

## **Eingabegeräte und Eingabeverfahren im Kontext beanspruchender Tätigkeiten bei Massenanfällen von Verletzten**

Tilo Mentler, Martin Christof Kindsmüller, Timo Rumland & Michael Herczeg

### **Zusammenfassung**

Während im Freizeit- und Unterhaltungsbereich ein schrittweises Bewältigen von Interaktionsmöglichkeiten als spielerisches Element verstanden werden kann und Fehler in der Regel kaum mit schwerwiegenden Folgen verbunden sind, kann bei sicherheits- oder zeitkritischen Mensch-Maschine-Systemen die unmittelbare Gebrauchstauglichkeit einer Benutzungsschnittstelle von entscheidender Bedeutung sein. Eingabegeräte und -verfahren müssen insbesondere bei beanspruchenden Tätigkeiten kritisch hinsichtlich ihrer Eignung für die Benutzer und deren Aufgaben in Bezug auf den aktuellen Anwendungskontext beurteilt werden. Dies gilt grundsätzlich auch für Ansätze, die eine natürliche Bedienung versprechen. Nach der einführenden Bewertung einzelner Technologien (Sprache, Gestik, Touch) und Geräte (Tablet-PCs, Smartphones) werden in diesem Beitrag die Potenziale und Grenzen innovativer Benutzungsschnittstellen am Beispiel der mobilen Datenerfassung bei Massenanfällen von Verletzten diskutiert. In diesem Zusammenhang wird auf die Kombination aktueller Eingabegeräte (Tablet-PCs) und Interaktionsparadigmen (Touch) mit einer möglichst einfachen, konservativen Interaktionsgestaltung eingegangen.

### **1 Einleitung**

Alternative, ggf. multimodale Benutzungsschnittstellen, bei denen die Ein- und Ausgabe nicht vorrangig auf einer Kombination aus Zeigeinstrument, Tastatur und Bildschirm basiert, werden bereits seit mehreren Jahrzehnten erforscht und seit über 30 Jahren prototypisch realisiert. Stellvertretend sei die am Massachusetts Institute of Technology entwickelte Sprach- und Gestensteuerung „Put-that-there“ genannt (Bolt, 1980).

Im Zusammenhang mit sicherheits- oder zeitkritischen Mensch-Maschine-Systemen und beanspruchenden Tätigkeiten konnten sich entsprechende Ansätze bislang jedoch kaum durchsetzen. Bis heute bilden Kommandozeileninterpreter, das WIMP-Paradigma<sup>1</sup> und das Konzept der direkten Manipulation die Grundlage vieler Anwendungssysteme. In Bereichen wie dem Gesundheitswesen oder der Flugsicherung war noch vor wenigen Jahren – und ist teilweise noch heute –

---

<sup>1</sup> Windows, Icons, Menus, Pointing Devices

Papier das vorherrschende Medium oder zumindest ein Leitmedium (Cohen & McGee, 2004).

Natürlichere Bedienkonzepte, die den kognitiven Fähigkeiten des Menschen besser entsprechen, sollen einerseits zur Zufriedenheit der Benutzer beitragen und andererseits die Vermeidung von Fehlern unterstützen. Allerdings dürfen Formulierungen wie „realitätsbasierte Interaktion“ (*Reality-Based Interaction, RBI*, Jacob et al., 2008) oder „natürliche Benutzungsschnittstelle“ (*Natural User Interface, NCI*) nicht darüber hinweg täuschen, dass auch diese Paradigmen und Technologien keine Verbesserungen per se darstellen und stets im Kontext betrachtet werden müssen. So warnt Nielsen (1993) im Zusammenhang mit seinen zum damaligen Zeitpunkt visionären Überlegungen zur Steuerung durch Sprache, Gesten oder Touch vor der Annahme, dass neue Eingabegeräte und -verfahren automatisch zu gebrauchstauglicheren Lösungen führen würden. Weiterhin muss die Feststellung von Hickley (2003) berücksichtigt werden, dass sich die Wahrnehmung und die kognitiven Fähigkeiten der Menschen nicht in dem Maße entwickeln und verändern wie Technologien.

Ulich (2005, S. 459) definiert Beanspruchungen als die Auswirkungen objektiver, von außen einwirkender Größen und Faktoren, im und auf den Menschen. Dabei handelt es sich nicht um einfache Reiz-Reaktions-Muster. Vielmehr lassen sich individuelle Unterschiede feststellen. Dennoch können sich Beanspruchungen bei Menschen im Allgemeinen negativ auf folgende Aspekte auswirken (a.a.O., S. 460):

1. physisch (z.B. erhöhte Herzfrequenz, Adrenalinausschüttung);
2. psychisch (z.B. Anspannung, Ärger, Frustration);
3. verhaltensmäßig (z.B. Leistungsschwankungen, Nachlassen der Konzentration, schlechte sensumotorische Koordination).

Eine Benutzungsschnittstelle, die bestenfalls als Vermittler und schlimmstenfalls als Hindernis zwischen den Absichten des Benutzers und der Zielerreichung wirkt, und überspitzt als „notwendiges Übel“ (van Dam, 1997, S. 64) bezeichnet werden kann, sollte diese negativen Beanspruchungsfolgen zumindest nicht verstärken. Sie muss in jedem Fall unter Berücksichtigung dieser konzipiert werden.

Norman (2010) benennt als einen der größten Vorteile traditioneller grafischer Benutzungsoberflächen die Sichtbarkeit sowohl der Handlungsmöglichkeiten (z.B. in einem Menü) als auch der Auslösebedingungen (z.B. durch das Anklicken eines Symbols). In Verbindung mit dem Konzept der direkten Manipulation, das auf Analogien zu menschlichen Fähigkeiten (Zeigen, Greifen, Bewegen) statt auf trainiertem Verhalten basiert, können entsprechend gestaltete Anwendungssysteme insbesondere für unerfahrene Benutzer geeignet sein (Jacob, 1996). Da nicht nur Unerfahrenheit, sondern auch Stressbelastung im Rahmen beanspruchender Tätigkeiten dazu führen kann, dass Lösungsmuster nicht umgesetzt werden

können, sind die Sichtbarkeit der ausführbaren Operationen, die Direktheit der Interaktion und die (gefühlte) Einbezogenheit der Benutzer in die Anwendungswelt auch im Kontext sicherheits- und zeitkritischer Mensch-Maschine-Systeme nicht zu vernachlässigende Aspekte.

