



Technische Universität München  
Fakultät für Medizin  
Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie  
Klinikum rechts der Isar  
Direktor: Prof. Dr. Peter Biberthaler

**Innerklinisches Management  
bei einem  
Massenanfall an Verletzten**

Mohammad Shahir Ahmadi

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Medizin genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Prof. Dr. Ernst J. Rummeny

Prüfer der Dissertation:

1. apl. Prof. Dr. Stefan Huber-Wagner
2. Prof. Dr. Peter Biberthaler

Die Dissertation wurde am 26.08.2019 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 13.05.2020 angenommen.



Für meine Eltern

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b><u>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....</u></b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b><u>EINLEITUNG.....</u></b>	<b>2</b>
2.1	DIE ENTWICKLUNG DES KATASTROPHENSCHUTZES .....	2
2.2	FRAGESTELLUNG.....	4
2.3	GRUNDLAGEN.....	5
2.3.1	KATASTROPHE.....	5
2.3.2	MASSEANFALL AN VERLETZTEN (MANV) .....	5
2.3.3	TRIAGE.....	6
2.3.4	POLYTRAUMA.....	9
2.3.5	SCHOCKRAUM .....	9
2.3.6	ADVANCED TRAUMA LIFE SUPPORT® (ATLS).....	11
2.3.7	GLASGOW-COMA-SCORE (GCS).....	12
2.3.8	FAST SONOGRAFIE .....	13
2.3.9	COMPUTERTOMOGRAPHIE BEI POLYTRAUMA.....	14
<b>3</b>	<b><u>METHODEN.....</u></b>	<b>15</b>
3.1	ÜBERSICHT .....	15
3.2	VORBEREITUNG DER TUNNELÜBUNG DURCH DAS KVR MÜNCHEN.....	17
3.3	EINRICHTEN DER MANV-ARBEITSGRUPPE AM MRI .....	18
3.4	KLINIKINTERNE ÜBUNG DER INITIALPHASE.....	20
3.5	VORBEREITUNG DER KLINIK FÜR DIE TUNNELÜBUNG AM 25.11.2012 .....	20
3.6	DAS SCHOCKRAUMPROTOKOLL.....	21
3.6.1	NOTWENDIGKEIT EINES SCHOCKRAUMPROTOKOLLS.....	21
3.6.2	AUFBAU SCHOCKRAUMPROTOKOLL.....	22
3.7	VORBEREITUNG KURZ VOR DER ALARMIERUNG FÜR DIE TUNNELÜBUNG AM 25.11.2012 AM KLINIKUM RECHTS DER ISAR .....	23
3.8	ENTWICKLUNG DES NEUEN KATASTROPHENPLANS.....	23
3.9	STATISTISCHE AUSWERTUNG UND ERSTELLUNG VON DIAGRAMMEN .....	24
<b>4</b>	<b><u>ERGEBNISSE.....</u></b>	<b>25</b>
4.1	DIE ERGEBNISSE DER FACT24 ÜBUNG.....	25
4.2	ABLAUF UND ERGEBNISSE DER TUNNELÜBUNG VOM 25.11.2012 .....	27
4.3	AUSWERTUNG DES SCHOCKRAUMPROTOKOLLS .....	30
4.4	VERGLEICH MRI VERSUS ANDERE KLINIKEN.....	32

<b>4.5</b>	<b>VERÄNDERUNGEN NACH ANALYSE DER ERGEBNISSE DER VORÜBUNG UND DER TUNNELÜBUNG .....</b>	<b>36</b>
4.5.1	TAKTISCHE ÄNDERUNG.....	36
4.5.2	MANAGEMENT DES VORHANDENEN EQUIPMENTS UND NEUANSCHAFFUNGEN.....	37
<b>4.6</b>	<b>DER KATASTROPHENPLAN DES KLINIKUMS RECHTS DER ISAR (SIEHE ANHANG) .....</b>	<b>38</b>
<b>5</b>	<b><u>DISKUSSION.....</u></b>	<b>40</b>
<b>5.1</b>	<b>PLANUNGSPHASE .....</b>	<b>40</b>
5.1.1	DER DREI SCHRITTE PLAN .....	41
<b>5.2</b>	<b>DIE VORÜBUNG VOM 15.09.2012 ZUR TESTUNG DER INITIALPHASE.....</b>	<b>42</b>
<b>5.3</b>	<b>DIE TUNNELÜBUNG VOM 25.11.2012 .....</b>	<b>44</b>
5.3.1	TRIAGE UND ERSTVERSORGUNG DURCH DIE MEDIZINISCHE EINSATZLEITUNG .....	44
5.3.2	BILDUNG VON EINEM SAMMELPLATZ FÜR DIE MITARBEITER .....	50
5.3.3	ALARMIERUNG VON MITARBEITERN .....	51
5.3.4	ZEITINTERVALLE BIS ZUR BILDGEBENDEN DIAGNOSTIK.....	53
<b>5.4</b>	<b>ENTWICKLUNG DES NEUEN KATASTROPHENPLANS FÜR DAS MRI.....</b>	<b>56</b>
<b>6</b>	<b><u>ZUSAMMENFASSUNG.....</u></b>	<b>59</b>
<b>7</b>	<b><u>LITERATURVERZEICHNIS.....</u></b>	<b>61</b>
<b>8</b>	<b><u>DANKSAGUNG .....</u></b>	<b>70</b>
<b>9</b>	<b><u>ANHANG.....</u></b>	<b>71</b>



# 1 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AG	Arbeitsgemeinschaft
ATLS	Advanced Trauma Life Support
BGU	Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik
DGU®	Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie
FAST	Focused Assessment with Sonography for Trauma
GCS	Glasgow-Coma-Score
HEICS	Hospital Emergency Incident Command System
ICS	Incident Command System
ILST	integrierte Leitstelle
KVR	Kreisverwaltungsrat
MANV	Massenanfall an Verletzten
MHH	Medizinischen Hochschule Hannover
MRI	München rechts der Isar
mSTaRT	modifizierte simple triage and rapid treatment
RTW	Rettungswagen
STaRT	simple triage and rapid treatment

## **2 EINLEITUNG**

### **2.1 Die Entwicklung des Katastrophenschutzes**

Der Anschlag am 11. September 2001 inmitten von Manhattan mit 2992 Toten und mehr als 6000 Verletzten ("FACTBOX: Attacks of Sept. 11, 2001," 2007) machte von Anbeginn des 21. Jahrhunderts der Welt deutlich, dass Anschläge unvorhersehbaren Maßes an jedem Ort der Welt möglich sind. Selbst in den als sicher eingestuften Ballungsgebieten der NATO Staaten ist ein Anschlag nicht auszuschließen. Das zeigten auch die Anschläge in Madrid im März 2004 auf einem Zug mit 191 Toten und mehr als 2000 Verletzten (de Ceballos et al., 2004) oder in London in der U-Bahn im Juli 2005 mit 52 Toten und über 700 Verletzten (Mohammed et al., 2006).

Aber nicht nur Terroranschläge forderten in den letzten Jahrzehnten viele Tote und Verletzte. Auch große Events wie zum Beispiel die Loveparade im Jahre 2010 führten aufgrund einer Massenpanik zu 21 Toten und 541 Verletzten (Marx et al., 2013).

Naturkatastrophen, wie das Erdbeben 2011 in Christchurch in Neuseeland mit 182 Toten und 6659 Verletzten (Ardagh et al., 2012) oder der Tsunami 2004 in Thailand sowie der Hurricane Katrina im August 2005 in New Orleans, hatten viele Opfer zur Folge.

Die Häufung dieser Katastrophen in den vergangenen Jahrzehnten verdeutlicht die Bedeutung eines gut ausgerüsteten und organisierten Katastrophenmanagements.

Besondere Herausforderungen eines MANV sind die hohe Anzahl an Verletzten, welche in einer kurzen Zeit in einem begrenzten Gebiet anfallen, sowie häufig eine limitierte Infrastruktur, welche die Versorgung der Verletzten zusätzlich erschwert. Eine optimale Organisation des Katastrophenmanagements ist unter diesen Voraussetzungen essentiell.

In Deutschland wurden erst um 1950 die ersten staatlichen Zivilschutzorganisationen in Form des Technischen Hilfswerks und 1956 des Bundesamts für zivilen Bevölkerungsschutz gegründet.

Großschadensereignisse wie das Oktoberfestattentat von 1980 oder der ICE-Unfall von Eschede 1998 stellten die deutschen Behörden immer wieder auf die Probe.

Durch die zunehmende Bedrohung durch Terroranschläge seit der Jahrtausendwende wurden die Vorsorgemaßnahmen und Planungen durch das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe immer weiter vorangetrieben.

Im Zuge der Fußballweltmeisterschaft 2006 in Deutschland wurden zahlreiche Übungen zur Bewältigung von Großschadensereignissen abgehalten (Prokoph et al., 2006; Sundermeyer,



2006). Zu diesem Zweck trainierten sowohl die Feuerwehr als auch einige Krankenhäuser verschiedene Szenarien. Als besonders wichtig stellte sich dabei der reibungslose Übergang der Versorgung von Verletzten von Präklinischen ins Innerklinische dar (Abdulla et al., 2009). Damit dies auch erfolgen konnte, musste man auch in den Kliniken geeignete Strukturen und Planungen zur Bewältigung solcher Katastrophen erstellen. Hierzu wurde zahlreiche Manuskripte zur Gestaltung solcher Pläne veröffentlicht (H. Adams et al., 2012; H. A. Adams et al., 2015; H. A. Adams & Tecklenburg, 2007; Diepenseifen et al., 2014; Hildebrand et al., 2008; A. Hirshberg et al., 2001).

Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BKK) veröffentlichte 2008 in Zusammenarbeit mit Experten und dem Herausgeber Cwojdzinski den Leitfaden Krankhausalarmplanung. Dieser wird von vielen Kliniken als Grundlage zum Aufbau eines eigenen Katastrophenplanes genutzt.

## 2.2 Fragestellung

Wissenschaftliche Arbeiten zur Bewältigung von Großschadensereignissen beschäftigten sich in der Vergangenheit mehrheitlich mit dem präklinischen Management.

In dieser Arbeit sollen innovative Aspekte sowohl bei der innerklinischen Behandlung von Schwerverletzten, als auch bei dem innerklinischen Management eines Krankenhauses herausgearbeitet werden und gemeinsam mit den Daten, die während Tunnelübung durch die Feuerwehr München am 25.11.2012 innerklinisch an verschiedenen Kliniken in München erhoben wurden, zur Diskussion gestellt werden.

Es stellen sich die Fragen:

- Wie kann die Versorgung von Patienten, unter Berücksichtigung moderner Aspekte in der innerklinischen Versorgung von Verletzten, bei einem Massenanfall an Verletzten (MANV) bewältigt werden?
- Wie muss sich dafür eine Klinik im MANV Fall aufstellen?
- Welche Ressourcen und Gerätschaften müssen dafür angeschafft und vorgehalten werden?
- Wie ist ein Katastrophenplan am besten zu gestalten?

Als Resultat dieser Arbeit sollte die Katastrophenbereitschaft des Klinikums rechts der Isar für externe Gefahrenlagen verbessert werden. Hierzu sollte ein neuer Katastrophenplan entwickelt werden.

## 2.3 Grundlagen

### 2.3.1 Katastrophe

Für den Begriff der Katastrophe gibt es zum Teil sehr unterschiedliche Definitionen. Was sie jedoch alle gemeinsam haben ist, dass sie das Verhältnis der Hilfskräfte zur Schadensgröße beschreiben. Die in Deutschland geltende Definition für Behörden wird vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) vorgegeben.

„Eine Katastrophe ist ein Geschehen, bei dem Leben oder Gesundheit einer Vielzahl von Menschen oder die natürlichen Lebensgrundlagen oder bedeutende Sachwerte in so ungewöhnlichem Ausmaß gefährdet oder geschädigt werden, dass die Gefahr nur abgewehrt oder die Störung nur unterbunden und beseitigt werden kann, wenn die im Katastrophenschutz mitwirkenden Behörden, Organisationen und Einrichtungen unter einheitlicher Führung und Leitung durch die Katastrophenschutzbehörde zur Gefahrenabwehr tätig werden.“  
(Katastrophenhilfe, 2011)

### 2.3.2 Massenanfall an Verletzten (MANV)

Bei einem Massenanfall von Verletzten handelt es sich um eine größere „Anzahl von Verletzten oder Erkrankten sowie anderen Geschädigten und Betroffenen“, die im Rahmen eines Notfallereignisses anfallen und die mit den vorhandenen bzw. vorgehaltenen Ressourcen der Rettungsdienste versorgt werden können (SKK, 2006; V., 2015). Aufgrund der Wichtigkeit dieses Begriffes wurde in Deutschland eine einheitliche Definition durch das Deutsche Institut für Normen (DIN) festgelegt (DIN 13050:2015-04). Im Gegensatz zur Katastrophe sollte bei einem MANV die unmittelbar betroffene Infrastruktur noch Intakt sein, sodass die Hilfskräfte ihren Einsatzort erreichen können.

Im US-amerikanischen Raum gibt es eine andere Definition für ein „Mass casualty incident (MCI)“. Hier spricht man erst von einem MCI wenn die Anzahl und Schweregrad der Verletzten die Kapazität und Ressourcen der lokalen Rettungskräfte und Krankenhäuser überschreitet und mit den vorgehaltenen logistischen Mitteln nicht alle in kurzer Zeit versorgt bzw. transportiert werden können (Ben-Ishay et al., 2016).

### 2.3.3 Triage

Der Begriff Triage ist zurückzuführen auf den französischen Begriff „trier“ und bedeutet sortieren. Dies ist ein Verfahren, bei dem die Verletzten je nach Schweregrad der Verletzung und Dringlichkeit einer medizinischen Versorgung kategorisiert werden. Hieraus ergibt sich eine Priorisierung bezüglich der Behandlungsreihenfolge.

Das Prinzip Triage, Transport und Behandlung wurde nach dem ersten Weltkrieg erstmals vom französischen Sanitätsdienst durchgeführt. Der Vorgang der Triage wurde zum ersten Mal 1934 von den beiden französischen Ärzten Spire und Lombardy in vier Punkte definiert (Spire et al., 1934; Toursarkissian et al., 2010; Weyrich et al., 2012):

1. Diagnose der vorliegenden Verletzung
2. Beurteilung der Dringlichkeit des Eingriffs (Categorisation)
3. Beurteilung des Grades der Transportfähigkeit
4. Angabe des Bestimmungsortes des Verwundeten

In Deutschland wurde es zunächst durch den Militärsanitätsdienst übernommen.

Mit der Entstehung des North Atlantic Treaty Organisation (NATO) Bündnisses wurde ein einheitliches System in allen NATO Staaten eingeführt. Dabei wird eine Einteilung in 4 Kategorien vorgenommen:

**Tab. 1 Die farbliche Einteilung der Triage**

Kategorie	Patientenzustand	Konsequenz	Farbe
I	Akut, vital Bedrohung	Sofortbehandlung	Rot
II	Schwer verletzt/erkrankt	Aufgeschobene Behandlungsdringlichkeit	Gelb
III	Leicht verletzt/erkrankt	Spätere Behandlung	Grün
IV	Ohne Überlebenschance	Betreunde Behandlung, Sterbebegleitung	Blau

In Deutschland wird teilweise eine 5. Kategorie in Schwarz mit angeführt, die der farblichen Kennzeichnung der schon Verstorbenen gilt.

Damit im Notfall eine schnelle Kategorisierung erfolgen kann, wurde in den 80igern in Orange County in Kalifornien ein standardisiertes Verfahren mit der Bezeichnung „simple triage and rapid treatment (STaRT)“ entwickelt (Schultz et al., 1996; Super et al., 1994).

Dieser wurde auch in Deutschland durch die Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie in den MANV-Algorithmus übernommen. Im Münchener Raum wird seit 2005 eine modifizierte

Form (mSTaRT) im Rettungsdienstbereich angewandt (Karl G Kanz et al., 2006). Diese sollte als Grundlage einer taktischen Einsatzplanung bei einem Massenansturm an Verletzten dienen und zusätzlich zum ursprünglichen START Algorithmus die notwendigen Sofortmaßnahmen bei Lebensgefahr beinhalten, die Reihenfolge des Notfalltransportes festlegen und eine Triagierung durch nichtärztliche Einsatzkräfte ermöglichen (Karl G Kanz et al., 2006).

Die Triage wird aber heutzutage nicht nur außerhalb der Klinik bei einem Massenansturm an Verletzten genutzt, sondern auch in den Notaufnahmen zur Kategorisierung herangezogen. Dabei hat sich vor allem das 1995 in Manchester entwickelte Triage-System durchgesetzt (Mackway-Jones et al., 1997). Dieses ermöglicht durch ein einheitliches System die Einschätzung des Verletzungsmusters durch die Pflegekräfte und die anschließende Kategorisierung in 5 Dringlichkeitsstufen. Verschiedene Studien zeigten eine Verbesserung der Prozessqualität und Patientenversorgung durch dieses System (Schellein et al., 2009).



#### 2.3.4 Polytrauma

Der Begriff Polytrauma wurde erstmals 1975 formal definiert (Border et al., 1975). Patienten mit 2 oder mehr signifikanten Verletzungen werden hiernach als Polytrauma bezeichnet. Bis heute wurde die Definition mehrmals spezifiziert, ohne dabei die Gültigkeit der alten Definition zu verlieren.

1978 wurde von Trentz und Tscherne festgelegt, dass ein Polytrauma eine Verletzung von 2 oder mehreren Körperregionen darstellt, von denen eine oder die Kombination aller eine Lebensbedrohung darstellt (Trentz et al., 1978; Tscherne et al., 1984).

Ergänzt wurde im weiteren Verlauf ein Injury Severity Score (ISS) von größer 16. Der Injury Severity Score wurde 1974 erstmals von Baker (Baker et al., 1974) beschrieben und ist eine klinische Einteilung von Verletzungsgrade mit anatomischen Bezug. Als Basis hierfür dient die numerische Einteilung der anatomischen Bereiche des Körpers und der Verletzungsgrade vom Abbreviated Injury Scale (AIS) (Keller et al., 1971). Diese wurde 1971 entwickelt, veröffentlicht und diente dazu Verletzungen einheitlich zu bewerten und damit vergleichbar zu machen.

Obwohl sich der Ausdruck Polytrauma bis heute nicht weltweit durchgesetzt hat, wurde in der „Berliner Definition“ der Begriff weiter konkretisiert (Pape et al., 2014). Dabei gilt für ein Polytrauma: 3 oder mehr signifikante Verletzungen an 2 oder mehr AIS-Regionen mit einer weiteren pathologischen Abweichung in einem der 5 nachfolgenden Bereiche:

1. Blutdruck (systolisch  $\leq 90$ mm Hg)
2. Glasgow-Coma-Scala (GCS  $\leq 8$ )
3. Basenüberschuss (BE  $\leq -6.0$ )
4. Koagulopathie (PTT  $\geq 40$  sec. oder INR  $\geq 1,4$ ) und
5. Patientenalter ( $\geq 70$ )

#### 2.3.5 Schockraum

Der Schockraum ist ein fester Bestandteil einer modernen Notaufnahme und dient zur Akutversorgung von Schwerverletzten oder kritisch erkrankten Patienten. Hier sind alle wichtigen diagnostischen und therapeutischen Mittel schnell verfügbar. Ultraschallgerät, mobiles Röntgen und CT gehören heute zum festen Bestandteil des Schockraums (A Beck et al., 2004; von Rüden et al., 2017). Zusätzlich können in modernen Schockräumen auch Notfalleingriffe wie z.B. Laparotomie, Thorakotomie, Anlage einer Thorax Drainage usw. erfolgen.

Die Indikation zur Aktivierung der Schockraumversorgung wurde im S3 Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung (Unfallchirurgie, 2016) mit aufgeführt. Dabei gilt, dass bei Patienten mit eingeschränktem Bewusstsein der Schockraum bei folgenden Kriterien aktiviert wird:

- systolischer Blutdruck < 90 mmHg (altersadaptiert bei Kindern) nach Trauma
- Vorliegen von penetrierenden Verletzungen der Rumpf-Hals-Region
- Vorliegen von Schussverletzungen der Rumpf-Hals-Region
- GCS < 9 nach Trauma
- Atemstörungen/Intubationspflicht nach Trauma
- Frakturen von > 2 proximalen Knochen
- instabiler Thorax
- Beckenfrakturen
- Amputationsverletzung proximal der Hände/Füße
- Querschnittsverletzung
- offene Schädelverletzungen
- Verbrennungen > 20 % und Grad  $\geq$  2b

Zusätzlich sollte bei Patienten mit vollem Bewusstsein bei folgenden Voraussetzungen im Unfallmechanismus eine Aufnahme über dem Schockraum erfolgen:

- Sturz aus über 3 Metern Höhe
- Verkehrsunfall (VU) mit
  - Frontalaufprall mit Intrusion von > 50–75 cm
  - einer Geschwindigkeitsveränderung von  $\Delta > 30$  km/h
  - Fußgänger-/Zweiradkollision
  - Tod eines Insassen
  - Ejektion eines Insassen

Das Schockraumteam sollte aus mindestens 3 Ärzten (2 Chirurgen, 1 Anästhesist) bestehen. Optional sollte in Abhängigkeit der Versorgungsstufe des Krankenhauses ein erweitertes Schockraumteam aus Allgemein-/ Viszeralchirurgie, Anästhesie, Radiologie, Gefäßchirurgie und Neurochirurgie zur Bereitschaft stehen (Unfallchirurgie, 2016).



