

Aus der Klinik für Allgemeine, Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorstand: Prof. Dr. Wolfgang Böcker

Vorbereitung bayerischer Krankenhäuser auf den Massenanfall von Verletzten bei lebensbedrohlichen Lagen

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Vorgelegt von:

Nina Isabel Thies

aus

Schwerte

2021

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. Karl-Georg Kanz
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. Christian K. Lackner
Betreuung durch den promovierten Mitarbeiter:	Dr. Thorsten Kohlmann
Dekan:	Prof. Dr. Thomas Gudermann
Tag der mündlichen Prüfung:	15.12.2021

Inhaltsverzeichnis

<i>Abbildungsverzeichnis</i>	II
<i>Tabellenverzeichnis</i>	III
<i>Abkürzungsverzeichnis</i>	IV
1. Einleitung	1
1.1. <i>Definition Massenansturm von Verletzten (MANV)</i>	2
1.2. <i>Aufnahmekapazität der Kliniken beim MANV</i>	2
1.3. <i>Definition Traumanetzwerk</i>	3
1.4. <i>Verletzungsmuster nach einem TerrorMANV</i>	5
1.4.1. <i>Schuss- oder Stichverletzungen</i>	5
1.4.2. <i>Ein Beispiel für typische Verletzungsmuster nach Schuss- und Stichverletzungen</i>	7
1.4.3. <i>Bombenexplosion</i>	8
1.4.4. <i>Ein Beispiel für typische Verletzungsmuster nach einem Bombenanschlag</i>	9
1.5. <i>Relevante chirurgische Konzepte bei einem TerrorMANV</i>	10
1.5.1. <i>Damage control surgery (DCS)</i>	10
1.5.2. <i>Tactical abbreviated surgical care (TASC)</i>	11
1.6. <i>Spezielle Eingriffe</i>	12
1.6.1. <i>Trepanation</i>	12
1.6.2. <i>Intrakranielle Druckmessung (ICP)</i>	12
1.6.3. <i>Clamshell Thorakotomie</i>	13
1.6.4. <i>Retrograde endovaskuläre Aortenokklusion (REBOA-Technik)</i>	14
2. Zielsetzung	17
3. Material / Methoden	18
3.1. <i>Aufbau Fragebogen</i>	18
3.2. <i>Datenauswertung</i>	21
3.3. <i>Ethik</i>	22
4. Ergebnisse	23
4.1. <i>Entfernungen</i>	23
4.2. <i>Alarmierung von Personal</i>	25
4.3. <i>Neurochirurgie</i>	26
4.4. <i>Thoraxchirurgie</i>	32
4.5. <i>Gefäßchirurgie</i>	38
4.6. <i>Unfallchirurgie</i>	38

5. Diskussion	41
5.1. Entfernungen	41
5.2. Ist das Personal bereit, wenn die Patienten eintreffen?.....	42
5.3. Indikation und Durchführung einer Trepanation	45
5.4. Wer führt die Verfahren durch?.....	46
5.5. Notfallthorakotomie im Schockraum vs. OP.....	48
5.6. Indikation REBOA-Verfahren.....	53
5.7. Versorgung von Extremitäten.....	54
5.8. Materialressourcen	55
5.9. Fazit.....	56
6. Limitation der Studie	58
.....	59
7. Zusammenfassung	60
8. Literaturverzeichnis	62
9. Anhänge	69
9.1. Fragebogen.....	69
9.2. Danksagung.....	75
9.3. Eidesstattliche Versicherung.....	76

Nach dem Einreichen der Dissertation wurden Teile folgender Kapitel (Zielsetzung S. 17; Material/Methoden S. 18; Aufbau Fragebogen S. 18, 20,21; Ethik S. 22; Ergebnisse S. 23, 25-28, 32; Diskussion S. 41-49, 55; Limitationen S. 58, 59; sowie Tbl. 3; Tbl. 8; Tbl. 9; Abb. 4 und Abb. 7) im Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine veröffentlicht:

Thies N, Zech A, Kohlmann T, Biberthaler P, Bayeff-Filloff M, Kanz K-G, Prueckner S. Preparation of hospitals for mass casualty incidents in Bavaria, Germany: care capacities for penetrating injuries and explosions in TerrorMASCALs. Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine. 2021;29(1):156.

Die Textpassagen sind jeweils mit einem * gekennzeichnet.

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1. Vollmantelgeschoss vs. Teilmantelgeschoss
- Abb. 2. Zugang für die Clamshell Thorakotomie mit der roten Linie dargestellt.
- Abb. 3. Einteilung der Zonen bei der REBOA-Technik.
- Abb. 4. Rücklaufquote der Fragebögen.
- Abb. 5. Angabe der Entfernung zwischen Hubschrauberlandeplatz und Schockraum (in m), die mittels Trage zurückgelegt wird.
- Abb. 6. Angabe der Entfernung zwischen Schockraum und CT (in m), die mittels Trage zurückgelegt wird.
- Abb. 7. Alarmierung des dienstfreien Personals: Anteil der Kliniken mit/ohne externem Alarmierungssystem.
- Abb. 8. Angabe über die Menge Material zur Trepanation vorgehalten wird.
- Abb. 9. Angabe der Menge für wie viele Patienten Material für eine Thorakotomie vorgehalten wird.
- Abb. 10. Durchführende Fachrichtung der Thorakotomie.
- Abb. 11. Vorhaltung von Beckenzwingen beziehungsweise Pelvic Sling.
- Abb. 12. Vorhaltung von Tourniquets.
- Abb. 13. Vorhaltung von Fixateur externe.
- Abb. 14. Algorithmus beim traumatisch bedingter Kreislaufstillstand nach den ERC Guidelines.

Tabellenverzeichnis

- Tbl. 1. Anforderungen an die einzelnen Kategorien der Traumazentren
- Tab. 2. Stufen der Explosionsverletzungen
- Tab. 3. Inhaltliche Gliederung des Fragebogens
- Tab. 4. Durchführung einer Trepanation unter Berücksichtigung von Material und Personal in den regionalen Traumazentren.
- Tab. 5. Durchführung einer Trepanation unter Berücksichtigung von Material und Personal in den lokalen Traumazentren.
- Tab. 6. Durchführung einer Trepanation unter Berücksichtigung von Material und Personal in den nicht Trauma zertifizierten Kliniken.
- Tab. 7. Personalressourcen für die Durchführung einer Trepanation.
- Tab. 8. Durchführung einer Thorakotomie unter Material- und Personalvorhaltung sowie Ort der Materialvorhaltung.
- Tab. 9. Personalressourcen für die Durchführung einer Thorakotomie.
- Tab. 10. Freitext Antworten zur Kategorie "andere Fachrichtung" in den überregionalen Traumazentren
- Tab. 11. Freitext Antworten zur Kategorie "andere Fachrichtung" in den regionalen Traumazentren
- Tab. 12. Freitext Antworten zur Kategorie "andere Fachrichtung" in den lokalen Traumazentren
- Tab. 13. Freitext Antworten zur Kategorie "andere Fachrichtung" in den nicht Trauma zertifizierten Kliniken
- Tab. 14. Darstellung des zeitlichen Eintreffens der Patienten beim TerrorMANV.

Abkürzungsverzeichnis

ASSET	=	Advanced Surgical Skills for Exposure in Trauma
ATLS	=	Advanced Trauma Life Support
bzw.	=	Beziehungsweise
CPR	=	Cardiopulmonale Reanimation
ca.	=	Circa
CT	=	Computertomographie
CCT	=	Craniale Computertomographie
DCS	=	Damage control surgery
DGU [®]	=	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
ERC	=	European Resuscitation Council
EVD	=	externer Ventrikeldrainage
ggf.	=	Gegebenenfalls
GCS	=	Glasgow Coma Scale
HCV	=	Hepatitis-C-Virus
HIV	=	Human Immunodeficiency Virus
ISS	=	Injury Severity Score
INM	=	Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement
ICP	=	intrakranielle Druckmessung
LTZ	=	Lokales Traumazentrum
MANV	=	Massenanfall von Verletzten
Terror- MANV	=	Massenanfall von Verletzten durch einen terroristischen Anschlag
m	=	Meter
min	=	Minuten
NCH	=	Neurochirurgie
PERT	=	Prehospital and Emergency Department Thoracotomy
RTZ	=	Regionales Traumazentrum
REBOA	=	Retrograden endovaskulären Aortenokklusion
TASC	=	Tactical abbreviated surgical care
TDSC [®]	=	Terror and Disaster Surgical Care-Kurs

TZ = Traumazentrum
ÜTZ = Überregionales Traumazentrum
UCH = Unfallchirurgie
vs. = Versus
ZVD = Zentraler Venendruck
z.B. = zum Beispiel

1. Einleitung

Die Anzahl von Anschlägen mit terroristischem Hintergrund ist steigend (1). Bisher sind die Kliniken in Deutschland aber eher auf Verletzungsmuster nach Verkehrsunfällen mit mehreren Fahrzeugen, Busunfällen oder Zugunglücken wie 1998 in Eschede vorbereitet. Bei diesen Lagen geht es um die Bewältigung eines statischen Ereignisses, welches sich innerhalb von Minuten manifestiert hat (2).

Die Versorgung von Verletzten nach Anschlägen mit dem Gebrauch von Schuss- oder Stichwaffen, wie 2011 in Norwegen, 2016 in München und 2017 beim Messerangriff in London, als auch nach Bombenanschlägen in den USA und noch häufiger in Istanbul, aber auch in jüngerer Vergangenheit in Europa, wie Madrid, London und Paris, stellen eine neue Herausforderung in der Traumaversorgung und damit auch bei der Planung für einen Massenanfall von Verletzten (MANV) dar (3).

Ein Unterschied bei einem TerrorMANV im Vergleich zu einem normalen MANV ist ein dynamischer Verlauf, der sich über mehrere Stunden erstrecken kann. Zudem besteht die Möglichkeit, dass es zu Schadenslagen an verschiedenen Orten kommen kann und auch kritische Infrastrukturen betroffen sein können (2). Im Vordergrund der Verletzungsmuster stehen penetrierende und perforierende Verletzungen, in deren Folge es zu raschen Blutverlusten kommen kann. Dadurch ist die Zahl der Schwerverletzten beim TerrorMANV erhöht. Da die Durchführung von Terroranschlägen häufig mit Kriegswaffen erfolgt, sind die Verletzungsmuster ähnlich wie bei Kriegsverletzten. Zusätzlich besteht die Gefahr eines „second hit“ (4). Damit wird ein zweiter Anschlag am Ereignisort, welcher zeitverzögert auftritt, bezeichnet (5).

1.1. Definition Massenanfall von Verletzten (MANV)

Ein Massenanfall von Verletzten (MANV) ist laut DIN 13050:2009-02 (Rettungswesen) ein Notfall mit einer größeren Anzahl von Verletzten oder Erkrankten sowie anderen Geschädigten oder Betroffenen, der mit der vorhandenen und einsetzbaren Vorhaltung des Rettungsdienstes aus dem Rettungsdienstbereich nicht bewältigt werden kann (6). Das heißt, dass es im Rahmen eines Massenanfalls von Verletzten auch für die Krankenhäuser bedeutet, dass diese Lage nicht mit den Mitteln und dem Personal im Routinebetrieb abuarbeiten ist.

Ursachen eines Massenanfalls von Verletzten können Naturkatastrophen, Terroranschläge, Amokläufe oder andere Großschadensereignisse sein (7).

1.2. Aufnahmekapazität der Kliniken beim MANV

Ziel im MANV Fall ist es, die zu diesem Zeitpunkt mögliche Aufnahmekapazität der Krankenhäuser realistisch widerzuspiegeln. Dafür müssen im Vorwege die Kriterien definiert werden, die eine Aufnahme von Schwerverletzten in den Kliniken ermöglicht oder andererseits auch limitiert (8). Die Aufnahmekapazität ist zum Beispiel abhängig von folgenden Kriterien: dem Personal, der Ausbildung des Personals, der Materialvorhaltung, der OP und Intensivkapazität sowie der Tageszeit und Ferienzeit.

In München wird die Zuteilung der Patienten bei einem Massenanfall von verletzten Personen über die Patientenverteilmatrix (PVM) München geregelt unter Berücksichtigung der Sichtungskategorie 1,2,3, sowie der Kategorie „pädiatrischer Patient“.

In der Patientenverteilmatrix sind alle Kliniken in München und im Umkreis aufgeführt, die im MANV Fall für die Verletztenversorgung

zur Verfügung stehen. Diese Patientenverteilungsmatrix sieht verschiedene Stufen vor, welche sich an der Anzahl der geschätzten Verletzten vor Ort orientiert. In einer festgeschriebenen Reihenfolge werden die Patienten zu den in der Matrix hinterlegten Kliniken gebracht. Dies ermöglicht den Kliniken, nicht auf einmal mit mehreren Schwerverletzten konfrontiert zu werden, sondern diese in einem zeitlichen Abstand zu erhalten. Anhand der Stufe der Patientenverteilungsmatrix kann die Klinik in einer Tabelle erkennen, wie viele Patienten sie erhalten wird. Diese Aufnahmekapazität ist im Vorfeld von den Kliniken selbst festgelegt worden (9). Allerdings lässt dieses System keine Hinterlegung einer Meldung über die Kapazität für die Versorgung spezieller thoraxchirurgischer oder gefäßchirurgischer Verletzungsmuster zu.

1.3. Definition Traumanetzwerk

Mit dem Projekt Traumanetzwerk DGU® (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie), das 2006 initiiert wurde, ist eine Möglichkeit etabliert worden, eine flächendeckende qualifizierte Versorgung von Schwerverletzten in Deutschland unter Berücksichtigung aller beteiligten Fachrichtungen, Berufsgruppen, Verbänden und staatlichen Institutionen zu ermöglichen, zu verbessern und weiterzuentwickeln. Je nach Vorhaltung und Kapazität der Klinik erfolgt eine Kategorisierung in lokales, regionales und überregionales Traumazentrum. Dies ermöglicht die Zuteilung je nach Verletzungsschwere eines schwerverletzten Patienten in ein geeignetes Traumazentrum. Die Einteilung wird durch Zertifizierungsverfahren überprüft (10).

Tabelle 1 gibt eine Zusammenfassung der wichtigsten Anforderung an die Traumazentren:

Kategorie	Charakteristika
Lokales Trauma-zentrum	<ul style="list-style-type: none"> • Flächendeckende Versorgung der häufigsten Einzelverletzungen • Initiale Anlaufstelle von Schwerverletzten, wenn ein direkter Transport in ein regionales oder überregionales Zentrum nicht möglich ist. Gerade außerhalb von Ballungszentren (Erstbehandlung, Weiterleitung)
Regionales Trauma-zentrum	<ul style="list-style-type: none"> • Umfassende Notfall- und Definitivversorgung unter Vorhaltung von Intensiv- und Operationskapazität • Jederzeit verfügbare Facharztkompetenz mit Weiterbildung in der Speziellen Unfallchirurgie sowie regelhaft auch die Involvierung anderer Fachdisziplinen (z.B. Neurochirurgie) • Dem Versorgungsniveau angepasste diagnostische und therapeutische-operative Ausstattung • Beteiligung am Katastrophenschutz mit Bereitstellung von Behandlungskapazität • Unterschied zum überregionalen Traumazentrum: <ul style="list-style-type: none"> • Eingeschränkte Kapazität (ein Schockraumbehandlungsplatz) • Eingeschränkte Kapazität besonders komplexer Verletzungen
Überregionales Trauma-zentrum	<ul style="list-style-type: none"> • Angegliedert an Kliniken der Maximalversorgung • Umfassende Aufgaben bei der Behandlung von Mehrfach- und Schwerverletzten (außergewöhnlich komplexen oder seltenen Verletzungsmustern) • Jederzeitige Aufnahmebereitschaft von Intensiv- und Operationskapazität • Zeitgerechte Verfügbarkeit notwendiger Fachdisziplinen im Sinne eines interdisziplinären Behandlungsansatzes • Sonderaufgabe im Bereich der Aus-, Fort- und Weiterbildung

Tbl 1. Anforderungen an die jeweiligen Kategorien der Traumazentren (10).