Da die bisherigen Konzepte nur begrenzt auf neue Eingabegeräte und -verfahren übertragen werden können, müssen geeignete Modelle entwickelt und evaluiert werden. Norman (2010, S. 9) mahnt an, dass weitere Lern- und Denkprozesse notwendig sind, bevor neuartige Interaktionsparadigmen in der Praxis eingesetzt werden.

Dass die beschriebene Problematik nicht nur rein theoretischer Natur ist, lässt sich am Beispiel der Mensch-Computer-Interaktion in Operationssälen aufzeigen. Zwar sind berührungslose Eingabeformen prädestiniert für die dortigen Anforderungen an die Sterilität, jedoch müssen Lösungen auf Grundlage der Sprachsteuerung zum jetzigen Zeitpunkt als „fehlerhaft“ (Penne et al., 2009, S. 14) bezeichnet werden und sind daher nicht gebrauchstauglich. Unsicherheiten über den Erfolg einer Eingabe oder das mehrmalige Wiederholen eines Kommandos können sich negativ auf den Benutzer und in Folge dessen auch auf den Patienten auswirken. Ansätze, die auf der Steuerung durch Gesten basieren, wirken demgegenüber vielversprechender. Allerdings deuten beispielsweise die signifikanten Unterschiede, die zwischen dem Klicken durch Warten und dem Klicken durch Bewegung hinsichtlich der Lernzeit, der Genauigkeit, der minimalen Buttongröße und der subjektiven Zufriedenheit bestehen, darauf hin, dass die konkrete Realisierung im Detail die Gebrauchstauglichkeit der Benutzungsschnittstelle entscheidend beeinflusst (Penne et al., 2009). Hierzu existieren bislang aber kaum allgemeingültige Empfehlungen oder Erfahrungswerte, die von einzelnen Applikationen generalisiert werden können.

## **2 Eingabeverfahren**

Im Folgenden werden Sprache, Gesten und Touch als mögliche Eingabeverfahren im Bereich der sicherheitskritischen Mensch-Maschine-Systeme diskutiert und die jeweils bestehenden Herausforderungen hervorgehoben.

### **2.1 Sprache**

Die Steuerung durch Sprache wird bereits seit über 30 Jahren (vgl. beispielsweise Strass et al., 1982) als wichtige und für den Benutzer vorteilhafte Interaktionsform diskutiert. Die zentralen Frage- und Problemstellungen haben sich trotz deutlicher Fortschritte seitdem jedoch kaum verändert.

Während formale Kommandosprachen zur Kommandozeilensteuerung vergleichbare Vorkenntnisse über den Befehlssatz voraussetzen und gesondert gelernt werden müssen, kann natürliche Sprache bis heute nur in sehr eingeschränkten Kontexten verarbeitet werden. Die Erkennungsraten sind ohne vorheriges Training oftmals nicht ausreichend (Taib et al., 2006). Darüber hinaus ist kritisch zu hinterfragen, ob eine natürlichsprachliche Interaktion überhaupt für sicherheits-

oder zeitkritische Mensch-Maschine-Systeme geeignet sein kann (Lee, 2010). Versprecher, Missverständnisse oder Fehler auf lexikalischer, syntaktischer oder semantischer Ebene müssen dabei ebenso berücksichtigt werden, wie die Tatsache, dass eine gesprochene Nachricht nicht ausschließlich auf Grundlage der eigentlichen Worte interpretiert werden kann. Emotionale Aspekte werden aber im Rahmen der Forschung zur Spracherkennung und Sprachverarbeitung bislang kaum berücksichtigt (Jaimes & Sebe, 2007).

Unabhängig von den Entwicklungsfortschritten bei Hardwarekomponenten und Algorithmen bestehen zwei grundsätzliche Probleme:

1. Die kognitive Belastung des Benutzers ist bei der Steuerung durch Sprache höher als bei anderen Interaktionsformen (Shneiderman, 2000).
2. Arbeitsumgebungen mit einem hohen Geräuschpegel erschweren die Spracherkennung deutlich.

Aus diesen Gründen und dem vergleichsweise hohen Implementierungsaufwand muss die Entscheidung für eine Steuerung durch Sprache sorgfältig abgewägt und in vielen Fällen verworfen werden.

## 2.2 Gestik

Die Steuerung durch Gesten stellt insbesondere für Anwendungsbereiche, in denen die Berührung des Eingabegerätes nicht oder nur mit Einschränkungen der eigentlichen Tätigkeit möglich ist, eine denkbare Lösung dar. Allerdings deutet Norman (2010, S. 8) mit seiner Vorhersage, dass das Timing und die Dynamik von Gesten zukünftig Gegenstand vieler Dissertationen und Konferenzbeiträge sein wird, an, dass im Zusammenhang mit diesem Eingabeverfahren noch viele Fragen ungeklärt sind.

Nur wenige der Gesten, die im Bereich der gestenbasierten Interaktion diskutiert werden, sind natürlichen Ursprungs. Bedeutungsunterschiede existieren oft nicht nur auf kultureller, sondern auch auf individueller Ebene. Somit besteht analog zur Sprachsteuerung das Problem, dass der Befehlssatz eines Anwendungssystems gesondert erlernt und auch noch unter hoher Belastung oder sogar Stress sicher erinnert werden muss. Die zur natürlichsprachlichen Interaktion vergleichbare Variante der korrekten Interpretation aller denkbaren Hand- bzw. Körperbewegungen erscheint ob ihrer Vielzahl, Variabilität und der mangelnden Eindeutigkeit kaum realisierbar. Darüber hinaus würde sich die sogenannte „Midas-Touch-Problematik“ des unabsichtlichen Funktionsaufrufs in diesem Fall noch verschärfen. Zusätzlich sind Gesten im Alltag oftmals mit parallelem Sprechen und dem Einsatz beider, sich ggf. überdeckender Hände verbunden. Dies stellt hohe Anforderungen an die technische Realisierung einer entsprechenden Benutzungsschnittstelle. Längere Verarbeitungs- und Reaktionszeiten, die ein unmittelbares Feedback behindern, sind zu erwarten. Letzteres wirkt sich jedoch stark negativ auf die effiziente und sichere Bedienung einer Applikation aus (Barré et al., 2009; Jaimes & Sebe, 2007; Lee, 2010; Norman, 2010).