### 2.3.6 Advanced Trauma Life Support® (ATLS)

Beim Absturz eines Kleinflugzeuges 1976 wurde der Chirurg Dr. James Styner aus Nebraska (USA) schwer verletzt. Seine Frau starb noch am Unfallort. Nachdem er 8 Stunden mit wenigen Hilfsmitteln die Erstversorgung seiner vier Kinder bewerkstelligte, erreichte er die nächste naheliegende Klinik (Bouillon et al., 2004; Gwinnutt & Driscoll, 1996). Die Versorgung in diesem Klinikum war allerdings so inadäquat, dass er sich entschloss gemeinsam mit Hilfe eines befreundeten Arztes ein Helikoptertransport in die nächste große Klinik zu organisieren. Im Nachhinein sagte Dr. Styner: "When you get better care in the field, as my children and I did, than in hospital, something is wrong with the system and the system has to be changed."(Styner, 2006)

Nach diesen Erfahrungen entschloss er sich ein neues, standardisiertes Vorgehen bei der Behandlung von Schwerverletzten zu entwickeln und in Schulungen zu verbreiten. Ein Jahr später entstand durch intensive Zusammenarbeit mit anderen Fachrichtungen und Organisationen das ATLS Programm (Collicott, 1979, 1992). Nach erfolgreicher Etablierung in Nebraska wurde das Programm in den ganzen Vereinigten Staaten angewandt. Heute wird das ATLS Verfahren in mehr als 50 Ländern angewandt. In Deutschland wurde es durch die „Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie“ 2003 eingeführt.

Seit der Entstehung gilt der Grundsatz „Treat first what kills first.“ Um diesem Grundsatz gerecht zu werden, wurde das ABCDE-Schema entwickelt (von Rüden et al., 2017). Dies ist ein standardisiertes und schnelles Verfahren zur Erfassung lebensbedrohlicher und akut behandlungsdürftiger Verletzungen.

- A - Airway, cervical Spine Protection
- B - Breathing and Ventilation
- C - Circulation with hemorrhage Control
- D - Disability
- E - Environment

Seit der Entstehung des ATLS Programms erfolgt regelmäßig die Überarbeitung des Konzeptes sowie der Kursgestaltung durch regelmäßige Evaluation und unter Berücksichtigung der aktuellen Evidenz (Kortbeek et al., 2008; Subcommittee et al., 2013).

### 2.3.7 Glasgow-Coma-Score (GCS)

Graham Teasdale und Bryan J. Jennett entwickelten 1974 an der Universität Glasgow eine Skala zur Einschätzung von komatösen und Bewusstsein getrüben Patienten. Das Verfahren sollte so einfach sein, dass es sowohl von der Pflege als auch von erfahrenen Ärzten angewandt werden konnte (Teasdale & Jennett, 1974).

Da das Verfahren eine sehr simple und schnelle Einschätzung von zerebralen Funktionen ermöglicht, wird es heute auch zur Bewertung des Bewusstseinszustandes von Verletzten sowohl präklinisch als auch innerklinisch genutzt (Kulla et al., 2005).

Für die Angaben werde drei Funktionen getestet und jeweils Punkte vergeben. Hierbei kann eine Punktzahl von mindestens 3 und maximal 15 erreicht werden.

**Tab. 2 Glasgow-Coma-Scale**

	Öffnung der Augen	Verbale Reaktion	Motorische Reaktion
1 Punkt	Keine Reaktion	Keine verbale Reaktion	Keine Reaktion auf Schmerzreiz
2 Punkt	Nur auf Schmerzreiz	Unverständliche Laute	Streckung bei Schmerzreiz
3 Punkt	Nur bei Aufforderung	Keine zusammenhängenden Worte	Beugung bei Schmerzreiz
4 Punkt	spontan	Konversationsfähig, desorientiert	Ungezielte Schmerzabwehr
5 Punkt	-	Konversationsfähig, orientiert	Gezielte Schmerzabwehr
6 Punkt	-		Bei Aufforderung

Durch Erfahrungswerte konnte festgelegt werden, dass es sich bei Werten von  $< 8$  um schwere zerebrale Funktionsstörung handelt und eine Sicherung der Atemwege erfolgen sollte (Bouillon et al., 2004).

### 2.3.8 FAST Sonografie

In den 80iger Jahren wurde die Bedeutung der Sonografie bei der Diagnostik von stumpfen Bauchtraumata immer größer. Hierzu gab es auch Reihe an Veröffentlichungen durch Aufschneiter, Haunstein, Halbfass und Tiling (Aufschnaiter & Kofler, 1981, 1983; Halbfass et al., 1981; Hauenstein et al., 1981; Th Tiling, 1981; T Tiling et al., 1987).

Zunehmend fand das Verfahren international Beachtung und Anwendung. Durch mehrere Studien konnte gezeigt werden, wie sinnvoll eine Abdomen Sonografie bei der akuten Diagnostik eines stumpfen Bauchtraumas ist (Grace S. Rozycki et al., 1993; Tso et al., 1992). 1993 beschrieben Rozychi et al. erstmals die 4 Bereiche, welche einer besonderen Beachtung gelten sollten. Hierzu zählten:

1. Perikard
2. Rechter Oberbauch (Morrison Pouch)
3. Linker Oberbauch (Collin Pouch)
4. Douglas Raum

Für diese Form der Abdomensonografie wurde der Begriff FAST von Shackford 1996 eingeführt (Grace S Rozycki & Shackford, 1996). Zunächst wurde hiermit der Bezeichnung „focused abdominal sonogram for trauma“ abgekürzt. Später wurden auch die Bezeichnung „focused abdominal sonography in trauma“ genutzt. Schließlich einigte man sich auf der Internationalen Konferenz 1997 in Baltimore auf die Bezeichnung „Focused Assessment with Sonography for Trauma“ (FAST) (Scalea et al., 1999). Dies setzte sich auch mehrheitlich in der Literatur durch. Seit der Einführung des ATLS-Programms wird das FAST als fester Bestandteil des ABCDE-Schemas angewandt. Dabei muss im Rahmen der Kreislaufuntersuchung im Punkt C ein FAST erfolgen (von Rüden et al., 2017).

Als eine Erweiterung der FAST Untersuchung gilt das extended FAST (eFAST). Hierbei erfolgt die Sonografie des Thorax zur Diagnostik eines Pneumothorax, Hämatothorax und Perikarderguss. Damit soll die Notwendigkeit eines CT weiter reduziert werden und Strahlungsbelastung minimiert werden (Montoya et al., 2016).

### 2.3.9 Computertomographie bei Polytrauma

Anfang der 90iger gewann die Computertomographie (CT) bei der Diagnostik von stumpfen Bauchtraumata zunehmend an Bedeutung. Die Sensitivität des CTs war im Vergleich zu anderen bildgebenden Verfahren in der Abdomen Diagnostik sehr hoch (Cerva Jr et al., 1996; Mirvis et al., 1994; Mirvis et al., 1996; Shanmuganathan et al., 1995; Shuman, 1997).

Durch die zunehmende Geschwindigkeit der modernen CT's und mit der Einführung des Multi-Slice CT (MSCT) nahm die CT Untersuchung auch in der akuten Traumadiagnostik einen hohen Stellenwert ein (Hilbert et al., 2005). Um eine möglichst reibungslose und schnelle Umsetzung einer CT Untersuchung zu ermöglichen (K. G. Kanz et al., 2004), wurde eine räumliche Nähe zwischen dem Schockraum und dem Computertomographen schon Anfang der Jahrtausendwende nach und nach in der Konstellation der modernen Schockräume in den Notaufnahmen mit eingeplant (A Beck et al., 2004; Beck et al., 2002; K. G. Kanz et al., 2004). Hierdurch konnte auch ein deutlicher Zeitgewinn bis zur operativen Versorgung des Patienten erreicht werden. Zusätzlich zeigen neuere Auswertungen der Daten aus dem TramaRegister der DGU eine positive Auswirkung auf die Überlebenschancen von Polytraumapatienten bei einer Lokalisation des CTs unter 50m zum Schockraum. (Huber-Wagner et al., 2014)

Die Empfehlungen für ein Ganzkörpertomografie (GKCT) ist in den S3 Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung mit aufgeführt (Unfallchirurgie, 2016).

- Bei Bewusstseinsgetriebenen Patienten sollte eine GKCT mit nativem CCT zeitnah erfolgen.
- Bei wachen Patienten sollte ein GKCT mit Kontrastmittel bei Störung der Vitalparameter, schwerem Unfallmechanismus oder mindestens zwei relevant verletzte Körperregion erfolgen.
- Bei hämodynamisch instabilen Patienten kann direkt eine GKCT mit Kontrastmittelgabe erfolgen.
- Bei Kindern gilt das ALARA-Prinzip („as low as reasonably achievable“).

## **3 METHODEN**

### **3.1 Übersicht**

Nach dem die Entscheidung der Branddirektion des Kreisverwaltungsamtes München getroffen wurde, eine Katastrophen-Tunnelübung unter Beteiligung der Kliniken in München durchzuführen, wurde am Klinikum rechts der Isar eine ständige interdisziplinäre MANV-Arbeitsgruppe (MANV-AG) eingerichtet, welche die Vorbereitungen für die Teilnahme an der Übung treffen sollte. Weiterhin wurde auch entschieden, die MANV-AG als ständige Arbeitsgemeinschaft des Klinikums rechts der Isar dazu einzusetzen, die Katastrophenbereitschaft bzw. Katastropheneinsatzplanung der Klinik zu überwachen, Schwachstellen zu identifizieren und sie gegebenenfalls zu optimieren sowie geeignete Maßnahmen für die immer bedeutsameren Bedrohungsszenarien, wie z.B. terroristische Anschläge und Massenpanik, zu treffen. Als erste Maßnahme wurde im Rahmen der AG ein Prozedere zur genauen Untersuchung der aktuellen Katastrophenbereitschaft der Klinik festgelegt. Im ersten Schritt der Untersuchung sollte mit Hilfe einer klinikinternen „Trockenübung“ am 15.09.12 die Initialphase (Vorbereitungsphase) geprobt werden. Dabei sollte insbesondere das Equipment und der Aufbauprozess in der Initialphase des Katastrophenplans ausgetestet sowie Schwachstellen identifiziert und fotografisch festgehalten werden. In einem zweiten Schritt sollte im Rahmen der oben genannten Katastrophen-Tunnelübung am 25.11.12, die von der Branddirektion des Kreisverwaltungsreferates München durchgeführt wurde, der intraklinische Ablauf des Katastrophenplans - auch als Konsolidierungsphase bezeichnet – geprobt werden. Hierbei sollten mit Hilfe von Aufsichtspersonen und standardisierten Schockraumprotokollen Schwachstellen identifiziert werden. Ein dafür angepasstes Schockraumprotokoll sollte dafür entwickelt und an vier der insgesamt acht teilnehmenden Kliniken im Raum München verteilt werden. Die Ergebnisse sowie die wesentlichen Schwachstellen, die im Rahmen der Übungen auffallen könnten, sollten nach der Konsolidierungsphase (Demobilisierungsphase) in dieser wissenschaftlichen Arbeit ausgewertet und die Ergebnisse in der Überarbeitung des Katastrophenplans für das Klinikum rechts der Isar der TU München mit einfließen (Katastrophenmedizin et al., 2010).

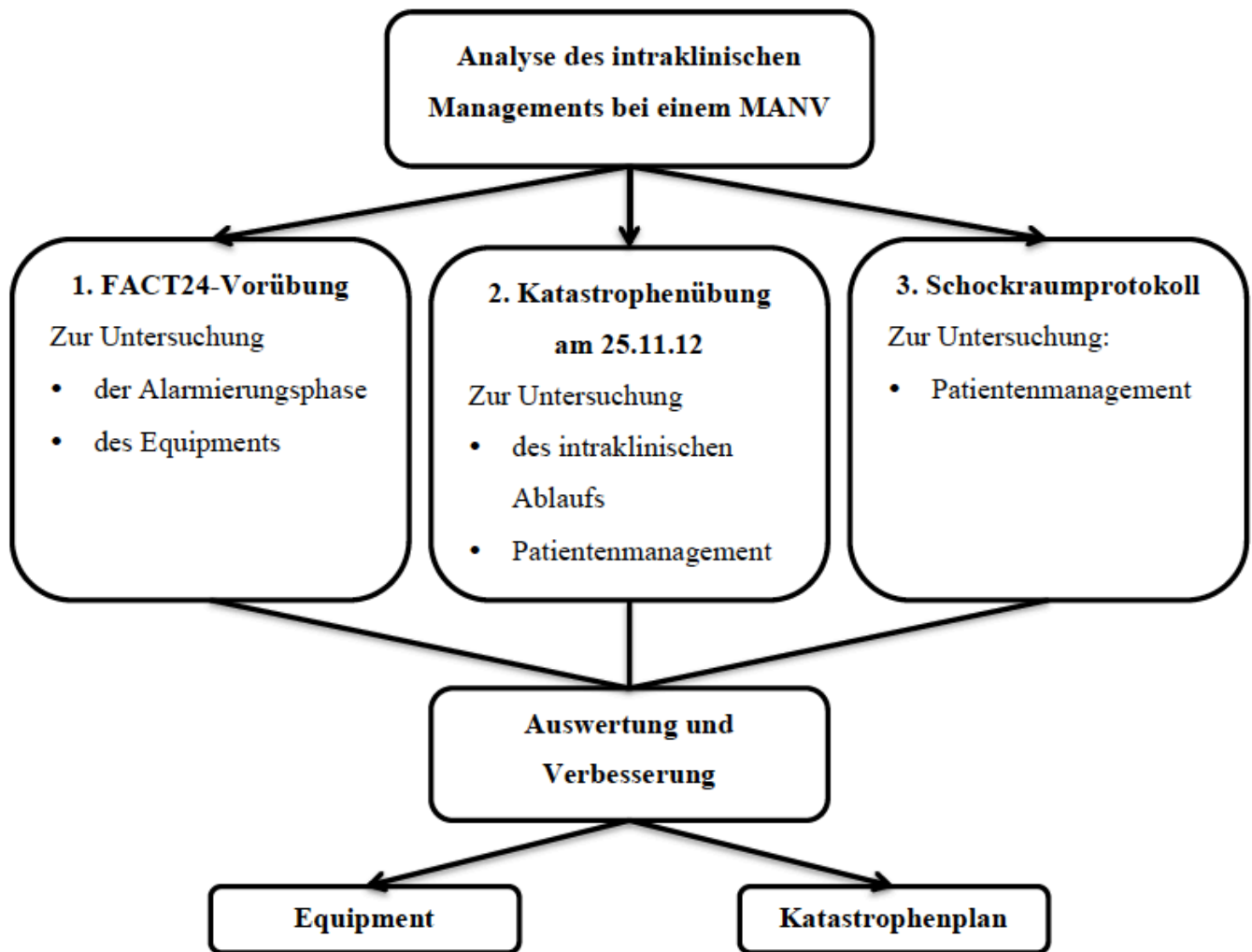


Abb. 2 Ansatz und Ablauf der Analyse

### 3.2 Vorbereitung der Tunnelübung durch das KVR München

Die Branddirektion des Kreisverwaltungsrates startete zu Beginn der Planungen eine Anfrage bei den Kliniken im Münchner Raum für die Teilnahme an der Katastrophenübung. Acht Kliniken (Klinikum Dritter Orden, Barmherzige Brüder, Klinikum Pasing, Chirurgische Klinik Dr. Rinecker, Rotkreuzklinikum München, Klinikum Großhadern, Innenstadt Kliniken der LMU und Klinikum rechts der Isar) sagten der Branddirektion ihre Teilnahme zu. Die Feuerwehr München lud alle Teilnehmer am 05.11.12 zu einer Besprechung ein. Im Rahmen dieser Besprechung wurden Informationen über Zeit und Ort der Übung bekannt gegeben. Die Übung fand im Richard-Strauss-Tunnel in München an einem Sonntag den 25.11.12 statt. Dafür wurde der Tunnel von 08:00 bis 16:00 Uhr gesperrt. Der Übungszeitraum bzw. Alarmierungszeitraum war von 10:00 bis 13:00 Uhr angesetzt.

Für eine möglichst realistische Darstellung von Schwerverletzten wurde von der Feuerwehr und den teilnehmenden Kliniken ein Drehbuch mit verschiedenen Fallbildern zusammengestellt. Es wurde genau festgelegt, was der Patient in der Anamnese sagen soll, und wie er sich bis zum Ende der Übung verhalten muss. Dafür wurden neun verschiedene Fallbilder zusammengestellt.

Für die Radiologie in den Kliniken wurden passend zum Fall Röntgen- und CT Bilder zusammengestellt und den Mimen auf CDs mitgegeben. Zusätzlich wurde den Patienten ein Schild mit der Fallnummer umgehängt.

**Tab. 3 Fallbilder mit Fallnummer für die Tunnelübung am 25.11.2012**

Fallnummer	Fallbild
1.	Periphere Extremitätsverletzung
2.	Beckenfraktur
3.	Schädel-Hirn-Trauma (SHT)
4.	Thoraxtrauma
5.	Stumpfes Bauchtraum
6.	Offene Oberschenkelfraktur
7.	Wirbelsäulenverletzung mit BWK-/LWK- Fraktur
8.	Brustschmerz mit akuten Koronarsyndrom (STEMI)
9.	Dissezierendes Aortenaneurysma

Im Rahmen der Besprechung wurde auch ein modifiziertes Schockraumprotokoll (siehe unten) den teilnehmenden Kliniken vorgestellt. Vier von acht Kliniken erklärten sich dazu bereit, dieses zu nutzen und zur Auswertung an das Klinikum rechts der Isar zurückzusenden.

### **3.3 Einrichten der MANV-Arbeitsgruppe am MRI**

Die Einrichtung einer interdisziplinären Arbeitsgruppe zur Erarbeitung einer Krankenhauseinsatzplanung wird empfohlen (Luiz et al., 2009). An dieser interdisziplinären Arbeitsgruppe sollen alle Vertreter von Arbeitsbereichen, die im Katastrophenplan der Klinik involviert sind, teilnehmen. Auch am Klinikum rechts der Isar wurde eine solche MANV-Arbeitsgruppe (MANV-AG) neu aufgestellt. Unter der Leitung der Unfallchirurgie wurde die AG stetig durch die Einladungen von Vertretern um andere Arbeitsbereiche erweitert. Mittelfristig sollte sich die MANV-AG als eine ständige interdisziplinäre Arbeitsgruppe zur Überwachung und Optimierung der Katastrophenbereitschaft der Klinik etablieren und damit auch nach der Übung weiterhin bestehen bleiben. Alle Ergebnisse der Sitzungen und Aufgaben wurden protokolliert und den Teilnehmern zur Verfügung gestellt. Als Ziel wurde definiert, neben den Vorbereitungsmaßnahmen zur Teilnahme an der Katastrophen-Tunnelübung, auch das vorhandene Equipment zu testen und ein neuen Katastrophenplan zu entwickeln. Als Basis sollte der alte Katastrophenplan (Stand 2012) dienen. Gemeinsam mit den Ergebnissen der Übung und den aktuellen Standards und Anforderungen an die Katastrophenmedizin sollte ein neuer Katastrophenplan für das Klinikum rechts der Isar entwickelt werden und notwendiges Equipment für die Bewältigung von Katastrophenfällen angefordert werden. Für die genaue Austestung und Untersuchung der Katastrophenbereitschaft wurde ein Ansatz mit stufenweiser Testung gewählt (s.o. Abschnitt 1.1).

Im Rahmen der Treffen durch die MANV AG wurde der genau klinikinterne Ablauf durchgesprochen und geplant. Auch das Equipment wurde registriert und fehlende, notwendige Materialien nachgeordert.

Zur Nachbesprechung der Katastrophenübung wurden fünf weitere Treffen abgehalten. Hierbei wurde der Ablauf nochmals genau besprochen und alle Engpässe und Schwachstellen genauer analysiert.



**Tab. 4 Teilnehmer der MANV-Arbeitsgemeinschaft Klinikum rechts der Isar; \* Position in der Klinik zum Stand 2012**

<b>Position in der Klinik*</b>	<b>Name</b>
Direktor der Klinik für Unfallchirurgie	Prof. Dr. med. Peter Biberthaler
Geschäftsführender Oberarzt der Unfallchirurgie (Leiter der MANV-AG)	PD. Dr. med. Stefan Huber-Wagner
Oberarzt der Anästhesie	Dr. med. Richard Wagner
Oberarzt der Anästhesie	
Leitender Oberarzt der Unfallchirurgie	PD. Dr. med. Martin Lucke
Oberarzt der Unfallchirurgie (Sektionsleiter der chirurg. Notaufnahme)	Prof. Dr. med. Karl-Georg Kanz
Oberarzt der Unfallchirurgie	PD. Dr. med. Markus Neumaier
Brandschutzbeauftragter	Thomas Scheid
Funktionsoberarzt der Unfallchirurgie	Dr. med. Gunther Sandmann
Facharzt der Unfallchirurgie	Dr. med. Patrick Delhey
Facharzt der Unfallchirurgie	PD. Dr. med. Chlodwig Kirchhoff
Oberarzt der Radiologie	PD. Dr. med. Konstantin Holzapfel
Assistenzarzt der Unfallchirurgie	Dr. med. Karl Braun
Assistenzarzt der Unfallchirurgie	Dr. med. Sandra Häberle
Pflegeleitung der Notaufnahme	Christiane Seebauer
Anästhesie OP-Pflegeleitung	Dominik Dandani
Klinik- und Forschungsmanagement	Fritz Seidl
Sekretariat Chefarzt (Klinikmanagement)	Ulrike Jundi
Doktorrand	Shahir Ahmadi
Studentin	Katharina Haase

### **3.4 Klinikinterne Übung der Initialphase**

Am 15.09.12 fand am Klinikum rechts der Isar eine klinikinterne Übung statt, mit dem Ziel den Funktionszustand des Equipments und den Ablauf der Initialphase (Vorbereitungsphase), die im Falle einer Katastrophe angewendet werden, zu testen. Die Übung wurde sehr kurzfristig angesetzt. Dadurch sollten vor allem mögliche aktuelle Schwachstellen identifiziert werden und den Mitarbeitern nicht die Möglichkeit gegeben werden, sich zusätzlich vorzubereiten. Ziel war es herauszufinden, wie die Mitarbeiter und die Klinik zum aktuellen Zeitpunkt über den genauen Ablauf des Katastrophenplans informiert sind, und wie das Personal auf die Alarmierung reagiert. Es wurden alle im FACT24-Alarmierungssystem angemeldeten Mitarbeiter der Klinik schon im Voraus über die Übung informiert und darauf hingewiesen, dass sie trotz der Alarmierung nicht in der Klinik erscheinen sollen. Das FACT24-System ist ein, von dem in München ansässigen Unternehmen F24 entwickeltes, automatisches Alarmierungssystem, welche bei Auslösung durch einen Knopfdruck aller Mitarbeiter per Anruf alarmiert. Dabei werden alle im System gespeicherten Mitarbeiter gleichzeitig angerufen und durch eine automatische Ansage dazu aufgefordert in die Klinik zu kommen. Das System kann die Dauer bis zur Annahme des Anrufes, sowie die Dauer bis zur vermutlichen Ankunft nach telefonischer Eingabe durch den Mitarbeiter dokumentieren. Sollte der Anruf nicht entgegengenommen werden, können weitere Nummern, die für einen Mitarbeiter abgespeichert sind, nacheinander im Zyklus angerufen werden. Das System tätigt maximal neun Anrufe. Das FACT24-Alarmierungssystem wurde für die Vorübung vom 15.09.2012 unter Aufsicht und Leitung von Prof. Dr. Biberthaler in der Telefonleitstelle der Klinik in der Trogerstraße ausgelöst. Dies entspricht auch dem Weg der Alarmierung nach dem Katastrophenplan der Klinik.