1.4. Verletzungsmuster nach einem TerrorMANV

1.4.1. Schuss- oder Stichverletzungen

Das Ausmaß einer Stichverletzung ist abhängig von der Beschaffenheit und Form der Klinge, von der Stichrichtung, der ausgeübten Kraft sowie von der Klingenlänge. Die Wundränder einer Stichwunde sind meist glatt und nicht klaffend (11).

Bei Schussverletzungen ist aufgrund der höheren Energie und meist tieferen Eindringtiefe häufiger mit Mehrorganverletzungen zu rechnen als bei Stichverletzungen. Die Energie wird an das umgebende Gewebe abgegeben, wodurch es zur Ausbildung von Wundhöhlen kommt. Dies wird maßgeblich durch das Material der Patrone und das Gewebe, welches durchsetzt wird, beeinflusst.

Die Wundmorphologie wird maßgeblich durch die Geschossart bestimmt. Man unterscheidet Vollmantelgeschosse und Teilmantelgeschosse siehe Abbildung 1.

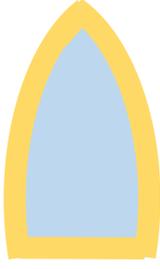
Vollmantelgeschoss	Teilmantelgeschoss
	
<p>Der Bleikern ist bei Vollmantelgeschossen komplett durch einen Kupfer-, Tombak- oder Eisenmantel umschlossen.</p>	<p>Es liegt nur eine Teilummantelung vor. Die Spitze wird vom Mantelmaterial nicht umgeben, sodass der Bleikern frei liegt.</p>

Abb. 1. Vollmantelgeschoss vs. Teilmantelgeschoss (12); (13).

Vollmantelgeschosse geben bei Langwaffen (z.B. Gewehr G36) ihre maximale Energie erst nach einer gewissen Eindringtiefe ab, wohingegen bei Kurzwaffen (z.B. Pistole, Revolver) mit einem linearen Wundkanal ohne großem Kavitationseffekt zu rechnen ist. Bei Teilmantelgeschossen wird die Energie schon bei geringer Eindringtiefe maximal abgegeben.

Letztendlich sind Lage des Treffpunkts und Verlauf des Schusskanals für die pathophysiologischen Auswirkungen auf den Gesamtorganismus verantwortlich. Der Durchschuss eines Gefäßes hat beispielsweise lebensbedrohlichere Folgen als ein Durchschuss der Wadenmuskulatur. Durch die Inspektion von Ein- und Ausschusswunde kann das dazwischen befindliche Verletzungsausmaß nicht abgeschätzt werden (11); (14).

Stichverletzungen haben im Vergleich zu Schussverletzungen eine geringere Eindringtiefe und Energieabgabe, so dass es seltener zu Multiorganverletzungen kommt und damit generell eine bessere Prognose besteht (11). Zum Beispiel perforieren abdominelle Stichverlet-

zungen in 60-75% die peritoneale Grenze und führen so nicht grundsätzlich zu Organverletzungen, wohingegen bei Schussverletzungen mit 95% nahezu immer davon auszugehen ist (15).

Die Anzahl von Schuss- und Stichverletzungen sind in Mitteleuropa geringer als in den USA oder Südafrika (16). Allerdings ist eine zunehmende Tendenz von terroristischen Anschlägen festzustellen (17). Am 22.07.2011 ereignet sich ein Amoklauf auf der Insel Utoya in Norwegen, bei dem 69 Personen starben und 56 in ein Krankenhaus gebracht wurden (18). Auch in München kam es am 22.07.2016 zu einem Amoklauf mit neun Toten und neun Verletzten (19). In jüngster Vergangenheit ereigneten sich ebenso in Paris und Brüssel entsprechende Vorfälle.

1.4.2. Ein Beispiel für typische Verletzungsmuster nach Schuss- und Stichverletzungen

In einer Analyse der Notfalldaten des Chris Hani Baragwanath Academic Hospitals (CHB) Johannesburg, Südafrika, werden typische Verletzungsmuster nach Schuss- und Stichverletzungen im Vergleich zu Verkehrsunfällen bei 5.602 Patienten dargestellt. Die Daten wurden in einer Single-Hospital-Analyse gewonnen. Dieses Krankenhaus ist ein Haus der Maximalversorgung (20).

Im Beobachtungszeitraum konnten 2.100 Stichverletzungen, 1.996 Schussverletzungen und 1.384 Patienten nach einem Verkehrsunfall analysiert werden.

Kategorisiert nach Stichverletzungen treten am häufigsten thorakale Verletzungen (44,4%) auf, wohingegen nach Schussverletzungen abdominelle Verletzungen mit (34,4%) dominieren und thorakale Verletzungen erst an zweiter Stelle stehen (24,8%)

Die Patienten nach einem Verkehrsunfall hatten mit 77,5% am häufigsten Kopfverletzungen (20).

Die Herausforderung ist, Patienten mit penetrierenden Verletzungen in geeignete Kliniken, die diese Verletzungsmuster adäquat versorgen können, zu transportieren (20); (21).

1.4.3. Bombenexplosion

Nach Explosionen entstehen typischerweise mechanische und thermische Traumen. Als Folge treten perforierende und stumpfe Kombinationsverletzungen auf. Die Verletzungsmuster sind abhängig vom zeitlichen Verlauf und dem Ausmaß der Detonation. Sie können in fünf Stufen eingeteilt werden (22);(23):

	Ursache	Typische Verletzungen
Primär	Druck-, Scherkräfte der Schockwelle	Trommelfellruptur, »blast lung«, Bauch-/Hohlorganverletzung, arterielle Gasembolie
Sekundär	Fragmentation in Form von Splitter, Projektile	Multiple perforierende Verletzungen
Tertiär	Ak- und Dezeleration durch Sturz, größere Trümmer, Verschüttung (Gebäudekollaps)	Vorwiegend stumpfe Verletzungen des gesamten Körpers, können aber auch penetrierend sein
Quartär	Verbrennung, Inhalationstrauma (durch freigesetzte Rauchgase und Giftstoffe)	Gesamter Körper, Exazerbation von Vorerkrankungen, Infektion/Kontamination mit ABC-Stoffen (z. B. HIV, HCV-Infektion durch Selbstmordattentäter)
Quintär	Nicht geklärt: Additiva?	Hämodynamische Instabilität, Hyperpyrexie, niedriger ZVD, positive Flüssigkeitsbilanz

Tab.2. Stufen der Explosionsverletzungen (22); (23).

Durch die Reflexion von Druckwellen (z.B. von harten Flächen oder Gegenständen) kann die schädigende Wirkung einer Explosion verstärkt werden. Dies bedeutet, dass Personen in geschlossenen Räu-

men wie z.B. Bussen oder U- Bahnen von der Schockwelle aus verschiedenen Richtungen getroffen werden. In geschlossenen Räumen ist mit einer größeren Anzahl von schwerwiegenden Verletzten zu rechnen. Der Anteil der penetrierenden Verletzungen ist ebenfalls in geschlossenen Räumen größer (23).

Die Anzahl der Verletzten nach Bombenanschlägen ist sehr hoch, allerdings sind die meisten Verletzten nicht kritisch verletzt.

In Madrid wurden 2004 vier Nahverkehrszüge während der Rush Hour Ziel terroristischer Anschläge.

Die Bilanz: 177 Opfer verstarben unmittelbar an der Unglücksstelle, 14 weitere Opfer anschließend in der Klinik und die Zahl der Verletzten betrug mehr als 2.000 (24).

93% der Todesfälle sind unmittelbar nach dem Anschlag verstorben. Die meisten Überlebenden (86%) haben keine kritischen Verletzungen erlitten. Wobei zu berücksichtigen ist, dass geschlossene Zugtüren die Anzahl der unmittelbaren Todesfälle erhöht (25).

Ein ähnliches Szenario hat sich im Jahr 2005 in London zugetragen, ebenfalls zur Rush Hour. Das Verhältnis von Toten zu Verletzten ist in London mit 7,7% zu Madrid mit 9,2% ähnlich (26). Es sollte bei der Verteilung auf die Krankenhäuser bei den kritisch Verletzten auf eine sinnvolle und effiziente Zuteilung geachtet werden (27).

1.4.4. Ein Beispiel für typische Verletzungsmuster nach einem Bombenanschlag

Die Verletzungsmuster der Patienten nach einem Bombenanschlag wird am Beispiel des GMUGH (Gregorio Maranon University General Hospital), einem Haus mit 1.800 Betten, welches hinsichtlich der Versorgung der Opfer im Mittelpunkt der Bombenexplosionen im Jahr 2004 in Madrid stand, dargestellt.

Die Differenzierung der Hauptverletzungen der eingelieferten Patienten (243) teilt sich wie folgt auf: Trommelfellperforation 41%, Thorakale Verletzungen 40%, Granatsplitterwunden 36%, Frakturen 18%, Verbrennungen 18%, Augenverletzungen 16%, Kopfverletzungen 12%, Abdominal 5%, Amputation 5%.

Davon wurden 27 eingelieferte Patienten als kritisch eingestuft. Die Definition „kritisch“ erfolgte durch das Vorliegen von folgenden Kriterien /Symptomen: Dyspnoe, Problem der Atemwege, Kreislauf oder neurologische Probleme, welche eine sofortige chirurgische Intervention oder eine Intensivüberwachung benötigten.

Die Hauptverletzungsmuster der kritischen Patienten teilten sich wie folgt auf:

Trommelfellperforation 67%, Thorakale Verletzungen 89%, Granatsplitterwunden 85%, Frakturen 55%, Verbrennungen 59%, Augenverletzungen 15%, Kopfverletzungen 52%, Abdominal 37%, Amputation 33% (24).

In den ersten 24h wurden 37 Eingriffe im OP bei 34 Patienten durchgeführt. Die drei häufigsten chirurgischen Interventionen waren orthopädische (40%), viszeralchirurgische (18,9%) und neurochirurgische Eingriffe (16,2%) (24).

1.5. Relevante chirurgische Konzepte bei einem TerrorMANV

1.5.1. Damage control surgery (DCS)

Das damage control surgery Konzept kommt ursprünglich aus dem militärischen Bereich und ist für die Versorgung Schwerverletzter entwickelt worden. Die Feststellung, dass das Operationstrauma neben dem Unfalltrauma zu einer zusätzlichen Belastung führt, hat maßgeblich zur Entstehung des Konzepts beigetragen. Zunächst sollen nur die notwendigen Eingriffe erfolgen und im Anschluss die endgültige Versorgung. In der Individualmedizin ist der Patientenzustand für die

Entscheidung nach dem damage control surgery Konzept vorzugehen ausschlaggebend. Im Rahmen eines Massenanfalls von Verletzten ist dies aufgrund limitierter Ressourcen notwendig.

Bei folgenden Indikationen soll nach dem damage control surgery Prinzip vorgegangen werden: Häodynamische Instabilität, lebensbedrohliche penetrierende Verletzungen, hämorrhagischer Schock, ISS >35 (Injury Severity Score), Azidose, Koagulopathie, Hypothermie, Massive Transfusion, Schockraum Thorakotomie / Laparotomie, Limitation der Ressourcen (28); (29).

Das Ziel des damage control surgery Konzepts ist mit möglichst minimalen Eingriffen Blutungen zu stoppen, Minimalisierung einer Kontamination, Vorbeugung von Komplikationen und Sicherstellung oder Wiederherstellung einer Perfusion (28).

1.5.2. Tactical abbreviated surgical care (TASC)

Sollte es trotz Anwendung des damage control surgery Konzepts zu einem Engpass der Ressourcen kommen, kann auf die Maßnahmen des tactical abbreviated surgical care Konzepts umgestellt werden (28); (29).

Bei diesem Konzept ist das Ziel, dass möglichst viele Patienten entsprechend dem Prinzip „life before limb“ überleben (29).

Die Anforderungen an die Kliniken bei einem TerrorMANV im Vergleich zu einem gewöhnlichen MANV sind deutlich höher. Dies ergibt sich unter anderem aufgrund der hohen Zahl an penetrierenden Traumata, die bei einer gewöhnlichen MANV Lage deutlich geringer ist (30). Aufgrund dessen kann es die Anwendung des tactical abbreviated surgical care Konzepts erfordern.

1.6. Spezielle Eingriffe

1.6.1. Trepanation

Die Therapie eines Subduralhämatoms besteht in einer erweiterten Bohrlochtrepanation oder einer erweiterten osteoplastischen Trepanation, wohingegen bei einem Epiduralhämatom eine osteoplastische Trepanation durchgeführt wird (31).

Indikationsstellung zur operativen Versorgung beim Epiduralhämatom / Subduralhämatom liegt vor bei einem Hämatomvolumen von >40ml oder einer Breite von 1cm bzw. kalottenbreit und einer intrakraniellen Begleitverletzung, welche operativ versorgt werden muss (31).

Bei der osteoplastischen Trepanation wird das trepanierte Knochensegment wieder eingefügt. Die Entlastung erfolgt nach Möglichkeit im Bereich der Blutung. Eine evidenzbasierte Empfehlung zur operativen Technik liegt nicht vor (32).

1.6.2. Intrakranielle Druckmessung (ICP)

Eine intrakranielle Druckmessung wird bei Patienten mit SHT empfohlen, die im CCT eine intrakranielle Blutung haben, welche keine OP Indikation darstellt oder eine Schwellung mit einer eingeschränkten GCS von 3-8 aufweisen. Bei Patienten > 40 Jahren, Beuge- und Strecksynergismen und persistierendem Blutdruck < 90 mmHg systolisch ist die Indikation auch bei initial unauffälligem CCT gegeben (33).

Mehreren Studien belegen eine bessere Prognose mit ICP Monitoring bei genannten Indikationen (33).

Es gibt zwei Möglichkeiten eines ICP Monitorings: Entweder über die Implantation einer intraparenchymalen Hirndrucksonde oder über

eine externe Ventrikeldrainage. Über letztere besteht auch die Möglichkeit Liquor abzulassen und so eine Hirndrucksenkung vorzunehmen (33).

1.6.3. Clamshell Thorakotomie

Für eine Notfallthorakotomie stehen unterschiedliche Techniken zur Verfügung. Aufgrund der Limitation von Assistenz und Material aber dennoch des Ziels einen ausreichend großen Zugang zu schaffen, um zu allen Strukturen zu gelangen, wird die Clamshell Thorakotomie bevorzugt. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Clamshell Thorakotomie einfach zu erlernen ist (34); (35); (36).

Das minimale Material, welches für eine Thorakotomie benötigt wird beinhaltet: eine große Klemme oder große Pinzette, ein Skalpell, eine Schere, Nahtmaterial sowie gegebenenfalls eine Gigli Säge und einen Rippenspreizer (34).

Die Durchführung einer Clamshell Thorakotomie erfolgt in Rückenlage. Mittels eines Skalpells und einer Klemme werden auf Höhe der mittleren Axillarlinie beidseitig ca. 4cm lange Schnitte im fünften Interkostalraum gemacht (Abbildung 2).

Sollte es dadurch zur Entlastung eines Pneumothorax kommen und sich die Herzleistung normalisieren wird der Thorax nicht weiter eröffnet.

Als nächster Schritt werden die beiden Thorakotomien im Bereich des fünften Interkostalraum miteinander verbunden. Dabei werden sämtliche Schichten inklusive der Pleura parietalis durchtrennt. Mittels eines Rippenspreizers oder eines Helfers wird der Thorax offengehalten.