### 2.3 Touch

Touchscreens ermöglichen eine direkte Eingabe und Steuerung per Hand oder Stift. Allerdings sind mit der Verschmelzung von Eingabegerät und Bildschirm auch Schwierigkeiten verbunden, die zur Verunsicherung der Benutzer beitragen können. Benko und Widgor (2010) erläutern sieben Probleme:

1. fehlendes haptisches Feedback, um den Moment des Auslösens einer Funktion für den Benutzer nachvollziehbar zu machen;
2. Elemente der Benutzungsoberfläche können nicht mit einem Hoverstatus (Element offenbart seine Funktion beim Überstreichen mit dem Zeigegerät) versehen werden;
3. Okklusion, d.h. das Verdecken des Zieles, kurz bevor es berührt wird;
4. mangelnde Präzision bei der Auswahl von kleinen Elementen;
5. unbeabsichtigte Aktivierung von Funktionen;
6. Gestaltung des Feedbacks beim Betätigen von Elementen, die prinzipiell nicht auf Berührung reagieren sollen (z.B. Hintergrundbilder, deaktivierte Buttons) oder bereits durch andere Kontakte aktiviert sind;
7. Reaktion beim und Verdeutlichen des Erreichens von Manipulationsgrenzen bestimmter Objekte (z.B. durch die Größe des beinhaltenden Containers).

## 3 Eingabegeräte

Eingabeverfahren müssen immer im Zusammenhang mit der zum Zeitpunkt der Entwicklung verfügbaren Hardware, d.h. den entsprechenden Eingabegeräten betrachtet werden. Der Druckpunkt einer Tastatur, die Empfindlichkeit eines Touchscreens oder die Qualität eines Mikrofons wirken sich unmittelbar auf die Gebrauchstauglichkeit der Benutzungsschnittstelle aus. Ist den Anwendungsentwicklern und Designern das konkrete Endgerät unbekannt und wird nur durch ein prinzipiell vergleichbares Produkt simuliert, werden bestimmte Mängel spät, im ungünstigsten Fall erst durch die Benutzer aufgedeckt.

Abgesehen von den Unterschieden zwischen den Vertretern innerhalb einer Geräteklasse, beeinflusst die Entscheidung für eine bestimmte und gegen eine andere Geräteklasse die Gestaltung der Benutzungsschnittstelle entscheidend. Dies gilt in besonderer Weise für den mobilen Kontext.

Peng et al. (2009) vergleichen die Eigenschaften von Tablet-PCs, Notebooks und PDAs/Smartphones hinsichtlich verschiedener Faktoren (z.B. Mobilität, Betriebssystem, Schrifterkennung). Sie stellen fest, dass Tablet-PCs die jeweiligen Vorteile von Notebooks (z.B. Bildschirmgröße) und PDAs (z.B. flexibler Transport) kombinieren und eine Verbesserung bzgl. bestimmter Schwachpunkte (z.B. Schrifterkennung) darstellen. Silvey et al. (2005) setzen Tablet-PCs und PDAs/Smartphones im Rahmen der Dokumentation von augenärztlichen Behandlungen ein und führen eine Evaluation unter den Benutzern mit folgenden Ergebnissen durch:

1. Im Vergleich zur Arbeit mit einem PDA/Smartphone wird die Arbeit mit einem Tablet-PC von den Benutzern als einfacher, zufriedenstellender und effizienter empfunden.
2. Der Inhalt einer Bildschirmmaske auf dem Tablet-PC erfordert 5 Masken auf dem PDA/Smartphone.

Auch wenn diese Aussagen aufgrund des individuellen Anwendungssystems und -bereiches nicht unmittelbar verallgemeinert werden können, deuten sie auf die Vorteile von Tablet-PCs bei der Darstellung und Eingabe umfangreicher Datensätze hin, die beispielsweise auch bei der Lagebeurteilung oder Patientendokumentation im Rahmen eines Großschadensereignisses auftreten.

#### **4 Massenanfall von Verletzten**

Ein Massenanfall, als „Notfall mit einer größeren Anzahl von Verletzten oder Erkrankten sowie anderen Geschädigten oder Betroffenen, der mit der vorhandenen und einsetzbaren Vorhaltung des Rettungsdienstes aus dem Rettungsdienstbereich versorgt werden kann“ (DIN 13050, 2002, S. 56), ist mehr als die Summe einzelner Notfälle. Das Missverhältnis zwischen Hilfebedürftigen und Hilfeleistenden sowie die im Vergleich zu alltäglichen Einsätze große Zahl involvierten Personals verlangen besondere Organisationsformen und Einsatztaktiken.

Um eine bestmögliche präklinische Versorgung und Betreuung gewährleisten zu können, muss der Überblick über die Patienten und die Schwere ihrer Verletzungen im Mittelpunkt aller Aktivitäten stehen. Gegenwärtig werden die Informationen fernmündlich per Funkgerät und Mobiltelefon, durch schriftliche Dokumentation und durch persönliche Mitteilung kommuniziert. Auch der Einsatz von Meldern kann notwendig sein, falls die Einsatzstelle ein räumlich großes Ausmaß aufweist oder das Mobilfunknetz ausfällt. Computerbasierte Werkzeuge und Systeme zur Erfassung und Verarbeitung relevanter Daten sind bislang weder in Deutschland noch in anderen Staaten etabliert. Dabei muss berücksichtigt werden, dass Massenanfälle von Verletzten einen äußerst geringen Anteil der rettungsdienstlichen Einsätze darstellen. Beispielsweise wurden zwischen 1997 und 2002 im Rettungsdienstbereich Augsburg 75 Großeinsätze bei insgesamt mehr als 500000 Einsatzaufträgen registriert (Beck et al., 2002).

##### **4.1 Analyse**

Vor der Konzeption und Realisierung eines Anwendungssystems und seiner Benutzungsschnittstelle sind im Sinne einer gebrauchstauglichen Lösung die späteren Benutzer, ihre konkreten Aufgaben, die Arbeitsabläufe (Organisation) sowie die Arbeitsumgebungen (Kontext) zu analysieren (Herczeg, 2009).