### **3.5 Vorbereitung der Klinik für die Tunnelübung am 25.11.2012**

Damit die Katstrophenübung möglichst realistisch ablaufen konnte, wurden zusätzlich zu den Mimen der Feuerwehr acht klinikeigene Mitarbeiter zum Mimen von leichtverletzten Patienten eingeplant (grüne Sichtungskategorie). Diese sollten im Vorlesungstrakt der Klinik geschminkt werden und immer wieder über die Krankentransportrampe am Klinikeingang Ost durch das Krankenhaus rotieren. Zusätzlich wurden die Mimen dazu angehalten, einige Stress-Situationen durch lautes Klagen, Ohnmacht und Widerstand zu provozieren. Die Initiale Ankunft von vielen leichtverletzt Patienten, wird auch in Vorfallsbeschreibungen erwähnt (Haug, 2015).

## 3.6 Das Schockraumprotokoll

### 3.6.1 Notwendigkeit eines Schockraumprotokolls

Wenn man sich als Ziel setzt, die Qualität des klinikinternen Managements bei Massenanfall an Verletzten zu messen und zu verbessern, ist es erforderlich zu wissen, was die „Qualität“ ausmacht.

Hierfür ist das Konzept von Donabedian (Donabedian, 1988), welcher Qualität in „Struktur“, „Prozess“ und „Ergebnisqualität“ aufteilt, sehr hilfreich. Strukturqualität wird hier als eine Überschrift für alle Gegebenheiten in einer Klinik in Form von Infrastruktur, Technik, Ausbildungsstand der Mitarbeiter zusammenfassend gebraucht. Bezogen auf das klinikinterne Management, werden hier alle Maßnahmen und Abläufe einfließen, welche ab Ankunft des Patienten an der Klinik erfolgen. Dabei ist es wichtig zu erkennen, dass diese Variablen auch durch individuelle Anforderungen bei der Behandlung eines Patienten beeinflusst werden. Eine komplexe Verletzung kann mehr Personal und Medizintechnik beanspruchen und damit den gesamten Ablauf verzögern sowie erschweren. Für einen guten Prozessablauf ist eine gute Struktur erforderlich. Ein gutes Ergebnis wird wiederum erzielt, wenn eine gute Struktur und Prozessablauf erfolgen. Damit hängen alle drei Punkte voneinander ab bzw. bauen aufeinander auf.

Es stellt sich die Frage, wie man eine Qualitätsverbesserung in diesen Punkten erreichen kann. Hierfür ist eine standardisierte Dokumentation, welche sowohl eine interne Analyse als auch einen externen Vergleich ermöglicht, erforderlich. Moecke et al. setzen drei Punkte voraus, die für den Aufbau eines geeigneten Dokumentationssystems erforderlich sind. Ein „Dokumentationskonzept“ muss vorliegen mit „geprüften Dokumentationsinhalten“ und gesicherter „Datenqualität“ (HP Moecke & Ahnefeld, 1997). Zum ersten Punkt: das Dokumentationskonzept muss die Frage nach der Zielsetzung und der möglichen Datenmenge, die erhoben werden kann, klären. Ziel ist die Überprüfung und Verbesserung von Struktur und Prozess. Da es zeitlich nicht möglich ist, im Rahmen einer Katastrophe oder Übung zwei Bögen auszufüllen, müssen alle Patientendaten auf einen möglichst kurzen Bogen passen. Damit soll auch verhindert werden, dass zu viele Daten erhoben werden, die zum einen den Zeitaufwand unnötig erhöhen und zum anderen die Motivation zur vollständigen Dokumentation schwächen. Die Dokumentationsqualität wird durch die Motivation und Bereitschaft der Mitarbeiter bestimmt. Je höher die Motivation und Bereitschaft zur Dokumentation, umso vollständiger und besser ist die Qualität der Daten.

### 3.6.2 Aufbau Schockraumprotokoll

Für eine standardisierte und vergleichbare Analyse der Katastrophenplanungen der Kliniken bei externer Gefahrenlage ist neben der Protokollierung von Schwachstellen im Ablauf der Katastrophenübung auch die statistisch verwertbare Datenaufnahme bei der Patientenversorgung notwendig. Dabei muss die erhobene Datenmenge möglichst geringgehalten werden und sich auf das Wesentliche beschränken. Dies entspricht auch dem o.g. Punkt der „gesicherten Dokumentationsinhalte“ von Moecke et al. für ein geeignetes Dokumentationssystem (HP Moecke & Ahnefeld, 1997). Um dem gerecht werden zu können, wurde der gekürzte QM-Erhebungsbogen des TraumRegisters der DGU® (Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie) speziell modifiziert und an die Anforderungen einer derartigen Übung angepasst. Dabei wurden die Parameter, die standardmäßig bei Notfallpatienten abgefragt und erhoben werden, beibehalten. Da die Abschnitte C (Intensivstation) und D (Outcome) des QM-Erhebungsbogen bei dieser Übung mit Mimen nicht geprüft und nachgestellt werden konnten, wurden sie aus dem Schockraumprotokoll für diese Übung herausgenommen. Die Abschnitte A (Prälinik) und B (Notaufnahme) sind mit mehrfachen Angaben von Sichtungskategorien (rot = akute, vitale Bedrohung; gelb = schwer verletzt; grün = leicht verletzt) nach Untersuchungen ergänzt. Für die Diagnosen wurde zur Vereinfachung auf der zweiten Seite ein „Traumamännchen“ angelegt, welches eine graphische Darstellung des Verletzungsmuster erlaubt.



**Abb. 3 Traumamännchen aus den Schockraumprotokoll des Katastrophenplans der DGU Trauma Register**

### **3.7 Vorbereitung kurz vor der Alarmierung für die Tunnelübung am 25.11.2012 am Klinikum rechts der Isar**

Die Mitarbeiter aus dem Klinikum rechts der Isar trafen am 25.11.2012 noch vor dem geplanten Alarmierungszeitraum der Feuerwehr am Klinikum ein und wurden schon z.T. in die Klinische und Medizinische Einsatzleitung eingeteilt. Anschließend folgte die Aufstellung der Verkehrsschilder zur Verkehrsplanung und der Aufbau der Station „Medizinische Einsatzleitung“ an der Einschleuse der Krankentransportzentrale am Klinikeingang Ost. Zusätzlich zum Team der „Medizinischen Einsatzleitung“ wurden noch drei Schreibkräfte und ein Doktorand zur Überwachung und genauen Protokollierung am Osteingang positioniert. Aufgabe der Schreibkräfte war es einem Patienten und dem dazugehörigen Ärzte- und Pflorgeteam zu folgen und das Schockraumprotokoll nach den Angaben der Ärzte auszufüllen. Zusätzlich sollten mögliche Schwachstellen im Ablauf aufgedeckt und dokumentiert werden. Die diensthabenden Ärzte für den entsprechenden Termin waren für die Versorgung echter Patienten zuständig und damit von der Übung ausgeschlossen.

### **3.8 Entwicklung des neuen Katastrophenplans**

Als Grundlage für die Entwicklung eines neuen Katastrophenplans für das Klinikum rechts der Isar galt der „alte“ Katastrophenplan des Klinikums (Stand 2012). Schon vor den Übungen wurde beschlossen, den textlich und optisch nicht ansprechenden alten Plan durch einen leichtverständlichen gut strukturierten neuen Stufenplan zu ersetzen. Dieser sollte in der Lage sein, jeden Angestellten der Klinik möglichst benutzerfreundlich durch den Plan zu leiten. Aus diesem Grund entschied man sich, den neuen Katastrophenplan in zwei Abschnitte zu unterteilen. Der erste Abschnitt sollte mit Hilfe von Flussdiagrammen den Leiter Schritt für Schritt durch den Plan führen. Jeder Schritt sollte präzise und leicht verständlich in wenigen Stichpunkten beschrieben werden. Die Diagramme wurden mit Microsoft Visio 2013 entwickelt. Im weiteren Verlauf des ersten Abschnitts sollten dann die Aufgaben der einzelnen Managementbereiche ausführlich in Form von Texten beschrieben werden. Der erste Abschnitt sollte zusätzlich durch neue Lagepläne und eine kurze Liste von Telefonnummern, die im Katastrophenfall häufig benötigt werden, ergänzt werden, um einen schnellen Überblick zu ermöglichen. Im Anhang sollten die einzelnen Schritte textlich detailliert erklärt werden. Auch das Management in der Konsolidierungsphase sowie die Aufgaben der einzelnen Managementbereiche sollten ausführlich beschrieben werden. Die Auftragsblätter wurden neu konzipiert mit dem Ziel, sie übersichtlicher zu machen.

### **3.9 Statistische Auswertung und Erstellung von Diagrammen**

Die statistische Auswertung des Schockraumprotokolls wird mit Microsoft Excel 2011 durchgeführt. Alle Ergebnisse wurden zunächst tabellarisch aufgenommen. Für die statistische Auswertung und den Vergleich der Kliniken wurden insbesondere Mittelwerte und prozentuale Anteile berechnet.

Die neuen Diagramme und Organigramme für den neuen Katastrophenplan der Klinik rechts der Isar wurden mit Microsoft Visio 2013 erstellt.

## 4 ERGEBNISSE

### 4.1 Die Ergebnisse der FACT24 Übung

Die FACT24-Übung wurde am 15.09.2012 unter der Leitung von Prof. Dr. Biberthaler in der Telefonzentrale der Klinik in der Trogerstrasse um 10.31 Uhr ausgelöst. Durch die Betätigung des Auslöseknopfes in der Telefonzentrale wurde die Telefonkette des FACT24 gestartet.

Die erste Alarmierungswelle begann um 10.32 Uhr. In erster Instanz wurden die klinikinternen Funkgeräte und die Notfalltelefonnummer der Ärzte aus der Unfallchirurgie angerufen und mit der automatischen Durchsage durch das FACT24-System „...“ alarmiert.



Abb. 4 FACT24-Übung 15.09.12 Notfallagerraum

Der diensthabende Arzt der Unfallchirurgie übernahm um 10:48 Uhr die Leitung der Übung. Er kontaktierte den Sicherheitsdienst und versuchte den Schlüsseldienst zu erreichen um aus dem Notfall Lagerraum die Verkehrsschilder, Funkgeräte, Warnwesten und weitere Utensilien, die für den Fall eines Katastrophenalarms vorbereitet sind bereitzustellen. Der Schlüsseldienst war am Tag der Übung telefonisch nicht erreichbar. Es konnte allerdings ein Ersatzschlüssel aus der zentralen Leitstelle der Notaufnahme organisiert werden.

Nach der Öffnung des Lagerraumes fiel auf, dass die Utensilien in undurchsichtige Kartons verpackt waren, was es deutlich erschwerte und zeitaufwendiger machte, die notwendigen Gegenstände zu finden.



**Abb. 5 FACT24-Übung 15.09.12 chirurgische Bibliothek**

Die Funkgeräte, Notfallkoffer, Warnwesten und weitere notwendigen Gegenstände wurden in die Chirurgische Bibliothek gebracht, wo das weitere Vorgehen im Falle eines echten Katastrophenalarms kurz angesprochen wurde. Im Anschluss begutachtete das Ärzteteam den Aufbau der Verkehrsschilder und Warnzeichen durch das Sicherheitspersonal. Hier bestanden Unklarheiten bezüglich der Ausgestaltung Zufahrtsplanung mit den Verkehrsschildern im Katastrophenfall, wodurch eine Anleitung durch den Dienstarzt notwendig wurde. Hierbei fiel auf, dass keine Anleitung zur Verkehrsplanung im Katastrophenplan der Klinik enthalten ist. Die Übung wurde um 11:25 Uhr beendet und dauerte insgesamt 50 Minuten.



**Abb. 6 Ausräumung von Unklarheiten bei Verkehrsplanung**



**Tab. 5 Ergebnisse FACT24-Übung**

Positiv	Negativ
+ Alarmauslösung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schlüsseldienst nicht auffindbar</li> <li>- Notfallagerraum unüberschaubar durch undurchsichtige und nicht beschriftete Kartons</li> <li>- Unwissenheit über Verkehrsplanung bei Katastrophenfall</li> <li>- Schwächen im Katastrophenplan (Stand 2012)</li> </ul>

## 4.2 Ablauf und Ergebnisse der Tunnelübung vom 25.11.2012

Die offizielle Alarmierung der Klinik durch die integrierte Leitstelle der Feuerwehr (ILST) traf um 09:35 Uhr telefonisch ein. Der Klinikalarm wurde um 09.40 Uhr ausgelöst.

**Tab. 6 Durch das FACT24 alarmierte Mitarbeiter**

Gesamtanzahl der angerufenen Mitarbeiter	Quittierte Anrufe % (n)	Verfügbare Mitarbeiter % (n)	Externe Mitarbeiter (Dauer > 2min) % (n)	Durchschnittliche Eintreffzeit der externen Mitarbeiter (min)
725	43% (313)	31% (231)	27% (200)	25,97

Durch das FACT24-System wurden 725 Mitarbeiter angerufen. 313 Mitarbeiter nahmen den Anruf entgegen und 231 Mitarbeiter standen zur Verfügung. Als externe Mitarbeiter wurden alle mit einberechnet, die eine Dauer von mehr als zwei Minuten bis zur Ankunft in der Klinik angegeben haben. 200 externe Mitarbeiter haben eine durchschnittliche Dauer von 25,97 Minuten bis zur Ankunft in der Klinik angegeben.

**Tab. 7 Anzahl der verfügbaren Mitarbeiter binnen angegebener geschätzter Ankunftsdauer; Prozent bezieht sich auf Anzahl aller verfügbaren Mitarbeiter**

Durchschnittliche Eintreffzeit aller verfügbaren Mitarbeiter (min)	Dauer (Min.)	Dauer (Min.)	Dauer (Min.)	Dauer (Min.)
	<=30	>30 & <=60	>60 & <=120	>120
	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)
22,63	79,9% (184)	18,2% (42)	2,2% (5)	0% (0)

Die Durchschnittszeit aller verfügbaren Mitarbeiter betrug 22,63 Minuten. Der größte Anteil der Mitarbeiter 79,9% (184) schätzte, innerhalb von 30 Minuten das Klinikum rechts der Isar zu erreichen. Etwa 98% (262) der Mitarbeiter wären geschätzt binnen einer Stunde im Klinikum. Alle anwesenden Mitarbeiter trafen sich um 09:42 Uhr in der chirurgischen Bibliothek zur Übungsbesprechung und letzten Einweisungen. Nach der Besprechung positionierte sich das Team der Medizinischen Einsatzleitung an der Einschleuse der Krankentransportzentrale am Klinikeingang Ost und die Klinik Einsatzleitung in der chirurgischen Bibliothek. Alle weiteren teilnehmenden Personen der Klinik hielten sich im „blauen“ chirurgischen Gang in unmittelbarer Nähe der Medizinischen Einsatzleitung auf. Um 10:05 Uhr traf der erste RTW mit einem simulierten Schwerverletzten an der Krankentransportzentrale des Klinikums ein.



**Abb. 7 Medizinische Einsatzleitung**

Gleichzeitig wurden erste leichtverletzte Patienten, die durch klinikeigene Mimen gespielt wurden, aufgenommen. Die erste Aufnahme von Mimen aus der Tunnelübung fand durch die Medizinische Einsatzleitung statt. Hierbei wurde der Patient nochmals gesichtet und einer

Sichtungskategorie zugeordnet. Akut lebensbedrohliche (rote Sichtungskategorie) schwerverletzte Patienten wurden sofort in die Schockräume der chirurgischen Notaufnahme weitergeleitet. Nicht akut lebensbedrohliche (gelbe Sichtungskategorie) schwerverletzte Patienten wurden, im Falle einer Belegung aller Schockräume, in den vorbereiteten Aufwachraum des HNO-OP gebracht.



**Abb. 8 leichtverletzte Mimen**

Leichtverletzte Patienten wurden direkt vom Transportdienst der Klinik in den Vorlesungstrakt der Klinik weitergeleitet. Dort wurden sie von einem Team aus einem Assistenzarzt und mehreren Pflegekräften mit Verbandsmaterial erstversorgt. Für die schwerverletzten Patienten wurde im Schockraum das ATLS-Schema zur Diagnostik durchgeführt. Die Patienten wurden anschließend auf die Liege der CTs gelagert.



**Abb. 9 Umlagerung für das CT**

**Abb. 10 Besprechung der eingespielten Bilder**

Die in Abbildung 4 bis 10 erkennbaren Personen gaben ihr Einverständnis zur Veröffentlichung ihrer Abbildungen. Alle weiteren Personen wurden unkenntlich gemacht.

Gleichzeitig wurde von der Radiologie die CD mit den jeweils zur Patientenummer passenden Röntgen und CT Bildern eingespielt. Gemeinsam mit dem zuständigen Ärzteteam wurde das weitere Vorgehen besprochen. Bei dringender Indikation zur OP wurde der Patient bis zum Eingangsbereich des OP gefahren. An der OP-Schleuse bzw. Intensiv Schleuse wurde die Übung mit den Mimen beendet und die Zeit dokumentiert.

Um 12:10 Uhr wurde die Übung seitens der Feuerwehr und der Klinik beendet.

### 4.3 Auswertung des Schockraumprotokolls

Ins Klinikum rechts der Isar wurden neun schwerverletzte Patienten durch die RTW eingeliefert. Davon waren drei Patienten präklinisch rot kategorisiert und sechs Patienten gelb kategorisiert. Im Durchschnitt wurde alle 12 Minuten ein Schwerverletzter durch die RTW eingeliefert. Die Klinik war über 02:35 Stunden in Alarmierung bis die Feuerwehr den Einsatz für beendet erklärte.

**Tab. 8 Die Sichtungskategorie (1= akut/ vitale Bedrohung; 2= schwer verletzte) und Aufnahmezeitpunkt der Schwerverletzten, die durch die RTW's am MRI aufgenommen wurden**

	<b>präklinische Sichtungskategorie</b>	<b>Aufnahme (Notaufnahme)</b>
	2	10:07
	2	10:27
	1	10:43
	2	10:52
	2	10:52
	1	11:15
	1	11:39
	2	11:40
	2	12:00
<b>Insgesamt</b>	9	1:53
Zeitintervall zwischen den Aufnahmen der einzelnen Patienten		0:12

Die erste intraklinische Sichtungskategorisierung wurde durch die Medizinische Einsatzleitung an der Einschleuse der Krankentransportzentrale am Klinikeingang Ost durchgeführt. Diese

entsprach zu 100% der präklinischen Sichtungskategorie, die durch die Feuerwehr angegeben wurde.

Am Klinikum rechts der Isar wurde bei allen schwerverletzten Patienten sowohl eine FAST-Sonografie als auch ein Polytrauma-CT durchgeführt. Im Durchschnitt benötigte man fünf Minuten bis zur Sonografie und 13 Minuten bis zum Polytrauma-CT.

**Tab. 9 Dauer bis zur bildgebenden Diagnostik und OP-Schleuse der Patienten am MRI**

	<b>Aufnahme (Notaufnahme)</b>	<b>Delta Auf. -&gt; Sono</b>	<b>Delta Auf. -&gt; Polytraume-CT</b>	<b>Delta Auf. -&gt; OP</b>
1.	10:07	0:04	0:08	0:18
2.	10:27	0:07	0:13	0:21
3.	10:43	0:05	0:11	Intensiv
4.	10:52	0:07	0:13	0:18
5.	10:52	n.A.	0:21	0:33
6.	11:15	0:05	0:10	0:15
7.	11:39	0:03	0:08	0:19
8.	11:40	n.A.	0:22	0:25
9.	12:00	0:06	0:17	Intensiv
<b>Mittelwert</b>		0:05	0:13	0:21

Bei sieben Patienten wurde nach dem Polytrauma-CT eine Notfall OP-Indikation gestellt. Im Mittel brauchte man etwa 21 Minuten bis zur OP-Schleuse.