Nun kann ggf. das Perikard eröffnet werden und Blutkoagel entfernt werden sowie eine Blutungskontrolle erfolgen. Zur Optimierung der Perfusion von den Koronarien und dem Gehirn ist eine proximale Aortenkompression möglich (34); (35).

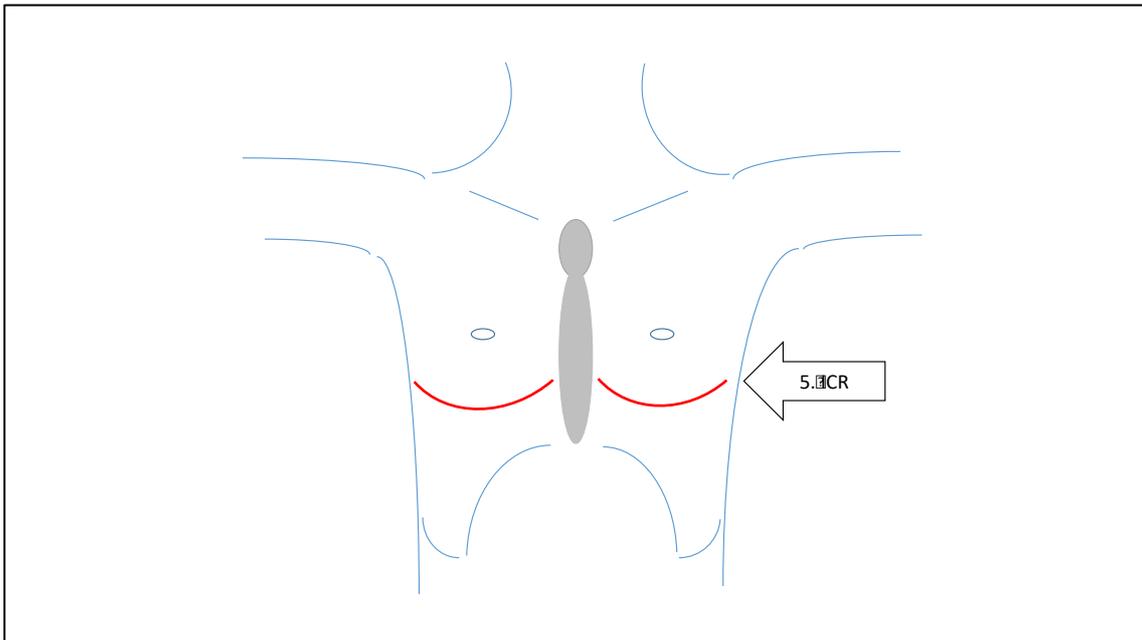


Abb. 2. Zugang für die Clamshell Thorakotomie mit der roten Linie dargestellt.

Ziel der Clamshell Thorakotomie ist es gerade beim penetrierenden Trauma eine Entlastung einer Perikardtamponade durchzuführen. Da das Blut zu diesem Zeitpunkt häufig schon geronnen ist, stellt die Punktion keine Alternative dar und ist beim hämorrhagischen Perikarderguss nicht empfohlen (35). Die Prognose einer Thorakotomie bei einem penetrierenden Trauma ist besser als bei einem stumpfen (37). Hierbei ist der Erfolg nach Stichverletzungen größer als nach Schussverletzungen (38).

1.6.4. Retrograde endovaskuläre Aortenokklusion (REBOA-Technik)

Das REBOA Verfahren ist schon im Koreakrieg 1954 von Hughes angewendet und bis heute weiterentwickelt worden (39).

Bei dieser Technik wird ein Ballonkatheter transfemoral in der Aorta platziert. Am Ende des Katheters befindet sich ein Ballon, welcher, sobald der Katheter an der korrekten Stelle platziert ist, entfaltet werden kann. Nach dem Ort der Blutung richtet sich die Platzierung des Ballons.

Die Einteilung der Lage erfolgt nach drei Zonen:

Zone I befindet sich zwischen Abgang der linken Arteria subclavia und des Truncus coeliacus, Zone II zwischen Truncus coeliacus und der unteren Nierenarterie und Zone III von der unteren Nierenarterie bis zur Aortenbifurkation, siehe Abbildung 3. In Zone I, möglichst unterhalb des Durchtritts durch das Zwerchfell, erfolgt die Positionierung bei Blutungen im abdominellen Bereich. Die Positionierung in Zone II wird aufgrund von Komplikationen nicht durchgeführt, bei Beckenblutungen oder Blutungen aus den Iliakalgefäßen wird die Lage im Bereich von Zone III aufgesucht.

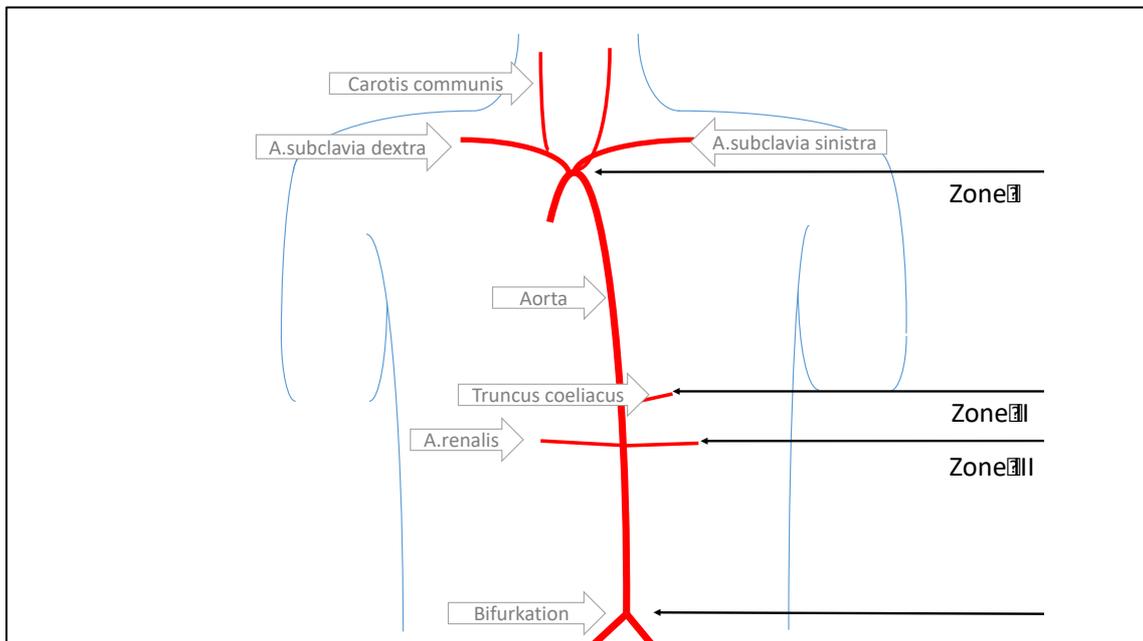


Abb. 3. Einteilung der Zonen bei der REBOA-Technik.

Die Inflation des Ballons führt zu einer teilweisen bzw. vollständigen Okklusion der Aorta, dadurch wird der proximale Aortendruck erhöht. Durch diese Druckerhöhung kann eine Verbesserung der myokardialen und zerebralen Perfusion erreicht werden. So kann Zeit gewonnen werden bis zur endgültigen Versorgung. Die Zeit bis zur Deflation des Ballons wird in Zone I mit möglichst 30 min und maximal 60 min angegeben und in Zone III zwischen 2-4 Stunden (40); (41); (42).

Ziel ist es, Blutungen, die zu einer lebensbedrohlichen Kreislaufinsuffizienz führen, im Bereich des Beckens und Abdomens mit der REBOA Technik notfallmäßig zu kontrollieren (43).

2. Zielsetzung

*Mittels eines Fragebogens sind in einer umfangreichen Recherche Unfallchirurgische Abteilungen in Bayern befragt worden, um festzustellen, inwieweit diese in der Lage sind, Verletzungsmuster nach Schuss- und Stichverletzungen oder Explosionen im Rahmen eines Massenanfalls verletzter Personen personell, materiell und logistisch versorgen zu können.

3. Material / Methoden

Die Erhebung der Daten erfolgte mittels eines Fragebogens.

Bei der Befragung sind alle Kliniken mit chirurgischer Versorgungskapazität der Krankenhaus Versorgungsstufe I-III, die im bayerischen Krankenhausplan für die Akutversorgung der Bevölkerung bedarfsnotwendig sind und nach dem KHG/Bayerisches Krankenhausgesetz (BayKrG) gefördert werden, berücksichtigt und um die Hochschulkliniken ergänzt (44). Damit sind auch alle Traumazentren (lokal, regional, überregional) bayernweit eingeschlossen.

*Im November/Dezember 2017 wurden 193 Fragebögen an die Chefarzte der Chirurgischen Abteilung über das Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM) postalisch versandt.

Nach 14 Tagen haben die Abteilungen eine Erinnerungs-Email erhalten. Die Daten wurden in anonymisierter Form verarbeitet, dadurch wurde gewährleistet, dass im Anschluss nicht nachvollzogen werden kann, welche Klinik teilgenommen hat.

3.1. Aufbau Fragebogen

*Beim Erstellen des Fragebogens wurde darauf geachtet, die Fragen möglichst kurz und prägnant zu halten und auf komplizierte Formulierungen zu verzichten. Der Fragebogen beinhaltete 28 Fragen und gliederte sich in einen allgemeinen Teil, sowie einen Neuro-, Thorax-, Gefäß- und Unfallchirurgischen Teil.

Allgemeiner Teil:
<ul style="list-style-type: none"> • Kategorie des Traumazentrums
<ul style="list-style-type: none"> • Entfernung zwischen Hubschrauberlandeplatz, CT und Schockraum
<ul style="list-style-type: none"> • Externe Alarmierung von Personal
Neurochirurgischer Teil:
„Wie erfolgt die Versorgung eines Patienten mit schwerem Schädelhirntrauma in Ihrem Haus?“
<ul style="list-style-type: none"> • Wird eine Trepanation durchgeführt
<ul style="list-style-type: none"> • Material- und Personalvorhaltung; Zeitintervall bis derjenige, der den Eingriff durchführt, zur Verfügung steht
<ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeit der anschließenden Überwachung (ICP/EVD)
Thoraxchirurgischer Teil:
„Wie erfolgt die Versorgung eines Patienten mit einer penetrierenden Thoraxverletzung und Kreislaufstillstand?“
<ul style="list-style-type: none"> • Durchführung einer explorativen Thorakotomie im Schockraum (mittels anterolateralem Zugang in Rückenlage oder Clamshell-Thorakotomie)
<ul style="list-style-type: none"> • Material- und Personalvorhaltung; Zeitintervall bis derjenige, der den Eingriff durchführt, zur Verfügung steht
<ul style="list-style-type: none"> • Vorhandensein einer Herzchirurgischen und Thoraxchirurgischen Abteilung
Gefäßchirurgischer Teil
<ul style="list-style-type: none"> • Durchführung einer Ballonokklusion der Aorta mittels REBOA - Technik bei Patienten mit massiven intraabdominellen oder pelvinen Blutungen
<ul style="list-style-type: none"> • Materialvorhaltung für die REBOA
<ul style="list-style-type: none"> • Vorhandensein einer Gefäßchirurgischen Abteilung
Unfallchirurgischer Teil
<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl Beckenzwinge oder Pelvic Sling
<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl Tourniquets
<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl Fixateure externe

*Tab. 3. Inhaltliche Gliederung des Fragebogens

*Die erste Frage diente der Einteilung des Krankenhauses nach der Kategorie des Traumazentrums (lokal, regional, überregional), um in den folgenden Abschnitten des Fragebogens die Antworten zwischen den einzelnen Kategorien der Traumazentren vergleichen zu können. Im allgemeinen Teil wurden die räumlichen Rahmenbedingungen, insbesondere die räumliche Situation bei der Erstversorgung und Diagnostik erfasst, wie die Entfernung vom Hubschrauberlandeplatz zum Schockraum, vom Schockraum zum CT und ob der Transfer ebenerdig oder ein Fahrstuhl / Lift benötigt wurde. Bei dem Weg vom Hubschrauberlandeplatz zum Schockraum wurde auch der Transfer via Rettungsmittel erfragt. Eine weitere Frage befasste sich mit der Art und Weise der Alarmierung des dienstfreien Personals. Folgende Antwortkategorien konnten gewählt werden: Benachrichtigung per Telefon, über ein externes Alarmierungssystem oder über eine andere Alarmierungsart.

Anschließend wurden in den fachspezifischen Teilen die Versorgungsmöglichkeiten von Patienten mit Schädelhirn-, Thorax- und Abdominaltrauma abgefragt, um zu ermitteln, welche Kategorie von Traumazentrum eine Versorgung dieser Verletzungsmuster vollumfänglich durchführen kann.

Zur Neuro- und Thoraxchirurgischen Versorgung wurde erhoben, wie viele Kliniken in der Lage sind eine Trepanation bzw. eine Thorakotomie mittels der sogenannten Clamshell Technik bei gegebener Indikation durchzuführen. Außerdem wurde die Materialvorhaltung sowie Personalverfügbarkeit (auch zeitlich) und die Fachrichtung, der Durchführenden dokumentiert. Um ermitteln zu können, ob nach dem Eingriff zur weiteren Überwachung eine Verlegung notwendig war, wurde die Möglichkeit einer intrakraniellen Druckmessung (ICP) und einer externen Ventrikeldrainage (EVD) sowie das Vorhandensein von Löffelelektroden und das Vorhandensein einer Thorax- und Herzchirurgische Station erhoben.

Im Gefäßchirurgischen Abschnitt ging es um die Versorgung von Patienten mit Verletzungen des Körperstamms mittels der retrograden

endovaskulären Aortenokklusion (REBOA-Technik). Auch in diesem Teilbereich wurden nach Durchführung, Materialvorhaltung und dem Vorhandensein einer gefäßchirurgischen Station mit Aorten Chirurgie gefragt.

Der Unfallchirurgische Abschnitt diente zur Ermittlung der Anzahl von Tourniquets, Beckenzwingen und Fixateur externe, die in den Häusern vorgehalten werden, um einen Überblick zu erhalten wie viel Patienten mit entsprechendem Verletzungsmuster versorgt werden können.

3.2. Datenauswertung

Die Auswertung erfolgte mit SPSS Version 23 und Microsoft Excel Version 15.27.

Bei der Darstellung der Ergebnisse ist die Prozentzahl (gerundet) angegeben und in Klammern die Anzahl der Kliniken.

Bei Fragen mit offenem Antwortformat oder Mehrfachantworten wurde immer die konservative Angabe berücksichtigt.

Wenn bei Häufigkeits-, Zeit- oder Entfernungsangaben mit einer von/bis Angaben geantwortet wurde, wurde immer der ungünstigere Fall berücksichtigt.

Textantworten, obwohl nach einer Zahlenangabe oder Zeitangabe gefragt wurde, sind nicht gewertet worden.

Wenn eine Klinik eine Frage bejahte, aber bei der Durchführung auf eine andere Klinik verweist oder für die Durchführung auf Personal einer anderen Klinik angewiesen ist, wurde die Antwort als nein gewertet.

Bei der Beantwortung der Fragebögen sind nicht durchgängig alle Fragen beantwortet worden, so dass sich die Einzelauswertungen auf verschiedene Grundgesamtheiten beziehen.