###### **4.1.1 Benutzer**

Notärzte und das Rettungsfachpersonal (Rettungsassistenten, -sanitäter, -helfer) sind die potenziellen Benutzer einer mobilen Datenerfassung am Einsatzort. Sie unterscheiden sich nicht nur bzgl. ihrer Fachkenntnisse und Fähigkeiten, sondern auch im Hinblick auf die in der Praxis gesammelten Erfahrungswerte. Diese

können nach Nielsen (2006) anhand der folgenden drei Dimensionen charakterisiert werden:

1. die Erfahrung mit Computern im Allgemeinen,
2. die Erfahrung mit dem spezifischen Anwendungssystem,
3. die Erfahrung mit bzw. in dem Anwendungsbereich.

Weder im Rahmen der ärztlichen Ausbildung noch bei den entsprechenden Qualifizierungsmaßnahmen zum Notarzt stellt die Arbeit mit computerbasierten Werkzeugen oder Systemen einen besonderen Schwerpunkt dar. Einzig die Anwendung medizintechnischer Produkte (z.B. Defibrillatoren) weist in diese Richtung. Vergleichbare Aussagen lassen sich für das Rettungsfachpersonal treffen. Darüber hinaus konnten zu dieser Thematik keine Untersuchungen gefunden werden.

Eindeutige Feststellungen können hinsichtlich der Erfahrung mit spezifischen Anwendungssystemen getroffen werden. Weder in Deutschland noch in anderen Staaten werden mobile computerbasierte Werkzeuge bei einem Massenansturm von Verletzten vor Ort eingesetzt. Auch im regulären Rettungsdienst werden erst allmählich rechnerbasierte Systemlösungen eingeführt. Papier ist im Regelbetrieb noch immer das vorherrschende Medium.

Zur Erfahrung mit bzw. in dem Anwendungsbereich stellt Lipp (2001, S. 1147) fest, dass „das Thema Massenansturm von Patienten [...] sowohl im Bereich der Ausbildung von Helferinnen und Helfern im Katastrophenschutz als auch des RD-Personals [Rettungsdienstpersonals] zum einen theoretisch gelehrt und gelernt [wird], zum anderen werden auch praktische Übungen durchgeführt. Beides jedoch kann selten so intensiv getrieben werden, dass von einem routinierten Verhalten des Einsatzpersonals bei derartigen Geschehen gesprochen werden kann.“ Scholz et al. (2007, S. 576f) benennen verschiedene Probleme, die bei Großübungen und realen Einsätzen wiederkehrend beobachtet werden. Hierzu zählen neben der Unerfahrenheit der Einsatzkräfte auch eine unzureichende Kommunikation und Dokumentation vor Ort.

Aus diesen Betrachtungen folgt, dass sich die potenziellen Benutzer mit wenigen Ausnahmen in folgende basale Benutzerklassen (vgl. Herczeg, 2009) einordnen lassen:

1. Unerfahrene Benutzer, „die gerade beginnen, ein Anwendungssystem kennen zu lernen“ (a.a.O., S. 83). Hierzu zählen alle Rettungsdienstmitarbeiter, die das System noch nie oder nur sehr selten benutzt haben.
2. Gelegenheitsbenutzer, die „ein Anwendungssystem nur selten benutzen und keine Routine entwickeln“ (ebd.). Dies sind alle Einsatzkräfte, die das System schon bei mehreren Großübungen oder realen Massenanstürmen in kürzerem zeitlichem Abstand eingesetzt haben.

### 4.1.2 Aufgaben

Bei einem Massenanfall von Verletzten werden die Einsatzkräfte mit einer Vielzahl von Aufgaben konfrontiert, die im Regelbetrieb gar nicht oder nur in begrenztem Umfang auftreten. Neben der Ordnung des Raumes und des Einsatzablaufes ist Personal in ungewohnten Konstellationen und Größenordnungen zu führen und anzuleiten. Behandlungs-, Betreuungs- und Transportkonzepte müssen an die Umstände angepasst werden, die maßgeblich durch einen Mangel an personellen und materiellen Ressourcen sowie die Notwendigkeit der Priorisierung von Aufgaben gekennzeichnet sind. In diesem Zusammenhang ist die Sichtung, d.h. „die ärztliche Beurteilung und Entscheidung über die Priorität der Versorgung von Patienten hinsichtlich Art und Umfang der Behandlung sowie über Zeitpunkt, Art und Ziel des Transportes“ (DIN 13050, 2002, S. 59) besonders hervorzuheben. Dieser Prozess kann durch Sichtungsalgorithmen unterstützt werden, die anhand weniger Parameter die Einordnung eines Verletzten ermöglichen. Die Sichtungsergebnisse sind ebenso wie Diagnosen, eingeleitete Maßnahmen oder verabreichte Medikamente zu dokumentieren und den Patienten zuzuordnen. Um der rettungsdienstlichen Einsatzleitung (siehe Abschnitt 4.1.3) eine Lagebeurteilung zu ermöglichen, müssen alle Maßnahmen kommuniziert und in geeigneter Form (Tabellen, Diagramme) zusammengefasst werden.

### 4.1.3 Organisation

Die Analyse der Aufbau- und Ablauforganisation ist aufgrund der rechtlichen Zuständigkeit der einzelnen Bundesländer und den unterschiedlichen Strukturen der jeweiligen Rettungsdienstträger schwierig. Üblich ist die Führung des medizinischen Personals durch eine rettungsdienstliche Einsatzleitung. Sie besteht in der Regel aus einem Leitenden Notarzt und einem Organisatorischen Leiter Rettungsdienst. Zu ihrer Entlastung und Unterstützung können Abschnittsleiter ernannt werden, die die Maßnahmen in bestimmten Teilgebieten oder funktionalen Bereichen koordinieren. Exemplarisch kann von folgender Gliederung ausgegangen werden:

1. Einsatzabschnitt Technische Rettung (gebildet durch die Feuerwehr);
2. Einsatzabschnitt Medizinische Rettung (unterteilt in Patientenablage, Behandlungsplatz und Transportorganisation);
3. Einsatzabschnitt Bereitstellungsraum;
4. Einsatzabschnitt Betreuung.