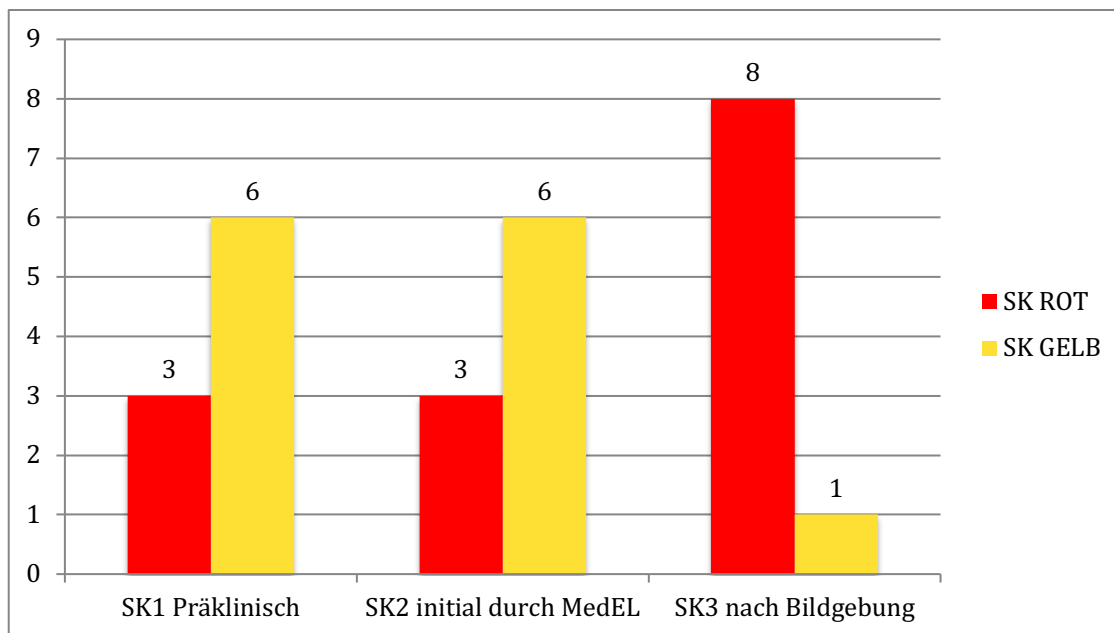


Abb. 11 Änderung der Sichtungskategorie (SK) im Verlauf

Es kam zu keiner Änderung der Sichtungskategorie zwischen der präklinischen Einschätzung und der prädiagnostischen, innerklinischen Einschätzung durch die Medizinischen Einsatzleistung. Nach der Bildgebung änderte sich die Sichtungskategorie der Patienten am Klinikum rechts der Isar in fünf von neun Fällen (55,6%). Bei den Änderungen kam es immer zur einer Höhereinstufung der Sichtungskategorie (häufig gelb zu rot).

#### 4.4 Vergleich MRI versus andere Kliniken

Die vier weiteren Kliniken, welche ebenfalls die Schockraumprotokolle nutzten, nahmen insgesamt 19 schwerverletzte durch die RTW's entgegen. Davon waren zwölf rot und sieben gelb präklinisch kategorisiert.

Tab. 10 Vergleich der Anzahl der eingelieferten Schwerverletzten nach präklinischer Sichtungskategorie

präklinische Sichtungskategorie	MRI	Andere	Gesamt
ROT	3	12	15
GELB	6	7	13
Gesamt	9	19	28

Im Durchschnitt benötigten die anderen Kliniken drei Minuten bis zur FAST-Sonografie. Die durchschnittliche Zeit bis zum Polytrauma-CT und zur OP-Schleuse waren nicht signifikant unterschiedlich.

Tab. 11 Vergleich der Dauer bis zur bildgebenden Diagnostik und Erreichen der OP-Schleuse

Durchschnittszeit bis	MRI	Andere	Gesamt
FAST-Sonografie	0:05	0:03	0:03
Polytrauma-CT	0:13	0:12	0:12
OP-Schleuse	0:21	0:21	0:21

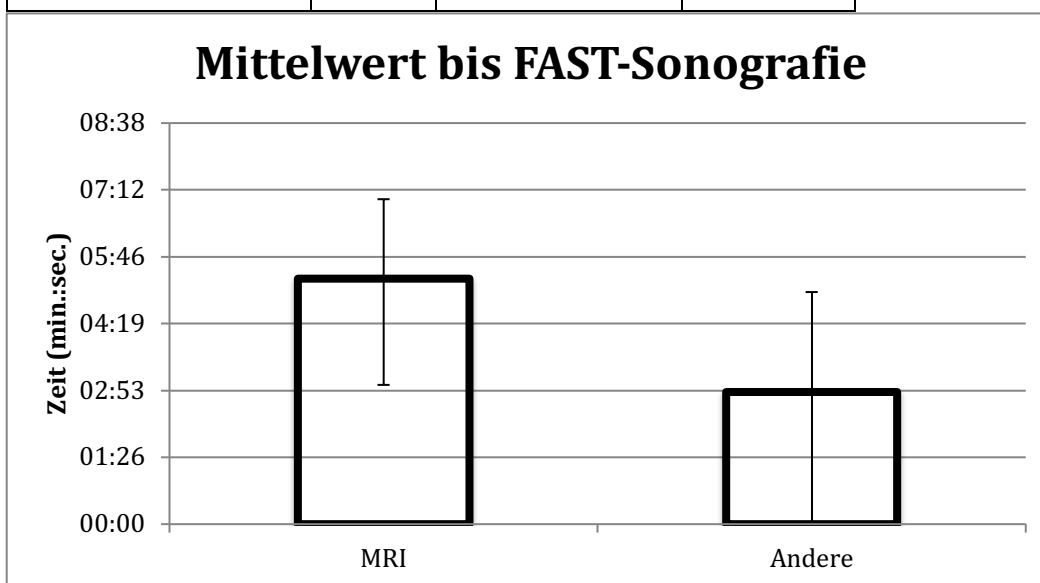


Abb. 12 Vergleich der Mittel-, Maxi- und Minimalwerte zwischen MRI und andere Kliniken

Tab. 12 Einsatz von Stiffnecks am MRI und andere Kliniken präklinisch und in der Klinik bezogen auf die gültigen bzw. auswertbare Angaben

Parameter	MRI Angaben (%)	MRI (n)	MRI (%)	Andere Angaben (%)	Andere (n)	Andere (%)
Stiffneck (Präklinisch)	100%	2	22%	79%	8	42%
Stiffneck (Notaufnahme)	100%	9	100%	89%	12	63%

In den Schockraumprotokollen des Klinikums rechts der Isar wurde der präklinische Einsatz von Stiffnecks erfasst. In 22% der Fälle wurden die Stiffnecks schon vor dem Eintreffen in der

Klinik durch die Einsatzkräfte angelegt. In den anderen Kliniken wurden nur in 79% der Fälle Angaben über den Einsatz von Stiffnecks gemacht. Insgesamt wurde bei 42% der Patienten noch vor dem Eintreffen in den anderen Kliniken ein Stiffneck angelegt. Am Klinikum rechts der Isar wurde bei allen schwerverletzten Patienten, die noch keinen Stiffneck trugen (78%), einer angelegt. In den anderen Kliniken wurde vier weiteren Patienten (21% aller Patienten) ein Stiffneck in der Klinik angelegt. Damit erhielten am Klinikum rechts der Isar insgesamt 100% und an den anderen Kliniken 63% aller Patienten bis zum Ende der Versorgung einen Stiffneck.

**Tab. 13 Einsatz von Stiffnecks am MRI und anderen Kliniken präklinisch und in der Klinik bezogen auf die gültigen bzw. auswertbare Angaben**

<b>Parameter</b>	<b>MRI Angaben (%)</b>	<b>MRI % (n)</b>	<b>Andere Kliniken Angaben (%)</b>	<b>Andere Kliniken % (n)</b>
Stiffneck Präklinisch	100%	22% (n=2)	79%	42% (n=8)
Stiffneck Notaufnahme	100%	100% (n=9)	89%	63% (n=12)

**Tab. 14 Anteil/Anzahl der Patienten mit Volumengabe in der Therapie bezogen auf die gültigen und auswertbaren Angaben**

<b>Parameter</b>	<b>MRI Angaben (%)</b>	<b>MRI % (n)</b>	<b>Andere Kliniken Angaben (%)</b>	<b>Andere Kliniken % (n)</b>
Volumengabe	89%	100% (n=8)	84%	100% (n=16)

Nur in 56% der Fälle am MRI und 79% der Fälle an anderen Kliniken wurde die Anwendung des Advanced Trauma Life Support (ATLS®) Verfahrens dokumentiert.

**Tab. 15 Anteil/Anzahl der Angewandten ATLS-Verfahren in Bezug auf gültige bzw. auswertbare Angaben**

<b>Parameter</b>	<b>MRI Angaben (%)</b>	<b>MRI % (n)</b>	<b>Andere Klinken Angaben (%)</b>	<b>Andere Kliniken % (n)</b>
------------------	--------------------------------	----------------------	---	----------------------------------



ATLS Verfahren	56%	100% (n=5)	79%	100% (n=13)
-------------------	-----	------------	-----	-------------

In 78% der Fälle am MRI und in 58% der Fälle an anderen Kliniken wurden Angaben zum Einsatz von Thorax Drainagen gemacht.

Tab. 16 Anteil/Anzahl der eingesetzten Thoraxdrainagen in Bezug auf gültige bzw. verwertbare Angaben

Parameter	MRI Angaben (%)	MRI % (n)	Andere Kliniken Angaben (%)	Andere Kliniken % (n)
Thorax- drainage	78%	100% (n=4)	58%	100% (n=2)

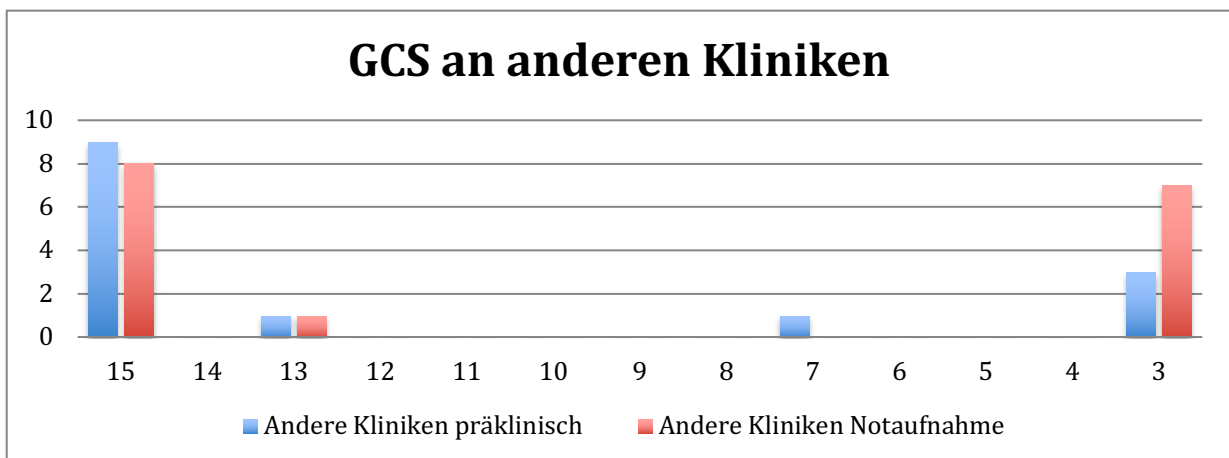
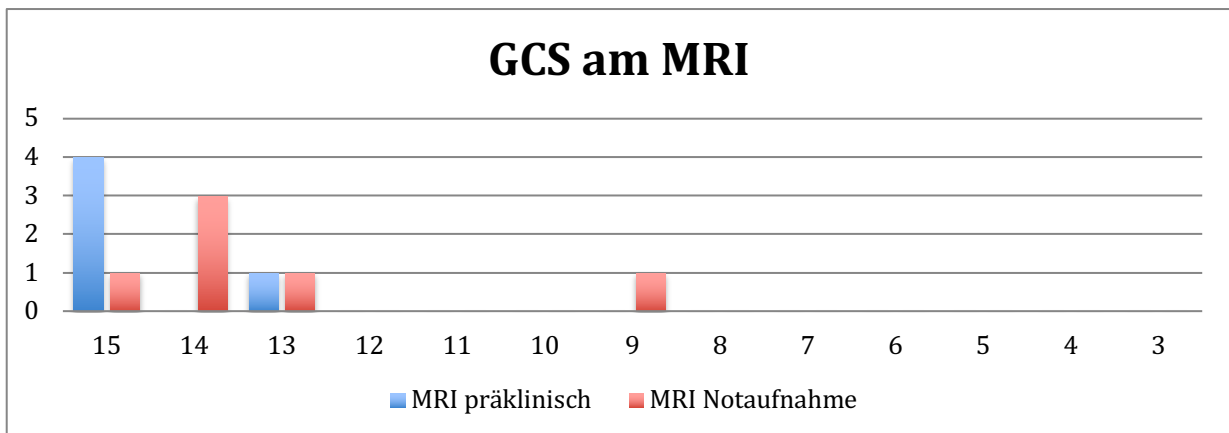


Abb. 13 GCS-Werte präklinisch und in der Notaufnahme am MRI (oben) und andere Kliniken (unten)

Die ermittelten GCS Werte entsprechen in den meisten Fällen der maximal zu erreichender Punktzahl von 15 oder minimal zu erreichender Punktzahl von 3.

Tab. 17 Durchschnitts-GCS-Werte präklinisch und Notaufnahme am MRI und andere Kliniken

Kliniken	präklinische GCS	Notaufnahme GCS
MRI	14,6	13,2
Andere Kliniken	11,7	9,6
<b>Gesamt</b>	<b>12,5</b>	<b>10,6</b>

Im Durchschnitt liegt der GCS Wert für die Patienten am MRI präklinisch bei 14,6 und in der Notaufnahme bei 13,2. Die Durchschnittswerte für die anderen Kliniken liegen präklinisch bei 11,7 und in der Notaufnahme bei 9,6. Insgesamt lag der GCS Wert für alle Kliniken präklinisch bei 12,5 und in der Notaufnahme bei 10,6.

## 4.5 Veränderungen nach Analyse der Ergebnisse der Vorübung und der Tunnelübung

In den regelmäßig stattfindenden MANV AG Treffen wurden die Ergebnisse aus den beiden Übungen ausgewertet und Verbesserungen sowohl taktischer als auch materieller Art besprochen und umgesetzt.

### 4.5.1 Taktische Änderung

Die taktischen Veränderungen betreffen insbesondere das Vorgehen nach den Vorgaben des „alten“ Katastrophenplan. Hier fiel bei der Tunnelübung, die zum Teil fehlende Übersicht über die Patienten und die einzelnen Behandlungsteams, auf. Nach Einordnung durch die „alte“ Medizinische Triage an der Krankentransportzentrale an der Rampe Ost, wurden die einzelnen Behandlungsteams selbstständig und agierten zum Teil ohne Übersicht über die räumlichen und materiell vorhandenen Kapazitäten. Die einzelnen Teams hatten auch keine Übersicht über die noch weiter ausstehenden Verletzten die in der Klinik oder auf dem Weg zur Klinik waren. Weiterhin fiel auf, dass das neu eintreffende Personal ohne vorherige Registrierung und Zusammenstellung in Teams sich vor dem Eingang der Notaufnahme sammelte. Daher wurden folgenden taktische Veränderungen für ein besseres Patienten- und Personalmanagement vorgenommen:

1. Die **Medizinische Einsatzleitung** wurde in der Notaufnahme in die Nähe der Schockräume verlegt. Das Team sollte sich aus den leitenden Mitarbeitern der chirurgischen-, anästhesiologischen- und OP-pflegerischen Abteilung

zusammensetzten. Hier sollte in Abhängigkeit der OP- und Intensiv- Kapazitäten sowie der Anzahl der Schwerverletzten die Weiterversorgung nach einem Prioritätssystem geplant werden.

2. Um weiterhin eine Einordnung der Schwere der Verletzungen und eine Zuordnung der Verletzten in die entsprechenden Behandlungsräume zu gewährleisten, wurde eine neue Einheit, die **Medizinische Triage**, welche sich am Eingang der Notaufnahme (Krankentransportzentrale an der Rampe Ost) sammelt, im Katastrophenplan implementiert.
3. Für eine **bessere Übersicht über das** anwesende und neu eintreffende **Klinikpersonal** sollten sich alle Mitarbeiter aus dem medizinischen und pflegerischen Bereich in einem naheliegendem Vorlesungssaal (Hörsaal D) einfinden und registrieren.
4. Die Einteilung in **Emergency Teams** erfolgt durch einen **Team Koordinator**. Dieser sollte eine Übersicht über das anwesende Personal haben. Weiterhin sollte er 3 bis 4 Emergency Teams bereitstellen, um eine schnelle Annahme des Patienten am Eingang der Notaufnahme zu ermöglichen. Bei Nachforderungen durch die Medizinische Triage oder Medizinische Einsatzleitung für Ärzte spezieller Fachrichtungen, sollte er diese schnell zum Einsatzort schicken können.
5. Für eine **bessere Aufteilung der Verletzten** wurden zusätzliche Räume (Aufwachraum des HNO-OP, Station 2.2) der Klinik in unmittelbarer Nähe der Notaufnahme mit entsprechender Ausrüstung in den Katastrophenplan mit aufgenommen.
6. Für chemische, biologische, radiologische und nukleare **(CBRN) Großschadenslagen** wurden erforderliche Anweisungen im Katastrophenplan ergänzt.
7. Die wichtigsten Telefon- und Funknummern innerhalb der Klinik bei einem MANV wurden in einer **kurzen Telefonliste** auf einer Seite zusammengefasst.
8. Für eine bessere Steuerung des Verkehrs und der Verletzten wurden **Lagepläne** erstellt und im Katastrophenplan ergänzt.
9. Das Sicherheitspersonal ist angehalten alle Zugänge zur Klinik mit Ausnahme der Notaufnahme zu sperren um den **Zufluss an Angehörigen und Verletzten besser steuern zu können**.

#### 4.5.2 Management des vorhandenen Equipments und Neuanschaffungen

Das vorhandene Equipment muss regelmäßig von eingewiesenen Mitarbeitern auf ihre Funktionalität geprüft werden. Außerdem zeigte sich insbesondere bei der Vorübung wie

wichtig es ist das vorhandene Equipment im Notfall schnell auffinden und einsetzen zu können. Hierfür ist eine gute Ordnung mit Kennzeichnung erforderlich.

Für die Verkehrsordnung und Personaleinteilung müssen bessere Kennzeichnung vorhanden sein. In den MANV AG Treffen wurden zudem MANV Szenarien besprochen für die mehr medizinische Equipment erforderlich ist. Daher wurden folgende Neuanschaffungen vorgenommen:

1. Mehr Funkgeräte für eine Kommunikation bei Stromausfall
2. Transparente Aufbewahrungsboxen mit Aufschrift über den Inhalt für eine bessere Übersicht über das vorhandene Equipment
3. Beschriftete Teamwesten
4. Mehr mobile Verbandswagen
5. Mehr mobile Infusionswagen
6. 40 Stiffnecks
7. 45 Sterilkits (Fixateur externe – Fa. Orthofix, Haltbarkeitszeit 2x 5 Jahre)
8. Neue Verkehrsschilder
9. Neue Beschilderung innerhalb der Klinik für den MANV Fall

#### **4.6 Der Katastrophenplan des Klinikums rechts der Isar (siehe Anhang)**

Der finale Katastrophenplan (Stand 01.12.2018) ist 57 Seiten lang und gliedert sich in vier Abschnitte

1. Katastrophenplan (Seite 4 – 17)
2. Telefonliste (Seite 18)
3. Auftragsblätter (Seite 19 - 43)
4. Anhang (Seite 44 – 57)

Der erste Abschnitt zeigt Flussdiagramme, einen Lageplan der Klinik sowie einen Ausschnitt aus dem Verteilungsmuster der Feuerwehr im MANV Fall. Dieser Abschnitt wurde bewusst kurz gehalten, um eine schnelle Durchführung der Schritte durch präzise Anweisungen zu ermöglichen. Die Vorbereitungsphase (Initialphase) ist in zwei Flussdiagrammen festgehalten. Das erste Flussdiagramm (Alarmierungsprozess) erklärt die richtige Aufnahme der Alarmierung in der Notaufnahme, Weiterleitung an den Dienstarzt und die Auslösung des Alarmierungssystem FACT24 bei entsprechender zu erwartender Schwerverletztanzahl. Auf der zweiten Seite wurde ein Ausschnitt aus dem Verteilungsmuster der Feuerwehr im MANV Fall für München eingefügt und durch einen kurzen Textabschnitt genauer erklärt. Das Verteilungsmuster erlaubt es, bei Angabe von Schwerverletzten durch die Feuerwehr die

erwartende Anzahl an Schwerverletzten am Klinikum rechts der Isar abzuschätzen. Anschließend folgt ein Flussdiagramm „Alarmierung der gesamten Einsatzleitung des Klinikums rechts der Isar“, welches die Zusammensetzung, den Treffpunkt und die Aufgaben der verschiedenen Einsatzleitungen, darstellt.

Zur Darstellung des genauen intraklinischen Managements (Konsolidierungsphase) wurde noch ein Organigramm „Einsatzmanagement im Notfall“ eingefügt. Das Organigramm verdeutlicht die genaue Struktur der Abläufe und stellt die einzelnen Führungsebenen dar. Als letztes Flussdiagramm wurde der mSTaRT (modifizierte Simple Triage and Rapid Treatment) Algorithmus von Kanz et al. (Karl G Kanz et al., 2006) an das Klinikum rechts der Isar durch die richtigen räumlichen Zuweisungen angepasst und eingefügt. Der kurze Teil des ersten Abschnittes schließt mit einem Lageplan ab, der die Position der Einsatzleitungen und die genaue räumliche Aufteilung der Schwerverletzten nach Sichtungskategorie darstellt. Anschließend folgt ein längerer Textabschnitt kombiniert mit Tabellen und weiteren Flussdiagrammen, die die kurzgefassten Informationen des ersten Teils des Abschnitts genauer erklären.

