sollen. Solange nicht entschieden werden kann, ob besser ein Ausschnitt der Graphik oder eine Verkleinerung der Graphik angezeigt werden soll, kann das mobile Internet nicht seine volle Leistungsfähigkeit entfalten [Rist und Brandmeier, 2002]. Die plattformübergreifende Gestaltung ist ein weiterer Aspekt, der hinsichtlich der Bedienbarkeit ebenfalls von Bedeutung ist. Häufig ist es das Ziel, dass die Benutzerschnittstellen auf verschiedenen Plattformen so ähnlich wie möglich aussehen.

Mobile Benutzerschnittstellen verfolgen jedoch einen gegenteiligen Ansatz: Mobile Benutzerschnittstellen sollen Features haben, die nicht zu Desktop Benutzerschnittstellen passen – und umgekehrt. Die Verwendung des Kontexts macht zum Beispiel nur bei mobilen Benutzerschnittstellen Sinn [Nilsson et al., 2006].

4.2.2 Mobilität am Patienten

Im Krankenhaus bewegen sich Ärzte von Patient zu Patient und können in dieser Umgebung mit mobilen Geräten bei ihrer mobilen Tätigkeit unterstützt werden. Darüber hinaus kann durch die mobilen Geräte die Umgebung erfasst und in die Interaktion eingebunden werden. Auf dem Fernseher im Zimmer können Informationen dargestellt und das Telefon kann zur Dateneingabe verwendet werden. Bei [Pham et al., 2001] wird dieses Konzept konsequent umgesetzt: Das mobile Gerät ermöglicht Kommunikation und verschafft Zugang. Aufgaben, die das mobile Gerät nur unzureichend erfüllen kann, werden hingegen abgegeben. In Ergänzung zu visuellen Displays, die einen hohen visuellen Workload erzeugen, werden am Patienten – insbesondere für das Monitoring – auch auditorische Displays verwendet. Es hat sich bei [Sanderson et al., 2004] gezeigt, dass visuelle Displays genauer und auditorische Displays schneller wahrnehmbar sind. Eine Kombination von auditorischen und visuellen Displays führt hingegen zu einer stark verzögerten Wahrnehmung. Im Gesundheitswesen ergeben sich für die mobilen Geräte noch zusätzliche Anforderungen. So kann es je nach Anwendungsbereich sinnvoll sein, dass die mobilen Geräte auch unter der Kleidung getragen werden können. Das erfordert einerseits eine sehr kompakte Bauform und andererseits ganz neue Wege der Interaktion [Kulkarni und Öztürk, 2007]. Im Gesundheitswesen wird die Forschung im Bereich des Ubiquitous Computing häufig von dem Ziel getrieben, die Kommunikation zwischen Patienten, Ärzten und weiterem Personal zu verbessern. Häufig wird mobile Telemedizin in Notfällen für den Fall, dass Helfer vor Ort nicht mehr weiter wissen, als eine gute Lösung betrachtet. Aber auch das Monitoring von Patienten, sei es zu Hause oder im Notfall, steht im Fokus vieler Projekte. Viel wichtiger ist jedoch laut [Varshney, 2003] die Entwicklung mobiler Geräte, die den Gesundheitszustand des Patienten erfassen und speichern. Aus der Kombination von Umgebungsinformationen, der vom Patienten eingegebenen Daten und der Historie seines Krankheitsverlaufs lässt sich dann sein gesundheitlicher Zustand ermitteln. Es ist jedoch bisher noch nicht klar, wie eine solche einfache Benutzerschnittstelle, welche von den Patienten problemlos bedient werden kann, aussehen soll. Im Gegensatz dazu gibt es hinsichtlich der Benutzerschnittstellen für Ärzte bereits umfangreichere Erfahrungen, wie diese für die verschiedenen Aufgaben zu gestalten sind: Beispielsweise wurde von [Bojovic und Bojic, 2005] eine mobile Benutzerschnittstelle zur Verschreibung von Medikamenten entwickelt, welches die Medikamentensuche, die Analyse von Wechselwirkungen, den Überblick über neue Medikamente und weitere wichtige Informationen umfasst.

Telemedizin ist das Ermöglichen von medizinischer Versorgung über größere Entfernungen hinweg [Voskarides et al., 2005]. Im Rettungswagen erfolgt Telemedizin über mobile Benutzerschnittstellen und drahtlose Kommunikation, um Patientendaten und Fotos des Patienten zu übertragen. Bei mobilen Computern wird jedoch aus Gründen

der Performanz auf die direkte Videoübertragung verzichtet, was Fragen hinsichtlich der Usability von Telemedizin bei Verwendung von mobilen Geräten aufwirft. Daneben gibt es den *M-Health* Ansatz, welcher die im Gesundheitswesen eingesetzten Systeme auf mobile Geräte portiert. Bei diesem Ansatz stellt sich die Frage, inwieweit die Benutzerschnittstelle Beachtung findet und inwiefern das Bewusstsein vorhanden ist, dass mobile Computer keine kleinen Desktop Computer sind [Pattichis et al., 2007]. Das *E-Health* Konzept befasst sich mit der Übertragung von Sensordaten und der allgemeinen Analyse der technischen Möglichkeiten hinsichtlich Sensorik und Netzwerk. Doch auch hier stellt sich die Frage, in welchem Maße die Usability berücksichtigt wird und welchen Einfluss sie auf die Gestaltung des Systems hat [Pattichis et al., 2006]. Im Krankenhaus liegt einer der Hauptvorteile für den Einsatz von mobilen Benutzerschnittstellen in der Vermeidung von Fehlern bei der Patientenversorgung durch den besseren Zugang zu Informationen. Übliche Ansätze sind, das Informationssystem um ein Web-Interface zu erweitern, um dadurch einen plattformübergreifenden Zugriff zu ermöglichen. Jedoch können weder die Herausforderungen bei der Gestaltung von mobilen Benutzerschnittstellen noch die mangelnde Netzwerkkonnektivität dadurch gelöst werden [Mendonca et al., 2004]. Unter dem Gesichtspunkt der Usability sind bei den mobilen Benutzerschnittstellen im Gesundheitswesen aufgrund der komplexen Anforderungen des Umfelds auch einige Rückschritte zu verzeichnen. Einerseits kommt das durch den Umstand, dass in dem Umfeld teilweise nicht nutzerzentriert entwickelt wird und andererseits durch die Tatsache, dass Technologien (z.B. bei der Telemedizin) zu sehr in den Vordergrund gestellt werden. Ferner werden die mobilen Benutzerschnittstellen häufig eher stiefmütterlich behandelt und stellen keinen echten Ersatz der existierenden stationären Systeme dar.

4.2.3 Mobile Benutzerschnittstellen im MANV

Eine der Fragen, die im Zuge der letzten beiden Abschnitte immer wieder aufgetaucht ist, ist die Definition des Begriffs "Mobilität". Der MANV stellt aufgrund des vielfältigen Umfelds ein gutes Beispiel dar, anhand dessen der Mobilitätsbegriff definiert werden kann. Laut [Rügge, 2003] lässt sich Mobilität anhand von drei verschiedenen Aspekten verstehen: (1) Interaktion in der Bewegung, (2) Interaktion an wechselnden Orten und (3) Fokus in der Realität. Aus dieser Definition wird klar, dass medizinische Notfälle ein herausforderndes Szenario für Mobilität darstellen. In allen medizinischen Notfällen ist der Fokus in der Realität vorhanden (3), da sich Rettungskräfte stets auf die realen Patienten fokussieren. Die Interaktion in der Bewegung wird insbesondere dann erforderlich, wenn das Rettungsteam an wechselnden Orten tätig ist. Wohingegen die Rettungskräfte im individualmedizinischen Notfall zwar einmalig ihren Ort wechseln (2), um zum Patienten zu kommen, können die meisten Interaktionen auch im Stillstand erfolgen ($\neq 1$). Im MANV ist der Wechsel des Ortes aufgrund des Ressourcenmangels permanent (= 2) und die Interaktion in der Bewegung ist essentiell für das Finden der Patienten im Chaos (= 1). Damit sind die Anforderungen an die Mobilität im MANV höher als im Krankenhaus oder im individualmedizinischen Notfall. Neben den Einsatzkräften besteht auch unter den Betroffenen im MANV ein hohes Maß

an Mobilität, so dass eine Information aller Betroffenen häufig eine Herausforderung darstellt. Bei [Hasegawa et al., 2005] werden die Betroffenen großflächiger Ereignisse durch ihr Mobiltelefon in Form von mehrsprachigen Emails über die Situation informiert. Die mobilen Emails sind universell und von allen aktuellen Mobiltelefonen lesbar. Die mobilen Benutzerschnittstellen müssen nicht gerätespezifisch entwickelt werden, sondern es werden einfach direkt die an das jeweilige Gerät angepassten Email Programme verwendet. Die Information ist auf allen Geräten identisch, ihre Präsentation ist jedoch von Formfaktor und Spracheinstellungen des Gerätes abhängig.

Im MANV kann eine mobile Benutzerschnittstelle bei der Triage nach STaRT die schnelle, einfache und genaue Erfassung von neuen Patienten unterstützen. Die von [Killeen et al., 2006] vorgestellte Benutzerschnittstelle verwendet eine Erfassungsmaske, in welcher Alter (Erwachsen, Kind, Säugling), Atemfrequenz, Rekapillarierungszeit und Bewusstseinszustand erfasst werden. Diese wird automatisch angezeigt, nachdem ein neuer Patientenanhänger *gescannt* wurde. Anhand der Eingabe wird dann automatisch auf Basis des STaRT-Algorithmus der Triage Status ermittelt. Im Rahmen der weiteren Behandlung können dann in der mobilen Benutzerschnittstelle die Maßnahmen ausgewählt und die Medikation mit Dosis, Applikationsform, Einheit und Zeit erfasst werden. Die Benutzerschnittstelle ermöglicht die direkte Dokumentation der am Patienten durchzuführenden Maßnahmen und erhöht dadurch die Flexibilität und Mobilität der Einsatzkräfte, da diese nahtloser zwischen den Patienten wechseln können. Ein weiteres Konzept, was bei mobilen Benutzerschnittstellen für den MANV von Bedeutung ist, ist die Kombination aus Kontext und Fokus. Der Kontext regelt, wie die Informationen zu präsentieren sind. Der Wechsel des Kontexts findet üblicherweise in Abhängigkeit des Ortes und der Zeit statt. Im MANV ändert sich der Kontext jedoch zusätzlich durch Ereignisse von außen, so dass die Benutzerschnittstelle für mobile Geräte sowohl den Anforderungen der jeweiligen Rolle als auch denen der äußeren Umstände genügen muss. Das Gerät hat Einfluss auf die Möglichkeiten, dem Anwender den Kontext zu vermitteln wie in Abbildung 4.4 zu sehen, da beispielsweise in der Benutzerschnittstelle auf dem Tablet-PC verschiedene Informationsquellen gleichzeitig dargestellt werden können, wohingegen das auf einem PDA nicht möglich ist [Luyten et al., 2006].

Das *SMART* System ist ein einfaches, mobiles System zum Monitoring von Patienten, welches am Patienten befestigt wird und so den Zustand und die Position des Patienten überwachen kann. Obwohl ebenfalls ein mobiles Gerät zum Einsatz kommt, wird hier interessanterweise auf eine Benutzerschnittstelle für den Patienten verzichtet, da davon ausgegangen wird, dass ein Großteil der Opfer im MANV dieses ohnehin nicht bedienen könnte [SoRelle, 2008]. Betrachtungen zu mobilen Benutzerschnittstellen finden sich auch bei [Grisedale et al., 1997], der in Indien Hebammen mit mobilen Benutzerschnittstellen ausgestattet hat, um landesweit Daten zu erfassen. Auch wenn es sich bei dem betrachteten Szenario nicht um einen MANV handelt, so zeigt sich in seinen Untersuchungen dennoch ein weiterer Aspekt: Besonders bei mit mobilen Benutzerschnittstellen weniger erfahrenen Nutzern ist ein Feedback zu der Qualität der Datenerfassung von besonderer Wichtigkeit. Die Nutzer akzeptieren eine mobile Benutzerschnittstelle eher, wenn sie eigene Ergebnisse sehen und so ein Bewusstsein für



(a) Balkendiagramme



(b) Kreisdiagramme



(c) Kartendarstellung

Abbildung 4.4: Möglichkeiten zur Darstellung von Informationen auf mobilen Benutzerschnittstellen

die Bedeutung der von ihnen erfassten Daten bekommen. Da auch im MANV und in der Katastrophe unerfahrene Nutzer mit den mobilen Benutzerschnittstellen Daten erfassen, ist daher auch hier für den Nutzer das direkte Feedback zu den eigenen Aktionen von zentraler Bedeutung, beispielsweise die Anzeige der von den Einsatzkräften erfassten Patienten auf einer gemeinsamen Lagekarte.

4.3 Textbasierte Dokumentation

Im MANV gehört neben der Behandlung der Patienten die entsprechende Dokumentation der Maßnahmen zu den Aufgaben der Einsatzkräfte. Bei dieser Dokumentation kann generell zwischen zwei Arten von Informationen unterschieden werden: Einerseits wird eine Vielzahl an strukturierten Informationen (z.B. Zeit, Triageergebnis, Geschlecht, Status) erfasst, andererseits sind jedoch auch Freitext Informationen (z.B. Vorname, Nachname, Fundort) zu dokumentieren. In diesem Abschnitt liegt der Fokus hauptsächlich auf den Freitext Informationen, da sich bei deren Erfassung komplexere Herausforderungen ergeben. Zunächst soll jedoch das Phänomen untersucht werden, warum von Einsatzkräften zur Datenerfassung in kritischen Situationen häufig dem Papier gegenüber den elektronischen Systemen der Vorzug gegeben wird [Paul et al., 2008].

4.3.1 Papierbasierte Texteingabe

Man muss sich bewusst machen, dass Papier viele Eigenschaften besitzt, welche es extrem leicht verwendbar machen. Die Kenntnis über die Möglichkeiten von Papier gehört zu unserem Erfahrungsschatz: (1) Man kann darauf schreiben, (2) man kann darauf zeichnen, (3) man kann es falten, (4) man kann es teilen, (5) man kann zusammen darauf schreiben, (6) man kann es zerknüllen, (7) man kann es zerreißen, (8) man kann es anzünden, (9) man kann Dinge damit einwickeln, (10) man kann es aus der Ferne lesen, (11) man kann damit basteln, (12) man kann es heften, (13) man kann es lochen, (14) man kann es aneinander kleben und (15) man kann noch viele andere Dinge damit tun. Papier lässt sich aus drei verschiedenen Perspektiven betrachten: (1) Als ein physikalisches Objekt, (2) als ein soziales Artefakt und (3) als ein erweiterbares Objekt. Das Verständnis darüber, wie Nutzer mit Papier arbeiten, ist für computerbasierte Umsetzungen und Erweiterungen von entscheidender Bedeutung [Mackay und Fayard, 1999]. Die von [Tap, 2004] als Mikromobilität bezeichnete Eigenschaft beschreibt ferner den Umstand, dass Papier bewegt und verändert werden kann, um so an verschiedenste Zwecke innerhalb der Domäne angepasst zu werden. Einsatzkräfte bevorzugen papierbasierte Dokumentationen, da sie den Eindruck haben, dass elektronische Systeme sie in Katastrophen einschränken könnten. Das Vertrauen in die Technik als solche ist gering, und es besteht die Angst, dass elektronische Systeme in extremen Situationen überfordert sind. Außerdem ist die Skepsis groß, ob diese Systeme selbst bei ordnungsgemäßer Funktionsweise eine Hilfe darstellen, da ihr Einsatz zeitintensiv ist – und Zeit ist in den sich schnell verändernden Situationen ein wertvolles Gut. Wird die Aufmerksamkeit der Einsatzkräfte zu sehr auf die Bedienung der Geräte gezogen, besteht die Gefahr, dass sie in der Realität den Anschluss verlieren. Die Möglichkeit, durch den Einsatz von Notizzetteln eine "verteilte Datenbank" aufzubauen, wird auch von Einsatzleitern geschätzt, auch wenn Einsatzfahrzeuge häufig bereits per Computer erfasst werden. Diese Fähigkeiten muss eine Benutzerschnittstelle zunächst in vergleichbarer Weise umsetzen, bevor es sich mit Papier auf Augenhöhe messen kann [Paul et al., 2008]. Eine von [Reddy et al., 2008] durchgeführte Evaluierung hat gezeigt, dass Einsatzleiter – wenn sie die Wahl haben – Papier gegenüber Computersystemen zur Koordinierung von Einsatzkräften bevorzugen. Die Zeitkritikalität wurde auch hier als häufigster Grund für den Vorzug von Papier genannt. Ein weiterer Grund ist der Mangel an Systemen, die in der Lage sind, die in Abbildung 4.2 dargestellte Koordinierung ebenso gut zu unterstützen wie Papierformulare. Viele Ärzte sind daher heute noch der Meinung, dass IT keine Chance hat, sobald eine kritische Situation oder Katastrophe eintritt. In der Evaluierung hat sich gezeigt, dass Ärzte sich wünschen, Informationen auf ein Blatt Papier zu schreiben und dieses am Patienten befestigen zu können. Entwickler von Benutzerschnittstellen sind herausgefordert, durch innovative Benutzerschnittstellen das Papier in allen Eigenschaften, die in dem Szenario von Bedeutung sind, zu übertreffen.

Papierbasierte Dokumentation führt jedoch andererseits häufig zu zusätzlichem Aufwand, da verschiedene Stellen die gleichen Informationen benötigen und daher von Hand Kopien angefertigt werden. Werden elektronische Tags flächendeckend eingesetzt, dann ist die papierbasierte Texteingabe überflüssig. Die Krankenhäuser

können dann auf alle Protokolle, Diagnosen, etc. elektronisch zugreifen. Überflüssige Dokumentation kann so vermieden werden, da nur die digitale Anhängkarte am Patienten bleibt und Informationen leicht kopiert werden können. Außerdem können dadurch auch Redundanz-, Integritäts- und Abschreibfehler vermieden werden. Die Informationen, die auf einer digitalen Anhängkarte gespeichert werden können, lassen sich in drei Kategorien unterscheiden: (1) Persönliche Daten, (2) organisatorische Daten und (3) medizinische Daten [Plischke et al., 1999]. Da die Datenaufzeichnung in der Präklinik von besonderer Wichtigkeit ist, gibt es verschiedene Ansätze, um neue Qualitätstandards der präklinischen Dokumentation aufzubauen. Das *MIND 2* ergänzt beispielsweise die papierbasierte Dokumentation um einen Computer im Hintergrund, da computerbasierte Datenerfassungen hinsichtlich der Datenqualität der papierbasierten Erfassung überlegen sind. Es wird in diesem System "digitales Papier" verwendet, welches mit einem speziellen, elektronischen Stift beschrieben wird und die Daten direkt an den Computer überträgt. Im Rahmen eines 3-monatigen Feldtests hat sich dieses System als sehr funktional und stabil erwiesen [M. Helm et al., 2007]. Es zeigt sich auch am Beispiel von *MIND 2*, dass Computer einerseits zwar Vorteile bieten, andererseits aufgrund unzulänglicher Benutzerschnittstellen in kritischen Situationen aber dennoch die Nähe zum Papier gesucht wird. Die schwierigste Herausforderung bei Einsatz von papierbasierter Dokumentation ist jedoch die Integration von Informationen. Bei [Ellingsen und Monteiro, 2003] werden vier verschiedene Problemklassen aufgezeigt, die sich aus der parallelen Dokumentation eines Sachverhalts ergeben: (1) Redundanz¹⁴ (identische Information, nicht zusammengeführt), (2) Nachträge¹⁵ (ähnliche Information, nicht zusammengeführt), (3) Doppeldeutigkeit¹⁶ (ähnliche Information, zusammengeführt) und (4) Austauschbarkeit¹⁷ (identische Information, zusammengeführt).

