

Aus der Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative
Intensivmedizin Campus Charité Mitte und Virchow Klinikum
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Auswertung einer Übung zum Massenanfall von Verletzten im Hinblick auf
Prozess- und Ergebnisqualität mit elektronisch erfassten Parametern

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Stephan Düsterwald
aus Gehrden

Datum der Promotion: 10.03.2017

Für meine Familie

Inhaltsverzeichnis

1. Abstract	7
2. Einleitung und Fragestellung	9
2.1 Der Massenanfall von Verletzten	9
2.1.1 Definitionen	9
2.1.2 Epidemiologie	10
2.1.3 Einflussfaktoren	11
2.2 Aktuelle Konzepte zur Bewältigung eines Massenanfalls von Verletzten	12
2.2.1 Zielstellungen	12
2.2.2 Versorgungsstrategien	13
2.2.3 Strukturen und Einsatzkräfte	19
2.3 Ausbildung und Training durch Übungen	21
2.4 Strukturierte Auswertung von Übungen	22
2.5 Stand der Forschung technischer Unterstützungssysteme	23
2.6 Zielstellung der vorliegenden Arbeit	25
3. Methodik	26
3.1 Übungsdesign	26
3.1.1 Angenommener Schadensfall	26
3.1.2 Örtlichkeiten und Witterung	26
3.2 Verletztendarsteller und Verletzungsmuster	27
3.3 Prozesse des MANV-Konzeptes der Berliner Feuerwehr im Übungsverlauf	30
3.3.1 Alarm- und Ausrückeordnung	30
3.3.2 Personaleinsatz	31
3.3.3 Vorsichtung und Priorisierung	32
3.3.4 Patiententransfer an der Einsatzstelle	32
3.3.5 Ärztliche Sichtung	33
3.3.6 Medizinische Behandlung	33

3.3.7	Betreuung und Registrierung	33
3.3.8	Krankenhauszuweisung und Patiententransport	34
3.3.9	Kommunikationswege	34
3.4	Elektronische Datenerhebung mit einem IT-Unterstützungssystem.....	35
3.4.1	Logistik und Einsatzkräfte.....	35
3.4.2	Vorsichtung	36
3.4.3	Ärztliche Sichtung.....	36
3.4.4	Behandlungsplatz	37
3.4.5	Telemedizinische Behandlung.....	38
3.4.6	Krankenhauszuweisung und Transport	38
3.4.7	Leichtverletztenbetreuung und Registrierung	39
3.4.8	Tactical Worksheets	39
4.	Statistik	40
4.1	Auswertung der Messdaten	40
4.1.1	Datenstruktur	40
4.1.2	Aufarbeitung und Exploration der Messdaten.....	41
4.2	Auswahl der statistischen Verfahren	41
4.3	Statistische Auswertung mit SPSS	42
5.	Ergebnisse.....	42
5.1	Logistik und Einsatzkräfte	42
5.2	Vorsichtung	43
5.3	Ärztliche Sichtung	49
5.4	Behandlungsplatz	56
5.5	Telemedizinische Behandlung	60
5.6	Krankenhauszuweisung und Transport.....	61
5.7	Leichtverletztenbetreuung und Registrierung.....	64
5.8	Tactical Worksheets.....	65

5.9 Gesamtprozess	66
6. Diskussion	68
6.1 Diskussion eigener Ergebnisse	68
6.1.1 Logistik und Einsatzkräfte.....	68
6.1.2 Vorsichtung	69
6.1.3 Ärztliche Sichtung.....	73
6.1.4 Behandlungsplatz	77
6.1.5 Telemedizinische Behandlung.....	79
6.1.6 Krankenhauszuweisung und Transport	80
6.1.7 Leichtverletztenbetreuung und Registrierung	81
6.1.8 Tactical Worksheets	81
6.1.9 Gesamtprozess	82
6.2 Einordnung in aktuelle Erkenntnisse	82
6.2.1 Übungsauswertung.....	83
6.2.2 Bewertung durch Performance Indikatoren	84
6.2.3 Mögliche Performance Indikatoren	85
6.3 Limitationen der Studie	88
6.4 Ausblick.....	90
7. Eidesstattliche Versicherung	91
8. Lebenslauf	92
9. Komplette Publikationsliste.....	93
10. Danksagung	94
11. Literaturverzeichnis	96
Anhang 1. Algorithmus „Ärztliche Triage für A.L.A.R.M.“	107
Anhang 2. „Automatisiert generierte Behandlungsanweisungen“	111
Anhang 3. Abkürzungsverzeichnis	112
Anhang 4. Quellennachweis	114

Gender Hinweis

In der vorliegenden Arbeit werden in der Regel aus Gründen der besseren Lesbarkeit männliche Bezeichnungen (Patient, Notarzt etc.) verwendet. Damit soll keine geschlechtsspezifische Rollenzuschreibung zum Ausdruck gebracht werden. Selbstverständlich sind immer das weibliche und das männliche Geschlecht gemeint.

1. Abstract

Einleitung

Schadensereignisse mit Massenanfall von Verletzten (MANV) nehmen weltweit stetig zu. Für lokale Rettungsdienste sind diese Ereignisse hingegen selten. Um Einsatzpersonal trotzdem darauf vorzubereiten und die fundamental veränderten Management- und Versorgungsprinzipien zu trainieren, werden regelmäßig Simulationsübungen durchgeführt. Die Auswertung dieser Übungen erfolgt jedoch meist nur auf Grundlage von subjektiven Einzelmeinungen. Eine detailliertere Auswertung ist durch die Einführung von Performance Indikatoren (PI) möglich geworden, die allerdings bisher nur wenige Teilaspekte der komplexen medizinischen und logistischen Prozesse abbilden können.

Methodik

Es wurde die Erprobung eines neu entwickelten IT-Unterstützungssystems (A.L.A.R.M.) während einer Simulationsübung im Oktober 2011 ausgewertet. Dazu erfolgte die Aufarbeitung automatisiert gemessener Prozesszeiten und –ergebnisse. Vordefinierte Verletzungsmuster, Vitalparameter und Registrierungsdaten wurden mit den dokumentierten Übungsergebnissen verglichen.

Ergebnisse

Prozesszeiten wie die Zeitdauer der Sichtung-, Behandlungs- und Transportprozesse sowie Ergebnisparameter wie Sichtungskategorien, Therapiemaßnahmen und Transportziele konnten umfänglich erfasst und ausgewertet werden. Durch den Vergleich mit zuvor festgelegten Soll-Ergebnissen war es möglich, Ergebnisse quantitativ und qualitativ auszuwerten.

Schlussfolgerung

Durch die Nutzung eines elektronischen Unterstützungssystems lassen sich automatisiert PI messen und auswerten. Dadurch können detailliert Prozesszeiten und –ergebnisse transparent aufgezeigt und evaluiert werden. So gewonnene Erkenntnisse können zur Überprüfung der aktuellen Konzepte und durch Feedback an das Einsatzpersonal zur strukturierten Übungsauswertung eingesetzt werden.

Abstract (English)

Introduction

Occurrence of events involving mass casualty incidents (MCI) is frequently increasing all over the world. In contrast these events are rarely experienced by a local rescue service. To prepare responding staff for these occasions and train the fundamentally different management and treatment approach full-scale-simulation drills are conducted regularly. Evaluation of these drills is usually based on personal perceptions and opinion. A more detailed analysis is now possible after the introduction of performance indicators (PI). However PI so far allow only to represent certain aspects of complex medical and logistical processes.

Methods

The testing of a recently developed IT-support system (A.L.A.R.M.) in a simulation drill in October 2011 was analyzed. Therefore automated measured process periods and outcomes were reviewed. Predefined injury patterns, vital parameters and registration data were compared to the documented drill results.

Results

Process times like periods of sorting, treatment and transport processes as well as outcome parameters like sorting categories, treatment procedures and transport destinations could be measured and reviewed comprehensively. By comparison of predefined outcome levels it was possible to evaluate outcome quantitatively and qualitatively.

Conclusion

The use of an IT-support system enables automated measurement and reviewing of PI. Thus the transparent demonstration and analysis of detailed process periods and outcomes can be realized. Knowledge which is obtained that way can be applied to verify current concepts and can be used for giving feedback and a structured drill report to the personnel on scene.

2. Einleitung und Fragestellung

2.1 Der Massenanfall von Verletzten

2.1.1 Definitionen

Medizinischer Notfall

Der Notfallpatient leidet aufgrund einer akut aufgetretenen Erkrankung, Verletzung, Vergiftung oder Verschlechterung einer bestehenden Erkrankung an einer Störung der Vitalfunktionen (Bewusstsein, Atmung, Kreislauf), die ohne sofortige Therapie zu erheblichen gesundheitlichen Schäden führen kann. Die alltäglichen medizinischen Notfälle werden vom Rettungsdienst präklinisch versorgt. Nach Erkennen und Stabilisieren von gestörten Vitalfunktionen erfolgt der Transport in ein geeignetes Krankenhaus ¹. In den meisten Ländern der Welt erfolgt die Versorgung durch qualifiziertes, nicht-ärztliches Rettungsdienstpersonal. In manchen Regionen kommen speziell ausgebildete Notärzte zum Einsatz ².

Massenanfall von Verletzten (MANV)/ Massenanfall von Infizierten (MANI)

Der Massenanfall von Verletzten oder Infizierten stellt ein Schadensereignis dar, bei dem die lokalen Rettungsdienstkapazitäten überfordert werden. Dies kann in Deutschland in kleineren bzw. ländlichen Rettungsdienstbereichen bereits durch einen Verkehrsunfall mit mehreren vital bedrohten Patienten eintreten. In größeren Regionen und Großstädten wird die Kapazitätsgrenze erst bei höheren Patientenzahlen erreicht ³. Zur Graduierung eines MANV/ MANI werden häufig MANV-Stufen in Abhängigkeit von der Anzahl der Patienten definiert. Konsekutiv wird eine entsprechende Anzahl an Rettungsmitteln und Führungskräften alarmiert. Die Grenze, ab der beim MANV spätestens eine überörtliche Hilfe einsetzen muss (Ü-MANV) wird recht einheitlich mit 50 Patienten definiert ^{4 5}.

Katastrophe

Während bei einem Großschadensfall oder MANV die rettungsdienstliche und klinische Infrastruktur intakt bleibt, sind bei einer Katastrophe auch die medizinischen Dienstleister, Feuerwehren, Polizeieinheiten, Behörden, Wasser- und Stromversorger, die Nahrungsmittel- und Arzneimittelversorgung sowie andere kritische Infrastrukturen betroffen. Dadurch kann die geplante und alltägliche Versorgungsroutine nicht mehr aufrechterhalten werden. Der initiale Ressourcenmangel ist daher immanent⁶.

Bis ausreichend Versorgungskapazitäten vor Ort und in den weiterversorgenden Einrichtungen zur Verfügung stehen ist daher eine sinnvolle Rationierung aller Ressourcen geboten. D.h. die Maxime des Handelns muss lauten, mit den zur Verfügung stehenden Mitteln, möglichst vielen Betroffenen möglichst gut zu helfen⁷. Um dies zu erreichen muss eine Priorisierung unter medizinischen Gesichtspunkten erfolgen. Diese gilt sowohl für die medizinische Behandlung als auch für den Transport aus dem Gefahrenbereich sowie ins Krankenhaus⁴.

2.1.2 Epidemiologie

Katastrophen sind aus lokaler Perspektive selten, nehmen jedoch weltweit an Anzahl sowie Ausmaß und Menge der Betroffenen in den letzten Jahrzehnten zu. Ursachen sind einerseits zunehmende Naturphänomene wie z.B. Überschwemmungen, Trockenheit, Erdbeben, Orkane, Vulkanausbrüche oder Lawinen sowie zivilisatorische Phänomene wie Gebäudeeinstürze, Industrie- und Verkehrsunfälle, Brände, Epidemien, Terroranschläge und bewaffnete Konflikte^{8 9}.

Gemeinsam ist allen Großschadensfällen, MANV und Katastrophen die hohe Anzahl an Betroffenen und Verletzten sowie das unvorhersehbar plötzliche Auftreten. Sie erfordern ein Abweichen von der täglichen Routine und den traditionellen Planungen und Risikobewertungen¹⁰.

Durch die große Anzahl auch junger betroffener Menschen haben Katastrophen eine große Bedeutung für die Volkswirtschaft. In 2010 wurden in der International Disaster Database (EM-DAT) weltweit 373 Katastrophen gemeldet. Betroffen waren 207

Millionen Menschen, was in etwa 3,2% der Weltbevölkerung entsprach. Fast 300.000 Todesfälle werden damit in Zusammenhang gebracht. Der geschätzte wirtschaftliche Schaden betrug 109 Milliarden US Dollar ¹¹.

Unterschiedlich ist jedoch neben der Ursache und Art des Ereignisses die vorbestehende Situation der betroffenen Region. Für die kommunale Widerstandsfähigkeit und die Fähigkeit, das Ereignis zu bewältigen und resultierende Schäden zu minimieren sind eine Reihe an prädisponierenden Gegebenheiten maßgeblich. Dazu gehören neben der regulären medizinischen Infrastruktur sowie der prähospitalen und innerklinischen notfallmedizinischen Kapazität und dem konsekutiven medizinischen Versorgungsstandard u.a. die soziale und ökonomische Struktur ¹².

2.1.3 Einflussfaktoren

Rettungsdienst- und Katastrophenschutzereignisse unterliegen einer starken Variabilität. Diese wird durch eine Vielzahl an Einflussfaktoren bestimmt wie u.a. Art, Ausmaß, Verlauf und Besonderheiten des Ereignisses. Unterteilt werden die Schadensfälle in abgeschlossene oder dynamische Ereignisse. So stellen z.B. ein Verkehrsunfall oder eine Bombenexplosion zunächst ein zeitlich begrenztes und abgeschlossenes Ereignis dar ¹³. Hingegen können weitere Folgeunfälle bzw. –explosionen oder fortschreitende Brände und Überflutungen rasch voranschreiten und dynamisch das Ausmaß des Geschehens vergrößern ¹⁴.

Weiterhin spielen die Zugänglichkeit und die Infrastruktur des Schadensraumes, Entfernungen, Geländestruktur, Witterung sowie die Tageszeit (z.B. sind Operationskapazitäten nachts deutlich reduziert) eine große Rolle bei der Bewältigung eines Großschadensfalles. Davon ist abhängig wie schnell Hilfskräfte die Betroffenen erreichen, versorgen und transportieren können (z.B. sind Hubschraubereinsätze nachts nur sehr begrenzt möglich) ¹. Ein großes, unübersichtliches oder unzugängliches Schadensgebiet kann die Transportzeiten, die rettungsdienstliche Versorgung sowie die Kommunikation der Teams vor Ort deutlich verzögern ¹⁵.

Besondere und sehr seltene Einsatzlagen, in denen konventionelle Taktiken scheitern, müssen trotzdem in die Planung mit einbezogen werden ¹⁶. Insbesondere die

Gefährdung der Hilfskräfte durch das Vorhandensein atomarer, biologischer oder chemischer Toxine sowie hochinfektiöser Krankheitserreger ist ein großes organisatorisches Problem, da die Verschleppung von Agenzien durch Einsatzkräfte, Patienten und Betroffene und damit eine Ausbreitung der Kontamination verhindert werden muss^{4 8}.

Auch die zunehmende Gefährdung von Rettungskräften bei Terroranschlägen durch gezielte Folgeangriffe („second hit“) erfordern eine zunehmend komplexe taktische, logistische und personelle Vorbereitung^{13 17}.

2.2 Aktuelle Konzepte zur Bewältigung eines Massenfalls von Verletzten

2.2.1 Zielstellungen

Ein Massenfall von Verletzten stellt eine der größten Herausforderungen für die lokale notfallmedizinische Infrastruktur dar. Das Ziel ist es laut DIRKS, „so schnell wie möglich zur bestmöglichen Individualversorgung zurückkehren zu können“¹⁸.

Die medizinische Versorgung im MANV-/ Katastrophenfall muss sich notwendigerweise auf das Erkennen und Behandeln von lebensbedrohlichen Zuständen beschränken. Dazu kommen nur wenige Maßnahmen in Betracht, welche sich mit einfachen Mitteln realisieren lassen^{4 19}.

Um die knappen Ressourcen effizient einsetzen zu können muss eine koordinierte Einsatzführung durch die örtliche Einsatzleitung in Abstimmung mit den Rettungsleitstellen und den eingesetzten Krisenstäben erfolgen. Grundlage dafür ist die möglichst zeitnahe, präzise und vollständige Erfassung aller einsatzrelevanten Informationen sowie deren Verteilung an alle beteiligten Einsatzkräfte mit Leitungsfunktion^{20 21}.

Eine Grundlage dafür ist eine effektive, zeitgerechte und umfassende Kommunikation der Hilfskräfte untereinander. Dazu werden aktuell die Funksysteme der Behörden mit Ordnungs- und Sicherheitsaufgaben (BOS) teilweise analog und digital parallel

betrieben. Aber auch andere Telekommunikationssysteme, z.T. mit Online-Anbindung an das Internet kommen zum Einsatz ²¹. Da unter Umständen regelhaft genutzte Systeme wie das Mobilfunknetz ausfallen oder durch die Polizei aktiv abgeschaltet werden können, kommt einer Rückfallebene große Bedeutung zu ²⁰.

Auch die medizinische Dokumentation, beginnend mit der ersten Sichtung vor Ort bis zur definitiven Versorgung im Krankenhaus, muss kontinuierlich und sorgfältig durchgeführt werden, um eine lückenlose Behandlung und retrospektiv eine Evaluation und ein Qualitätsmanagement zu ermöglichen ²². Dabei unterliegen notfallmedizinische Diagnostik und Therapie im Katastrophenfall sowie deren Dokumentation durch den immanenten Zeitdruck und die mangelnden Ressourcen einer hohen Fehlerrate ²³.

2.2.2 Versorgungsstrategien

In Deutschland sind keine national oder international gültigen Leitlinien verfügbar, die im Sinne von Standard Operating Procedures (SOP) Aufgaben, Prozesse und Strukturen im Katastrophenfall präzise formulieren. Auch wenn ein national einheitliches Konzept wünschenswert erscheint, um die überregionale Zusammenarbeit zu standardisieren und damit zu vereinfachen, so ist dieses bisher nicht umgesetzt worden. Während lokale oder auch regionale Rettungsdienstbereiche teilweise einheitliche Vorgaben geschaffen haben, differieren die verschiedenen Konzepte teilweise grundlegend untereinander. Eine Ursache dafür ist die föderale Struktur der Bundesrepublik Deutschland sowie die Zuständigkeit der Länder für den vorbeugenden und operativen Katastrophenschutz. Als Folge der Katastrophe durch das Elbe-Hochwasser im Jahr 2002, bei dem eklatante Probleme durch fehlende Vernetzung der Länderbehörden und die unklare Führungs- und Kommunikationsstruktur bei länderübergreifenden Hilfseinsätzen offenkundig wurden, ist als nationale Koordinierungsstelle das Gemeinsame Melde- und Lagezentrum (GMLZ) des Bundes geschaffen worden. In der weiteren Folge wurde 2004 das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) eingerichtet, um eine zentrale Stelle zur Ausbildung, Planung und Standardisierung von katastrophenmedizinischen Konzepten zu gewährleisten ²⁴.

Grundsätzlich ist die Bewältigung von Katastrophen eine interprofessionelle und medizinisch interdisziplinäre Aufgabe, die vielerlei Kompetenzen und Fähigkeiten erfordert. Dazu gehören neben dem Rettungsdienst mit allen seinen Spezialgebieten (z.B. Höhen- und Wasserrettung) andere Einheiten der öffentlich-rechtlichen Gefahrenabwehr, wie Polizei und Feuerwehr. Unter bestimmten Bedingungen können auch Organisationen des Zivil- und Katastrophenschutzes wie das Technische Hilfswerk (THW), Reserveeinheiten der Hilfsorganisationen und der Feuerwehr sowie der Bundeswehr zum Einsatz kommen ²⁵.

Der MANV-Fall muss möglichst schnell durch die ersteintreffenden Kräfte festgestellt und kommuniziert werden. Nur so können schnell Notfallpläne zur prähospitalen und klinischen Kapazitätsaufstockung in Kraft treten und ausgeführt werden ²⁶. Naheliegende Krankenhäuser sowie überregionale Traumazentren, maximalversorgende Universitätskliniken und Verbrennungszentren müssen Vorbereitungen treffen. Dazu werden Personal- und Materialkapazitäten aufgestockt. Die reguläre Versorgung in Notaufnahmen, Operationssälen, Überwachungs- und Intensivstationen muss soweit möglich gestoppt werden um freie Kapazitäten für die zu erwartenden Patienten zu schaffen ^{27 28 29}.

Im Katastrophenfall kann aufgrund des Ressourcenmangels nicht allen Patienten unmittelbar gleich gut geholfen werden. Um möglichst vielen Patienten möglichst gut zu helfen muss eine Priorisierung der Behandlung erfolgen ³⁰. Dazu erfolgt eine Sichtung (synonym: Triage, englisch: Sorting), um unabhängig von Ansehen der Person, Alter, Geschlecht, Nationalität oder Weltanschauung die medizinische Behandlungspriorität zu erkennen und festzulegen ^{7 31}. Im Gegensatz zur militärischen Triage unter Gefechtsbedingungen spielt im zivilen Bereich die Nützlichkeit des Patienten für die aktuelle Situation keine Rolle bei der Kategoriezuweisung ³². Die Sichtung ist eher als ein dynamischer Prozess an verschiedenen Orten zu verstehen, als eine einmalige Kategoriezuweisung. Weiterhin erfolgt eine Festlegung des Transportzieles. In Deutschland ist die Triage eine ärztliche Aufgabe und liegt nach Festlegung durch die Bundesärztekammer typischerweise in der Verantwortung des leitenden Notarztes ³³.

Da initial ein Mangel der ärztlichen Personalressource zu erwarten ist, kann im Katastrophenfall der Einsatz von nicht-ärztlichen Vorsichtungsteams erwogen werden,

um Verzögerungen zu vermeiden. Dazu wird empfohlen, dass speziell geschultes Personal (z.B. Rettungsassistenten, Notfallsanitäter) mit Hilfe eines anerkannten Algorithmus die Vorsichtung selbstständig durchführt. Die so erzielte Zeitersparnis wurde durch GUTSCH et al. gezeigt ³⁴. Dieses Verfahren wird in Abgrenzung zur ärztlichen Sichtung Vorsichtung genannt und stellt eine vorläufige Zustandsbeurteilung dar. Eine ärztliche Sichtung soll sich in jedem Fall anschließen ³⁵.

GERLACH beschreibt die international publizierten verschiedenen Sichtungsalgorithmen. Diese sind teilweise in Übungen und Realeinsätzen untersucht worden (z.B. Care Flight Triage, Paediatric Triage Tape – PTT, Sort–Assess–Lifesaving interventions–Treatment/ Transport - SALT, Simple Triage and Rapid Treatment – STaRT/ jumpSTaRT, SIEVE Methodology, Sacco Triage Method – STM sowie deren modifizierte Versionen) ³⁶. In Deutschland hat sich der „modified Simple Triage and Rapid Treatment“ (mSTaRT)-Algorithmus durchgesetzt, obwohl dieser bisher nur für Traumapatienten validiert wurde. Dieser beinhaltet sieben Fragen und Untersuchungen sowie zwei lebensrettende Maßnahmen, welche in maximal 60 Sekunden durchgeführt werden sollen ¹⁹. Problematisch ist die Anwendung von mSTaRT bei Patienten mit isolierten Verletzungen der unteren Extremität, Kindern und Schädel-Hirn-Verletzten, da hier die Trennschärfe der Fragen zur Kategorisierung zu ungenau ist ³⁷.

Die Ansprüche an ein gutes Sichtungs-System lauten: Schnelle und sichere Durchführbarkeit, geringer Trainingsaufwand, eine hohe Spezifität und Sensitivität für die Identifikation von vital bedrohlichen Verletzungs- und Erkrankungsmustern sowie von nicht vital bedrohten Patienten ³¹. Um eine gute Überlebensrate von kritischen, aber akut behandelbaren Verletzungen oder Erkrankungen zu sichern, muss durch eine effektive Sichtung eine Übertriage und damit Verschwendung von Ressourcen in die Behandlung von initial nicht vital bedrohten Patienten vermieden werden ^{30 38}.

Die ärztliche Sichtung liegt in der Verantwortung des LNA und kann einem festen Algorithmus folgen. Empfohlen wird von der deutschen Gesellschaft für Katastrophenmedizin (DGKM) eine Durchführung als Kombination aus Überprüfung der Vitalfunktionen und Bodycheck. Weiterhin müssen die Behandlungs- und Transportpriorität sowie das Transportziel festgelegt werden. Die Gesamtdauer der ersten ärztlichen Sichtung soll drei Minuten nicht überschreiten ³⁹.

STaRT

(Simply Triage and Rapid Treatment)

Schnelle Sichtung bei MANV - Lagen (nach dem STaRT-Prinzip)

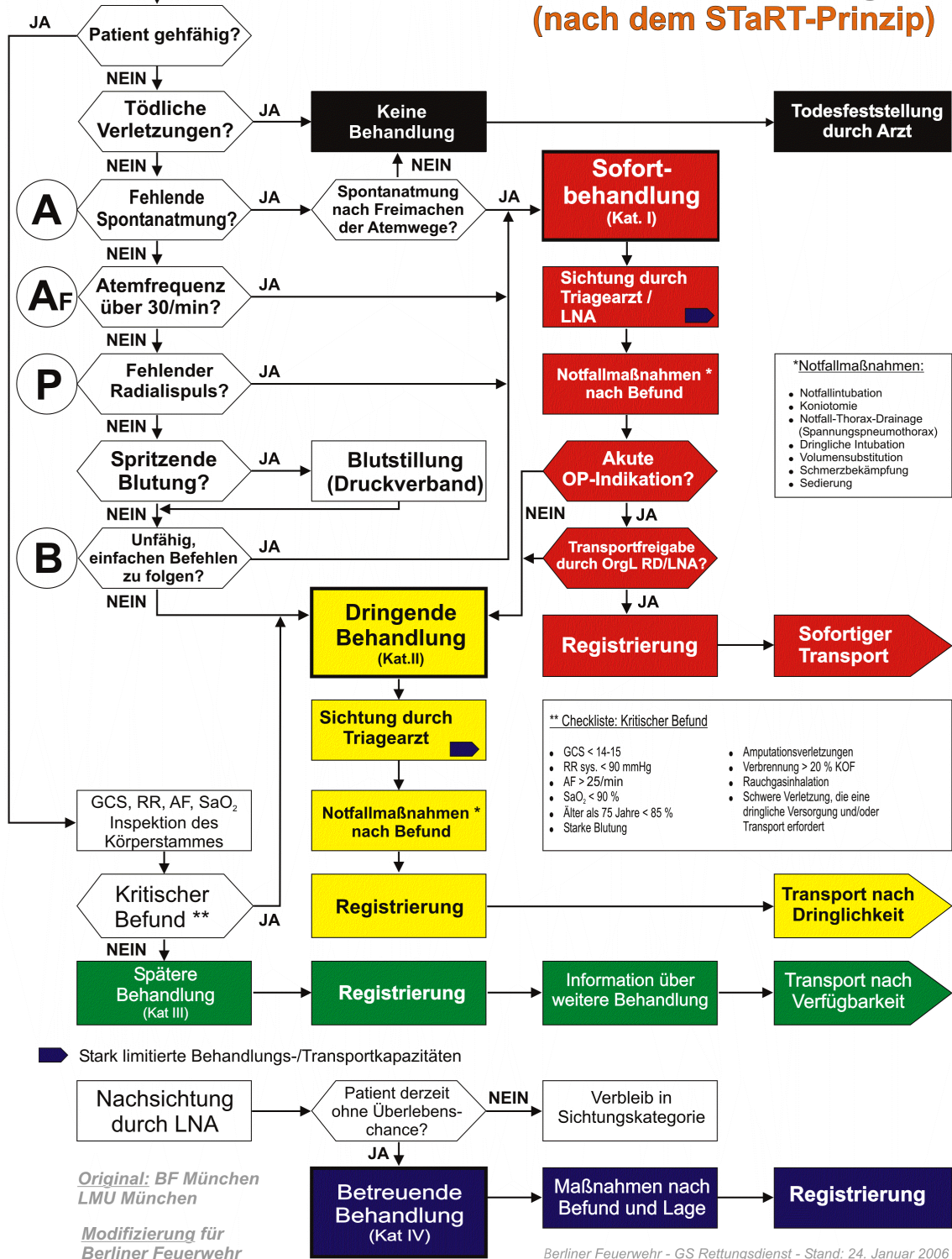


Abbildung 1: mSTaRT-Algorithmus (Modifizierung durch Berliner Feuerwehr)

Als Ergebnis der (Vor-) Sichtung wird für den Patienten eine Sichtungskategorie (SK) festgelegt:

Sichtungskategorie	Kennfarbe	Zustandsbeschreibung	Konsequenz
SK 1	rot	Vital bedroht	Sofortbehandlung
SK 2	gelb	Schwer verletzt/ erkrankt	Dringliche Behandlung
SK 3	grün	Leicht verletzt/ erkrankt	Keine/ spätere Behandlung
SK 4	blau	Ohne Überlebenschance	Palliative Versorgung

Tabelle 1: Sichtungskategorien nach mSTaRT

Die Nutzung der Sichtungskategorie 4 und der Verzicht auf lebensrettende Maßnahmen widersprechen dem ärztlichen Ethos und erfolgen daher erst nach Freigabe durch den leitenden Notarzt in Abwägung der aktuellen Situation und den zur Verfügung stehenden Ressourcen. Eine frühere fünfte Kategorie für Tote wird nicht mehr empfohlen, da diese außerhalb der Kategorisierung stehen sollen ⁴⁰.

Da zunächst von der aufwändigen Individualmedizin abgewichen werden muss, erfolgt nur die notfallmedizinische Basisversorgung. Diese umfasst wenige lebensrettende Maßnahmen, die mit einfachen Mitteln die Vitalfunktionen stabilisieren sollen. Dazu gehören im Wesentlichen das Freimachen und -halten der Atemwege, Beatmung, Lagerungstherapie, Druckverbände, Anlage einer Thoraxdrainage sowie Infusions- und Schmerztherapie ⁴¹.

Der notwendige Ressourcenaufwand, insbesondere die Personalbindung bei gleichzeitig äußerst geringen Überlebenschancen rechtfertigt das Unterlassen von Reanimationsmaßnahmen von Sterbenden und klinisch Toten ^{40 42}. Erst nach Feststellung der Verfügbarkeit ausreichender Ressourcen durch den Leitenden Notarzt (LNA) kann eine erweiterte individualmedizinische Versorgung in Betracht gezogen werden ⁴³.