Der zweite Abschnitt besteht aus einer kurzen Telefonliste mit den wichtigsten Rufnummern des Katastrophenplans. Die Telefonliste wurde zur Vereinfachung in drei Spalten angelegt, die aus den Funktionen, den Namen der Ansprechpartner und den jeweiligen Nummern bestehen. Eine vollständige Telefonliste aller Mitarbeiter liegt im Katastrophenfall der Sachstelle für Personal (S1) in der klinischen Einsatzleitung vor. Diese soll bei Personalmangel eine schnelle Mobilisierung von weiteren Mitarbeitern ermöglichen.

Der dritte Abschnitt enthält 24 Auftragsblätter, die nach Ihrer Wichtigkeit sortiert und aufgelistet sind. Die Form und Unterteilung der Auftragsblätter sind durchgehend gleich. Die Anweisungen sind möglichst kurz und präzise, um eine schnelle Umsetzung zu ermöglichen.

Im Anhang wurden vor allem Formulare und Organigramme, die im Katastrophenfall zum Management der Mitarbeiter und der Patienten durch die Ärzte erforderlich sind, eingefügt. Diese sollten im Katastrophenfall in mehrfacher Kopie vorliegen. Dem Anhang wurde noch ein genauer Ablaufplan in langer Textform hinzugefügt.

## 5 DISKUSSION

### 5.1 Planungsphase

Weltweit finden immer wieder Katastrophenübungen statt, an denen Krankenhäuser beteiligt sind und den Ablauf eines MANV-Falls proben. Auch in Deutschland wurden solche Übungen wiederholt durchgeführt. Hier zeigte sich besonders im Rahmen der Fußballweltmeisterschaft (2006) eine Häufung.

Es gibt keine rechtliche Verpflichtung für die Kliniken diese MANV-Übungen zu praktizieren. Des Weiteren gibt es keine einheitlichen Vorgaben, wie eine solche Übung zu gestalten ist. Die MANV-Arbeitsgruppe am Klinikum rechts der Isar wurde zur Überprüfung der Katastrophenbereitschaft der Klinik und im Rahmen der Planung der Teilnahme an der Tunnelübung aufgestellt. Die Gründung einer solchen interdisziplinär besetzten Arbeitsgruppe wird auch von Cwojdzinski et al. empfohlen (Cwojdzinski, 2008). Die Einladung der verschiedenen Arbeits- und Fachbereiche und die freiwillige Teilnahme sollen das Engagement und die Zuverlässigkeit bei der Mitarbeit zur Verbesserung der Katastrophenbereitschaft erhöhen (Luiz et al., 2009). Am Klinikum rechts der Isar ergaben sich durch die Teilnahme der verschiedenen Arbeits- und Fachbereiche viele Vorteile. So war es möglich durch die guten Kenntnisse der Vertreter über den genauen Personalstand ihres Fachbereiches (Pflege, Technik, Branddirektor) und das ihnen zur Verfügung stehende Equipment, Schwachstellen leichter aufzudecken. Die Arbeitsverteilung unter Berücksichtigung der Fachkenntnisse der verschiedenen Arbeitsbereiche erhöhte deutlich die Motivation der Teilnehmer. Bei der Erstellung des neuen Katastrophenplans konnte genau besprochen werden, was für die einzelnen involvierten Fachbereiche möglich ist und was nicht. Außerdem konnten durch den Austausch der Abteilungen (z.B. OP-Pflegeleitung und Pflegeleitung der Notaufnahme) fehlende Ressourcen an einem Einsatzort durch die Bereitstellung aus anderen Bereichen der Klinik organisiert werden. Im Nachhinein ist die fehlende Teilnahme des Sicherheitspersonals besonders kritisch zu sehen. Gerade die Erfahrungen aus verschiedenen internationalen Katastrophenfällen zeigen, dass ein gut durchdachter Einsatz vom Sicherheitspersonal zur Bewältigung eines Katastrophenfalls von entscheidender Bedeutung ist. Der unkontrollierte Zustrom von Patienten, Helfern, Medien und Angehörigen muss durch ein funktionierendes Sicherheitssystem verhindert werden (O'Neill, 2004). Insbesondere bei ABC-(Atomar, Biologisch oder Chemisch) Katastrophenfällen muss ein unkontrollierter Zufluss und auch Abfluss von Patienten verhindert werden, um eine weitere Verbreitung von Strahlung, Keimen und Noxen entgegen zu wirken. Somit wäre die Teilnahme der Leitung des Sicherheitspersonals

an der MANV-AG unbedingt notwendig, um eine bessere Organisation durch eine bessere Einplanung im Katastrophenfall zu erreichen.

Die Ergebnisse jeder Sitzung der MANV AG wurden protokolliert und allen Teilnehmern per Mail zur Verfügung gestellt.

### 5.1.1 Der drei Schritte Plan

In der Geschichte der Notfallmedizin wurden schon viele Möglichkeiten zur Übung eines MANV entwickelt. Diese sind oftmals sehr spezifisch für spezielle Fachkräfte (Ärzte, Pfleger) oder Phasen eines MANV konstruiert. Ein Vergleich der Übungsergebnisse ist aufgrund der verschiedenen erfassten Indikatoren häufig nicht möglich und somit nur begrenzt aussagekräftig (Hsu et al., 2004). In der Vergangenheit entwickelte man Übungen am Computer, um Ärzte in ihrer Entscheidungsfindung zu prüfen (A. Hirshberg et al., 2001; Asher Hirshberg et al., 1999; Levi et al., 1998; Saunders et al., 1989) oder simulierte den Katastrophenfall auf Tafeln mit aufgezeichneten Räumlichkeiten der Klinik um die Ressourcen- und Personalaufteilung zu probieren (Lennquist Montan et al., 2014; S. Lennquist, 2005). Diese Übungen führten zur Verbesserung des Wissenstandes der Fachkräfte an den Kliniken. Diese Form von Übungen sagen wenig über die entscheidende Zusammenarbeit der Fachkräfte in allen Phasen der Katastrophenbewältigung aus.

Eine Übung, die alle Phasen einer echten Katastrophe realistisch darstellt und alle im Krankenhaus involvierten Fachkräfte mit einschließt, ist sehr komplex und bedarf langer Vorplanung in einem interdisziplinären Kreis.

Mitte der achtziger Jahre wurde an der Universität Linköping in Schweden das Emergo Train System® entwickelt (Sten Lennquist, 2003; S. Lennquist, 2005). Diese Methode setzte sich aufgrund der Flexibilität im Übungsszenario mit standardisierten Indikatoren in Schweden durch. Die Simulierte Übung ermöglicht es vor allem, das Management und die Entscheidungsfindung kostengünstig und ohne großen Aufwand zu üben. Das Emergo Train System® wurde 2005 von Lennquist in weiterentwickelter Form veröffentlicht und ermöglicht durch zusätzliche neue standardisierte Indikatoren eine bessere wissenschaftliche Auswertung und ein ggf. internationalen Vergleich der Ergebnisse. Ziel dieser Simulation ist es aber vor allem durch Übung die Reaktion der involvierten Fachkräfte zu bessern. Kritisch an solchen simulierten Übungen ist vor allem die fehlende reale Testung der gesamten Klinik. Die simulierten Übungen finden häufig in speziell vorbereiteten Seminarräumen oder Klassenräumen außerhalb der Klinik statt und ermöglichen so nicht die Ausstattung und die

Zusammenarbeit der einzelnen Fachbereiche genau zu testen (Sten Lennquist, 2003; S. Lennquist, 2005).

Für die MANV-AG am Klinikum rechts der Isar war die Teilnahme an der Tunnelübung sowohl zur Testung der Katastrophenbereitschaft der Klinik gedacht als auch zur Übung der Mitarbeiter der Klinik geplant. Um möglichst alle Komponenten, die für eine optimale Katastrophenbereitschaft einer Klinik notwendig sind, zu testen, hat man sich für einen drei Schritte Plan entschieden. Diese Bestanden aus einer Vorübung vom 15.09.2012 zur Testung der Initialphase, eine Katastrophenübung zur Testung der Konsolidierungsphase und die Nutzung eines speziell für solche Übung entwickelten Schockraumprotokolls, welche eine statistische Auswertung der Übung im Nachhinein (Demobilisierungsphase) ermöglicht. Die Vorübung ermöglichte es, einige Aspekte zu berücksichtigen, die bei den anderen Übungsformen z.T. außer Acht gelassen wurden. Bei der Vorübung war es möglich, über das FACT24 System ein realistisches Feedback über mögliche Teilnehmerzahl und Dauer bis zu Ankunft der Fachkräfte an der Klinik zu erhalten. So konnte auch im Einzelnen, ohne die große Tunnelübung zu behindern, der Aufbauprozess evaluiert und Schwachstellen aufgedeckt werden. Durch den Einsatz des Schockraumprotokolls konnte mit Hilfe der Auswertung ein besseres medizinisches Management durch den optimalen Einsatz von erfahrenen Führungskräften erreicht werde.

## **5.2 Die Vorübung vom 15.09.2012 zur Testung der Initialphase**

Die Alarmierung von Mitarbeitern einer Klinik ist eine wichtige Voraussetzung zur Bewältigung eines MANV. Insbesondere außerhalb der regulären Arbeitszeiten kann durch den Ansturm von „selbsteinweisenden“ Patienten eine ausreichende medizinische Versorgung durch die Dienstärzte nicht mehr gewährleistet werden. Somit ist es klar, dass zur Bewältigung eines MANV ein funktionierendes und den Mitarbeitern bekanntes Alarmierungssystem von besonderer Bedeutung ist. Damit auch jeder Mitarbeiter weiß, wie und ab welcher Schwerverletztanzahl dieses Alarmierungssystem aktiviert wird, sollten alle Angaben in einem Katastrophenplan klar beschrieben sein (siehe Anhang Katastrophenplan Klinikum rechts der Isar Seite 5 von 57).

Bis zum Ende der neunziger Jahre wurden zur Alarmierung aller Mitarbeiter häufig Telefonlisten durch schon anwesende Mitarbeiter abtelefoniert. Diese Methode hat vor allem an großen Kliniken sehr viel Zeit und Personal beansprucht. Damit dieser Vorgang beschleunigt und möglichst verselbstständigt werden konnte, wurden bereits Ende der neunziger Jahre neue computergesteuerte Alarmierungssysteme entwickelt, die bei Aktivierung alle im System



registrierten Mitarbeiter gleichzeitig über das Telefon alarmiert. In einigen Kliniken in München wurde dafür das FACT24-System eingeführt. Dieses wurde von in München ansässigen F24 Unternehmen entwickelt und ermöglicht es bei Aktivierung durch einen Knopfdruck alle Mitarbeiter, die im System mit den dazugehörigen privaten Telefonnummern registriert sind, zu alarmieren. Um den Ablauf der Alarmierung und der Anrufzyklen zu testen, wurde das FACT24 erstmals unter der Leitung des neuen Direktors der Klinik für Unfallchirurgie am Klinikum rechts der Isar Univ.-Prof. Dr. med. Peter Biberthaler (seit 01.04.2011) ausgelöst. Außerhalb der regulären Arbeitszeiten wird das Alarmierungssystem durch den ersten Dienstarzt aktiviert. Durch die vorbereitete Auslösung des Alarms durch den Direktor wurde ein gewisser „Realitätsverlust“ der Übung hingenommen. Dadurch konnten etwa Schwierigkeiten oder Wissenslücken bei Auslösung des Alarms durch Dienstärzte nicht aufgedeckt werden. So ist unklar, ob die Dienstärzte im Ernstfall gewusst hätten, ab wann man den Alarm auslöst und wie man den Alarm auslöst. Zukünftig sollten bei solchen Übungen ein simulierter Anruf in der Notaufnahme mit Angaben von Unfallort (kliniknahe oder klinikfern), Unfallart (z.B. Verkehrsunfall, Massenpanik, Terroranschlag mit Schusswaffeneinsatz...), mögliche ABC-Lage (Atomar, Biologisch, Chemisch) und der geschätzten Anzahl an Verletzten getätigt werden. Durch eine solche Simulation könnte der gesamte Alarmierungsprozess einschließlich der Entscheidungsfindung des Dienstarztes und der Reaktion der involvierten Mitarbeiter in der Klinik getestet werden. Darüber hinaus könnte die benötigte Zeit bis zum Abschluss der Vorbereitungsphase, inklusive Alarmierungsprozess, ermittelt werden.

Unklarheiten beim Sicherheitsdienst bezüglich der Verkehrsordnung bei fehlenden Zu- und Ausfahrtsplänen im Katastrophenplan, würden das Management am Krankenhaus deutlich erschweren. Die unkontrollierte Zufahrt von PKWs und Rettungswagen in die Notaufnahme könnte im Katastrophenfall zu einer Behinderung der Zufahrt der Notaufnahme führen und somit einen gravierenden Zeitverlust für die Patientenversorgung bedingen. Die Erfahrungen aus vergangenen Katastrophen zeigen, dass häufig die ersten Patienten selbstständig oder mit Hilfe anderer die Klinik erreichen (Ardagh et al., 2012; Haug, 2015). Bei kliniknahen Ereignissen kann dies auch noch vor der Klinikalarmierung durch die integrierte Leitstelle (ILST) der Feuerwehr München zutreffen. Damit ist die Absperrung und Ordnung der Zufahrt zur Klinik eine der wichtigsten Aufgaben in der Vorbereitungsphase. Um eine schnelle Ordnung zu gewährleisten, müssen für den Ernstfall genaue Verkehrsplanungen im Katastrophenplan und in der Nähe der Zufahrt zu Notaufnahme klar ausgestellt sein, sodass das Sicherheitspersonal darauf schnell zugreifen und diese umsetzen kann.

Zusätzlich ist in den US-amerikanischen Kliniken auch eine Abschließung aller Klinikeingänge, außer der Zugang zu Notaufnahme und des Haupteinganges der Klinik, vorgesehen. Dies soll den unkontrollierten Zustrom von Patienten und auch Angehörigen in die Klinik verhindern (Heinzpeter Moecke et al., 2012). Dieser Vorgang ist zwar im alten Katastrophenplan (vor 2011) des Klinikums rechts der Isar auch vorgesehen allerdings fehlt eine klare Aufgabenzuteilung in den Auftragsblättern und die Aktualisierung der Liste der Eingänge zur Klinik im Katastrophenplan. Im neuen Katastrophenplan wurde diese Aufgabe im Auftragsblatt für das Sicherheitspersonal neu aufgenommen. Diese ändern sich durch immer neue Baumaßnahmen an der Klinik und bedürfen deswegen einer regelmäßigen Aktualisierung. Der fehlende Kenntnisstand der Sicherheitsangestellten der Klinik ist sicherlich auch mit der Personal-Fluktuation zu erklären. Ein weiterer möglicher Erklärungsansatz ist die geringe Anzahl an Übungen am Klinikum und hierbei die fehlende Einbindung des Sicherheitspersonals.

Die unübersichtliche Gestaltung des Notfallageraums der Klinik bedingte einen großen Zeitverlust durch die Suche nach den notwendigen Utensilien.

Ein Verbesserungsansatz besteht hier im Einsatz von durchsichtigen und beschrifteten Plastikbehältern. Funktionell zusammengehörige Materialien (z.B. Verkehrsschilder und Leitkegel) sollten zur weiteren Vereinfachung gemeinsam aufbewahrt werden. Für das Klinikum rechts der Isar wurden speziell transparente Aufbewahrungsboxen angefordert.

## **5.3 Die Tunnelübung vom 25.11.2012**

### **5.3.1 Triage und Erstversorgung durch die Medizinische Einsatzleitung**

Am Tag der Tunnelübung vom 25.11.2012 wurde die Testung der Vorbereitungsphase aufgrund der schon stattgefundenen Vorübung am 15.09.2012 ausgelassen. Da alle teilnehmenden Mitarbeiter schon in der Klinik waren, wurden alle Aufgaben schon vor Beginn verteilt und die Stationen der Medizinischen Einsatzleitung nach dem alten Katastrophenplan am Krankentransportschleuse Ost aufgebaut. Beim Erreichen der Alarmierung durch die Feuerwehr war somit das gesamte Team schon vorbereitet und einsatzbereit.

Die Ankunft der Rettungswagen und der selbsteinweisenden Patienten wurde sehr realistisch gestaltet. Die leichtverletzten Patienten, die von klinikeigenen Mimen gespielt wurden, erreichten zuerst die Klinik über die Notaufnahme. Bei kliniknahen Vorfällen ist häufig beobachtet worden, dass selbsteinweisende Patienten zuerst die Klinik erreicht haben (Haug, 2015; Heinzpeter Moecke et al., 2012). Die doppelte Besetzung der Medizinischen

Einsatzleitung mit einem erfahrenen Oberarzt der Anästhesie und einem erfahrenen Oberarzt der Unfallchirurgie machten es während der Übung möglich, mehrere Patienten gleichzeitig aufzunehmen und effektiv weiter zu leiten. Hierdurch kam es auch bei gleichzeitig eintreffenden Patienten oder bei Eintreffen eines Rettungswagens mit mehreren Patienten zu keinem Zeitpunkt zu einer unübersichtlichen Situation. Das ebenfalls anwesende Sicherheitspersonal an der Krankentransportrampe erwies sich als vorteilhaft bei der Aufnahme von Leichtverletzten. Die Sicherheitsleute konnten durch behutsames Eingreifen bei hektischen und panischen Leichtverletzten für eine bessere Übersicht sorgen und zur Entlastung der Medizinischen Einsatzleitung führen. Somit kann eine dauerhafte Einplanung von Sicherheitspersonal an Aufnahmepunkten von Verletzten im Katastrophenfall zu einer verbesserten Bewältigung der Aufnahme führen.

Ein Vorteil dieser Übung war es, dass alle teilnehmenden Mitarbeiter sich im „blauen“ Gang der chirurgischen Poliklinik in unmittelbarer Nähe zur Krankentransportrampe aufhielten. Dadurch war es der Medizinischen Einsatzleitung bei Ankunft des Patienten schnell möglich, Teams aus Ärzten und Pflegekräften zusammenzusetzen, welche die gesamte weitere klinische Versorgung betreuten. Diese ersten Versorgungsteams in der Nähe der Medizinischen Einsatzleitung sollten im neuen Katastrophenplan als sogenannte „Emergency Teams“ eingeplant werden. Der Vorteil besteht darin, dass durch die frühzeitige Einbindung eines Emergency Teams an einem Patienten der Informationsverlust durch mehrere Übergaben verhindert oder vermindert werden kann. Der Informationsverlust durch fehlende oder fehlerhafte Kommunikation bei häufiger Übergabe in Akutsituationen ist ein bekanntes Phänomen (Ackermann et al., 2012; B. Hossfeld, 1999; Burghofer & Lackner, 2010; Lendemans, 2012; Ong & Coiera, 2011). Da das Emergency Team schon an der ersten Schnittstelle zwischen präklinischen und klinischen Versorgungsteams anwesend ist, wird diesem Problem so entgegengewirkt.

Alle schwerverletzten Patienten (rote und gelbe Sichtungskategorie) wurden während der Übung nach der ersten Übergabe an der Krankentransportschleuse in die Schockräume der Klinik weitergeleitet. Dies war aufgrund der geringen Schwerverletztenzahl und der zeitlichen Abstände zwischen dem Eintreffen von Schwerverletzten im Übungsszenario möglich. Der zeitliche Abstand wurde insbesondere durch den Wellenplan der Feuerwehr bei der Verteilung der Patienten an den Kliniken begünstigt. Allerdings ist es fraglich, ob bei einer echten Katastrophe mit deutlich mehr Verletzten in der Nähe der Klinik z.B. im Stadtzentrum diese zeitlichen Abstände zustande kommen könnten. Bei den terroristischen Anschlägen auf Züge in Madrid im Jahre 2005 und den Anschlägen in Paris 2015 wurden in den Kliniken in der

Umgebung binnen kurzer Zeit z.T. mehr als 100 Patienten aufgenommen (Aylwin et al., 2007; de Ceballos et al., 2004; Haug, 2015). Bei der Aufnahme von sehr vielen Patienten muss die Indikation für die dringende Schockraumversorgung strenger gestellt werden. Eine gute Orientierung bei der Behandlung von Schwerverletzten bietet der mSTaRT-Algorithmus welcher 2006 in München von Kanz et. al (Karl G Kanz et al., 2006) etabliert wurde. Der mSTaRT-Algorithmus ist im Original für das Einschätzen von Behandlungsbedarf und Transport am Unfallort gedacht. Es konnte aber durch Anpassung und Modifizierung für die klinikinterne Nutzung umgestaltet werden und somit in einem neuen Krankenhausalarmierungsplan implementiert werden. Ziel muss es sein, möglichst lange alle Schockräume für noch ankommenden möglicherweise akuter lebensbedrohter Patienten freizuhalten.

Nach der Ankunft der Schwerverletzten in den Schockräumen wurde eine den Leitlinien entsprechende Übergabe des Patienten vollzogen. Als eine mögliche Referenzgröße für die Dauer der beiden Übergaben und der Lagerung des Patienten auf die Untersuchungsliege des Schockraums, kann die Durchschnittszeit von der Ankunft des Patienten an der Klinik bis zur FAST-Sonographie herangezogen werden. Dies ist die erste bildgebende Untersuchung die im Schockraum durchgeführt wird. Das Klinikum rechts der Isar erreicht dabei im Rahmen dieser Übung eine Durchschnittszeit von 5,17 Minuten. Diese Zeit kann auch durch die doppelte Übergabe des Patienten vom Notarzt oder Sanitäter an das Emergency Team sowohl an der Krankentransportschleuse als auch im Schockraum mit beeinflusst sein. Hier stellt sich die Frage ob durch ein geeignet Kommunikationsverfahren diese Zeit verbessert werden kann. Ein möglicher Lösungsansatz wäre es bei Ankunft an der Klinik den erfahrenen Notarzt selbst eine erneute Triage durchführen zu lassen und eine Entscheidung bezüglich der Notwendigkeit einer Schockraumversorgung treffen zu lassen. Dies würde eine Übergabe des Patienten in Form eines kurzen Time-out zur Informationsübergabe überflüssig machen. Allerdings würde diese Lösung voraussetzen, dass jeder schwerverletzte Patient von einem Notarzt bis in die Klinik begleitet wird. Dies ist gerade bei einem Großschadensereignis zu bezweifeln. Eine weitere Möglichkeit besteht darin den Informationstausch an der Schleuse der Krankentransportrampe auf die für die weitere Behandlung notwendige Information zu beschränken. Dies könnte nur den aktuellen Zustand des Patienten anhand von Skalen wie dem Glasgow-Coma-Skala, Emergency Severity Index oder Manchester Triage Skala beinhalten. Wie weit solche Maßnahmen die Durchschnittszeit bis zum FAST verkürzen können, muss bei weiteren Übungen getestet werden.