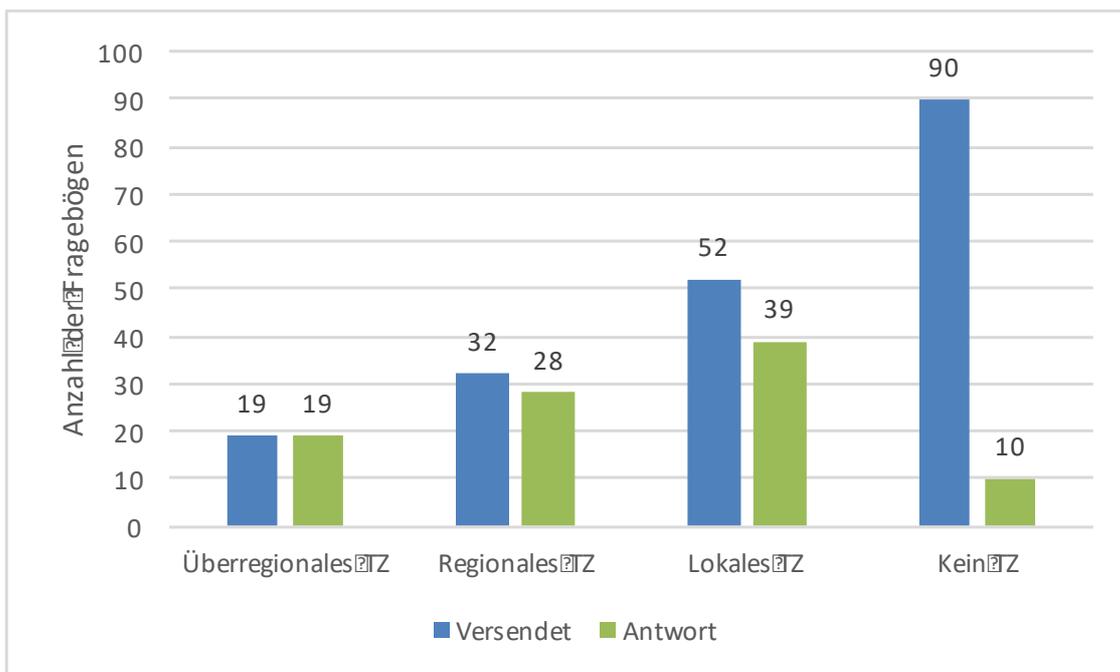
3.3. Ethik

*Die Untersuchung wurde der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität vorgelegt, geprüft und ohne Einwände freigegeben. (Nr. 17-232)

4. Ergebnisse

*Insgesamt sind 193 Fragebögen verschickt worden, darunter 19 an überregionale, 32 an regionale und 52 an lokale Traumazentren sowie 90 an nicht entsprechend zertifizierte Kliniken. Es wurden 51% (99/193) der Fragebögen zurückgesandt, drei davon unausgefüllt. Diese haben wir nicht berücksichtigt, so dass 50% (96/193) der versandten Fragebögen bei der Auswertung berücksichtigt worden sind.

Der Rücklauf zeigt sich im Detail wie folgt: bei den überregionalen (19/19), den regionalen 88% (28/32), den lokalen 75% (39/52) Traumazentren und den restlichen Kliniken 11% (10/90).



*Abb. 4. Rücklaufquote der Fragebögen. TZ = Traumazentrum

4.1. Entfernungen

Für den Patiententransfer zwischen Hubschrauberlandeplatz und Schockraum wird in den überregionalen Zentren in 37% (7/19), in den regionalen Zentren in 32% (9/28), in den lokalen Zentren in 49% (19/39) und in 67% (6/9) der nicht Trauma zertifizierten Kliniken ein bodengebundenes Rettungsmittel benötigt.

In 37% (7/19) der überregionalen, in 36% (10/28) der regionalen und in 13% (5/39) der lokalen Traumazentren, sowie in 11 % (1/9) der nicht Trauma zertifizierten Kliniken wird ein Fahrstuhl benötigt. In allen anderen Fällen wird der Weg ebenerdig mittels Trage zurückgelegt. Die Auswertung der Angaben in Meter ist in Abbildung 5 dargestellt.

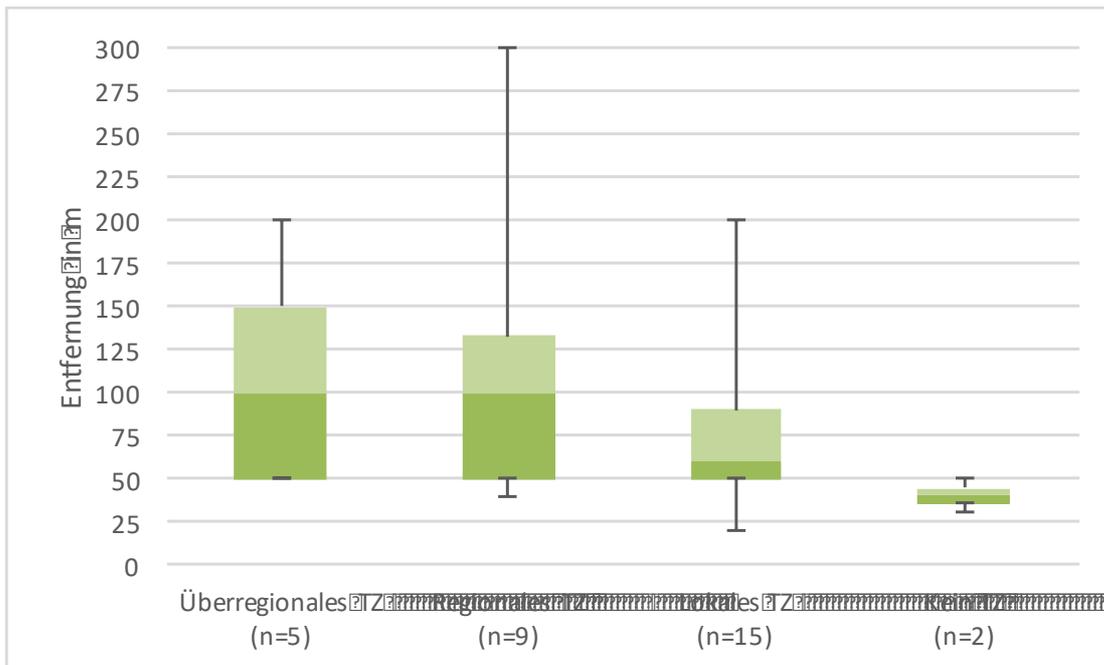


Abb. 5. Angabe der Entfernung zwischen Hubschrauberlandeplatz und Schockraum (in m), die mittels Trage zurückgelegt wird. TZ = Traumazentrum.

Für den Weg zwischen Schockraum und CT werden in keinem der überregionalen, in 7% (2/28) der regionalen, in 21% (8/38) der lokalen und in 33% (3/9) der nicht Trauma zertifizierten Kliniken ein Fahrstuhl benötigt. In den restlichen Kliniken wird der Transport nur mittels Trage durchgeführt. Die Auswertung der Angabe mittels Trage in Metern ist in Abbildung 6 dargestellt.

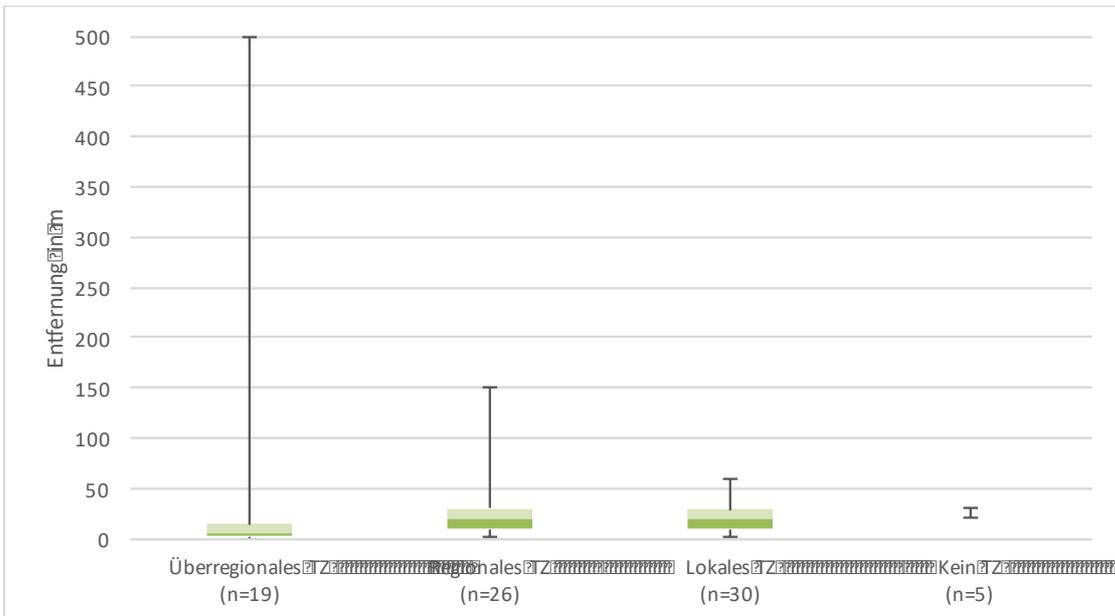
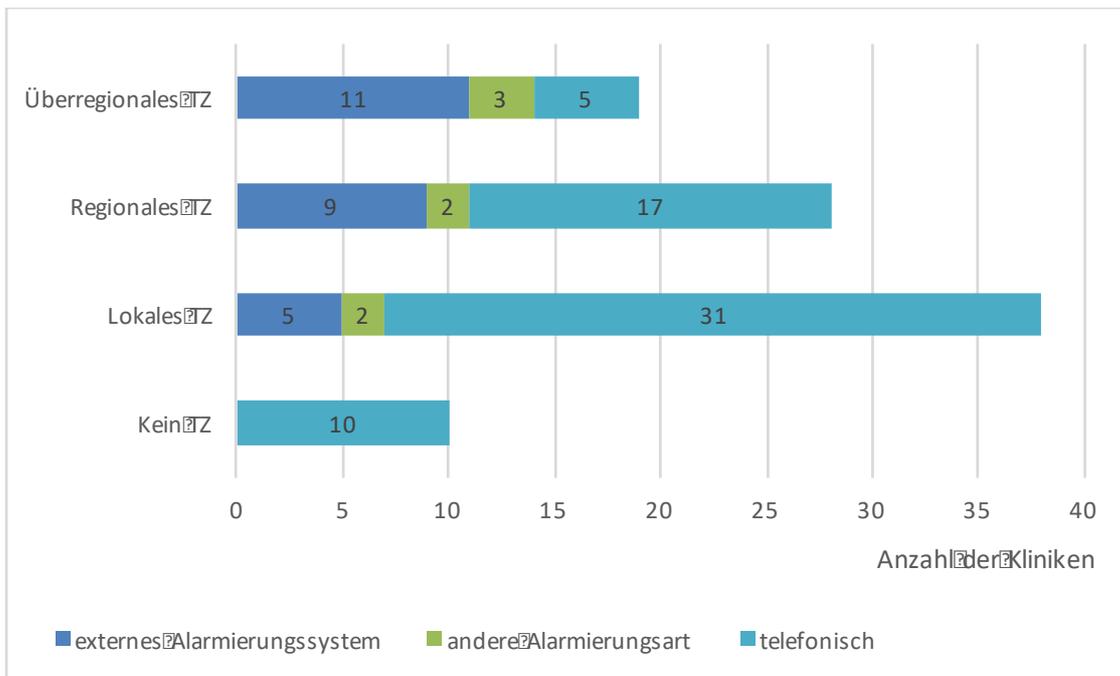


Abb. 6. Angabe der Entfernung zwischen Schockraum und CT (in m), die mittels Trage zurückgelegt wird. TZ = Traumazentrum.

4.2. Alarmierung von Personal

*In Abbildung 7 ist dargestellt, wie die Kliniken dienstfreies Personal verständigen. Mit einem externen Alarmierungssystem ist ein automatisiertes System gemeint. Bei der Antwortmöglichkeit *andere Alarmierungsart* wurde die Möglichkeit einer Freitextantwort gegeben; folgende Freitextantworten wurden hier vermerkt: Zusätzliches Funksystem, WhatsApp Gruppe, Alarmierung mit SMS, Alarmserver, interne Telefonanlage und automatische Telefonschleife. (es gab keine Mehrfachnennung einer Freitextantwort bei mehreren Kliniken)



*Abb. 7. Alarmierung des dienstfreien Personals: Anteil der Kliniken mit/ohne externem Alarmierungssystem. TZ = Traumazentrum

4.3. Neurochirurgie

*Folgende Ergebnisse können im neurochirurgischen Teil festgehalten werden: Eine Trepanation wird in allen überregionalen Traumazentren durchgeführt (19/19), sowie in 82% (23/28) der regionalen Traumazentren, jedoch nur in knapp der Hälfte 44% (17/39) der lokalen Traumazentren und in 10% (1/10) der nicht Trauma zertifizierten Kliniken.

Bei den überregionalen Traumazentren halten alle Material sowie Personal vor (19/19), welches selbstständig eine Trepanation durchführen kann. Die Fachdisziplin der Durchführenden ist in allen überregionalen Traumazentren Neurochirurgie (19/19) und in 42% (8/19) noch zusätzlich Unfallchirurgie. Das Personal steht innerhalb und außerhalb der Regelarbeitszeit für eine Trepanation zur Verfügung.

In Tabelle 4 ist die Durchführung einer Trepanation in den regionalen Traumazentren detaillierter aufgeführt. Von den Traumazentren, welche eine Trepanation durchführen, geben 7% (2/28) an kein Personal zu haben, welches den Eingriff selbstständig und eigenverantwortlich durchführen kann (einem Freitext zu Folge kommt der Neurochirurg

von extern). Fast alle regionalen Traumazentren, die angaben keine Trepanation durchzuführen, haben jedoch aufgeführt, über Material und Personal zu verfügen. Auffällig ist, dass die durchführende Fachdisziplin überwiegend die Neurochirurgie ist. Bei der Freitextantwortmöglichkeit „andere Fachrichtung“ wurde Orthopädie aufgeführt.

Wird eine Trepanation durch geführt:		Ja		Nein	
		82% (23/28)		18 % (5/28)	
		75% (21/28)	7% (2/28)	14% (4/28)	4% (1/28)
Vorhaltung von Material für eine Notfalltrepanation:		75% (21/28)	7% (2/28)	14% (4/28)	
Personal, welches selbstständig eine Trepanation durch führt:		75% (21/28)		14% (4/28)	
Fachrichtung der Durchführenden:	NCH	29% (8/28)	7% (2/28)	11% (3/28)	
	NCH + UCH	29% (8/28)		4% (1/28)	
	NCH + UCH + andere	4% (1/28)			
	UCH	14% (4/28)			
Personelle Durchführbarkeit:	Innerhalb*	75% (21/28)	7% (2/28)	14% (4/28)	
	Außerhalb*	75% (21/28)	7% (2/28)	11% (3/28)	

Tab. 4. Durchführung einer Trepanation unter Berücksichtigung von Material und Personal in den regionalen Traumazentren. NCH = Neurochirurgie, UCH = Unfallchirurgie, *der Regelarbeitszeit

*Die Durchführung einer Trepanation in den lokalen Traumazentren ist in Tabelle 5 dargestellt. Auch hier zeigt sich, dass 23% (9/39) keine Trepanation durchführen, aber angaben, sowohl Material als auch Personal zu haben. 5% (2/39) gaben an, lediglich Personal zu

haben. Bei der Freitextantwort bezüglich einer anderen Fachrichtung wurde Unfall/Orthopädie angegeben.

Nach Auswertung der Freitextkommentare lässt sich folgern, dass es Kooperationen mit andern Kliniken gibt, die für den neurochirurgischen Part Ärzte schicken oder auf Belegärzte zurückgreifen. Es gibt auch Kommentare, dass eine generelle Durchführung nicht möglich ist; bei Bedarf und Verfügbarkeit der Chefarzt aber eine Trepanation vornehmen könne.