Die Behandlung von Verletzten soll außerhalb des durch die Feuerwehr definierten akuten Gefahrenbereiches erfolgen. In Realeinsätzen bilden sich in der Regel spontan Sammelpunkte für Betroffene und Verletzte. Diese werden durch die ersteintreffenden Rettungskräfte als Patientenablagen identifiziert und so schnell wie möglich personell betreut. Hier können erste Sichtung- und Behandlungsmaßnahmen erfolgen²⁷.

In Deutschland ist das Konzept des Einsatzes eines Behandlungsplatzes sehr verbreitet. Dieser wird aus einer mobilen Einheit gebildet, welche neben einer witterungsunabhängigen Behandlungsmöglichkeit (meistens in beheizbaren Zelten) die personellen und materiellen Ressourcen bietet, um Patienten sichten, behandeln und bis zum Transport adäquat betreuen zu können⁴⁴. Der Behandlungsplatz wird durch einen Arzt und einen Abschnittsleiter der Feuerwehr oder des Rettungsdienstes geführt. Die Behandlungskapazität ist abhängig von den bereitgestellten Ressourcen und beträgt üblicherweise 25 bis 50 Patienten pro Stunde (BHP-25, BHP-50). In der aktuellen Literatur finden sich viele Befürworter dieser Organisationsform^{4 38 45}.

Neuere Konzepte stellen hingegen den Nutzen eines Behandlungsplatzes in Frage und befürworten neben der Sichtung und Behandlung vor Ort in den Patientenablagen einen schnellen Transport in die Krankenhäuser. Dazu sollen regional Erstversorgungskliniken definiert werden, welche durch Aufstockung, auch externen, Personals (z.B. Schnelle Einsatzgruppe (SEG) Rettungsdienst, Freiwillige Feuerwehr) eine erhöhte Behandlungskapazität bereit halten^{3 27}.

Die Evakuierung aus dem Gefahrenbereich erfolgt immer durch die Feuerwehr. Dazu muss jedoch ausreichend Personal eingeplant werden (Trägertrupps). Besondere Schwierigkeiten für die Einsatzlogistik bringen spezielle Einsatzlagen mit atomaren, biologischen und chemischen Toxinen mit sich⁸. Neben der Patientenversorgung muss der Dekontamination von Betroffenen, Helfern und Materialien eine hohe Priorität eingeräumt werden um eine Verschleppung und Ausbreitung der gefährdenden Agenzien zu vermeiden⁴⁶.

Die Dokumentation der Sichtungskategorie, Behandlungs- und Registrierungsinformationen erfolgt seit vielen Jahren auf Verletztenanhängekarten⁴⁷. Zusätzliche Markierungen, wie farbiges Flatterband oder ähnliche optische Hinweise

können zusätzlich verwendet werden. Für die Registrierung ist eine eindeutige Patientenummer zu vergeben. Verschiedene Durchschläge der Karte verbleiben beim Patienten und später in der Krankenhausakte, am Erstbehandlungsort und bei der transportkoordinierenden Stelle ⁴⁸.

Um einen koordinierten Patiententransport vom Ereignisort in die Kliniken sicher zu stellen muss die Transportsteuerung als Führungsaufgabe wahrgenommen werden. In Kommunikation mit den ärztlichen Sichtungsteams muss die Transportpriorität festgelegt und eingehalten werden. Für die Verteilung auf verschiedene lokale, regionale, nationale oder sogar internationale Krankenhäuser muss eine Vorgehensweise nachvollziehbar geplant werden ⁴⁹.

Um den umfangreichen und komplexen Anforderungen beim Massenanfall von Verletzten gerecht werden zu können, ist eine strukturierte Planung im Vorfeld zwingend erforderlich ^{50 51}. Da jedoch jeder Schadensfall in Abhängigkeit von Ort, Zeit, Art und Anzahl der Betroffenen, lokaler rettungsmedizinischer und feuerwehrtechnischer Infrastruktur und vielerlei weiteren Einflussfaktoren unterliegt, ist die Anwendung von starren Algorithmen nicht für jede Einsatzsituation hilfreich. Eine gute Möglichkeit zur Vorbereitung ist daher die Formulierung und das Training von Zielvorstellungen und Arbeitsprinzipien. Diese können an die jeweilige Situation adaptiert den handelnden Einsatzkräften eine sinnvolle Hilfestellung geben ^{52 53}.

2.2.3 Strukturen und Einsatzkräfte

Für den MANV vorgehaltene Strukturen und Einsatzkräfte werden in der DIN 13050 beschrieben ⁴⁴.

Nach Alarmierung durch die Rettungsleitstelle werden zunächst die regulären, lokalen Rettungsdienstkräfte vor Ort eintreffen. Neben Rettungswagen (RTW), Notarzteinsetzfahrzeugen (NEF) und Rettungshubschraubern (RTH) können Sekundäreinheiten wie Intensivtransportwagen (ITW) oder Intensivtransporthubschrauber (ITH) zum Einsatz kommen. Auch auf Fahrzeuge des qualifizierten Krankentransports, z.B. Krankentransportwagen (KTW), kann zurückgegriffen werden. Möglicherweise sind bereits Einsatzkräfte bei planbaren

Großveranstaltungen im Sinne eines Sanitätsdienstes vor Ort. Häufig stehen schnelle Einsatzgruppen der Hilfsorganisationen zur Verfügung, die mit einem gewissen zeitlichen Vorlauf abgerufen werden und zum Einsatz kommen können⁵⁴.

Einsatzkräfte der Feuerwehr (z.B. Lösch- und Hilfeleistungsfahrzeuge, LHF) werden durch Sonderfahrzeuge, z.B. Gerätewagen Rettungsdienstmaterial (GW RetMat) unterstützt. Entsprechend den Erfordernissen der Einsatzlage und dem Bedarf an speziellen Kompetenzen können weitere Einsatzgruppen wie Messkomponenten oder Dekontaminationseinheiten oder weitere Organisationen mit speziellen Fähigkeiten wie z.B. das Technische Hilfswerk alarmiert werden⁵⁰.

Die medizinische Einsatzleitung (MEL) wird durch den Leitenden Notarzt sowie den Organisatorischen Leiter Rettungsdienst (OrgL) gebildet. Diese Funktionen werden zunächst von der Besatzung des ersteintreffenden NEF übernommen. Sie bilden gemeinsam mit der technischen Einsatzleitung (TEL), bestehend aus der Feuerwehr, Polizei und anderen Fachdiensten und Behörden der Gefahrenabwehr die Örtliche Einsatzleitung (ÖEL). Weiterhin nehmen vor Ort der Beauftragte Arzt der Gesundheitsverwaltung sowie Vertreter der beteiligten Organisationen und Unternehmen (z.B. Notfallmanager der Deutschen Bahn AG) im Stab an der Einsatzleitung teil²⁹.

Um neu eintreffende Kräfte nach Bedarf und koordiniert einzusetzen wird ein Bereitstellungsraum durch die Rettungsleitstelle definiert. Hier melden sich alle Einsatzkräfte an. In räumlicher Nähe zu den Behandlungsorten (Patientenablage, Behandlungsplatz) wird ein Rettungsmittelhalteplatz eingerichtet, an dem nach Vorgaben des Abschnittsleiters Transportsteuerung die Patienten aufgenommen werden¹⁴.

Nicht verletzte, aber betroffene Personen müssen zunächst aus dem Gefahrenbereich geführt werden. Dazu kann eine Sammelstelle (SaSt) eingerichtet werden. Hier muss neben der Betreuung eine medizinische Fachkraft vor Ort sein, um im Verlauf auftretende körperliche und psychische Beschwerden erkennen und einschätzen zu können. Da durch die Belastung des Erlebens des Ereignisses sowie von dessen

Auswirkungen eine post-traumatische Belastungsstörung droht, sollte im Zweifelsfall eine Behandlung in der Klinik immer angeboten werden ⁵⁵.

2.3 Ausbildung und Training durch Übungen

Seit Jahrzehnten werden Großschadensübungen für Personal der Rettungsdienste, Feuerwehren, Katastrophenschutzeinheiten und Krankenhäuser regelmäßig durchgeführt ^{52 56}.

Zuständige Organisationen und Gesellschaften fordern zur Verbesserung der katastrophenmedizinischen Versorgung eine adäquate Qualifizierung und regelmäßige Fortbildung des Einsatzpersonals ⁵⁷. Die Zielstellung nach LEINSTER ist dabei weniger der Wissenszuwachs bei den Übenden als eine bessere Performance bei der Patientenversorgung ⁵⁸. Die Zunahme von Wissen und Fertigkeiten durch Training ist bisher nicht evident belegbar ⁵⁹.

In einer Umfrage unter Rettungsdienstträgern in den Vereinigten Staaten von Amerika gaben 69,3% der Befragten an, im vorausgegangenen Jahr an einer lokalen oder regionalen Katastrophenschutzübung teilgenommen zu haben ⁶⁰.

Das Training durch Großschadensübungen im realen Szenario mit Verletztendarstellern ist planerisch aufwendig und durch den hohen Personaleinsatz teuer ⁶¹. Dadurch werden diese nur unregelmäßig als Trainingstool eingesetzt. Alternativ können Simulationsübungen als Stabsarbeit, computer-basiert oder im Tabletop-Format eingesetzt werden ⁶². Allen Übungsformen gemein ist jedoch der eingeschränkte Umfang und Detailgrad, insbesondere der zeitlichen Abläufe. Dadurch sind diese häufig nur unzureichend in der Lage, die Prozesse eines realen Schadensfalles abzubilden. Jüngere Übungssysteme, wie z.B. Emergo Train ⁶³ legen mehr Wert auf möglichst realistische Bedingungen und formulieren für alle Maßnahmen eine Zeitdauer, in welcher der Übende keine weitere Handlung durchführen kann ⁶⁴.

Großschadensübungen werden häufig mit 20-50 Patienten durchgeführt. Die größte von ELLEBRECHT et al. publizierte Patientenzahl betrug 559 auf dem Flughafen Frankfurt/Main in 2010 ⁶⁵.

2.4 Strukturierte Auswertung von Übungen

Zur Auswertung von Übungen und Realeinsätzen wird bis heute meist eine Nachbesprechung der teilnehmenden Einsatzkräfte eingesetzt. Diese wird für gewöhnlich durch die Einsatzleiter der verschiedenen Einheiten durchgeführt. Dabei werden aufgetretene Probleme thematisiert und Lösungsansätze diskutiert. Inwieweit die Einsatzkräfte von dem Debriefing profitieren können, hängt maßgeblich von Erfahrung, Persönlichkeit, Qualifikation, sowie den subjektiven Eindrücken und der Analysefähigkeit der Führungskräfte ab⁵⁶.

Bereits vor 25 Jahren wurden erste Analysen von Übungen zum Massenansturm von Verletzten durch MAXWELL et al. publiziert⁶⁶. Die Formulierung von Zielstellungen und Nutzung von Auswertungskonzepten sind jedoch eher die Ausnahme. Dabei haben die Analysen der selber mitwirkenden Protagonisten meist nur narrativen Charakter¹³.

Publizierte Realeinsatz- und Übungsdarstellungen beinhalten überwiegend nur empirisch erhobene Ergebnisse („lessons learned“). Teilweise bieten sie grundlegende und einfach zu messende Parameter. Häufig genannt werden dabei aufgebote Ressourcen (Anzahl und Qualifikation der Einsatzkräfte, beteiligte Institutionen), Zeiten (Eintreffzeit, Gesamtdauer des Einsatzes) und einfache Ergebnisparameter (Patientenanzahl, Sichtungsergebniskategorien, Mortalität, Krankenhausverteilung)⁶⁷.

Problematisch ist insbesondere bei großen Übungen mit verschiedenen beteiligten Organisationen die transparente und detaillierte Abbildung und Bewertung der geleisteten medizinischen Hilfe^{61 68 69}.

Eine verbesserte Auswertung kann nach KLEIN et al. durch den Einsatz von neutralen Beobachtern erreicht werden. Dazu werden häufig geschultes Personal oder erfahrene Experten eingesetzt, die vor Ort gewonnene Eindrücke schriftlich festhalten können. Durch die Anwendung von Zeitmessungen und Checklisten kann ein höherer Grad an Standardisierung der erhobenen Daten erreicht werden. Zudem kann ein strukturierteres Feedback erfolgen. Vorteilhaft können subjektive Einschätzungen der Beobachter sein. Allerdings ist auch hier eine statistische Auswertung im Sinne einer Vergleichbarkeit schwierig⁷⁰.

Regelhaft werden jedoch aus organisatorischen und finanziellen Gründen deutlich weniger Beobachter als Helfer eingesetzt. Das führt laut ALLEN et al. möglicherweise zu einer unvollständigen Untersuchung des Einsatzgeschehens, da nicht alle Aktionen der Einsatzkräfte zu jeder Zeit überwacht werden können ⁷¹.

Durch mangelnde Standardisierung und Detailtiefe der erhobenen Daten ist eine strukturierte Auswertung von Übungen bis heute die Ausnahme. Eine Vergleichbarkeit von Ergebnissen mit vorhergehenden Übungen, Übungen durch unterschiedliche Einsatzkräfte oder Einsatz verschiedener Handlungskonzepte ist bisher unmöglich ⁶⁸.

Für die systematische wissenschaftliche Auswertung von Übungen und Realeinsätzen und zur Überprüfung, Validierung und Verbesserung von Konzepten wäre die Festlegung von PI zur Implementierung eines Qualitätsmanagement-Systems wünschenswert. Nur so kann langfristig das Behandlungsergebnis von Betroffenen verbessert werden ⁷².

2.5 Stand der Forschung technischer Unterstützungssysteme

Die Motivation für die Versuche, moderne technische Geräte zur Unterstützung von Einsatzkräften bei Großschadensfällen und Katastrophen einzusetzen, ergibt sich aus den im Alltag ubiquitär verfügbaren Smartphones mit Internetanbindung und deren umfangreichen Nutzungsmöglichkeiten. Aktueller Standard bei heutigen Einsätzen ist jedoch immer noch die manuelle Dokumentation von Papierkarten und -listen. Neben der Fehleranfälligkeit ist das Zusammentragen der verfügbaren Informationen zeitaufwendig und personalintensiv ⁷³. Der Bedarf an einem umfassenden Unterstützungssystem mit telemedizinischer Anbindung und elektronischer Patientenakte wurde bereits 1999 von PLISCHKE et al. beschrieben ²².

Um in kritischen Situationen unter Zeitdruck richtige Entscheidungen treffen zu können, ist die Kenntnis der zugrundeliegenden Informationen unentbehrlich. Auch wenn diese Daten im Einsatz an verschiedenen Stellen vorliegen, so können diese der situativen Wahrnehmung der Entscheidungsträger entgehen und damit nicht in Betracht gezogen werden. Die zeitnahe Verfügbarkeit von Informationen wie Patientenzahlen oder Sichtungskategorien ist somit dringend erforderlich ⁷⁴.

2006 wurde erstmals eine elektronische Komplettlösung von LENERT erprobt und 2011 publiziert: The Wireless Internet Information System for Medical Response in Disasters (WIISARD). Es wurde die grundsätzliche Machbarkeit aufgezeigt ⁷⁵.

BUONO et al. haben das WIISARD-System zur Patientendokumentation mit dem herkömmlichen System der Patientenanhängerkarten an 40 Patienten verglichen. Alle Daten wurden durch die elektronische Lösung vollständig erhoben. Insbesondere beim Nachweis vom Verbleib des Patienten und transportierendem Fahrzeug war das WIISARD-System überlegen ⁴⁷.

Die italienische Arbeitsgruppe von DELLA CORTE hat in einer MANV-Übung mit 43 Patienten die manuelle und die automatische Erhebung mittels Radio Frequency Identification (RFID)-Technik von wenigen Parametern im Vergleich ausgewertet. Hier wurde die Nutzbarkeit nochmals gezeigt und dadurch die Auswertung von Zeitverzögerungen ermöglicht ⁷⁶.

In einer Arbeit der finnischen Streitkräfte von JOKELA et al. wurde 2013 die RFID-Technologie zur patientennahen Datenspeicherung sowie zur Identifikation und Allokation von Einsatzkräften und -strukturen erprobt und evaluiert. Dazu erfolgte eine Kategoriezuweisung auf dem Handy und der Versand per SMS an einen Server ⁷⁷.

Im A.L.A.R.M.-Projekt (Adaptive Lösungsplattform zur Aktiven Unterstützung beim Retten von Menschenleben) wurde eine sieben Module umfassende IT-Lösung entwickelt, welche auf Handheld-Geräten und Laptops im Feld von den Einsatzkräften eingesetzt werden kann. Die Prozesse der Verletztenversorgung und Ressourcensteuerung wurden beschrieben. Durch Echtzeitmessung können diese den Helfern transparent dargestellt werden und so in Entscheidungen bei der Bearbeitung des Einsatzgeschehens mit einfließen ⁷⁸.

2.6 Zielstellung der vorliegenden Arbeit

Es soll kritisch überprüft werden, ob eine objektive und automatisierte Datenerfassung die umfassende Analyse von Prozess- und Ergebnisdaten im Sinne einer strukturierten Übungsauswertung ermöglicht und heutige Übungsauswertungskonzepte erweitern kann.

Weiterhin sollen relevante Performance Indikatoren identifiziert und ausgewertet werden.

3. Methodik

3.1 Übungsdesign

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Adaptive Lösungsplattform zur Aktiven Unterstützung beim Retten von Menschenleben (A.L.A.R.M. - BMBF-Förderkennzeichen 13N10109) wurde ein modulares IT-System zur elektronischen Unterstützung des Einsatzmanagements bei Großschadensereignissen entwickelt. Um alle Komponenten der A.L.A.R.M.–Lösung im Feld zu testen, wurde am 01. Oktober 2011 eine Übung mit Massenansturm von Verletzten durchgeführt. Das Vorhaben wurde genehmigt durch die Ethikkommission (Antragsnummer: EA1/029/11, PROF. DR. MED. RALF UEBELHACK, Ethikausschuss 1 am Campus Charité Mitte) und den Datenschutzbeauftragten (Datenschutzprüfung vom 04.02.2011, DIPL.-PHYS. BERND PILGERMANN, Behördlicher Datenschutzbeauftragter) der Charité.

3.1.1 Angenommener Schadensfall

Als fiktives Szenario wurde eine Zugentgleisung mit 33 Betroffenen im Bereich des alten Güterbahnhofes in Berlin-Neukölln nachgestellt. Der Start der Übung war um 12.17 Uhr terminiert und wurde mit einem akustischen Signal verkündet.

3.1.2 Örtlichkeiten und Witterung

Bei sonnigem, trockenem Wetter konnte die Übung ohne relevante äußere Einflüsse problemlos durchgeführt werden. Durch die Deutsche Bahn AG wurde ein Triebwagen als Unfallfahrzeug bereitgestellt. Zum Übungsstart wurde die Freigabe durch den Notfallmanager der Deutschen Bahn AG des Geländes als bereits vorliegend definiert.

Auf eine realistische Alarmierung der Einsatzkräfte wurde verzichtet. Die gesamte technische Ausstattung des A.L.A.R.M.-Systems und der Behandlungsplatz waren bei Übungsbeginn bereits aufgebaut, eingerichtet, personell besetzt und damit einsatzbereit.

Der Behandlungsplatz bestand aus dem Triagezelt (Tria), zwei Behandlungszelten (BHP 2 – mit Präsenznotarzt und BHP 1 – mit Technik für den Telenotarzt) und dem Dispatcher-Zelt (Disp, Transportdispatcher und 2 Stellplätze für die Bypass-Betten). Die Zelte BHP-3 und -4 wurden nicht genutzt. Als Verletztensammelstelle wurde ein weiteres Zelt aufgebaut (SaSt), indem die Vorsichtung und Registrierung von gefährlichen Patienten durchgeführt werden konnte.

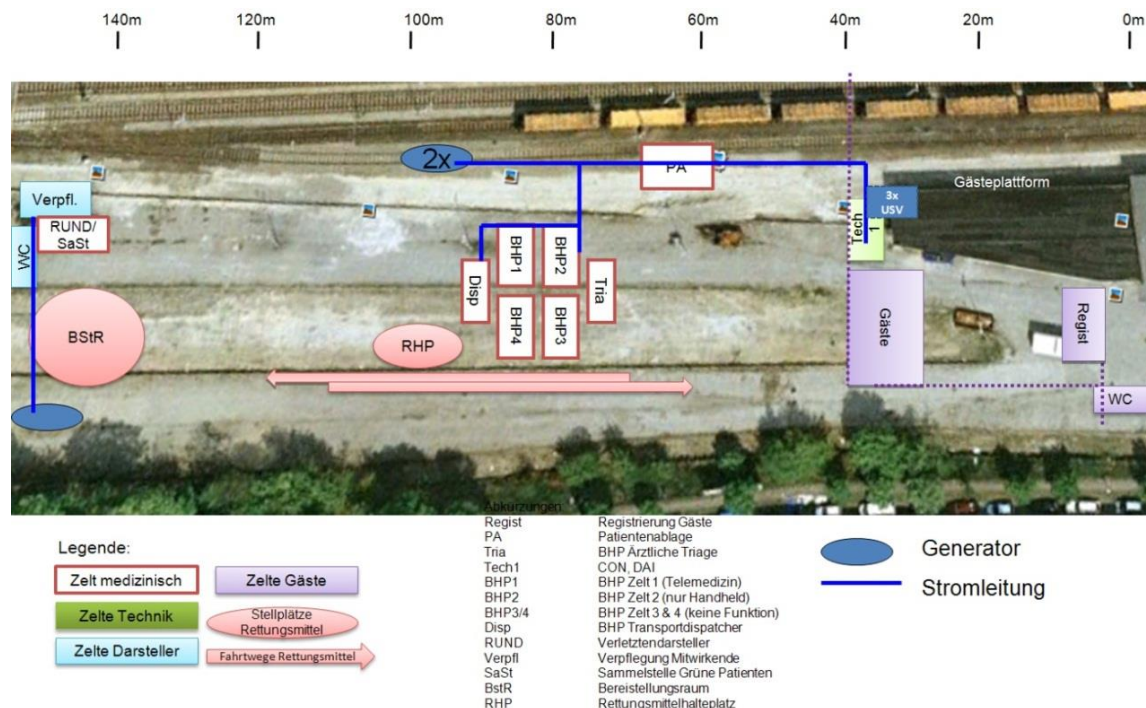


Abbildung 2: Übungstopologie

Die Entfernung vom Schadensort (Zugwaggon) bis zum Triageplatz des Behandlungsplatzes betrug etwa 40 Meter und die Entfernung vom Schadensort (Zugwaggon) bis zur Verletztensammelstelle betrug etwa 100 Meter.

3.2 Verletztendarsteller und Verletzungsmuster

Im Vorfeld der Übung wurden in der Planungsphase 41 Verletzungsmuster mit dynamischen physiologischen Parametern beschrieben. Somit war detailliert festgelegt, welches Resultat bei der Vorsichtung mit mStART-Algorithmus zu erwarten war. Zusätzlich wurden fiktive, persönliche Registrierungsdaten vorgegeben. Mangels

konsentierter Leitlinien wurden keine Vorgaben für durchzuführende Behandlungsmaßnahmen gemacht.

Es kamen eine High-fidelity-Simulationspuppe (METI Man Prehospital, Firma CAE Healthcare, Florida, USA) sowie zwei Reanimationstraining-Puppen (Resusci Anne, Firma Laerdal, Stavanger, Norwegen) zum Einsatz, um den medizinischen Realitätsgrad zu erhöhen ⁷⁹. Die physiologischen Werte sowie die Reaktionen des Patientensimulators auf Therapiemaßnahmen wurden durch einen Arzt des A.L.A.R.M.-Teams überwacht und entsprechend den Vorgaben gesteuert.

Es wurden 30 Verletztendarsteller eingesetzt und im Vorfeld der Übung auf Ihre Rolle vorbereitet. Sie erhielten jeweils eine laminierte Karte mit Regieanweisungen und wurden durch einen Arzt des A.L.A.R.M.-Teams auf ihre Rolle gebrieft ⁷⁶. Entsprechend den vorgegebenen Einzelverletzungen und Vitalwerten wurden die Darsteller durch ein Team der realistischen Unfalldarstellung vorbereitet.

A.L.A.R.M.

- Während der Übung wirst Du durch das **BePAS-System der Polizei** erfasst. Deine Angaben hierfür lauten:
 - **Jens oder Janne Dreifuß**
 - **Gotlindestraße 93**
 - **10365 Berlin**
- Du kannst hierfür die Karte auch vorzeigen.
- Alle anderen Fragen beantwortest Du bitte so, wie sie bei Dir wirklich zutreffen.
- Bitte die Karte sonst nicht vorzeigen.
- Bei Fragen wende Dich bitte an das Schminkteam oder direkt an den Teilbereichsleiter Mimenbetreuung:
- Daniel Steinitz

Patient 4

Offene Bauchverletzung, starke Blutung aus dem Bauch
Durchspießung eines Unterarms, geringe Blutung
Weiße Gesichtsfarbe
Lippen blau

Du liegst und kannst nicht laufen.

Was musst Du tun?
Du bist schläfrig und stöhnst nur

Was sagst Du während der Untersuchung?
Nach dem Blutdruckmessen: 100 zu 60, Puls 110, aber erst nennen, wenn gemessen wurde.
2. Blutdruckmessung: 90 zu 40, Puls 140
Atemfrequenz 25/ Minute, aber erst nennen, wenn gemessen wurde.
Sauerstoffsättigung 91%, aber erst nennen, wenn gemessen wurde.
Kein peripherer Puls tastbar, aber erst nennen, wenn gemessen wurde.

Echte Problem?: **TATSACHE** zu einem Mitspieler in Deiner Nähe sagen

Abbildung 3: Beispielkarten mit Regieanweisungen

Alle Verletztendarsteller und der METI Man befanden sich zu Beginn der Übung in den Waggons. Zwei Patientensimulatoren lagen als leblose Personen unter dem Zug. Eine technische Rettung war nicht erforderlich.

Die Zuordnung der laufenden Patientenummer erfolgte über die Verknüpfung der RFID Tag ID mit der Nummer des vorgeplanten Verletzungsmusters.

Tag ID	Pat.Nr.	Verletzung Nr.	Planung		Darsteller	Verletzungsmuster/ Krankheitsbild
			Kategorie mStArT	Kategorie Ärztliche Triage		
T90001	1	8	rot	rot	Mime	Schweres Schädel-Hirn-Trauma III°, HWS-Fraktur, bewusstlos
T90002	2	4	rot	rot	Mime	Offene Bauchverletzung, starke Bauchblutung, offene Fraktur Unterarm, Gesichtsblässe, Zyanose
T90003	3	3	rot	rot	Mime	V.a. Schädelfraktur, Blutung und Liquor aus Ohr, Mund und Nase, stumpfes Bauchtrauma
T90004	4	1	rot	rot	METI Man	SHT, stumpfes Thoraxtrauma, Rippenfraktur rechts, im BHP Spannungspneumothorax rechts
T90005	5	12	gelb	gelb	Mime	Schwere Prellung beider Oberschenkel, Schnittwunde Stirn
T90006	6	11	gelb	gelb	Mime	Wirbelsäulenverletzung mit Querschnittssymptomatik
T90007	7	5	rot	rot	Mime	Leberruptur, Schlüsselbeinfraktur links, Gesichtsblässe, Lippenzyanose
T90008	8	21	gelb	gelb	Mime	Rauchvergiftung, starker Schwindel, Verwirrtheit
T90009	9	7	rot	rot	Mime	Rauchgasvergiftung, Frakturen beider Unterarme, rote Finger bei Intoxikation, Schürfwunde im Gesicht
T90010	10	6	rot	rot	Mime	Ausgeprägte Verbrennung thorakal mind. 20% KÖF II-III°, Unterschenkelfraktur rechts
T90027	11	19	gelb	gelb	Mime	Asthma bronchiale, Blässe, Lippenzyanose
T90028	12	40	schwarz	schwarz	Resusci Anne	Tödliches SHT
T90051	13	4	gelb	gelb	Mime	Shoulderluxation rechts, Sickerblutung Unterarm rechts und Stirn
T90052	14	18	gelb	gelb	Mime	Unterschenkelbruch links, Kopfplatzwunde
T90053	15	22	gelb	gelb	Mime	Fußfraktur rechts, Agitiertheit
T90054	16	20	grün	grün	Mime	Schnittverletzung Unterarm rechts
T90055	17	24	schwarz	schwarz	Resusci Anne	Tödliches, offenes Bauchtrauma
T90056	18	39	rot	rot	Mime	Schnittwunde, spritzende, arterielle Blutung linker Arm, Volumenmangelschock, Gesichtsblässe
T90057	19	9	gelb	gelb	Mime	Isolierte Blutung Ohr rechts, Knalltrauma
T90058	20	15	gelb	gelb	Mime	Abriß der Hand mit starker Blutung
T90059	21	14	gelb	gelb	Mime	Stumpfes Bauchtrauma, Prellmarke Oberbauch
T90060	22	17	gelb	gelb	Mime	Oberschenkelhalsfraktur rechts, Nasenbluten
T90080	23	13	rot	rot	Mime	Beckenfraktur mit Hämatom, Quetschung beider Oberschenkel, Schnittwunde Wange, Spucken von Blut
T90101	24	16	gelb	gelb	Mime	Thoraxprellung mit milder Dyspnoe, Schnittwunde Hand
T90102	25	32	grün	grün	Mime	Psychische Erregung, sonst unverletzt
T90103	26	26	grün	grün	Mime	Fingerfraktur rechts, Agitiertheit
T90104	27	23	grün	grün	Mime	Schnittverletzung beide Hände
T90105	28	25	grün	grün	Mime	Fraktur Nasenbein, Nasenbluten
T90106	29	29	grün	grün	Mime	Glassplitter Wange rechts
T90107	30	10	grün/rot	grün/rot	Mime	Zunächst unverletzt, dann Schädel-Hirn-Trauma mit intracerebraler Blutung
T90108	31	35	grün	grün	Mime	Unverletzt
T90109	32	30	grün	grün	Mime	Schnittwunde am Finger und Distorsion des Daumens links
T90110	33	38	grün	grün	Mime	Unverletzt

Tabelle 2: Übersicht Verletzungsmuster

Entsprechend einer annähernd realistisch zu erwartenden Verteilung von Sichtungskategorien wurde für alle 33 Simulationspatienten eine Sichtungskategorie festgelegt ⁵⁴. Dabei entsprach die Vorsichtungskategorie immer der Kategorie der ärztlichen Sichtung. Einzige Ausnahme war Patient Nr. 30, bei dem zunächst eine „grüne“ Vorsichtungskategorie geplant war. Entsprechend der Regieanweisung der geplanten Rolle sollte sich nach Eintreffen in der Verletztensammelstelle der Patientenzustand verschlechtern und sich die Vorsichtungskategorie zu „rot“ ändern. Entsprechend wurde die geplante ärztliche Sichtungskategorie als „rot“ festgelegt.