Die Abläufe müssen auf die Bedürfnisse der Patienten, die Konzentration von Ressourcen und die Priorisierung von Aufgaben ausgerichtet sein. Nach der Rettung aus dem Schadensgebiet erfolgt eine nach Dringlichkeit geordnete Zuführung der Betroffenen von der Patientenablage zum Behandlungsplatz. Dort wird versucht, die Transportfähigkeit der Patienten durch die medizinische Versorgung her- bzw. sicherzustellen. Die Bereitstellung geeigneter Transportmittel und der Abtransport werden im Unterabschnitt Transportorganisation geregelt.



Da schon aus Platzgründen nicht alle Fahrzeuge direkt im Einsatzgebiet vorgehalten werden können, wird ein ausreichend dimensionierter Bereitstellungsraum in der Nähe eingerichtet. Personen, die keiner weiteren medizinischen Versorgung aber der Betreuung bedürfen, werden im entsprechenden Bereich aufgenommen. Von entscheidender Bedeutung für den Einsatzverlauf ist die Kommunikation zwischen den und innerhalb der Einsatzabschnitte. Beispielsweise muss die rettungsdienstliche Einsatzleitung sowohl über die Auslastung des Behandlungsplatzes als auch über die verfügbaren Kapazitäten im Bereitstellungsraum informiert werden. Diese Informationsflüsse gestalten sich momentan durch die Vielzahl der Kommunikationswege und die fehlende Prozessunterstützung schwierig (Luiz et al., 2010).

#### 4.1.4 Kontext

Massenanfälle von Verletzten können nicht auf bestimmte räumliche oder zeitliche Kontexte eingegrenzt werden. Daher können die eigentlichen Arbeitsplätze vielfältig ausfallen. Von der Arbeit unter freiem Himmel bis zu mit Informations- und Kommunikationstechnologie ausgestatteten Einsatzleitwagen kann nichts ausgeschlossen werden. In jedem Fall ist von einem mobilen Kontext auszugehen, da sich die Einsatzkräfte an der Schadensstelle bewegen und nicht zur Rückkehr an feste Punkte gezwungen sein sollten. Die Arbeitsbedingungen lassen sich durch das gleichzeitige Auftreten verschiedener Stressfaktoren charakterisieren. Waterstraat (2006, S. 38f) nennt u. a. folgende Stressoren:

- der Anblick einer Vielzahl von Verletzten, Verstümmelten und Toten,
- der Zwang, Verletzte unbehandelt zu verlassen,
- Lärm, Schreie, Witterungsbedingungen und Gerüche.

Sie stellen in ihrer Gesamtheit eine außergewöhnliche psychische Belastung dar, die nicht mit dem rettungsdienstlichen Alltag zu vergleichen ist.

## 4.2 Schlussfolgerungen

Ausgehend von den bisherigen Betrachtungen werden nachfolgend die Potenziale und Grenzen einzelner innovativer Eingabeverfahren und Eingabegeräte im Rahmen eines Massenanfalls von Verletzten beurteilt.

### 4.2.1 Eingabeverfahren

Sprache und Gesten werden als Eingabeverfahren gänzlich ausgeschlossen. Schon das notwendige Erinnern an die jeweiligen Kommandos und ihre korrekte Durchführung ist für unerfahrene oder gelegentliche Benutzer unter den skizzierten Bedingungen kaum zu gewährleisten. Darüber hinaus können die beschriebenen Schwierigkeiten (Erkennungsrate bei Umgebungsgeräuschen, kognitive Belastung, Verarbeitungs- und Reaktionszeiten) die schon durch die ungewohnte Einsatzsituation erzeugte Unsicherheit der Einsatzkräfte noch verstärken.

Toucheingaben in Form einfacher Zeige- und Klickhandlungen stellen dagegen einen geeigneten Kompromiss zwischen den Anforderungen des mobilen Kontextes und der Gebrauchstauglichkeit der Benutzungsschnittstelle dar. Mit der

Touchsteuerung verbundene Gesten (z.B. Ziehen oder Wischen) sollten aufgrund der obigen Aussagen vermieden werden. Wichtiger sind in diesem Zusammenhang große Steuerelemente mit aussagekräftigen Beschriftungen, die Sichtbarkeit der Handlungsoptionen sowie die schnelle Erreichbarkeit wichtiger Information zum Einsatzverlauf und zu einzelnen Patienten.

#### 4.2.2 Eingabegerät

Wegen der Variabilität der Arbeitsumgebungen und Arbeitsplätze wird in jedem Fall ein mobiles Endgerät benötigt. Tablet-PCs bilden aufgrund der beschriebenen Vorteile gegenüber Notebooks und PDAs/Smartphones die geeignete Geräteklasse und können sowohl von der rettungsdienstlichen Einsatzleitung als auch von allen anderen Einsatzkräften genutzt werden. Die im Rahmen anderer Projekte (siehe z.B. Killeen et al., 2006) praktizierte Variante, dass in Abhängigkeit von der einsatzbezogenen Funktion unterschiedliche Gerätetypen verwendet werden, kann entfallen. Somit müssen die Benutzer nur eine Benutzungsschnittstelle „erlernen“ und können im Einsatzverlauf leichter eine andere Aufgabe übernehmen

Tablet-PCs können im Hinblick auf ihre Bedienung weiter unterschieden werden. Sie kann in Abhängigkeit vom Touchscreen durch einen speziellen Stift, ein oder mehrere Finger oder die Kombination beider Möglichkeiten erfolgen. Für die Anwendung bei einem Massenanfall von Verletzten bietet ein ausschließlich stiftbedienbares Modell Vorteile gegenüber den anderen Varianten. Einerseits kann durch das unabsichtliche Berühren der Oberfläche mit Fingern oder anderen Körperteilen keine Funktion ausgelöst werden, andererseits werden mögliche Schwierigkeiten durch Handschuhe oder verschmutzte Hände von vornherein ausgeschlossen. Der in verschiedenen Publikationen (siehe z.B. Nestler & Klincker, 2009, S. 177) erwähnten Gefahr des Stiftverlustes wird von vielen Herstellern mit einem am Gerät befestigten flexiblen Band begegnet.