		Ja	Nein			
		44% (17/39)	56% (22/39)			
Wird eine Trepanation durch geführt:		44% (17/39)	23% (9/39)	5% (2/39)	28% (11/39)	
Vorhaltung von Material für eine Notfalltrepanation:		44% (17/39)	23% (9/39)			
Personal, welches selbstständig eine Trepanation durch führt:		44% (17/39)	23% (9/39)	5% (2/39)		
Fachrichtung der Durchführenden:		NCH	8% (3/39)	3% (1/39)		
		NCH + UCH	18% (7/39)		3% (1/39)	
		UCH	18% (7/39)	18% (7/39)	3% (1/39)	
		UCH+ andere		3% (1/39)		
Personelle Durchführbarkeit:		Innerhalb*	42% (16/38)	23% (9/39)	5% (2/39)	
		Außerhalb*	42% (16/38)	23% (9/39)	5% (2/39)	

Tab. 5. Durchführung einer Trepanation unter Berücksichtigung von Material und Personal in den lokalen Traumazentren. NCH = Neurochirurgie, UCH = Unfallchirurgie, *der Regelarbeitszeit

In Tabelle 6 ist die Durchführung einer Trepanation in den nicht Trauma zertifizierten Kliniken dargestellt. 90% (9/10) verneinen eine Durchführung. Allerdings geben 30% (3/19) dieser Gruppe an, Personal zu haben, welches eigenverantwortlich eine Trepanation durchführen kann.

Wird eine Trepanation durchgeführt:		Ja	Nein	
		10% (1/10)	90% (9/10)	
		10% (1/10)	30% (3/10)	60% (6/10)
Vorhaltung von Material für eine Notfalltrepanation:				
Personal, welches selbstständig eine Trepanation durchführt:		10% (1/8)	30% (3/8)	
Fachrichtung der Durchführenden:	UCH		30% (3/8)	
	NCH + UCH	10% (1/8)		
Personelle Durchführbarkeit:	Innerhalb*	10% (1/10)	20% (2/10)	
	Außerhalb*	10% (1/10)	10% (1/10)	

Tab. 6. Durchführung einer Trepanation unter Berücksichtigung von Material und Personal in den nicht Trauma zertifizierten Kliniken. NCH = Neurochirurgie, UCH = Unfallchirurgie, *der Regelarbeitszeit

Auswertungen bezüglich der Anzahl von Material, welches für eine Trepanation vorgehalten wird ist der Abbildung 8 zu entnehmen. Die nicht Trauma zertifizierten Kliniken halten kein Material vor.

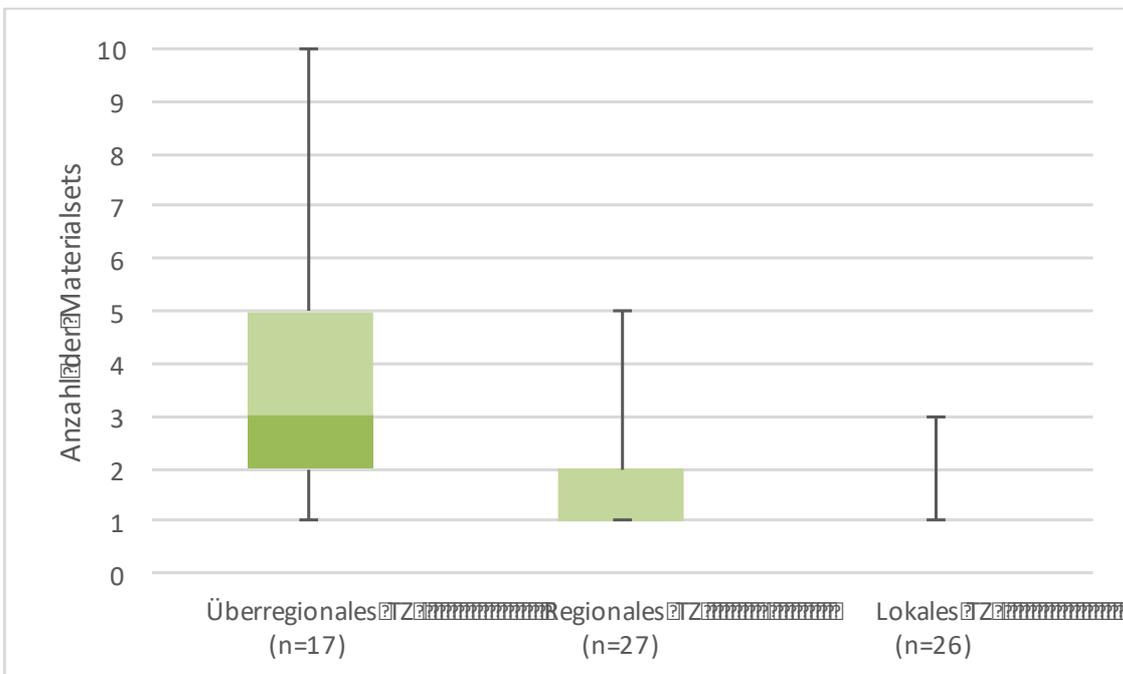


Abb. 8. Angabe der Menge für wie viele Patienten Material für eine Trepanation vorgehalten wird. TZ = Traumazentrum.

Wie viele Personen eine Trepanation selbstständig durchführen können sowie wie viel Vorlaufzeit benötigt wird, bis das Personal zum Eingriff bereit ist, kann Tabelle 7 entnommen werden.

Neurochirurgischer Teil:					
		ÜTZ	RTZ	LTZ	Kein TZ
Wie viele Personen können selbstständig eine Trepanation durchführen?	Median	7	4	2	1,5
	n	18	25	29	4
Wann ist der, der den Eingriff durchführt bereit (innerhalb der Regelarbeitszeit) in min	Median	4	5	10	5
	n	18	27	27	3
Wann ist der, der den Eingriff durchführt bereit (außerhalb der Regelarbeitszeit) in min	Median	12,5	30	30	12,5
	n	18	25	26	2

Tab. 7. Personalressourcen für die Durchführung einer Trepanation. ÜTZ = Überregionales Traumazentrum, RTZ = Regionales Traumazentrum, LTZ = Lokales Traumazentrum, TZ = Traumazentrum.

*Die weitere Überwachung der Patienten mittels intrakranieller Druckmessung (ICP) und externer Ventrikeldrainage (EVD) ist in allen überregionalen Traumazentren möglich (19/19), in 75% (21/28) der regionalen Traumazentren - allerdings nur in 13% (5/39) der lokalen Traumazentren und in keiner der nicht Trauma zertifizierten Klinik.

4.4. Thoraxchirurgie

*Im Thoraxchirurgischen Teil wird die Durchführung einer explorativen Thorakotomie vor Ort im Schockraum erfragt (mittels antero-lateralem Zugang in Rückenlage oder Clamshell-Thorakotomie). In den nicht Trauma zertifizierten Kliniken führt lediglich eine Klinik 10% (1/10) eine Thorakotomie durch, so dass auf eine detaillierte Darstellung verzichtet wurde. Aus der Tabelle 8 geht hervor, dass nahezu alle Traumazentren, die keine Thorakotomie durchführen, Material vorhalten und dieses im OP (und nicht im Schockraum) lagern. Diese Gruppe der Traumazentren gibt auch an über Material und Personal, welches eine Thorakotomie selbstständig durchführen kann, zu verfügen. Der Abbildung 9 kann die vorgehaltene Menge des Materials für eine Thorakotomie entnommen werden. In Tabelle 9 wird der Zeitraum angegeben, wann derjenige, der den Eingriff verantwortlich durchführt, innerhalb und außerhalb der Regelarbeitszeit zur Verfügung steht und die Anzahl der Personen, die eine Thorakotomie selbstständig durchführen können.

	ÜTZ		RTZ		LTZ		Kein TZ	
Durchführung Thorakotomie:	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
	68% (13/19)	32% (6/19)	56% (15/27)	44% (12/27)	47% (18/38)	53% (20/38)	10% (1/10)	90% (9/10)
Materialvorhaltung:								
Ja	68% (13/19)	32% (6/19)	56% (15/27)	41% (11/27)	45% (17/38)	39% (15/38)	11% (1/9)	22% (2/9)
Nein				4% (1/27)	3% (1/38)	13% (5/38)		67% (6/9)
Wie halten Sie das Material vor:								
Einzelinstrumente				4% (1/26)	3% (1/32)	9% (3/32)		67% (2/3)
Komplettes Set	68% (13/19)	32% (6/19)	54% (14/26)	42% (11/26)	50% (16/32)	38% (12/32)	33% (1/3)	
Ort der Materialvorhaltung:								
Schockraum	39% (7/18)	6% (1/18)	33% (9/27)	4% (1/27)	19% (6/31)	3% (1/31)		
Schockraum + OP	17% (3/18)		11% (3/27)		6% (2/31)	3% (1/31)		
OP	11% (2/18)	28% (5/18)	11% (3/27)	41% (11/27)	26% (8/31)	42% (13/31)	33% (1/3)	67% (2/3)
Personal, welches selbständig eine Thorakotomie durchführt:								
Ja	68% (13/19)	32% (6/19)	56% (15/27)	44% (12/27)	51% (18/35)	40% (14/35)	13% (1/8)	38% (3/8)
Nein						9% (3/35)		50% (4/8)

*Tab. 8. Durchführung einer Thorakotomie unter Material- und Personalvorhaltung sowie Ort der Materialvorhaltung. ÜTZ = Überregionales Traumazentrum, RTZ = Regionales Traumazentrum, LTZ = Lokales Traumazentrum, TZ = Traumazentrum.

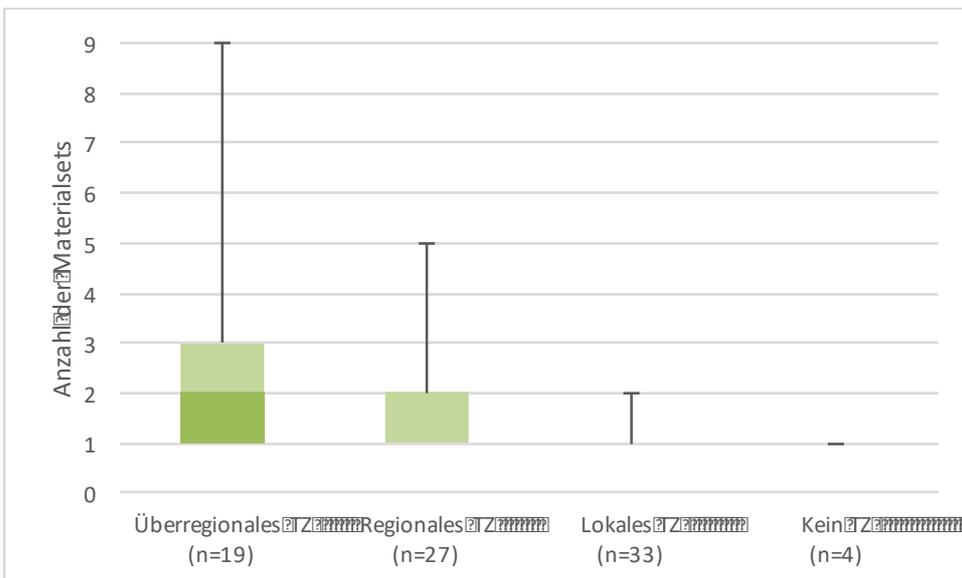


Abb. 9. Angabe der Menge für wie viele Patienten Material für eine Thorakotomie vorgehalten wird. TZ = Traumazentrum.

Thoraxchirurgischer Teil:					
		ÜTZ	RTZ	LTZ	Kein TZ
Wie viele Personen können selbstständig eine Thorakotomie durchführen?	Median	8	4	3	2
	n	18	27	33	4
Wann ist der, der den Eingriff durchführt bereit (innerhalb der Regelarbeitszeit) in min	Median	0	5	10	2
	n	17	26	32	5
Wann ist der, der den Eingriff durchführt bereit (außerhalb der Regelarbeitszeit) in min	Median	15	20	30	10
	n	16	27	31	5

*Tab. 9. Personalressourcen für die Durchführung einer Thorakotomie. ÜTZ = Überregionales Traumazentrum, RTZ = Regionales Traumazentrum, LTZ = Lokales Traumazentrum, TZ = Traumazentrum.

In Abbildung 10 ist die Fachrichtung der Durchführenden der Thorakotomie aufgelistet. Unter der Kategorie - andere Fachrichtung -

konnte eine Freitextantwort eingetragen werden. Folgende Fachrichtungen wurden aufgeführt: Viszeralchirurgie, Allgemeinchirurgie, Chirurgie, Thoraxchirurgie, Gefäßchirurgie, Herzchirurgie, Orthopädie.

Freitext Antwort „andere Fachrichtung“:	
Fachrichtung	Anzahl
Gefäßchirurgie	2
Allgemeinchirurgie	3
Viszeralchirurgie	5
Herzchirurgie	4

Tab. 10. Freitext Antworten zur Kategorie "andere Fachrichtung" in den überregionalen Traumazentren

Freitext Antwort „andere Fachrichtung“:	
Fachrichtung	Anzahl
Gefäßchirurgie	2
Allgemeinchirurgie	6
Viszeralchirurgie	6
Herzchirurgie	1
Orthopädie	1
Unfallchirurgie	1

Tab. 11. Freitext Antworten zur Kategorie "andere Fachrichtung" in den regionale Traumazentren

Freitext Antwort „andere Fachrichtung“:	
Fachrichtung	Anzahl
Allgemeinchirurgie	6
Viszeralchirurgie	12
Thoraxchirurgie	1

Tab. 12. Freitext Antworten zur Kategorie "andere Fachrichtung" in den lokale Traumazentren

Freitext Antwort „andere Fachrichtung“:	
Fachrichtung	Anzahl
Allgemeinchirurgie	2
Viszeralchirurgie	2

Tab. 13. Freitext Antworten zur Kategorie "andere Fachrichtung" in den nicht Trauma zertifizierten Kliniken

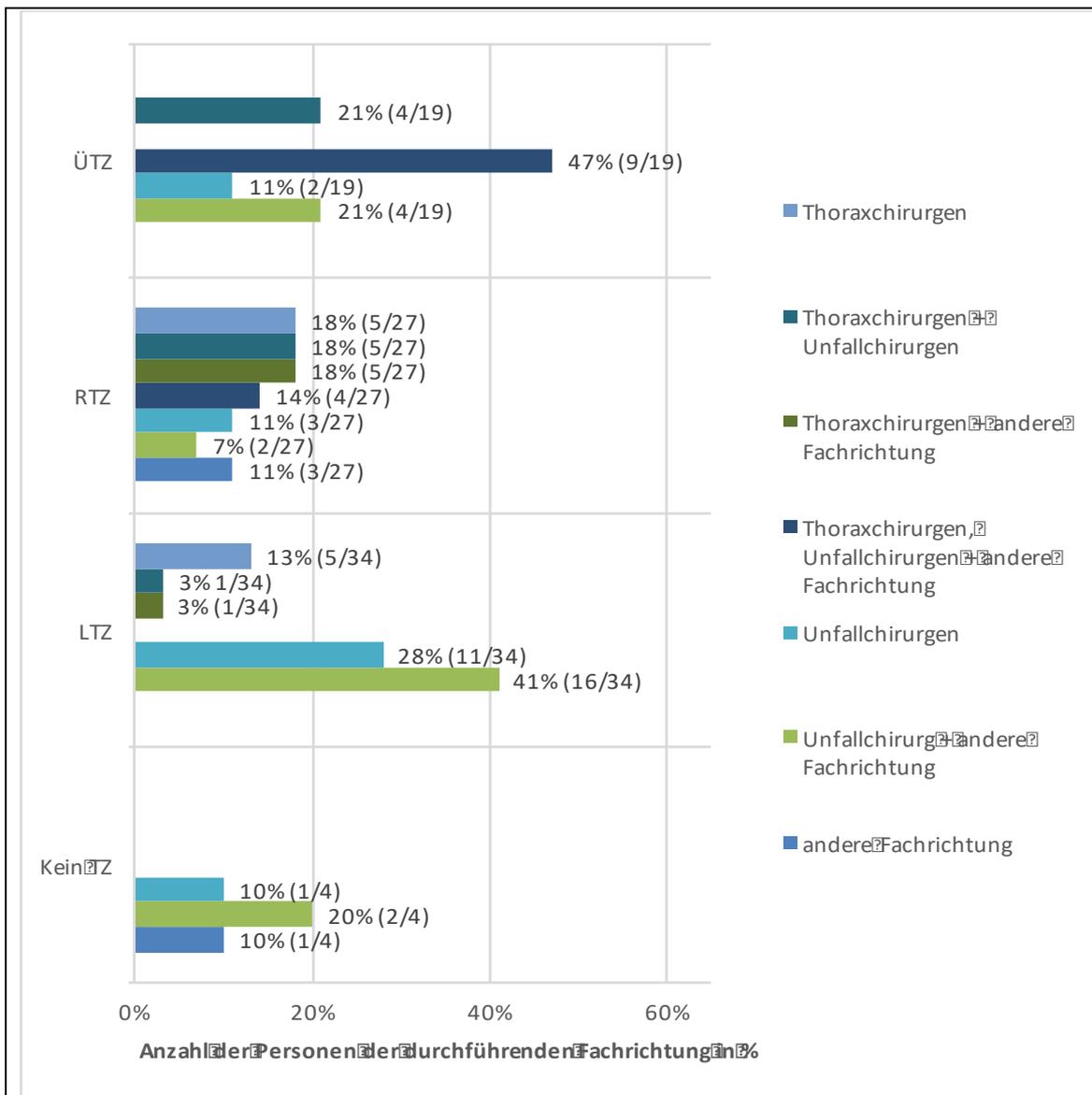


Abb. 10. Durchführende Fachrichtung der Thorakotomie. ÜTZ = Überregionales Traumazentrum, RTZ = Regionales Traumazentrum, LTZ = Lokales Traumazentrum, TZ = Traumazentrum.