Patienten-Anzahl	Geplante Sichtungskategorie	Anteil in %	Kommentar
9 / 10	rot	33	9 Mimen, 1 HPS
12	gelb	40	Nur Mimen
10 / 9	grün	30	Nur Mimen, 1 dynamisch zu rot
2	schwarz	7	2 Patientensimulatoren

Tabelle 3: Verteilung der Vorsichtungskategorien der 33 Betroffenen

3.3 Prozesse des MANV-Konzeptes der Berliner Feuerwehr im Übungsverlauf

3.3.1 Alarm- und Ausrückeordnung

Bei der Übungsplanung wurde die zum Übungszeitpunkt geltende Alarm- und Ausrückeordnung (AAO, Stand 2007) sowie der MANV-Plan der Berliner Feuerwehr zugrunde gelegt ⁸⁰.

Das zur Übung gewählte Szenario mit über 30 Betroffenen mobilisiert unter dem Einsatzstichwort "MANV 4" den Kräftebedarf für einen Behandlungsplatz 50, d.h. es sollen 50 Verletzte pro Stunde behandelt werden können. Da geplant nur zwei der vier Zelte benutzt und personell besetzt wurden, entsprach die Behandlungskapazität einem BHP-25.

Alarm-Stichwort Zahl der Verletzt./ Kranken	Einsatzkräfte / -fahrzeuge												
	RTW	NA	LNA	OrgL RD	GW-Ret Mat	AB-Ret Mat	LHF	MTF 3	ÄE	DB Arzt Ges	SEG RD	Be PAS Pol	ENT Nfs
MANV 1 3-5	3	1											?
MANV 2 6-9	6	2		1	1		1				FD Info		?
Die FwLtS alarmiert grundsätzlich (s.o.) nur bis „MANV 2“													
MANV 3 10-30	9	3	1	1	1		4		1	Info	FD Info		?
<i>mit SEG</i> MANV 4 über 30	15	4	1	1	1	1	6	1	2	1	1	1	1
<i>*ohne SEG</i>	15	4	1	1		1	8		4	Info	FD Info	1	1

Tabelle 4: Alarmierungsstichworte und Einsatzkräfteplanung (Berliner Feuerwehr)

3.3.2 Personaleinsatz

Zu Beginn der Übung waren bereits alle Einsatzkräfte und -fahrzeuge vor Ort und der Behandlungsplatz (BHP-25) funktionsbereit.

5 Notärzte	23 Rettungsassistenten	13 Feuerwehrmannschaftsgrade	1 Polizist
1 Leitender Notarzt	1 Organisatorischer Leiter Rettungsdienst	1 Leiter Bereitstellungsraum	1 BePAS-Registrierung
1 Triagearzt	2 Vorsichtungsteams (je 2)	3 Trägertrupps (je 4) *	
1 Präsenznotarzt Zeltleitung BHP *	1 Ässistenz Ärztliche Triage		
1 Präsenznotarzt Behandlung BHP *	1 Bettenzuweisung BHP		
1 Tele-Notarzt	2 Zelte BHP (je 2)		
	1 Transportdispatcher		
	1 Leiter Verletzten-sammelstelle		
	5 RTW (je 2) *		

Tabelle 5: Übersicht eingesetzte Kräfte (* ohne IT-Unterstützungsgerät)

In der Übung kamen 42 Einsatzkräfte zum Einsatz, davon 16 in definierten Rollen, die direkt mit den Geräten der technischen Lösung des A.L.A.R.M.-Systems arbeiteten.

3.3.3 Vorsichtung und Priorisierung

Mit dem Startschuss betraten zwei Vorsichtungsteams den Schadensraum. Diese bestanden aus jeweils zwei Rettungsassistenten und hatten die Aufgabe jeweils bis zu 20 Patienten vorzusichten. Der Name des Sichtenden und der Sichtungsort konnten manuell eingegeben werden und wurden automatisch mitgeloggt. Zunächst wurden alle gehfähigen und damit nach Algorithmus grün zu sichtenden Patienten aufgefordert, sich zur Sammelstelle zu begeben.

Durch die zufällige Verteilung der Verletzten im Schadensgebiet erfolgte die Vorsichtung in Reihenfolge des Antreffens der Patienten durch die Einsatzkräfte unabhängig von der Verletzungsschwere. Die Patienten wurden mithilfe des auf dem Handheld gespeicherten mStaRT-Algorithmus untersucht und es wurde entsprechend der Befunde eine Vorsichtungskategorie zugewiesen.

Um auch die Zuweisung der vierten Sichtungskategorie (in dieser Übung: „schwarz“) mittels Algorithmus bewerten zu können war diese unabhängig von der situativen Einschätzung des leitenden Notarztes vorab als freigegeben deklariert.

Je nach Sichtungskategorie wurden die Patienten farblich markiert: Alle Patienten erhielten ein Armband mit RFID-Tag, welches mit farbigen Etiketten entsprechend der Sichtungskategorie („rot“, „gelb“, „grün“ oder „schwarz“) beklebt wurde. Alle „rot“ kategorisierten Patienten erhielten zusätzlich eine Markierung mit weiß-rotem Flatterband und alle „schwarz“ kategorisierten Patienten erhielten zusätzlich eine Markierung mit gelb-schwarzem Flatterband.

3.3.4 Patiententransfer an der Einsatzstelle

Zum Transport der nicht gehfähigen Patienten standen drei Trägertrupps der Feuerwehr zur Verfügung, welche die Patienten auf Tragen zum Behandlungsplatz brachten. Dabei

wurden, sofern erkennbar, Patienten mit weiß-rotem Flatterband zuerst und Patienten mit gelb-schwarzem Flatterband zuletzt transportiert.

3.3.5 Ärztliche Sichtung

Die ärztliche Sichtung erfolgte am Behandlungsplatz im Eingangzelt durch einen Notarzt und einen Rettungsassistenten. Auf einem Handheld-Gerät wurden die Teilschritte des Algorithmus für die ärztliche Sichtung durch den Rettungsassistenten vorgelesen und die Patienten vom Notarzt untersucht.

Ergebnis der Sichtung waren eine ggf. neu zugewiesene oder bestätigte Sichtungskategorie, ein Verletzungsmuster, ein entsprechender Behandlungsauftrag, ein Transportziel sowie die vorgesehene Transportart. Der Name des Sichtenden und der Sichtungsort konnten manuell eingegeben werden und wurden automatisch mitgeloggt.

3.3.6 Medizinische Behandlung

Im Behandlungsplatz erfolgte die Behandlung der Betroffenen durch Rettungsassistenten und Notärzte. Auf drei Stellplätzen im Zelt 1 wurde unter medizinischer Leitung eines vor Ort präsenten Notarztes behandelt. An drei weiteren Stellplätzen im Zelt 2 wurde mit Unterstützung eines telemedizinisch angebundenen Notarztes therapiert. Die Vorgabe für die Behandlung der Simulationspatienten waren die im Realeinsatz gültigen Standards entsprechend aktueller Leitlinien und SOP.

3.3.7 Betreuung und Registrierung

Ein weiterer Einsatzabschnitt war der Bereich Betreuung und Registrierung. Bereits vor Übungsbeginn wurde außerhalb des unmittelbaren Gefahrenbereiches ein Ort als Verletzensammelstelle festgelegt. Alle gehfähigen Betroffenen wurden durch die Aufforderung, sich dorthin zu begeben von den schwerer Verletzten abgesondert. In der Sammelstelle wurde die Betreuung und Vorsichtung durch einen Rettungsassistenten durchgeführt. Ein Beamter der Polizei führte die Registrierung durch.

3.3.8 Krankenhauszuweisung und Patiententransport

Entsprechend den Vorgaben der Senatsverwaltung liegt der Berliner Feuerwehr eine Liste der Krankenhäuser vor, die an der Akutversorgung von Patienten beim MANV teilnehmen. Diese ist unterteilt nach den Krankenhauskategorien Schwerpunkt-, Unfall- sowie Erste-Hilfe-Krankenhaus (entsprechend Maximal-, Regel- und Grundversorgung) und weist die möglichen Aufnahmekapazitäten im Großschadensfall aus. Anhand der tatsächlich durchgeführten Transporte wird die Liste durch den Transportdispatcher vor Ort geführt und entsprechend aktualisiert.

Die Zuweisung der Patienten auf die Krankenhäuser erfolgte nach Maßgabe der sichtenden und behandelnden Notärzte. Die alarmierten Rettungstransportwagen meldeten sich im Bereitstellungsraum (BStR) an und wurden zur Patientenaufnahme zum Rettungsmittelhalteplatz (RHP) geleitet. Nach Transportbeginn wurden zur Vereinfachung der Übungsbedingungen die Patienten außerhalb des Übungsbereiches abgesetzt und als im Krankenhaus eingetroffen betrachtet. Der Rettungstransportwagen kehrte dann zum Bereitstellungsraum zur erneuten Disposition zurück. Insgesamt wurden fünf Rettungstransportwagen eingesetzt.

Nach Sichtung aller Patienten und Feststellung durch den Leitenden Notarzt wurden alle grün gesichteten Patienten in einem Bus als Sammeltransport in die Klinik gefahren.

3.3.9 Kommunikationswege

Die Kommunikation der Einsatzfahrzeuge mit der Leitstelle erfolgte über 4m-BOS-Funk zunächst auf dem üblichen Funkkanal. Bei Bedarf konnten spezielle Kanäle geöffnet und zugewiesen werden, um den regulären Funkkanal nicht durch den zu erwartenden zusätzlichen Funkverkehr zu überlasten. Analog lief die Kommunikation der Einsatzkräfte und der Einsatzleitung vor Ort über 2m-BOS-Funk.

3.4 Elektronische Datenerhebung mit einem IT-Unterstützungssystem

3.4.1 Logistik und Einsatzkräfte

Zielstellung bei der Entwicklung der A.L.A.R.M.-Lösung war es, den beteiligten Einsatzkräften durch technische Hilfsmittel Strukturen, Prozesse und Ergebnisse transparent zu machen.

Alle innerhalb des Einsatzes erhobenen Daten wurden lokal auf dem jeweiligen Gerät gespeichert. Durch Netzwerkbildung vor Ort über Wireless local area network (WLAN) oder der Geräte untereinander (Ad-hoc) wurden alle verfügbaren Daten ausgetauscht und auf einem lokalen Server gespeichert (lokale Plattform).

Das A.L.A.R.M.-System benennt 16 Funktionsrollen, welche in dieser Übung durch Notärzte und Rettungsassistenten der Berliner Feuerwehr sowie einen Kollegen der Berliner Polizei besetzt wurden (siehe Abbildung 4). Die technische Lösung lässt sich in sieben Module unterteilen, welche die einzelnen Arbeitsbereiche abdecken.

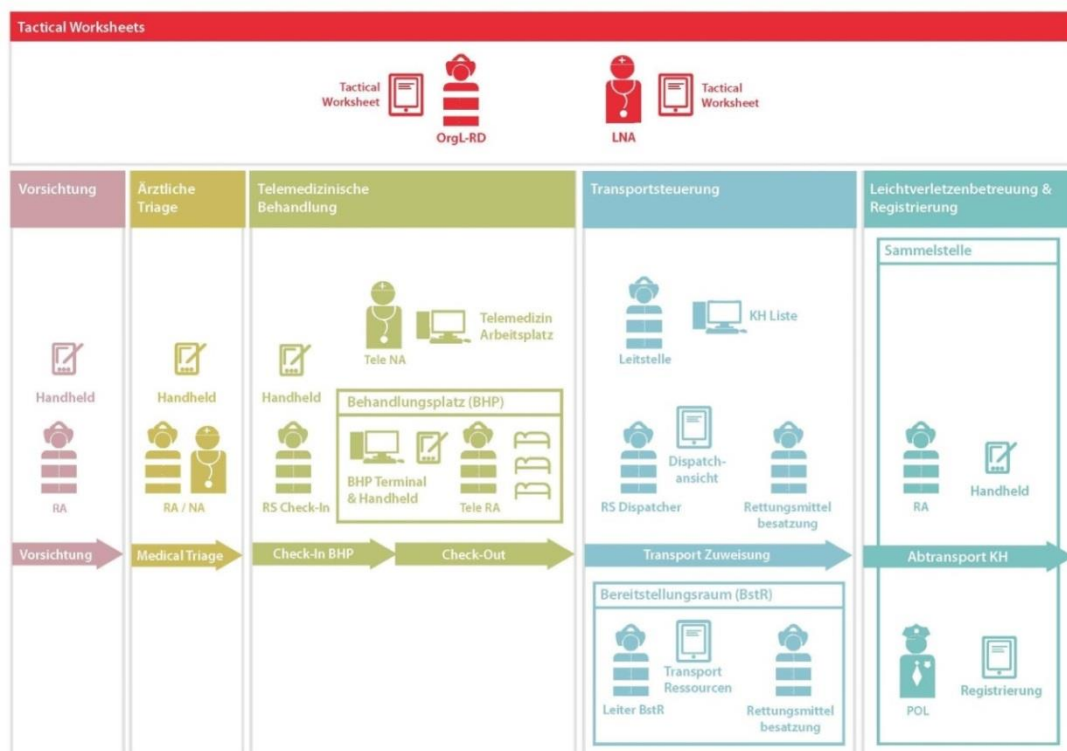


Abbildung 4: Übersicht der 7 Module des A.L.A.R.M.-Systems

3.4.2 Vorsichtung

Die Vorsichtung wurde durch geschultes nicht-ärztliches Personal durchgeführt. Dazu waren zwei Teams mit jeweils zwei Rettungsassistenten im Schadensgebiet und ein Rettungsassistent in der Verletztensammelstelle eingeteilt. Der mSTaRT-Algorithmus wurde auf den Handheld-Geräten vorgegeben. Dieser führte durch maximal sieben Diagnostik- und Therapieschritte zu einer Sichtungskategorie („rot“, „gelb“, „grün“ oder „schwarz“). Der Abbruch des Algorithmus mit manueller Zuweisung einer Kategorie war möglich. Es wurde immer nur die resultierende Sichtungskategorie und nicht die Ergebnisse der einzelnen Algorithmusschritte dokumentiert.

Am Ende der Vorsichtung wurde ein Armband mit RFID-Chip am Handgelenk des Betroffenen fixiert, auf dem alle erhobenen Daten gespeichert wurden. Der RFID-Tag sicherte im weiteren Verlauf, dass alle Daten am Patienten redundant mitgeführt wurden und damit auch bei komplettem Systemausfall ein Datenverlust zu verhindern gewesen wäre.

Der Transport aus dem Schadensgebiet zum Triagepunkt am Behandlungsplatz erfolgte durch Trägertrupps der Feuerwehr und, soweit möglich, priorisiert nach Vorsichtungskategorie.

3.4.3 Ärztliche Sichtung

Am Eingang des Behandlungsplatzes wurden alle rot und gelb kategorisierten Patienten in der Reihenfolge des Eintreffens ärztlich gesichtet. Dazu wurde dem Triage-Notarzt ein Sichtungsalgorithmus ⁸¹ vorgegeben.

Der Algorithmus des A.L.A.R.M.-Systems umfasste elf Fragenkomplexe. Dieser musste komplett beendet werden, bevor die Sichtung eines weiteren Patienten begonnen werden konnte. Eine freie Auswahl der Kategorie oder ein vorzeitiger Abbruch waren nicht möglich (siehe Anhang 1).

Durch das A.L.A.R.M.-System wurden automatisiert bei der ärztlichen Sichtung Behandlungsanweisungen generiert. Dies erfolgte mit Abschluss der ärztlichen Sichtung am Behandlungsplatzeingang (siehe Anhang 2).

Zudem wurde die vorgesehene Transportart („liegend“, „Oberkörperhochlagerung“ oder „Sonstiges“) vom Notarzt festgelegt und auf dem Handheld eingetragen. Abschließend erfolgte die Festlegung einer Transportzielkategorie. Dazu wurden entsprechend des Berliner Landeskrankenhausplans ⁸² die Kategorien „Maximalversorgung“, „Regelversorgung“ und „Grundversorgung“ angeboten. Zusätzliche Anforderungen konnten „Schwerpunktlinik mit Kinderheilkunde“, „Schwerpunktlinik mit Neurochirurgie“ oder „Schwerpunktlinik mit Gynäkologie“ sein.

Die ärztliche Sichtungskategorie wurde auf dem vom Betroffenen mitgeführten RFID-Tag gesichert und es wurde entsprechend der farbige Aufkleber aufgeklebt oder überklebt.

Der Abschluss der ärztlichen Sichtung erfolgte durch die Zuweisung eines Stellplatzes (Checkin) für die folgende Therapie (Behandlung am BHP) oder für den unverzügerten Direkttransport (Bypass). Der Transfer wurde wiederum durch einen Trägertrupp gewährleistet.

3.4.4 Behandlungsplatz

Im Behandlungsplatz erfolgte die Behandlung der Betroffenen durch Rettungsassistenten entsprechend der vorgegebenen Behandlungsanweisungen. Auf drei Stellplätzen im Zelt 1 wurde unter medizinischer Leitung eines vor Ort präsenten Notarztes behandelt. An drei weiteren Stellplätzen im Zelt 2 wurde mit Unterstützung eines telemedizinisch angebundenen Notarztes therapiert. Alle Therapiemaßnahmen wurden selbstverständlich nur scheinbar durchgeführt.

Um einen dringlichen Transport zu ermöglichen, wurden zwei weitere „Bypass“-Stellplätze im Zelt des Transportdispatchers errichtet. Patienten, welche nach Maßgabe des sichtenden oder behandelnden Notarztes vordringlich einen schnellen Transport ins

Krankenhaus benötigten, wurden hier platziert und dem nächsten freien Rettungsmittel zugewiesen.

War die Behandlung im Behandlungsplatz beendet und die Transportfähigkeit der Betroffenen hergestellt, erfolgte die Freigabe für den Transport ins Krankenhaus (Checkout).

3.4.5 Telemedizinische Behandlung

Ein Rettungsassistent war kabellos per Headset mit einem sich ortsfern im Telemedizinzentrum befindenden Notarzt der Berliner Feuerwehr verbunden. Dieser konnte jederzeit Informationen zu den notwendigen Behandlungsschritten einfordern und sich durch die Behandlung führen lassen.

Der telemedizinische Notarzt konnte die Diagnostik und Behandlung über vom Rettungsassistenten aufgenommenen Fotos und eine fernsteuerbare Domkamera verfolgen. Er hatte zusätzlich Vitaldaten der Betroffenen zur Verfügung. Diese wurden durch einen Vitaldaten-Monitor (Corpuls 3, GS Elektromedizinische Geräte G. Stemple GmbH, Kaufering) vor Ort aufgenommen (Blutdruck, Pulsfrequenz, 4-Kanal-Rhythmus-EKG, periphere Sauerstoffsättigung und Kapnometrie), jedoch nicht automatisiert gespeichert.

3.4.6 Krankenhauszuweisung und Transport

Alle im Bereitstellungsraum eintreffenden Fahrzeuge wurden durch den Leiter Bereitstellungsraum im System angemeldet. Diese erschienen dann als frei und abrufbar im Interface des Transportdispatchers.

Nach Checkout wurden die Patienten entsprechend ihrer Priorität einem Transportmittel zugewiesen. Der Abruf der Rettungstransportwagen erfolgte dann automatisch als Rückmeldung an den Bereitstellungsraum. Das jeweilige Fahrzeug fuhr dann bis zum Rettungsmittelhalteplatz vor und die Mannschaft begab sich mit der Fahrtrage in das Zelt des Transportdispatchers.

Entsprechend der in das A.L.A.R.M.-System integrierten Krankenhausliste erfolgte die automatische Zuordnung zu einem geeigneten Zielkrankenhaus. Die Mannschaft des RTW wurde in den Transportmodus eingewiesen und der Transport begonnen.

3.4.7 Leichtverletztenbetreuung und Registrierung

Die gefährigten Betroffenen wurden an einer Sammelstelle durch einen Rettungsassistenten medizinisch untersucht und psychologisch betreut. Dazu wurden alle Patienten nach mSTaRT-Algorithmus vorgesichtet und mit RFID-Tags gekennzeichnet.

Neben der hier gewährten Betreuung wurde bereits unmittelbar mit der Registrierung begonnen. Die Polizei nutzte hier die technische Unterstützung des A.L.A.R.M.-Systems durch Eingabe der Daten in das BePAS-System. So standen Personendaten zeitnah für Informationen an Angehörige sowie für polizeiliche Ermittlungen der Staatsanwaltschaft bereit.

3.4.8 Tactical Worksheets

Über das „Tactical Worksheet“ standen dem OrgL und dem LNA aufbereitete Informationen über die Lage in Echtzeit zur Verfügung. Daten über die Anzahl der Betroffenen in den entsprechenden Sichtungskategorien konnten so unmittelbar für taktische Entscheidungen genutzt werden.

In einer Anzeige der „Prozessverläufe über die Zeit“ wurde die Anzahl der abgeschlossenen Vorsichtungen, Sichtungen, Checkins und Checkouts im zeitlichen Verlauf als Funktionsgraph angezeigt.

Neben einer Übersichtskarte des Einsatzgebietes (Google Inc., Mountain View, USA) konnten die eingesetzten Rettungsmittel eingesehen werden. Listenartig wurde die Zuordnung von Patientenummer mit Sichtungskategorie, transportierenden Rettungsmittel und Zielkrankenhaus dargestellt.

Kennzeichnungshinweis

Die Bezeichnung einer „schwarzen“ Sichtungskategorie wird aus ethischen Gründen abgelehnt ⁴⁰. Regulär wird die SK 4 („ohne Überlebenschance“) „blau“ markiert. Nur sicher tote Patienten sollen außerhalb der Kategorien schwarz markiert werden. Aufgrund der iterativen Entwicklung des Konzepts wurde im A.L.A.R.M.-Forschungsprojekt die SK 4 aber „schwarz“ benannt und markiert ⁷⁸. Diese Bezeichnung wird in der folgenden Auswertung beibehalten.

4. Statistik

4.1 Auswertung der Messdaten

4.1.1 Datenstruktur

Die Primärdaten wurden während der Übung durch automatische Aufzeichnung mit den Geräten des A.L.A.R.M.-Systems erhoben. Die Speicherung erfolgte auf der lokalen Plattform (Server vor Ort) sowie durch WLAN-/ Internetübertragung auf der strategischen Plattform (Online-Server) im MySQL-Format (Oracle Corporation, 2008, Redwood Shores, USA, www.oracle.com). Diese wurden durch den Projektpartner DAI-Labor (Technische Universität Berlin, www.dai-labor.de) betrieben.

Die Betreuung der mobilen A.L.A.R.M.-Handhelds und -Laptops erfolgte durch den Projektpartner Condat AG (Berlin, www.condat.de). Es wurde eine Überprüfung der Datenkonsistenz über alle eingesetzten Geräte durchgeführt, um sicher zu stellen, dass alle erhobenen Daten in der Datenbank korrekt erfasst und die Zeitstempel auf den tatsächlichen Übungsbeginn synchronisiert wurden. Gemeinsam mit allen Partnern wurden die Patientendatensätze auf Plausibilität geprüft.

Die Bereitstellung der Rohdatenbank im Excel-Format (Microsoft Corporation, 2007 und 2010, Redmond, USA; www.microsoft.com) wurde in Zusammenarbeit mit dem DAI-Labor realisiert.

4.1.2 Aufarbeitung und Exploration der Messdaten

Alle Messdaten wurden aus der strategischen Plattform des DAI-Labors exportiert. Die Daten lagen hier als Tabellen im SQL-Format vor und wurden zunächst nach Relevanz gesichtet. Alle als relevant erachteten Daten wurden im CSV-Format exportiert und manuell in eine Datenbank eingefügt. Um alle Daten eindeutig einer Patientenrolle zuordnen zu können, wurde die eindeutige Tag-ID benutzt.

Die medizinischen Daten der zugrunde liegenden Befunde wurden der Excel-Datei „Verletzungsmuster Übersicht Hauptübung“ entnommen.

4.2 Auswahl der statistischen Verfahren

Datenqualität

Die Einteilung der Datenqualität lässt sich in drei Gruppen vornehmen: Alle Merkmale, die den Patienten, die Identifikationsbezeichnungen, das Verletzungsmuster, die Vitalwerte sowie Einsatz- und Strukturdaten beschreiben, werden in nominaler Skalierung definiert. Alle Zeitpunkt- und Zeitdauermessungen werden als metrisch skalierte Daten festgelegt. Die Einteilung von Subgruppen der Betroffenen (insbesondere Sichtungskategorien) erfolgt gemäß einer ordinalen Skalierung.

Für die metrischen Variablen werden zur Charakterisierung der Verteilungen einheitlich Median und Mittelwert mit Extremwerten (Minimum und Maximum) und den Variabilitätskennzahlen Interquartilbereich (IQR) und Standardabweichung (SD) angegeben.

Datenverteilung und Datengruppierung

Wegen der geringen Fallzahlen ($n = 33$) und nach Prüfung der Verteilungen mittels Q-Q-Plots werden nichtparametrische Tests für unabhängige Stichproben eingesetzt. Beim Vergleich von zwei Gruppen (z.B. „rote“ und „gelbe“ Sichtungskategorie) wird der Mann-Whitney Test genutzt. Beim Vergleich von mehr als zwei Gruppen (z.B. vier

Sichtungskategorien) mit vermutetem Trend bzw. wenn die Prüfung auf einen Trend beabsichtigt war, kommt der Jonckheere-Terpstra Test zum Einsatz, sonst wird der Kruskal-Wallis-Test verwendet.

4.3 Statistische Auswertung mit SPSS

Die statistische Auswertung und Erstellung von Tabellen und Abbildungen wurde mit IBM SPSS Statistics (International Business Machines Corporation, Versionen 19 und 23, Armonk, USA, www.ibm.com) sowie Excel durchgeführt.

5. Ergebnisse

5.1 Logistik und Einsatzkräfte

Aus Kapazitätsgründen der beteiligten Organisationen wurden weniger Einsatzkräfte in der Übung aufgeboten, als im Realfall laut Alarm- und Ausrückeordnung alarmiert würden. Ärztliche Einsatztrupps und Notfallseelsorger kamen aus dem gleichen Grund nicht zum Einsatz.

Aufgebotene Einsatzkräfte	LNA	OrgL RD	Notärzte	ÄE	RA	Feuerwehr	Polizisten	NFS	Σ
Planung MANV IV (ohne SEG)	1	1	4	4	30	48	1	1	90
Übung	1	1	4	0	22	13	1	0	42
Ist/ Soll	100%	100%	100%	0%	73%	27%	100%	0%	47%

Tabelle 6: Anzahl der Einsatzkräfte

Die Anzahl der eingesetzten Notärzte entsprach der Realfall-Planung, jedoch war mit dem Telenotarzt ein NA weniger vor Ort. Durch die fehlenden Ärzte der ÄE waren weitere 4 Ärzte weniger im Einsatz als im MANV-Plan vorgesehen (Gesamtzahl Ärzte 55%). Auch waren weniger Rettungsassistenten (73%) und Feuerwehrleute (27%) eingesetzt (Gesamtzahl Feuerwehreinsatzkräfte 45%). Die für die Registrierung zuständige Polizei war mit einem Mann für diese Aufgabe mit Sollstärke (100%) im Einsatz. Auf den Einsatz weiterer Polizeikräfte wurde verzichtet. Alle Einsatzkräfte waren bei Übungsbeginn vor Ort und einsatzbereit.

5.2 Vorsichtung

Prozesszeiten

Nach Übungsbeginn um 12:17:00 Uhr erfolgte die erste Vorsichtung um 12:22:37 Uhr (nach 5:20 [mm:ss]). Der letzte Vorsichtungsprozess wurde um 12:37:53 Uhr beendet (nach 20:53 [mm:ss]). Die Gesamtprozessdauer der Vorsichtung betrug 25:47 [mm:ss] für 33 Patienten (Mittelwert: 48,3 Sek., SD 33,3 Sek.).

Prozessdauer

Die Vorsichtungsdauer betrug im Median 45,5 Sek., IQR 60 Sek., Min. 8 Sek.; Max. 150 Sek., Mittelwert 48,34 Sek., SD 33,31 Sek. Für die „rot“ vorgesichteten Betroffenen betrug die Vorsichtungsdauer im Median 66 Sek., IQR 33 Sek., Min. 24 Sek.; Max. 81 Sek., Mittelwert 58,2 Sek., SD 19,5 Sek., die „gelb“ vorgesichteten 78 Sek., IQR 78 Sek., Min. 39 Sek.; Max. 150 Sek., Mittelwert 79,2 Sek., SD 32,1 Sek., die „grün“ vorgesichteten Betroffenen 12 Sek., IQR 13 Sek., Min. 8 Sek.; Max. 45 Sek., Mittelwert 16,8 Sek., SD 11 Sek. und die „schwarz“ vorgesichteten Betroffenen 34 Sek., IQR bei nur zwei Werten nicht darstellbar, Min. 16 Sek.; Max. 51 Sek., Mittelwert 33,5 Sek., SD 24,7 Sek.

Im Vergleich der Vorsichtungsdauer zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Vorsichtungskategorien ($p < 0,05$; Kruskal-Wallis Test).