Der Umstieg von papierbasierter Dokumentation auf elektronische Dokumentation führt zu den verschiedensten Herausforderungen. Beispielsweise verfügt der Nutzer sowohl bezüglich der Benutzerschnittstellen über Annahmen, wie diese funktionieren, als auch hinsichtlich Papier. Daher ist ihm sowohl papierbasiertes als auch elektronisches Radieren inzwischen vertraut. Doch wie bei einer Kopplung der beiden Medien elektronische Informationen von echtem Papier zu entfernen sind, erschließt sich nicht automatisch auf natürliche Weise [Mackay und Fayard, 1999]. Essentiell für eine erfolgreiche Umsetzung ist die Analyse der ausgefüllten Formulare. Diese Ausfüllbeispiele geben Informationen darüber, wie die Formulare in der Praxis ausgefüllt werden. Da sich die praktische Vorgehensweise mitunter von der vorgeschriebenen unterscheidet, können nur praktische Beispiele das Setzen der richtigen Schwerpunkte in den Konzepten für Benutzerschnittstellen unterstützen [Grisedale et al., 1997]. Von [Hennes, 1996] wird angemerkt, dass der Umstieg von papierbasierter auf elektronische Dokumentation idealerweise folgenden Grundsätzen folgt: (1) Minimierung des Dokumentationsaufwandes, (2) Vermeidung von doppelter

¹⁴Reduzierung von Redundanz ist häufig eine wichtige Motivation für die Zusammenführung von Informationen

¹⁵Teilweise ist es schwierig zu unterscheiden, ob es sich um redundante oder zusätzliche Informationen handelt

¹⁶Häufig ein Problem der geeigneten Interpretation und der gemeinsamen Sprache

¹⁷Zusammenführung von Informationen mit dem Ziel der Vollständigkeit

Datenerfassung, (3) Berücksichtigung des zeitlichen Bezugs der Daten und (4) Automatisierung der Auswertungsprozesse. Bisher hat sich das papierlose Arbeiten jedenfalls noch nicht durchgesetzt. Gegenwärtige Benutzerschnittstellen betrachten nicht die greifbare Realität, sondern schaffen eine parallel zu der "realen" Realität eine zusätzliche, digitale Realität. Es besteht der Wunsch nach neuen Ansätzen, die über Maus und Keyboard hinausgehen. Beispielsweise bei *NOSTOS* sollen papierbasierte Formulare mit digitalen Stiften verwendet, Wahrnehmung und Zusammenarbeit verbessert, *Multi-Touch* Geräte und öffentliche Displays eingebunden und das Papier im Raum platziert werden. Dieses bei [Bång, 2004] vorgestellte System zeigt, dass Papier auch in kritischen Situationen ersetzt werden kann. Die Frage ist daher nicht, ob papierbasierte Texteingabe durch mobile Benutzerschnittstellen ersetzt werden kann, sondern vielmehr, in welcher Art und Weise sie kombiniert werden können. Zur Beantwortung dieser Frage soll daher nachfolgend auf die bisherigen Ansätze zur Eingabe von Texten mit mobilen Benutzerschnittstellen eingegangen werden.

4.3.2 Texteingabe mit mobilen Benutzerschnittstellen

Die Eingabe von Text unter Verwendung von mobilen Benutzerschnittstellen ist eine komplexe Herausforderung, die bisher noch nicht umfassend gelöst werden konnte. Das Problem der mobilen Eingabe von Text ist dabei gar nicht so neu, es hat sich lediglich aus vier Gründen ein neues Bewusstsein für diese Problematik entwickelt: (1) Der Einsatz mobiler Computer nimmt zu und findet zunehmende Verbreitung, (2) es ist inzwischen eine Vielzahl an Anwendungen¹⁸ für mobile Geräte verfügbar, (3) es gibt einen großen Bedarf an mobiler Eingabe von alphanumerischen Informationen und (4) Versenden von Textnachrichten (SMS) ist inzwischen eine Alternative zum Telefonat geworden. Auf dem Desktop ist die QWERTY-Tastatur¹⁹ die vorherrschende Eingabemethode, aber auf mobilen Geräten gibt es bisher noch keine vergleichbare dominante Technologie. Stattdessen existiert eine Vielzahl an gleichwertigen, verschiedenartigen Lösungen: (1) Hardware-Tastaturen (Telefontastatur, miniaturisierte QWERTY-Tastatur und Fünf-Tasten Tastaturen) und (2) stiftbasierte Eingaben (Handschrifterkennung, Unistrokes, gestenbasierte Texteingabe und Bildschirmstastaturen) [MacKenzie und Soukoreff, 2002]. Ähnlich klassifiziert werden die verschiedenen Eingabeverfahren bei [Tilgner, 2005]. Bei der stiftbasierten Eingabe wird unterschieden zwischen: (1) Handschrifterkennung, (2) Bildschirmstastatur und (3) Strichzugererkennung. In einer eigenen Kategorie werden in dieser Übersicht die auf 12 Tasten (Tastatur von Mobiltelefonen) basierenden Eingabekonzepte betrachtet: (1) *Multi-Tap*, (2) *Less-Tap*, (3) *Zwei-Tasten Eingabe*, (4) wörterbuchbasierte Eingabe, (5) präfixbasierte Eingabe und (6) Kombination von Tastatur und Orientierung. Zudem werden noch zwei weitere Möglichkeiten zur Texteingabe auf mobilen Geräte erwähnt: (1) Externe Anstecktastaturen und (2) virtuelle Tastaturen [Tilgner, 2005]. In der Literatur findet sich auch die Meinung, dass das Problem der mobilen Texteingabe nicht durch mobile Benutzerschnittstellen zufriedenstellend gelöst werden kann. Es werden

¹⁸z.B. Texteingabe, Tabellenkalkulation, Terminplaner, Email, Browser, etc.

¹⁹In Deutschland: QWERTZ-Tastatur

daher parallel zur Entwicklung mobiler Benutzerschnittstellen auch verschiedene Spracherkennungen ausprobiert, welche das Sprechen von Kommandos, das Stellen von Fragen und das Diktieren von Text ermöglichen. Wird jedoch versucht, das Problem der mobilen Texteingabe durch Spracherkennungen zu lösen, führt das ebenfalls zu einigen Problemen: (1) Spracherkennung erfordert häufig Personalisierung, also eine Anpassung an die individuelle Aussprache, (2) Spracherkennung ist häufig nicht robust gegen Hintergrundgeräusche, (3) Spracherkennung ist in der Regel rechenintensiv, (4) natürliche Sprache ist komplex und unstrukturiert und (5) die Eingabe muss vollständig von der Ausgabe getrennt werden²⁰ [Paek und Chickering, 2007]. Da für den MANV eine Personalisierung nicht möglich ist, im MANV von extremen Hintergrundgeräuschen ausgegangen werden muss und die verwendeten mobilen Geräte aufgrund der Kompaktheit darüber hinaus nur über begrenzte Rechenkapazitäten verfügen, ist eine Spracherkennung im MANV nicht praktikabel.

Eine der neuen Techniken zur Eingabe von Texten auf mobilen Geräten ist *Twiddler* [Lyons et al., 2004]. Das System basiert auf einer einhändigen Akkord-Tastatur, mit der von Experten bis zu 60 Wörter pro Minute buchstabenweise eingegeben werden können. Damit stellt es eine echte Alternative zu dem *Multi-Tap* Eingabekonzept für Mobiltelefone dar. Nach 20 Trainingsrunden werden mit *Twiddler* durchschnittlich 26,2 WpM²¹ erreicht, mit *Multi-Tap* sind es lediglich 19,8 WpM. Untrainierte Nutzer kommen mit *Multi-Tap* auf 8,2 WpM, mit *Twiddler* jedoch nur auf 4,3 WpM. Die Lernkurve von *Twiddler* ist also deutlich steiler als die des klassischen *Multi-Tap*. Da ein spezielles Training für mobile Benutzerschnittstellen zur Texteingabe im MANV jedoch nicht praktikabel ist, kann *Twiddler* erst verwendet werden, wenn es den Einsatzkräften auch aus dem Alltag vertraut ist. Eine weitere neue Technik, um mit dem 12-Tasten Nummernblock von Mobiltelefonen Texte einzugeben, ist *TiltText* [Wigdor und Balakrishnan, 2003]. Bei diesem Konzept entscheidet die Orientierung des Telefons darüber, welcher der drei Buchstaben auf der jeweiligen Taste verwendet werden soll. Es gibt dabei für die Ermittlung der Orientierung drei verschiedene Möglichkeiten: (1) Neigung je Buchstabe: Die Neigung ist die Veränderung der Orientierung zwischen Drücken und Loslassen der Taste, (2) absolute Neigung: Die Neigung ist die Differenz zwischen der aktuellen Orientierung und einer festen Ausgangsorientierung, (3) relative Neigung: Die Neigung ist die Veränderung der Orientierung von der letzten Eingabe zur aktuellen. In den Augen der Entwickler handelt es sich bei der dritten Methode um die vielversprechendste, die bei robuster Implementierung die kürzesten Eingabezeiten erreicht und die wenigsten Fehler produziert. Eine weitere neue Eingabetechnik, die auf der Tastatur von Mobiltelefonen aufsetzt, ist *LetterWise*. Neben *Multi-Tap* sind wörterbuchbasierte Ansätze zur Texteingabe auf Mobiltelefonen am weitesten verbreitet. Der prominenteste Vertreter dieser Ansätze ist T9 von Tegic Communications. Daneben gibt es beispielsweise noch *eZiText* von Zi Corp. oder *iTAP* von Motorola. Im Gegensatz zu diesen Ansätzen basiert *LetterWise* auf Präfixen statt auf Wörterbüchern [MacKenzie et al., 2001]. Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass er bei ungewöhnlichen Wörtern, die nicht im Wörterbuch stehen, nicht vollständig versagt. In den Fällen, in denen die Vorhersage nicht dem

²⁰Sofern die Spracherkennung nicht mit einer Sprachausgabe kombiniert wird

²¹Wörter pro Minute

richtigen Wort entspricht, kann der Nutzer direkt nach der Eingabe eines Buchstabens die letzte Eingabe korrigieren. Wenn eine der Vorhersagen falsch war, kann auch nach einer fehlerhaften Vorhersage eines Buchstabens dennoch der Rest des Wortes noch korrekt vorhergesagt werden. Diese einhändigen Texteingaben auf Basis der Tastaturen von Mobiltelefonen können auch bei Desktop Computern Verwendung finden. Einhändige Eingabe ist zwar langsamer als beidhändiges Tippen auf einer QWERTY-Tastatur – doch wenn eine Hand auf der Tastatur und eine Hand auf der Maus liegt, kann die Kombination von Tastaturbefehlen mit der einen und Mauseaktionen mit der anderen Hand die Geschwindigkeit und Gleichmäßigkeit von Interaktionen erhöhen [Engelbart, 1988].

Eine weitere Methode zur Eingabe von Texten mit Hilfe der Tastatur von Mobiltelefonen ist neben *Multi-Tap* die *Zwei-Tasten Eingabe*. Diese Eingabetechnik basiert auf zwei aufeinander folgenden Aktionen: (1) Auswahl der Buchstabengruppe und (2) Auswahl des Buchstabens. Fokus der aktuellen Forschung liegt auf der Reduzierung der durchschnittlich erforderlichen Zahl der Tastendrucke pro Buchstabe – bei *Multi-Tap* sind es je nach Buchstabe 1-4 Tastendrucke, bei der *Zwei-Tasten Eingabe* konstant 2 Tastendrucke für alle Buchstaben. Ansätze, die die Zahl der Tastendrucke weiter reduzieren, treffen häufig auf sprachspezifische Annahmen und erraten zum Anderen den richtigen Buchstaben durch dessen Kontext. Der Erfolg dieser Methoden hängt davon ab, wie gut der eingegebene Text zu dem darunter liegenden Modell passt. Abkürzungen und neue Sprachstile der Kurznachrichten werden dabei nur unzulänglich abgedeckt. Daher ist insbesondere für die Eingabe von untypischem Text derzeit *Multi-Tap* am weitesten verbreitet [Wigdor und Balakrishnan, 2004]. Erfolgt basierend auf der relativen Häufigkeit der Buchstaben eine Umordnung der Buchstaben auf der Mobiltelefonetastatur, können durch das doppelte Drücken einer Taste die häufigsten Buchstaben eingegeben werden. Die Kombination aus zwei unterschiedlichen Tasten führt dann zu der Eingabe der weniger häufigen Buchstaben. Ein Vorteil dieser Methode gegenüber vorhersagebasierten Systemen ist, dass auf dem Display weniger häufig die Korrektheit der Eingabe verfolgt werden muss. Wird dieses Konzept auf einen Touchscreen portiert, lässt es sich noch eleganter umsetzen, da auf diesem durch *Clicks* und *Drags* alle Buchstaben eingegeben werden können. Einziger Nachteil ist, dass durch die neue Anordnung der Tasten eine neue Legende auf den Tasten notwendig ist. Mit dieser Methode ist aufgrund der beschränkten Zahl an Eingabetasten insbesondere auch eine einhändige Texteingabe möglich [Nesbat, 2003].

Es zeigt sich, dass es eine Vielzahl an Eingabemethoden gibt und Evaluierungen daher mitunter sehr umfangreich werden können. Um die Menge an Evaluierungen zu reduzieren, die zur Ermittlung der besten Eingabemethode erforderlich ist, stellen Modelle eine gute Unterstützung des Entwicklers dar. [James und Reischel, 2001] entwickelten Vorhersagemodelle für *Multi-Tap* und *T9*, deren Güte sie anschließend zu Zwecken der Validierung evaluierten. Es wurde jedoch kein in die Realität übertragbares Modell gefunden. Eine Ursache könnte sein, dass das Modell wichtige Interaktionskomponenten unberücksichtigt lässt. Bisher bringen diese Modelle daher noch keine Vorteile für die Entwickler. Beispielsweise ist die Zeit, die der Nutzer zur Überprüfung der Korrektheit seiner Eingaben benötigt, nur schwer zu modellieren. Ein

weiteres Modell betrachtet die Texteingabe auf dem Nummernblock von Mobiltelefonen durch Experten mit *Multi-Tap* und der *Zwei-Tasten Eingabe*. Das Modell basiert auf *Fitts' law* sowie auf einem linguistischen Teil. Bei *Multi-Tap* wurde sowohl die Variante mit *Timeout* als auch die Variante mit dem "Weiter"-Button untersucht. Nach dem Modell erreichen Experten bei der Daumeneingabe mit *Multi-Tap* 25 WpM ("Weiter"-Button) bzw. 21 WpM (*Timeout*) und mit der *Zwei-Tasten Eingabe* 22 WpM. Unter der Annahme, dass der "Weiter"-Button von vielen Nutzern nicht konsequent genutzt wird, ist die *Zwei-Tasten Eingabe* dem Modell nach also für Experten die bessere Eingabemethode [Silfverberg et al., 2000]. Auch zu den Soft Keyboards gibt es bereits Evaluierungen, die verschiedene Varianten betrachten. Die auf Papier-Prototypen basierende Evaluierung von [MacKenzie und Read, 2007] zeigt, dass das QWERTY-Layout zur schnellsten und das QWERTY-Phone²²-Layout zur langsamsten Texteingabe führt. Bei Vergleich anhand von Papier-Prototypen werden jedoch weder die Erfassungsfehler des Gerätes noch die Zeiten für die Kontrolle der Eingabe betrachtet. Eine Studie von [Butts und Cockburn, 2002] vergleicht *Multi-Tap* (mit bzw. ohne "Weiter"-Button) mit der *Zwei-Tasten Eingabe*. Die Ergebnisse (*Multi-Tap* mit "Weiter"-Button: 7,2 WpM, *Multi-Tap* mit *Timeout*: 6,4 WpM, *Zwei-Tasten*: 5,5 WpM) zeigen, wie optimistisch das Modell von [Silfverberg et al., 2000] ist. Nach diesem sind mehr als dreimal so schnelle Texteingaben zu erwarten. Ferner zeigt sich, dass die *Zwei-Tasten Eingabe* in der Praxis beiden *Multi-Tap* Varianten unterlegen ist, was den Erwartungen des Modells ebenfalls widerspricht. Dieser Effekt lässt sich jedoch auf die größere Vertrautheit mit *Multi-Tap* zurückführen, welche in dem Modell keine Berücksichtigung findet.

Stiftbasierte Eingaben sind nicht die optimale Eingabemethode für mobile Geräte. Bisher wurden sie aber noch nicht vollständig verdrängt, da noch keine schnelleren und einfacheren Methoden zur Texteingabe existieren. Auf stiftbasierten Geräten ist die Texteingabe im Allgemeinen schwieriger als mit einer Hardware-Tastatur. Die Eingabe von langen Texten sollte auf stiftbasierten Geräten vermieden werden. Wenn möglich, sollten stattdessen Auswahllisten verwendet werden. Für stiftbasierte Eingaben gibt es ebenfalls wörterbuchbasierte Ansätze, welche anhand des Kontext Wörter vorhersagen und so die Eingabegeschwindigkeit verbessern [Masui, 1998]. Das System *Cirrin* ermöglicht die Erkennung von Strichzügen auf Wortebene. Da der Nutzer für die Eingabe keine speziellen Strichzüge erlernen muss, ist das System bereits mit wenig Training bedienbar. Den Strichzügen liegt ein mit Stift bedienbares Softkeyboard zugrunde, auf dem ohne Abheben und ohne Berühren ungewollter Buchstaben ganze Wörter eingegeben werden können. Die Buchstaben werden bei *Cirrin* in einem Polygon, einem Kreis oder zwei parallelen Spalten angeordnet, wobei die Buchstaben so sortiert werden, dass die Bewegungen des Nutzers minimal sind. Insgesamt gibt es für die Gestaltung dieser Keyboards vier variable Größen: (1) Geometrie, (2) Größe, (3) Alphabet und (4) Layout [Mankoff und Abowd, 1998]. Bei der Stifteingabe besitzen sowohl Bildschirmtastaturen als auch Handschrifterkennung Vor- und Nachteile. Der Nachteil von Bildschirmtastaturen ist, dass sie einen Teil des Bildschirms benötigen

²²Die Qwerty-Tastatur wird bei diesem Layout auf die 12-Tasten des Mobiltelefons verteilt, so dass die 1 mit "QWER", die 2 mit "TYUI", die 3 mit "OP", usw. belegt sind.

und so den unteren Teil der Anwendung überdecken. Wird die automatische Anzeige der Tastatur unterdrückt und die Anzeige der Tastatur auf die Situationen beschränkt, in denen tatsächlich Text eingegeben werden soll, können die Auswirkungen dieses Nachteils jedoch minimiert werden. Bei der Handschrifterkennung ist kein zusätzlicher Platz erforderlich, da die Eingabe direkt in das jeweilige Formularfeld geschrieben werden kann. Ein Nachteil bei der Handschrifterkennung ist jedoch die hohe Fehlerkennungsrate, insbesondere dann, wenn es sich bei den eingegebenen Texten nicht um private Notizen sondern um offizielle Dokumentationen handelt - wie beim MANV hauptsächlich der Fall [Turner et al., 2005].

Es ist auffällig, dass im MANV papierbasierte Anhängerkarten Verwendung finden, Notizen in Papierform verfasst werden und Sprachkommunikation der Standard ist, obwohl diese Formen der Dokumentation und Kommunikation arbeitsintensiv, zeitraubend und fehleranfällig sind. Einer der wesentlichen Gründe, warum bisher noch nicht flächendeckend auf digitale Systeme umgestellt wurde, ist die Tatsache, dass mobile Texteingabemethoden noch nicht leistungsfähig genug sind [Gao und White, 2006]. Die erfolgreiche Eingabe von Texten am Computer hängt meist von einer erfolgreichen Kombination verschiedener Fähigkeiten ab, zu denen neben mechanischen Fertigkeiten auch kognitive Prozesse gehören [Robertson und Black, 1986]. Beispielsweise bei Mobiltelefonen hat die Einführung der Texteingabe sowohl zu neuen Verwendungsformen als auch zu neuen Bedienkonzepten geführt. Da beim Mobiltelefon jedoch die kompakte Bauform erhalten bleiben soll, ist die Erreichbarkeit einzelner Tasten während der Texteingabe nach wie vor schwierig. Teilweise muss die Haltung des Telefons verändert werden, um einzelne Tasten zu drücken. Da zusätzliche Stellen zum Greifen des Telefons helfen könnten, ist eine Entwicklung neuer, ergonomischer Designs wünschenswert [Hirotaka, 2003]. Hinzu kommt, dass es keine einheitlichen Methoden zur Texteingabe gibt. Insbesondere aufgrund der Tatsache, dass viele Nutzer mehr als ein Gerät besitzen, wird die Texteingabe so zusätzlich erschwert. Wünschenswert wäre daher eine universelle Texteingabemethode, die verschiedene Eingabet Technologien abdeckt. Sollen die kognitiven Fähigkeiten des Nutzers über Gerätegrenzen hinweg übertragen werden, so muss man sich bei der Umsetzung auf den kleinsten gemeinsamen Nenner beschränken. Dieser Minimalismus führt jedoch dazu, dass die Vorteile der einzelnen Geräte nicht mehr ausgeschöpft werden können. Aufgrund der fehlenden Anpassung ans Gerät wird die Texteingabe verlangsamt, wie sich beispielsweise in der Studie von [Isokoski und Raisamo, 2000] gezeigt hat. Auch nach fünf Stunden Training waren die Nutzer mit der universellen Texteingabemethode nicht schneller als mit bisherigen Eingabeverfahren.