## 5 Prototyp

Bei der Gestaltung und Realisierung der Benutzungsschnittstelle wurden neben den Besonderheiten der Touchsteuerung insbesondere die Dialogkriterien nach ISO 9241-110 (Herczeg, 2009, S. 168ff) berücksichtigt. So wird beispielsweise die Aufgabenangemessenheit der Dialoge und der Funktionalität durch rollenbezogene Teilbereiche für die rettungsdienstliche Einsatzleitung (siehe Bild 1), den Abschnittsleiter Bereitstellungsraum und andere Einsatzkräfte gewährleistet. Diese Auswahlmöglichkeiten leiten sich direkt aus der Aufbauorganisation bei einem Massenanfall von Verletzten ab, werden zusätzlich kurz erläutert und sollen den Einstieg in die Systemnutzung erleichtern.

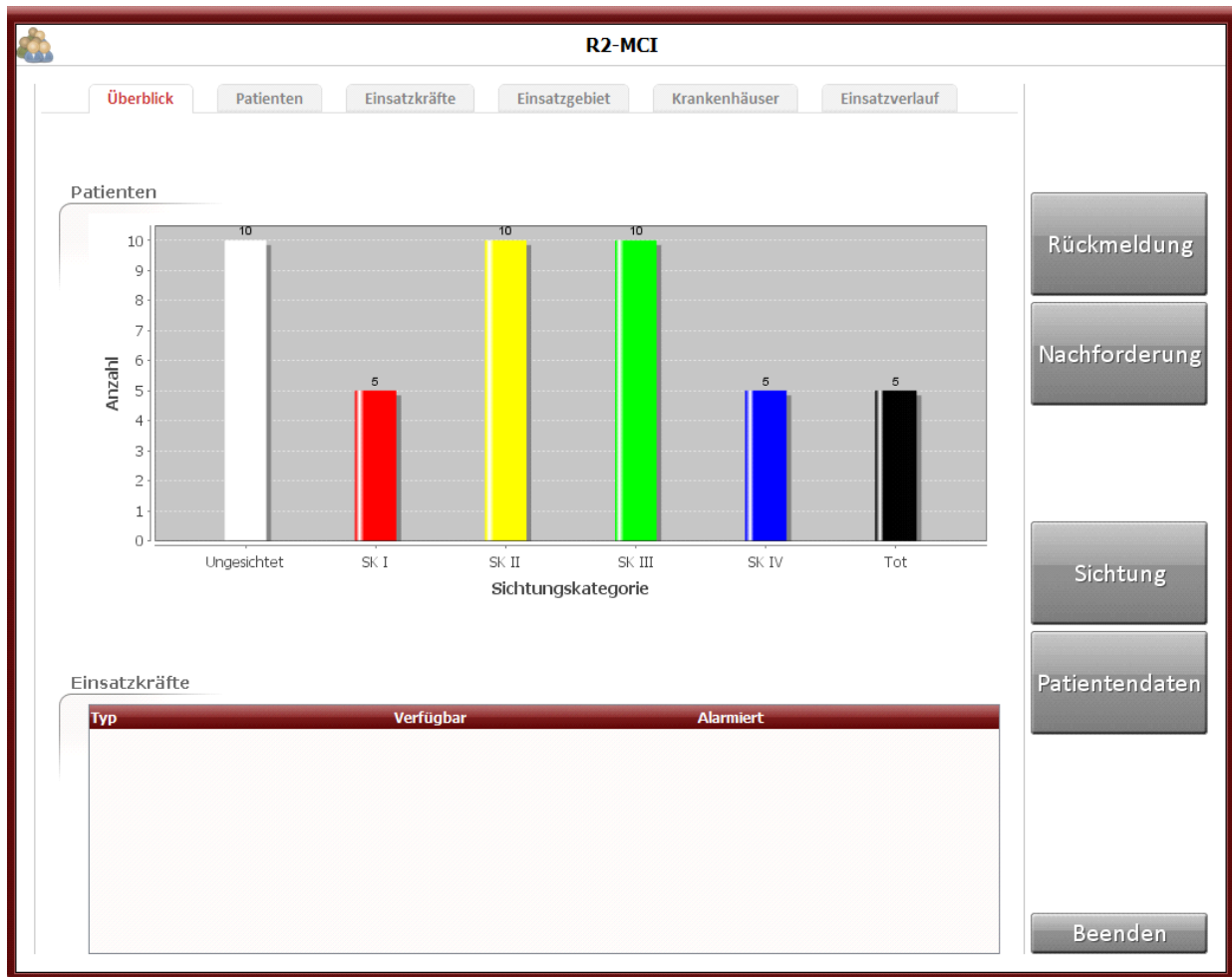


Bild 1: Ansicht für die rettungsdienstliche Einsatzleitung

Darüber hinaus unterstützen Assistenten die Entscheidungsfindung und das schrittweise Erledigen von Aufgaben. Dazu zählen die Sichtung von Patienten, die Dokumentation von Patientendaten, die Formulierung von Rückmeldungen und die Nachforderung von Rettungsmitteln.

Weiterhin wird der Forderung „avoid too many alternatives and modes“ (Leitner, Ahlström & Hitz, 2007) entsprochen. Dieser indirekte Widerspruch zum Dialogkriterium der Individualisierbarkeit lässt sich mit der Feststellung begründen, „dass Benutzer eher selten in der Lage sind, ihre Systeme zu ihrem Vorteil zu individualisieren“ (Herczeg, 2009, S. 189). Insbesondere unerfahrene und gelegentliche Benutzer eines Anwendungssystems sollten unter zeitkritischen Bedingungen nicht unbeabsichtigt Änderungen vornehmen können – auch dann nicht, wenn Undo-Operationen möglich sind.