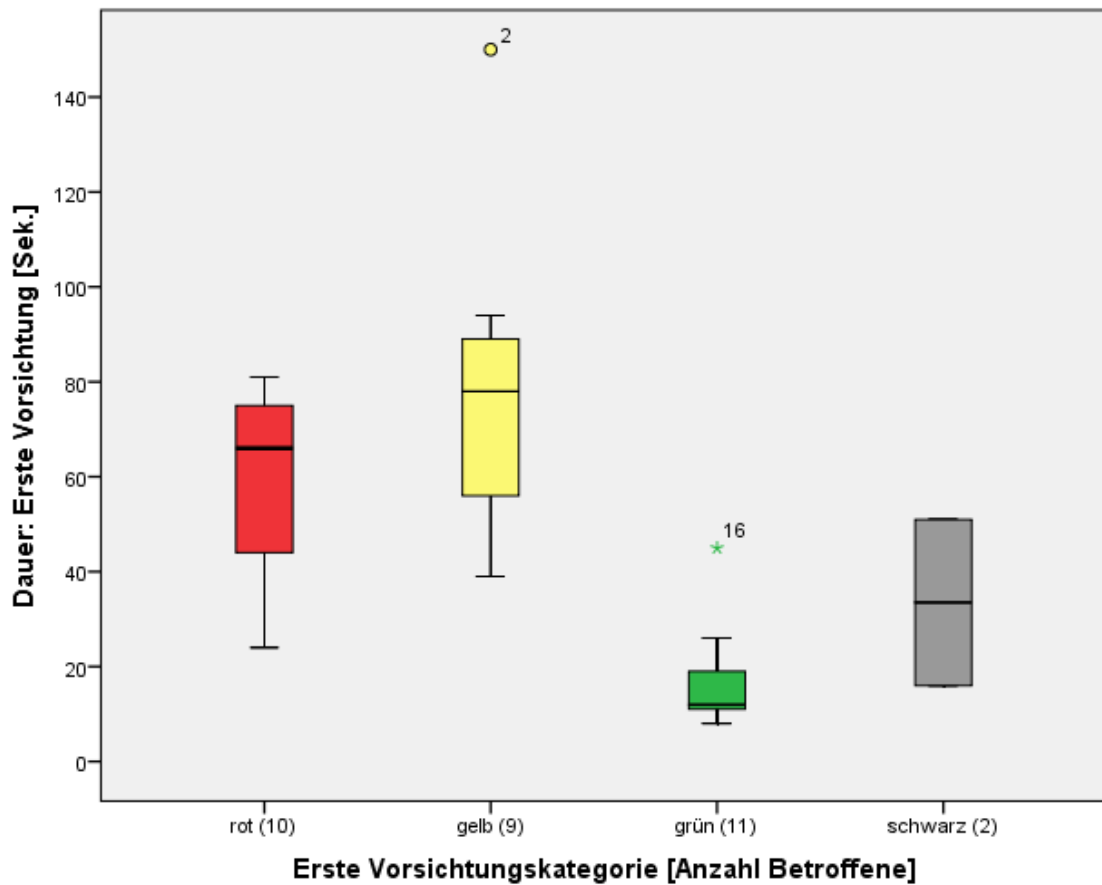


Abbildung 5: Dauer der ersten Vorsichtung

Variable 2 = Verletzungsmuster 4, Variable 16 = Verletzungsmuster 20

Die Zeitdauer vom Übungsbeginn bis zum Abschluss der jeweiligen Vorsichtung zeigt keine signifikanten Unterschiede der jeweiligen Sichtungskategorien untereinander ($p = 0,251$; Jonckheere Terpstra Test).

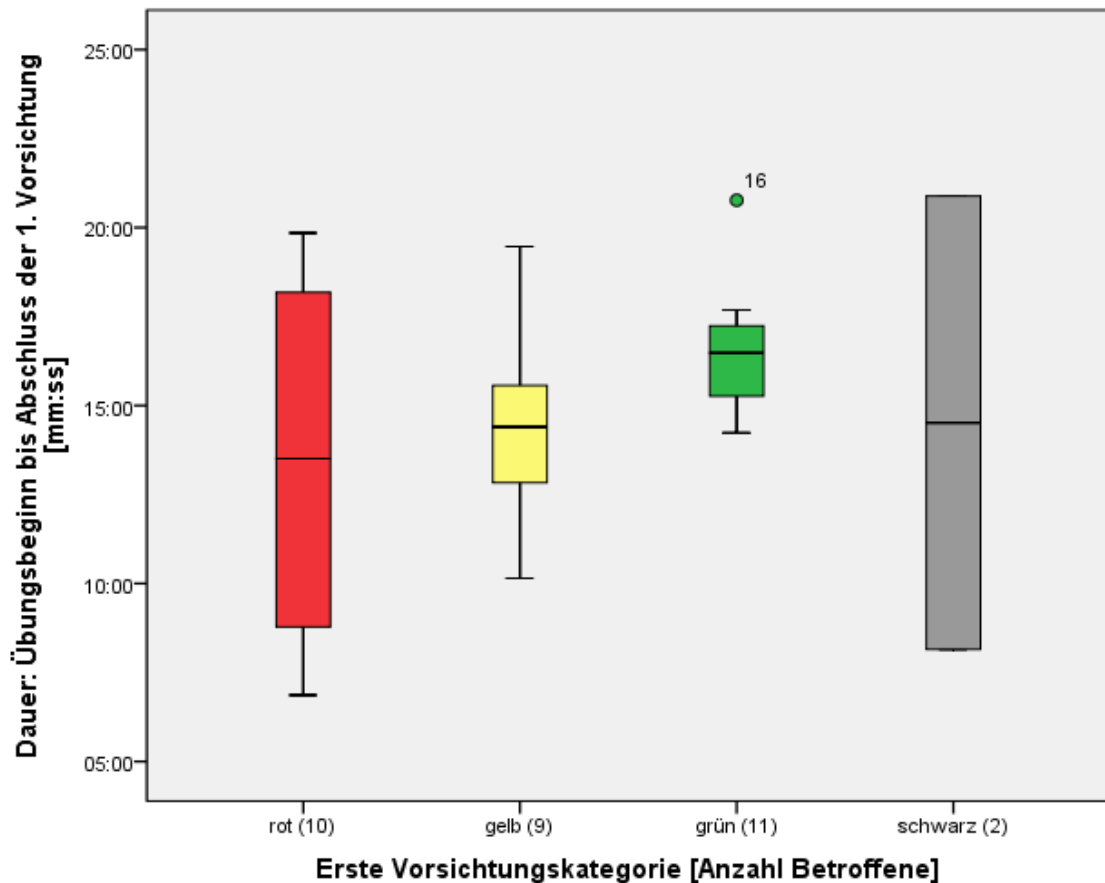


Abbildung 6: Dauer vom Übungsbeginn bis zum Abschluss der ersten Vorsichtung
Variable 16 = Verletzungsmuster 20

Vorsichtungsteams

Die Vorsichtungen wurden von zwei Teams (je zwei RA) im Schadensraum und einem RA an der Verletzensammelstelle vorgenommen.

Für das erste Vorsichtungsteam betrug die Vorsichtungsdauer im Median 51,5 Sek., IQR 34 Sek., Min. 24 Sek.; Max. 150 Sek., Mittelwert 60,9 Sek., SD 32,8 Sek. Für das zweite Vorsichtungsteam betrug die Vorsichtungsdauer im Median 74,5 Sek., IQR 30 Sek., Min. 16 Sek.; Max. 94 Sek., Mittelwert 67,6 Sek., SD 23,2 Sek. An der Verletzensammelstelle betrug Vorsichtungsdauer im Median 11,5 Sek., IQR 6 Sek., Min. 8 Sek.; Max. 26 Sek., Mittelwert 14 Sek., SD 6 Sek.

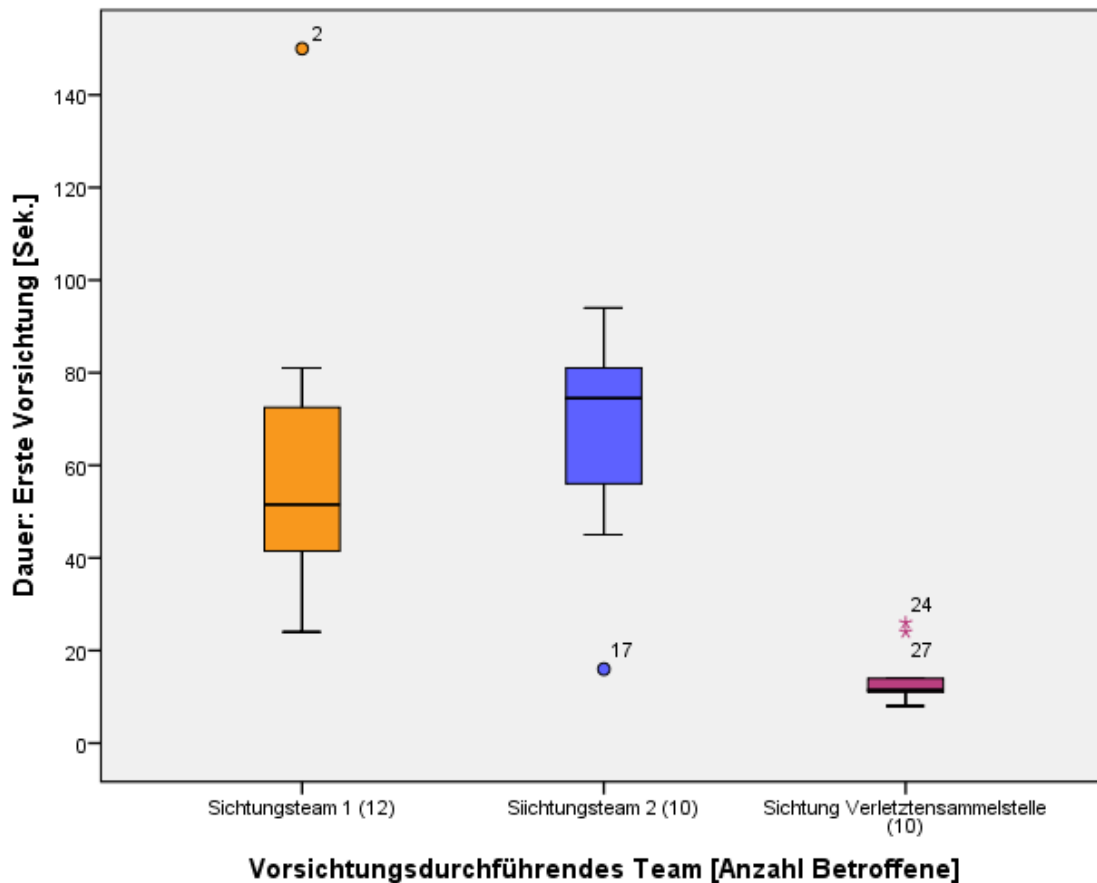


Abbildung 7: Dauer der ersten Vorsichtung nach Team

Variable 2 = Verletzungsmuster 4, Variable 17 = Verletzungsmuster 24, Variable 24 = Verletzungsmuster 16, Variable 27 = Verletzungsmuster 23

Prozesspausen

Das Zeitintervall zwischen Ende einer Vorsichtung und Beginn der nächsten Vorsichtung entspricht den Wegezeiten zwischen zwei Patienten und beschreibt die Prozesspause.

Für die Wege im Schadensgebiet zwischen den Betroffenen benötigte das erste Sichtungsteam im Median 27 Sek., IQR 18 Sek., Min. 10 Sek.; Max. 61 Sek., Mittelwert 25 Sek., SD 15 Sek. und das das zweite Sichtungsteam im Median 11 Sek., IQR 15 Sek., Min. 7 Sek.; Max. 32 Sek., Mittelwert 15 Sek. und SD 9 Sek.

Der Rettungsassistent an der Verletzensammelstelle benötigte zwischen den Vorsichtungen im Median 8 Sek., IQR 8 Sek., Min. 5 Sek.; Max. 23 Sek., Mittelwert 10 Sek. und SD 6 Sek.

Prozessergebnisse

Es wurde 32 Betroffenen eine Vorsichtungskategorie zugewiesen (Erfassungsrate Vorsichtung 97%).

Zu einem Betroffenen (Verletzungsmuster 23, geplante Vorsichtungskategorie: „rot“) wurden keine Daten zur Vorsichtung in die Datenbank übertragen oder auf dem Patiententag gespeichert. Es ist davon auszugehen, dass dieser Patient nicht vorgesichtet wurde (keine Daten im System und nur ein Aufkleber auf dem Patiententag – vermutlich von der ärztlichen Sichtung). Eine ärztliche Sichtung zu diesem Patienten erfolgte um 12:34:00 Uhr (nach 17:00 [mm:ss]).

Initial wurde 26 Patienten die richtige Vorsichtungskategorie zugewiesen (79%). Dabei wurden vier Patienten dringlicher eingestuft als geplant (12% Übertriage) und zwei Patienten weniger dringlich kategorisiert als geplant (6% Untertriage).

Initial		Geplante Vorsichtungskategorie			
		rot	gelb	grün	schwarz
Tatsächliche Kategorie	n	9	12	10	2
	rot	7	4	0	0
	gelb	1	7	0	0
	grün	0	1	10	0
	schwarz	0	0	0	2
	Fehlt	1	0	0	0

Tabelle 7: Initiale Ergebnisse der Vorsichtung nach mStART

Umsichtung

Von den 32 Patienten wurden 19 Patienten einmal (59%), elf Patienten zweimal (34%) und zwei Patienten dreimal vorgesichtet (6%). D.h. 40% der Betroffenen wurden wiederholt vorgesichtet.

Im Rahmen der Vorsichtung erfolgten drei Umsichtungen (9%) mit Vorsichtungsergebnissen höherer Priorität (einmal „grün“ zu „gelb“, einmal „gelb“ zu „rot“ und einmal „grün“ zu „rot“). Davon entsprechen zwei Vorsichtungen einer Korrektur der initial falschen in die richtige geplante Sichtungskategorie. Ein geändertes Vorsichtungsergebnis von „grün“ zu „rot“ entsprach korrekterweise der geplanten Dynamik des Verletzungsmusters.

Durch die fortlaufende, wiederholte Sichtung wurde die Anzahl korrekter Sichtungsergebnisse von 26 (79%) auf 28 erhöht (85%). Weiterhin wurde bei 11 Patienten die Vorsichtung wiederholt, ohne dass die Sichtungskategorie verändert wurde (korrekte finale Kategorisierung durch wiederholte Vorsichtung in 18% der Fälle).

Final		Geplante Vorsichtungskategorie			
		rot	gelb	grün	schwarz
Tatsächliche Kategorie	n	10	12	9	2
	rot	9	4	0	0
	gelb	0	8	0	0
	grün	0	0	9	0
	schwarz	0	0	0	2
	Fehlt	1	0	0	0

Tabelle 8: Finale Ergebnisse der Vorsichtung nach mSTaRT-

Alle neun Patienten der „grünen“ Vorsichtungskategorie wurden zwischen 13:23 und 13:28 Uhr (Übungsbeginn +66/ +71 [mm]) ein zweites Mal vorgesichtet.

Einzelfallbetrachtung

Der Patient mit dem Verletzungsmuster 10 wurde zunächst an der Verletzensammelstelle korrekt „grün“ vorgesichtet. Bei geplanter, dynamischer Zustandsverschlechterung (SHT mit Bewusstseinsbeeinträchtigung) wurde ihm um 12:47 Uhr (20 Minuten nach Übungsbeginn) eine neue Vorsichtungskategorie „rot“ zugewiesen. Nach erfolgter erster ärztlicher Sichtung („grün“) erfolgte die dritte Vorsichtung um 13:08 Uhr erneut „rot“.

Der Betroffene mit dem Verletzungsmuster 13 wurde ohne Vorsichtung zum Behandlungsplatz transportiert.

Ein Patient (Verletzungsmuster 16) wurde zunächst um 12:31 Uhr an der Verletzensammelstelle „grün“ kategorisiert (14 Minuten nach Übungsbeginn) und dann durch das gleiche Vorsichtungsteam erneut vorgesichtet (neue Sichtungskategorie „gelb“ um 12:35 Uhr, 18 Minuten nach Übungsbeginn).

5.3 Ärztliche Sichtung

Prozesszeiten

Nach Übungsbeginn um 12:17:00 Uhr erfolgte die erste ärztliche Sichtung um 12:29:56 Uhr (nach 12:56 [mm:ss]). Der letzte Sichtungsprozess wurde um 13:47:43 Uhr beendet (nach 01:30:43 [hh:mm:ss]). Die Gesamtprozessdauer betrug 01:17:47 [hh:mm:ss] für 30 Patienten (Mittelwert 130 Sek., SD 45 Sek.).

Bezogen auf die Kategorie der Vorsichtung wurde die ärztliche Sichtung des ersten Betroffenen der Kategorie „rot“ um 12:30:47 Uhr (13:47 [mm:ss] nach Übungsbeginn) und des letzten Betroffenen der Kategorie „rot“ um 13:18:54 Uhr (nach 01:01:54 [hh:mm:ss]) begonnen. Im Vergleich hierzu begann die ärztliche Sichtung des ersten Betroffenen der Kategorie „gelb“ um 12:40:56 Uhr (nach 23:56 [mm:ss]) und des letzten Betroffenen dieser Kategorie um 13:34:23 Uhr (01:17:23 [hh:mm:ss] nach Übungsbeginn).

Bei den Patienten in der „grünen“ Vorsichtungskategorie wurde die ärztliche Sichtung des ersten Patienten um 13:35:24 Uhr (01:18:24 [hh:mm:ss] nach Übungsbeginn) und des letzten Patienten um 13:47:43 Uhr (01:30:43 [hh:mm:ss] nach Übungsbeginn) begonnen.

Prozessdauer

Die ärztlichen Sichtungszeiten betragen im Median 126 Sek., IQR 80 Sek., Min. 62 Sek.; Max. 223 Sek. Für die „rot“ vorgesichteten Betroffenen im Median 145 Sek., IQR 64 Sek., Min. 69 Sek.; Max. 223 Sek., Mittelwert 155 Sek. und SD 47 Sek., für die „gelb“ Vorgesichteten im Median 126 Sek., IQR 62 Sek., Min. 85 Sek.; Max. 208 Sek., Mittelwert 134 Sek. und SD 38 Sek. und für die „grün“ vorgesichteten Betroffenen im Median 84 Sek., IQR 62 Sek., Min. 62 Sek., Max. 168 Sek., Mittelwert 100 Sek. und SD 39 Sek.

Die mittlere Sichtungsdauer bezogen auf die Sichtungskategorie war nicht signifikant unterschiedlich ($p = 0,131$; Jonckheere Terpstra Test).

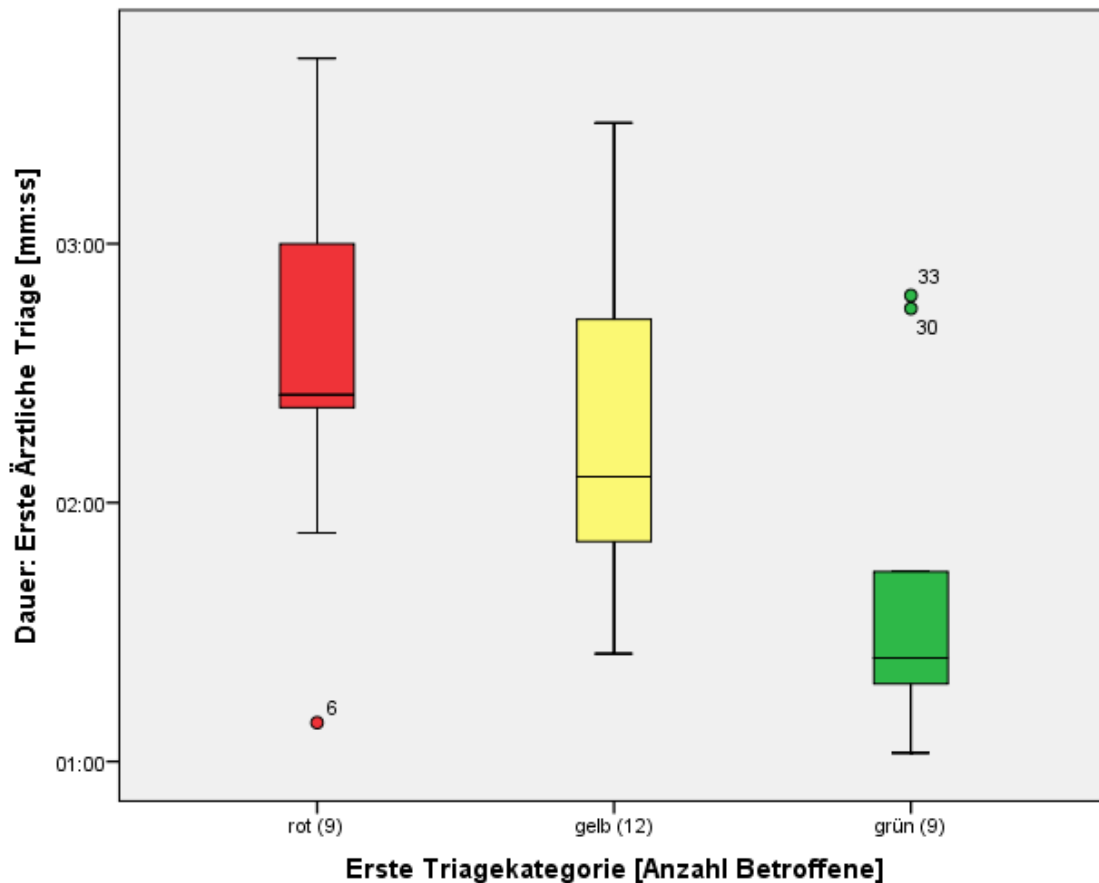


Abbildung 8: Dauer der ärztlichen Sichtung

Variable 6 = Verletzungsmuster 11, Variable 30 = Verletzungsmuster 10, Variable 33 = Verletzungsmuster 38

Priorisierung der Verletzten für den Prozess „Ärztliche Sichtung“

Der erste Betroffene der Vorsichtungskategorie „rot“ wurde 05:42 [mm:ss] und der letzte Betroffene der Vorsichtungskategorie „rot“ wurde 50:29 [mm:ss] nach Ende der Vorsichtung der ärztlichen Sichtung zugeführt. Bei den Betroffenen der Vorsichtungskategorie „gelb“ begann die ärztliche Sichtung erstmals 13:47 [mm:ss] und letztmalig 01:02:36 [hh:mm:ss] nach Ende des Vorsichtungsprozesses.

Betroffene der „grünen“ Vorsichtungskategorie wurden frühestens 01:03:36 [hh:mm:ss] und spätestens 01:13:38 [hh:mm:ss] nach Vorsichtungsende ärztlich gesichtet.

Die Berechnung der Dauer zwischen dem Ende der Vorsichtung und dem Beginn der ärztlichen Sichtung respektive dem ersten Kontakt zwischen Betroffenen und Arzt zeigt

einen signifikanten Unterschied in Abhängigkeit von der Vorsichtungskategorie ($p = 0,038$; Jonckheere Terpstra Test).

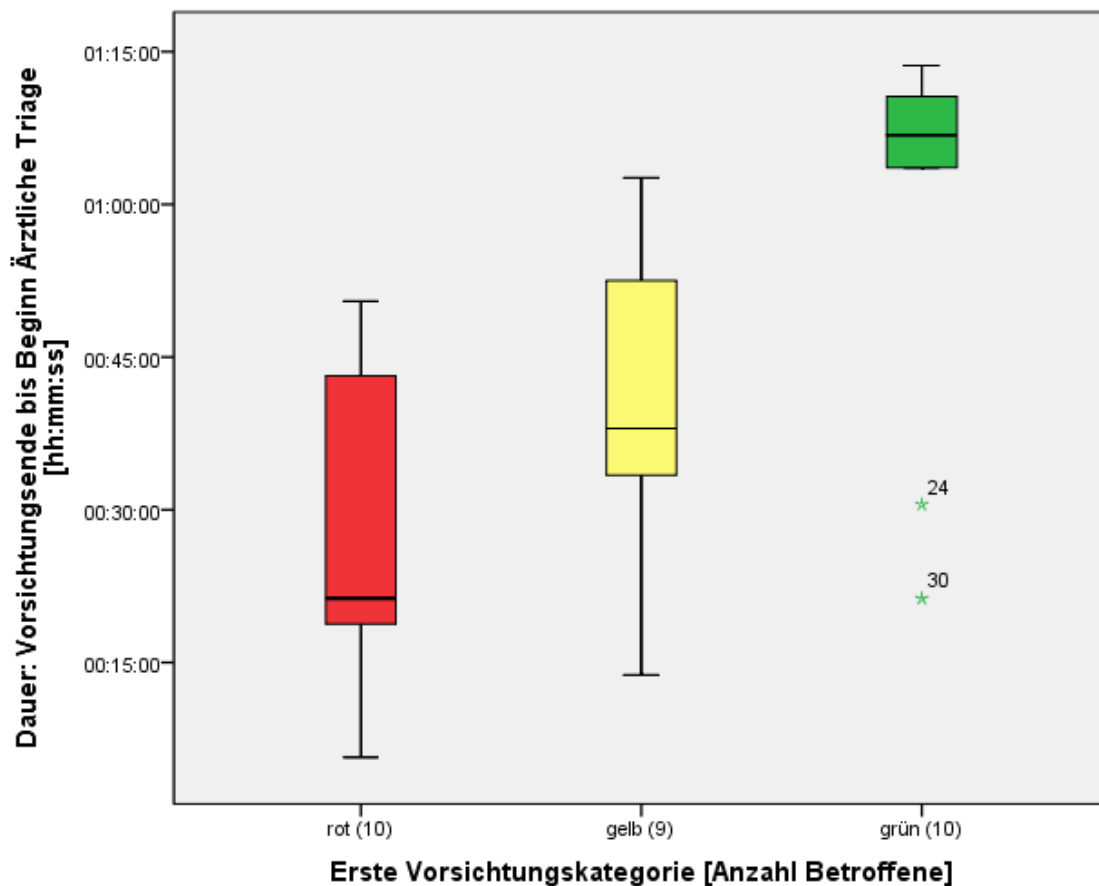


Abbildung 9: Dauer vom Ende der ersten Vorsichtung bis zum Beginn der ersten Ärztlichen Triage

Variable 24 = Verletzungsmuster 16, Variable 30 = Verletzungsmuster 10

Prozessergebnisse

Alle „rot“ und „gelb“ vorgesichteten Patienten wurden ärztlich gesichtet. Ein „grün“ und beide „schwarz“ vorgesichteten Patienten wurden nicht ärztlich gesehen. Damit beträgt die Erfassungsquote der ärztlichen Triage 91%.

Es wurde 25 Patienten die richtige Sichtungskategorie zugewiesen (75%). Dabei wurden zwei Patienten dringlicher eingestuft als geplant (6% Übertriage) und drei Patienten weniger dringlich kategorisiert als geplant (9% Untertriage).

Final		Geplante Kategorie ärztliche Sichtung			
		rot	gelb	grün	schwarz
Tatsächliche Kategorie	n	10	12	9	2
	rot	7	2	0	0
	gelb	2	10	0	0
	grün	1	0	8	0
	schwarz	0	0	0	0
	Fehlt	0	0	1	2

Tabelle 9: Ärztliche Sichtung: Geplante und tatsächliche Sichtungskategorie

Nach Beendigung der Sichtung der „rot“ und „gelb“ kategorisierten Patienten am Behandlungsplatz entschied der leitende Notarzt den Triage-Notarzt zur ärztlichen Sichtung der „grün“ vorgesehenen Patienten an der Verletzensammelstelle zu beordern.

Für die beiden als „schwarz“ vorgesehenen Patienten sind keine Daten in der Plattform eingegangen und es wurde jeweils nur ein Aufkleber auf dem Patiententag angebracht (vermutlich von der Vorsichtung), sodass davon ausgegangen werden kann, dass diese nicht vor Beendigung der Übung ärztlich gesehen wurden.

Umsichtung

Im Bereich der ärztlichen Sichtung wurde nur der eine Betroffene mit dynamischem Verletzungsverlauf in die korrekte Sichtungskategorie umkategorisiert, nachdem der Betroffene zunächst entgegen der Vorsichtung „rot“ ärztlich als „grün“ eingeschätzt wurde. Nach erneuter Vorstellung am Behandlungsplatz erfolgte dann die Korrektur in die richtige Sichtungskategorie „rot“ (Umsichtungsrate 3,3%).

Prozesspausen

Die Berechnung der Dauer zwischen dem Ende einer „Ärztlichen Sichtung“ und dem Beginn der folgenden ärztlichen Sichtung zeigt die Pausen des Prozesses „Ärztliche Sichtung“.

Zwischen den Einzelprozessen ergeben sich Wartezeiten von im Median 15 Sek., IQR 13 Sek., Min. 8 Sek.; Max. 241 Sek., Mittelwert 29 Sek. und SD 45 Sek. Eine Ausnahme ist die Prozesspause zwischen den ärztlichen Sichtungen 16 und 17 (laufende Nummer) von 4 Minuten und 9 Sekunden (13:14:45 - 13:18:54 Uhr). Dafür ist vermutlich der übungsbedingte Wechsel des Personals (Triagenotarzt) ursächlich.

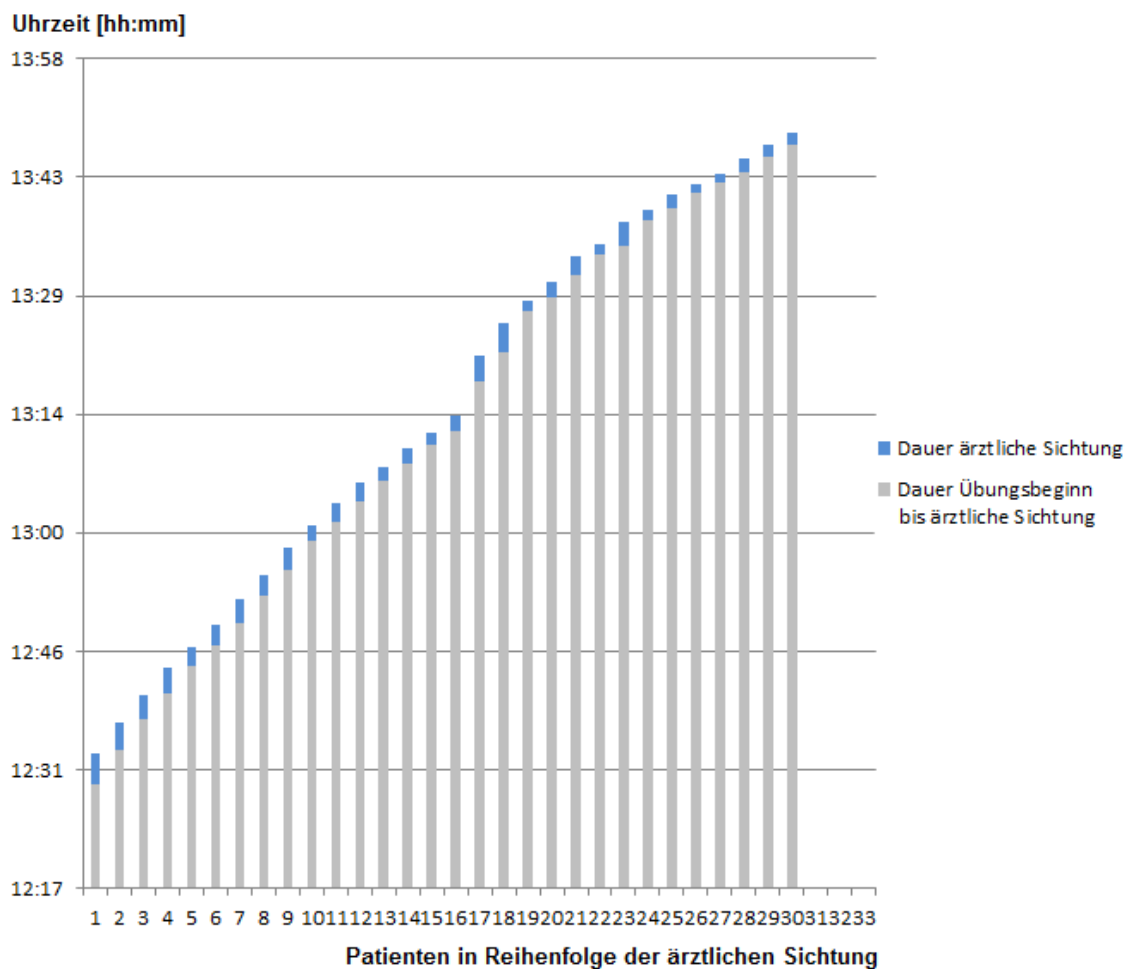


Abbildung 10: Dauer vom Übungsbeginn bis zum Beginn der ärztlichen Sichtung

Die Berechnung der Dauer zwischen dem Übungsbeginn, dem Ende der Vorsichtung und dem Beginn der ärztlichen Sichtung betrachtet die Wartezeit des Patienten auf den ersten ärztlichen Kontakt und zeigt die zunehmende Dauer im Übungsverlauf.