Bei der Übung fiel weiterhin auf, dass nach der Weiterleitung der Patienten durch die Medizinische Einsatzleitung, ein fehlender Informationsaustausch zwischen den Mitgliedern der Medizinischen Einsatzleitung und den einzelnen Emergency Teams auf. Dies führte dazu, dass die an der Schleuse der Krankentransportrampe positionierte Medizinische Einsatzleitung über die weitere Versorgung der Patienten nicht informiert wurde. Damit war es für die Medizinische Einsatzleitung nicht möglich, eine Übersicht über die weitere Versorgung zu erlangen. Jedes Emergency Team entschied für sich, wie es den Patienten weiterversorgt. Eine kapazitätsgerechte Verteilung und Einordnung von schwerverletzten Patienten durch eine Einsatzleitung mit Übersicht über alle aufgenommenen Patienten fanden nicht statt. Im Rahmen dieser Übung wurden die Kapazitätsgrenzen aufgrund der geringen Anzahl von Schwerverletzten und dem Übungsende an der OP-Schleuse nicht erreicht. Erfahrungen aus weiteren Großschadensereignissen in der Vergangenheit zeigen, dass insbesondere die Koordination und Besetzung von Schockräumen, Intensivplätzen und OP-Sälen besonders wichtig ist (Einav et al., 2006; Hogan, 1996; Shamir et al., 2004). Hierfür bedarf es einer Einheit aus einem erfahrenen Anästhesisten, einem erfahrenem Unfallchirurgen und OP-Anästhesiepflegeleitung, die gemeinsam unter Berücksichtigung aller Aufnahmen und noch ankommenden Aufnahmen, die OP- und Intensivfreigabe für Patienten anordnet. Diese Einheit könnte bei Verteilung der Patienten bei limitierten freien Intensivbetten und OP-Sälen mehr Rücksicht auf die Dringlichkeit nehmen und die Freigaben nach einer Rangliste anordnen. Damit kann die Vergabe durch ein „first comes first served“ System verhindert werden. Da die Aufgaben dieser Einheit alle medizinischen Entscheidungen mit einbinden, wurde sie als neue Medizinische Einsatzleitung in den neuen Katastrophenplan integriert.

Die alte Medizinische Einsatzleitung hatte die Aufgabe die erste innerklinische Sichtung der Patienten unter Einbindung eines Emergency Teams durchführen und diese dann in die richtigen Räume weiterzuleiten. Diese Aufgabe wird im neuen Plan von der Medizinische Triage übernehmen.

Da die Medizinische Einsatzleitung über die weitere Versorgung der Schwerverletzten unter Berücksichtigung der vorhandenen Kapazitäten entscheiden muss, ist die beste Positionierung dieser Einheit in der Nähe der Schockräume. Hier werden nach der Bildgebung die entscheidenden Diagnosen für den weiteren Verlauf des Patienten gestellt. In Zusammenarbeit mit einem Oberarzt der Anästhesie und den Leitungen der Anästhesie-Pflege sowie OP-Pflege kann sich die Medizinische Einsatzleitung einen Überblick über die verfügbaren OP-Säle und Intensivbetten machen und diese nach Notwendigkeit für die Patienten freigeben. Da die Medizinische Einsatzleitung für die Einschätzung und Entscheidung über die weitere

Versorgung von Patienten viel Erfahrung benötigt und gleichzeitig ausreichend Weisungsbefugnisse braucht, wäre es wichtig, dass sowohl die Anästhesie als auch die Unfallchirurgie durch Oberärzte in leitenden Positionen ihrer Fachbereiche besetzt werden. Demgegenüber ist es für die Medizinische Triage ausreichend, Fachärzte mit genügend Erfahrung in der Notfallmedizin einzusetzen, um eine erste Sichtungskategorisierung und Weiterleitung in die richtigen Versorgungsräume zu gewährleisten. Zur Vermeidung eines Überlaufs von Schwerverletzten in der Notaufnahme und in den Schockräumen ist ein dauerhafter Informationsaustausch zwischen der Medizinischen Triage und der Medizinischen Einsatzleitung über den Belegzustand der Schockräume essentiell.

Im Rahmen dieser Übung kam es aufgrund der niedrigen Zahl an Schwerverletzten zu keiner Überlastung der Notaufnahme und der Schockräume. Großschadensereignisse mit einer sehr großen Anzahl an schwerverletzten Patienten können zu einer Überlastung der Notaufnahme und Schockräume. Hauptgefahr ist hierbei immer eine zeitliche Verzögerung der Patientenversorgung. Hossfeld empfiehlt daher die nahegelegenen Aufwachräume als Erweiterung der Schockräume zu nutzen, da sie mit ausreichend Equipment zur Überwachung des Patienten ausgerüstet sind (B. Hossfeld, 1999). Dabei ist zu beachten, dass akut lebensbedrohliche, rot kategorisierte Patienten primär eine Schockraumversorgung erhalten. Die Aufwachräume können dann bei fehlenden Intensivbetten übergangsweise zur Überwachung herangezogen werden. Patienten, die durch die Medizinische Triage gelb kategorisiert werden können direkt ohne Schockraumversorgung in die Aufwachräume weitergeleitet werden. Am Klinikum rechts der Isar sind für den Überlauf der Schockräume der Aufwachraum der HNO zur Überbrückung mit eingeplant. Für Patienten nach der Schockraumversorgung dient der Vorraum der Station 2/2 als Liege- und Versorgungsbereich bis zur OP- und Intensivfreigabe. Als ein sehr zentrumnahes Universitätsklinikum ist bei Terroranschlägen, wie sie gehäuft seit der Jahrtausendwende in europäischen Großstädten zu beobachten sind, zu erwarten, dass das Klinikum rechts der Isar zwangsläufig als erste Anlaufstelle für Verletzte würde, die sich privat auf dem Weg zum nächsten Klinikum machen. Die Terroranschläge in Madrid 2004, am Bostoner-Marathon 2013 und in Paris 2015 haben gezeigt wie wichtig es ist, für zentrumnahe Kliniken für die Aufnahme von sehr vielen Verletzten binnen kurzer Zeit gut ausgestattet zu sein und mögliche überkapazitierte Versorgungskonzepte bereit zu halten. Das von Adams et al. (H. A. Adams et al., 2015) beschriebene Konzept an der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) bei der externe Hilfskräfte mit in der klinischen Versorgung eingebunden werden um Patienten an temporär eingerichteten Versorgungsplätzen zu überwachen und zu versorgen, bietet eine Möglichkeit um den Andrang von Verletzten zu managen. Die dafür benötigten

qualifizierten Hilfskräfte werden von der Feuerwehr bereitgestellt. Diese sollten eine entsprechende Ausbildung im Bereich des Sanitäts- und Rettungsdienstes abgeschlossen haben. Die temporären Behandlungsplätze für die Versorgung von leicht- bis schwerverletzten Patienten werden in den nahegelegenen Fluren und langen Gänge der Klinik auf entsprechend vorgekennzeichneten Plätzen eingerichtet. Diese temporären Plätze können bei einem Einsatz mit Tragen, Sauerstoffzylinder und Infusionsleinen ausgerüstet werden. Damit könnte man die von Hirshberg et al. (A. Hirshberg et al., 2001) geforderte sogenannte „Minimal Acceptable Care“ während der Anflut von Patienten gewährleisten. Dazu gehört z.B. die akute Schmerztherapie und Schienung von nicht lebensbedrohlichen Frakturen oder die Versorgung von penetrierenden Thoraxverletzungen mit Thoraxdrainagen ohne nachträgliche Röntgenkontrolle. Bei komplexen Frakturen mit großem Weichteilschaden ist es erforderlich schnell externe Fixateure zur Ruhigstellung und Blutungsstillung anzulegen. Dafür wurden 45 Fixateur externe in Sterilkits der Firma Orthofix mit einer Haltbarkeitszeit von 2 x 5 Jahre neu erworben und für den MANV Fall vorgehalten. Im Rahmen des Trauma Netzwerks München-Oberbayern-Nord sollen diese Fixateure bei MANV an andere Kliniken innerhalb des Netzwerks mit Hilfe der Feuerwehr schnell verliehen oder vergeben werden können. Das ist eine sinnvolle Zusammenarbeit, um die ca. 80.000 € teuren Instrumente so vielen Kliniken wie möglich zur Verfügung zu stellen und so die Kosten für das Land insgesamt durch gemeinschaftliches Nutzen zu senken.

Für das Klinikum rechts der Isar wären zukünftig die Einplanung von externen Einsatzkräften und die Investition in temporäre Behandlungsplätze sinnvoll. Zwar bieten der schon oben erwähnte Aufwachraum des HNO OP und der Vorraum zur Station 2.2 einige Alternativen doch könnten sie sehr schnell, gerade in der ersten Phase eines Ereignisses, bei der viele Patienten aufgenommen werden, überfüllt sein. Für die Versorgungsplätze wäre das Foyer im Hörsaaltrakt geeignet. Eine Investition in mobile Module, die ausreichend Material zur Sauerstoff-, Infusions-, Verbands- und Schmerzmittelversorgung war erforderlich und erfolgte im weiteren Verlauf nach Planung innerhalb der MANV AG. Außerdem wäre die Vorhaltung von großen Sauerstoffzylindern, die die Versorgung von mehreren Patienten pro Einbuchtung ermöglicht, und mobile Monitoring Geräte sinnvoll. Der Einsatz von externen Hilfskräften, wie im Beispiel der MHH, wäre am Klinikum rechts der Isar unter Absprache mit der Feuerwehr auch denkbar und würde im Ernstfall zu einer Entlastung des Notaufnahmepersonals führen. Dadurch wäre bei einer überkapazitären Aufnahme von Patienten eine längere Verweildauer mit ausreichend Versorgung gewährleistet. Die Versorgung von leichtverletzten gehfähigen Patienten (grüne Sichtungskategorie), für die ebenfalls der Hörsaaltrakt vorgesehen ist, ist

aufgrund der Größe und der räumlichen Aufteilung des Hörsaaltraktes zwischen dem Foyer vor dem Hörsaal A und den Hörsälen B/C dennoch möglich. Hierbei wäre der Einsatz von mehreren Versorgungsmodulen sehr hilfreich um ausreichend Material für schwerverletzte und leichtverletzte Patienten zu haben. Wichtig wäre es die Aufstellungsposition der Versorgungsmodule mit ihrem Inhalt im Krankenhausalarmplan wie im Beispiel an der MHH festzuhalten, um die Mitarbeiter im Ernstfall die Orientierung zu erleichtern.

### 5.3.2 Bildung von einem Sammelplatz für die Mitarbeiter

Ein bekanntes Phänomen aus den vergangenen Großschadensereignissen ist das Überangebot an Fachpersonal in der Klinik insbesondere in der Notaufnahme kurz nach Bekanntwerden des Ereignisses. Häufig kommen die Mitarbeiter schon vor der Alarmierung durch das Klinikum ins Krankenhaus. Das betrifft vor allem auf kliniknahen Ereignissen zu wie es in Paris 2015 der Fall war (Haug, 2015; Stein et al., 2003). Dieses Phänomen wird in der Literatur auch als „CNN-Syndrom“ (Stein et al., 2003) bezeichnet. Die Bezeichnung entspringt aus dem häufig im Fernsehen sichtbaren vielen Fachkräften die unkoordiniert und aufgrund des Überangebotes ohne Aufgabe „rumstehen“. Am Klinikum rechts der Isar konnte dies im Verlauf der Übung nicht beobachtet werden. Dies ist sicherlich auch auf die begrenzte Anzahl von teilnehmenden Mitarbeitern zurückzuführen. Vielmehr ergab sich aus der Sammlung der Mitarbeiter nahe der Schleuse der Krankentransportrampe den schon oben erwähnten Vorteil der leichteren Zusammensetzung von Emergency Teams. Bei einer echten Krankenhausalarmierung kann die Anwesenheit von mehreren hundert Mitarbeitern, die sich alle in der Nähe der Schleuse der Krankentransportrampe sammeln, zur Unübersichtlichkeit führen. Die Klinikeinsatzleitung und die Medizinische Triage wären mit der Koordination von so vielen Mitarbeitern, überfordert und in der Ausführung ihrer Hauptaufgaben eingeschränkt. Dabei zeigen die Erfahrungen aus der Vergangenheit, dass eine Koordinierung der Kräfte, vor allem in der Anfangsphase, sehr wichtig ist. Eine zu große Zahl an Mitarbeitern, die sich in den Gängen aufhalten, kann schon allein beim Patiententransport störend wirken und insbesondere mögliche anwesende Angehörige, die in solchen Fällen häufig Aktionismus von jedem Mitarbeitern fordern, irritieren. Hierfür wäre es also sinnvoll, die alarmierten Mitarbeiter in einem separaten Raum in der Nähe der Notaufnahme zu sammeln, um sie dann gezielt auf Nachfrage bzw. Anforderung von den leitenden Einheiten in Teams oder einzeln zu den notwendigen Versorgungspunkte zu leiten. Die Erfassung und Koordinierung der freien Mitarbeiter könnte durch eine neue Einheit, bestehend aus zwei Schreibkräften und einem Arzt, der als Team Koordinator fungiert, durchgeführt werden. Als ein geeigneter Raum gilt der Hörsaal D. Dieser



bietet durch die Nähe zu den wichtigen innerklinischen Einsatzstellen und durch den Vorraum und zwei Zugängen eine optimale Möglichkeit die heraneilenden Mitarbeiter zu koordinieren. Hier kann man durch den einen Zugang die freien Mitarbeiter erfassen und durch den zweiten Zugang die angeforderten Teams aus Ärzten und Pfleger ausschleusen. Alle wieder frei gewordenen Mitarbeiter müssen sich wieder im Hörsaal D melden. Damit auch bei Überlastung des mobilen klinikinternen Funknetzes immer eine Verbindung mit dem Team Koordinator besteht, wurde auch ein Funkgerät mit eingeplant.

### 5.3.3 Alarmierung von Mitarbeitern

Die Tunnelübung der Feuerwehr am 25.11.2018 diente dem Klinikum rechts der Isar dazu, verschiedene Aspekte des Krankenhausalarmierungsplans und der dazu benötigten medizintechnischen Ausrüstung zu testen und zu üben. Einer der wichtigsten Aspekte und zugleich limitierender Faktor zur Bewältigung eines massenhaften Anfalls von Patienten ist das Personal. Im internationalen Vergleich finden sich sehr wenige Angaben über die Anzahl der Mitarbeiter, die bei einer echten Alarmierung in der Klinik erschienen sind. Einige Angaben von den Kliniken in Thailand nach der Tsunami Katastrophe 2004 variieren zwischen 20 und 70% binnen 20 Minuten. Der große Unterschied ergab sich daraus, dass an der Klinik mit 70% viele Mitarbeiter auf dem Klinikgelände wohnten und so schnell vor Ort waren (Leiba et al., 2006). Gleiches gilt für die Angaben eines Militärkrankenhauses in Pakistan bei der nach einem Terroranschlag 75% der Mitarbeiter innerhalb von 15 Minuten zur Verfügung standen (Malik et al., 2006). Aus den Publikationen geht aber nicht hervor, ob es sich dabei um geschätzte oder tatsächliche Werte handelt. In Deutschland sind diese hohen Werte der Verfügbarkeit von Mitarbeitern bis jetzt nicht erreicht worden bzw. nicht bekannt.

Ein deutsches vergleichbares Ergebnis bietet ein Probealarm an der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik (BGU) Frankfurt am Main im Mai 2007.(Urban et al., 2008) Hierbei wurden auch bei einem Probealarm mit Hilfe des FACT24 237 von 455 Mitarbeitern (52%) erreicht.

Da man für deutsche Krankenhäuser von einer Erreichbarkeit zwischen 30 - 60% (Urban et al., 2008) der Mitarbeiter ausgeht, entsprach das Ergebnis an der BGU Frankfurt am Main den Erwartungen. In München wurde sowohl im Juli 2006 als auch im März 2007 zwei Probealarme ausgelöst. Dabei wurden das FACT24 an sechs größeren Kliniken in München gleichzeitig ohne Vorankündigung an die Mitarbeiter und das F24 Unternehmen ausgelöst. Damit sollte sowohl eine unangekündigte Belastungsprobe des FACT24 Systems durchgeführt werden und gleichzeitig die Erreichbarkeit und Ankunftsduer der Mitarbeiter der Kliniken geprüft werden.

Unter den sechs teilnehmenden Kliniken waren die Kliniken Bogenhausen, Harlaching, Neuperlach, rechts der Isar (nur erster Probealarm), Schwabing und die Klinik der Ludwig-Maximilian-Universität München. Durch die gleichzeitige Alarmierung aller Mitarbeiter der sechs Kliniken wurde eine relativ hohe Anzahl von Personen angerufen. Dies entsprach bei dem ersten Probealarm 6241 Mitarbeiter und bei dem zweiten Probealarm 6272 Mitarbeiter. Es wurde insgesamt für alle alarmierten Mitarbeiter eine mittlere Erreichbarkeit aus beide Probealarmen von 48% erlangt. Die, am Klinikum rechts der Isar, erreichten 43% der Mitarbeiter bei der Tunnelübung am 25.11.12 kommen dem Wert aus den beiden Probealarmen aus den Jahren 2006 und 2007 sehr nahe. Auch die Anzahl der verfügbaren Mitarbeiter lagen relativ nahe beieinander mit 31% aus der Tunnelübung 2012, 34% und 35% bei den beiden Probealarmen aus den Jahren 2006 und 2007. In der Literatur geht man auch von einer Verfügbarkeit zwischen 30 bis 60% aus. Mit 31% liegt das Klinikum rechts der Isar zwar noch innerhalb des erwarteten Bereichs, aber ist gleichzeitig sehr nah an der unteren Grenze. Hierfür kann es verschiedene Gründe geben. Beide Probealarme im Juli 2006 und März 2007 wurden an einem Samstag um 14 Uhr ausgelöst. Die Alarmierung der Mitarbeiter bei der Tunnelübung fand an einem Sonntag den 25.11.12 um 9:41 Uhr statt. Dabei kann nicht ausgeschlossen werden, dass einige der Mitarbeiter Ihre Mobiltelefone abgeschaltet hatten oder noch geschlafen haben und dadurch die Alarmierung nicht mitbekommen haben. Außerdem war aufgrund der langen Vorplanung einigen Mitarbeitern, die an der Übung zwar nicht teilgenommen haben aber durch das FACT 24 alarmiert wurden, der Termin schon vorab bekannt. Dies kann zu möglichen falschen Angaben bei der Verfügbarkeit geführt haben. Es ist nicht ausgeschlossen, dass von den 725 alarmierten Mitarbeitern ein Teil abgesagt haben (keine Verfügbarkeit) um zu signalisieren, dass sie an der Übung nicht teilnehmen können. In jedem Fall wäre eine Wiederholung des Probealarms sinnvoll, um die Ergebnisse vergleichen zu können. Wichtig ist, dass bei einem Probealarm, wie auch bei der vergangenen, immer aus der automatischen Durchsage hervor geht, dass es sich nur um eine Übung handelt, damit die Glaubwürdigkeit eines echten Alarms erhalten bleibt.

Die Durchschnittszeit von der geschätzten Dauer durch die alarmierten Mitarbeiter bis zur Ankunft an der Klinik bei der Tunnelübung ergab 22,63 Minuten. Bei den beiden Probealarmen in München (2006; 2007) wären im Durchschnitt nur etwa 35% der Mitarbeiter binnen 30 Minuten an Ihren Kliniken. Wobei die Prozentangabe aus der Veröffentlichung von Urban et al. (Urban et al., 2008) im Jahre 2008 neu berechnet wurde, um eine bessere Vergleichbarkeit zu ermöglichen. Es fällt aber ein sehr deutlicher und fraglicher Unterschied zwischen den etwa 22% bei dem ersten Probealarm und etwa 49% bei dem zweiten Probealarm auf. Es ist unklar

wodurch dieser große Unterschied zu begründen ist. Am Klinikum rechts der Isar wurden diese Werte sehr deutlich übertroffen. 79,9% der Mitarbeiter schätzten innerhalb von 30 Minuten das Klinikum rechts der Isar zur erreichen. Das sind 44% mehr als der Durchschnittswert aus den Jahren 2006 und 2007. Einer der Gründe für diese große Diskrepanz ist sicherlich, dass das Klinikum rechts der Isar sehr zentral in der Stadt liegt und von daher für alle Mitarbeiter gut erreichbar ist. Ein weiterer Erklärungsansatz ist sicherlich auch, dass am Tag der Tunnelübung ein Teil der alarmierten Mitarbeiter schon in der Klinik anwesend waren und so nur eine verkürzte Ankunftsdauer im FACT24 angegeben wurde. Hier würde eine Wiederholung des Probealarms zur Aufklärung beitragen.