Zeitlich aufwendige und fehleranfällige Texteingaben werden, soweit möglich, vermieden. Statt ihrer kommen Textbausteine auf Basis von Stammdaten (Adressen, Diagnosen, Medikamente, Ergebnisse von Gefährdungsanalysen) zum Einsatz. Einfache Steuerelemente (Buttons, Tabs) und ein minimalistisches, schlichtes Design sollen die Orientierung erleichtern und die Systemnutzung beschleunigen. Die Fehlertoleranz wird durch Plausibilitätsprüfungen (z.B. eine

negative Anzahl nachgeforderter Rettungsmittel ist nicht möglich) und die gezielte Bereitstellung von Funktionalität (z.B. durch (De)aktivierung von Buttons) realisiert. Nicht offensichtliche Einschränkungen können selbstverständlich nur in enger Absprache mit Experten vorgenommen werden. Sie stellen dann jedoch ein hilfreiches Mittel zur Vermeidung von Bedienproblemen dar. Auf diese Weise sollen Fehler ausschließlich auf fachlicher Ebene (z.B. eine unangemessen Nachforderung) auftreten können, aber nicht durch das Anwendungssystem forciert werden.

Dem Widerspruch, einerseits möglichst viele Punkte in einem Dialog direkt auswählen zu können und andererseits den Überblick über die Steuerelemente und Textfelder zu gewährleisten, wurde mit der sogenannten Outlook-Bar begegnet (siehe Bild 2).

The image shows a dialog box titled "Qualifizierte Rückmeldung" (Qualified Feedback). At the top, it contains the instruction: "Für eine qualifizierte Rückmeldung, alle Bereiche öffnen und entsprechende Angaben machen." (For a qualified feedback, open all areas and make the corresponding entries). Below this is a vertical navigation bar (Outlook-Bar) with four sections: "Opfer" (Victims), "Gefährdungen" (Hazards), "Einsatzort und -art" (Location and type of incident), and "Einsatzkräfte" (Personnel). The "Opfer" section is currently expanded, showing a sub-header "Schätzen Sie die jeweilige Anzahl ab." (Estimate the respective number). Underneath, there are three rows of input fields: "Tote:" (Dead), "Verletzte:" (Injured), and "Unverletzte:" (Uninjured). Each row contains five buttons with values 5, 10, 20, 50, and 100, followed by a button labeled "Andere Zahl" (Other number) and an empty text input field. At the bottom of the dialog, there are two main buttons: "Rückmeldung abbrechen" (Cancel feedback) and "Rückmeldung an die Leitstelle schicken" (Send feedback to the command center).

Bild 2: Dialog zum Formulieren einer qualifizierten Rückmeldung im Outlook-Bar-Design

Diese vertikale Navigationsleiste, deren einzelne Elemente aus- und eingeklappt werden können, ermöglicht dem Benutzer den direkten Zugriff auf verschiedene Bereiche, ohne die Zahl der sichtbaren Komponenten unverhältnismäßig zu erhöhen.

Bei dem System werden ausschließlich modale Dialoge eingesetzt. Sie schreiben dem Benutzer zwar eine Handlungsreihenfolge vor und können aus diesem Grund als Einschränkung oder gar Bevormundung empfunden werden, sind dafür jedoch mit einem einfachen und klaren Konzept verbunden. Dieses kann gerade in besonderen Belastungssituationen Fehlbedienungen vermeiden helfen. Cooper, Reimann und Cronin (2007, S. 509) bestätigen, dass modale Dialoge im Allgemeinen für die Benutzer am einfachsten zu verstehen sind.

## 6 Abschließende Bewertung

Ein Ersatz der derzeit papierbasierten Dokumentations- und Informationssysteme durch rechnergestützte Systemlösungen könnte die Arbeit der Einsatzkräfte vor Ort, aber auch die Koordination mit Leitstelle und Krankenhäusern vereinfachen und ggf. verbessern (Luiz et al., 2010; Scholz et al., 2007). Dass an Mensch und Technik hohe Anforderungen stellende Szenario eines Massenanfalls von Verletzten birgt dabei jedoch zahlreiche Schwierigkeiten. Die Unerfahrenheit der Benutzer im Anwendungsbereich und mit dem Anwendungssystem müssen ebenso berücksichtigt werden wie der Zeitdruck und die Auswirkungen weiterer Stressoren. Die unmittelbare Gebrauchstauglichkeit der Benutzungsschnittstelle ist von entscheidender Bedeutung für die Eignung des computerbasierten Werkzeuges. Nur wenn Daten effizient und sicher eingegeben und Information möglichst direkt abgerufen werden können, kommen die Vorteile einer rechnerbasierten Lösung zum Tragen. Längere Lernphasen zu Beginn des Einsatzes oder Verunsicherungen der Benutzer über den Verlauf der Interaktion würden die Versorgung von Patienten verzögern und die Etablierung geordneter Abläufe erschweren.

Neue Eingabegeräte und -verfahren können auch im Hinblick auf den mobilen Kontext und die Variabilität der Arbeitsplätze bei einem Massenanfall von Verletzten zur Lösung verschiedener technischer und ergonomischer Probleme beitragen. Allerdings muss eine sorgfältige Auswahl getroffen werden. Während einige Varianten (z.B. Sprach- oder Gestensteuerung) grundsätzlich ausgeschlossen werden müssen, sind andere (z.B. Touchsteuerung auf einem Smartphone) zumindest problematisch. Eine touchbasierte Interaktion mit einem Tablet-PC per Stift bildet eine vielversprechende Grundlage für eine gebrauchstaugliche Benutzungsschnittstelle. Ihre konkrete Realisierung erfordert allerdings intensive interdisziplinäre Zusammenarbeit.

## Literatur

- Barré, R., Chojecki, P., Leiner, U., Mühlbach, L., & Ruschin, D. (2009). Touchless Interaction- Novel Chances and Challenges. In *Proceedings of the 13th International Conference on Human-Computer Interaction, Part II, San Diego, CA, USA, 19.07.-24.07.09*, pp. 161-169. Berlin: Springer.
- Beck, A., Bayeff-Filloff, M., Bischoff, M., Schneider, B.M., & AG Notfallmedizin der DGU (2002). Analyse der Inzidenz und Ursachen von Großschadensereignissen in einem süddeutschen Rettungsdienstbereich. *Der Unfallchirurg*, 105 (11), 968-973.