4.4 Evaluierung von Benutzerschnittstellen

Die Erhöhung der Benutzbarkeit von Benutzerschnittstellen bringt Vorteile für Nutzer und Entwickler. Die Nutzer können den vollen Funktionsumfang des Gerätes leichter ausschöpfen, wenn das Gerät leicht benutzbar ist, und Entwickler müssen weniger

Aufwand in Hilfemenüs und Anleitungen investieren. Den Grundstein für die Erhöhung der Usability haben Donald Norman und Stephen Draper mit dem Buch "User-centered system design" [Norman und Draper, 1986] gelegt. Bereits ebenfalls in den 80er Jahren arbeiteten [Gould und Lewis, 1985] an Methoden zur Steigerung der Usability. Heute ist der Standard ISO 13407 die am weitesten verbreitete Referenz für das *Usability Engineering*. Im ersten Schritt wird in diesem Konzept der Nutzer betrachtet – daher wurde auch in dieser Arbeit in Kapitel 2 der Nutzer im Detail betrachtet. Typische Fragestellungen sind: (1) Was sind die Ziele des Nutzers, (2) welche Aufgaben führt der Nutzer aus und (3) in welchem Kontext ist der Nutzer tätig?²³ Es gibt zwei Methoden, um mehr über den Nutzer zu erfahren: (1) Am Anfang des Entwicklungsprozesses werden die Anforderungen der Nutzer ermittelt und (2) gegen Ende wird der Prototyp dann gegen die Anforderungen evaluiert. Häufig führt die Evaluierung zu neuen Anforderungen, so dass es sich bei dem nutzerzentrierten Design um einen iterativen Prozess (vgl. Abbildung 4.5) handelt. Die wichtigsten Messgrößen im Rahmen der Evaluierung sind: (1) *Task completion rate*: Prozentsatz der Nutzer, die die Aufgabe mit der Benutzerschnittstelle lösen konnten, (2) *Task completion time*: Für die Lösung der Aufgabe benötigte Zeit (Effizienz) und (3) *User satisfaction*: Zufriedenheit der Nutzer bei der Ausführung der Aufgabe [Jokela et al., 2006]. Nachfolgend soll zunächst das *Usability Engineering* im Allgemeinen betrachtet werden, bevor auf die für den MANV charakteristische Verknüpfung von Training und Evaluierung eingegangen wird.

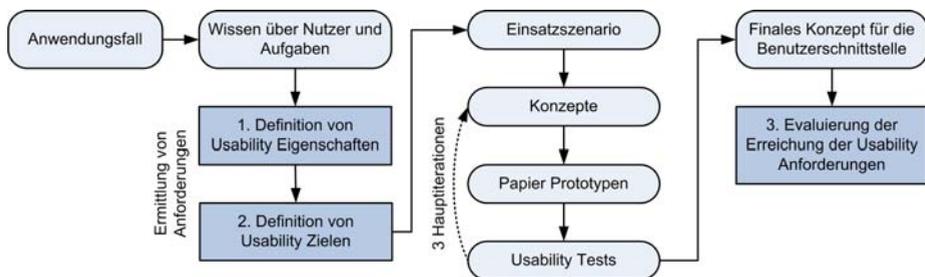


Abbildung 4.5: Nutzerzentriertes Design als iterativer Prozess zur Erreichung von Usability-Anforderungen [Jokela et al., 2006]

4.4.1 Usability Engineering

Das *Usability Engineering* basiert auf dem iterativen Prozess aus Analyse des Benutzers, Analyse der Aufgaben, Entwicklung des Prototypen und Evaluierung des Prototypen wie in Abbildung 4.6 dargestellt. Der Einstieg in diesen Kreislauf ist dabei häufig die Definition von Anforderungen durch den Nutzer, auf deren Basis ein erster Prototyp entwickelt wird. Im Rahmen des *Usability Engineering* zeigt die erste Evaluierung dann,

²³Da der Kontext im MANV besonders komplex ist, wurde in dieser Arbeit diese Fragestellung in Kapitel 1 ausführlich betrachtet

ob die vom Nutzer identifizierten Anforderungen ihn und seine Aufgaben hinreichend beschreiben. Es gibt drei verschiedene Formen der Evaluierung, die für die verschiedenen Phasen des Entwicklungsprozesses unterschiedlich gut geeignet sind: (1) Formative Tests ("lautes Denken"): Der Vorteil ist die geringe Zahl an Teilnehmern (3-5), deren Interaktion in diesen Tests evaluiert wird. Das Ziel dieser Evaluierung ist der Einblick in die Gedanken der Nutzer und die Verbesserung des Problemverständnisses. Die Verbalisierung der Gedanken zu der Benutzerschnittstelle ist zwar nicht repräsentativ, gibt aber tiefe Einblicke in die Gründe für das Auftauchen von Problemen. Es ist jedoch zu beachten, dass Nutzer, die angehalten werden, ihre Gedanken in Worte zu fassen, zum Einen ihr Verhalten ändern und zum Anderen langsamer werden. (2) Summative Tests (formale Experimente): Bei summativen Tests werden Messdaten wie beispielsweise die Zahl der Klicks oder die erforderliche Zeit für die Ausführung der Aufgabe erfasst und statistisch analysiert. In diesen formalen Experimenten werden zwei oder mehr Varianten eines Interfaces verglichen. Dieser Vergleich kann auf zwei Weisen stattfinden: (a) Zwischen zwei Gruppen (*between-subjects*): N unabhängige Gruppen von Nutzern evaluieren jeweils eine der n verschiedenen Varianten, (b) Innerhalb einer Gruppe (*within-subjects*): Alle n Varianten werden nacheinander von einer Gruppe von Nutzern evaluiert, wobei die Reihenfolge der Varianten bei jedem Nutzer permutiert wird. Der Vorteil der Variante (b) ist die geringere Zahl an Teilnehmern, da im Vergleich zur Variante (a) einerseits bei gleicher Gruppengröße nur $1/n$ Teilnehmer benötigt werden und andererseits aufgrund der Vermeidung von individuellen Unterschieden bereits kleinere Gruppengrößen zu signifikanten Ergebnissen führen. Der Nachteil der Variante (b) ist jedoch der Lerneffekt²⁴ und Probleme bezüglich der Ermüdung²⁵. (3) Benutzerstudien: Im Rahmen dieser Studien wird das Nutzerverhalten über ein längeres Zeitintervall beobachtet und aufgezeichnet. Die Erfassung der Erfahrungen wird dabei häufig an den Nutzer delegiert, welcher ein Tagebuch zu der Interaktion mit der neuen Benutzerschnittstelle führt. Die Benutzerstudie ist besonders dazu geeignet, ein besseres Verständnis zu erlangen, wie die Nutzer die Benutzerschnittstelle einsetzen [Andrews, 2006].

Die Messung der Effektivität wird auch in Katastrophen zu einer wichtigen Messgröße, da es eine zunehmende Zahl an Organisationen gibt, die sich in die Bewältigung von Katastrophen einbringen. Die Evaluierung, wie gut die Ziele erreicht werden können, steht dabei im Mittelpunkt der Betrachtungen. Dazu muss neben dem Eindruck der Endanwender auch die Organisationsstruktur evaluiert werden. Generell gilt, dass Usability keine Entscheidung der Entwickler sondern der Anwender ist [Kirschenbaum, 2004b]. Evaluierungen sind eine gute Möglichkeit, um die wesentlichen Schwächen der Benutzerschnittstellen zu identifizieren. So konnten beispielsweise bei den Evaluierungen von [Andrews, 2006] vier vorrangige Probleme ermittelt werden: (1) Schlechte Implementierung der neuen Interfaces (Unvollständigkeit und Fehler führen zu ungleichen Evaluierungen), (2) Testen mit den falschen Nutzern (statt von den Anwendern wird von Informatik-Studenten evaluiert), (3) Vertrautheit mit konventionellen Interfaces (Nutzer sind trotz Training weniger vertraut mit den neuen

²⁴lässt sich durch Permutation der Reihenfolge der Aufgaben kompensieren

²⁵lässt sich durch Pausen zwischen den Durchläufen kompensieren

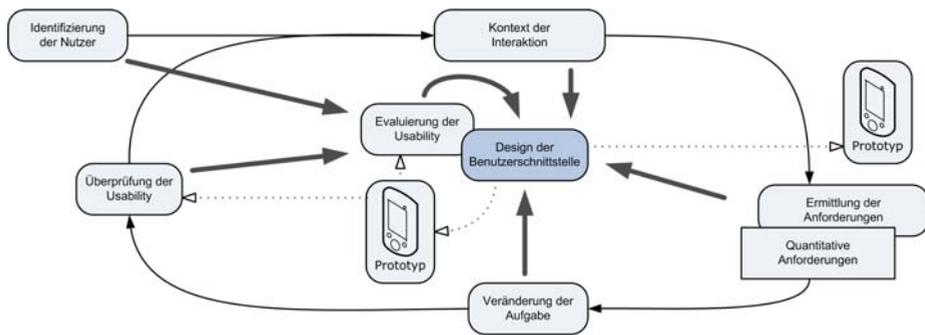


Abbildung 4.6: Das *Usability Engineering* umfasst die iterative Analyse des Nutzers und der Aufgaben sowie die Entwicklung und Evaluierung des Prototypen [Jokela et al., 2006]

Interfaces) und (4) Testen der falschen Aufgaben (die evaluierten Aufgaben sind aus Gründen der Vergleichbarkeit häufig zu stark vereinfacht) [Andrews, 2006].

Die Evaluierung von Software, die beim Patienten eingesetzt werden soll, findet häufig in einer simulierten Umgebung statt. Nach einem gestellten Briefing kommen bei der Evaluierung Mimen zum Einsatz, die nach einem Drehbuch agieren. Bei der Interaktion wird der Nutzer unter Umständen zusätzlich mit künstlichen Unterbrechungen konfrontiert, um eine realistische Arbeitsumgebung zu schaffen. Diese Künstlichkeiten sind häufig erforderlich, da eine Evaluierung in der realen Situation zu Lasten des Patienten gehen würde [Patterson et al., 2004]. Im Gegensatz dazu kann die Brauchbarkeit und Benutzbarkeit von elektronischer Assistenz auch am realen Patienten evaluiert werden, wobei jedoch die Vertraulichkeit von patientenbezogenen Informationen berücksichtigt werden muss. Die übliche Dokumentation der Evaluierung auf Video kann im Gesundheitswesen neben Vertraulichkeitsproblemen auch zu rechtlichen Problemen führen, da eventuelle Fehler des medizinischen Personals leichter nachweisbar werden. Eine Lösung ist die Beschränkung der Videoaufzeichnung auf die Interaktion selbst, die Anonymisierung der Sequenzen, die direkte Verknüpfung von Logdateien und Videos sowie die Aggregation aller Daten. Die Erfahrung zeigt, dass Videos Fehler und Probleme besonders gut aufdecken, wobei *eine* Perspektive im Video häufig nicht ausreichend ist, denn es ist häufig schwierig, die Perspektive so zu wählen, dass alles Wichtige gesehen werden kann. Wird mehr als eine Perspektive verwendet, wird die Analyse der Daten jedoch auf der anderen Seite auch komplexer, da eine Synchronisation der Videos erforderlich wird [Patterson et al., 2004].

4.4.2 Evaluierungen im MANV

Im MANV sind die Evaluierung neuer Benutzerschnittstellen und das Training der Einsatzkräfte eng miteinander verknüpft. Da sich ein MANV selten und unvorhersehbar

ereignet, ist die Organisation einer Evaluierung in realen Situationen nicht praktikabel. Darüber hinaus ergibt sich im realen MANV ebenso wie in anderen Bereichen des Gesundheitswesens die Gefahr, dass die Evaluierung zu Lasten des Patienten geht. Formale Studien, in denen verschiedene Varianten von der gleichen Nutzergruppe evaluiert werden, erfordern feste Rahmenbedingungen, die in einem instabilen MANV nicht gegeben sind. Daher kann die Evaluierung von neuen Benutzerschnittstellen für den MANV nur im Rahmen des Trainings der Einsatzkräfte durchgeführt werden. Dieses praktische Training ist für die Einsatzkräfte wichtig, da auch im MANV die Einsatzkräfte effektiver aus Fehlern als aus Erfolgen lernen können. Daher ist die Praxis einerseits wichtig für die Einsatzkräfte, andererseits ist aber auch für die Entwickler das Verständnis der Praxis essentiell [Stansfield et al., 1998]. Das Ziel der Evaluierung ist es, Fehler in Design und Entwicklung der Benutzerschnittstellen aufzudecken. Das Ziel des Trainings ist es, unbeachtete Anforderungen, Lücken und Planungsdefizite zu identifizieren. Damit ergeben sich auch auf der methodischen Ebene Verknüpfungen zwischen dem Training der Einsatzkräfte und der Evaluierung der Benutzerschnittstellen. Inzwischen hat sich einerseits bei Entwicklern die regelmäßige Evaluierung von Benutzerschnittstellen etabliert und andererseits bei Einsatzkräften das regelmäßige Training zum Standard entwickelt [Hammond, 2005]. Üblich ist insbesondere das Training der im MANV erforderlichen medizinischen Fähigkeiten, da dieses die Morbidität und Mortalität reduzieren kann. Darüber hinaus gibt es Ansätze, den Ablauf von Trainings mehr und mehr zu standardisieren. Diese Standardisierung erleichtert auch die Kombination von Training und Evaluierung, da sie Klarheit hinsichtlich der Rahmenbedingungen schafft [Rubinshtein et al., 2002]. Training verbessert die Reaktion im MANV, auch wenn Pläne häufig nicht mit dem übereinstimmen, was Einsatzkräfte in der Katastrophe tatsächlich tun. Das Ziel ist daher, den Inhalt des Trainings formal zu beschreiben, um so eine objektive Beurteilung der Verbesserungen durch unabhängige Beobachter durchführen zu können. Übungen und Trainings dienen primär dem Ziel, Pläne zu testen und zu evaluieren – unter Umständen bedeutet das jedoch auch, dass aufgrund von Misserfolgen im Training unpassende Pläne verworfen werden [Klein et al., 2005].

Aspekt	Fokus
Definition von Kompetenzen	Was soll evaluiert werden?
Entwicklung von Trainingszielen	Wozu soll evaluiert werden?
Entwicklung eines Szenarios	In welchem Rahmen soll evaluiert werden?
Zuteilung von Ressourcen	In welchem Umfang soll evaluiert werden?

Tabelle 4.1: Fokus der Evaluierungen im MANV

Es gibt jedoch keine allgemein anerkannten Methoden, wie Systeme für den MANV objektiv evaluiert werden können. Gestellte Situationen sind elementar, wenn es darum geht, die Vorbereitung auf extreme Situationen zu verbessern. Obwohl die Übungen zeit- und kostenintensiv sind, wird häufig auf eine Messung der Trainingseffektivität verzichtet. Eine systematische Evaluierung aller Übungen würde die Ermittlung und den Vergleich der Effektivität von Trainings und Übungen ermöglichen. Von [Thomas et al., 2005] wurden Tools entwickelt, mit deren Hilfe

eine objektive und quantitative Evaluierung der Funktionsweise der Management Systeme ermöglicht werden kann. Denn bei Ausbildung und Training für den MANV gibt es erhebliche regionale Unterschiede. Einerseits werden die Ziele unterschiedlich priorisiert, andererseits werden die Maßnahmen als unterschiedlich sinnvoll bewertet. Für eine sinnvolle Organisation von Trainings sind daher folgende Schritte entscheidend: (1) Definition von individuellen und gemeinsamen Kompetenzen, (2) Entwicklung von Trainingszielen, (3) Entwicklung eines Szenarios und (4) Zuteilung von Ressourcen [Delooz et al., 2007]. Insbesondere bei unerfahrenen Einsatzkräften leidet die Performanz, wenn die Ressourcen besonders stark verknappt werden. Daher werden im MANV Training häufig Situationen mit stark verknappten Ressourcen geübt [Freeman et al., 2001]. Da die Definition des MANV sehr allgemein gehalten ist, ist das Spektrum der potentiellen Szenarien entsprechend breit. Die Herausforderung bei der Trainingsplanung ist, die Einsatzkräfte durch eine vergleichsweise geringe Zahl an Übungen auf alle potentiell auftretenden MANV Situationen vorzubereiten [Baker, 2007].

Die Arten des Trainings für den MANV sind dabei ebenfalls sehr vielfältig. Neben papierbasierten Planspielen, Übungen an Patientensimulatoren und Realübungen werden mit Hilfe von *Virtual Reality* (VR) virtuelle Übungsumgebungen geschaffen. Die von [Vincent et al., 2008] entwickelte VR Umgebung ermöglicht den Einsatzkräften das Erarbeiten von Triage Fähigkeiten. Die Hypothese war, dass die Teilnehmer im Laufe des VR Trainings schneller, akkurater und effizienter werden. Diese Hypothese konnte im Rahmen einer Evaluierung bestätigt werden und so konnte gezeigt werden, dass spezielle Fähigkeiten wie die Triage nicht nur in Realübungen, sondern auch in VR Simulationen effektiv und effizient erlernt werden können. Die für das Training der Einsatzkräfte verwendeten Techniken kommen dabei häufig aus der Spieleindustrie. Das nutzerzentrierte System von [Klann et al., 2006] basiert auf aus Spielen bekannten Techniken, welche an die Anwender angepasst wurden. Diese Anpassung erfolgte in drei Schritten: (1) Verständigung von Nutzern und Entwicklern, (2) Mitbestimmung der Nutzer beim Design und (3) Schaffen einer vollständigen Erfahrung für den Nutzer. In spielerischen Umgebungen können Situationen trainiert werden, die in der Realität schwer nachzustellen sind. Darüber sind für die Realübung des MANV viele Organisationen von unterschiedlichen Standorten erforderlich, wohingegen durch Verwendung von aus Spielen bekannten Techniken verteiltes und asynchrones Training ermöglicht werden kann. In der Praxis scheint dabei die ausgewogene Kombination von VR basierten Trainings und Realübungen im Moment der sinnvollste Weg zu sein [Hullett, 2008]. Virtuelle Lösungen führen neben der Reduktion der Trainingskosten, der Erhöhung der Flexibilität bei der Umgebungswahl und der Vergrößerung des Patientenstamms²⁶ zu einer besseren Messung und Evaluierung der Performanz [Sherstyuk et al., 2007]. Die Rahmenbedingungen sind im VR Training exakt reproduzierbar, so dass sowohl die Performanz einzelner Teilnehmer als auch die Performanz mit verschiedenen Varianten von Benutzerschnittstellen besser verglichen werden kann. Die größte Herausforderung bei der Evaluierung verschiedener

²⁶In VR Umgebungen existieren keine Einschränkungen hinsichtlich Alter und Gesundheitszustand der Patienten

Benutzerschnittstellen in VR Umgebungen ist der Nachweis, dass die identifizierten Unterschiede in der Performanz auch im realen MANV zu erwarten sind. Da der reale MANV jedoch aus den bereits erwähnten Gründen nicht als Umfeld für Evaluierungen zur Verfügung steht, beschränkt sich der Nachweis meist auf die Ähnlichkeit von VR Umgebung und Realübung.