#### 5.3.4 Zeitintervalle bis zur bildgebenden Diagnostik

In der modernen Schockraumversorgung spielt die bildgebende Diagnostik eine immer größere und wichtigere Rolle. Eine heutzutage wichtige Standarduntersuchung in der Schockraumversorgung ist das FAST. Hierbei wird das Abdomen mit Hilfe von Ultraschall auf intraabdominale Blutungen untersucht. Häufig wird diese Untersuchung je nach Klinik von Ärzten der Fachrichtungen, wie Innere, Radiologie, Chirurgie oder Unfallchirurgie im Schockraum durchgeführt. Da es parallel zu anderen Untersuchungen insbesondere der körperlichen Untersuchung durchgeführt werden kann, ist es an den meisten Kliniken mit einer der ersten diagnostischen Untersuchungen, die im Schockraum durchgeführt werden. Kanz et al. werteten in einer größeren Studie die Zeitintervalle für die bildgebende Untersuchung aus dem TraumaRegister der DGU® (Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie) im Vergleich zum Trauma Register der Ludwig Maximilian Universität aus (K. G. Kanz et al., 2010). Im Durchschnitt benötigten die Kliniken im Register der DGU etwa 3 Minuten mehr bis zur FAST Untersuchung im Schockraum im Vergleich zu den Ergebnissen der hier ausgewerteten Übung. Die Unterschiede im Zeitintervall sind auf unterschiedliche Ursachen zurückzuführen. Dazu gehören die unterschiedlich langen Strecken, die innerhalb der Kliniken bis zum Erreichen der Schockräume zurückgelegt werden müssen, und das unterschiedliche Vorgehen innerhalb der Kliniken nach Erreichen der Schockräume.

In einer Vergleichsstudie von Kanz et al. zwischen der LMU (n=160) und dem Traumaregister der DGU (n=4657) wurden verschiedene Werte miteinander verglichen. Neben der Dauer bis zum FAST wurde auch die Zeit bis zum Polytraum-CT ausgewertet. Hierbei brauchten im Schnitt die teilnehmenden Kliniken an dem Traumaregister der DGU etwa 15,6 min länger als an der LMU bis zur Durchführung des Polytrauma CT. Ein Grund für diese zeitliche Differenz ist möglicherweise die unterschiedliche Ausstattung der Schockräume an den verschiedenen

teilnehmenden Kliniken. Zum Equipment eines modern ausgestatteten Schockraumes gehören Sonographie, Röntgen und ein angebundener CT Raum (A. Beck et al., 2004). Hier zeigen sich zum Teil nicht vergleichbare Bedingungen aufgrund von Defiziten in der Ausstattung der Schockräume der Kliniken (Mand et al., 2012). Neben der Ausstattung spielt aber auch die Ausbildung der Fachkräfte insbesondere der Ärzte im Schockraum eine wichtige Rolle. Um die Abläufe im Schockraum zu organisieren und standardisieren begann man schon früh die Erfahrungen zu sammeln sie auszuwerten und sie in Algorithmen und Fließdiagramme festzulegen (Cowley, 1976; Frank et al., 1996; Maghsudi & Nerlich, 1998; Mutschler & Marzi, 1996; Nast-Kolb et al., 1997; Nast-Kolb et al., 1994; Regel et al., 1995; Ruchholtz et al., 1994; Ruchholtz et al., 1997; Waydhas et al., 1997). Einer der Algorithmen die sich auch international durchsetzen konnten ist das Advanced Trauma Life Support (ATLS) aus den USA. Dieses wurde 1978 in den Vereinigten Staaten eingeführt und wird heute international angewandt (Gwinnutt & Driscoll, 1996). Die Ausbildung wird in speziellen Kursen für Ärzte angeboten (Bouillon et al., 2004). Ob und wann ein solcher Kurs von den Ärzten absolviert werden muss, ist nicht vorgeschrieben. Damit ist die Qualität und Dauer der Schockraumversorgung an den verschiedenen Kliniken auch abhängig von den Ausbildungs- und Erfahrungsstand des behandelnden Arztes. Dabei können Fehler im Ablauf zum Übersehen oder gar zur falschen Therapie von Verletzungen führen (Siebers et al., 2009). Aus diesem Grund empfiehlt es sich an einer so entscheidenden Stelle wie im Schockraum erfahrene Oberärzte als Aufsicht und Ratgeber z.B. in Form einer Medizinischen Einsatzleitung vor Ort zu haben.

Am Klinikum rechts der Isar gibt es in der chirurgischen Notaufnahme zwei modern ausgestattete Schockräume mit angebundenem CT und zusätzlich sind ein Großteil der Ärzteschaft in der Unfallchirurgie, im ATLS Verfahren ausgebildet. Die hier gemessenen durchschnittlichen 13 min bis zum Erreichen des CT sind im Vergleich zu den Ergebnissen aus dem Traumaregister der DGU um etwa 65% schneller. Im Vergleich zu dem Ergebnis aus der LMU (Durchschnitt= 20.7min) ist das eine 35%ige Geschwindigkeitszunahme. Das gute Ergebnis ist auch potentiell auf das Übungsszenario mit Mimen zurückzuführen. Da hier nicht jede Untersuchung bzw. Therapie im Schockraum mit der notwendigen Zeit durchgeführt bzw. zeitlich festgehalten wurde ist es sehr wahrscheinlich, dass die gute Durchschnittszeit hierdurch beeinflusst wurde. Bei einer erneuten Übung sollte für die klassischen Untersuchungen und Therapie, wie FAST oder Thoraxdrainage eine Standardzeit festgelegt werden und diese zeitlich eingehalten werden. Gleichzeitig wäre, unter Berücksichtigung neuer Untersuchungen, eine schnellere CT Diagnostik im Schockraumablauf wünschenswert. In den schon oben genannten Vergleichsstudien zwischen LMU und dem Traumaregister der DGU von Kanz et

al. zeigte sich zudem , dass Verletzungen, die in der klinischen Untersuchung oder bei der Sonographie übersehen wurden, häufig im Ganzkörper-CT erkannt werden konnten und dementsprechend eine Therapie eingeleitet werden konnte.

## 5.4 Entwicklung des neuen Katastrophenplans für das MRI

Bis zum Ende der 70er Jahre gab es keine strukturierte Regelung zu klinikeigenen Katastrophenplänen. Contzen entwickelte 1979 das erste Konzept für deutsche Krankenhäuser (Contzen, 1979). Rossetti versuchte erstmals 1980 den Rahmen eines Katastrophenschutzplans für eine Klinik festzulegen (Rossetti, 1980). Im gleichen Jahr legte der Gesetzgeber von Bund und Ländern erste verbindliche Vorgaben für ein Krankenhauseinsatzplanung fest. Rheinland-Pfalz gab als erstes Bundesland Musterpläne vor.

International war Deutschland damit eines der ersten Länder, die die Notwendigkeit eines Klinikeinsatzplanes erkannten. In anderen Ländern, wie z.B. den USA wurde dieses Thema erst ein Jahrzehnt später aufgegriffen. Dabei wurde 1991 das Hospital Emergency Incident Command System (HEICS) auf Grundlage des von der südkalifornische Feuerwehr Gemeinschaft (FIREScope) 1972 entwickelten Incident Command System (ICS) erschaffen (O'Neill, 2004; San Mateo County Department of Health Services, 1998). Das ICS wurde damals entwickelt, um bei Großbrandereignissen eine allgemein anerkannte Kommando Struktur aufzubauen, die allen beteiligten bekannt ist und so Unklarheiten im Ablauf und der Organisation beseitigt. Das ICS wurde nachträglich ebenfalls von anderen Sicherheitsbehörden übernommen und später in den ganzen Vereinigten Staaten und in Kanada angewandt. Nach erfolgreicher Etablierung des ICS in der Feuerwehr und anderen Sicherheitsbehörden wurde darauf basierenden 1991 schließlich das HEICS durch das San Mateo County EMS Agency in Kalifornien entwickelt (San Mateo County Department of Health Services, 1998). Hierbei wurden nur geringfügige Anpassungen des Systems an die Klinikstruktur vorgenommen. Dies hat den Vorteil, dass das System auch für Außenstehende transparent und schnell überschaubar ist. Zudem muss die jeweilige Feuerwehr bei Absprachen mit der Klinik nicht nach der Leitungsebene im jeweiligen Krankenhaus suchen.

In Deutschland geht man bei der Entwicklung von Katastrophenplänen einen ähnlichen Weg. Ziel ist es eine organisatorische Vorbereitung zur Bewältigung eines MANV zu haben, die es erlaubt kurzfristig größere Ressourcen zu mobilisieren, Kapazitäten zu schaffen und speziell der Klinik angepassten Strukturen mit einzubinden um die beste Versorgung für die Verletzten zu erreichen. (H. A. Adams & Tecklenburg, 2007; B. Hossfeld, 1999; Hildebrand et al., 2008; Luiz et al., 2009)

Dazu werden ähnlich wie im HEICS Einheiten innerhalb der Klinik gebildet, um eine bessere Arbeits- und Aufgabenverteilung zu erreichen. Die Bildung von Klinik-Einsatzleitung und Medizinischer Einsatzleitung im Katastrophenplan der Kliniken hat sich in der Literatur ohne wirkliche Alternative durchgesetzt. Das liegt möglicherweise auch daran, dass es an den

meisten Kliniken ohne größeren Aufwand übernommen und entsprechend angepasst werden kann.

Beim Eintreffen einer Alarmierung am Krankenhaus durch die Feuerwehr ist es im akuten Fall dringend erforderlich, dass die beteiligten Personen, welche die Alarmierung durch die Feuerwehr entgegennehmen, sich schnell über das weitere, notwendige Vorgehensweise informieren können.

Bisher existiert am Klinikum rechts der Isar ein Katastrophenplan, der mehrheitlich in Form von Texten, Auftragsblätter und im Anhang verteilten Diagrammen bestand. Diese im Notfall schnell durchzuarbeiten, um die Struktur und den Ablauf zu verstehen gestaltet sich sehr schwierig.

Deswegen sollte ein neuer Katastrophenplan schriftlich, überschaubar und für jeden Mitarbeiter verständlich entwickelt werden.

Die Ergebnisse aus der Vorübung vom 15.09.12 und der Tunnelübung vom 25.11.12 wurden in den neuen grundlegend überarbeiteten Katastrophenplan der Klinik integriert.

Der neue Katastrophenplan für externe Gefahrenlagen wurde in mehrere Abschnitte gegliedert. Der erste Abschnitt wurde möglichst kurz gestaltet und soll ein Überblick über Abläufe und Leitungsstrukturen geben. Dabei wird der jeweilige Betrachter Schrittweise durch den Alarmierungs- und Aufbauprozess geführt. Um die einzelnen Schritte besser differenzieren zu können, wurden sie farblich abgetrennt und in Flussdiagrammen dargestellt. Die wichtigsten Telefonnummern wurden im Plan eingefügt, um in der frühen Phase eine schnelle Kommunikation zu ermöglichen. Zusätzlich wurde eine Verkehrsplanungskarte der Kurzversion hinzugefügt. Auch eine Klinikkarte mit den wichtigsten Punkten und Räumlichkeiten wurde eingefügt. Für eine bessere Übersicht über die Aufgabenverteilung unter den verschiedenen Einsatzleitungen wurde ein Organigramm erstellt. Als letztes wurde eine Kurzversion der Telefonliste mit den wichtigsten Telefonnummern der im Katastrophenplan eingeplanten Positionen hinzugefügt.

Aus den Flussdiagrammen und Organigrammen gibt es Seitenverweise auf den dritten Abschnitt. Hier sind nochmals alle Ablaufpläne und Strukturen ausführlich in Texten mit Detailangaben beschrieben. Dies soll es ermöglichen bei Detailfragen, die im Ablauf entstehen und mit der Kurzversion des Katastrophenplan nicht beantwortet werden können, sich schnell weitere Informationen einholen zu können.

Anschließend folgen im vierten Abschnitt alle Auftragsblätter. Dieser Abschnitt hat zu Beginn ein Verzeichnis, um schneller die passenden Auftragsblätter zu finden. Diese sind sowohl farblich als auch tabellarisch gegliedert. Dadurch soll eine bessere Übersicht geschaffen

werden. Auf den Auftragsblättern sind die Zusammensetzungen der jeweiligen Teams, die Sammelpunkte, ggf. die Einsatzorte und die Aufgaben beschrieben.

Eine vollständige Telefonliste mit den klinikinternen Nummern aller Dienstgruppen und Leitungspositionen der ärztlichen als auch nichtärztlichen Mitarbeiter wurden im 6. Abschnitt hinzugefügt. Dieser sollte auch bei einem MANV Fall mit Ausfall des FACT24 Systems dazu dienen, schnell alle notwendigen Mitarbeiter zu rekrutieren oder gegebenenfalls Mitarbeiter nachzufordern.

Im Anhang ist der Pandemie Plan beigefügt. Da ABC-Unfälle oder Anschläge sich verhältnismäßig seltener ereignen entschieden wir uns den Pandemie Plan bis auf einige verweise in der Kurzversion des Katastrophenplans nur ergänzend im Anhang hinzuzufügen.



## 6 ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit ging es um die Optimierung der Katastrophenbereitschaft des Klinikums rechts der Isar. Dafür wurde eine MANV Arbeitsgemeinschaft aufgestellt, anhand eines Probealarms und einer Katastrophenübung das bestehende System getestet und aus deren Ergebnissen, Veränderungen im Katastrophenplan und Optimierungen der Ressourcen vorgenommen.

Die Organisation einer MANV Arbeitsgruppe gestaltete sich insgesamt als ein Vorteil bei der Planung der Übung und bei der Erstellung des neuen Katastrophenplans. Durch die Einbindung unterschiedlicher Arbeitsbereiche, wie Pflege, Ärzte und Brandschutzbeauftragte wurde die Motivation, Kommunikation und das Engagement zur Optimierung der Katastrophenbereitschaft der Klinik verbessert. In Zukunft sollte auch das Sicherheitspersonal in der Arbeitsgruppe mit einbezogen werden, da Sie bei der Bewältigung eines MANV innerklinisch bei der Kontrolle des Zuflusses an Verletzten und Angehörigen eine entscheidende Rolle spielen, was sowohl in unsere Übung als auch in den internationalen Vorfällen erkennbar wurde.

Die Idee, eine Verbesserung der Katastrophenbereitschaft der Klinik in drei Schritten anzugehen, hat sich in diesem Fall bewährt. Hierdurch konnten die einzelnen Phasen vom Ablauf des innerklinischen Managements bei einem Katastrophenfall getestet, Schwachstellen aufgedeckt und so überarbeitet werden.

Zu den Ergebnissen aus der Vorübung vom 15.09.2012 lässt sich zusammenfassend sagen, dass bei zukünftigen Übungen, ein unangekündigter Probeanruf durch die ILST der Feuerwehr erfolgen sollte, um die gesamte Alarmierungsphase der Klinik realitätsnah zu prüfen. Weiterhin sollte eine bessere Verkehrsplanung im Katastrophenfall dem Sicherheitsdienst vorliegen und bekannt sein, der Zustrom von Patienten auf eine Möglichkeit reduziert und eine bessere Übersicht im Notfalllageraum geschaffen werden, um im Katastrophenfall eine schnellere Übersicht zu erlangen. Die hierfür erforderlichen Pläne wurden im Katastrophenplan eingefügt und die erforderlichen Materialien zur besseren Übersicht im Notfalllageraum angefordert. Neben den taktischen Änderungen wurde zusätzlich neues Equipment, wie z.B. Fixateur externe, Stiffnecks, Aufbewahrungsboxen und weiteres angeschafft. Diese Maßnahmen wurde im weiteren Verlauf durch die MANV Arbeitsgruppe geprüft.

In der Tunnelübung am 25.11.2012 wurde deutlich, dass eine bessere medizinische Leitung durch Neupositionierung der Medizinischen Einsatzleitung erfolgen muss. Da die meisten medizinischen Entscheidungen im Schockraum getroffen werden, erschien es sinnvoll, den Einsatzort der medizinischen Einsatzleitung dorthin zu verlegen. Bei der Besprechung

verschiedener Szenarien innerhalb der MANV Arbeitsgruppe zeigte sich dieses besonders Vorteilhaft, da es eine bessere Übersicht über die Verletzten und entsprechend der vorhandenen Ressourcen eine bessere Versorgung der Verletzten ermöglicht.

Weiterhin sollte in Zukunft optional ein Plan bei überkapazitären Aufnahme bereitstehen, der es vorsieht, weitere Räumlichkeiten gegebenenfalls auch mit der Unterstützung externer Arbeitskräfte hinzuzuziehen und sie im Notfall mit der nötigen Ausrüstung auszustatten.

Für die zukünftigen FACT24 Alarmierungen hat sich als zentraler Sammel- und Teambildungsort für Mitarbeiter der Hörsaal D des Klinikums rechts der Isar als geeignet herausgestellt. Mit seinem zwei Zugängen und einem Vorraum kann hier sowohl der Zustrom von Mitarbeitern als auch die Teambildung zur Versorgung von Schwerverletzten erfolgen.

In der Übung zeigte sich auch, dass die Alarmierung von Mitarbeitern über das FACT24 gut funktioniert und die Verfügbarkeit der Mitarbeiter anderen nationalen vergleichen entspricht.

In die schriftliche Neugestaltung des Katastrophenplans wurden die Verbesserungen, die sich aus den Übungen ergaben mit integriert. Zusätzlich wurde durch die Umstrukturierung des Katastrophenplans, insbesondere durch die Nutzung von Diagrammen und Organigrammen, eine bessere Übersicht geschaffen.

Mit diesen Veränderungen und neuen Maßnahmen konnte entsprechend der Fragestellung der Arbeit die Katastrophenbereitschaft des Klinikums rechts der Isar verbessert werden.

## 7 LITERATURVERZEICHNIS

Abdulla, W., Rehwinkel, R., Netter, U., Börger, S., Abdulla, S., Bischel, A., Dorant, U., Isaak, I., & Wolf, S. (2009). Busunfall auf der Autobahn A14 bei Bernburg. *Notfall+ Rettungsmedizin*, 12(2), 123-129.

Ackermann, O., Marx, F., Vogel, T., Lahm, A., Pfohl, M., Tio, K., Kutzer, A., Weber, M., Hax, P.-M., & Teske, W. (2012). Krankenhausnotaufnahme als kritische Schnittstelle beim MANV. *Notfall+ Rettungsmedizin*, 15(4), 313-318.

Adams, H., Flemming, A., Hildebrand, F., Tecklenburg, A., Koppert, W., & Krettek, C. (2012). Übersichten-Notfallmedizin-Der Notfallplan des Krankenhauses. *Anesthesiologie und Intensivmedizin*, 53(2), 62.

Adams, H. A., Flemming, A., Krettek, C., & Koppert, W. (2015). [The hospital emergency plan]. *Med Klin Intensivmed Notfmed*, 110(1), 37-48. doi:10.1007/s00063-014-0414-8

Adams, H. A., & Tecklenburg, A. (2007). The hospital emergency plan – basics and general structure. *Intensivmedizin und Notfallmedizin*, 44(2), 88-97. doi:10.1007/s00390-007-0778-6

Ardagh, M. W., Richardson, S. K., Robinson, V., Than, M., Gee, P., Henderson, S., Khodaverdi, L., McKie, J., Robertson, G., & Schroeder, P. P. (2012). The initial health-system response to the earthquake in Christchurch, New Zealand, in February, 2011. *The Lancet*, 379(9831), 2109-2115.

Aufschnaiter, M., & Kofler, H. (1981). Sonographie beim stumpfen Bauch-und Thoraxtrauma. *Ultraschalldiagnostik*, 87-88.

Aufschnaiter, M., & Kofler, H. (1983). Sonographic acute diagnosis in polytrauma. *Aktuelle Traumatologie*, 13(2), 55-57.

Aylwin, C. J., König, T. C., Brennan, N. W., Shirley, P. J., Davies, G., Walsh, M. S., & Brohi, K. (2007). Reduction in critical mortality in urban mass casualty incidents: analysis of triage, surge, and resource use after the London bombings on July 7, 2005. *The Lancet*, 368(9554), 2219-2225.

B. Hossfeld, M. H., L. Lampl. (1999). Die Notaufnahme im Massenanfall- Entscheidende Schnittstelle zwischen Präklinik und Klinik. *Der Notarzt*, 15(05), 111-118.

Baker, S. P., o'Neill, B., Haddon Jr, W., & Long, W. B. (1974). The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 14(3), 187-196.

Beck, A., Bischoff, M., Gebhard, F., Huber-Lang, M., Kinzl, L., & Schmelz, A. (2004). Apparative Diagnostik im Schockraum. *Unfallchirurg*, 107(10), 862-870.

Beck, A., Bischoff, M., Gebhard, F., Huber-Lang, M., Kinzl, L., & Schmelz, A. (2004). [Diagnostic apparatus in the shock trauma room]. *Unfallchirurg*, *107*(10), 862-870. doi:10.1007/s00113-004-0812-0

Beck, A., Gebhard, F., Fleiter, T., Pfenninger, E., & Kinzl, L. (2002). Zeitoptimiertes modernes Schockraummanagement unter Einsatz digitaler Techniken. *Unfallchirurg*, *105*(3), 292-296.

Ben-Ishay, O., Mitaritunno, M., Catena, F., Sartelli, M., Ansaloni, L., & Kluger, Y. (2016). Mass casualty incidents-time to engage. *World journal of emergency surgery*, *11*(1), 8.

Border, J., LaDuca, J., & Seibel, R. (1975). Priorities in the management of the patient with polytrauma. In *Progress in surgery* (Vol. 14, pp. 84-120): Karger Publishers.

Bouillon, B., Kanz, K. G., Lackner, C. K., Mutschler, W., & Sturm, J. (2004). [The importance of Advanced Trauma Life Support (ATLS) in the emergency room]. *Unfallchirurg*, *107*(10), 844-850. doi:10.1007/s00113-004-0847-2

Burghofer, K., & Lackner, C. (2010). Kommunikation. *Notfall+ Rettungsmedizin*, *13*(5), 363-367.