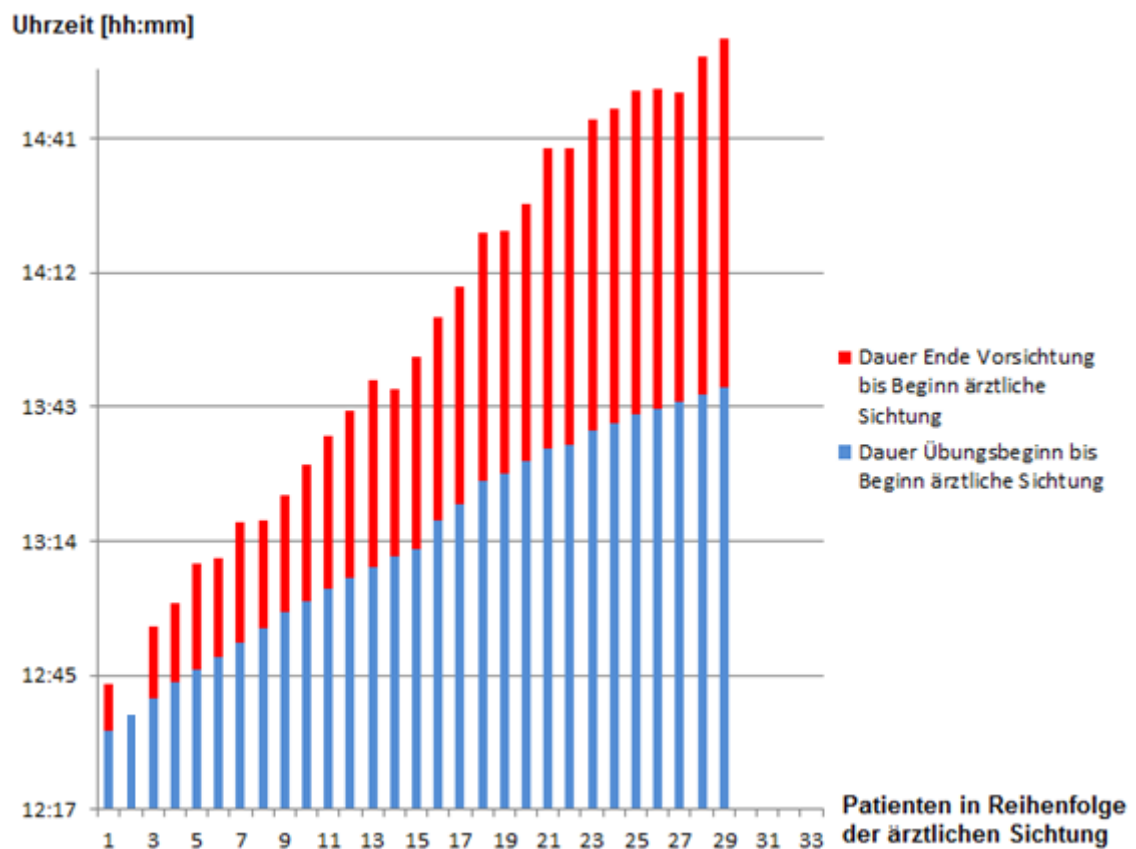


Abbildung 11: Dauer vom Übungsbeginn bis zum Beginn der ärztlichen Sichtung
(Der zweite Patient (Verletzungsmuster Nr. 13) wurde nicht vorgesichtet)

Behandlungsanweisungen

Durch den automatisiert ablaufenden Algorithmus wurden insgesamt 85 Behandlungsanweisungen generiert (Median 3, IQR 1, Min. 2, Max. 4, Mittelwert 2,83, SD 0,75).

Elf Betroffene erhielten zwei Behandlungsanweisungen (36,6%), 13 (43,4 %) drei Behandlungsanweisungen und sechs Betroffene (20%) erhielten vier Behandlungsanweisungen.

Alle „grün“ gesichteten Betroffenen erhielten zwei identische Behandlungsanweisungen: „Patientenbeobachtung“ und „1 peripherer großlumiger Zugang. 500ml Flüssigkeit geben“.

Die häufigste generierte Behandlungsanweisung war „Patientenbeobachtung (30,6 %), gefolgt von der Behandlungsanweisung „1 peripherer großlumiger Zugang. 500ml Flüssigkeit geben.“ (25,8 %) und „Ggf. mit Kompresse abdecken und 1x Versuch der Reposition“ (11,8 %).

Von den 16 Behandlungsanweisungen kamen drei nicht zum Einsatz:

Nr. 8: „Bei Blutung als Ursache 3 großlumige periphere Zugänge! Flüssigkeit geben bis der Puls auf 120/min gesenkt ist! Ist der Patient schmerzfrei?“

Nr. 11: „Neurologische Kontrolle! Blick in die Pupillen! Blutdruckkontrolle. Bei normalem Blutdruck beobachten, bei Hypotonie 0,5mg Atropin“

Nr. 12: „Achsengetreue Bewegung! Vakuummatratze/Spineboard!“

5.4 Behandlungsplatz

Prozesszeiten

Nach Ende der ärztlichen Sichtung wurden die Patienten durch einen Rettungsassistenten auf einen Stellplatz eingechekkt. Der Zeitpunkt des „CheckIns“ wurde durch einen Datenbankfehler nicht aufgezeichnet. Näherungsweise wurde der Zeitstempel für den Eingang des Prozessergebnisses in der lokalen Plattform für die folgenden Berechnungen genutzt. Allerdings konnte dieser nur in vollen Minuten abgebildet werden, sodass jeder einzelne Wert bis zu +/- 30 Sekunden abwich.

Der erste „CheckIn“ erfolgte ca. 17 Minuten nach Übungsbeginn um 12:34 Uhr. Der letzte Patient wurde ca. 79 Minuten nach Übungsbeginn um 13:36 Uhr in den Behandlungsplatz eingecheckt.

Der erste Patient wurde 22:43 [mm:ss] nach Übungsbeginn ausgecheckt. Das letzte „CheckOut“ erfolgte 83:21 [mm:ss] nach Übungsbeginn.

Bypass

Es wurden drei Patienten auf einen Bypass-Stellplatz eingecheckt (14% aller Patienten am BHP), davon waren zwei Patienten „rot“ und ein Patient „gelb“ gesichtet. Bei diesen wurde kein „CheckOut“ durchgeführt und damit auch kein Zeitstempel generiert. Die Verweildauer lässt sich somit nicht rekonstruieren.

Verweildauer

Die Verweildauer im Behandlungsplatz wird durch das Zeitintervall von „CheckIn“ bis „CheckOut“ beschrieben und wurde somit für 19 von 22 Patienten (86,4%) dokumentiert. Dieses betrug im Median 05:00 [mm:ss], IQR 01:23 [mm:ss], Min. 03:09 [mm:ss], Max. 10:20 [mm:ss], Mittelwert 05:28 [mm:ss], SD 01:46 [mm:ss].

Inhaltlich waren die im System hinterlegten sowie die zusätzlich durch das Personal für notwendig erachteten Behandlungsanweisungen maßgeblich. Die vorgesehene Behandlung wurde in unterschiedlichem Maß nur angedeutet. Z.B. wurde durch Aufkleben einer Venenverweilkanüle der venöse Zugang simuliert. Hingegen dauerten einige Therapieschritte ähnlich lange wie im Realfall zu erwarten gewesen wäre (z.B. Sauerstoffgabe via Maske, Verbände, Schienung, etc.).

Unterteilt nach Sichtungskategorie betrug die Behandlungsdauer der Patienten im Median bei „rot“ kategorisierten Patienten im Median 04:59 [mm:ss], IQR 03:09 [mm:ss], Min. 04:35 [mm:ss], Max. 10:20 [mm:ss], Mittelwert 06:07 [mm:ss] und SD 02:10 [hh:ss] sowie bei „gelb“ kategorisierten Patienten im Median 05:10 [mm:ss], IQR 02:11 [mm:ss],

Min. 03:09 [mm:ss], Max. 08:21 [mm:ss], Mittelwert 05:04 [mm:ss] und SD 01:26 [mm:ss].

Die Dauer der Behandlung zeigte keinen relevanten Unterschied abhängig von der Sichtungskategorie („rot“ vs. „gelb“; $p = 0,558$; Mann-Whitney Test).

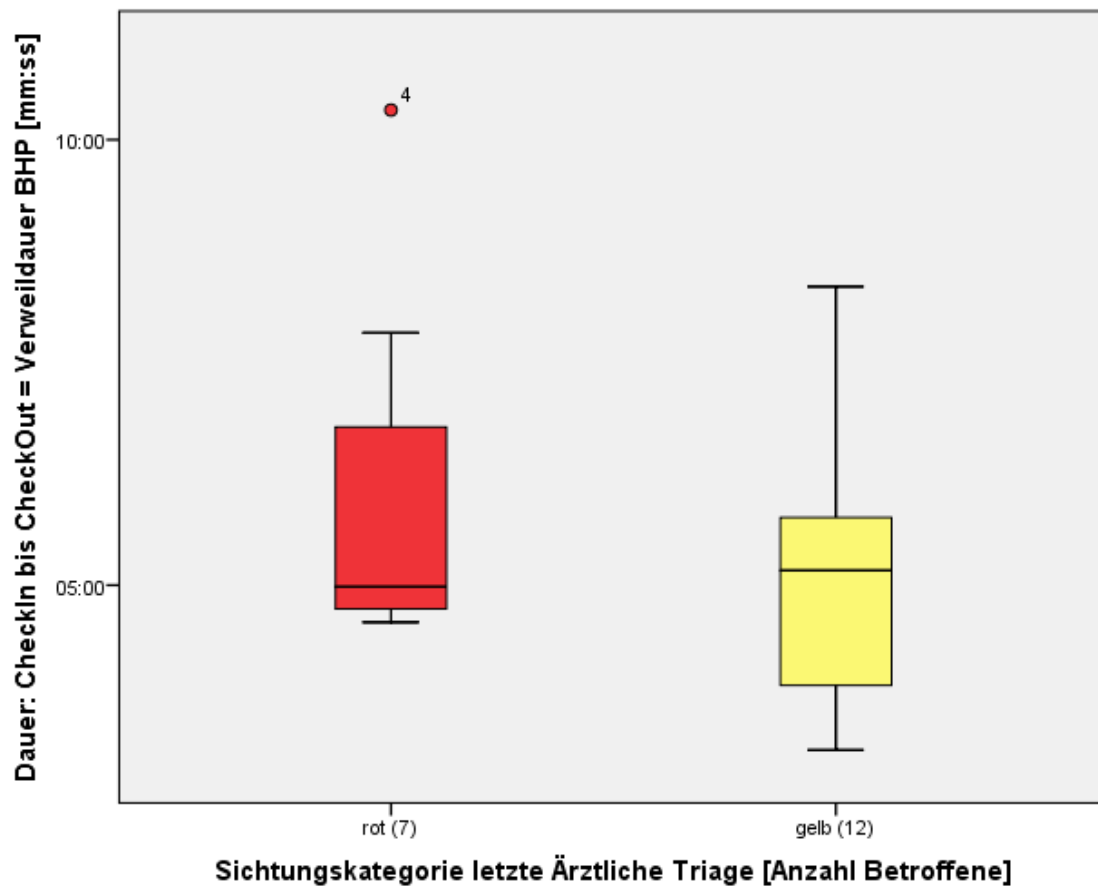


Abbildung 12: Behandlungsdauer am Behandlungsplatz

Variable 4 = Verletzungsmuster 1

Aufgrund der technischen Vorgabe, dass alle Behandlungsanweisungen obligat quittiert werden mussten, bevor das „CheckOut“ abgeschlossen werden konnte, kann keine Aussage über das Ausmaß von erfolgten oder unterlassenen Behandlungsmaßnahmen getroffen werden.

Trotzdem lässt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Anzahl der generierten Behandlungsanweisungen und der Verweildauer am Behandlungsplatz aufzeigen ($p = 0,043$; Jonckheere Terpstra Test).

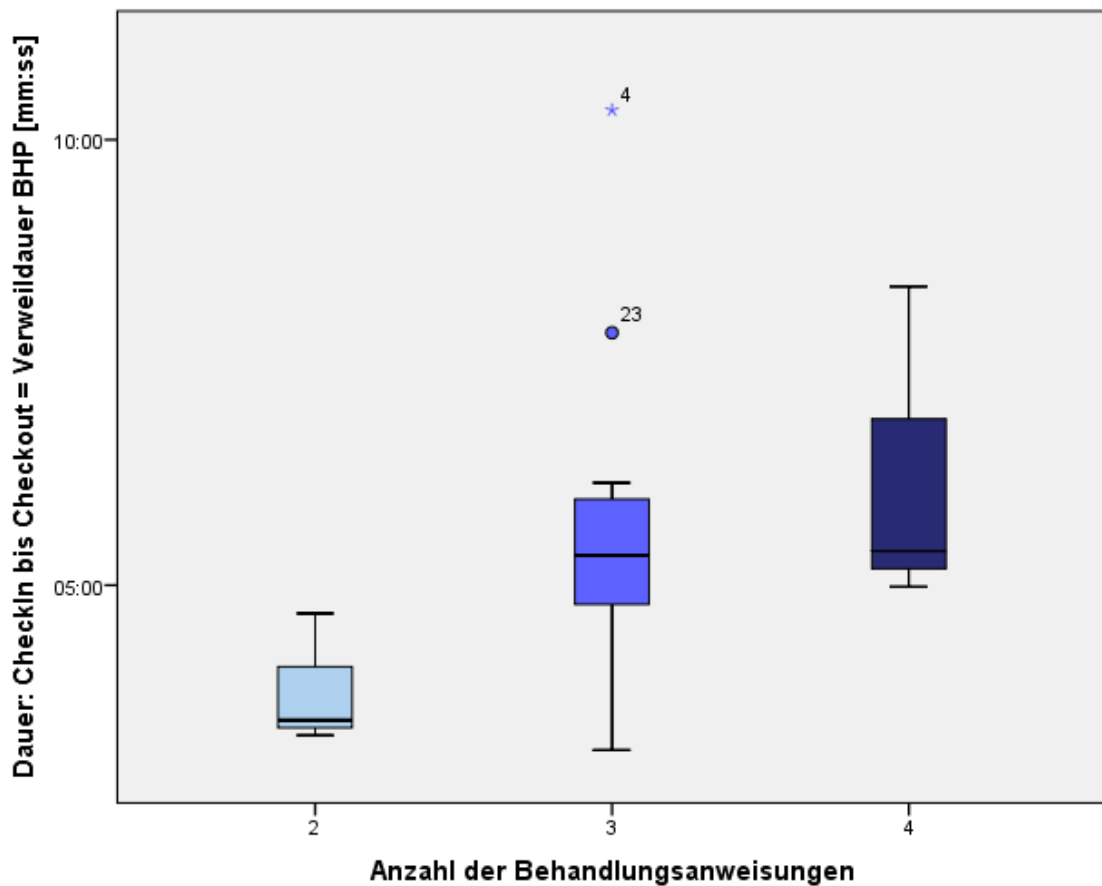


Abbildung 13: Behandlungsdauer am BHP in Abhängigkeit von der Anzahl der generierten Behandlungsanweisungen

Variable 4 = Verletzungsmuster 1, Variable 23 = Verletzungsmuster 13

Prozessergebnisse

Es wurden 22 Patienten am Behandlungsplatz behandelt (66,6% aller Patienten), davon waren ärztlich zehn Patienten „rot“ und zwölf Patienten „gelb“ gesichtet. Es wurden keine „grün“ oder „schwarz“ gesichteten Patienten in den Behandlungsplatz aufgenommen.

Im Behandlungszelt mit Präsenznotarzt wurden 13 Patienten und im Behandlungszelt mit Telenotarzt neun Patienten behandelt. Die Zuteilung war dem für das „CheckIn“ zuständigen Rettungsassistenten frei überlassen. Allerdings lag das konventionelle Behandlungszelt mit dem Präsenz-Notarzt räumlich näher zum Triagepunkt.

Behandlungsanweisungen

Für die 22 in den Behandlungsplatz aufgenommenen Patienten wurden insgesamt 69 Behandlungsanweisungen generiert (Median 3 (IQR 1, Min. 2, Max 4, Mittelwert 3,14 und SD 0,64).

Adäquate medizinische Versorgung

Da die Behandlungsziele nicht festgelegt waren und Behandlungsanweisungen automatisiert generiert wurden, können die Behandlungsergebnisse nicht qualitativ bewertet werden.

5.5 Telemedizinische Behandlung

Durch den Telenotarzt wurden neun Patienten gesehen (41%). Die Verteilung der Patienten in den Sichtungskategorien war in der konventionellen Gruppe („rot“ 6/ „gelb“ 7 = 0,86) vergleichbar mit der telemedizinischen Gruppe („rot“ 4/ „gelb“ 5 = 0,8).

Prozesszeiten

Die Behandlung durch den Telenotarzt (Median 358 Sek., IQR 242 Sek., Min. 189 Sek., Max. 620, Mittelwert 370 und SD 141 Sek.) dauerte bei etwa gleicher Verletzungsschwere länger als die durch den Präsenznotarzt (Median 297 Sek., IQR 50 Sek., Min. 209 Sek., Max. 333, Mittelwert 289 und SD 36 Sek.). Die Dauer der Behandlungszeiten abhängig vom Behandlungszelt („telemedizinisch“ vs. „konventionell“) zeigte jedoch keinen signifikanten Unterschied ($p = 0,121$, Mann-Whitney Test).

Unterschiedlich zeigt sich jedoch die maximale Behandlungsdauer: 620 Sek. vs. 333 Sek. Ursächlich könnte hier das schwere Verletzungsmuster von Patient 4, welcher durch den Patientensimulator dargestellt wurde („SHT, stumpfes Thoraxtrauma, Rippenserienfraktur rechts, im BHP Spannungspneumothorax rechts“) sein.

Prozessergebnisse

Durch die fehlenden Soll-Vorgaben zur Patientenbehandlung können keine Aussagen zur Behandlungsqualität und dem Vergleich von konventioneller und telemedizinischer notärztlicher Behandlung getroffen werden.

5.6 Krankenhauszuweisung und Transport

Prozesszeiten

Der erste Patiententransport wurde 29:17 [mm:ss] nach Übungsbeginn um 12:46:17 Uhr freigegeben. Der letzte Patiententransport (alle Patienten der Vorsichtungskategorie „grün“ als Sammeltransport) wurde nach 02:14:18 [hh:mm:ss] um 14:31:18 Uhr geloggt. Die Zeit bis zum Transport betrug im Mittel 01:26:11 [hh:mm:ss].

Für die Einzeltransporte per RTW betrug der Mittelwert 01:06:30 [hh:mm:ss]. Der letzte Einzeltransport wurde nach 01:35:03 [hh:mm:ss] freigegeben.

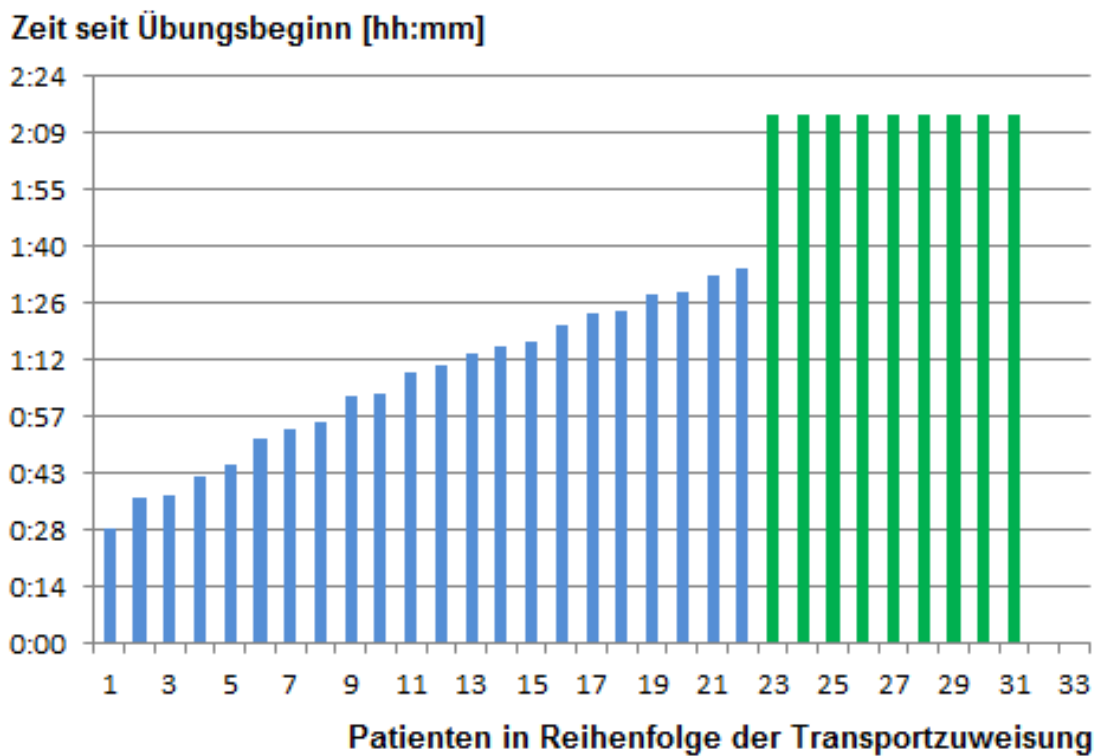


Abbildung 14: Dauer: Übungsbeginn bis Transportzuweisung
 (Blau: Einzeltransport per RTW, Grün: Sammeltransport per MTF)

Prozessdauer

Die Zeitintervalle von Übungsstart bis zur Transportzuweisung betragen entsprechend der endgültigen ärztlichen Sichtungskategorie für „rot gesichtete“ Patienten im Median 49:53 [mm:ss], IQR 28:30 [mm:ss], Minimum 29:17 [mm:ss], Maximum 01:20:56 [hh:mm:ss], Mittelwert 52:07 [mm:ss] und SD 16:48 [mm:ss], für „gelb gesichtete“ Patienten im Median 01:20:22 [hh:mm:ss], IQR 19:51 [mm:ss], Minimum 51:54 [mm:ss], Maximum 01:35:03 [hh:mm:ss], Mittelwert 01:18:29 [hh:mm:ss] und SD 13:08 [mm:ss] und 02:14:18 [hh:mm:ss] für „grüne“ Patienten. Der Patient ohne Ärztliche Sichtung (Verletzungsmuster 29) wurde „grün“ vorgesichtet und dessen Transport gemeinsam mit den anderen „grün gesichteten“ Patienten ins Bundeswehrkrankenhaus zeitgleich angewiesen. Beide „schwarz“ vorgesichteten Patienten wurden nicht transportiert.

Es zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Zeitintervallen von Übungsbeginn bis zur Transportzuweisung abhängig von der letzten ärztlichen Sichtungskategorie ($p < 0,001$; Jonckheere Terpstra Test).

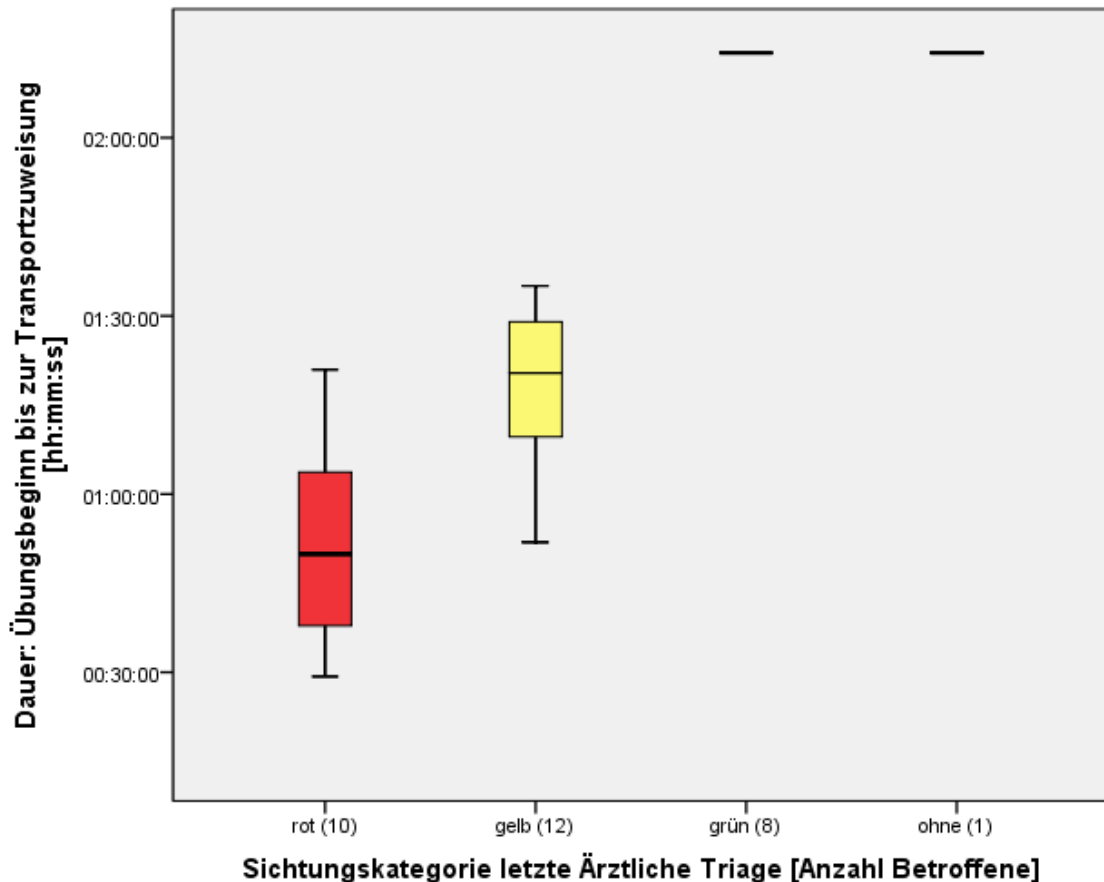


Abbildung 15: Dauer: Übungsbeginn bis Transportzuweisung

Adäquate Krankenhauszuweisung

Ähnlich wie bei den Behandlungsanweisungen war bei den Verletztenrollen keine erwartete Zielkrankenshauskategorie als Regieanweisung festgelegt, da auch hier keine Leitlinie diese differenziert und eindeutig anwendbar vorgibt.

Prozessergebnis

Es gab insgesamt 31 Transporte. D.h. alle Patienten mit Ausnahme der beiden als "schwarz" kategorisierten Patienten wurden in ein Krankenhaus verbracht (94%).

Alle Transporte wurden „ohne Arztbegleitung“ angeordnet und als durchgeführt betrachtet, da das System diese nicht dokumentieren konnte.

Für alle am Behandlungsplatz behandelten Patienten (n = 22) wurde ein Einzeltransport per RTW durchgeführt. Alle „grün“ gesichteten Patienten wurden als Sammeltransport per MTF ins Bundeswehrkrankenhaus verbracht.

Es wurden 15 verschiedene Kliniken als Transportziele ausgewählt:

11	St. Hedwig-Krankenhaus	(1x)
12	Bundeswehrkrankenhaus	(9x)
14	Franziskus-Krankenhaus	(2x)
17	Vivantes Klinikum im Friedrichshain	(2x)
18	Vivantes Klinikum am Urban	(1x)
19	Unfallkrankenhaus Berlin	(2x)
22	DRK Kliniken Berlin Mitte	(1x)
23	Jüdisches Krankenhaus	(2x)
27	HELIOS-Klinikum Berlin-Buch	(3x)
28	Maria Heimsuchung Pankow	(1x)
37	DRK Kliniken Berlin Westend	(2x)
38	Schlosspark-Klinik	(2x)
39	Vivantes Klinikum Spandau	(1x)
52	Vivantes Klinikum Neukölln	(1x)
60	DRK Kliniken Berlin Köpenick	(1x)

(Krankenhausnummer der BFW/ Krankenhausname/ Anzahl Patiententransporte)

5.7 Leichtverletztenbetreuung und Registrierung

Prozesszeiten

Die Dauer vom Übungsbeginn bis zur durchgeführten vollständigen Registrierung betrug im Median 32:07 [mm:ss], IQR 16:06 [mm:ss], Min. 19:56 [mm:ss], Max. 43:31 [mm:ss], Mittelwert 32: 05 [mm:ss] und SD 08:30 [mm:ss].

Prozessergebnisse

Es wurden nur Patienten der grünen Vorsichtungskategorie registriert. Von den neun „grün“ vorgesehenen Patienten wurden acht registriert. Entsprechend den Einsatzvorschriften wurde bei keinem Patienten der „roten“ oder „gelben“ Sichtungskategorie eine Registrierung vorgenommen. Die Patientenerfassungsquote lag damit bei 89% des Sollwertes.

Pro Patient wurden fünf Elemente erfasst (Vorname, Name, Geburtsdatum, Straße, Postleitzahl). Von 40 möglichen Elementen wurden 38 in der A.L.A.R.M.-Datenbank erfasst (Erfassungsrate 95 %). In einem Fall wurde statt dem Geburtsdatum das korrekte Alter registriert. Bei einer Postleitzahl lag ein Tippfehler vor (1335S, „S“ statt „3“). Damit liegt die Erfassungsrate korrekter Registrierungselemente bei 90 %).

5.8 Tactical Worksheets

Als Versuch in der Situation gemessene Parameter live verfügbar zu machen, wurde in das „Tactical Worksheet“ eine Funktion eingearbeitet, welche die Anzahl der abgeschlossenen Prozesse über den zeitlichen Verlauf graphisch abbildete. Diese standen der medizinischen Einsatzleitung während der Übung zur Verfügung.

Die Ansicht im Verlauf wurde durch das System nicht gespeichert. Um die Anzeige annähernd zu rekonstruieren, wurden die Anzahl der abgeschlossenen Prozesse (Vorsichtung, Ärztliche Sichtung, CheckIn und CheckOut in den BHP), entsprechend ihrem zeitlichen Eingang in die lokale Plattform, auf einer Zeitachse aufgetragen. Dazu wurden in Abbildung 15 zehnmündige Zeitintervalle gewählt.