Eines der Systeme, die das Training der Einsatzleiter ermöglichen, ist das DEFACTO System. Der Vorteil dieses Systems ist, dass deutlich weniger Einsatzkräfte für das Training der Einsatzleiter von dem Regelbetrieb freigestellt werden müssen. In dem System werden alle Teams als unabhängige Agenten betrachtet, wobei die Evaluierung des Systems zeigt, dass die Steigerung der Zahl der Agenten nicht automatisch zu einem besseren Gesamtprozess führt. In einer flachen Hierarchie führen zu viele Agenten zu komplizierten Entscheidungsprozessen und zu einem *Planungsoverhead* [Schurr et al., 2006]. Die Einsatzleiter und Einsatzkräfte müssen somit nicht nur die Organisation im MANV trainieren, sondern auch den Umgang mit den stationären und mobilen Assistenzsystemen. Dazu ist es erforderlich, dass alle Nutzergruppen, die von der Einführung oder Veränderung des Systems betroffen sind, in das System eingewiesen oder mit den Änderungen vertraut gemacht werden. Das Training sollte dabei an die Nutzer und deren Rollen angepasst werden [Hamilton, 2003]. Häufig zeigt sich beim Training mit neuen Systemen der Einfluss von Kreativität auf den Erfolg der Katastrophenreaktion. Kreativität bedeutet, neue Alternativen zu entwickeln, indem mit neuen oder zweckentfremdeten Mitteln neue Wege beschritten werden. Damit verfügen kreative Alternativen über Innovativität und Effektivität. Evaluierungen im Rahmen von Trainings können zeigen, welche Tools sich in einer realitätsnahen Umgebung auf kreative Weise verwenden lassen und welche Tools Kreativität erschweren oder gar unmöglich machen. Eine häufige Fragestellung ist, ob das Training Raum für Kreativität bieten kann, auch wenn bei dessen Konzeption das Gehen neuer Wege nicht berücksichtigt wurde. Soll Kreativität möglich sein, müssen alle im Training zur Verfügung stehenden Tools, insbesondere die Systeme, bereits eine möglichst breite Funktionalität bieten, auch wenn diese auf den ersten Blick überflüssig erscheint [Balducelli, 2004]. Die Arbeit mit computerbasierten Systemen ist weniger kreativ als die Arbeit mit Papier, wenn nicht die komplette Funktionalität von Papier im System umgesetzt wird. Es wird deutlich, dass es sich bei der regelmäßigen Evaluierung von partiellen Umsetzungen und der möglichst breiten Umsetzung um gegensätzliche Ziele handeln kann. Beide Ziele lassen sich jedoch unter dem Ziel der regelmäßigen Evaluierung von einzelnen, in sich abgeschlossenen Modulen vereinen.

Da im MANV verschiedene Ziele zu erfüllen sind, gibt es auch verschiedene Fähigkeiten, die in Trainings verbessert werden können. Oft stehen hier die taktischen Gesichtspunkte gegenüber den medizinischen zurück [Ciccone et al., 2005]. Doch obwohl die Taktik im Vergleich zu der Medizin nur einen kleinen Teil der Ausbildung im Rettungsdienst ausmacht, ist sie im MANV für alle Einsatzkräfte von essentieller Bedeutung. Die wenigen Einsatzleiter, die erfahren darin sind, zeitnahe Entscheidungen zu fällen und Kommandostrukturen aufzubauen, sind im Allgemeinen nicht unmittelbar nach dem Schadensereignis vor Ort. Basierend auf dieser Situation wurde von [Rüter et al., 2007] evaluiert, welche taktischen Fähigkeiten

von Einsatzkräften im MANV beherrscht werden müssen. Diese Evaluierung ist die Basis für die Anpassung von Trainingsplänen und zeigt beispielsweise starke Defizite in der Einweisung neu eintreffender Helfer. Reale Situationen sind in den Augen der Experten am besten geeignet, um den Umgang mit kritischen Situationen und den Einsatz von Fähigkeiten und Fertigkeiten zu lernen [Andersen, 2004]. Daher ist auch eine Integration der mobilen und stationären Benutzerschnittstellen in das regelmäßige Training der Einsatzkräfte von essentieller Bedeutung. Diese Integration kann gleichzeitig mit einer Evaluierung verknüpft werden, um so einerseits den generellen Erfolg der Benutzerschnittstellen und andererseits den Lernprozess bei der Arbeit mit dem System objektiv beurteilen zu können. Bei [Lennquist, 2005] wird die Notwendigkeit der Integration auf den Punkt gebracht: "Vorbereitung ohne Ausbildung und Training ist keine Vorbereitung"²⁷. Bei der Organisation von Trainings zum Erlernen von Benutzerschnittstellen ist jedoch zu beachten, dass die Nutzer unterschiedlichen Erfahrungsleveln zuzuordnen sind. Einsatzkräfte des Rettungsdienstes sind zwar Experten in der Präklinik, jedoch bezüglich der Benutzung von Benutzerschnittstellen Anfänger, Fortgeschrittene oder Experten. Daher kann es von Vorteil sein, das Training an den Erfahrungslevel der Teilnehmer anzupassen [Lennquist, 2005]. Die Betrachtung von MANV Trainings hat gezeigt, dass diese Trainings die primäre Plattform zur Evaluierung der Benutzerschnittstellen darstellen. Darüber hinaus können Teile der Benutzerschnittstellen jedoch auch in VR Umgebungen oder in Kombination mit Patientensimulatoren evaluiert werden. Neben der Möglichkeit zur Evaluierung bietet das für die Einsatzkräfte verpflichtende Training jedoch auch Möglichkeiten zur Verbesserung ihrer Fähigkeiten und Fertigkeiten beim Umgang mit Benutzerschnittstellen zur Dokumentation, Koordination und Kommunikation im MANV. Sobald die Bedienung der Benutzerschnittstelle in die Prozesse beim MANV integriert ist, muss sie in ähnlicher Weise in die Trainingsabläufe integriert werden.

4.5 Adaptive Benutzerschnittstellen

Im Bereich der Geistes- und Sozialwissenschaften findet sich umfangreiche Literatur zu den sozialen und psychologischen Folgen, die sich für die in Katastrophen involvierten Menschen ergeben. Die Aktivitäten der Menschen in der Katastrophe haben einen Einfluss auf die Aktionen der Hilfsorganisationen und das Verhalten der Gesellschaft. Aus Sicht der Soziologie handelt es sich bei der Katastrophe um eine Stresssituation, in welcher es zu einer Erschütterung des sozialen Umfeldes kommt. Diese Erschütterung wird durch die katastrophale Veränderung der physischen und sozialen Umgebung hervorgerufen [Bardo, 1978]. Bei adaptiven Benutzerschnittstellen berücksichtigt das Interface diese psychologische und soziale Situation des Nutzers und passt sein Verhalten daran an. Nachfolgend wird daher zunächst auf das Verhalten von Menschen in Katastrophen eingegangen, bevor die Prinzipien der Antizipation und Adaption näher betrachtet werden. Basierend auf diesen Erkenntnissen lassen sich die

²⁷Im englischen Originaltext findet sich folgende Passage: "Preparedness without proper education and training is no preparedness".

Gestaltungsmöglichkeiten von adaptiven Benutzerschnittstellen betrachten, die sich an den Zustand des Nutzers adaptieren und dazu sein Verhalten antizipieren.

4.5.1 Menschliches Verhalten in Katastrophen

In Überlegungen, welche das Verhalten der Menschen in Katastrophen lediglich anhand individueller Aspekte erklären, wird die Bedeutung sozialer Netzwerke unterschätzt. Die lokalen Gemeinschaften und Netzwerke haben einen entscheidenden Einfluss darauf, wie und in welchem Umfang Menschen öffentliche Hilfe in Anspruch nehmen [Beggs et al., 1996]. Da soziale Netzwerke einen Einfluss auf die Verhaltensweisen haben, gibt deren Quantität und Qualität Auskunft über die Gesellschaft. Die Art und Stärke der sozialen Kontakte beeinflusst die Wahrnehmung der Katastrophe und damit auch die Einschätzung von Risiken und Bedrohungen. Darüber hinaus haben soziale Netzwerke auch einen Einfluss darauf, wie Informationen bearbeitet, gefiltert und weitergegeben werden [Kirschenbaum, 2004a]. Die umfassende Weitergabe von Informationen gehört zu den Zielen der Leiter der einzelnen Organisationen. Dieses generelle Ziel kann nur durch gemeinsame Aktionen und Kooperation aller bei dem Schadensereignis Beteiligten erreicht werden. Als Konsequenz gehört es zu den Aufgabe des Einsatzleiters, diese zentrale Strategie an alle Gruppen im Netzwerk zu kommunizieren und in Form von dezentralen Taktiken zu realisieren [Tierney und Trainor, 2004].

Der starke Bezug zur Gegenwart führt dazu, dass Menschen im Allgemeinen nicht an Katastrophen interessiert sind, bevor sie passieren. Die Möglichkeit, in Zukunft ein Opfer einer Katastrophe zu werden, ist so unwahrscheinlich und ungewiss, dass die Bedrohung nicht wahrgenommen oder bewusst verdrängt wird. Dinge, die weder gegenwärtig noch sichtbar sind, entziehen sich unserer Aufmerksamkeit. Orte, an denen sich gehäuft Katastrophen ereignen, stellen hierbei jedoch eine Ausnahme dar. Dort entwickelt sich eine eigene Unterkultur, die auf der Selbstorganisation der Bürger in Notfallgruppen basiert. In der Katastrophe selbst ändert sich dieses passive Verhalten. Menschen informieren sich aktiv über die Situationen und versuchen entsprechend ihrer Möglichkeiten zur Bewältigung der Situation beizutragen. Die Betroffenen wirken nicht wie gelähmt. Passivität wird praktisch nicht beobachtet, sondern je unmittelbarer die Bedrohung ist, umso aktiver werden die Menschen [Quarantelli, 1988]. Katastrophen wie 9/11 können neben den sozialen Strukturen vor Ort auch die sozialen Strukturen eines ganzen Landes verändern. Bei den emotionalen und kognitiven Veränderungen sind individuelle Unterschiede bemerkbar - auch innerhalb homogener Bevölkerungsgruppen. Daher ist es schwierig, das zu erwartende Verhalten auf ein konkretes Ereignis vorherzusagen [Silver et al., 2002]. Die Individuen werden durch ihre jeweilige Rolle mit der Gesellschaft verbunden. Die Existenz von individuellen Rollen beeinflusst das Verhalten in der Katastrophe und trägt gleichzeitig zur Flexibilität der sozialen Strukturen in extremen Situationen bei. Denn durch einen kreativen Umgang mit den Rollen in der Katastrophe, wie beispielsweise Rollentausch zur Erfüllung der Anforderungen, werden die Voraussetzungen für die Improvisation in der Notfallphase geschaffen [Webb et al., 1999].

Aufgabenbereich	Unterstützungsansatz
Schaffung einer sicheren Zone	Identifikation von sicheren Zonen Navigation der Einsatzkräfte
Reduzierung der Unsicherheit	Austausch von Informationen Bewertung der Zuverlässigkeit
Kontrolle der Situationsentwicklung	Risikoanalysen Abschätzung der weiteren Entwicklung
Zeitplanung vor Ort	Identifikation der notwendigen Maßnahmen Abschätzung der Zeitbedarfe
Erfassung der Schadensentwicklung	Erfassen des Schadensausmaßes Betrachtung der Dynamik

Tabelle 4.2: Ansatzpunkte zur Unterstützung der Rettungskräfte

Das Verhalten von Rettungskräften orientiert sich an den bereits bekannten Abläufen und Plänen: (1) Schaffung einer sicheren Zone, (2) Reduzierung der Unsicherheit, (3) Kontrolle der Situationsentwicklung, (4) Zeitplanung vor Ort und (5) Erfassung der Schadensentwicklung [Campeau, 2008]. Doch auch Rettungskräfte sind in soziale Netzwerke eingebunden, und daher beeinflusst auch ihr soziales Umfeld und ihre Rolle ihr Verhalten. Konkrete Vorhersagen sind deshalb schwierig. Man kann jedoch davon ausgehen, dass die Rettungskräfte im Allgemeinen emotional stabiler sind als der Durchschnitt, und es somit unwahrscheinlicher ist, dass sie unter extremem Druck Schaden erleiden. Die Arbeit in Notfällen, im MANV und in Katastrophen ist jedoch zeitweise mit extremem Stress behaftet, welcher bei den Einsatzkräften langfristig zu signifikanten psychologischen Konsequenzen führt. Folgende Verhaltensweisen werden bei Einsatzkräften nach herausfordernden Einsätzen verstärkt beobachtet: (1) Sinnfragen: Infragestellen des eigenen Lebenssinns, (2) individuelle Aktivitäten: Wiedererlangen der Kontrolle durch neue Aktivitäten, (3) Gespräche: Austausch über die Katastrophe mit nahestehenden Personen und (4) Selbstbesinnung: Rückzug aus dem sozialen Leben zum Nachdenken [McCammon et al., 1988].

Die Einsatzkräfte rechnen in Katastrophen häufig mit irrationalem Verhalten der Menschen, welches in großem persönlichem und sozialem Chaos endet. Zum erwarteten Verhalten gehören beispielsweise Panik, Hysterie, Unordnung, Plünderi oder gar Massenwahn. Außerdem gehen Einsatzkräfte davon aus, dass die Menschen in ihrer Überraschung nicht fähig sind, sich selbst zu helfen oder zu retten. Die Realität zeigt jedoch, dass das Gegenteil der Fall ist. Menschen werden in Katastrophen weder panisch²⁸ noch fliehen sie unkoordiniert aus der Situation. Es ist vielmehr wahrscheinlich, dass sich Menschen in Richtung des Zentrums der Katastrophe bewegen, um Anderen zu helfen. Außerdem handeln Menschen nicht hysterisch, sondern so, wie sie denken, dass man in einer extremen Situation handeln sollte [Quarantelli, 1982]. Diese Sichtweise deckt sich mit den von [Drabek und McEntire, 2003] geschilderten Erfahrungen: Menschen verfallen in Katastrophen nicht in Panik, plündern in der

²⁸Außer bei der Flucht aus der unmittelbaren Gefahrensituation, wenn es zu wenige Fluchtmöglichkeiten gibt

Anfangsphase nicht und nutzen die Situation nicht aus. Der gemeinsame Stress durch die von außen kommende Bedrohung erhöht zudem den sozialen Zusammenhalt zwischen den Opfern und führt dadurch zu dem erwähnten prosozialen Verhalten [Drabek und McEntire, 2003]. Die unzutreffenden Erwartungen der Einsatzkräfte haben ihren Ursprung in der Struktur des Notfallsystems. Das heutige Notfallsystem basiert auf Konzepten aus dem Militär, die insbesondere bei feindlichen Angriffen zum Einsatz kommen. In diesem System werden Notfälle als Zustände von sozialem Chaos betrachtet, welches durch Kontrollstrukturen wieder in einen stabilen Zustand zurückgeführt werden muss. Aus der Praxis zeigt sich jedoch, dass diese Sichtweise im Hinblick auf das Verhalten der Individuen nicht auf Katastrophen anwendbar ist und Planungsprozesse behindern kann. Das für Katastrophen besser passende Modell basiert auf den Prinzipien der Kontinuität, Koordination und Kooperation [Dynes, 1994].

Das Verhalten in Katastrophen wird auch dadurch geprägt, dass viele Organisationen nur Notfallpläne für kleinere Zwischenfälle und Notfälle haben. Bei Organisationen existiert häufig die Einschätzung, dass die SOPs in allen kritischen Situationen zur Anwendung kommen können. Unfälle werden daher fälschlicherweise als eine kleine Katastrophe und Katastrophen als große Unfälle gesehen. Die Erfahrung zeigt, dass es in Katastrophen grundlegende Änderungen im Verhalten stattfinden und die den Plänen und SOPs zugrunde liegenden Annahmen sich daher als falsch erweisen können. Das Zusammenspiel von verschiedenen Organisationen unter Berücksichtigung der Autonomie der einzelnen Organisationen wird in den SOPs in der Regel nicht abgedeckt – obwohl es in der Katastrophe ein wesentlicher Teil der erfolgreichen Bewältigung ist [Quarantelli, 1988]. Das kollektive Verhalten in den Organisationen hängt von der Entscheidung ab, ob die Kontinuität erhalten bleiben kann, auf Notfallpläne zurückgegriffen werden soll oder in der Situation improvisiert werden muss. Katastrophen erfordern häufig reproduktive, adaptive oder kreative Improvisation, da es zu nicht vorhersehbaren Situationen kommen kann, die bei der Planung nicht berücksichtigt wurden. Pläne, die alle Arten der Katastrophen abdecken, sind nach Auffassung von [Wachtendorf, 2004] eine Illusion. Das Verhalten in der Katastrophe kann nicht nach Plan verlaufen, auch wenn Pläne für die Vorbereitung auf Katastrophen dennoch eine gute Unterstützung darstellen. Es ist unmöglich, zu garantieren, dass alle denkbaren Herausforderungen in dem jeweiligen Plan bedacht wurden. Einerseits verliert das Management ohne Improvisation die in Notfällen erforderliche Flexibilität, die nötig ist, um sich an ein sich stetig änderndes Umfeld anzupassen. Andererseits verliert das Management aber ohne Vorbereitung auch die Klarheit und Effektivität bei der Erreichung der wesentlichen Anforderungen. Vorbereitung und Improvisation gehen somit beim erfolgreichen Management der Katastrophe Hand in Hand. Das Verhalten der einzelnen Mitglieder der Organisationen hängt von deren individueller Kombination aus Planung und Improvisation ab. Die Organisation selbst ist damit die Gesamtheit aller Individuen und das Verhalten dieses Systems ist hoch komplex und adaptiv [Keogh und Sonenberg, 2006].

Eine Katastrophe wird von [Oliver-Smith, 1996] als das Zusammentreffen von destruktiven Initiatoren aus natürlichen oder technischen Umgebungen und einer aus sozialen oder technischen Gründen verwundbaren Gesellschaft beschrieben. Die

Koinzidenz dieser beiden Ereignisse führt zur Schädigung von wesentlichen Elementen des sozialen Lebens, so dass Funktionen der Gesellschaft gestört werden. Die Katastrophe lässt sich vor diesem Hintergrund aus drei Perspektiven betrachten: (1) Verhalten der Individuen, (2) Veränderung der Sozialstruktur und (3) politische, wirtschaftliche und ökologische Betrachtungen. Katastrophen sind Herausforderungen für die Gesellschaft, in denen das Verhalten von Individuen und Gruppen im Mittelpunkt steht. Die Vorbereitung auf Notfälle und Katastrophen beschreibt auch die Fähigkeit einer Region, auf Gefährdungen in einer Weise zu reagieren, dass die negativen Folgen für Sicherheit und Gesundheit gering gehalten werden. Diese Fähigkeit ist eine Folge der gesellschaftlichen Anpassung an Bedrohungen [Troy et al., 2008]. Das Verhalten einzelner Organisationen ist daher immer im gesamten Kontext der Katastrophe zu betrachten. Verschiedene Organisationen müssen an verschiedenen Orten auf verschiedene Weisen reagieren und bisherige Aktionen unterbrechen, um so Zeit, Anstrengungen und Aufmerksamkeit auf das gemeinsame Ziel zu richten. Die Koordination der Aktionen unter extremen Bedingungen erfordert ein gemeinsames Verständnis für das geteilte Risiko. Es ist die Natur eines geteilten Risikos, dass einerseits Aktionen von allen Beteiligten das Risiko erhöhen können und es so zu einer Eskalation des Ereignisses kommen kann und andererseits Aktionen eines Beteiligten das Risiko senken können und so eine Kontrolle des Ereignisses erfolgen kann. Die gegenseitige Information über die eigenen Aktionen und die Steuerung aller Beteiligten durch das gemeinsame Ziel ist somit die vorherrschende Vorgehensweise der Organisationen [Comfort et al., 2001].