Cerva Jr, D., Mirvis, S., Shanmuganathan, K., Kelly, I., & Pais, S. (1996). Detection of bleeding in patients with major pelvic fractures: value of contrast-enhanced CT. *AJR. American journal of roentgenology*, *166*(1), 131-135.

Collicott, P. E. (1979). Advanced trauma life support course, an improvement in rural trauma care. *The Nebraska medical journal*, *64*(9), 279.

Collicott, P. E. (1992). ADVANCED TRAUMA LIFE SUPPORT (ATLS): PAST, PRESENT, FUTURE-16TH STONE LECTURE, AMERICAN TRAUMA SOCIETY. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, *33*(5), 749-753.

Contzen, H. (1979). Vorbereitungen im Krankenhaus für einen Massenanfall von Verletzten (Katastrophen-Dispositiv). *Unfallchirurgie*, *5*(2), 88-92.

Cowley, R. (1976). Resuscitation and Stabilization of Major Multiple Trauma Patients in a Trauma Center Environment. *Clinical Medicine*, *83*(1), 16-22.

Cwojdzinski, D. (2008). *Leitfaden Krankenhausalarmplanung: Grundlagen*. Fachverl. Grimm.

de Ceballos, J. P. G., Turégano-Fuentes, F., Pérez-Díaz, D., Sanz-Sánchez, M., Martín-Llorente, C., & Guerrero-Sanz, J. (2004). 11 March 2004: The terrorist bomb explosions in Madrid, Spain—an analysis of the logistics, injuries sustained and clinical management of casualties treated at the closest hospital. *Critical Care*, *9*(1), 104.

Diepenseifen, C., Baumgarten, G., & Schewe, J.-C. (2014). Krankenhausalarmplanung. *Notfall+ Rettungsmedizin*, *17*(1), 32-38.

Donabedian, A. (1988). The quality of care. How can it be assessed? *JAMA*, 260(12), 1743-1748.

Einav, S., Aharonson-Daniel, L., Weissman, C., Freund, H. R., Peleg, K., & Israel Trauma, G. (2006). In-hospital resource utilization during multiple casualty incidents. *Ann Surg*, 243(4), 533-540. doi:10.1097/01.sla.0000206417.58432.48

FACTBOX: Attacks of Sept. 11, 2001. (2007). *Reuters.com*.

Frank, J., Marzi, I., & Mutschler, W. (1996). [Shock room management of polytrauma]. *Zentralbl Chir*, 121(11), 943-949.

Gwinnutt, C. L., & Driscoll, P. A. (1996). Advanced trauma life support. *Eur J Anaesthesiol*, 13(2), 95-101.

Halbfass, H., Wimmer, B., Hauenstein, K., & Zavisic, D. (1981). Ultraschall-Diagnostik des stumpfen bauchtraumas. *Fortschr Med*, 99(41), 1681-1685.

Hauenstein, K., Billmann, P., Wimmer, B., & Nöldge, S. (1981). Die Wertigkeit der Sonographie beim stumpfen Bauchtrauma. *Ultraschalldiagnostik*, 85-86.

Haug, C. J. (2015). Report from Paris. *N Engl J Med*, 373(27), 2589-2593. doi:10.1056/NEJMp1515229

Hilbert, P., Hoeller, J., Wawro, W., Zur Nieden, K., Ruppman, B., Koch, R., Braunschweig, R., Hofmann, G. O., & Stuttmann, R. (2005). [Emergency room management of multiple injured patients. A multislice computed tomography orientated treatment algorithm]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*, 40(12), 720-725. doi:10.1055/s-2005-921036

Hildebrand, F., Flemming, A., Gänsslen, A., Tecklenburg, A., Krettek, C., & Adams, H. (2008). Der Notfallplan des Krankenhauses bei externen Gefahrenlagen. *Intensivmedizin und Notfallmedizin*, 45(5), 292-300.

Hirshberg, A., Holcomb, J. B., & Mattox, K. L. (2001). Hospital trauma care in multiple-casualty incidents: a critical view. *Ann Emerg Med*, 37(6), 647-652. doi:10.1067/mem.2001.115650

Hirshberg, A., Stein, M., & Walden, R. (1999). Surgical resource utilization in urban terrorist bombing: a computer simulation. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 47(3), 545-550.

Hogan, D. (1996). Physical injuries and fatalities resulting from the Oklahoma City bombing. *JAMA*, 276, 382-387.

Hsu, E. B., Jenckes, M. W., Catlett, C. L., Robinson, K. A., Feuerstein, C., Cosgrove, S. E., Green, G. B., & Bass, E. B. (2004). Effectiveness of hospital staff mass-casualty incident

training methods: a systematic literature review. *Prehospital and disaster medicine*, 19(03), 191-199.

Huber-Wagner, S., Mand, C., Ruchholtz, S., Kühne, C. A., Holzapfel, K., Kanz, K.-G., van Griensven, M., Biberthaler, P., & Lefering, R. (2014). Effect of the localisation of the CT scanner during trauma resuscitation on survival—a retrospective, multicentre study. *Injury*, 45, S76-S82.

Kanz, K. G., Hornburger, P., Kay, M., Mutschler, W., & Schäuble, W. (2006). mSTaRT-Algorithmus für Sichtung, Behandlung und Transport bei einem Massenanfall von Verletzten. *Notfall+ Rettungsmedizin*, 9(3), 264-270.

Kanz, K. G., Korner, M., Linsenmaier, U., Kay, M. V., Huber-Wagner, S. M., Kreimeier, U., Pfeifer, K. J., Reiser, M., & Mutschler, W. (2004). [Priority-oriented shock trauma room management with the integration of multiple-view spiral computed tomography]. *Unfallchirurg*, 107(10), 937-944. doi:10.1007/s00113-004-0845-4

Kanz, K. G., Paul, A. O., Lefering, R., Kay, M. V., Kreimeier, U., Linsenmaier, U., Mutschler, W., Huber-Wagner, S., & Trauma Registry of the German Trauma, S. (2010). Trauma management incorporating focused assessment with computed tomography in trauma (FACTT) - potential effect on survival. *J Trauma Manag Outcomes*, 4, 4. doi:10.1186/1752-2897-4-4

Katastrophenhilfe, B. f. B. u. (2011). BBK-Glossar. Ausgewählte zentrale Begriffe des Bevölkerungsschutzes. *Praxis im Bevölkerungsschutz*.

Katastrophenmedizin, L., Kleber, C., & Bail, H. (2010). Katastrophenmedizin. *Leitfaden für die ärztliche Versorgung im Katastrophenfall*, 5. Auflage, 305.

Keller, W., Dillihunt, R., Fenner, H., Jolley, F., Keeney, A., Weygandt, P., & Hames, L. (1971). Rating the severity of tissue damage: I. The abbreviated injury scale. *JAMA*, 215(2), 277-280.

Kortbeek, J. B., Al Turki, S. A., Ali, J., Antoine, J. A., Bouillon, B., Brasel, K., Brenneman, F., Brink, P. R., Brohi, K., & Burris, D. (2008). Advanced trauma life support, the evidence for change. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 64(6), 1638-1650.

Kulla, M., Fischer, S., Helm, M., & Lampl, L. (2005). [How to assess the severity of the multi-system trauma in the emergency-room -- a critical review]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*, 40(12), 726-736. doi:10.1055/s-2005-870247

Leiba, A., Ashkenasi, I., Nakash, G., Pelts, R., Schwartz, D., Goldberg, A., Levi, B. G. Y., & Bar-Dayana, Y. (2006). Response of Thai hospitals to the Tsunami disaster. *Prehospital and disaster medicine*, 21(S1), S32-S37.

Lendemans, S. (2012). Schnittstellen in der Notfallmedizin. *Notfall+ Rettungsmedizin*, 15(4), 300-304.

Lenquist Montan, K., Hreckovski, B., Dobson, B., Ortenwall, P., Montan, C., Khorram-Manesh, A., & Lenquist, S. (2014). Development and evaluation of a new simulation model

for interactive training of the medical response to major incidents and disasters. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 40(4), 429-443. doi:10.1007/s00068-013-0350-y

Lennquist, S. (2003). The Emergotrain system for training and testing disaster preparedness: 15 years of experience. *International Journal of Disaster Medicine*, 1(1), 25-34. doi:10.1080/15031430310009398

Lennquist, S. (2005). Education and training in disaster medicine. *Scand J Surg*, 94(4), 300-310.

Levi, L., Bregman, D., Geva, H., & Revach, M. (1998). Hospital disaster management simulation system. *Prehospital and disaster medicine*, 13(1), 22-27.

Luiz, T., Lackner, C. K., Peter, H., Schmidt, J., Cwojdzinski, D., & Poloczek, S. (2009). *Medizinische Gefahrenabwehr*: Elsevier Health Sciences Germany.

Mackway-Jones, K., Marsden, J., & Windle, J. (1997). *Emergency triage: Manchester triage group*: Wiley Online Library.

Maghsudi, M., & Nerlich, M. (1998). Polytrauma-Management Präklinisches Handling und Schockraumversorgung. *Der Chirurg*, 69(3), 313-322.

Malik, Z. U., Hanif, M. S., Tariq, M., Aslam, R., Munir, A. J., Zaidi, H., & Akmal, M. (2006). Mass casualty management after a suicidal terrorist attack on a religious procession in Quetta, Pakistan. *Journal of the College of Physicians and Surgeons--Pakistan: JCPSP*, 16(4), 253-256.

Mand, C., Muller, T., Ruchholtz, S., Akut, Kunzel, A., & Kuhne, C. A. (2012). [Organizational, personnel and structural alterations due to participation in TraumaNetworkD DGU. The first stocktaking]. *Unfallchirurg*, 115(5), 417-426. doi:10.1007/s00113-010-1886-5

Marx, F., Binsfeld, M., & Franke, T. (2013). Medizinischer Einsatz bei der Loveparade 2010 in Duisburg. *Der Anaesthesist*, 62(12), 1010-1019.

Mirvis, S. E., Shanmuganathan, K., & Erb, R. (1994). Diffuse small-bowel ischemia in hypotensive adults after blunt trauma (shock bowel): CT findings and clinical significance. *AJR. American journal of roentgenology*, 163(6), 1375-1379.

Mirvis, S. E., Shanmuganathan, K., Miller, B. H., White, C. S., & Turney, S. Z. (1996). Traumatic aortic injury: diagnosis with contrast-enhanced thoracic CT--five-year experience at a major trauma center. *Radiology*, 200(2), 413-422.

Moecke, H., & Ahnefeld, F. (1997). Qualitätsmanagement in der Notfallmedizin. *Der Anaesthesist*, 46(9), 787-800.

- Moecke, H., Wirtz, S., Schallhorn, J., Oppermann, S., & Rechenbach, P. (2012). Terroranschläge–Bewältigung aus katastrophenmedizinischer Sicht. *Notfallmedizin up2date*, 7(4), 307. doi:10.1055/s-0032-1327918
- Mohammed, A. B., Mann, H. A., Nawabi, D. H., Goodier, D. W., & Ang, S. C. (2006). Impact of London's terrorist attacks on a major trauma center in London. *Prehospital and disaster medicine*, 21(05), 340-344.
- Montoya, J., Stawicki, S. P., Evans, D. C., Bahner, D. P., Sparks, S., Sharpe, R., & Cipolla, J. (2016). From FAST to E-FAST: an overview of the evolution of ultrasound-based traumatic injury assessment. *European journal of trauma and emergency surgery*, 42(2), 119-126.
- Mutschler, W., & Marzi, I. (1996). [Management of polytrauma]. *Zentralbl Chir*, 121(11), 895.
- Nast-Kolb, D., Ruchholtz, S., & Waydhas, C. (1997). [Evaluation and quality management in multiple trauma care]. *Langenbecks Arch Chir Suppl Kongressbd*, 114, 330-336.
- Nast-Kolb, D., Waydhas, C., Kanz, K. G., & Schweiberer, L. (1994). [An algorithm for management of shock in polytrauma]. *Unfallchirurg*, 97(6), 292-302.
- O'Neill, P. A. (2004). The ABC's of disaster response. *Scandinavian journal of surgery: SJS: official organ for the Finnish Surgical Society and the Scandinavian Surgical Society*, 94(4), 259-266.
- Ong, M.-S., & Coiera, E. (2011). A systematic review of failures in handoff communication during intrahospital transfers. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 37(6), 274-274.
- Pape, H.-C., Lefering, R., Butcher, N., Peitzman, A., Leenen, L., Marzi, I., Lichte, P., Josten, C., Bouillon, B., & Schmucker, U. (2014). The definition of polytrauma revisited: An international consensus process and proposal of the new 'Berlin definition'. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 77(5), 780-786.
- Prokoph, K., Rieger-Ndakorerwa, G., & Paschen, H. (2006). Katastrophenschutzübung zum Massenansturm von Verletzten. *Notfall+ Rettungsmedizin*, 9(3), 271-279.
- Regel, G., Lobenhoffer, P., Grotz, M., Pape, H., Lehmann, U., & Tscherne, H. (1995). Treatment results of patients with multiple trauma: an analysis of 3406 cases treated between 1972 and 1991 at a German Level I Trauma Center. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 38(1), 70-78.
- Rossetti, M. (1980). [Disaster medicine. Basic definitions and main points]. *ZFA (Stuttgart)*, 56(12), 821-825.
- Rozycki, G. S., Ochsner, M. G., Jaffin, J. H., & Champion, H. R. (1993). PROSPECTIVE EVALUATION OF SURGEONS' USE OF ULTRASOUND IN THE EVALUATION OF TRAUMA PATIENTS. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 34(4), 516-527.



Rozycki, G. S., & Shackford, S. R. (1996). Ultrasound, what every trauma surgeon should know. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 40(1), 1-4.

Ruchholtz, S., Nast-Kolb, D., Waydhas, C., Betz, P., & Schweiberer, L. (1994). [Early mortality in polytrauma. A critical analysis of preventable errors]. *Unfallchirurg*, 97(6), 285-291.

Ruchholtz, S., Zintl, B., Nast-Kolb, D., Waydhas, C., Schwender, D., Pfeifer, K. J., & Schweiberer, L. (1997). [Quality management in early clinical polytrauma management. II. Optimizing therapy by treatment guidelines]. *Unfallchirurg*, 100(11), 859-866.

San Mateo County Department of Health Services, E. M. S. A. (1998). The Hospital Emergency Incident Command System. 3. Edition.

Saunders, C. E., Makens, P. K., & Leblanc, L. J. (1989). Modeling emergency department operations using advanced computer simulation systems. *Annals of emergency medicine*, 18(2), 134-140.

Scalea, T. M., Rodriguez, A., Chiu, W. C., Brenneman, F. D., Fallon, W. F., Kato, K., McKenney, M. G., Nerlich, M. L., Ochsner, M. G., & Yoshii, H. (1999). Focused assessment with sonography for trauma (FAST): results from an international consensus conference. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 46(3), 466-472.

Schellein, O., Ludwig-Pistor, F., & Bremerich, D. H. (2009). Manchester triage system. *Der Anaesthetist*, 58(2), 163.

Schultz, C. H., Koenig, K. L., & Noji, E. K. (1996). A medical disaster response to reduce immediate mortality after an earthquake. *N Engl J Med*, 334(7), 438-444. doi:10.1056/NEJM199602153340706

Shamir, M. Y., Weiss, Y. G., Willner, D., Mintz, Y., Bloom, A. I., Weiss, Y., Sprung, C. L., & Weissman, C. (2004). Multiple casualty terror events: the anesthesiologist's perspective. In: LWW.

Shanmuganathan, K., Mirvis, S., & Reaney, S. (1995). Pictorial review: CT appearances of contrast medium extravasations associated with injury sustained from blunt abdominal trauma. *Clinical radiology*, 50(3), 182-187.

Shuman, W. P. (1997). CT of blunt abdominal trauma in adults. *Radiology*, 205(2), 297-306.

Siebers, C., Huber-Wagner, S., Ivanova, N., Jacob, M., Heindl, B., & Kanz, K. G. (2009). [Emergency room management of severely injured patients]. *Anaesthetist*, 58(12), 1216-1222. doi:10.1007/s00101-009-1646-5

SKK, S. K. f. K. u. K. (2006). Wörterbuch für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe.

Spire, D. C.-M.-L., Lombardy, P., & Toubert, J.-H.-R. (1934). *Précis d'organisation et de fonctionnement du service de santé en temps de guerre; principes de tactique sanitaire, par Ch. Spire,... et P. Lombardy,... préface de M. le médecin inspecteur général Toubert*: C. Lavauzelle.

Stein, M. M., Hirshberg, A., & Gerich, T. (2003). Der Massenanfall an Verletzten nach Explosion. *Unfallchirurg*, *106*(10), 802-810.

Styner, J. K. (2006). The birth of advanced trauma life support. *Journal of Trauma Nursing*, *13*(2), 41-44.

Subcommittee, A., Tchorz, K. M., & group, I. A. w. (2013). Advanced trauma life support (ATLS®): the ninth edition. *The Journal Of Trauma And Acute Care Surgery*, *74*(5), 1363.

Sundermeyer, O. (2006, 2006, 12. März). Die Aktion "Triangel" gerät zur Panne. *Spiegel Online*. Retrieved from <http://www.spiegel.de/sport/fussball/wm-katastropheneubung-die-aktion-triangel-geraet-zur-panne-a-405609.html>

Super, G., Groth, S., & Hook, R. (1994). START: simple triage and rapid treatment plan. *Newport Beach, CA: Hoag Memorial Presbyterian Hospital*, 199.

Teasdale, G., & Jennett, B. (1974). ASSESSMENT OF COMA AND IMPAIRED CONSCIOUSNESS: A Practical Scale. *The Lancet*, *304*(7872), 81-84. d

Tiling, T. (1981). Die Ultraschalluntersuchung beim stumpfen Bauchtrauma. *Hefte Unfallheilkd*, *153*, 378-382.

Tiling, T., Bouillon, B., & Edelmann, M. (1987). Was leistet die Sonographie bei der Diagnostik des stumpfen Thorax-und Bauchtraumas. In *Ultraschalldiagnostik des Bewegungsapparats* (pp. 112-120): Springer.

Toursarkissian, M., Oldenburg, D., & Benker, M. (2010). Triage-aus militärärztlicher Sicht. *Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen*, *104*(5), 407-410.

Trentz, O., Oestern, H., Hempelmann, G., Kolbow, H., Sturm, J., Trentz, O., & Tscherne, H. (1978). Criteria for the operability of patients with multiple injuries (author's transl). *Unfallheilkunde*, *81*(6), 451.

Tscherne, H., Oestern, H.-J., & Sturm, J. (1984). 5. Die Belastbarkeit Mehrfachverletzter und ihre Bedeutung für die operative Versorgung. *Langenbeck's Archives of Surgery*, *364*(1), 71-77.

Tso, P., Rodriguez, A., Cooper, C., Militello, P., Mirvis, S., Badellino, M. M., Boulanger, B. R., Foss, F. A. J., Hinson, D. M., Mighty, H. E., Nasrallah, D. V., Raimonde, A. J., Yates, W. D., & Yuschak, J. V. (1992). SONOGRAPHY IN BLUNT ABDOMINAL TRAUMA: A PRELIMINARY PROGRESS REPORT. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, *33*(1), 39-44.

Unfallchirurgie, D. G. f. (2016). S3 – Leitlinie Polytrauma / Schwerverletzten-Behandlung. 138-146.

Urban, B., Meisel, C., Lackner, C., & München, A. K. (2008). Alarmierung der Klinikmitarbeiter bei größeren Schadenslagen. *Notfall+ Rettungsmedizin*, 11(1), 28-36. doi:10.1007/s10049-007-0963-y

V., D. I. f. N. e. (2015). DIN 13050:2015-04 Begriffe im Rettungswesen *DIN*, 2015-04.

von Räden, C., Bühren, V., & Perl, M. (2017). Polytraumamanagement–Behandlung des Schwerverletzten in Schockraum und OP. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 155(05), 603-622.

Waydhas, C., Kanz, K. G., Ruchholtz, S., & Nast-Kolb, D. (1997). [A time and priority-oriented algorithm]. *Langenbecks Arch Chir Suppl Kongressbd*, 114, 966-969.

Weyrich, P., Christ, M., Celebi, N., & Riessen, R. (2012). Triage-systeme in der Notaufnahme. *Medizinische Klinik-Intensivmedizin und Notfallmedizin*, 107(1), 67-79.

## 8 DANKSAGUNG

Ich bedanke mich bei Univ.-Prof. Dr. med. Biberthaler der mir die Möglichkeit gegeben hat an seiner Klinik zu diesem interessanten Thema zu promovieren.

Mein besonderer Dank gilt aber meinem herausragendem Betreuer Prof. Dr. Huber-Wagner, der trotz seiner Position als leitender Oberarzt der Unfallchirurgie, immer für mich erreichbar war und mich auch in schwierigen Phasen stets unterstützte.

Ein besonderer Dank gilt natürlich meinen Eltern die mich immer unterstützt und motiviert haben. Ohne diesen Rückhalt wäre mir mein Studium und meine Promotion nur schwer gelungen.

Zuletzt möchte ich mich bei meinen zahlreichen Unterstützern bedanken.

Prof. Dr. Karl Georg Kanz

Dr. Sascha Ständer

Dr. Alem Delalic

Conny Plischke

Julia Riedmayr

Fritz Seidel

Dr. Eileen Mempel

Anna Schuldt

Ulrike Jundi

## 9 ANHANG

Zum Anhang der Promotion gehört, der im Rahmen dieser Arbeit, neuentwickelte Katastrophenplan des Klinikums rechts der Isar.

Aus Sicherheitsgründen wurde der Veröffentlichung von der Geschäftsleitung der Klinik nicht zugestimmt.

Dieser kann nur auf Anfrage im Sekretariat der Unfallchirurgie Univ.-Prof. Dr. med. Biberthaler zur Einsicht bereitgestellt werden.