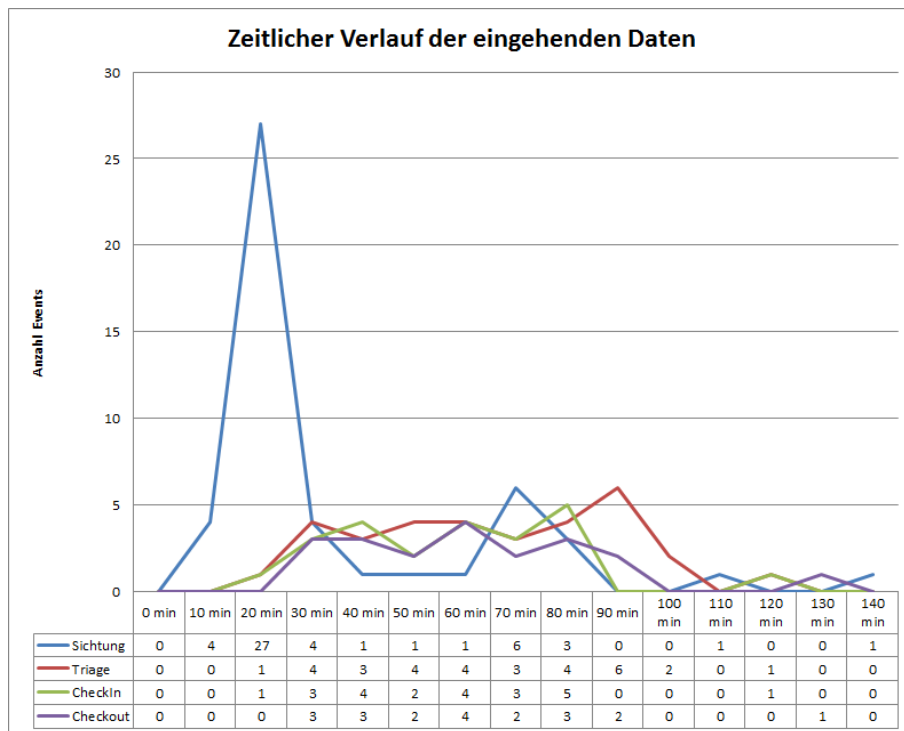


Abbildung 16: Zeitlicher Verlauf eingehender Daten

5.9 Gesamtprozess

Der Gesamtprozess (Beginn erste Vorsichtung – letzter Transport) dauerte von 12:22:37 Uhr bis 14:31:18 Uhr. Die Gesamtverweildauer betrug somit maximal 02:08:41 [hh:mm:ss]. Bei 33 Patienten ergibt sich eine fiktive mittlere Prozessdauer von 03:54 [mm:ss]. Der Gesamtprozess konnte somit durchschnittlich 15 Patienten aller Kategorien pro Stunde versorgen.

Bezogen auf die schwerverletzten Patienten der Sichtungskategorie „rot“ und „gelb“ dauerte der Gesamtprozess von 12:22:37 Uhr bis 13:52:03 Uhr. Die Gesamtverweildauer betrug hier 01:29:26 [hh:mm:ss]. Bei 22 Patienten ergibt sich eine fiktive mittlere Prozessdauer von 04:04 [mm:ss]. Der Gesamtprozess konnte somit ebenfalls 15 Patienten der Sichtungskategorien „rot“ und „gelb“ pro Stunde versorgen.

Retrospektiv konnten die einzelnen Kernprozessschritte für jeden Patienten im zeitlichen Verlauf dargestellt werden.

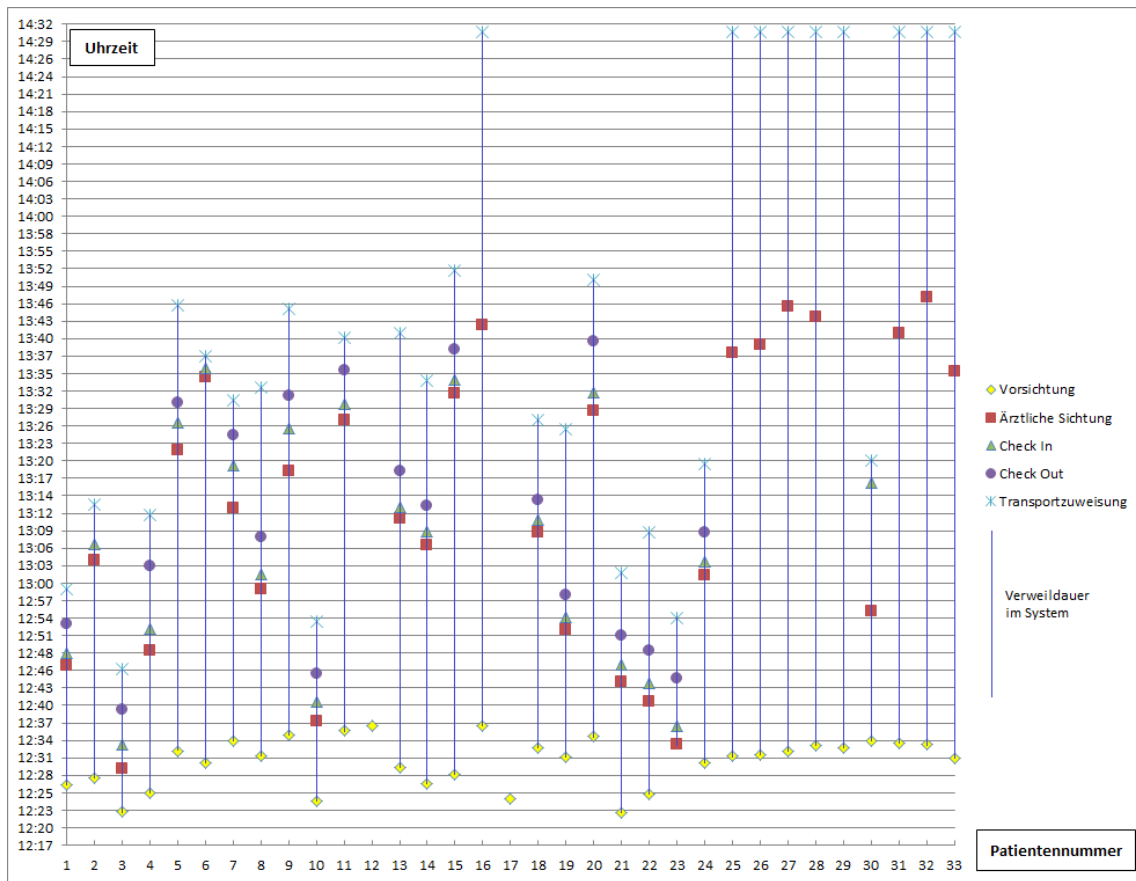


Abbildung 17: Übersicht – Kernprozessschritte im zeitlichen Verlauf

6. Diskussion

Die in der Übung vorliegenden Prozesszeiten und –ergebnisse konnten detailliert erfasst und transparent aufgezeigt werden. Dadurch wird eine differenzierte Beschreibung, Analyse und Diskussion der Einzelprozesse ermöglicht.

6.1 Diskussion eigener Ergebnisse

Strukturqualität

Parameter der Strukturqualität beschreiben in diesem Kontext die aufgegebenen Einsatzkräfte und –fahrzeuge sowie die eingesetzten taktischen Funktionen und Strukturen. Diese waren durch die Übungsplanung bereits vorgegeben.

Prozessqualität

Parameter der Prozessqualität beschreiben die Funktion sowie die Zeitpunkte und Dauer aller messbaren Prozessschritte. Diese können den jeweiligen A.L.A.R.M.-Modulen zugeordnet werden.

Ergebnisqualität

Parameter der Ergebnisqualität beschreiben Kenngrößen, die für die Versorgungsqualität und das Behandlungsergebnis der Betroffenen eine Rolle spielen. Dazu gehören die adäquate Gruppierung in Sichtungskategorien, die adäquate medizinische Versorgung und die adäquate Krankenhauszuweisung. Weitere Zielp Parameter sind die priorisierte Versorgung Schwerverletzter und der priorisierte Transport von Verletzten am Einsatzort.

6.1.1 Logistik und Einsatzkräfte

Durch das artifizielle Übungsdesign war die Strukturqualität nur sehr eingeschränkt zu bewerten, da das Einsatzpersonal bereits vor Ort war, Einrichtungen bereits aufgebaut waren und keine weiteren Kräfte nachalarmiert werden konnten.

Im Realfall müsste auch bei höherem Personalschlüssel mutmaßlich mit längeren Zeiten bis zum Einsetzen der Versorgung gerechnet werden, da Alarmierungs- und Anfahrtszeiten mit einberechnet werden müssen. Maßgeblich dafür sind die Verfügbarkeit der alarmierten Einheiten und deren Entfernung zum Einsatzort sowie die benötigte Zeit für Erkundung, Entscheidungsfindung und Aufbau der Strukturen. Dementsprechend sind insbesondere die Zeiten des Prozessbeginns in dieser Untersuchung vermutlich relativ zum Regelfall zu früh gemessen.

Allerdings liefert das Szenario Zugangslück eine plausible Erklärung, da im Einsatzfall regelhaft auf die Freigabe der Strecke durch den Bahnbetreiber gewartet werden muss, um die Einsatzkräfte vor Stromschlag zu schützen. Diese Zeit wäre dann im Realfall den gemessenen Zeiten hinzu zu rechnen.

Die Anzahl der eingesetzten Helfer entsprach nicht der gültigen Einsatzplanung und war diesem gegenüber deutlich vermindert. Durch die geringere Anzahl an Helfern könnte die jeweilige Prozessdauer beeinflusst und relativ länger gemessen worden sein. Entgegen der AAO, welche einen BHP-50 vorsieht, kann im Übungsszenario etwa von der halben Kapazität entsprechend einem BHP-25 ausgegangen werden: Die Besetzung entspricht bei den Notärzten 44%, Rettungsassistenten 73% und Feuerwehrkräften 27% der Sollstärke.

6.1.2 Vorsichtung

Prozesszeiten

Die erste Sichtung begann bereits 5,5 Minuten nach Übungsbeginn respektive nach Streckenfreigabe. Dies ist eine sehr kurze Zeitspanne, da die reguläre, mittlere Eintreffzeit eines Rettungsmittels in Berlin deutlich unterschritten wird. Auch musste die Freigabe des Schadensgebietes durch den Notfallmanager der Deutschen Bahn AG nicht wie im Realfall abgewartet werden.

Trotz zusätzlichem Geräteeinsatz (Mobile Handheld-PC-Geräte im Vergleich zu Papierlisten) erfüllen die Vorsichtszeiten mit einem Median von 45,5 Sek. die mSTaRT-Vorgabe (Soll < 60 Sek.)¹⁹. Während insbesondere die Zeiten der „grün“ und

„schwarz“ vorgesichteten Patienten kurz waren (Mediane 12 und 34 Sek.), wurde die Zeitvorgabe von 60 Sekunden bei einem „gelb“ vorgesichteten Patienten (Verletzungsmuster 4) um 90 Sekunden überschritten. Dieser hatte einen optisch beeindruckenden Untersuchungsbefund („Offene Bauchverletzung, starke Blutung aus dem Bauch, offene Fraktur Unterarm, Gesichtsblässe, Lippe“), der die um das Zweieinhalbfache verlängerte Vorsichtungszeit erklären könnte. Warum die Sichtung eines „grün“ vorgesichteten Patienten (Verletzungsmuster 20) mit 45 Sekunden deutlich verlängert war lässt sich bei einer Bagatellverletzung („Schnittverletzung Unterarm rechts“) hingegen nicht erklären. Die besonders schnelle Sichtung des Patienten mit dem Verletzungsmuster 24 begründet sich vermutlich in den wenigen Schritten zum Erreichen der „schwarzen“ Sichtungskategorie IV.

Die Analyse der Subgruppen nach Vorsichtungskategorie zeigt wie erwartet, dass die Teams bei „grün“ und „schwarz“ vorgesichteten Patienten durch die weniger benötigten Algorithmus-Schritte signifikant schneller zu einer Entscheidung kommen als bei „rot“ und „gelb“ vorgesichteten Patienten ³⁶. Da ein „gelbes“ Vorsichtungsergebnis die meisten Einzelschritte erfordert ist die Dauer im Median mit 78 Sekunden in dieser Kategorie erwartungsgemäß am längsten.

Bei den Schwer- und Schwerverletzten (Sichtungskategorie „gelb“ respektive „rot“) wird die avisierte 60-Sekunden-Zielgrenze jedoch nicht eingehalten und um 30% bzw. 10% überschritten. Diese Zielgröße hat bei diesen Subgruppen die größte medizinische Relevanz, da die gefährlichen „grünen“ Patienten schnell durch eine einzelne Aufforderung identifiziert werden können ³⁴.

Priorisierte Versorgung Schwerverletzter

Die Zeitdauer vom Übungsbeginn bis zum Abschluss der jeweiligen Vorsichtung in Abhängigkeit von der Vorsichtungskategorie zeigte im Median keine signifikanten Unterschiede. Die Ursache dafür liegt im Prozessdesign, da die Patienten in der Reihenfolge des Auffindens vorgesichtet wurden und sich diese nicht beeinflussen lässt. Daher lässt sich eine Priorisierung unabhängig vom benutzten Triage-System erst nach Abschluss der Vorsichtung beginnen.

Eine Beschreibung der Wegezeiten zwischen den Patienten ist erstmals gelungen. Diese erscheinen in der geübten Situation in einem Zug bzw. Zelt eher kurz (im Median 8, 11 und 27 Sekunden). Diese kann sich abhängig von externen Faktoren, z.B. bei großen, unübersichtlichen, unzugänglichem oder dunklem Einsatzgebiet deutlich verlängern ⁴¹.

Prozessergebnisse

Die Erfassungsrate der Vorsichtung ist mit 97% sehr hoch. Jedoch ist insbesondere bei den zuvor genannten Geländeeinflüssen unbedingt eine Erfassungsrate von 100% einzufordern, damit kein Betroffener ohne Hilfe zurückbleibt. Im Gegensatz zu den in der Literatur erwähnten, z.T. niedrigen Erfassungsraten von Triagescores bei konventionellen Dokumentationssystemen (z.B. 49% beim MANV in der pädiatrischen Krankenhausaufnahme) ²³ ist diese beim A.L.A.R.M.-System exzellent. Diese wird auch durch andere elektronische Unterstützungssysteme erreicht (100% beim WIISARD-System) ^{47 75}.

Der nicht vorgesichtete Betroffene (Verletzungsmuster 13) wurde bereits als Zweiter der ärztlichen Sichtung zugeführt, sodass kein Patient ohne Kontakt zu den Einsatzkräften blieb. Möglicherweise wurde der Patient bei einem ausgeprägten Befund („Beckenfraktur mit Hämatom, Quetschung beider Oberschenkel, Schnittwunde Wange, Spucken von Blut“) durch die Entscheidung der Einsatzkräfte ohne Vorsichtung zum Behandlungsplatz transportiert. Ein weiterer Grund könnte die zeitliche Nähe zum Übungsbeginn sein, da möglicherweise bei Transportbeginn noch keine Vorsichtung beendet war und der Trägertrupp nicht untätig auf deren Abschluss warten wollte.

In der Übung wurden die Verletzungsmuster so gewählt, dass eine eindeutige Zuordnung mittels des mSTaRT-Algorithmus möglich war. Die korrekte Zuordnung in die entsprechenden Sichtungskategorien ist also die Voraussetzung für eine priorisierte Behandlung.

Bei der ersten Vorsichtung lag der Anteil korrekter Kategoriezuweisungen bei 79%. Die Übertriage betrug 12% und die Untertriage 6%. Diese Resultate sind verglichen mit anderen Publikationen deutlich besser als erwartet (bis zu 59% Übertriage) ⁸³.

Insbesondere der geringe Anteil an Übertriage mit konsekutiv wenig fehlgeleitetem Ressourcenverbrauch kann als effizientes und damit sehr gutes Ergebnis angesehen werden ³⁸.

Durch die fortlaufende, wiederholte Vorsichtung (40%) wurde die Anzahl korrekter Sichtungsergebnisse von 26 (79%) auf 28 erhöht (85%). Dieses Ergebnis unterstreicht die Notwendigkeit, die gesamte Triage mit Vorsichtung und ärztlicher Sichtung als einen immer wieder neu zu evaluierenden Prozess zu betrachten ³⁹.

Tag ID	Pat.Nr.	Verletzung Nr.	Kategorie mSTaRT		Darsteller	Kategorie Ärztliche Triage	
			Planung	Ergebnis		Planung	Ergebnis
T90001	1	8	rot	rot	Mime	rot	rot
T90002	2	4	rot	gelb/ rot	Mime	rot	rot
T90003	3	3	rot	rot	Mime	rot	rot
T90004	4	1	rot	rot	METI Man	rot	rot
T90005	5	12	gelb	rot	Mime	gelb	gelb
T90006	6	11	gelb	gelb	Mime	gelb	rot
T90007	7	5	rot	rot	Mime	rot	rot
T90008	8	21	gelb	gelb	Mime	gelb	gelb
T90009	9	7	rot	rot	Mime	rot	gelb
T90010	10	6	rot	rot	Mime	rot	rot
T90027	11	19	gelb	rot	Mime	gelb	gelb
T90028	12	40	schwarz	schwarz	Resusci Anne	schwarz	keine
T90051	13	4	gelb	gelb	Mime	gelb	gelb
T90052	14	18	gelb	gelb	Mime	gelb	gelb
T90053	15	22	gelb	gelb	Mime	gelb	gelb
T90054	16	20	grün	grün	Mime	grün	grün
T90055	17	24	schwarz	schwarz	Resusci Anne	schwarz	keine
T90056	18	39	rot	gelb	Mime	rot	gelb
T90057	19	9	gelb	rot	Mime	gelb	gelb
T90058	20	15	gelb	gelb	Mime	gelb	gelb
T90059	21	14	gelb	rot	Mime	gelb	rot
T90060	22	17	gelb	gelb	Mime	gelb	gelb
T90080	23	13	rot	keine	Mime	rot	rot
T90101	24	16	gelb	grün/ gelb	Mime	gelb	gelb
T90102	25	32	grün	grün	Mime	grün	grün
T90103	26	26	grün	grün	Mime	grün	grün
T90104	27	23	grün	grün	Mime	grün	grün
T90105	28	25	grün	grün	Mime	grün	grün
T90106	29	29	grün	grün	Mime	grün	keine
T90107	30	10	grün/ rot	grün/ rot	Mime	grün/ rot	grün/ rot
T90108	31	35	grün	grün	Mime	grün	grün
T90109	32	30	grün	grün	Mime	grün	grün
T90110	33	38	grün	grün	Mime	grün	grün

Abbildung 18: Zusammenfassung geplante und tatsächliche Sichtungskategorien

6.1.3 Ärztliche Sichtung

Prozesszeiten

Der Beginn der ärztlichen Sichtung stellt im Übungsverlauf den ersten ärztlichen Kontakt dar. Die erste ärztliche Triage wurde nach etwa 13 Minuten begonnen. Dieses Zeitintervall erscheint ausreichend um den Behandlungsplatz samt Triagepunkt aufzubauen und vorzubereiten ⁴⁵.

Die letzte ärztliche Sichtung erfolgte erst 91 Minuten nach Übungsbeginn. Diese Zeitspanne wäre unter individualmedizinischen Bedingungen nicht akzeptabel („golden hour of trauma“), muss jedoch beim MANV oder unter katastrophenmedizinischen Bedingungen hingenommen werden ⁵⁰.

Die Dauer der ärztlichen Sichtung ist trotz zusätzlichem Geräteeinsatz mit im Median 126 Sekunden eher als schnell zu bewerten. Während die minimale Dauer mit 62 Sekunden sogar sehr kurz war, wurde auch bei der Maximaldauer von 223 Sekunden die Vorgabe der DGKM von drei Minuten nur unwesentlich überschritten. Damit ist die Dauer des Prozesses in dieser Übung optimal gestaltet worden ⁵⁷.

Die für die Durchführung der ärztlichen Sichtung notwendigen Zeitintervalle differierten signifikant zwischen den Sichtungskategorien. Entsprechend der zunehmenden Verletzungsanzahl und –schwere wird mehr Zeit für diesen Prozess benötigt.

Priorisierte Versorgung Schwerverletzter

Ein wichtiger Parameter für die priorisierte Behandlung ist die Zeitdauer bis zum Eintreffen des Betroffenen am Triagepunkt. Diesem Zeitpunkt gehen vom Schadenseintritt an das therapiefreie Intervall (welches in dieser Übung nicht definiert wurde), die Vorsichtungsdauer und die Transportzeit zum BHP voraus. In dieser Betrachtung kann die Dauer vom Übungsbeginn bis zum Eintreffen des Patienten am BHP als Indikator für die Güte der Vorsichtung herangezogen werden.

Der Transport aus dem Schadensgebiet zum Behandlungsplatz ist also der erste in Abhängigkeit von der Verletzungsschwere und dem Status der Vitalparameter priorisierte Prozess. Dieser ermöglicht somit den verantwortungsvollen Einsatz der ärztlichen Personalressource, da schwerer Verletzte früher ärztlich triagiert werden ⁷.

Die Unterschiede der Eintreffzeiten in Abhängigkeit von der Vorsichtungskategorie sind signifikant. Abbildung 9 zeigt, dass schwerer Verletzte trotz der unbeeinflussbaren Reihenfolge des Auffindens schneller ärztlich untersucht wurden („rot“ > „gelb“ > „grün“). Mit dieser Erkenntnis kann im Sinne eines „proof of concept“ festgestellt werden, dass die Nutzung des mSTaRT-Algorithmus eine medizinisch sinnvoll priorisierte Versorgung ermöglicht ⁴⁰.

Prozessergebnisse

Die Erfassungsrate der ärztlichen Sichtung ist mit 91% noch befriedigend hoch, jedoch ist auch hier eine vollständige Sichtung aller Patienten zu fordern. Warum ein „grüner“ Patient nicht gesichtet wurde, bleibt unklar. Entgegen den aktuellen Vorgaben wurden die beiden leblosen, schwarz vorgesichteten Patienten nicht einem Arzt zur endgültigen Sichtung und möglichen Todesfeststellung vorgestellt. Ein Grund für die Abweichung könnten die eher unrealistischen Patientenspuppen sein, welche ausschließlich für die Patienten mit geplanter schwarzer Vorsichtungskategorie verwandt wurden. Im Umkehrschluss sollten für zukünftige Übungen entweder Verletztendarsteller oder dynamisch steuerbare Patientensimulatoren zum Einsatz kommen, um gemessene Ergebnisse realitätsnäher zu gestalten ⁷⁹.

Die Ergebnisse der ärztlichen Triage lagen nah an den geplanten Kategorien: 75% der Patienten wurden korrekt kategorisiert. Beim ersten Arzt-Patientenkontakt lagen die Übertriage bei 6% und die Untertriage bei 9%. Auch hier finden sich deutlich geringere Werte als in der Literatur ⁴⁸.

Anekdotische Beobachtung im Prozessverlauf

Patient Nummer 30 war geplant mit einem dynamischen Verletzungsmuster, welches zunächst einem Leichtverletzten entsprach. Der Patient wurde dementsprechend korrekt „grün“ vorgesichtet und in die Verletztensammelstelle zur Registrierung gebracht (17,5 Min. nach Übungsstart). Hier wurde dann entsprechend der Regieanweisung eine Bewusstseinstrübung durch den Verletztendarsteller simuliert. Der Rettungsassistent nahm nun eine erneute Vorsichtung vor und änderte die Kategorie richtigerweise in „rot“ (nach 30 Min.). Der Patient wurde dann durch einen Trägertrupp zum Behandlungsplatz transportiert und schließlich ärztlich gesichtet. Hier wurde dem Patienten die „grüne“ Sichtungskategorie zugewiesen (nach 41 Min.), welche nun als „rot“ zu erwarten gewesen (Untertriage) wäre. Anschließend wurden die „Behandlung am Behandlungsplatz“ sowie der liegende Transport in ein Krankenhaus der „Regelversorgung“ angeordnet.

Trotzdem erfolgte wiederum der Transport zur Verletztensammelstelle. Hier wurde der Patient erneut als „rot“ vorgesichtet (nach 52 Min.) und erneut zum Behandlungsplatz gebracht. Nun erfolgte eine zweite ärztliche Sichtung (nach 60 Min.) mit dem korrekten Sichtungsergebnis „rot“. Der Patient wurde nun in den Behandlungsplatz auf einen „Bypass-Slot“ eingeecheckt. Anschließend erfolgte die Zuweisung an einen Rettungswagen (5210-1) mit dem Transportziel „Vivantes Klinikum am Urban“ (nach 63 Min.).

Eine derart genaue Aufarbeitung für diesen sehr ungewöhnlichen Prozessverlauf wurde nur durch die detaillierte Erfassung der Prozessparameter ermöglicht. In einer konventionellen Übung oder im Realfall wäre man auf Beobachter angewiesen um diese Fehlsteuerung zu bemerken. Im Sinne eines Fehlermanagements kann die differenzierte Betrachtung helfen, Fehler zu erkennen und zu kommunizieren. In der Übungssituation könnte durch die Transparenz der Prozesse der Lernerfolg der agierenden Einsatzkräfte erhöht und im Realfall möglicherweise eine Fehlentwicklung rechtzeitig erkannt und abgewendet werden ⁵⁸.

Retrospektive Prozessanalyse: Prozesspausen

Die Dauer zwischen dem Übungsbeginn und dem Beginn sowie dem Ende der ärztlichen Sichtung beschreibt die Pausen des Prozesses „Ärztliche Sichtung“. Die graphische Darstellung in Abbildung 10 verdeutlicht die Sättigung des Prozesses, da nach jedem Abschluss einer Sichtung fast unmittelbar die nächste beginnt. Die auffällig lange Prozesspause zwischen den Sichtungen 16 und 17 erklärt sich durch einen „Personalwechsel“ des Triagenotarztes und einer möglichen Übergabe sowie Orientierungsphase.

Die Dauer zwischen dem Übungsbeginn, dem Ende der Vorsichtung und dem Beginn der ärztlichen Sichtung betrachtet die Wartezeit des Patienten auf den ersten ärztlichen Kontakt und zeigt in Abbildung 11 dessen zunehmende Dauer im Übungsverlauf.

Retrospektiv stellt sich somit die ärztliche Sichtung im Verlauf der Übung als der langsamste Teilprozess heraus. Ursächlich dafür ist, dass nur ein Team (1 NA/ 1 RA) diesen Teilprozess durchführte, während an den Prozessen davor (Vorsichtung drei Teams: 5 RA und Transport: 13 Feuerwehrleute) und danach (Behandlung im BHP: 3 NA und 4 RA) deutlich mehr Einsatzkräfte beteiligt waren.

Die Identifikation dieses „Flaschenhalses“ hätte jedoch auch durch Wahrnehmung der Warteschlange vor dem Zelt erfolgen und das Problem durch ein zweites Team für die ärztliche Sichtung möglicherweise gemildert werden können. Eine Auswertung dieses Parameters und dessen Tendenz (delta im Verlauf) in der Übungssituation könnte helfen, Wartezeiten zu verkürzen.

Behandlungsanweisungen

Alle Patienten, die ärztlich gesichtet wurden, erhielten zwischen null und vier Behandlungsanweisungen.

Da im Katastrophenfall kein detaillierter Konsens über die erforderlichen notfallmedizinischen Maßnahmen besteht, kann in dieser Untersuchung keine qualitative Auswertung vorgenommen werden. Diese könnte auch jeweils nur im

Einzelfall erfolgen, da die Notwendigkeit von Therapieschritten sowohl vom aktuellen medizinischen Status, als auch von den in der Situation verfügbaren Ressourcen abhängig ist.

Drei Behandlungsanweisungen, für die eindeutige Indikationen vorlagen, kamen nicht zum Einsatz: Z.B. Behandlungsanweisung 8 bei akuter Blutung (indiziert bei den Patienten mit den Verletzungsmustern 4, 5, 13,15 und 39), Behandlungsanweisung 1 bei Vigilanzminderung oder SHT mit V.a. Hirndruck (indiziert bei den Patienten mit den Verletzungsmustern 1, 3, 8, 10 und 21) sowie Behandlungsanweisung 12 bei V.a. Wirbelsäulenverletzung (indiziert bei dem Patienten mit dem Verletzungsmuster 11).

Das System hat eine Quittung der durchgeführten Behandlungsanweisungen obligat eingefordert, jedoch nicht dokumentiert. Daher kann keine Aussage getroffen werden, in welchem Maße Behandlungsschritte tatsächlich durchgeführt worden sind.

Quantitativ lässt sich die Erwartung bestätigen, dass die Verweildauer im Behandlungsplatz mit ansteigender Anzahl an Behandlungsanweisungen zunimmt (Abbildung 13). D.h. die Fokussierung auf lebensrettende Maßnahmen und damit die Zielstellung einer möglichst kurzen präklinischen Rettungszeit bis zur definitiven stationären Versorgung muss gewährleistet sein ²⁸.

6.1.4 Behandlungsplatz

Prozesszeiten

Durch die im System engmaschig angelegten Zeitstempel konnten die Prozesszeiten im BHP transparent und detailliert nachvollzogen werden.

Die mittlere Verweildauer betrug im Median fünf Minuten pro Patient. Diese erscheint relativ kurz, da bis zu vier Therapieschritte durchgeführt werden mussten. Als Ursache kommen die bei den Patientendarstellern nur angedeuteten Therapiemaßnahmen in Betracht, die möglicherweise schneller als in der Realität vom Personal als abgeschlossen erachtet wurden. Um valide und vergleichbare Prozesszeiten messen zu können, hätte eine Festlegung und Überwachung der Dauer der

Behandlungsprozesse im Vorfeld erfolgen müssen⁶⁴. Auf den Einsatz von Beobachtern wurde jedoch explizit verzichtet⁷⁰.

Bei dem Patienten mit dem Verletzungsmuster 1, welcher durch den Patientensimulator METI Man dargestellt wurde, konnte eine deutlich längere Behandlungsdauer gezeigt werden (> 10 Min). Als Krankheitsbild lag ein Spannungspneumothorax vor, der eine invasive Prozedur (Thoraxentlastungspunktion und -drainage) notwendig machte. Zudem wurden an der Simulationspuppe im Gegensatz zu den Patientendarstellern alle Maßnahmen (u.a. Intubation und Beatmung) tatsächlich durchgeführt, was die längere Verweildauer erklären kann⁷⁹.