Auch computerbasierte Systeme üben einen Einfluss auf das Verhalten in Katastrophen aus und können zu zusätzlichen Reibungen zwischen verschiedenen Individuen und Gruppen führen [Buck et al., 2006]. Andererseits zeigte sich in 9/11, dass Systeme die sozialen Strukturen stabilisieren können, wenn sie auch in extremen Situationen einsetzbar bleiben. Ein funktionierendes System kann die Anpassungsfähigkeit einer Organisation verbessern, indem es dafür sorgt, dass produktiv auf die wesentlichen Veränderungen reagiert wird [Kendra und Wachtendorf, 2003b]. Systeme, Individuen und Gruppen müssen ferner über eine hohe soziale Belastbarkeit verfügen, um mit weitreichenden Störungen umgehen und diese überstehen zu können [Kirschenbaum, 2009].

4.5.2 Adaption, Antizipation und Anforderungen

Das vorgestellte Verhalten in Katastrophen basiert im Wesentlichen auf den zwei Konzepten Adaption (aus der Soziologie) und Antizipation (aus der Psychologie). Nach [Kirschenbaum, 2009] beschreibt Adaption die Anpassung des Verhaltens an Veränderungen, die sich bereits ereignet haben, und Antizipation das geistige Vorhersehen von zukünftigen Ereignissen und das Ergreifen entsprechender Handlungen. Das Konzept der Adaption verfügt über Verknüpfungen zur Biologie und gehört zu den kritischen Elementen der Evolutionstheorie nach Darwin. Die Fähigkeit zur Adaption an geänderte Parameter in der Umgebung ist kein Ergebnis dieser Theorie, sondern gehört zu deren Voraussetzungen. Diese biologisch und

sozial essentielle Fähigkeit zur Adaption ermöglicht die Verknüpfung von vergangenen Situationen, dem assoziierten Verhalten und den Ergebnissen, ist also ein biologisches und soziales Gedächtnis. Die Adaption im MANV erfolgt auf der Basis von bereits erlebten Situationen: (1) Ausschluss von unzulässigen Aktionen (und ggf. Ersetzen durch erlaubte Aktionen), (2) Zusammenführen von benötigten und verfügbaren Ressourcen und (3) Entfernen aller Aktionen ohne Ressourcen [Gervasio et al., 1998b]. Adaption bedeutet also, alle Maßnahmen zu ergreifen, die in der Vergangenheit erfolgreich waren und in der gegenwärtigen Situation durchführbar sind. Es gibt drei verschiedene Methoden, wie entsprechende Maßnahmen für die konkrete Situation gefunden werden können: (1) Substituierende Adaption: Ersetzung oder Veränderung der Lösungsparameter, (2) transformierende Adaption: Änderung der Lösungsstruktur und (3) generative Adaption: Wiederholung des Lösungsprozesses [Jarmulak et al., 2001]. Es ist schwierig, den Effekt von Adaption zu messen, da sich gezeigt hat, dass Beobachtungen bereits das Verhalten der Probanden beeinflussen [Patterson et al., 2004]. Um frühere Lösungen zu berücksichtigen und diese an die neuen Umstände anzupassen, wurden daher Modelle mit Adaptionsregeln entwickelt, die der Beschreibung und dem Verständnis der Adaption dienen sollen [Leake et al., 1996]. Es gibt inzwischen bereits Algorithmen, die diese menschliche Adaption imitieren, um sich besser an Veränderungen anpassen zu können. In Drahtlosnetzwerken trägt beispielsweise die regelbasierte Adaption von Algorithmen an die Abfragemuster zur Stabilität des Netzwerkes bei [Si und Leong, 1997]. Auch bei der Steigerung der Performanz im Internet werden adaptive Algorithmen für das intelligente *Routing* verwendet, um die Leistung zu steigern [McCann, 2003].

Die Möglichkeit, dass der Einsatzleiter die Situation in einem für ihn ausreichenden Detaillevel überblicken kann, ist ein zentrales Element bei der Bewältigung von Katastrophen. Die Entscheidungen des Einsatzleiters beruhen auf der zur Verfügung stehenden Information und auf seinem eigenen Wissen [Pousti, 2005]. Verschiedene Einsatzleiter treffen jedoch trotz gleichen Wissens und Informationsstandes unterschiedliche Entscheidungen, wenn sie über unterschiedliche Adaptionsfähigkeiten verfügen. Die Adaption erfordert das korrekte Erfassen der Umstände. Verschiedene Einsatzleiter können hier zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen. Denn beim Management in Katastrophen basiert die erfolgreiche Adaption an die Umgebung entscheidend auf der erfolgreichen Erfassung der Umgebung. Eine zu große Informationsmenge kann einen negativen Einfluss auf die Adaptionsleistung haben - wenn sie die Adaptionsfähigkeit des Einsatzleiters überfordert [Keogh und Sonenberg, 2006]. Für die Filterung von Informationen ist Fachwissen erforderlich, um Wichtiges von Unwichtigem unterscheiden zu können [D'Aquin et al., 2007]. Wenn die Ziele unerwartet sind, reichen umfangreiches Wissen und genaue Informationen allein nicht mehr aus, um die Katastrophe zu bewältigen, da Ressourcen durch den Einsatzleiter in Abhängigkeit von der Umgebung neu verteilt werden müssen [Comfort et al., 2001].

Rettungskräfte scheinen darauf trainiert zu sein, auf jegliche Art von Schadenereignis in geeigneter Weise zu reagieren. Tatsächlich sind die Einsatzkräfte auf Situationen wie Feuer, Gefahrgutunfälle, Autounfälle, Schießereien, usw. gut vorbereitet, wohingegen

in chemischen und biologischen Gefahrenlagen Defizite auftauchen. Die Frage, ob das Training ausreichend realitätsnah ist und die Lücke zwischen Training und Ernstfall durch Adaption der Einsatzkräfte geschlossen werden kann, lässt sich erst im Ernstfall beantworten [Hanson, 2000]. Adaption kann jedoch auch schädlich sein – insbesondere dann, wenn Einsatzkräfte bei der Adaption das gemeinsame Ziel aus den Augen verlieren. Adaption kann beispielsweise bedeuten, Hierarchiestufen wie den Einsatzleiter vor Ort oder die Leitstelle zu überspringen und Transporte direkt mit dem zuständigen Krankenhaus zu koordinieren. Diese Adaption basiert auf der Erfahrung, dass die Einsatzleitung in den ersten Minuten nach ihrer Ankunft nicht in der Lage ist, alle Anfragen zu bearbeiten. Das aus diesem Verhalten für die Einsatzleitung entstehende Informationsdefizit schädigt jedoch den Gesamtablauf, und der Schaden kann nur noch schwer durch Adaption seitens der Einsatzleitung kompensiert werden [Reddy et al., 2008]. Darüber hinaus gibt es Fälle, in denen Menschen in lebensbedrohlichen Situationen in einer Weise reagiert haben, die ihre Überlebenschancen reduzierten: Die Beschränkungen der kognitiven und emotionalen Verarbeitungstiefe führen dazu, dass Informationsflut die Informationsverarbeitung behindert (quantitatives Limit). Darüber hinaus existiert ein qualitatives Limit, welches sich dadurch auszeichnet, dass unerwartete Reize nur schwer verarbeitet werden können. Starke emotionale Reaktionen überfordern die Menschen, so dass Sorge, Angst und Unwohlsein unterdrückt und Informationen, die diese Emotionen auslösen abgelehnt werden [Wallenius, 2001].

Eine weitere Fähigkeit, die zur Koordination in Katastrophen erforderlich ist, ist Improvisation und vorausschauende Planung (Antizipation) [Keogh und Sonenberg, 2006]. Unter adaptiver Improvisation versteht man dabei die Anpassung einer Organisation an Veränderungen der Umgebung und die Beschreibung, wie die Anpassung vollzogen wird. Bei der Planung kommt es durch die Prozesse Antizipation und Adaption zu einer Anpassung der Pläne an die eigene Situation. In der Katastrophe oder dem MANV selbst erfolgt diese Anpassung der Pläne dann schneller und dynamischer als in der Planungsphase [Wachtendorf, 2004]. Die formale Abbildung dieser Prozesse wird dadurch erschwert, dass Menschen häufig ihrer Intuition statt regelbasierten Abläufen folgen [Eisenstein und Puerta, 2000]. Die Einsatzleitung wird bei terroristischen Anschlägen in Israel beispielsweise weder an der Einsatzstelle noch an einem zentralen Ort errichtet, sondern an ständig wechselnden Orten. Es wird bewusst auf Regeln zur Beschreibung der Position verzichtet, um ein bösartiges Ausnutzen durch die Terroristen zu verhindern [Holliman, 2002]. Um Anpassungen an das Umfeld zu ermöglichen, sind jedoch Strategien erforderlich. Die generellen Strategien sind bereits vor dem Schadensereignis bekannt und werden dann in Abhängigkeit vom Umfeld ausgewählt [Zukunft, 1997]. Kreativität ist essentiell, um in Katastrophen erfolgreich reagieren zu können. Planung ist die Basis für die Reaktion in Katastrophen, aber Kreativität erweitert die Möglichkeit, sich an Anforderungen, die sich in der Katastrophe ergeben, anzupassen. Kreativität ist nicht nur eine Eigenschaft, sondern auch ein Prozess, der von Individuen durchgeführt werden kann [Kendra und Wachtendorf, 2003a]. Ein typisches Beispiel für einen kreativen Prozess ist Brainstorming, bei dem möglichst viele Ideen unkritisch akzeptiert werden. Die kreative Lösung sollte das Problem gezielt adressieren und in der verfügbaren Zeit umsetzbar sein [Mendonca et al., 2003].

Während Notfall- und Katastropheneinsätzen passieren Ereignisse, die sich nicht antizipieren lassen. Diese Ereignisse, wie beispielsweise Staus oder Wetterveränderungen beeinflussen alle geplanten Aktivitäten. Der Einsatzleiter muss die Folgen dieser Zwischenfälle abschätzen und entscheiden, ob die Pläne an die Veränderungen angepasst werden müssen. Um derartige Entscheidung treffen zu können, müssen alle Aktivitäten und externen Ereignisse verfolgt werden [Mendonca et al., 2003]. Zudem ist es wichtig, nach der Anpassung an die Unterbrechungen wieder zügig zur Routine zurückzukehren. Die Fähigkeit lässt sich als Belastbarkeit beschreiben und unterscheidet sich folgendermaßen von der Antizipation: Antizipation ist eine gedankliche Leistung, welche darauf abzielt, mögliche Gefahren vorherzusehen und so zu vermeiden. Belastbarkeit hingegen ist die Fähigkeit, nach der Anpassung an unantizipierte oder unantizipierbare Gefahren den Weg zurück zur Routine zu finden [Kendra und Wachtendorf, 2003b]. Der Einsatzleiter entscheidet auch darüber, ob Einsatzkräfte aufgrund der Umstände ihre Rollen dauerhaft verändern oder tauschen müssen. Aus der Antizipation des Einsatzleiters folgt die Adaption der Verantwortlichkeiten an die Umstände. Zu den Verantwortlichkeiten des Einsatzleiters gehören die Vorausplanung, die Antizipation des zukünftigen Ressourcenbedarfs und die Anforderung der erforderlichen Ressourcen. Die Aufgaben der Einsatzkräfte umfassen hingegen das Bewusstsein für die eigenen Möglichkeiten und die zugänglichen Ressourcen [Keogh und Sonenberg, 2006].

Am Besten lassen sich die Stärken der Adaption anhand von Beispielen aufzeigen. Direkt nach einem Erdbeben fielen in Los Angeles alle Ampeln aus, was nach kurzer Zeit zum Stillstand des gesamten Verkehrs führte. Der Initiative eines Fahrers, der spontan an einer Kreuzung die Verkehrsregelung übernahm, ist es zu verdanken, dass sich andere Fahrer seinem Beispiel anschlossen und so den Verkehr wieder zum Fließen brachten [Comfort et al., 2001]. Während des Golf Krieges wurde ein Schiff der Marine darüber informiert, dass in Kürze mehrere Patienten mit Atemproblemen eintreffen werden. Die Besatzung konnte die Patienten zügig versorgen, da sie aufgrund der Meldung die Beatmungsgeräte in die Nähe des Landeplatzes für den Helikopter brachte [Holzman, 1999]. Ein Polizeichef bat bei einer Flut direkt den Kommandanten der Nationalgarde um Hilfe, anstatt zunächst den Bürgermeister zu informieren, welcher dann den Gouverneur informiert hätte, der dann einen Vertreter in die Region zur Beurteilung der Lage entsandt hätte, auf deren Basis der General dann über die Entsendung von Truppen entschieden hätte. Diese Abkürzung von Entscheidungsprozessen ist eine häufige Form der Adaption in Katastrophen [Webb et al., 1999]. Während einer Flut in Alaska wurde herausgefunden, dass es in Georgia bereits eine ähnliche Flut gab, bei der damals der Schaden mit von Freiwilligen gefüllten Sandsäcke begrenzt werden konnte. Die ehrenamtlichen Helfer wurden in Georgia von der Polizei koordiniert, waren jedoch in Alaska bereits bei Waldbränden im Einsatz. Im Zuge der Adaption wurde nach anderen der Polizei unterstellten Personen gesucht, und man entschied sich schließlich für die Gefangenen der Staatsgefängnisse als Ersatz für die Freiwilligen [Leake et al., 1996].

Auch vom MANV Prozess kann adaptiv abgewichen werden, wenn früh klar wird, dass Kräfte in ausreichender Zahl zur Verfügung stehen werden. Obwohl es nach

einem Brandanschlag in Bonn 11 lebensgefährlich Verletzte und zahlreiche weitere nicht vital bedrohte Patienten gab, kehrten die Einsatzkräfte dennoch umgehend zur Individualmedizin zurück, intubierten alle schwer Verletzten und reanimierten einen sogar, da innerhalb von kurzer Zeit 10 Notärzte und 11 Rettungsteams an der Einsatzstelle waren [Födisch, 1996]. In der Reaktion auf Eschede wurden in einem Krankenhaus spontan ein Rettungsteam aus 1 LNA, 6 NA und 4 RA zusammengestellt und dieses mit mobilen Sets aus dem Katastrophenmaterial des Krankenhauses ausgestattet. Anschließend wurde das Team durch die Grenzschutzfliegerstaffel zum MANV geflogen, obwohl ein solches Vorgehen im Rahmen der vorbestimmten Alarmierungsordnung organisatorisch nicht vorgesehen war [Pohlemann et al., 1999]. Die Evakuierung des unteren Manhattan im Zuge von 9/11 ist ebenfalls ein Beispiel für eine kreativ improvisierte Aktivität. Obwohl es keine Pläne für eine derartige Evakuierung gab, formten die Schiffe ein loses Netzwerk, mit dessen Hilfe eine halbe Million Menschen auf dem Wasserweg evakuiert wurde. Einige Betreiber ließen dabei eine höhere Zahl an Passagieren auf ihren Booten zu als erlaubt, obwohl keine ausreichende Zahl an Schwimmwesten für alle zur Verfügung gestanden hätte. In ihren Augen waren die Bestimmungen den damaligen Umständen nicht angemessen und daher passten sie die Belegung der Schiffe adaptiv den besonderen Umständen an[Wachtendorf, 2004].

4.5.3 Gestaltung adaptiver Benutzerschnittstellen

Newton verstand die Welt als großes System und sah sich in der Herausforderung, ihre Arbeitsweise zu analysieren. Inzwischen sind wir von diesem festen Schema, nach dem die Dinge funktionieren, abgekommen und bei einem weichen Verständnis der Zusammenhänge angelangt. Das starre System wird verdrängt von einem komplexen, adaptiven System der steten Veränderung. In diese komplexe, veränderliche Welt passt keine statische Benutzerschnittstelle mehr: Auch der Computer muss sich an die Veränderungen adaptieren können [Kendra und Wachtendorf, 2003b]. Adaptive Benutzerschnittstellen ziehen Vorteile aus der Fähigkeit, über ihren eigenen Status zu reflektieren und ihre Konfiguration an die Umgebung sowie an die Anforderungen der Nutzer anzupassen [Brodie et al., 2006]. Erste Computer versuchten Probleme stets auf eine festgelegte Weise zu lösen und boten daher nur sehr beschränkte Möglichkeiten der Nutzer Interaktion. Die Interaktion war beschränkt auf Argumente, die dem Programm bei der Ausführung übergeben wurden. Heutige Software ist deutlich interaktiver und ermöglicht regelmäßige Interaktionen des Nutzers während der Laufzeit. Die Weiterführung dieser Entwicklungen sind adaptive Benutzerschnittstellen, welche die Fähigkeiten des Interfaces, mit dem Nutzer zu interagieren, verbessern, indem sie die bisherigen Erfahrungen mit dem speziellen Nutzer mit einbeziehen [Langley, 1997]. Die Erarbeitung des Wissens über die Adaption ist dabei eine der größten Herausforderungen bei der Entwicklung adaptiver Systeme. Die Sammlung dieses Wissens lässt sich systematisieren, indem auf eine der drei folgenden Informationsquellen zurückgegriffen wird: (1) Wissen aus anderen Anwendungsgebieten, (2) Wissen von Experten und (3) Wissen aus einer Falldatenbank. Die ersten beiden Techniken finden dabei im Vergleich zur dritten Möglichkeit sehr häufig Verwendung. Doch insbesondere die dritte

Möglichkeit verwendet Wissen, welches bereits im System in Form gelöster Fälle zur Verfügung steht. Anhand dieser Fälle ist es möglich, die Unterschiede zwischen den Fällen mit den Unterschieden zwischen den Lösungen zu vergleichen. Durch diesen Vergleich lässt sich herausfinden, welche Regeln und Parameter für die Adaption von besonderer Bedeutung sind [Hanney und Keane, 1996].

Adaptive Benutzerschnittstellen sind ein Teil von interaktiven Systemen, die mit Hilfe von maschinellem Lernen die Interaktionen mit den Nutzern verbessern. Die Forschung im Bereich der adaptiven Benutzerschnittstellen konzentriert sich auf die Frage, wie Informationen und Entscheidungswege dem Nutzer präsentiert werden können. Das Aufstellen von Nutzermodellen ermöglicht es dem Entwickler, neben der Präsentation auch den Inhalt an den Nutzer anzupassen. Die adaptive Benutzerschnittstelle verbessert ihre Fähigkeit, mit dem Nutzer zu interagieren, indem sie auf Basis von bruchstückhaften Erfahrungen mit dem Nutzer ein Modell aufstellt, welches dann sukzessive verbessert wird. Eine Herausforderung ist daher die Frage, wie die Benutzerschnittstelle möglichst schnell aus dem Verhalten des Nutzers lernen kann, so dass die Zahl der Trainingsrunden minimal gehalten werden kann. Im Gegensatz zu Data Mining Ansätzen hängen die adaptiven Benutzerschnittstellen in der Lernphase in starker Weise von der Ressource Zeit ab, was zu starken Einschränkungen bezüglich der verfügbaren Datenmengen führt [Langley, 1999]. Menschen folgen häufig der Intuition anstatt regelbasierten Abläufen. Dieses Verhalten erschwert die Entwicklung von adaptiven Benutzerschnittstellen zusätzlich. Vier grundlegende Prinzipien können bei der Entwicklung von adaptiven Interfaces helfen: (1) Sensitivität: Der Nutzer ist sich bewusst, dass das Interface auf sein Verhalten reagiert, (2) Verständlichkeit: Der Nutzer versteht, wie und warum automatische Entscheidungen getroffen werden, (3) Verbesserung: Existierende Benutzerschnittstellen werden durch Adaption verbessert, nicht komplett neu aufgebaut und (4) Schwerpunkt: Der Nutzer wird bei Aufgaben unterstützt, bei denen Adaption hilfreich ist [Eisenstein und Puerta, 2000]. Der Computer erfordert also die Adaption des Nutzers und der Benutzerschnittstellen, wobei die Applikationen kritisch und die Nutzer heterogen sind. Auf dem Weg zur erfolgreichen Adaption liegt die Ermittlung der Nutzer Charakteristika, wobei dynamische Charakteristika besonders schwierig handhabbar sind, da sie die gegenwärtigen Annahmen und Emotionen des Nutzers beschreiben. Die Performanz leidet insbesondere dann, wenn sich die Software nicht den individuellen Charakteristika der speziellen Nutzer anpasst, sondern von Standardsituationen ausgeht [Hudlicka und Mcneese, 2002]. Die Frage, ob durch diesen Prozess tatsächlich adaptive Benutzerschnittstellen mit einer guten Bedienbarkeit entstehen, ist jedoch noch gänzlich offen.