- Benko, H., & Wigdor, D. (2010). Imprecision, Inaccuracy, and Frustration. In C. Müller-Tomfelde (Hrsg.), *Tabletops - Horizontal Interactive Displays*. London: Springer.
- Bolt, R.A. (1980). "Put-that-there": Voice and gesture at the graphics interface. In *SIGGRAPH '80: Proceedings of the 7th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, Seattle, WA, USA, 14.07-18.07.80*, pp. 262-270. New York, NY, USA: ACM.
- Cohen, P.R. & McGee, D.R. (2004). Tangible multimodal interfaces for safety-critical applications. *Communications of the ACM*, 47 (1), 41-46.
- Cooper, A., Reimann, R. & Cronin, D. (2007). *About face 3: The essentials of interaction design*. Indianapolis: Wiley.
- Deutsches Institut für Normung (2002). *Rettungswesen: Begriffe*. Berlin: Beuth.
- Herczeg, M. (2009). *Software-Ergonomie: Theorien, Modelle und Kriterien für gebrauchstaugliche interaktive Computersysteme*. München: Oldenbourg.
- Hickley, K. (2003). Input Technologies and Techniques. In J. A. Jacko & A. Sears (Hrsg.), *The human-computer interaction handbook. Fundamentals, evolving technologies and emerging applications* (S. 162-176). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Jacob, R.J.K. (1996). Human-computer interaction: input devices. *ACM Computing Surveys*, 28 (1), 177-179.
- Jacob, R.J.K., Girouard, A., Hirshfield, L.M., Horn, M. S., Shaer, O., Solovey, E.T., Zigelbaum, J. (2008). Reality-based interaction: a framework for post-WIMP interfaces. In *CHI '08: Proceeding of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems, Florence, Italy, 05.04.-10.04.08*, pp. 201-210. New York, NY, USA: ACM.
- Jaimes, A. & Sebe, N. (2007). Multimodal human-computer interaction: A survey. *Comput. Vis. Image Underst.*, 108 (1-2), 116-134.
- Killeen, J.P., Chan, T.C., Buono, C., Griswold, W.G. & Lenert, L.A. (2006). A wireless first responder handheld device for rapid triage, patient assessment and documentation during mass casualty incidents. In *AMIA Annual Symposium Proceedings*, pp. 429-433, AMIA.
- Lee, J. C. (2010). In search of a natural gesture. *XRDS*, 16 (4), 9-12.
- Leitner, G., Ahlström, D. & Hitz, M. (2007). Usability of Mobile Computing in Emergency Response Systems – Lessons Learned and Future Directions. In A. Holzinger (Hrsg.), *HCI and Usability for Medicine and Health Care* (Lecture Notes in Computer Science, Bd. 4799, S. 241-254). Berlin: Springer.
- Lipp, R. (2001). Massenansturm von Patienten: Sind wir ausreichend vorbereitet? *Rettungsdienst*, 24, 1147.
- Luiz, T., Lackner, C., Peter, H. & Schmidt, J. (2010). *Medizinische Gefahrenabwehr: Katastrophenmedizin und Krisenmanagement im Bevölkerungsschutz*. München: Elsevier Urban & Fischer.
- Nestler, S. & Klinker, G. (2009). Mobile User-Interfaces for Text Input in Time-Critical, Unstable and Life-Threatening Situations, *HCI International 2009 - Posters* (S. 176-180). Heidelberg: Springer.
- Nielsen, J. (1993). Noncommand user interfaces. *Commun. ACM*, 36 (4), 83-99.
- Nielsen, J. (2006). *Usability engineering*. Amsterdam: Kaufmann.
- Norman, D. A. (2010). The way I see it: Natural user interfaces are not natural. *interactions*, 17 (3), ACM, 6-10.

- Peng, C., Kao, W., Liang, Y. & Chiou, W. (2009). The Practices of Scenario Observation Approach in Defining Medical Tablet PC Applications. In J. Jacko (Hrsg.), *Human-Computer Interaction* (Lecture Notes in Computer Science, Bd. 4553, S. 518-524). Berlin: Springer.
- Penne, J., Soutschek, S., Stürmer, M., Schaller, C., Placht, S., Kornhuber, J. & Hornegger, J. (2009). Touchscreen ohne Touch - Berührungslose 3D Gesten-Interaktion für den Operationssaal. *i-com*, 8 (1), 19-23.
- Scholz, J., Sefrin, P., Böttiger, B. W., Döriges, V. & Wenzel, V. (Hrsg.). (2007). *Notfallmedizin*. Stuttgart: Thieme.
- Shneiderman, B. (2000). The limits of speech recognition. *Commun. ACM*, 43 (9), 63-65.
- Silvey, G.M., Macri, J.M., Lee, P.P. & Lobach, D.F. (2005). Direct comparison of a tablet computer and a personal digital assistant for point-of-care documentation in eye care. In *AMIA Annual Symposium proceedings*, (689-693). AMIA.
- Strass, A.R., Robillard, M., Schedler, S., & Peterson, M. (1982). Speech recognition as a computer graphics input technique (Panel Session). In *SIGGRAPH '82: Proceedings of the 9th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, Boston, MA, USA, 26.07-30.07.82*, pp. 179-180. New York, NY, USA: ACM.
- Taib, R., Shi, Y., Choi, E., Chen, F., Sladescu, M., & Phung, N. (2006). Multimodal user interface facilitating critical data entry for traffic incident management. In *MMUI '05: Proceedings of the 2005 NICTA-HCSNet Multimodal User Interaction Workshop, Sydney, Australia, 13.09-14.09.05*, pp. 55-59. Darlinghurst, Australia: Australian Computer Society, Inc.
- Ulich, E. (2005). *Arbeitspsychologie*. Zürich: vdf Hochschulverlag an der ETH.
- van Dam, A. (1997). Post-WIMP user interfaces. *Communications of the ACM*, 40 (2), 63-67.
- Waterstraat, F. (2006). Der Mensch in der Katastrophe: Ausgewählte Aspekte der Psychosozialen Unterstützung (PSU). In Bundesministerium des Innern (Hrsg.), *Katastrophenmedizin. Leitfaden für die ärztliche Versorgung im Katastrophenfall* (S. 35-50). Berlin.

## Autoren

Tilo Mentler  
Timo Rumland

DIGITALYS GmbH

Dr. Martin Christof Kindsmüller  
Prof. Dr. Michael Herczeg

Institut für Multimediale und Interaktive Systeme  
Universität zu Lübeck