Die Behandlungsdauer im BHP war von der Sichtungskategorie unabhängig. D.h. für die katastrophenmedizinische Versorgungsplanung und Berechnung der Ressourcen kann aufgrund der Zahlen dieser Untersuchung eine recht homogene Behandlungsdauer bei nicht-gefährlichen Patienten angenommen werden⁵¹.

Prozessergebnisse

Ein weiterer Hinweis auf die erfolgreiche Priorisierung der Versorgung durch den Einsatz des mSTART-Algorithmus war gegeben, da nur nicht-gefährliche Patienten der Sichtungskategorien „rot“ und „gelb“ in den BHP aufgenommen wurden. Alle Patienten dieser Kategorien wurden korrekterweise im BHP behandelt.

Aus den zuvor genannten Gründen kann die Bewertung der inhaltlichen Richtigkeit der Nutzung der Bypass-Slots nicht durchgeführt werden. Diese Möglichkeit wurde für drei Patienten (14%) genutzt. Interessant wäre hier der Vergleich der Verweildauer mit den konventionell behandelten Patienten gewesen. Diese ließ sich jedoch leider nicht rekonstruieren, da das System keine Quittung beim Checkout verlangte und somit keine Zeitstempel angelegt wurden.

Behandlungsanweisungen

Für die im BHP behandelten Patienten lag der Mittelwert der zugewiesenen Behandlungsanweisungen höher (Mittelwert 3,14) als bei den an der Verletzensammelstelle behandelten Patienten (Mittelwert 2,74).

6.1.5 Telemedizinische Behandlung

Eine Besonderheit der Abläufe am Behandlungsplatz war die Aufteilung in zwei Zelte mit unterschiedlichen Konzepten: Eines der Behandlungsplatzzelte wurde telemedizinisch mit Audio – Video – und Vitaldaten-Anbindung betreut. Das zweite Zelt wurde durch einen Präsenzarzt geführt ⁷⁸.

Die zufällige Verteilung von Patienten auf die Zelte führte zu einem vergleichbaren Verhältnis verschiedener Sichtungskategorien („rot“ / „gelb“ = 0,86 vs. 0,8). Da die Triagekategorien jedoch nur eine sehr grobe Stratifizierung der tatsächlichen Verletzungsschwere und des damit verbundenen Behandlungsaufwandes bieten ist die tatsächliche Vergleichbarkeit der Gruppen unsicher.

Prozesszeiten

Die Analyse der Behandlungsdauer in den beiden Gruppen zeigt die Tendenz, dass die Behandlung durch den Telenotarzt länger dauert. Der Unterschied ist jedoch statistisch nicht signifikant ($p > 0,05$).

Das Verletzungsmuster und die Behandlungsmöglichkeiten und -notwendigkeiten des High-fidelity-Simulators könnten die sehr lange Verweildauer erklären. Wenn man diese als Ausreißer betrachtete und eliminierte, würde die mittlere Verweildauer im Telemedizin-Zelt nur noch 15 Sekunden länger (+ 5,2%) betragen und somit vergleichbar mit der im konventionellen Zelt sein.

Prozessergebnisse

Tendenziell ist der Zusammenhang zwischen zunehmenden Behandlungsanweisungen und Behandlungsdauer im telemedizinisch betreuten Zelt deutlicher. Allerdings ist für die Bewertung dieser Betrachtung die Fallzahl der Studie nicht ausreichend (Patientenzahl 13 vs. 9).

6.1.6 Krankenhauszuweisung und Transport

Prozesszeiten

Der erste Transport erfolgte nach etwa 29,5 Minuten. Diese Zeit kann im Hinblick auf die Literatur als adäquat⁵ oder durchaus zu lang³ interpretiert werden.

Der letzte Einzeltransport wurde nach etwa 95 Minuten begonnen. Der letzte Transport insgesamt war der Sammeltransport der „grün“ gesichteten Patienten nach 134,5 Minuten.

Priorisierte Versorgung Schwerverletzter

Die Dauer vom Schadenseintritt bis zum Transport in eine adäquate Einrichtung ist für den jeweiligen Betroffenen von übergeordneter Bedeutung, um Verletzungen schnellstmöglich definitiv zu versorgen und Folgeschäden zu vermeiden²⁸. Um die Ressource Transportkapazität möglichst effizient zu nutzen, muss der gesamte vorhergehende Prozess (Sichtung, Rettung und Behandlung) eine Priorisierung sicherstellen.

In der betrachteten Übung ist in Bezug auf die adäquate Transportzuweisung und die sich daran anschließende klinische Versorgung die Priorisierung der Betroffenen sehr gut gelungen. Abbildung 14 zeigt den signifikanten Unterschied der Dauer vom Übungsbeginn bis zum Transportbeginn in den verschiedenen Sichtungskategorien.

Prozessergebnisse

Für alle überlebenden Patienten (n = 31) wurden wie gefordert Transporte in geeignete Krankenhäuser entsprechend dem Landeskrankenhausplan angeordnet und begonnen.

6.1.7 Leichtverletztenbetreuung und Registrierung

Prozesszeiten

Die Registrierung begann etwa 20 Minuten nach Übungsbeginn in der Verletzensammelstelle und war bereits 43,5 Minuten nach Übungsbeginn abgeschlossen. Dass solche kurzen Zeiten erreicht werden konnten liegt am Konzept, welches die detaillierte Registrierung nur bei den leicht- und unverletzten Patienten vorsieht ⁷⁵.

Prozessergebnisse

Die korrekte Erfassungsquote liegt mit 90% zufriedenstellend hoch ⁷³. Diese Rate bescheinigt die Nutzbarkeit eines elektronischen Unterstützungssystems im Katastrophenfall von komplexen und zuvor nicht hinterlegbaren Datensätzen ⁷⁷.

6.1.8 Tactical Worksheets

Die tatsächliche Ansicht des Tactical Worksheets wurde durch das System nicht gespeichert und ließ sich somit retrospektiv nicht genau rekonstruieren. Die schematische Darstellung in Abbildung 16 ermöglicht jedoch einen Eindruck, welche Daten dem LNA und OrgL live vorlagen und in die Entscheidungsfindung miteingeflossen sind. Welche Auswirkungen in welchem Ausmaß die transparente Darstellung der Kernprozessergebnisse auf die Prozessergebnisse hatte, lässt sich weder qualitativ noch quantitativ bemessen. Sicher ist jedoch, dass die Menge und Qualität der zur Verfügung stehenden Informationen einen relevanten Einfluss auf die Prozessergebnisse hatte ²¹.

6.1.9 Gesamtprozess

Durch die automatisierte Dokumentation konnte der Verbleib aller Patienten nachvollzogen werden. Die exakte zeitliche Erfassung ermöglicht somit eine detaillierte Darstellung aller Kernprozesse (Abbildung 17). Diese vollständige Erfassung erreicht die exzellenten Ergebnisse anderer elektronischer Unterstützungssysteme ⁷⁵.

Der Gesamtprozess konnte im Schnitt etwas über 15 Patienten pro Stunde sämtlicher Sichtungskategorien versorgen. Die Kapazität des angenommenen BHP-25 wird somit nicht erreicht, sondern um etwa 40% unterschritten.

6.2 Einordnung in aktuelle Erkenntnisse

Während bisherige Studien und vorgeschlagene Bewertungssysteme für den Großschadensfall vornehmlich den logistischen Bereich evaluieren, sind die für den Patienten wesentlichen Ergebnisparameter bisher selten Gegenstand von Untersuchungen gewesen.

Ursache dafür war die bisher logistisch aufwendige bis praktisch unmögliche Messung von bestimmten Prozessparametern gewesen. Der Anspruch in dieser Untersuchung war jede einzelne medizinische Maßnahme zu dokumentieren, um sie anschließend auswerten zu können.

Eine der ersten wissenschaftlichen Aufarbeitungen von großen Simulationsübungen wurde von PERRY ET AL. durch Auswertung von Fragebögen durchgeführt. Hier konnte ein kognitiver Lerneffekt und eine Steigerung des Selbstvertrauens bei den Einsatzkräften nachgewiesen werden ⁸⁴.

Auf den Einsatz von Beobachtern wurde bewusst verzichtet. Trotzdem konnten alle erwarteten Daten umfassend erhoben werden und standen zudem teilweise bereits in der Übung den Einsatzkräften zur Verfügung.

Grundsätzlich scheint die Nutzung eines IT-Unterstützungssystems eine Auswertung von vielen detaillierten Prozessketten sowie auch von anekdotischen Ausreißern zu ermöglichen. Die Messung von Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität während einer MANV-Übung ist somit durchführbar.

Durch die automatisierte Dokumentation relevanter Parameter und die folgende Darstellung von Performance Indikatoren könnte auf den Einsatz von Beobachtern verzichtet werden. Dadurch lässt sich der Einfluss subjektiver Bewertungsmaßstäbe minimieren und die für solche Übungen notwendige Personalstärke reduzieren.

Automatisiert und damit objektiv gemessene Zeiten ermöglichen aktuell den retrospektiven Vergleich von Prozesszeiten.

6.2.1 Übungsauswertung

Die Anwendung des mSTaRT-Algorithmus führte zu einer sehr hohen Übereinstimmung der geplanten und der tatsächlich ermittelten Vorsichtungskategorie ⁶⁵. Die in der Literatur beschriebene große Menge an Übertriage war in dieser Übung nicht nachweisbar. Damit würde im Realfall eine geringere Morbidität einhergehen ³⁸.

Entsprechend der Konzeption des Algorithmus kann ein signifikanter Unterschied zwischen den Vorsichtungskategorien gezeigt werden. So dauert die Vorsichtung eines „grün“ vorgesichteten Patienten am kürzesten und die eines „gelb“ vorgesichteten Patienten am längsten.

Die detaillierte Prozessbetrachtung ermöglicht eine genaue Auswertung auch unerwarteter Versorgungsverläufe (z.B. Mehrfachsichtung und –transport von Patient 30).

Als wichtiges Ergebnis zeigt sich, dass die tatsächliche Versorgungsfähigkeit in der Übung nicht die geplante Kapazität erreicht. Hieraus sollten entsprechende Schlüsse für die zukünftige Planung gezogen werden ⁵¹.

Die vorliegenden Daten ließen sich durch den Einsatz eines IT-Unterstützungssystems transparent auswerten. Die zu kleine Stichprobe ist allerdings nicht ausreichend für eine Validierung der erhobenen Performance Indikatoren.

Jedoch müssen alle Ergebnisse unter Betrachtung der unter Punkt 5.3 beschriebenen Limitationen und Unwägbarkeiten interpretiert werden.

6.2.2 Bewertung durch Performance Indikatoren

Performance Indikatoren (PI) werden eingesetzt, um die Leistungsfähigkeit eines komplexen Systems zu beschreiben⁶⁹. Insbesondere bei erbrachten Dienstleistungen dienen sie dazu die Messung von Qualität durch den Abgleich von Soll- und Ist-Zuständen zu ermöglichen⁸⁵. Solange Zielgrößen nicht in der erwünschten Dimension definiert und validiert sind können PI eine Hilfsstellung geben⁸⁶. Die Rückmeldung von gemessenen PI an die beteiligten Personen können so eine objektivere Bewertung und eine daraus resultierende Verhaltensänderung ermöglichen⁸⁷.

Seit den siebziger Jahren wird die Diskussion um die Qualität medizinischer Versorgung geführt⁸⁸. Bereits 1991 wurde von RICCI gefordert, zur Auswertung von Übungen und Realeinsätzen beim MANV Parameter und Kriterien zu definieren, welche adäquat Strukturen, Prozesse und Ergebnisse abbilden und bewerten können⁸⁹.

Bisher existieren keine validierten und allgemein gültigen Performance Indikatoren für die Auswertung von Übungen. Erste Versuche, einen methodischen Ansatz zu etablieren, wurden durch die Arbeitsgruppe von GREEN in Guatemala gemacht. In der Arbeit aus 2003 wurden durch den Einsatz von Beobachtern und Dokumentation der Einsatzkräfte auf Patientenkarten objektiv und quantitativ Zielparameter gemessen und ausgewertet. Problematisch dabei waren die unvollständige Erhebung aller relevanten Daten sowie der dafür nötige hohe logistische Aufwand⁹⁰.

COSGROVE et al. haben grundlegende Module zur Evaluation von (Krankenhaus-) Übungen beschrieben: Dazu gehören der Einsatz von Beobachtern in allen relevanten Arbeitsbereichen und die Dokumentation von Prozesszeitpunkten, die Dokumentation

von klinischen Ergebnissen sowie das Einholen von Feedback von den beteiligten Einsatzkräften ⁹¹.

Für Krankenhausübungen wurden PI beschrieben und getestet ⁹². Diese haben jedoch bisher einen geringen Detaillierungsgrad und beschreiben Behandlungsergebnisse als die wesentlichen Parameter nicht ⁹³.

Detaillierte Übungsbewertungssysteme wurden von INGRASSIA et al. erprobt. Darin wurden drei Bereiche detailliert ausgewertet: Triage, medizinische Behandlung und Funk-Kommunikation. Es wurden PI formuliert und durch Beobachter bewertet. Eine statistische Analyse von Zeiten und Ergebnissen war möglich ^{76 94}.

Eine umfassende und präzise Auswertung von Struktur-, Prozess- und Ergebnisdaten zur Qualitätsbewertung war bisher ohne den Einsatz von Beobachtern nicht möglich. Der Einsatz von Performance Indikatoren wurde jedoch bereits in 2010 als notwendig erachtet für die strukturierte Auswertung von Übungen und realen Großschadensfällen mit Massenanfall von Verletzten ^{93 95}.

6.2.3 Mögliche Performance Indikatoren

Bewertungskategorien werden häufig im Sinne einer Likert-Skala, oder noch einfacher als Ja/ Nein-Antwort abgefragt. Nach REHN et al. spielt jedoch die subjektive Einschätzung des Beobachters eine große Rolle in der Bewertung der Ereignisse ⁸³.

Für Katastrophenübungen im Krankenhaus wurden Evaluationsinstrumente der Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ) von KAJI et al. untersucht und publiziert. Auch wenn die Methode als grundlegend praktikabel angesehen wird, so ist jedoch die Interrater-Reliabilität als unzureichend angegeben. Als Schlussfolgerung werden validere Messinstrumente gefordert ⁹⁶.

Es gibt bis heute in der einschlägigen Literatur keine validierten Bewertungskriterien, Evaluationsinstrumente oder Fragebögen für präklinische Übungen zum Massenanfall von Verletzten ⁹⁷.

Grundsätzlich zeigt diese Arbeit, dass eine große Anzahl an Parametern verfügbar und messbar ist. Generell bewertbare Parameter, in dieser Übung aber nicht beurteilbare Parameter, werden in der Literatur beschrieben^{75 76 93}.

Alle identifizierten Parameter werden im Folgenden aufgelistet:

Strukturqualität

Personal:

- Eintreffzeit erster Kräfte ab Notruf (Zeitdauer)
- Anzahl nicht-ärztlicher Rettungsdienstkräfte (Anzahl)
- Eintreffzeit erster nicht-ärztlicher Rettungsdienstkräfte (Zeitdauer)
- Anzahl ärztlicher Einsatzkräfte (Anzahl)
- Eintreffzeit erster ärztlicher Einsatzkraft ab Notruf (Zeitdauer)
- Anzahl Feuerwehrkräfte (Anzahl)
- Eintreffzeit erster Feuerwehrkräfte (Zeitdauer)
- Einsatz Organisatorischer Leiter Rettungsdienst (ja/ nein)
- Eintreffzeit Organisatorischer Leiter Rettungsdienst (Zeitdauer)
- Einsatz Leitender Notarzt (ja/ nein)
- Eintreffzeit Leitender Notarzt (Zeitdauer)
- Einsatz technische Einsatzleitung (ja/ nein)
- Eintreffzeit technische Einsatzleitung (Zeitdauer)

Rettungsmittel:

- Anzahl Rettungstransportwagen (Anzahl)
- Anzahl Notarzeinsatzfahrzeuge (Anzahl)
- Anzahl Rettungstransporthubschrauber (Anzahl)
- Anzahl sonstige Rettungsmittel (Anzahl)
- Eintreffzeiten Rettungsmittel (Zeitdauer)

Infrastrukturkomponenten:

- Einrichtung und Betrieb Behandlungsplatz (ja/ nein)
- Einrichtung und Betrieb Verletztensammelstelle (ja/ nein)
- Einrichtung und Betrieb Transportsteuerung (ja/ nein)
- Einrichtung und Betrieb Bereitstellungsraum (ja/ nein)

Prozessqualität

Prozesszeiten:

- Vorsichtungszeiten, nach Sichtungskategorie (Zeitdauer)
- Warte- und Transportzeiten (Ende Vorsichtung-Beginn Triage) (Zeitdauer)
- Ärztliche Triage Zeiten, nach Sichtungskategorie (Zeitdauer)
- Verweildauer am Behandlungsplatz (Zeitdauer)
- Dauer bis Krankenhauszuweisung (Zeitdauer)
- Dauer bis zum ersten Transport (Zeitdauer)
- Dauer bis Eintreffen im Krankenhaus (Zeitdauer)
- Wartezeiten und Verzögerungen einzelner Prozessschritte (Zeitdauer)

Einsatzführung:

- Erste Rückmeldung an die Leitstelle (Zeitdauer)
- Feststellung MANV-Lage in Rückmeldung (ja/ nein)
- Suffiziente Rückmeldung besonderer Gefahren (CRBN) (ja/ nein)
- MANV-Alarmplan wird durch Leitstelle ausgelöst (ja/ nein)
- Information potentieller Zielkrankenhäuser (ja/ nein)
- Bildung technischer Einsatzleitung (TEL) vor Ort (ja/ nein)
- Bildung Gesamteinsatzleitung (GEL) vor Ort (ja/ nein)
- Kurze Information der Medien (ja/ nein)

Ergebnisqualität

- Anzahl Betroffene (Anzahl)
- Vorsichtungsergebnisse korrekt, nach Sichtungskategorie (%)
- Triageergebnisse korrekt, nach Sichtungskategorie (%)
- Übertriage, nach Sichtungskategorie (%)
- Untertriage, nach Sichtungskategorie (%)
- Anzahl Umsichtungen (Anzahl)
- Anzahl Behandlungsanweisungen (Anzahl)
- Behandlungsmaßnahmen korrekt (%)
- Behandlungsmaßnahmen vollständig (%)
- Transportpriorität korrekt (ja/ nein)
- Zielkrankenhaus korrekt (ja/ nein)
- Mortalität (%)

6.3 Limitationen der Studie

Übungen werden durchgeführt, um Einsatzkräfte zu trainieren und Konzepte für den Realeinsatz zu üben und zu überprüfen. In der Übungssituation wird jedoch eine, wenn auch realitätsnahe, Übungskünstlichkeit geschaffen. Diese beeinflusst die Ergebnisse dieser Untersuchung in mehreren Bereichen.

Das Szenario war so realistisch wie möglich geplant, trotzdem war es lediglich eine Simulation. Inwieweit die Realität so abgebildet werden kann, ist ungewiss. Unklar ist auch, inwieweit die Performance des Personals in einer Übung der des Realeinsatzes entspricht.

Alleine das Wissen der eingesetzten Helfer um die Teilnahme an der Übung und die Beobachtung durch Mitarbeiter des A.L.A.R.M.-Projektes kann Verhaltensänderungen im Vergleich zur Alltagssituation verursachen (Hawthorne-Effekt)⁹⁸ und dadurch Ergebnisse verfälschen.

Denkbar ist außerdem eine besondere Vorbereitung auf die sonst seltene, veränderte katastrophenmedizinische Situation im Wissen um die bevorstehende Übung.

Simulationspatienten und Patientensimulatoren können nur teilweise die in der Realität zu erwartenden Symptome darstellen. Möglicherweise werden dadurch diagnostische und therapeutische Entscheidungen beeinflusst.

Durch die Limitierung der Durchführbarkeit von invasiven Maßnahmen an Simulationspatienten kann eine ungenaue zeitliche Abbildung von medizinischen Maßnahmen und Prozessen auftreten, z.B. bei in Realität misslungener Venenpunktion oder bei aufwendigen Therapiemaßnahmen, wie z.B. die Anlage einer Thoraxdrainage (Simulationsprozess kürzer). Außerdem waren nicht alle denkbaren Maßnahmen und Medikamente in den vorgegebenen Listen verfügbar.

Das telemedizinische Monitoring von Vitalwerten erfolgte nur in Einzelfällen. Vitalwerte wurden generell nicht gespeichert, da diese für die spätere Behandlung unerheblich sind. Lediglich für eine rechtliche sichere Dokumentation könnten diese sinnvoll sein. Deren Verwendbarkeit muss jedoch in Frage gestellt werden, da katastrophenmedizinische Maßstäbe außerhalb normaler notfallmedizinischer Standards liegen.

Generell unterliegen die untersuchten komplexen Prozesse einer Vielzahl von Einflussfaktoren, die teilweise bisher nicht abzubilden sind. Dazu gehören z.B. der Einfluss vorheriger Schulungsmaßnahmen und die Erfahrung mit dem mSTaRT-Algorithmus. Das Ausmaß des Einflusses von Verfügbarkeit und Erfolg des Einsatzes von Ausrüstung, medizinischen Geräten und Verbrauchsmaterialien bleibt unklar.

Auch die Nutzung eines IT-Unterstützungssystems selbst beeinflusst die gemessenen Prozesse. Während die Nutzung der Geräte und die notwendige Interaktion mit dem User Interface gemessene Prozesszeiten möglicherweise verlängern, könnte die Nutzung der transparenten Prozessdaten Entscheidungen des Einsatzpersonals in Leitungsfunktion ggf. beschleunigen.

6.4 Ausblick

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Verbesserung der Versorgung und des Behandlungsergebnisses von Betroffenen bei einem Massenanfall von Verletzten. Durch die unmittelbare Auswertung der Übungsdaten mithilfe von vordefinierten Auswertungsroutinen und die so ermöglichte transparente Darstellung vorher unübersichtlicher Abläufe, deren Bewertung und das Feedback an das beteiligte Personal könnte der Lerneffekt sowie die Reflektion des eigenen Handelns erhöht werden.

Um die messbaren Performance Indikatoren gewichten (z.B. nach Einfluss auf Prozess- und Ergebnisqualität) und validieren zu können, um schließlich zu Grenzwerten für die Einführung von Qualitätsindikatoren kommen zu können, müssen weitere Übungen mit möglichst standardisierten Szenarien durchgeführt werden. Einerseits könnte durch die zunehmende Anzahl der Messungen die Power der Aussage erhöht werden. Andererseits sollte die Identifizierung und Quantifizierung von weiteren Einflussfaktoren erfolgen.

Mit der Anzeige von Prozessergebnissen im zeitlichen Verlauf auf dem Tactical Worksheet wurde die Implementierung der Anzeige und Verwendung von Ergebniszahlen und Performance Indikatoren in nah-Echtzeit begonnen. Das Ziel, PI nicht nur retrospektiv, sondern auch live im Einsatzgeschehen bereit zu stellen, ist vielsprechend und sollte weiter detailliert verfolgt werden ⁷⁶.

Die Implementierung der gewonnenen Erkenntnisse in zukünftige Übungen und deren Auswertung kann eine detaillierte Auswertung ermöglichen. Die Analyse des Ist-Zustandes bei Einsatzkonzepten, –personal und –material könnte so auf eine solide Datenbasis gestellt werden. Schwächen und Unzulänglichkeiten könnten identifiziert und gezielt verbessert werden.

Mit einem tieferen Verständnis für die Dauer und Ergebnisse der vorliegenden Prozesse können Zielparameter formuliert und deren Erreichung gemessen werden. Im Sinne eines Qualitätsmanagements kann so eine Ergebnisverbesserung angestrebt werden.

Über die Auswertung gleichartiger oder verschiedener Übungen könnte ein Benchmarking erfolgen. Denkbar wäre dies für den Vergleich verschiedener Einsatzkräfte in denselben Rettungsdienstbereich mit gleichen Strukturen oder auch für den Vergleich unterschiedlicher Bereiche mit differierenden Konzepten. So könnten Erkenntnisse in Form von Leitlinien aufgearbeitet werden und somit zu einer stärkeren Standardisierung führen ⁷².

Im Einsatzfall kann ein elektronisches Patienten-Datenmanagementsystem unter zeitkritischen Bedingungen sinnvoll eingesetzt werden. Die Erhebung von PI sollte jedoch keinen zusätzlichen Aufwand erfordern und muss in der Routinedokumentation enthalten sein.

7. Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Stephan Düsterwald, versichere an Eides statt, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Auswertung einer Übung zum Massenansturm von Verletzten im Hinblick auf Prozess- und Ergebnisqualität mit elektronisch erfassten Parametern“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“ des International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) -www.icmje.org) kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) entsprechen den URM und werden von mir verantwortet.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156,161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Es erfolgten keine Publikationen im Zusammenhang mit dieser Dissertation.

8. Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

9. Komplette Publikationsliste

Autorenschaft

Facts Notfallmedizin

S DÜSTERWALD

KVM - Der Medizinverlag; 1. Auflage (30. Oktober 2012)

ISBN-13: 978-3940698827

Journalpublikationen

Hydrothorax after Retraction of a subclavian Central Venous Catheter

JA GRAW, **S DÜSTERWALD**, C PILLE, T ELGETI, M SCHUSTER

Respiratory care. September 2012 (57); 1517-20

ALARM: A Modular IT Solution to Support and Evaluate Mass Casualty Incident (MCI) Management

R LAWATSCHECK, **S DÜSTERWALD**, C WIRTH, T SCHRÖDER

Proceedings of the 9th International ISCRAM Conference, Vancouver, Canada. April 2012;1-5

10. Danksagung

Für die langjährige vertrauensvolle Zusammenarbeit und wohlwollende Unterstützung während meiner Weiterbildungszeit bei allen Belangen meiner klinischen Arbeit, Forschungs- und Lehrtätigkeit sowie für die Überlassung des Themas, die wissenschaftliche Betreuung, die formale Beantragung beim BMBF und bei den Gremien (Ethikkommission, Datenschutzbeauftragter, Personalrat, etc.), die Vorstellung und Diskussion des Themas in Doktorandenseminaren und die finale Durchsicht der Arbeit möchte ich Frau UNIV.-PROF. DR. MED. HABIL. CLAUDIA SPIES, Direktorin der Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin der Charité - Universitätsmedizin Berlin, herzlich danken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn DR. MED. TORSTEN SCHRÖDER, leitender Oberarzt der Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin, Charité - Universitätsmedizin Berlin, der viele Jahre mein notfall- und katastrophenmedizinisches Interesse begleitet und gefördert hat. Seine persönliche Betreuung, seine Geduld und Motivation während der Planung und praktischen Durchführung der Studie, sowie die kritische Durchsicht der vorliegenden Arbeit haben deren Fertigstellung erst ermöglicht.

Insbesondere danke ich meinen Kollegen der Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin für die intensive und fruchtbare Zusammenarbeit im Rahmen der Arbeitsgruppe Notfallmedizin und Katastrophenmedizin: Frau DIPL.-PSYCH. ALIDA GÜNSBERG, Frau DR. MED. SYLVIA KRAMER, DESA, Herrn DR. MED. ROBERT LAWATSCHECK sowie Frau DIPL.-KFFR. SIE-YOUN LEE.

Herrn DR. MED. FLORIAN BUBSER danke ich für die Erstellung und Überlassung der Algorithmen „Ärztliche Triage für A.L.A.R.M.“ sowie „Automatisiert generierte Behandlungsanweisungen“.

Aus dem Telemedizinzentrum der Charité möchte ich mich für die Unterstützung bei dem Leiter der Einrichtung Herrn DR. MED. MARTIN SCHULTZ, sowie den beteiligten Mitarbeitern Frau DIPL.-VOLKSW. CHRISTINE CARIUS-DÜSSEL, Frau DIPL.-

GESUNDHEITSWIRTIN (FH) SAREMA POHLODEK, Herrn DIPL.-INFORM. MALTE CORNILS, Herrn DIPL.-INFORMATIKER (FH) DUSTIN PILLING sowie Herrn DIPL.-INFORM. BENJAMIN VOIGT bedanken.

Für die biometrische Beratung der Arbeit und die wertvollen Hinweise zum Studiendesign möchte ich mich bei Herrn UNIV.-PROF. DR. RER. NAT. HABIL. KLAUS-DIETER WERNECKE bedanken.

Die vorliegende Studie wurde im Rahmen des BMBF-geförderten Forschungsprojektes „Adaptive Lösungsplattform zur aktiven technischen Unterstützung beim Retten von Menschenleben“ (A.L.A.R.M. – BMBF-Förderkennzeichen 13N10109) durchgeführt. Ich danke allen beteiligten Partnern aus dem Projektkonsortium: Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin der Charité - Universitätsmedizin Berlin, Telemedizinzentrum der Charité - Universitätsmedizin Berlin, Condat AG, DAI-Labor – Technische Universität Berlin, Berliner Feuerwehr, Privat-Nerven-Klinik Dr. med. Kurt Fontheim GmbH&Co KG, Telematic Solutions International GmbH, HiSolutions AG sowie dem Projekt-Beirat.

Für die Teilnahme an der Übung danke ich den beteiligten Notärzten, u.a. aus der Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin, sowie allen beteiligten Einsatzkräften der Berliner Feuerwehr. Weiterhin bedanke ich mich bei allen weiteren Helfern, u.a. des Deutschen Roten Kreuzes, Landesverband Berlin und des Arbeiter Samariter Bundes, Landesverband Berlin, für die Mitwirkung an der Übung. Besonderer Dank gilt dem DRK-Team der realistischen Unfalldarstellung um SABINE ENGELMANN sowie allen Mimen, die eine realitätsnahe Durchführung der Übung möglich gemacht haben.

Ganz besonders möchte ich mich bei meiner Ehefrau IRINA sowie meiner Familie und meinen Freunden herzlich bedanken, die mich bei der Fertigstellung dieser Arbeit jederzeit nach Kräften unterstützt haben.