Komplexe Geräte können durch das maschinelle Lernen personalisiert werden. Die lernende Komponente wird dabei an den Endanwender ausgeliefert, und das Wissen wird durch die Interaktion mit dem speziellen Nutzer erarbeitet. Ein Navigationssystem kann beispielsweise personalisiert werden, indem auch bei der Navigation zu neuen Zielen soweit möglich bekannte Streckenabschnitte verwendet werden, so dass die Gefahr des Verirrens reduziert wird. Die Herausforderung bei der Entwicklung dieses Algorithmus ist, dass die Entwickler nur beschränkte Möglichkeiten haben, den Algorithmus auf seine Tauglichkeit für einzelne Nutzer

hin zu evaluieren [Rogers et al., 1997]. Wie bereits in den vorhergehenden Kapiteln dargelegt, sind auch in den Leitstellen die Benutzerschnittstellen ein wesentlicher Bestandteil der sicherheitskritischen Anwendungen für Notfallsituationen. Durch die Einführung intelligenter Anwendungen in den Kontrollzentren ist es erforderlich, dass die Benutzerschnittstellen sich ebenfalls durch intelligentes und adaptives Verhalten auszeichnen. Um sich an die jeweilige Situation anzupassen, müssen die Benutzerschnittstellen über Wissen in der Anwendungsdomäne verfügen. Für überraschend eintretende Notfallsituationen ist insbesondere die kurzfristige Adaption der Benutzerschnittstellen von Interesse, welche auf den folgenden vier Anforderungen aufbaut: (1) Betrachtung und Berücksichtigung des aktuellen Kontexts, (2) Bestimmung des primären Ziels, (3) Unterbrechung von Aktionen bei Veränderungen der Situation und (4) Reaktion auf unerwartete Ereignisse [Vale et al., 1996]. Die Herausforderung beim Einsatz von Benutzerschnittstellen in der Notaufnahme ist die dynamische Anpassung an die Anforderungen der Situation durch die Selektion aller relevanten Informationen aus der Menge der verfügbaren Informationen. Zur intelligenten und selektiven Präsentation von Informationen sind folgende Kriterien von entscheidender Bedeutung: (1) Was soll präsentiert werden, (2) wann soll präsentiert werden, (3) wem soll präsentiert werden, (4) wo soll präsentiert werden und (5) wie soll präsentiert werden. Anhand von quantitativen und qualitativen Analysen hat sich gezeigt, dass drei verschiedene Arten der adaptiven Informationspräsentation notwendig sind: (1) Standardmäßig: Grundlegende Informationen müssen jederzeit für alle Teammitglieder sichtbar sein, (2) auf Nachfrage: Von Teammitgliedern angefragte, komplexere Informationen müssen über eine interaktive Benutzerschnittstelle zugänglich sein und (3) in Vorausschau: Weiterführende Informationen durch Reaktion auf antizipierte Informationsbedarfe müssen dynamisch angezeigt werden. Die dritte Art, die inhaltsgetriebene Informationspräsentation, erfordert hierbei die Entwicklung von komplexen Regeln durch die Kombination von Expertenwissen und statischen Modellen. Die adaptive Benutzerschnittstelle muss verstehen, welche Informationen im Moment von Bedeutung sind, und in welcher Weise diese Informationen mit anderen korrelieren [Sarcevic et al., 2008]. Um Schaden zu antizipieren, ist die Anpassung mit den gängigen Adaptionsmechanismen (Ergänzung, Löschung, Ersetzung und Priorisierung) erforderlich. Eine ähnliche Vorgehensweise ergibt sich für die Benutzerschnittstelle: Bedienelemente können aufgrund der Situation erweitert bzw. ergänzt, unnötige Bedienelemente können entfernt oder durch passendere Bedienelemente ersetzt werden. Außerdem kann entsprechend identifizierter Prioritäten die Anordnung der Bedienelemente verändert werden. In Fällen, wo die Notwendigkeit von einzelnen Bedienelementen nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann, ist statt der Entfernung von Bedienelementen die Änderungen der Prioritäten die robustere Variante [D'Aquin et al., 2007].

Bei INCA passt ein intelligenter Assistent seine Arbeitsweise an das bisherige und gegenwärtige Verhalten des Nutzers an. Dadurch, dass die Benutzerschnittstelle adaptiv ist, kann zudem bereits die Effektivität von Ratschlägen antizipiert werden. Die zeitnahe Präsentation der richtigen Information kann so insbesondere in kritischen Situationen den Nutzer optimal unterstützen. Das intelligente und adaptive Interface von INCA berücksichtigt die Prioritäten des Nutzers bei der Präsentation der

wichtigsten Informationen [Iba und Gervasio, 1999]. Darüber hinaus sucht INCA in der Falldatenbank ähnliche Fälle aus der Vergangenheit und passt die Lösung direkt an die aktuellen Gegebenheiten an. Ein Fall wird in der Benutzerschnittstelle aus der Kombination Problem, Menge an Ressourcen, Menge an Aktionen, Vorhaben und Zeitplan repräsentiert [Gervasio et al., 1998a]. Insgesamt gibt es in INCA somit zwei adaptive Prozesse: Neben der Sammlung einer Falldatenbank, in der alle erfolgreich bearbeiteten Fälle gesammelt werden, wird eine Datenbank mit Nutzermodellen erstellt, die individuelle Aktionen der Nutzer sammelt. Jeder von den jeweiligen Nutzern bearbeitete Fall wird dabei als ein Trainingszyklus für das maschinelle Lernen verwendet. Durch die beiden Adaptionen ist es möglich, in der jeweiligen Situation unter Berücksichtigung von Vorhaben und Zeitplan den Einsatz von Ressourcen und die Durchführung von Aktionen vorherzusagen und mögliche Maßnahmen in der adaptiven Benutzerschnittstelle entsprechend zu gewichten [Iba und Gervasio, 1999].

Die Frage, ob die Adaptivität der Benutzerschnittstelle für den Nutzer Vorteile bringt, ist noch nicht geklärt. Ungeachtet dieses Umstandes ist der Trend zu beobachten, bei den Benutzerschnittstellen im Rahmen der Personalisierung neben dem Kontext auf den Fokus des Nutzers einzugehen. Die Berücksichtigung beider Faktoren führt zu adaptiven Benutzerschnittstellen. Die adaptive Benutzerschnittstelle muss dabei verschiedene Arten der Adaption umsetzen, beispielsweise die Anpassung der Visualisierung im Hinblick auf Nutzer, Kontext und Aufgaben. Da der Ablauf der menschlichen Adaption noch nicht vollständig beschreibbar ist, sollten die Modelle über den Nutzer integriert werden, um das Verhalten des Nutzers besser verstehen und so die Akzeptanz des Nutzers erhöhen zu können [Reichenbacher, 2001]. Benutzbarkeit und Akzeptanz der Benutzerschnittstellen können erhöht werden, wenn der Inhalt einerseits leichter zugänglich und andererseits die persönliche Relevanz höher ist. Ein adaptives Interface sollte dabei jedoch nicht die Auswahlmöglichkeiten des Nutzers reduzieren, sondern vielmehr die Inhalte so sortieren, dass die wichtigsten Informationen möglichst prominent platziert sind. Herausforderungen für die adaptive Benutzerschnittstelle sind die schnelle Anpassung an veränderliche Interessen, die Verhinderung eines Tunnelblicks, die Reduzierung des manuellen Kategorisierens und die Vermeidung einer Überempfindlichkeit. Insbesondere das schnelle Lernen geänderten Verhaltens auf der einen und das Ignorieren ungewöhnlicher Themen auf der anderen Seite stellen konkurrierende Ziele dar [Billisus et al., 2002]. Benutzerschnittstellen, die in der Lage sein sollen, die Initiative zu ergreifen und zu antizipieren, müssen sich ihrer eigenen Existenz und der Existenz anderer bewusst sein. Nur so ist es möglich, innerhalb von Teams korrekt antizipieren, die notwendigen Veränderungen im Zusammenhang sehen und die eigene Rolle richtig interpretieren zu können [Keogh und Sonenberg, 2006]. Die Entwicklung von adaptiven Benutzerschnittstellen kann dabei durch folgende Ansätze unterstützt werden: (1) Framework zur Entwicklung von adaptiven Anwendungen, (2) Beschreibung der Eigenschaften von adaptiven Komponenten, (3) reflexive Adaption der Architektur selbst, (4) Komponenten zur Beobachtung des Umfeldes und (5) generischer Service zum Management von Adaption. Dieser generische Service muss dabei die Eigenschaften der Applikation mit den Bedürfnissen und den Vorlieben der Nutzer zusammenführen, die Veränderung des Kontextes erkennen sowie unnötige und häufige Adaptionen der Benutzerschnittstelle vermeiden. Eine Entscheidungsgrundlage

für den Manager kann hierbei sein, ob die in der jeweiligen Situation zu erwartende Verbesserung die Adaption rechtfertigt [Nilsson et al., 2006]. Aufgrund der Vielzahl an ungeklärten Fragestellungen im Bereich der adaptiven Benutzerschnittstellen liegt die Vision von einer automatischen Verbesserung von Bedienbarkeit und Akzeptanz jedoch noch in ferner Zukunft.

Die adaptiven Benutzerschnittstellen gehen teilweise bezüglich der Anpassung an den Nutzer sogar noch einen Schritt weiter. Die Entwicklung der adaptiven Interfaces beschäftigt sich mit der praktischen Anwendung von Theorien aus den Wahrnehmungswissenschaften beim Konzepts- und Entwicklungsprozess von Nutzerschnittstellen. Drei wesentliche Richtungen prägen die adaptiven Benutzerschnittstellen: (1) Künstliche Intelligenz, (2) formale Linguistik und (3) Wahrnehmungspsychologie. Die künstliche Intelligenz ist bei der Repräsentation von Wissen von entscheidender Bedeutung, formale Grammatiken sind entscheidend für die Modellierung des Nutzerverhaltens und die Wahrnehmungspsychologie ist wichtig für die individualisierte Präsentation von Information [Hoppe et al., 1989]. Beispielsweise bei der Unterstützung der Fahrer von Kraftfahrzeugen ist nach Erfahrung des Autors eine enge Kooperation mit Forschern aus der Wahrnehmungspsychologie von entscheidender Bedeutung. Das Verständnis der menschlichen Wahrnehmung ist unerlässlich bei der Analyse bisheriger Anzeigesysteme [Nestler et al., 2009d], bei der Entwicklung neuer Präsentationskonzepte [Nestler et al., 2009a] und bei der zeitlichen Planung von Anzeigeverhalten und aktivem Eingriff [Popiv et al., 2009]. Traditionelle Ansätze bei der Entwicklung von Benutzerschnittstellen basieren auf physikalischen und psychologischen Ebenen. Adaptive Interfaces basieren hingegen auf der Ebene von kognitiven Funktionen. Ein adaptives Interface ist ein adaptives System, das Wissen über sich selbst und die Umgebung in die Planung von Aktionen einfließen lässt. Der Nutzer ist es gewohnt, das mentale Modell des Computers, mit dem er arbeitet, zu übernehmen. Ebenso kann sich jedoch die Benutzerschnittstelle bzw. der Computer ein Bild von dem Nutzer machen. Dieses Bild wird in der adaptiven Benutzerschnittstelle mit den Charakteristika des Nutzers auf einer kognitiven Ebene zusammengeführt. Eine adaptive Benutzerschnittstelle wäre damit nicht auf die Aktionen und Anweisungen des Nutzers beschränkt, sondern könnte Informationen verarbeiten, komplexe Aktivitäten ausführen und auf eine scheinbar intelligente Art und Weise mit dem Nutzer kommunizieren. In komplexen Systemen verliert der Nutzer immer genau dann den Überblick, wenn das Modell des Systems nicht mit seinem persönlichen mentalen Modell übereinstimmt. Ein intelligentes Verhalten der Benutzerschnittstellen wird nur dadurch möglich, dass die Benutzerschnittstelle das Wissen über den Nutzer und die Umwelt in ihr Verhalten einfließen lässt. Im Idealfall ist die adaptive Benutzerschnittstelle damit in der Lage, Probleme aus mehr als einem Blickwinkel zu betrachten [Hollnagel und Woods, 1983]. Im Gegensatz dazu fokussieren sich die adaptiven Benutzerschnittstellen darauf, Probleme auf mehr als *eine* Art und Weise zu visualisieren. Obwohl an der Adaptivität der Benutzerschnittstelle schon seit über 20 Jahren geforscht wird, existiert bis heute noch keine vollständige Umsetzung der Konzepte. Allein dieser Umstand lässt die großen Herausforderungen erahnen, die diese Konzepte aufwerfen. Andererseits dämpft dieser Umstand jedoch auch sehr stark die Hoffnung, dass sich gute Bedienbarkeit und hohe Akzeptanz zukünftig vollkommen automatisch erzeugen lassen.

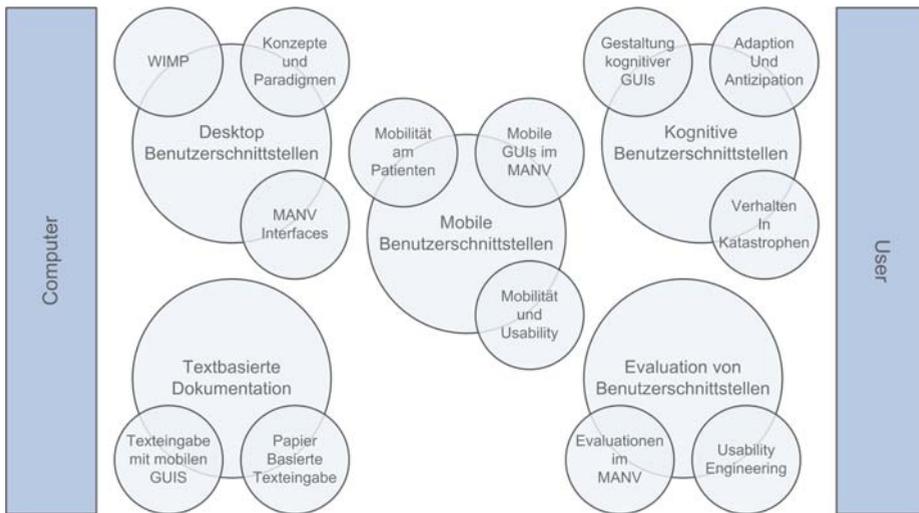


Abbildung 4.7: Die Betrachtungen zu den Benutzerschnittstellen bilden eine Brücke zwischen Computer und Nutzer

4.6 Fazit

Im Rahmen der Literaturrecherche zum Thema Benutzerschnittstellen in Katastrophensituationen stellt sich heraus, dass es vergleichsweise wenige Publikationen zum Einsatz von Benutzerschnittstellen in extremen Situationen gibt. Im Zuge der Entwicklung von Systemen werden primär Technologien, Prozesse und Hardware betrachtet. Diese Erscheinung ist erstaunlich, da die Gestaltung der Benutzerschnittstellen für Akzeptanz und Verwendbarkeit der Systeme essentiell ist. Die verschiedenen Ansätze und Konzepte im Bereich der Benutzerschnittstellen bilden eine Brücke zwischen Computer und Nutzer und betrachten die Benutzerschnittstelle entweder aus der Perspektive des Computers oder aus der Perspektive des Nutzers oder aus beiden Perspektiven wie in Abbildung 6.8(a) dargestellt. Es hat sich zudem gezeigt, dass Benutzerschnittstellen für Desktop Computer inzwischen zwar zum Standard geworden sind, aufgrund der Anforderungen in instabilen, zeitkritischen und lebensbedrohlichen Situationen, im MANV jedoch nicht einsetzbar sind. Das WIMP Konzept stellte bei seiner Einführung einen innovativen Fortschritt dar, doch inzwischen ist es an der Zeit, neue Konzepte und Paradigmen zu entwickeln, um die Interfaces noch besser an die Bedürfnisse der Nutzer anpassen zu können. Im Bereich der mobilen Benutzerschnittstellen gibt es viele interessante Entwicklungen und Trends, und erste mobile Benutzerschnittstellen kommen zudem bereits im unmittelbaren Umfeld der Patienten zum Einsatz. Die extrem hohe Mobilität der Nutzer im MANV stellt die mobilen Benutzerschnittstellen jedoch noch vor einige ungelöste Herausforderungen. Zu einer der größten Herausforderungen für die mobilen Benutzerschnittstellen

gehört eine flexible Eingabe von textbasierten Informationen, die ebenso schnell und leicht bedienbar ist wie die gegenwärtige Dokumentation auf Papier – ohne die Vorteile elektronisch verfügbarer Informationen zu mindern. Die Evaluierung von Benutzerschnittstellen im Rahmen des regelmäßigen Trainings der Einsatzkräfte stellt eine gute Möglichkeit dar, um einen realistischen Eindruck von der Praxistauglichkeit der Benutzerschnittstellen zu erhalten. Gleichzeitig bietet das Training der Einsatzkräfte jedoch auch eine gute Möglichkeit, um später die Benutzerschnittstellen in den Trainingsablauf zu integrieren und so die Vertrautheit der Einsatzkräfte mit den Systemen zu erhöhen. Außerdem muss der Entwickler der Benutzerschnittstelle die typischen Verhaltensweisen in Katastrophen verstehen, denn ein gutes Verständnis des allgemeinen Verhaltens, der Adaption und der Antizipation ist essentiell für die Entwicklung adaptiver Interfaces. Die Recherche hat zudem gezeigt, dass die kontinuierliche Verbesserung der Bedienbarkeit von mobilen Benutzerschnittstellen bereits in naher Zukunft zu praxistauglichen Systemen für instabile, zeitkritische und lebensbedrohliche Situationen führen kann. Vielleicht steht in der fernen Zukunft auch für den MANV die Entwicklung adaptiver Benutzerschnittstellen an, sofern durch diese ein neues Bewusstsein für den Nutzer geschaffen und er noch besser unterstützt werden kann. Die Hoffnung, dass sich zukünftig gute Bedienbarkeit und hohe Akzeptanz durch adaptive Benutzerschnittstellen automatisch erzeugen lassen, darf jedoch nach dem derzeitigen Stand der Technik stark bezweifelt werden.

Vorschau



In dieser Vorschau fehlen einige Buchseiten. Der vollständige Abdruck der Doktorarbeit ist jedoch im Buchhandel erhältlich.

Durch die Einführung existierender und zukünftiger Technologien wird sich jedoch auch die Organisation und das Management des MANV auf lange Sicht verändern. Die Vorbereitung und das Training für den MANV wird intensiver werden, da die zu beherrschenden Technologien komplexer werden. Die Notwendigkeit klare und eindeutige Entscheidungen zu treffen wird sich erhöhen, da verstärkt Computer im MANV zum Einsatz kommen. Die Tatsache, dass im MANV schneller, effektiver und effizienter reagiert werden kann, hat positive Auswirkungen auf die Gesellschaft und die Wirtschaft. Zudem werden sich neue Herausforderungen ergeben, da die Unberechenbarkeit extremer Situationen auch durch den Einsatz von Computern nicht verhindert werden kann.

10.1 Einfluss der Technologien

Die Veränderungen, die sich bei Organisation und Management vom MANV ergeben werden, lassen sich teilweise auf den Einsatz neuer Technologien zurückführen. Auf der anderen Seite befindet sich die Organisation im MANV aber auch durch die aktuellen Ereignisse in einem stetigen Prozess der Veränderung. Der 11. September 2001 richtete den Fokus der Vereinigten Staaten auf die innere Sicherheit [Jain und McLean, 2003]. Auch durch zukünftige Ereignisse wird sich die Organisation im MANV stetig verändern. Notfallmanagement ist letztlich die Anwendung von Wissenschaft, Technologie, Planung und Management, um mit extremen Situationen umzugehen [Drabek und Hoetmer, 1991]. Extreme Ereignisse rücken in den Fokus der Bevölkerung, da sie eine große Zahl an Menschen verletzen oder töten, weitreichenden Schaden an Hab und Gut verursachen und soziales Leben stören [Cova, 1999]. Jedes dieser Ereignisse liefert neue Erfahrungen bezüglich der Planung und dem Management dieser extremen Situationen sowie zu der Praxistauglichkeit der verwendeten Technologien. Immer wenn sich ein MANV ereignet, beeinflusst und verändert dieses Ereignis die zukünftige Organisation im MANV. Dadurch dass neue Technologien für den MANV immer schneller weiter entwickelt werden, entsteht durch die Technologien eine zusätzliche Komplexität, die ebenfalls zu einer Wandlung des Managements im MANV führt [Robinson und Brown, 2005].