Löftelektroden zur internen Defibrillation werden in 65% (11/17) der überregionalen, 36% (10/28) der regionalen, 15% (5/34) der lokalen und 13% (1/8) der nicht Trauma zertifizierten Kliniken vorgehalten.

Eine Thoraxchirurgische Abteilung ist in 59% (10/17) der überregionalen, 61% (17/28) der regionalen, 13% (5/38) der lokalen Traumazentren vorhanden. Nicht Trauma zertifizierten Kliniken haben keine entsprechende Abteilung.

Über eine Herzchirurgische Abteilung verfügen 39% (7/18) der überregionalen und 4% (1/28) der regionalen Traumazentren. Keine der lokalen oder nicht Trauma zertifizierten Kliniken können eine Herzchirurgische Abteilung vorweisen.

4.5. Gefäßchirurgie

Im Gefäßchirurgischen Teil wird angegeben, dass in 88% (15/17) der überregionalen, 64% (18/28) der regionalen und 10% (4/39) der lokalen Traumazentren eine Ballonokklusion der Aorta mittels REBOA-Technik bei gegebener Notfallindikation durchgeführt wird. Material wird in 88% (15/17) der überregionalen, in der 64% (18/28) regionalen und in 11% (4/38) der lokalen Traumazentren vorgehalten. Keine der nicht Trauma zertifizierten Kliniken gibt eine Durchführung der Maßnahme noch die Vorhaltung von Material an.

Ein Gefäßchirurgische Abteilung mit Aorten Chirurgie ist in 94% (17/18) der überregionalen, 75% (21/28) der regionalen, 15% (6/39) der lokalen und 10% (1/10) der nicht Trauma zertifizierten Kliniken vorhanden.

4.6. Unfallchirurgie

Tourniquet, Beckenzwingen / Pelvic Sling und Fixateur externe können den Abbildungen 11-13 entnommen werden. Hier ist immer die Gesamtsumme berücksichtigt worden. Die Aufteilung in zum Beispiel drei große und vier kleine Fixateur externe Sets, ist nicht separat aufgelistet worden.

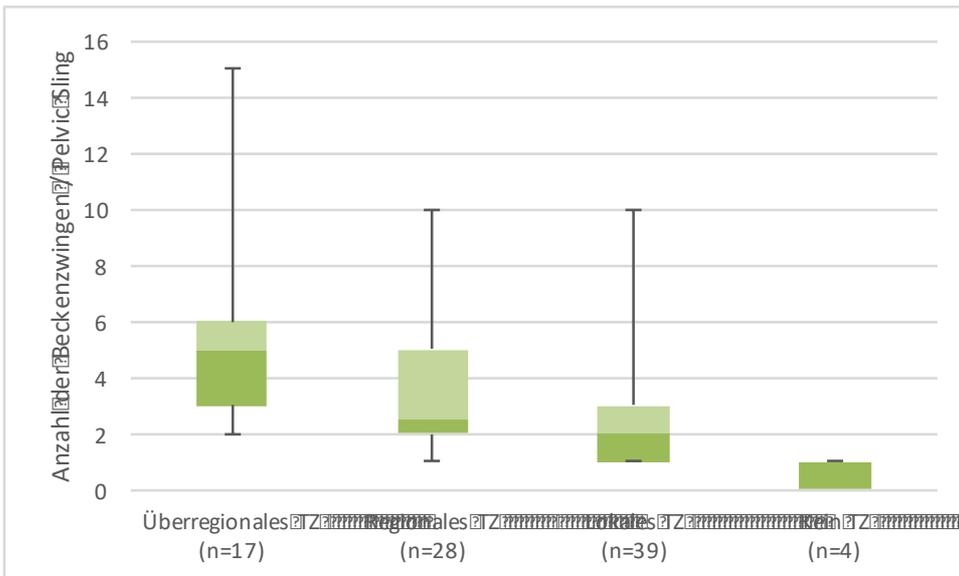


Abb. 11. Vorhaltung von Beckenzwingen beziehungsweise Pelvic Sling. TZ = Traumazentrum.

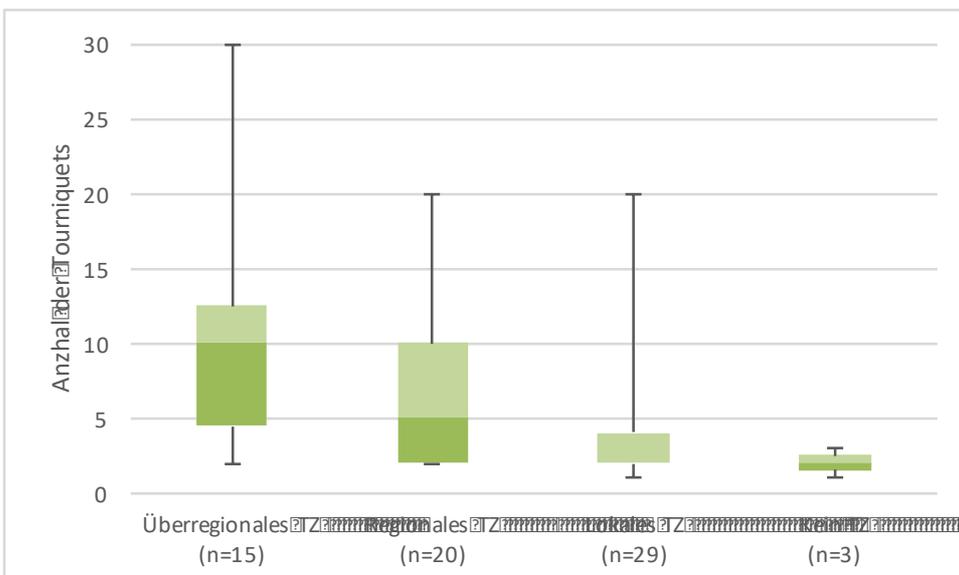


Abb. 12. Vorhaltung von Tourniquets. TZ = Traumazentrum.

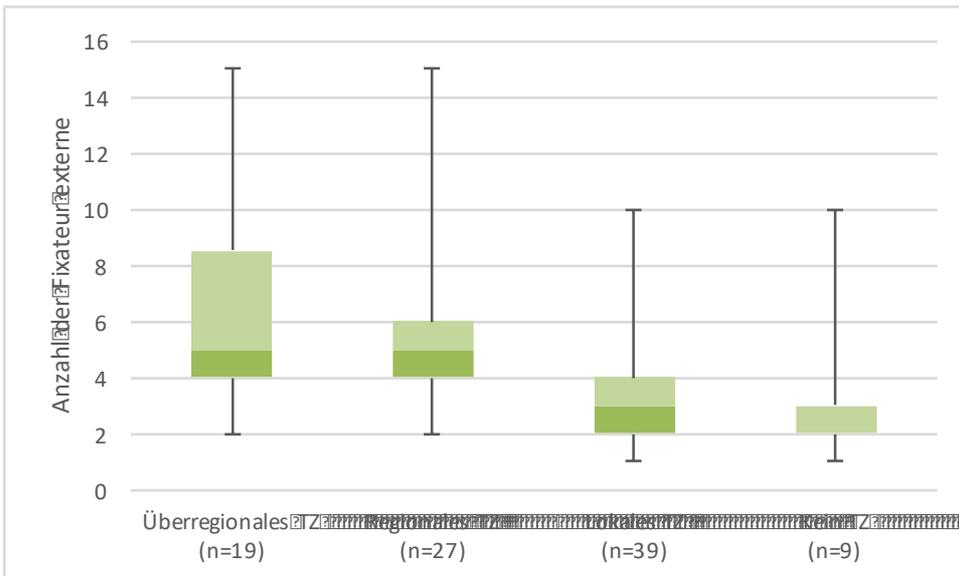


Abb. 13. Vorhaltung von Fixateur externe. TZ = Traumazentrum.

5. Diskussion

*Ziel dieser Befragung war es, einen Überblick über die Versorgungskapazitäten bei einem Massenansturm von Verletzten nach Terror- und Amoklagen mit den jeweils spezifischen Verletzungsmustern zu erhalten.

*Bei der Rücklaufquote des Fragebogens zeigt sich ein deutlicher Unterschied zwischen den Traumazentren mit 83% (86/103) und den nicht Trauma zertifizierten Kliniken mit 11% (10/90). Von drei nicht Trauma zertifizierten Kliniken haben wir die Rückmeldung bekommen, dass diese sich aufgrund der spezifischen Fragestellung und mangelnder Vorhaltung des Materials nicht angesprochen gefühlt haben. Dies könnte möglicherweise auch bei anderen, nicht Trauma zertifizierten Kliniken ein Grund gewesen sein und damit die deutlich geringere Rücklaufquote dieser Kliniken erklären.

5.1. Entfernungen

Bei der Befragung ist angegeben worden, dass 37% der überregionalen, 32% der regionalen und 49% der lokalen Traumazentren sowie 67% der nicht Trauma zertifizierten Kliniken ein Rettungsmittel zum Transfer zwischen Hubschrauberlandeplatz und Schockraum benötigen. Bei einer MANV Lage kann es gerade in der ersten Phase zu Engpässen der Rettungsmittel kommen, so dass möglicherweise keine Kapazität für Transfertransporte besteht. Im Falle einer Terror-MANV Lage kann es gerade in der ersten Phase zu logistischen und materiellen Engpässen kommen, wenn die Lage (wie 2015 in Paris) über Stunden andauert und dynamisch ist. Aus diesen Gründen muss eine genaue Abwägung getroffen werden, ob diese Kliniken Patienten mittels Hubschrauber zugewiesen bekommen sollten.

Damit hängt allerdings auch zusammen, dass eine Sekundärverletzung nach Erstversorgung in einem regionalen oder lokalen Traumazentrum mittels Hubschrauber nur stattfinden kann, wenn auch Ressourcen im Bereich der Rettungsmittel zur Verfügung stehen. Der Vorteil bei der Verlegung eines Patienten mittels Hubschrauber besteht darin, dass auch weiter entfernte Traumazentren, ggf. in benachbarten Bundesländern, belegt werden könnten. Dies führt zu einer Entlastung der dem Schadensort umliegenden Traumazentren.

5.2. Ist das Personal bereit, wenn die Patienten eintreffen?

*Um bei einem Massenanfall von Verletzten schnell und adäquat handlungsfähig zu sein, ist es notwendig, das nicht in der Klinik anwesende Personal ohne Zeitverzögerung verständigen zu können. Dies erfolgt am effektivsten über ein externes Alarmierungssystem, welches als automatisiertes System das dienstfreie Personal informiert. Bei der Befragung wurde festgestellt, dass lediglich etwas über die Hälfte der überregionalen, ca. ein Drittel der regionalen und ca. 13% der lokalen Traumazentren angaben, auf ein externes Alarmierungssystem zurückzugreifen. Im „Eckpunktepapier 2016 zur notfallmedizinischen Versorgung der Bevölkerung in der Prähospitalphase und in der Klinik“ wird eine definitive Versorgung im Krankenhaus 90 min nach Notrufeingang gefordert. Die Übergabe durch den Rettungsdienst soll 60 min nach Notrufeingang in einem geeigneten Krankenhaus erfolgen (45). Das Eckpunktpapier gibt eine Empfehlung für die Individualmedizin ab, welche für einen MANV nicht direkt übertragbar sind. Gerade bei einem TerrorMANV kann es zu deutlichen Abweichungen kommen. Bei einem TerrorMANV wird von drei Wellen ausgegangen, welche in Tabelle 10 dargestellt sind.

Welle	Charakteristika
1.:	<ul style="list-style-type: none"> • Ankunftszeit der ersten Patienten nach ca. 10-15 min. • Erste Rettung findet durch Laienhelfer statt, welche die Patienten soweit möglich in die nächstgelegene Klinik bringen. • Diese Patienten sind dadurch nicht gesichtet und haben bisher keine Behandlung erhalten. • Dies beruht auf Berichten aus Madrid und Paris.
2.:	<ul style="list-style-type: none"> • Ankunftszeit der Patienten nach ca. 30 min. • Diese Patienten wurden durch den Rettungsdienst meistens triagiert und als besonders kritisch eingestuft. • Transport nach dem „load and go“- Prinzip. • Bei diesen Patienten liegt meistens ein dringlich operativ zu versorgendes Verletzungsmuster vor.
3.:	<ul style="list-style-type: none"> • Ankunftszeit der Patienten nach ca. 60 min. • Diese Patientengruppe ist wie beim gewöhnlichen MANV gesichtet und soweit notwendig und möglich präklinisch versorgt.

Tab. 14. Darstellung des zeitlichen Eintreffens der Patienten beim TerrorMANV (4).

Durch die dargestellten drei Wellen ergibt sich eine Dynamik bei einem TerrorMANV im Gegensatz zum gewöhnlichen MANV, welche die ersten Minuten und Stunden schlecht planen lässt, so dass die Kliniken gerade in dieser Situation von einer möglichst schnellen Personalrekrutierung profitieren (4).

*Gerade die Zahl der Selbsteinweiser, die in einem MANV ohne vorherige (Vor-) Sichtung und Erstversorgung die Kliniken aufsuchen, darf nicht unterschätzt werden. Somit ist die Vorlaufzeit für die Kliniken begrenzt, Personal, welches bei einer großen Anzahl zu versorgender Patienten, wie einem Massenanfall von Verletzten, in der Klinik benötigt wird, zu verständigen (46).

*Aus diesen Gründen ist eine automatisierte externe Alarmierung sehr hilfreich, um in der Vorbereitungsphase nach Kenntnis über einen Massenanfall von Verletzten wertvolle Zeit zu sparen und sollte daher für eine reibungslose erste Phase ausgebaut werden.