11. Literaturverzeichnis

1. Düsterwald S. Facts Notfallmedizin. KVM Medizinverlag; 2012.
2. Timmermann A, Russo SG, Hollmann MW. Paramedic versus emergency physician emergency medical service: role of the anaesthesiologist and the European versus the Anglo-American concept. *Curr Opin Anaesthesiol* [Internet] 2008;21(2):222–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18443493>
3. Adams H, Flemming A, Lange C, Hildebrand F, Krettek C, Koppert W. Das EVK-Konzept – ein Beitrag zur Patientenversorgung im Großschadens- und Katastrophenfall. *Anästhesie und Intensivmed* 2012;(53):2–18.
4. Schutzkommission beim Bundesministerium des Innern. Katastrophenmedizin - Leitfaden für die ärztliche Versorgung im Katastrophenfall [Internet]. 2010 [cited 2013 Apr 20]. Available from: <http://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/PublikationenForschung/Katastrophenmedizin.html>
5. Arbeitsgruppe der Hilfsorganisationen im Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe. Konzept zur überörtlichen Hilfe bei MANV. 2006.
6. Schultz CH, Koenig KL, Noji EK. A medical disaster response to reduce immediate mortality after an earthquake. *N Engl J Med* [Internet] 1996;334(7):438–44. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8552147>
7. Sefrin P. Sichtung als ärztliche Aufgabe. *Dtsch Arztebl* 2005;102.
8. Born CT, Briggs SM, Ciraulo DL, et al. Disasters and mass casualties: II. explosive, biologic, chemical, and nuclear agents. *J Am Acad Orthop Surg* [Internet] 2007 [cited 2012 Apr 26];15(8):461–73. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17664366>
9. de Boer J. An introduction to disaster medicine in Europe. *J Emerg Med* [Internet] 1995 [cited 2012 Jul 27];13(2):211–6. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/0736-4679\(94\)00147-2](http://dx.doi.org/10.1016/0736-4679(94)00147-2)
10. Cox LA. Community resilience and decision theory challenges for catastrophic events. *Risk Anal* [Internet] 2012 [cited 2013 Mar 8];32(11):1919–34. Available

from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22967051>

11. Guha-Sapir D. Disasters in Numbers 2010. Cent Epidemiol Disasters[Online] [Internet] 2011 [cited 2013 Apr 20]; Available from: http://cred.be/sites/default/files/Disaster_numbers_presentation_2010.pdf
12. Noji EK. Disaster epidemiology. Emerg Med Clin North Am [Internet] 1996 [cited 2013 Apr 20];14(2):289–300. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8635409>
13. Maningas PA, Robison M, Mallonee S. The EMS response to the Oklahoma City bombing. Prehosp Disaster Med [Internet] 1997 [cited 2013 Apr 19];12(2):80–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10187007>
14. Graeger A, Cimolino U, De Vries A, Haisch M, Südmersen J. Einsatz und Abschnittsleitung Das Einsatz-Führungs-System (EFS). 2003.
15. Heightman AJ. MCI magnifiers: many factors can complicate an incident of any size. JEMS [Internet] 2012 [cited 2013 Apr 19];37(9):54–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23342701>
16. Barss P. Injuries due to falling coconuts. J Trauma [Internet] 1984 [cited 2012 Apr 27];24(11):990–1. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6502774>
17. Raiter Y, Farfel a, Lehavi O, et al. Mass casualty incident management, triage, injury distribution of casualties and rate of arrival of casualties at the hospitals: lessons from a suicide bomber attack in downtown Tel Aviv. Emerg Med J [Internet] 2008 [cited 2013 Apr 19];25(4):225–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18356360>
18. Dirks B. Management des Massenanfalls von Verletzten/Erkrankten durch den Leitenden Notarzt. Notfall + Rettungsmedizin [Internet] 2006 [cited 2012 Mar 17];9(3):333–46. Available from: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s10049-006-0814-2>
19. Kanz KG, Hornburger P, Kay M V., Mutschler W, Schäuble W. mSTaRT-Algorithmus für Sichtung, Behandlung und Transport bei einem Massenanfall von Verletzten. Notfall + Rettungsmedizin [Internet] 2006 [cited 2012 Apr 12];9(3):264–70. Available from: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s10049-006-0821-3>

20. Murray MJ. Communicating during a disaster. *Anesth Analg* [Internet] 2010 [cited 2012 Jun 5];110(3):657–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20185642>
21. Chan TC, Killeen J, Griswold W, Lenert L. Information technology and emergency medical care during disasters. *Acad Emerg Med* [Internet] 2004 [cited 2012 Mar 19];11(11):1229–36. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15528589>
22. Plischke M, Wolf KH, Lison T, Pretschner DP. Telemedical support of prehospital emergency care in mass casualty incidents. *Eur J Med Res* [Internet] 1999 [cited 2013 Apr 19];4(9):394–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10477508>
23. Claudius I, Behar S, Ballow S, et al. Disaster drill exercise documentation and management: are we drilling to standard? *J Emerg Nurs* [Internet] 2008 [cited 2012 May 25];34(6):504–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19022071>
24. Fischer P, Wafaisade A, Bail H, Domres B, Kabir K, Braun T. Civil protection and disaster medicine in Germany today. *Langenbecks Arch Surg* [Internet] 2011 [cited 2012 Apr 20];396(4):523–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21390555>
25. Seynaeve G, Archer F. International standards and guidelines on education and training for the multi-disciplinary health response to major events that threaten the health status of a. *Prehosp Disaster Med* [Internet] 2004 [cited 2013 Mar 3];(October). Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15506258>
26. Hick JL, Hanfling D, Cantrill S V. Allocating scarce resources in disasters: emergency department principles. *Ann Emerg Med* [Internet] 2012 [cited 2012 Apr 10];59(3):177–87. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21855170>
27. Wolf S, Partenheimer A, Voigt C, Kunze R, Adams H, Lill H. Die Erstversorgungsklinik bei einem Großschadensereignis MANV IV Erfahrungen aus einer Vollübung. *Unfallchirurg* 2009;112:565–74.
28. Bail HJ, Kleber C, Haas NP, et al. Distribution planning of injured persons in mass disasters or catastrophes. Structuring of hospital capacities exemplified by the catastrophe network of the German Society for Trauma Surgery (DGU).

- Unfallchirurg [Internet] 2009 [cited 2012 May 25];112(10):870–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19756454>
29. Luiz T, Kumpch M, Laux T, Madler C, Förster P. Medizinische Gefahrenabwehr anlässlich der Fußballweltmeisterschaft 2006. Notfall + Rettungsmedizin [Internet] 2006 [cited 2012 Mar 17];9(3):248–57. Available from: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s10049-006-0809-z>
 30. Frykberg ER. Triage: principles and practice. Scand J Surg [Internet] 2005 [cited 2012 Apr 26];94(4):272–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16425622>
 31. Kilner TM, Brace SJ, Cooke MW, Stallard N, Bleetman A, Perkins GD. In “ big bang ” major incidents do triage tools accurately predict clinical priority?: A systematic review of the literature. Injury [Internet] 2011;42(5):460–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2010.11.005>
 32. Toursarkissian M, Oldenburg D, Benker M. Triage - aus militärärztlicher Sicht. Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes [Internet] 2010 [cited 2012 Apr 26];104(5):407–10. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20707978>
 33. Bundesärztekammer. Stellungnahme der Bundesärztekammer zur ärztlichen Sichtung Verletzter/Erkrankter bei Großschadenslagen/Katastrophen. 2009;
 34. Gutsch W, Huppertz T, Zollner C, et al. Initiale Sichtung durch Rettungsassistenten. Notfall + Rettungsmedizin [Internet] 2006 [cited 2012 Mar 16];9(4):384–8. Available from: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s10049-006-0827-x>
 35. Cone DC, MacMillan DS. Mass-casualty triage systems: a hint of science. Acad Emerg Med [Internet] 2005;12(8):739–41. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16079427>
 36. Gerlach K. Präklinische Triage-Systeme. Notfallmedizin up2date [Internet] 2012 [cited 2013 Sep 17];7(3):181–97. Available from: <https://www.thieme-connect.com/ejournals/abstract/10.1055/s-0031-1298303>
 37. Garner a, Lee a, Harrison K, Schultz CH. Comparative analysis of multiple-casualty incident triage algorithms. Ann Emerg Med [Internet] 2001 [cited 2012 Apr 10];38(5):541–8. Available from:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11679866>

38. Kanz K. Übertriage muss vermieden werden. Unfallchirurg 2009;112:575–6.
39. Weidringer JW, Sefrin P, Grinda C, Weiss W. Vierte Sichtungskonsensus-Konferenz der Schutzkommission beim Bundesministerium des Innern 2012. 2012.
40. Tännsjö T. Ethical aspects of triage in mass casualty. Curr Opin Anesthesiol [Internet] 2007 [cited 2013 Mar 3];20:143–6. Available from: http://journals.lww.com/co-anesthesiology/Abstract/2007/04000/Ethical_aspects_of_triage_in_mass_casualty.10.aspx
41. Gautschi OP, Cadosch D, Rajan G, Zellweger R. Earthquakes and trauma: review of triage and injury-specific, immediate care. Prehosp Disaster Med [Internet] 2008;23(2):195–201. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18557301>
42. Holt G. Making difficult ethical decisions in patient care during natural disasters and other mass casualty events. Otolaryngol Neck Surg [Internet] 2008 [cited 2013 Mar 3];139:181–6. Available from: <http://oto.sagepub.com/content/139/2/181.short>
43. Peters S. Triage – (medizin-)rechtliche Implikationen. Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes [Internet] 2010 [cited 2012 Apr 17];104(5):411–3. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20707979>
44. Deutsches Institut für Normung. DIN 13050: Rettungswesen - Begriffe. In: Norm. 2009.
45. Cotter S. Treatment area considerations for mass casualty incidents. Emerg Med Serv [Internet] 2006 [cited 2013 Apr 19];35(2):48–51. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16541952>
46. Schmidbauer W, Bubser H, Cwojdzinski D, Beneker J, Grüneisen U, Kerner T. Massenanfall von Kontaminierten bei ABC-Lagen Strategien zur Bewältigung. AINS-Anästhesiologie· Intensivmed ... 2007;9:582–9.
47. Buono CJ, Chan TC, Killeen J, et al. Comparison of the effectiveness of wireless electronic tracking devices versus traditional paper systems to track victims in a

- large scale disaster. AMIA Annu Symp Proc [Internet] 2007;886. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18693987>
48. Paris P, Stewart R, Pelton G. Triage success in disasters: dynamic victim-tracking cards. Am J Emerg Med [Internet] 1985 [cited 2013 Mar 3];3(4):323–6. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0735675785900579>
 49. Born CT, Briggs SM, Ciraulo DL, et al. Disasters and mass casualties: I. General principles of response and management. J Am Acad Orthop Surg [Internet] 2007 [cited 2012 Apr 26];15(7):388–96. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17602028>
 50. Domres B, Schauwecker HH, Rohrman K, Roller G, Maier GW, Manger A. The German approach to emergency/disaster management. Med Arh [Internet] 2000 [cited 2013 May 10];54(4):201–3. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11117024>
 51. Auf der Heide E. The importance of evidence-based disaster planning. Ann Emerg Med [Internet] 2006 [cited 2012 Apr 28];47(1):34–49. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16387217>
 52. Hays MB, Stefanki JX, Cheu DH. Planning an airport disaster drill. Aviat Space Environ Med [Internet] 1976 [cited 2013 Apr 19];47(5):556–60. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1275848>
 53. Peleg K, Michaelson M, Shapira SC, Aharonson-Daniel L. Principles of emergency management in disasters. Adv Ren Replace Ther [Internet] 2003 [cited 2012 Jun 1];10(2):117–21. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12879372>
 54. Lippelt B, Boekhoff J, Richter C, Gietzelt M, Kohlmann M. Vorbereitung auf medizinische Großschadensereignisse Abschätzung der zu erwartenden Patientenverteilung. Notarzt 2012;28:203–10.
 55. Burkle FM. Acute-phase mental health consequences of disasters: implications for triage and emergency medical services. Ann Emerg Med [Internet] 1996;28(2):119–28. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8759574>
 56. Lau P, Lau C. A disaster drill in Hong Kong. Accid Emerg Nurs [Internet] 1997 [cited 2013 Mar 3];5:34–8. Available from:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965230297900618>

57. Deutsche Gesellschaft für Katastrophenmedizin. Darstellung der Defizite der Katastrophenbewältigung aus der Sicht der Katastrophenmedizin (DGKM e.V.) und Forderungen für eine Verbesserung. 2003.
58. Leinster S. Medical education and the changing face of healthcare delivery. *Med Teach* [Internet] 2002 [cited 2013 Dec 7];24(1):13–5. Available from: <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.1080/00034980120103423b>
59. Williams J, Nocera M, Casteel C. The effectiveness of disaster training for health care workers: a systematic review. *Ann Emerg Med* [Internet] 2008 [cited 2012 Apr 26];52(3):211–22, 222.e1–2. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18069087>
60. Shirm S, Liggin R, Dick R, Graham J. Prehospital preparedness for pediatric mass-casualty events. *Pediatrics* [Internet] 2007 [cited 2012 Apr 26];120(4):e756–61. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17908733>
61. Gofrit ON, Leibovici D, Shemer J, Henig A, Shapira SC. The efficacy of integrating “smart simulated casualties” in hospital disaster drills. *Prehosp Disaster Med* [Internet] 1997 [cited 2013 May 10];12(2):97–101. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10187010>
62. Vincent DS, Sherstyuk A, Burgess L, Connolly KK. Teaching mass casualty triage skills using immersive three-dimensional virtual reality. *Acad Emerg Med* [Internet] 2008 [cited 2012 May 25];15(11):1160–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18699829>
63. Emergo Train Competence Centre. Emergo Train System (ETS). In: <http://www.emergotrain.com>. Accessed April 12, 2013.
64. Lennquist S. Education and training in disaster medicine. *Scand J Surg* [Internet] 2005;94(4):300–10. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16425626>
65. Ellebrecht N, Latasch L. Vorsichtung durch Rettungsassistenten auf der Großübung SOGRO MANV 500. *Notfall + Rettungsmedizin* [Internet] 2011 [cited 2012 Mar 8];15(1):58–64. Available from: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s10049-011-1477-1>

66. Maxwell C, Cherneski M. Post-disaster drill analysis. Using victim-tracking cards. *JEMS* [Internet] 1987 [cited 2013 May 13];12(2):43–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10284999>
67. FitzGerald D, Sztajnkrzyer M, Crocco T. Chemical weapon functional exercise-- Cincinnati: observations and lessons learned from a “ typical medium-sized” city’s response to simulated terrorism utilizing. *Public Health Rep* [Internet] 2003 [cited 2013 Apr 19];118:205–14. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1497542/>
68. Villarreal MS. Quality management tool for mass casualty emergency responses and disasters. *Prehosp Disaster Med* [Internet] 1997 [cited 2013 Apr 19];12(3):200–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10187015>
69. Campbell NC, Murray E, Darbyshire J, et al. Designing and evaluating complex interventions to improve health care. *BMJ* [Internet] 2007;334(7591):455–9. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1808182&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
70. Klein KR, Brandenburg DC, Atas JG, Maher A. The use of trained observers as an evaluation tool for a multi-hospital bioterrorism exercise. *Prehosp Disaster Med* [Internet] 2005;20(3):159–63. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16018503>
71. Allen K, Lorek E, Mensia-Joseph N. Conducting a school-based mock drill: lessons learned from one community. *Biosecur Bioterror* [Internet] 2008 [cited 2013 Apr 20];6(2):191–201. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18563996>
72. Francis RCE, Spies CD, Kerner T. Quality management and benchmarking in emergency medicine. *Curr Opin Anaesthesiol* [Internet] 2008;21(2):233–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18443495>
73. Pate BL. Identifying and tracking disaster victims: state-of-the-art technology review. *Fam Community Health* [Internet] 2008 [cited 2013 May 12];31(1):23–34. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18091082>
74. Wright MC. Objective measures of situation awareness in a simulated medical environment. *Qual Saf Heal Care* [Internet] 2004 [cited 2012 Mar

- 28];13(suppl_1):i65–71. Available from:
<http://qualitysafety.bmj.com/lookup/doi/10.1136/qshc.2004.009951>
75. Lenert L, Kirsh D, Griswold WG, et al. Design and evaluation of a wireless electronic health records system for field care in mass casualty settings. *J Am Med Inform Assoc* [Internet] 2011 [cited 2012 Apr 26];18(6):842–52. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21709162>
 76. Ingrassia PL, Carengo L, Barra FL, et al. Data collection in a live mass casualty incident simulation: automated RFID technology versus manually recorded system. *Eur J Emerg Med* [Internet] 2012;19(1):35–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21659884>
 77. Jokela J, Simons T, Kuronen P. Implementing RFID technology in a novel triage system during a simulated mass casualty situation. *Int J ...* [Internet] 2008 [cited 2013 Mar 2];4(1). Available from: <http://inderscience.metapress.com/index/C74L07435803384U.pdf>
 78. Lawatscheck R, Düsterwald S, Wirth C, Schroeder T. ALARM: A Modular IT Solution to Support and Evaluate Mass Casualty Incident (MCI) Management. *Proc 9th Int ISCRAM Conf Vancouver, Canada 2012*;(April):1–5.
 79. Gillett B, Peckler B, Sinert R, et al. Simulation in a disaster drill: comparison of high-fidelity simulators versus trained actors. *Acad Emerg Med* [Internet] 2008 [cited 2012 Apr 26];15(11):1144–51. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18717651>
 80. Berliner Feuerwehr. *Geschäftsanweisung GS Nr .: 12 / 2007 - Einsätze mit Massenanfall an Verletzten*. 2007.
 81. Bubser H. Sichtungsalgorithmus für den Katastrophenfall. In: *Handbuch für den Leitenden Notarzt*. 1998. p. Kapitel IV – 6.1.1, 5–6.
 82. Senatsverwaltung für Gesundheit und Verbraucherschutz. *Krankenhausplan 2010 des Landes Berlin*. 2010 [cited 2013 May 12]; Available from: https://www.berlin.de/imperia/md/content/sen-gesundheit/krankenhauswesen/dokumente/gesamttext_stand_29_10_2010_v03.pdf
 83. Rehn M, Andersen JE, Vigerust T, Krüger AJ, Lossius HM. A concept for major

- incident triage: full-scaled simulation feasibility study. *BMC Emerg Med* [Internet] 2010;10:17. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2928192&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
84. Perry RW. Disaster Exercise Outcomes for Professional Emergency Personnel and Citizen Volunteers. *J Contingencies Cris Manag* [Internet] 2004;12(2):64–75. Available from: <http://www.blackwell-synergy.com/links/doi/10.1111/j.0966-0879.2004.00436.x>
 85. Schrappe M. Das Indikatorenkonzept: zentrales Element des Qualitätsmanagements. *Med Klin* 2001;7(10):642–7.
 86. Geraedts M, Selbmann H, Ollenschläger G. Beurteilung der methodischen Qualität klinischer Messgrößen. *Zeitschrift für ärztliche Fortbildung und Qual im Gesundheitswes* 2002;96:91–6.
 87. Fitz-Gibbon CT. Performance indicators. In: *BERA Dialogues Number 2*. 1990.
 88. Donabedian A. Evaluating the quality of medical care. 1966. *Milbank Q* [Internet] 2005;83(4):691–729. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2690293&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
 89. Ricci E, Pretto E. Assessment of prehospital and hospital response in disaster. *Crit Care Clin* [Internet] 1991 [cited 2013 May 13];7(2):471–84. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2049649>
 90. Green GB, Modi S, Lunney K, Thomas TL. Generic evaluation methods for disaster drills in developing countries. *Ann Emerg Med* [Internet] 2003 [cited 2013 May 13];41(5):689–99. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12712037>
 91. Cosgrove SE, Jenckes MW, Kohri K, et al. Evaluation of hospital disaster drills: a module-based approach [Internet]. In: Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality. 2004. p. AHRQ Publication No. 04–0032. Available from: <http://www.ahrq.gov/research/hospdrills/>. Accessed May 13, 2013
 92. Rüter A, Nilsson H, Vilckström T. Performance indicators as quality control for testing and evaluating hospital management groups: a pilot study. *Prehosp*

- Disaster Med [Internet] 2006;21(6):423–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17334189>
93. Gryth D, Rådestad M. Evaluation of medical command and control using performance indicators in a full-scale, major aircraft accident exercise. *Prehosp Disaster Med [Internet]* 2010 [cited 2013 Jan 10];25(2):118–23. Available from: <http://journals.cambridge.org/production/action/cjoGetFulltext?fulltextid=8559047>
 94. Ingrassia PL, Prato F, Geddo A, et al. Evaluation of medical management during a mass casualty incident exercise: an objective assessment tool to enhance direct observation. *J Emerg Med [Internet]* 2010 [cited 2012 Apr 26];39(5):629–36. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19570646>
 95. Birnbaum ML. Editorial comments-Evaluation of medical command and control using performance indicators during a full-scale major aircraft crash exercise. *Prehosp Disaster Med [Internet]* 2010;25(2):124–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20467990>
 96. Kaji AH, Lewis RJ. Assessment of the reliability of the Johns Hopkins/Agency for Healthcare Research and Quality hospital disaster drill evaluation tool. *Ann Emerg Med [Internet]* 2008 [cited 2012 Apr 26];52(3):204–10, 210.e1–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17933427>
 97. Kaji AH, Langford V, Lewis RJ. Assessing hospital disaster preparedness: a comparison of an on-site survey, directly observed drill performance, and video analysis of teamwork. *Ann Emerg Med [Internet]* 2008 [cited 2012 Apr 26];52(3):195–201, 201.e1–12. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18191285>
 98. Zimbardo PG. Glossar. In: *Psychologie*. 1995. p. 751–2.

Anhang 1. Algorithmus „Ärztliche Triage für A.L.A.R.M.“

Frage 1: GCS (Einfachauswahl)

- Kleiner als 9 → „Sauerstoffgabe, Vorbereitung & Durchführung einer Intubation.“
- 9 – 13 → „Platzierung eines Wendeltubus, Sauerstoffgabe.“
- 14 – 15 → „weiterhin Patientenbeobachtung.“

Frage 2: Pupillen

Weite (Einfachauswahl)

- eng
- mittel
- weit

Form (Einfachauswahl)

- rund
- entrundet

Lichtreaktion (Einfachauswahl)

- ja
- nein

Pupillengleichheit (Einfachauswahl)

- isocor
- anisocor

Frage 3: Deformation des Halses (Einfachauswahl)

- ja → „Stiffneck anlegen.“
- nein

Frage 4: Thorax (Einfachauswahl)

- Stabil
- instabil → „Vorbereiten/ Anlage einer Thoraxdrainage.“

Frage 5: Atmung

Dyspnoe (Einfachauswahl)

- Ja → Sauerstoffgabe! Frage nach Asthma & Asthmamedikamente geben.
- nein

Husten (Einfachauswahl)

- ja → „Sauerstoffgabe.“
- nein

Einseitige Atmung (Einfachauswahl)

- ja → „Vorbereiten/Anlage einer Thoraxdrainage.“
- nein

Frage 6: Abdomen

Abtasten des Abdomens (Einfachauswahl)

- weich
- hart → „Anlage 2 großlumige Venenverweilkanülen und großzügige Gabe (\geq 1000ml) von Flüssigkeit.“

Abwehrspannung (Einfachauswahl)

- ja
- nein

Bauchdecke (Einfachauswahl)

- offen → „Eröffnete Bauchdecke mit feuchter Kompresse abdecken.“
- geschlossen

Frage 7: Becken (Einfachauswahl)

- stabil
- o instabil → Achsengerechte Bewegung. Beckentuch. Vakuummatratze.“

Frage 8: Rücken

Deformierung (Einfachauswahl)

- ja → „Achsengetreue Bewegung! Vakuummatratze/Spineboard!“
- nein

Klopfschmerzhaftigkeit (Einfachauswahl)

- ja → „Achsengetreue Bewegung! Vakuummatratze/Spineboard!“
- nein

Frage 8: Extremitätenfraktur (Einfachauswahl)

- ja → „Ggf. mit Kompresse abdecken und 1x Versuch der Reposition.“
- nein

Frage 9: Blutung (Einfachauswahl)

- Spritzende/ stark sickernde Blutung → „Druckverband anlegen. Zugang legen, >1000ml Flüssigkeit.“
- Schürfwunden → „1 großlumiger peripherer Zugang!“
- Keine Blutungen → „1 großlumiger peripherer Zugang!“

Frage 10: Puls palpabel (Einfachauswahl)

- An der Hand → „1 peripherer großlumiger Zugang. 500ml Flüssigkeit geben.“
- An der Leiste → „2 periphere großlumige Zugänge. Volumengabe bis Puls an der Hand tastbar ist. Nach Blutungsquelle suchen!“
- Nur am Hals → „2 periphere großlumige Zugänge. Volumengabe bis Puls an der Hand tastbar ist. Nach Blutungsquelle suchen!“

Frage 11: Puls oder Herzfrequenz (Einfachauswahl)

- < 50/min → „Neurologische Kontrolle! Blick in die Pupillen! Blutdruckkontrolle Bei normalem Blutdruck beobachten, bei Hypotonie 0,5mg Atropin!“
- 50 – 100/min → „1 großlumiger peripherer Zugang!“
- 101 – 150/min → „2 großlumige periphere Zugänge! 500ml Flüssigkeit geben! Ist der Patient schmerzfrei?“
- > 150/min → „Bei Blutung als Ursache 3 großlumige periphere Zugänge! Flüssigkeit geben bis der Puls bei 120/min gesenkt ist! Ist der Patient schmerzfrei?“

Anhang 2. „Automatisiert generierte Behandlungsanweisungen“

Nr.	Behandlungsanweisung
1	Vorbereitung/Anlage einer Thoraxdrainage.
2	Stiffneck anlegen.
3	Sauerstoffgabe, Vorbereitung & Durchführung einer Intubation.
4	Druckverband anlegen.
5	Platzierung eines Wendeltubus, Sauerstoffgabe.
6	Sauerstoffgabe! Frage nach Asthma! Asthmamedikamente inhalativ applizieren.
7	Sauerstoffgabe.
8	Bei Blutung als Ursache 3 großlumigen periphere Zugänge! Flüssigkeit geben bis der Puls bei 120/min gesenkt ist! Ist der Patient schmerzfrei?
9	2 periphere großlumige Zugänge. Volumengabe bis Puls an der Hand tastbar ist. Nach Blutungsquelle suchen!
10	2 großlumige periphere Zugänge! 500ml Flüssigkeit geben! Ist der Patient schmerzfrei?
11	Neurologische Kontrolle! Blick in die Pupillen! Blutdruckkontrolle. Bei normalem Blutdruck beobachten, bei Hypotonie 0,5mg Atropin!
12	Achsengerechte Bewegung! Vakuummatratze/Spineboard!
13	1 peripherer großlumiger Zugang. 500ml Flüssigkeit geben.
14	Eröffnete Bauchdecke mit feuchter Kompresse abdecken.
15	Ggf. mit Kompresse abdecken und 1x Versuch der Reposition.
16	Weiterhin Patientenbeobachtung.

Tabelle 10: Automatisiert generierte Behandlungsanweisungen

Hinweise für die Darstellung der Behandlungshinweise

wenn 9, dann entfallen 10,13

wenn 10, dann entfällt 13

wenn 3, dann entfallen 5,6,7

wenn 5, dann entfallen 6,7

wenn 6, dann entfällt 7

wenn 2, dann muss auch 12

wenn 12, dann muss auch 2

wenn 1, dann 13

wenn 14, dann 13

wenn 15, dann 13

wenn 12, dann 13

Anhang 3. Abkürzungsverzeichnis

AHRQ	Agency for Healthcare Research and Quality
ÄE	Ärztlicher Einsatztrupp
A.L.A.R.M.	Adaptive Lösungsplattform zur Aktiven Unterstützung beim Retten von Menschenleben
ASB	Arbeiter Samariter Bund
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BePAS	Berliner Personenauskunftsstellen Informationssystem
BFW	Berliner Feuerwehr
BHP	Behandlungsplatz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BrsR	Bereitstellungsraum
CRBN	Chemical, radioactive, biologic and nuclear hazards
CSV	Comma separated value (Dateiformat)
DAI-Labor	Distributed Artificial Intelligence Labor, Technische Universität Berlin
DGKM	Deutsche Gesellschaft für Katastrophenmedizin
DRK	Deutsches Rotes Kreuz
EM-DAT	The International Disaster Database
FwLts	Feuerwehr Leitstelle
GMLZ	Gemeinsames Melde- und Lagezentrum des Bundes
GW RetMat	Gerätewagen Rettungsmaterial
hh	Stunden
ICMJE	International Committee of Medical Journal Editors
IQR	Interquartile range = Interquartilbereich
ITH	Intensivtransporthubschrauber
ITW	Intensivtransportwagen
JUH	Johanniter Unfallhilfe
KTW	Krankentransportwagen
KPI	Key Performance Indikator
KV	Kreisverband
LHF	Lösch- und Hilfeleistungsfahrzeug
LNA	Leitender Notarzt

MANI	Massenanfall von Infizierten
MANV	Massenanfall von Verletzten
Max	Maximum
MEL	Medizinische Einsatzleitung
Min	Minimum
MHD	Malteser Hilfsdienst
mm	Minuten
MTF	Mannschaftstransportfahrzeug
mSTaRT	modified Simple Triage and Rapid Treatment
NA	Notarzt
NEF	Notarzteinsatzfahrzeug
NFS	Notfallseelsorger
ÖEL	Örtliche Einsatzleitung
OrgL	Organisatorischer Leiter Rettungsdienst
PTT	Paediatric Triage Tape
PI	Performance Indikator
QM	Qualitätsmanagement
RFID	Radio Frequency Identification
RA	Rettungsassistent
RD	Rettungsdienst
RTW	Rettungstransportwagen
SALT	Sort-Assess-Lifesaving interventions-Treatment/ Transport
SD	Standard deviation = Standardabweichung
SEG	Schnelle Einsatzgruppe
SHT	Schädel-Hirn-Trauma
SK	Sichtungskategorie
SOP	Standard Operating Procedures
SQL	Structured Query Language
ss	Sekunden
STM	Sacco Triage Method
TD	Technischer Dienst
TEL	Technische Einsatzleitung
TMCC	Telemedizinzentrum der Charité
THW	Technisches Hilfswerk

Ü-MANV	Überörtliche Hilfe beim Massenanfall von Verletzten
URM	Uniform Requirements for Manuscripts
WLAN	Wireless local area network

Anhang 4. Quellennachweis

Abbildung 1: Berliner Feuerwehr, GS Rettungsdienst, Stand: 24. Januar 2006
Original Berufsfeuerwehr München

Abbildung 2: A.L.A.R.M. Forschungsprojekt, DR. MED. ROBERT LAWATSCHECK
Telemedizinzentrum der Charité
Charité - Universitätsmedizin Berlin

Tabelle 4: Berliner Feuerwehr, GS Rettungsdienst, Stand: Dezember 2007
Einsätze mit Massenanfall von Verletzten (MANV)

Abbildung 4: A.L.A.R.M. Forschungsprojekt, DR. MED. ROBERT LAWATSCHECK
Telemedizinzentrum der Charité
Charité - Universitätsmedizin Berlin

Abbildung 16: A.L.A.R.M. Forschungsprojekt, CARSTEN WIRTH, DAI-Labor
Technische Universität Berlin

Tabelle 10: A.L.A.R.M. Forschungsprojekt, DR. MED. FLORIAN BUBSER, Klinik für
Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin
Charité - Universitätsmedizin Berlin

Alle weiteren Abbildungen und Tabellen wurden durch den Autor erstellt.