Die Veränderungen und Weiterentwicklungen konzentrieren sich einerseits auf die Reduzierung von extremen Situationen durch eine bessere Planung und andererseits auf die Verbesserung der Reaktion [Jain und McLean, 2003]. Da sich weder MANV noch Katastrophen durch eine bessere Planung verhindern lassen, nimmt jede technologische Weiterentwicklung auch Einfluss auf die Reaktion. Die bessere Erfassung und Dokumentation von Informationen führt darüber hinaus zu einer besseren Abschätzung des Schadensausmaßes, welches sich wiederum in einer Optimierung der Zuteilung und Inanspruchnahme von Ressourcen und Personal niederschlägt. Die dadurch entstehende flachere Organisation ermöglicht eine Zeitersparnis bei der Bewältigung der Situation, welche nachgewiesenermaßen die kritische Mortalität¹ reduziert [Silva und Matsumoto, 2008]. Der Einsatz von Technologien verbessert die Möglichkeiten der Einsatzkräfte, die Vitalfunktionen von mehreren Patienten gleichzeitig zu überwachen. Die Technologien führen aber auch zu neuen organisatorischen Herausforderungen hinsichtlich Zuverlässigkeit und Komplexität [Malan et al., 2004]. Die Einsatzkräfte werden durch den Einsatz von Technologien entlastet, gleichzeitig führt der Einsatz von Technologien aber zu zusätzlichen Aufgaben für die Einsatzkräfte. Die Organisation und das Management im MANV wird sich zukünftig verändern. Da die Einsatzkräfte durch die Technologien effizienter arbeiten, werden weniger Einsatzkräfte mehr Patienten gleichzeitig überwachen können. Jedoch muss von den eingesparten Einsatzkräften ein Teil wiederum für die Überwachung der Technologien eingesetzt werden.

¹Der Prozentsatz von Todesfällen unter den lebensbedrohlich Verletzten

10.2 Vorbereitung auf den MANV

Die Vorbereitung auf den MANV umfasst die ständige Einsatzbereitschaft, da keine Anstrengung das Eintreten eines MANV oder einer Katastrophe mit Sicherheit verhindern kann. Damit wird auch in Zukunft die Vorbereitung essentiell sein, wenn es darum geht, Schaden für Leben und Besitz im Falle einer Katastrophe zu minimieren. Diese Bereitschaft umfasst dabei auch die Entwicklung von Frühwarnsystemen und die Planung von Rettungsaktionen. Der Fokus der Vorbereitung liegt auf der Kontinuität der Planung unter Berücksichtigung der verschiedenen Ressourcen [Christie und Levary, 1998]. Das primäre Ziel ist die Entwicklung von Plänen und die Minimierung der Schäden. Die Stabilisierung der Situation und die Reduzierung der Wahrscheinlichkeit für weitere Schäden sind dabei die Kernstücke dieser Pläne [Leoni, 2006]. Für die Zukunft ist es wichtig, dass eine übergeordnete Stelle die Vorbereitungen der Rettungsdienste und Krankenhäuser in die richtige Richtung weist. Prinzipiell können Pläne auf Basis der Betrachtungen von Experten entwickelt werden. Häufig wird jedoch versucht, direkt eine Integration der eigenen Pläne in die bundesweiten Pläne zu erreichen. In der Theorie soll so eine flächendeckende, nahtlos ineinander greifende Reaktion in Katastrophen möglich sein. Es ist jedoch bei der Entwicklung von Plänen zu beachten, dass die erste Reaktion auf eine Katastrophe stets durch die Rettungskräfte vor Ort erfolgt und der Aufbau einer Kommando- und Führungsstruktur durch die Einsatzleiter vor Ort durchgeführt wird [Mann et al., 2004]. Im ersten Schritt ist ein MANV eine lokale Herausforderung und bedarf einer lokalen Vorbereitung. Die Betrachtung der bisherigen Erfahrungen aus Katastrophen zeigt folgendes: (1) Einsatzkräfte alarmieren sich häufig selbst (Theorie: Die Leitstelle entsendet Einsatzkräfte), (2) die Bergung erfolgt durch Überlebende (Theorie: Bergung erfolgt durch die ersten Einsatzkräfte), (3) Betroffene gehen eigenständig ins Krankenhaus (Theorie: Alle Betroffenen werden triagiert), (4) Betroffene werden durch Privatfahrzeuge transportiert (Theorie: Alle Patienten werden von Krankenwagen transportiert), (5) Betroffene kommen in umliegende Krankenhäusern (Theorie: Betroffene werden gleichmäßig über die Krankenhäuser verteilt), (6) Krankenhäuser erfahren von Medien oder Patienten von der Katastrophe (Theorie: Einsatzleiter informieren die Krankenhäuser über die Situation vor Ort) und (7) die leicht Verletzten sind zuerst im Krankenhaus (Theorie: Die schwer Verletzten sind zuerst im Krankenhaus). Die Betrachtung dieser Erfahrungen zeigt, dass manche Lektionen in jeder Katastrophe neu gelernt werden müssen bzw. keine Änderung der Vorbereitungen erfolgt [auf der Heide, 2006]. Das Ziel der Vorbereitung muss entweder sein, die theoretische Organisation zu verändern, so dass diese mit der Praxis übereinstimmt. Alternativ kann auch Einfluss auf die praktische Realität genommen werden, so dass diese der Theorie folgt.

In England befindet sich der Grundsatz des viktorianischen Zeitalters "Viktorianische Gemeinschaften sind sicher und Menschen wiegen sich zu Recht in Sicherheit"² nach wie vor im Bewusstsein der Menschen. In Notfällen hängt diese Sicherheit jedoch von der Effektivität der Rettungsdienste ab, welche im Zuge der Vorbereitung und

²Im englischen Originaltext findet sich die Aussage: "Victorian communities are safe and people feel justifiably confident about their safety"

Vorausplanung für derartige Notfälle vorgehalten werden. Sicherheit ist darüber hinaus durch das Bewusstsein für Gefahren und das Ergreifen von Maßnahmen geprägt. Diese Maßnahmen haben zum Ziel, diese Gefahren zu reduzieren oder sich darauf vorzubereiten. Die Vorbereitung hängt ab von: (1) Dem wahrgenommenen Risiko, (2) der Menge an Information, (3) den Schäden in der Vergangenheit, (4) der Wahrnehmung der Bedrohung und (5) dem Wissen über die Bedrohung [Enders, 2001]. Durch Schäden in der Zukunft wird also das subjektive Empfinden des Risikos steigen. Durch den Rückgang von Schadensereignissen wird es sinken. Unsere Welt ist unvollkommen und gefährlich. Ob eine Situation jedoch als gefährlich zu betrachten ist, hängt von der Beurteilung der Situation ab. Wir sind es gewohnt, Risiken unterbewusst tagtäglich in den verschiedensten Situationen abzuschätzen [Kirschenbaum, 2005]. Die praktische Bedeutung der Vorbereitung ergibt sich in erster Linie aus deren Potential, Menschenleben zu retten und Katastrophen unter Kontrolle zu bringen. Es wird von [Gillespie und Streeter, 1987] angenommen, dass gründliche Vorbereitungen beispielsweise dazu geführt haben, dass die Zahl der Toten in den Tornados reduziert werden konnte. Vorbereitung umfasst die Planung, das Herstellen von Ressourcen, die Entwicklung von Frühwarnsystemen und die Entwicklung von Fähigkeiten. Die Effektivität der Reaktion in Katastrophen lässt sich durch eine gute Vorbereitung verbessern. Das Ausmaß der Vorbereitung korreliert mit den früheren Erfahrungen in Katastrophen, insbesondere rechtfertigen frühere negative Erfahrungen die Einrichtung und den Ausbau von Katastrophenschutzbehörden. Zu einer umfassenden Vorbereitung gehört zukünftig auch die Herstellung von neuen Technologien und deren Integration in vorbereitende Maßnahmen, beispielsweise in Trainings und Übungen.

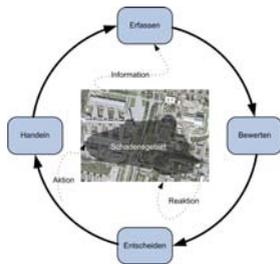
10.3 Bedeutung von Entscheidungen

In der Einsatzleitung und in der Leitstelle arbeiten Mensch und Computer eng zusammen, um Probleme zu lösen, die keiner alleine lösen könnte [Ferguson et al., 1996]. In den Entscheidungsprozessen der Zukunft wird durch den erhöhten Einsatz von Technologien diese Verknüpfung noch enger. Ein Beispiel für einen dynamischen Entscheidungsprozess ist die Triage, da dort den Patienten entsprechend ihrer Verletzungen die Prioritäten zugewiesen werden. Diese Entscheidung basiert auf den Problemen des Patienten, auf seiner medizinischen Vorgeschichte, auf seinen Signalen, auf seinen Symptomen, auf seinem gesundheitlichen Gesamtzustand, auf den Vitalparametern und auf seinem physischen Zustand. Die Erfahrung und das Wissen der triagierenden Person sind entscheidend, um schnelle und korrekte Entscheidungen treffen zu können. Es scheint häufig leichter zu sein, bei schwer Verletzten eine Entscheidung zu treffen, da dieser Zustand in der Regel klar sichtbar ist. Aufgrund der hohen Bedeutung der Entscheidungen treten manchmal Unsicherheiten bezüglich der Entscheidung auf und es ergibt sich die Notwendigkeit, sich eine zweite Meinung einzuholen [Andersson et al., 2006]. Durch den verstärkten Einsatz von Technologien erhöht sich einerseits die Notwendigkeit zum Treffen von klaren Entscheidungen, auf der anderen Seite können diese Technologien auch beim Treffen von schwierigen

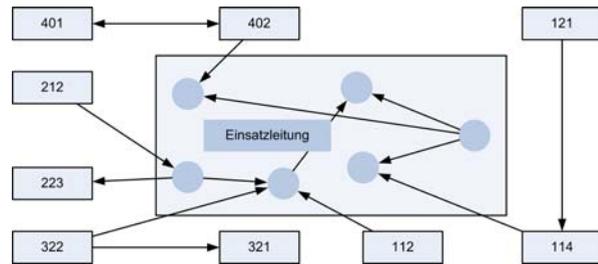
Entscheidungen unterstützen. Die Integration dieser Entscheidungshilfen in das medizinische Umfeld ist dabei ein bekanntes Problem. Die Technologien verbessern die Qualität der Patientenversorgung. Die Ärzte neigen jedoch dazu, Systeme abzulehnen, durch die sie ihre Autonomie, Freiheit und Unabhängigkeit in ihren Entscheidungen verlieren. Mehr Akzeptanz bei den Ärzten kann in der Zukunft daher durch folgende Ansätze erreicht werden: (1) Fokussierung auf die Unterstützung der Nutzer, (2) Einschreiten des Systems nur bei wichtigen Problemen, (3) Übergabe der grundlegenden Kontrolle an den Nutzer und (4) nutzerzentrierte Betrachtung des Problems [Gertner, 1997]. Durch diese Ansätze steigt die Güte der Entscheidungen, da die Nutzer eher bereit sein werden, sich von dem System unterstützen zu lassen. Das wird insbesondere aufgrund der steigenden Bedeutung von Entscheidungen Vorteile mit sich bringen.

Die Entscheidungen im MANV und in der Katastrophe sind ein iterativer Prozess: (1) Erkennen der Situation mit Hilfe der verfügbaren Informationen, (2) Beurteilen der Situation im Hinblick auf zukünftige Veränderungen, (3) Entscheiden auf Basis der Beurteilung und (4) Ausführen der Entscheidungen durch Aktionen. Die Aktionen verändern den Lauf der Dinge, so dass danach erneut eine Erfassung und Beurteilung der Situation erforderlich ist. Das einzige nach außen sichtbare Ergebnis des in Abbildung 10.1(a) dargestellten Entscheidungsprozesses ist die Aktion [Thorstensson et al., 2001]. Da die anderen Schritte nicht sichtbar sind, lassen Entscheidungen häufig Transparenz vermissen. Durch den Einsatz von Computern werden Entscheidungen wie in Abbildung 10.1(b) dargestellt in Zukunft transparenter, da die Sammlung von Informationen und die Beurteilung der Situation explizit durchgeführt wird. Aufgrund der hohen Komplexität von Entscheidungen kann das Fällen von Entscheidungen nicht bereits im Vorfeld ablaufen sondern lässt sich nur iterativ in kleinen Schritten durchführen. Der Einsatz von Technologien konzentriert sich daher auf die Frage, wie der Prozess der Entscheidungsfindung beschleunigt werden kann. Insbesondere das Erkennen der Situation (1) und das Beurteilen der Situation (2) kann durch den Einsatz geeigneter Technologien schneller durchgeführt werden, so dass der Einsatzleiter in der Lage ist, mehr Entscheidungen innerhalb kürzerer Zeit zu treffen. Das Finden dieser Entscheidungen ist sowohl mehrdimensional als auch opportunistisch, da die Einsatzleiter sowohl auf verschiedenen Ebenen der Abstraktion denken und sich zwischen diesen bewegen als auch die Entscheidungen von den Rückmeldungen der Einsatzkräfte abhängig machen [Mendonca et al., 2003]. Die Effektivität beim Treffen von Entscheidungen hängt vom Zugang zu Informationen zur Umgebung und von deren Auswertung ab. Da die Situation dynamisch, unruhig und unsicher ist, entsteht die Notwendigkeit, dass diese Informationen stets in aktueller Form zur Verfügung stehen [Gaynor et al., 2005].

Die Leitung von Katastropheneinsätzen erfordert viel Erfahrung und die Fähigkeit zur Koordination. Zu den zukünftigen Herausforderungen für den Einsatzleiter gehört der Umgang mit der hohen Informationsdichte, die Weitergabe der Informationen an die verschiedenen Teams, das Teilen des Bewusstseins für die Situation und der Aufbau von effizienten und adaptiven Strukturen [Keogh und Sonenberg, 2006]. Die Anpassung der Strukturen an die jeweiligen Gegebenheiten kann mit Hilfe der bereits



(a) Beim gegenwärtigen Entscheidungsprozess ist nach außen hin nur die Aktion sichtbar



(b) Der Einsatz von Technologien macht Kommunikationsflüsse innerhalb der Einsatzleitung transparenter

Abbildung 10.1: Erhöhung der Transparenz von Entscheidungsprozessen durch den Einsatz von Technologien [Thorstensson et al., 2001]

vorgestellten Technologien erleichtert werden. Der Computer kann automatisch die zugrunde liegende Struktur erkennen und die Technologie entsprechend anpassen – ein derartiges Vorgehen wird beispielsweise im *SpeedUp* Projekt angestrebt. Die Systeme lassen sich dabei hinsichtlich ihres Grades an Automatisierung klassifizieren. Systeme können – angefangen bei der Organisation der Informationsquellen, über die Integration dieser Quellen, bis hin zu dem Vorschlagen von Entscheidungsmöglichkeiten oder gar der Ausführung der notwendigen Aktionen – durch verschiedenste Maßnahmen den Nutzer entlasten. Bei der zukünftigen Automatisierung der Entscheidungsprozesse kann zwischen 10 Stufen unterschieden werden: (1) Der Computer bietet keine Unterstützung, (2) der Computer präsentiert alle Möglichkeiten, (3) der Computer reduziert die Zahl der Alternativen, (4) der Computer schlägt zwei Alternativen vor, (5) der Computer führt seinen Vorschlag bei Zustimmung des Nutzers aus, (6) der Nutzer hat eine begrenzte Zeit zum Einlegen eines Veto, (7) der Computer führt automatisch aus und informiert dann den Nutzer, (8) der Nutzer erhält alle Informationen auf Nachfrage, (9) der Nutzer wird informiert, wenn es der Computer für sinnvoll erachtet und (10) der Computer entscheidet eigenständig und ignoriert den Nutzer [Parasuraman et al., 2000]. Im MANV wird sich die Unterstützung von Entscheidungen auf Ebene 2 bis 5 bewegen. Die Fall 3, der Vorschlag einer reduzierten Zahl an Alternativen, wird dabei am Häufigsten auftreten, wohingegen der Fall 2 nur dann auftritt, wenn keine Vorhersagen möglich sind, und der Fall 5 nur auftritt, wenn die Situation sich sehr klar darstellt. Das System zur Unterstützung der Entscheidungen im MANV wird sich je nach Aufgabenumfeld auf unterschiedlichen Ebenen bewegen. Eine Unterstützung der Entscheidungen bedeutet, dass die Hard- und Software der Computer auf einer Weise integriert werden, dass die kognitiven Prozesse der Menschen bei der Entscheidungsfindung ergänzt werden. Damit ergeben sich für die Computer zukünftig folgende Aufgaben: (1) Unterstützung der Entscheidungsträger, (2) Ausbau der Fähigkeiten nach der Einarbeitung, (3) Interaktivität und Kontrollierbarkeit und (4) Anpassung an die Spezifika des Nutzers [Wallace und DeBalogh, 1985]. Entscheidungen

stehen im Mittelpunkt der zukünftigen Organisation Reaktion im MANV. Software wird nur dann erfolgreich sein, wenn sie gute Entscheidungen ermöglicht und begünstigt. Einzig und allein bessere Entscheidungen können die Effektivität und Effizienz im MANV verbessern. Das Aufzeigen der Folgen, die sich aus bestimmten Entscheidungen ergeben, ist der erste Schritt zu einem bewussteren Umgang mit dem Prozess der Entscheidungsfindung.

10.4 Organisationen im MANV

Der MANV und die Katastrophen werden auch in Zukunft auf Organisationen und Gesellschaft Einfluss nehmen. Im Anschluss an jede Katastrophe gibt es Schätzungen über die wirtschaftlichen Schäden, die von der Katastrophe verursacht wurden. Diese Berechnungen werden iterativ wiederholt und nähern sich im Idealfall durch genauere Informationen dem tatsächlichen Schaden immer näher an. Ereignisse wie die Flut am Mississippi im Jahre 1993 zeigen jedoch, dass die verschiedenen Schätzungen teilweise um viele Milliarden Dollar differieren. Eine genaue Schätzung der Schäden ist jedoch wichtig, da diese beispielsweise den Umfang der staatlichen Hilfeleistungen bestimmt. Die Abschätzung des Schadens vermittelt darüber hinaus ein Gefühl für die Dringlichkeit und Notwendigkeit der Hilfe [Downton und Pielke, 2005]. Die Güte der Schätzungen basiert auf genauen Informationen zu dem Ereignis. Diese Informationen stehen durch den Einsatz von neuen Technologien in Zukunft bereits unmittelbar nach der Katastrophe oder der MANV zur Verfügung. Basierend auf den elektronisch erfassten Informationen können früher Abschätzungen des Schadensausmaßes erstellt werden, was die wirtschaftliche Stabilität erhöht. Informationen zum Ereignis sind nicht nur für die Wirtschaftsorganisationen sondern auch für die Medienorganisationen von Interesse. Beim Umgang mit den Medien in Katastrophen haben sich wenige, klare Regeln etabliert. Zunächst ist es wichtig, die Wahrheit zu erzählen und wenig Raum für Spekulationen zu geben, indem die Medien zur Verbreitung der eigenen Informationen genutzt werden – "wenn man nichts erzählen kann, so sollte man erzählen, warum man nichts erzählen kann"³. Die klaren Regeln beinhalten: (1) Angemessene Entschuldigung: Eine Entschuldigung sollte umgehend erfolgen, wenn sie angebracht ist, (2) Bewusstsein für die Medienabdeckung: Neue Technologien ermöglichen die schnelle Verbreitung von Nachrichten, (3) Vorbereitung auf den Umgang mit Katastrophen: Der Sprecher muss für extreme Situationen geschult werden und (4) Management von Problemen: Fokus auf Lösungen anstatt auf Probleme [Ashcroft, 1997]. Ein erfolgreicher Auftritt gegenüber den Medien erfordert einen intensiven Informationsaustausch innerhalb und zwischen den Organisationen im MANV. Die neuen Technologien können in Zukunft ein Lagebild zur Verfügung stellen, das den Medien präsentiert werden kann – ohne zusätzlichen Aufwand für die Einsatzkräfte zu erzeugen.