Zusätzlich ist zu bedenken, dass in den meisten Kliniken das Verhältnis von regulärer Dienstzeit zu Bereitschaftsdienstzeit 1:3 beträgt (47). In der Bereitschaftszeit sind die Personalressourcen in den Kliniken reduziert, so dass bei einem Massenanfall von Verletzten schnell dienstfreies Personal aktiviert werden muss.

Ca. 17-25% der extern alarmierten Mitarbeiter würden den Dienst antreten, dies ergab die Auswertung der Berliner Klinikalarmübung. Weiter konnte festgestellt werden, dass ein Drittel der Mitarbeiter aufgrund von Urlaub, Krankheit, nicht sichergestellter Betreuung von Kindern oder Angehörigen nicht zur Verfügung steht (48). Auch diese Zahlen unterstützen ein automatisiertes externes Alarmierungssystem zu verwenden, da eine telefonische Alarmierung mittels Telefonliste im Schneeballsystem aufgrund von mangelnder Erreichbarkeit von Mitarbeitern zu einer erheblichen Verzögerung bei der Alarmierung beitragen würde. Als Redundanz sollten diese Listen allerdings beibehalten werden.

Bei unserer Befragung konnte erhoben werden, dass der Durchführende für eine Trepanation innerhalb der Regelarbeitszeit im überregionalen in 4 min, im regionalen in 5 min und im lokalen Traumazentrum in 10 min bereit ist. Ähnliche Zahlen haben sich für die Clamshell Thorakotomie ergeben, die im überregionalen in 0 min, im regionalen in 5 min und im lokalen in 10 min zur Verfügung steht. (Es ist jeweils der Median angegeben.) Das bedeutet, dass die Durchführenden für spezielle Eingriffe während der Regelarbeitszeit in der ersten Welle zur Verfügung stehen. Außerhalb der Regelarbeitszeit stehen die Durchführenden nach Auswertung des Medians in den überregionalen in der ersten Welle zur Verfügung, in den regionalen und lokalen Traumazentren erst in der zweiten Welle. Da die erste Welle aus

Selbsteinweisungen besteht, ist diese nicht beeinflussbar. Festgehalten werden kann, sobald die Patienten vom Rettungsdienst zugewiesen werden (ab der 2. Welle), stehen auch die Durchführenden zur Verfügung. Voraussetzung ist, dass die Kliniken angeben den Eingriff auch durchführen zu können. Damit stellt die Eintreffzeit des Durchführenden keine Limitation dar.

5.3. Indikation und Durchführung einer Trepanation

*Sowohl in der S3 Leitlinie Polytrauma als auch in der Leitlinie Schädel-Hirn-Trauma im Erwachsenenalter stellt die vital bedrohliche raumfordernde, intrakranielle Verletzung eine Indikation zur notfallmäßigen operativen Entlastung dar (Empfehlungsgrad A) (21) (49). Diese Empfehlung kann von allen überregionalen Traumazentren sowie von über 80% der regionalen und knapp der Hälfte der lokalen Traumazentren erfüllt werden. Die Möglichkeit für eine weitere Überwachung mittels ICP-/ EVD-Anlage besteht jedoch nicht in allen diesen regionalen und lokalen Zentren. Dies bedeutet, dass bei diesen Kliniken eventuell mit einer Sekundärverlegung in andere Zentren gerechnet werden muss. Dies setzt jedoch zum einen die Aufnahmekapazität anderer Kliniken voraus und zum anderen auch entsprechende Transportkapazität mittels adäquater Rettungsmittel. Beide Faktoren können allerdings unter den besonderen Bedingungen eines Massen-anfalls von Verletzten stark limitiert sein.

*Die Durchführung der operativen Entlastung ist jedoch bei gegebener Indikation trotz fehlender langfristiger Überwachungsmöglichkeiten zu befürworten, da hiermit die akute vitale Bedrohung behoben und dadurch Zeit gewonnen wird. Dies wird durch die Empfehlung der Autoren in der S3 Leitlinie Polytrauma für die individualmedizinische Versorgung unterstützt. Hier wird zwar wegen der Reduktion der Letalität die Versorgung von schwerverletzten Patienten primär in einem geeigneten (regionalen oder überregionalen) Traumazentrum

gefordert; sollte dies in vertretbarer Zeit (30min) nicht möglich sein, ist eine näher gelegene Klinik zur Erstversorgung anzufahren und ggf. in der Folge eine Sekundärverlegung durchzuführen (21).

5.4. Wer führt die Verfahren durch?

*Die Durchführung der Trepanation wird von 14% der regionalen und 23 % der lokalen Traumazentren verneint, allerdings wird die Vorhaltung von Material sowie Personal, welches selbstständig eine Trepanation durchführen kann, angegeben. Auffällig ist, dass bei 11% von den 14% der regionalen Traumazentren die durchführende Fachdisziplin ausschließlich Neurochirurgen sind. Auch werden Kooperationen mit anderen Kliniken angegeben, die für neurochirurgische Maßnahmen entsprechend qualifizierte Ärzte stellen. Einem Kommentar ist zu entnehmen, dass nur der Chefarzt die Maßnahme durchführen kann; nach einem weiteren Kommentar wurde eine Trepanation in den letzten Jahren nicht durchgeführt. Daraus lässt sich schließen, dass die Durchführbarkeit in den regionalen und besonders in den lokalen Traumazentren personenabhängig ist. Eine mögliche Ursache könnte die Änderung in der Weiterbildungsordnung der Chirurgen sein, die sich von einer Ausbildung mit breitem Basiswissen zu einer frühen Spezialisierung gewandelt hat (50).

Die Forderung an die Ausbildung der Chirurgen beim TerrorMANV kann verglichen werden mit den Qualifikationen an einen Chirurgen im Sanitätsdienst der Bundeswehr. Nach dem Prinzip des „fighting as single surgeon“ werden Allgemeinchirurgen mit Erfahrung bei traumatischen und chirurgischen Notfällen, welche diese eigenverantwortlich abarbeiten können, eingesetzt. Zusätzlich sind eine Rotation in alle chirurgischen Fachgebiete sowie die Teilnahme an Zusatzkursen nachzuweisen (51). Benötigt werden also Chirurgen, die auf ein breites Spektrum in der Ausbildung zurückgreifen können. Fehlende Routine bei der Durchführung dieser speziellen Eingriffe könnte eher

dazu beitragen, eine Durchführung bei einer nicht alltäglichen Situation wie einem Massenanfall von Verletzten, abzulehnen. Bereits im Kontext der individualmedizinischen Notfallversorgung werden die potenziellen Nachteile einer zu frühen Spezialisierung diskutiert (52).

*Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Thorakotomie. Die Voraussetzungen für eine Thorakotomie im OP (beispielsweise bei elektiven Eingriffen) wird erfüllt, aber die Durchführung im Schockraum bei einer Notfallindikation findet nicht statt. Um das Personal auf diese speziellen Eingriffe gerade bei einem Massenanfall von Verletzten adäquat vorzubereiten, könnte die Teilnahme an speziellen Kurskonzepten, wie dem ASSET (Advanced Surgical Skills for Exposure in Trauma) Kurs Konzept (53) zur Durchführung einer Thorakotomie, beitragen. Das ASSET Konzept wird auch in Deutschland im zivilen Bereich ausgebaut. Der ASSET Kurs hat das Ziel die geringe Erfahrung bei der Versorgung von großen Gefäßverletzungen z.B. des Thorax und Abdomens zu schulen und die Versorgung dadurch zu verbessern. Eine Analyse der ersten 25 Kurse ergibt, dass die Teilnehmer dann besser vorbereitet sind (54). Vom Royal Collage of Surgeon wurde der PERT-Kurs (Prehospital and Emergency Department Thoracotomy) entwickelt. Auch in diesem Kurskonzept wird in einem theoretischen und praktischen Teil die Notfallthorakotomie gelehrt. Dieses Kurskonzept richtet sich gerade auch an Fachdisziplinen mit geringer chirurgischer Erfahrung (55). Seit 2016 ist in Heidelberg das INTECH Advanced Training etabliert worden. Bei diesem Kurzkonzept wird der praktische Teil nicht an Schweinekadavern, sondern in Zusammenarbeit mit dem anatomischen Institut an Leichen durchgeführt und beinhaltet neben der Thorakotomie auch das REBOA - Verfahren sowie die Perikardiozentese (43).

*In London verfügen einige präklinische Traumateams über einen festen Algorithmus zur Durchführung der Clamshell Thorakotomie und führen regelmäßige Fortbildungen und Simulationen durch, um diese

Teams adäquat vorzubereiten (56). Auch für die Teams der australischen Luftrettung gehören Schulungen eines Algorithmus zur Durchführung einer Notfallthorakotomie zum festen Bestandteil der Ausbildung bzw. des Trainings (57).

In der Arbeit von Kleber et al. wurden Autopsien bei Todesfällen nach einem Trauma durchgeführt, um die Todesfälle in nicht vermeidbar, potentiell und definitiv vermeidbar zu unterteilen. Dabei ist festgestellt worden, dass die Versorgung durch gut ausgebildete und ausgestattete Helikopter-Teams den bodengebundenen Notarztteams aufgrund der besseren Aus- und Fortbildung sowie der spezifischen Ausstattung überlegen sind (58). 2017 ist ein neues Kurskonzept (TDCS® Terror and Disaster Surgical Care-Kurses) gemeinsam mit der deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie, dem Sanitätsdienst der Bundeswehr und weiteren Fachgesellschaften entwickelt worden. Es richtet sich an erfahrene Chirurgen und Unfallchirurgen. In dem Kurs geht es nicht primär nur um die Vermittlung medizinischer Skills, sondern auch um die Vorbereitung auf taktische Entscheidungen (17).

Entsprechende Kurskonzepte, als fester Bestandteil von Fortbildungen sollten flächendeckend angeboten und durchgeführt werden und könnten so dazu beitragen, ungenutzte materielle und personelle Ressourcen besser einzubinden.

5.5. Notfallthorakotomie im Schockraum vs. OP

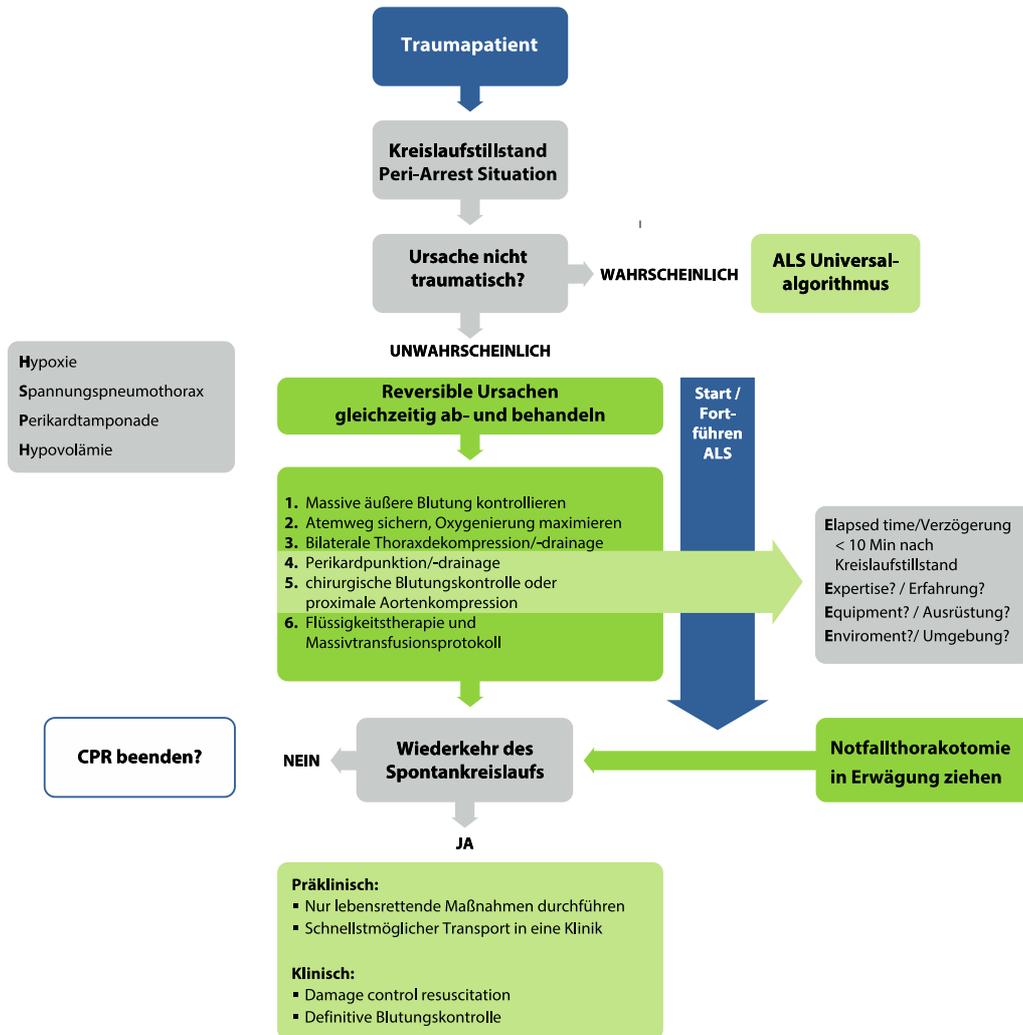
*Bei der Notfallthorakotomie im Schockraum ist eine deutliche Diskrepanz zwischen den Forderungen in den Leitlinien und der Durchführbarkeit in den Kliniken zu erkennen. In lediglich 68% der überregionalen, in 56% der regionalen und in 47% der lokalen Traumazentren wird die Maßnahme dort auch durchgeführt. Der Rest der überregionalen, 41% der regionalen sowie 39% der lokalen Traumazentren

geben an, Material und Personal zu haben, welches innerhalb und außerhalb der Regelarbeitszeit eine Thorakotomie selbstständig durchführen kann. In der Tabelle 9 sind die Zeitangaben dargestellt, wann derjenige, der den Eingriff verantwortlich durchführt, zur Verfügung steht. Daraus geht hervor, dass die Eintreffzeit auch keine Limitierung für die Durchführung darstellt. Die Frage nach dem Ort der Materialvorhaltung dieser Kliniken erklärt die Diskrepanz zwischen keiner Durchführung im Schockraum, trotz Vorhaltung der materiellen und personellen Ressourcen. Fast alle bis auf jeweils ein überregionales, ein regionales und zwei lokale Traumazentren, gaben an das Material im OP vorzuhalten. In der S3 Leitlinie Polytrauma wird eine sofortige Thorakotomie bei penetrierenden thorakalen Verletzungen, bei schweren hämodynamischen Schockzuständen, Zeichen einer Perikardtamponade und starker Blutung, in Abwesenheit peripherer Pulse sowie bei Herzkreislaufstillstand gefordert, sofern initiale Lebenszeichen beobachtet wurden bzw. der Eintritt des Herzkreislaufstillstandes nicht länger als fünf Minuten zurückliegt (21). Nach dem Ergebnis unserer Befragung wird bei genannter Indikation in 32% der überregionalen und in 44% der regionalen Traumazentren keine Notfallthorakotomie im Schockraum durchgeführt. Daraus kann nicht abgeleitet werden, dass überhaupt keine Thorakotomie durchgeführt wird, sondern gemäß den Antwortmöglichkeiten diese im OP stattfinden könnte. Die Arbeit von Rudolph et al. unterstützt diese Annahme. Es wird der Wunsch der Kliniken beschrieben die Thorakotomie im OP durchzuführen im besten Fall von einem Herz- / Thoraxchirurgen. Aber auch in dieser Arbeit wird festgehalten, dass der Zeitverlust bis der Patient einen OP erreicht bei einem penetrierenden Trauma hoch ist, da die Übergabe des Rettungsdienstes direkt in der OP Schleuse meist aus organisatorischen Gründen nicht möglich ist. Zudem wäre sicherzustellen, dass auf dem Weg eine hochwertige Reanimation fortgeführt wird, damit es nicht zu einem No-Flow kommt. Die Bedingungen eines nach DGU (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie)

Kriterien ausgestatteten Schockraums sind für eine Notfallthorakotomie ausreichend (35). Auch Lockey et al. weisen in ihrem retrospektiven datenbasierten Review darauf hin, die Zeit bis zur Thorakotomie so kurz wie möglich zu halten, da dies mit einem besseren neurologischen Outcome der Patienten verbunden ist (59).