Die genaue Information über den Zustand der Patienten im MANV führt zu einer richtigen Zuweisung der Ressourcen, auf der anderen Seite erleichtert die Information

³Im englischen Originaltext findet sich die Aussage: "If you can't tell them something, tell them why you can't tell them".

über die Verfügbarkeiten von Ressourcen, wie beispielsweise Krankenhäusern, jedoch auch die Arbeit vor Ort [Hauenstein et al., 2006]. Im Bezug auf die Organisationen im Umfeld des MANV gehört die Ermöglichung von bidirektionaler Kommunikation zukünftig zu den wichtigsten Aufgaben der Technologien. Das Management von involvierten Organisationen wie den Krankenhäusern wird sich durch diese Technologien in Zukunft im Falle eines MANV verändern. Das Management von Katastrophen macht koordinierte Bemühungen von Einsatzkräften außerhalb und innerhalb des Krankenhauses erforderlich. Triage und die Erstversorgung der Patienten passieren noch vor Ort, die nächsten Entscheidungen wie beispielsweise der Transport müssen jedoch im Hinblick auf die gegenwärtig verfügbaren Kapazitäten der Krankenhäuser getroffen werden [Davis et al., 2005]. Bei einer starken Überlastung der Krankenhäuser kann es zu einer kritischen Vernachlässigung der Patienten im Krankenhaus kommen. Daher ist es in Zukunft wichtig, die Kapazitäten der Krankenhäuser einschätzen und den Transport an den verfügbaren Kapazitäten ausrichten zu können [Kenward et al., 2004]. Nur so kann vermieden werden, dass der MANV von der Einsatzstelle ins Krankenhaus verlagert wird. In Deutschland wird bei den Krankenhäusern außerdem zwischen verschiedenen Versorgungsstufen unterschieden: (1) Grundversorgung, (2) Regelversorgung, (3) Schwerpunktversorgung und (4) Maximalversorgung. Im MANV werden den Krankenhäusern entsprechend ihrer Möglichkeit Patienten zugeteilt, wobei in Zukunft hierbei auch die aktuelle Auslastung der Krankenhäuser berücksichtigt werden kann [Dick, 2003]. Unfallkrankenhäuser zeichnen sich ferner über folgende Leistungsmerkmale aus: (1) Chirurgische Notaufnahme mit 24-Stunden-Betrieb und dauerhafte Besetzung mit einem Team zur Versorgung von Trauma-Patienten, (2) algorithmenbasierte Versorgung und (3) Dokumentation der durchgeführten Erstversorgung [Haas, 1997]. Diese Krankenhäuser werden im MANV mit einem verstärkten Eintreffen von Patienten rechnen müssen. Die dritte Aufgabe, die Dokumentation von klinischen und präklinischen Maßnahmen, kann in Zukunft im Sinne einer lückenlosen Dokumentation mit den Technologien für den MANV verknüpft werden.

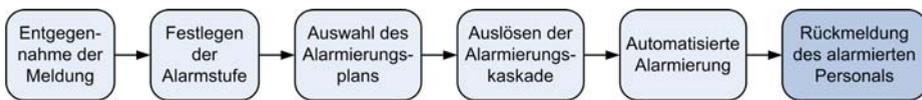


Abbildung 10.2: Der Einsatz von Technologien führt zu einer Entlastung bei der Alarmierung der Einsatzkräfte [Urban et al., 2006]

Die Einrichtung eines Notfallsystems und die Einbindung der Krankenhäuser führt im MANV zu einer früheren und genaueren Information der Krankenhäuser. Bereits in den 80er Jahren wurde mit der Entwicklung organisationsübergreifender Systeme begonnen, die in großen Schadensfällen verwendet werden können. In der Zukunft werden diese Notfallsysteme jedoch bei der Information der Krankenhäuser über die Details des MANV eine noch zentralere Rolle spielen [Zane und Prestipino, 2004]. Die Krankenhäuser sind im MANV die wichtigsten Organisationen außerhalb des

unmittelbaren Schadensgebiets. Das Management im MANV läuft nach folgendem Muster ab: (1) Stabilisierung und Transport, (2) Übergabe, (3) Registrierung, (4) Diagnose und (5) Behandlung. Die Behandlung kann bei Bedarf auch durch die Entlassung oder Überweisung ersetzt werden, wenn die Diagnose keine dringende Behandlung erforderlich macht [Fry und Lenert, 2005]. Bei der Übergabe gestalten die handgeschriebene Dokumentation und die Anhängkarte die Prozesse häufig unnötig kompliziert. Durch die Existenz von elektronischen Informationen wird sich der Prozess der Übergabe verändern, da neben der verbalen Kommunikation eine kurze, strukturierte Übersicht mit den wesentlichen Informationen präsentiert werden kann. Im Krankenhaus bestimmen die Alarmierungspläne, welches Personal im MANV zu alarmieren ist. Die Einsatzpläne beschreiben die Klinik interne Vorgehensweise in den verschiedenen Situationen. Darüber hinaus kommen Auftragsblätter zum Einsatz, welche den einzelnen Rollen einen Überblick über die Handlungsalternativen geben. Aufgrund der hohen Komplexität dieser Pläne ist eine Unterstützung durch Technologien eine entscheidende Entlastung bei der Alarmierung [Urban et al., 2006]. Zukünftig kann – wie in Abbildung 10.2 dargestellt – bis auf die Rückmeldung des alarmierten Personals die Alarmierung weitestgehend automatisiert ablaufen. Die Herausforderung der Zukunft ist, die erfassten Informationen vor Ort direkt an das System im Krankenhaus zu übergeben, um so eine möglichst effektive Alarmierung des benötigten Personals zu erreichen.

Bei dem Tsunami am 26. Dezember 2004 kamen fast 300.000 Menschen ums Leben und tausende benötigten dringend medizinische Versorgung. Die Analyse dieses Ereignisses hat gezeigt: (1) Die Gebiete waren nicht auf eine so hohe Zahl von Verletzten vorbereitet, (2) es gab zu wenig Einsatzleiter, (3) die Fähigkeiten zum Umgang mit der Situation waren unzulänglich, (4) viele Opfer auf dem Land erhielten keine Hilfe, (5) ein System zur Überweisung von Patienten fehlte, (6) es gab keine Standards für die Triage, (7) die Information der Krankenhäuser waren unzureichend, (8) die Intensivstationen arbeiteten effizient, (9) es gab zu wenig Personal und Material, (10) die Informationen wurden nicht verteilt und (11) die Überlebenden führten die Erstversorgung durch [Borra et al., 2005]. Durch bessere Kommunikation und Integration von ehrenamtlichen Helfern in die organisierte Reaktion lassen sich diese freiwilligen Maßnahmen in Zukunft besser erfassen, koordinieren und bei Bedarf auch ausbauen. Ereignisse wie 9/11 und Katrina haben gezeigt, dass eine enge Zusammenarbeit zwischen den Rettungsdiensten und den Notaufnahmen der Krankenhäuser entscheidend ist für eine schnelle und effektive Versorgung der Opfer. Beispielsweise führte bei 9/11 die fehlende Absprache zwischen Rettungsdienst und Krankenhaus zu einer Überfüllung der drei in der Nähe befindlichen Krankenhäuser [Reddy et al., 2008]. In der Zukunft wird es eine Herausforderung sein, das Krankenhaus im MANV an die technologischen Innovationen vor Ort anzubinden. Die frühzeitige Information der Krankenhäuser wird es ermöglichen, geplante und nicht dringliche Operationen zu verschieben, um so zusätzliche Kapazitäten für die durch den MANV lebensbedrohlich Verletzten zu schaffen [Holzman, 1999]. Der Abbruch einer bereits begonnenen Operation ist dabei heikler als die Verschiebung einer geplanten Operation. Daher ist die frühzeitige und genaue Information der Krankenhäuser wichtig für deren adäquate Reaktion in zukünftigen Katastrophen.

10.5 Herausforderungen der Zukunft

Die Verletzungsmuster bei terroristischen Anschlägen werden für das Gesundheitswesen der Zukunft eine Herausforderung darstellen. Durch den komplexen Unfallmechanismus unterscheiden sich die Verletzungen von den üblichen traumatischen Verletzungen. Durch Anschläge nimmt die Komplexität der Verletzungen zu, die Schwere ist höher und in der Regel sind mehr Körperregionen verletzt [Kluger et al., 2004]. Damit ergeben sich bei der Organisation im MANV und in der Katastrophe ganz neue medizinische Herausforderungen. Es kann zwischen drei verschiedenen Ursachen für die Verletzungen bei Bombenexplosionen unterschieden werden: (1) Primäre, (2) sekundäre und (3) tertiäre Explosionsverletzungen. Die Druckwelle der Explosion verursacht primäre Verletzungen (1), von denen besonders häufig die Lungen und die Ohren betroffen sind. Brückstücke, die aufgrund der Explosion durch die Luft fliegen, führen zu sekundären Verletzungen (2). Die tertiären Verletzungen (3) entstehen durch das Wegschleudern der Opfer und deren Kollision mit festen Objekten. Diese beiden letzten Formen resultieren in traumatischen Verletzungen am ganzen Körper und gehören zu den häufigsten Verletzungsformen bei terroristischen Anschlägen [Frykberg, 2002]. Darüber hinaus wird von quartären Verletzungen berichtet, zu denen beispielsweise Verbrennungen und Rauchgasintoxikationen gehören [Silva und Matsumoto, 2008]. Bei Anschlägen müssen zwischen 10 und 15 Prozent der betroffenen Personen ins Krankenhaus eingeliefert werden [Holliman, 2002]. Diese Zahl ist jedoch mit Vorsicht zu genießen, da dieser Prozentsatz stark von der Definition abhängt, wer als betroffene Person zu bezeichnen ist.

Die Vorbereitung auf Notfälle jeglicher Art umfasst die Reaktion auf Gefahren der Umgebung in einer Weise, dass die negativen Folgen eines potentiellen durch diese Gefahren verursachten Ereignisses minimiert werden. Diese Vorbereitung umfasst die bessere Planung, das Training und die Ausrüstung mit neuen Technologien, die die Maßnahmen im Notfall unterstützen. Die Planung für Notfallsituationen fokussiert sich jedoch nicht nur auf die schnellere Reaktion in Katastrophen. Es ist darüber hinaus auch von essentieller Bedeutung, dass die Reaktion der Situation angemessen ist [Perry und Lindell, 2003]. Die Herausforderung wird sein, die Angemessenheit der Reaktion durch eine umfassende Sammlung und Bewertung der Informationen vor Ort zu ermöglichen. Die Technologien helfen bei dieser erforderlichen Anpassung der Reaktion an die Situation. Bei großflächigen Katastrophen tauchen daneben noch weitere Herausforderungen auf: (1) Durch den Zusammenbruch der Infrastruktur ist die Lokalisierung der Patienten erschwert und der Zugang zu ihnen ist nicht möglich, (2) die Dokumentation und Überwachung der Patienten findet aufgrund der Überlastung der Einsatzkräfte nur sporadisch und unorganisiert statt, (3) die Erfassung von Zustandsveränderungen erfolgt verzögert und die Informationen zu den Patienten sind unvollständig und (4) Teile der ungeordneten Informationen gehen bei der Übergabe der Patienten an andere Rettungsteams verloren [Gaynor et al., 2005]. Die organisatorischen Herausforderungen werden zukünftig durch den Einsatz von Technologien in Angriff genommen. Die Technologien werden Einsatzleiter und Einsatzkräfte dabei unterstützen, auch in unübersichtlichen Situationen den Überblick

zu behalten.

Es ist unwahrscheinlich, dass durch den Einsatz von Technologien in Zukunft alle Aktionen beim Management von MANV und Katastrophe unterstützt werden können [Buck et al., 2006]. Darüber hinaus stellen sich durch den Einsatz von Technologien Fragen hinsichtlich der Rechtmäßigkeit, Haftung und Ethik. Einige Grundlagen werden zukünftig teilweise angepasst werden, um einen effektiven und effizienten Einsatz neuer Technologien zu ermöglichen. Die Einführung neuer Systeme und Dienste muss von verschiedensten nationalen Gesetzen und EU Richtlinien gestützt werden. Auf der anderen Seite gibt es jedoch auch offene ethische Fragestellungen beim Einsatz der Technologien, beispielsweise bezüglich dem Austausch und der Weitergabe von persönlichen medizinischen Informationen, die keiner Anpassung unterzogen werden dürfen [Pattichis et al., 2006]. Die zukünftige Herausforderung für die Organisation des MANV ist der richtige Mittelweg zwischen einem hochgradig sicheren System zum Management des MANV und einem schwach geschützten System zur Speicherung der Informationen. Unter Umständen muss bei Problemen mit der Einführung der Technologien auch die Notwendigkeit der Speicherung und Weitergabe von personenbezogenen Daten neu überdacht werden. Bei der Erfassung und Beurteilung der Informationen könnten die personenbezogenen Daten durch anonymisierte Daten ersetzt werden. Die rechtlichen Probleme bei Misserfolgen in der Behandlung einzelner Patienten gehört zu den größten Herausforderungen für die Einsatzkräfte, da sie die Angemessenheit der von ihnen durchgeführten Maßnahmen nachweisen müssen [Patterson et al., 2004]. Die Technologien müssen sich primär auf den Nachweis von fehlerfreiem Vorgehen fokussieren. Aber dennoch kann mit den elektronischen Daten auch der Nachweis von Fehlern erleichtert werden, was bei der Einführung der Technologien zu erheblichen Akzeptanzproblemen seitens der Einsatzkräfte führen wird. Die Organisation wird verbessert durch die Erweiterung der Kommunikationsmöglichkeiten, eine bessere Zuweisung von Rollen, eine bessere Kennzeichnung der Verletzten und eine genauere Dokumentation des Ereignisses [Beck et al., 2005]. Die Güte der Organisation wird sich zukünftig auch daran erkennen lassen, wie leicht sich neu eintreffende Einsatzkräfte vor Ort zurecht finden. Die Probleme bei der Orientierung vor Ort lassen sich auf noch ungelöste Herausforderungen zurückführen.

In den letzten Jahren wurde Israel zum Brennpunkt von terroristischen Aktionen gegen die Zivilbevölkerung. Im Zuge der terroristischen Anschläge wurden hunderte von Menschen getötet und verletzt. Die Anschläge waren verantwortlich für über 10 Prozent der Todesfälle in israelischen Krankenhäusern zwischen 2000 und 2002 [Waisman et al., 2006]. Der israelisch-palästinensische Konflikt ist auf beiden Seiten geprägt durch die Gewalt gegenüber Zivilisten. Seit Anfang der 90er Jahre werden gezielte Anschläge von Selbstmordattentätern durchgeführt, deren Ziel die Tötung von Zivilisten ist, welche nicht direkt in der Auseinandersetzung beteiligt sind. Die Rettungsdienste und Krankenhäuser müssen daher stets auf einen MANV vorbereitet sein [Stein et al., 2003]. Der Rettungsdienst in Israel, Magen David Adom, setzt sich aus hauptberuflichen und ehrenamtlichen Helfern zusammen. Dabei kommt ebenfalls ein zweistufiges System aus BLS (entspricht in etwa dem deutschen RTW) und

ALS (entspricht in etwa dem deutschen NAW) zum Einsatz [Peleg und Pliskin, 2004]. Der Blick nach Israel zeigt, wie sich die Gesellschaft durch die hohe Zahl an Massenanfällen verändert. Gleichzeitig verändert sich jedoch auch die Organisation und das Management im MANV auf Basis der Erfahrungen in der Vergangenheit. Effizientes Lernen im MANV bedeutet, auch aus den Erfahrungen anderer zu lernen und die Anpassungen des israelischen Systems zu übernehmen, sofern sie auch in dem deutschen System sinnvoll sind.



Abbildung 10.3: Die Veränderungen beeinflussen Vorbereitungen, Entscheidungen und Organisationen und führen zu neuen Herausforderungen

10.6 Fazit

Die Grundlagen für die Weiterentwicklung von Organisation und Management des MANV werden durch die neuen Erfahrungen gelegt, die bei der Bewältigung eines MANV gesammelt werden. Das Eintreten eines MANV beeinflusst die zukünftige Organisation im MANV. Falls im MANV neue Technologien verwendet werden, beeinflusst deren Erfolg oder Misserfolg den zukünftigen Einsatz von Technologien im MANV. Durch die neuen Technologien entsteht eine zusätzliche Komplexität, durch die sich das Management wandeln kann. Die Notwendigkeit der stetigen Veränderung und Anpassung im MANV führt zu Veränderungen in der Vorbereitung auf den MANV, zum Wandel der Bedeutung von Entscheidungen und zur Änderung der Rolle von Organisationen im MANV. Der Fokus der Vorbereitung liegt zukünftig auf Kontinuität und der Einbeziehung aller verfügbaren Ressourcen. Das Ziel wird sein, die existierenden Pläne weiterzuentwickeln, um die Schäden im MANV weiter zu reduzieren. Eine zentrale Koordinierung der dezentralen Vorbereitung ist in der Zukunft ein wichtiger Schritt für das Erreichen eines flächendeckenden Standards. Die Bedeutung der Entscheidungen im MANV wird zukünftig noch zunehmen. Technologie wird nur dann erfolgreich zum Einsatz kommen,

wenn sie gute Entscheidungen ermöglicht. Das Treffen besserer Entscheidungen ist der Weg zur Verbesserung von Effektivität und Effizienz im MANV. Entscheidungen werden zukünftig von einem noch stärkeren Bewusstsein für die Folgen geprägt sein, da durch vernetzte Kommunikation die Entscheidungen weitreichende Konsequenzen haben werden. Der MANV wird auch zukünftig einen starken Einfluss auf Organisationen und Gesellschaft nehmen. Die Informationen zum Ereignis sind sowohl für Wirtschaft und Medien als auch für Krankenhäuser von Interesse. Die Krankenhäuser sind im MANV die wichtigste Organisation außerhalb des Schadensgebiets. Zukünftig wird aber aufgrund der bidirektionalen Kommunikation nicht nur der MANV die Organisationen verändern, sondern der Zustand der Organisationen, beispielsweise der Krankenhäuser, wird auch die Arbeit im MANV beeinflussen. Die veränderte Vorbereitung auf den MANV, die neue Bedeutung von Entscheidungen und der Einfluss von Organisationen auf den MANV führen zu neuen Herausforderungen. Durch die Integration von Technologien in die Vorbereitung werden neue Fragen hinsichtlich Rechtmäßigkeit, Haftung und Ethik aufgeworfen. Die größere Bedeutung von Entscheidungen führt für die Einsatzleiter zu einer zusätzlichen Belastung, da deren Entscheidungen durch den Einsatz von Technologien noch weitreichender sein werden. Durch die bidirektionale Kommunikation zwischen externen Organisationen und Einsatzkräften im MANV steigt zudem die Verantwortung der Einsatzkräfte, die Informationen vor Ort genau und exakt zu erfassen. Die größte Herausforderung der Zukunft ist jedoch, die Erfahrungen aus Krisenregionen in das deutsche Rettungswesen zu übernehmen, sofern diese übertragbar sind.

Es bleibt zu hoffen, dass sich die in das Management des MANV involvierten Organisationen einer stetigen Veränderung und Anpassung unterziehen, um so stets bestens auf den hoffentlich nie eintretenden Ernstfall vorbereitet zu sein. Wohl dem, der nicht hoffen muss, sondern glauben darf: "Meine Zeit steht in deinen Händen. Errette mich von der Hand meiner Feinde und von denen, die mich verfolgen." [Psalm 31,16]