Die Notfallthorakotomie wird in der S3 Leitlinie genauso wie in den European Resuscitation Council (ERC) Guidelines bei bestehender Indikation gefordert und hat auch im Peri-Arrest-Algorithmus beim Traumapatienten ihren festen Stellenwert siehe Abbildung 14 (21, 60). Das neurologische Outcome ist bei den Überlebenden eines traumatisch bedingten Herzstillstands im Vergleich zu einem Herzstillstand anderer Ursache zwar besser, allerdings ist die Mortalitätsrate deutlich höher (60).

Traumatisch bedingter Kreislaufstillstand



www.grc.org.de www.erc.edu
publiziert November 2015 durch German Resuscitation Council, c/o Universitätsklinikum Ulm, Sektion Notfallmedizin, 89070 Ulm
Copyright: © European Resuscitation Council bzw. Referenz Poster „Trauma_Algorithmus_GER_2015“ über GRC

Abb. 14. Algorithmus beim traumatisch bedingten Kreislaufstillstand nach den ERC Guidelines (61). Mit freundlicher Genehmigung des Deutscher Rat für Wiederbelebung – German Resuscitation Council (GRC) e.V.

In dem von Burlew et al. veröffentlichten Algorithmus auf Grundlage einer Literaturrecherche und Expertenmeinungen wird die Notfalltho-

rakotomie berücksichtigt. Es werden folgenden Kriterien in die Entscheidung zur Notfallthorakotomie im Schockraum einbezogen: stumpfes Trauma mit weniger als 10 Minuten präklinischer CPR, penetrierendes Rumpft trauma mit weniger als 15 Minuten CPR (62).

Huber-Wagner et al untersuchte in einer Auswertung des Traumaregisters der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie das Behandlungsergebnis von 10.359 polytraumatisierten Patienten mit einem ISS von ≥ 16 Punkte. Es erfolgte bei 757 Patienten eine kardiopulmonale Reanimation nach traumatischem Kreislaufstillstand mit Herzdruckmassage präklinisch und/oder nach Aufnahme im Schockraum. Ein stumpfes Trauma wurde in 94,3% beschrieben. Insgesamt überlebten 17,2% der Patienten. Die Überlebensrate der reanimationspflichtigen Patienten mit anschließender Notfallthorakotomie in der Klinik beträgt 13% (77) (63).

In der retrospektiven, deskriptiven Studie von Inkinen et al werden Patienten mit penetrierendem Trauma des Thoraxes oder Abdomens im Zeitraum von 1997 bis 2011, welche in das Turku University Hospital (Turku, Finland) oder das Satakunta Central Hospital (Pori, Finland) eingeliefert werden unter anderem bezüglich Behandlung und Überlebensrate ausgewertet. Das Satakunta Central Hospital ist ein regionales Krankenhaus. 130 Patienten konnten in die Studie eingeschlossen werden. Zusammenfassend wird festgestellt, dass Versorgung von penetrierenden thorakalen und abdominalen Verletzungen in kleinen Traumazentren vergleichbar mit großen sei (64). Gerade beim TerrorMANV und einer großen Anzahl schwerverletzter Patienten mit penetrierenden Traumata müssen gegebenenfalls die lokalen und regionalen Traumazentren mit involviert werden.

5.6. Indikation REBOA-Verfahren

In der S3 - Polytraumaleitlinie wird das REBOA-Verfahren mit dem Empfehlungsgrad 0 genannt (21). 88% der überregionalen, 64% der regionalen und 10% der lokalen Traumazentren führen eine Ballonokklusion der Aorta bei gegebener Notfallindikation durch.

In einer interdisziplinären Analyse von Obduktionsprotokollen traumatisch Verstorbenen von Buschmann et al. wird dargestellt, dass ein hämorrhagisches Schockgeschehen beim Traumapatienten in der Gruppe der potenziell vermeidbaren Todesursachen in dreiviertel der Fälle ursächlich ist und in der Gruppe der definitiv vermeidbaren Todesursache die Hälfte ausmacht (65). In einem Review aktueller Literatur von Knapp et al. wird berichtet, dass Extremitätenblutungen durch manuelle Kompression, Druckverband oder Tourniquets gut zu beherrschen sind, jedoch findet sich die überwiegende Anzahl lebensbedrohlicher Blutungen an nicht komprimierbaren Körperregionen wie dem Becken oder Abdomen. Der Beckengurt stellt eine Maßnahme zur frühzeitigen Blutungskontrolle dar. Dementsprechend ist die Sterblichkeit der Patienten, die solche Verletzungen erleiden, hoch (>40%). Dem Beitrag ist zu entnehmen, dass für den Einsatz des REBOA-Verfahrens Literaturbelege fehlen, die die Evidenz der Maßnahme ausreichend belegen. Aus diesem Grund fordern die Autoren, dass das REBOA-Verfahren bei gegebener Indikation und Voraussetzung angewandt werden soll, um diese Daten gesammelt auswerten zu können (66).

In einem Beitrag von Friemert et al. wird im Rahmen eines MANV die Versorgung von Gefäßverletzungen in zwei Phasen eingeteilt. In der ersten Phase geht es um die Blutstillung /-kontrolle und in der zweiten um die Wiederherstellung der Perfusion. Dabei wird das REBOA-Verfahren für die erste Phase empfohlen (67).

Darrabie et al dokumentierten über eine Dauer von 21 Monaten in einem Level I Traumazentren die Erfahrung mit der Durchführung des REBOA-Verfahrens. Bei 16 instabilen Patienten wurde das Verfahren angewendet. Als Ergebnis der Untersuchung konnte festgehalten werden, dass das Verfahren bei sub-diaphragmaler Blutung bei instabilen Patienten zur Kreislaufstabilisierung beiträgt. Gemäß dieser Studie ist kein spezieller Kurs zum Erlernen des REBOA-Verfahrens notwendig. Die Chirurgen erhielten im Vorwege eine Einführung sowie ein praktisches Training mit einer Dauer von ca. 1,5h. Allerdings konnten die Chirurgen auf Basisfertigkeiten im Bereich der Katheteranlage im Rahmen ihrer Ausbildung zurückgreifen (68).

In der Multicenterstudie der American Association for the Surgery of Trauma werden 285 Patienten eingeschlossen, die in der akuten Phase nach einem Trauma eine Aortenokklusion mittels REBOA oder offenem Verfahren benötigten. Dabei konnte in der Gruppe der Patienten, die keine vorangegangene Reanimation erhalten haben, eine bessere Überlebensrate der REBOA Gruppe gegenüber der Gruppe, die mittels offenem Aorten-Clamping behandelt wurden, dokumentiert werden (69).

5.7. Versorgung von Extremitäten

Die Beckenzwinge oder Pelvic Sling und Tourniquets stellen effektive Maßnahmen zur frühzeitigen Blutungskontrolle dar.

Die Identifikation von lebensbedrohlichen Blutungen der Extremitäten und die Durchführung von geeigneten Maßnahmen zur Blutungskontrolle wie die Verwendung von Tourniquets wird auch nach ATLS® (Advanced Trauma Life Support) empfohlen (70).

In der S3 Leitlinie Polytrauma wird eine Versorgung von Frakturen der unteren und oberen Extremität mittels Fixateur externe empfohlen, wenn der Zustand keine definitive Frakturstabilisierung ermöglicht; insbesondere gilt dies bei kreislaufinstabilen Patienten (21). Eine spätere definitive Frakturversorgung bei instabilen Patienten mit Extremitätenverletzungen wird auch in der Arbeit von Pape et al. propagiert. Eine geeignete Erstversorgung sollte mittels Fixateur externe erfolgen (71); (72).

5.8. Materialressourcen

*Nach den Ergebnissen unserer Befragung ergibt der Median bei der Vorhaltung von Material für eine Trepanation drei bei den überregionalen und jeweils eins bei den regionalen und lokalen Traumazentren. Bei einer großen Anzahl von schwerverletzten Patienten, welche bei einem TerrorMANV vorhanden sein können, kann es somit zu Engpässen bei der Materialvorhaltung kommen. Dies kann dazu führen von der individualmedizinischen Versorgung zum Prinzip des damage control surgery (DCS), gegebenenfalls sogar auf tactical abbreviated surgical care (TASC) umzustellen. Bei der Versorgung von Patienten mit Schädelhirntrauma könnte dies in Ausnahmesituationen bedeuten lediglich eine Oberkörperhochlagerung nach tactical abbreviated surgical care (TASC) durchzuführen. Gerade bei dieser Patientengruppe ist dann aber auch mit einer deutlichen Prognoseverschlechterung zu rechnen (48).

Vergleichbar sind die Zahlen bei der Vorhaltung des Materials für eine Notfallthorakotomie. Gerade im Rahmen eines TerrorMANV mit der Verwendung von Kriegswaffen ist mit einer erhöhten Zahl penetrierender thorakaler und abdomineller Verletzungen zu rechnen. Die Indikation für eine Notfallthorakotomie bleibt auch nach tactical abbreviated surgical care (TASC) bestehen und sollte aufgrund der notwendigen Ressourcen auch strikt eingehalten werden (48). Sofern das

Material die limitierende Ressource bei der Durchführung einer Notfallthorakotomie darstellt, kann diese Maßnahme auch mittels eines Skalpells, einer chirurgischen Schere und einer Kleiderschere durchgeführt werden (73).

Wenn es Engpässe bei der Versorgung von instabilen Beckenverletzungen gibt, kann mit einfachen Maßnahmen mittels Pelvic Binder oder mittels eines Tuchs nach dem tactical abbreviated surgical care (TASC) Konzept versucht werden, eine Stabilisierung zu erzielen (29).

Um die Operationszeit sowie das Weichteiltrauma bei Frakturen möglichst gering zu halten, erfolgt die Versorgung besonders bei mehreren Frakturen nach damage control surgery (DCS) Konzept mittels Fixateur externe. Kommt es bei der Anzahl der Fixateur externe oder bei anderen Ressourcen zu einer Limitierung, kann nach dem tactical abbreviated surgical care (TASC) Konzept eine Ruhigstellung der Extremität mittels Extension oder Schiene vorgenommen werden (29).

5.9. Fazit

Obwohl in Expertenmeinungen und Leitlinien Maßnahmen wie eine Notfallthorakotomie, eine Trepanation oder eine Aortenokklusion mittels REBOA-Technik empfohlen und gefordert werden, ist – wie unsere Untersuchung für die bayerischen Krankenhäuser zeigt – keine flächendeckende Umsetzung möglich.

Die Durchführung von Notfalltrepanationen wurde historisch zunächst in nur wenigen städtischen Zentren durch die Neurochirurgie durchgeführt; in der Fläche stellten Chirurgen mit dem Schwerpunkt Unfallchirurgie sowie einer entsprechenden neurotraumatologischen Ausbildung die Versorgung sicher. Die Implementierung von Traumanetzwerken und die Einrichtung von weiteren neurochirurgischen Abteilungen sowie die Änderungen der Weiterbildungsordnung mit verkürzten Ausbildungszeiten führte dazu, dass sich die Durchführung

von Notfallreparaturen sich nicht mehr im Repertoire von neu ausgebildeten Unfallchirurgen befindet. Dies könnte die Diskrepanz zwischen der Vorhaltung von Material und der Verfügbarkeit von Operateuren erklären.

Auch im Bereich der Thorakotomie könnte eine regelmäßige Teilnahme an etablierten Kurskonzepten dazu führen, die vorhandenen materiellen und personellen Ressourcen für eine Notfallthorakotomie im Schockraum bei gegebener Indikation effektiver zu nutzen.

Außerdem bleibt die Frage zu klären, ob die Versorgung von Patienten mittels oben genannter Prozeduren bei einem Massenanfall von Verletzten höheren Traumazentren vorbehalten bleibt oder ob niedriger eingestufte Häuser bei der Versorgung beteiligt werden sollten. Bei materiellen Engpässen kann es notwendig sein vom Damage Control Surgery (DCS) Konzept auf das Tactical Abbreviated Surgical Care (TASC) Konzept umzustellen.

6. Limitation der Studie

*Bei den Ergebnissen ist zu berücksichtigen, dass die Angaben der nicht Trauma zertifizierten Kliniken aufgrund der geringen Rücklaufquote gegenüber der Rücklaufquote der Traumazentren nicht repräsentativ sind.

Bei der Alarmierung des dienstfreien Personals ist der Anteil der Kliniken, die auf eine telefonische Alarmierung zurückgreifen sehr hoch, obwohl dies eine hohe Zeitressource beansprucht und die Klinik gerade in der Bereitschaftsdienstzeit erst vollumfänglich handlungsfähig ist, sobald ausreichend Personal zur Verfügung steht. An dieser Stelle stellt sich die Frage, ob die Kliniken ggf. automatische Systeme verwenden, welche über das Telefon aktiviert werden und in unseren Antwortmöglichkeiten nicht abgebildet wurden.

Bei der Durchführung einer Trepanation oder Thorakotomie haben wir nach der Anzahl des Personals gefragt, welches selbstständig die Maßnahme durchführen kann sowie wann es innerhalb und außerhalb der Regelarbeitszeit zur Verfügung steht. Bei der Auswertung der Fragen ist aufgefallen, dass nicht abschließend beurteilt werden kann, ob das Personal einen limitierenden Faktor darstellt, da aus der Fragestellung nicht hervorgeht, ob der Durchführende im Bereitschaftsdienst ist oder ob dieser aus dem dienstfrei kommt. Wenn dies der Fall wäre, müsste man wie eingangs erwähnt davon ausgehen, dass nur mit 17-25% des im dienstfrei befindlichen Personals nach Alarmierung zu rechnen ist (48). Aus diesem Grund ist nur berücksichtigt worden, ob Personal, welches die Maßnahmen selbstständig durchführen kann, vorhanden ist.

*Bei der Frage zur Vorhaltung der Fixateur externe zur Versorgung von Verletzungen der Extremitäten wurden auch Fixateur externe für Finger mit aufgeführt. Diese stehen für die Notfallversorgung beim

Massenanfall von Verletzten nicht im Fokus, so dass die Zahlen nur eingeschränkt aussagekräftig sind.

7. Zusammenfassung

Bei einem Massenanfall von Verletzten wird bisher davon ausgegangen, mit der Versorgung "des klassischen Polytraumas" konfrontiert zu werden. Aufgrund zunehmender Gefahr eines terroristischen Anschlags kann es allerdings zukünftig vermehrt zur Notwendigkeit der Versorgung eines Massenanfalls von Schuss- und Explosionsverletzungen kommen.

Um einen Überblick über die Versorgungskapazitäten typischer Verletzungsmuster in diesen speziellen Lagen zu erhalten, haben wir eine bayernweite Befragung der Unfallchirurgischen Abteilungen mittels eines Fragebogens durchgeführt.

Der Fragebogen beinhaltet 28 Fragen und gliedert sich in einen allgemeinen sowie einen Neuro-, Thorax, Gefäß- und Unfallchirurgischen Teil. Im allgemeinen Teil geht es um die Kategorie des Traumazentrums sowie um Vorbereitung, Anlaufphase und Rahmenbedingungen im Falle eines Massenanfalls von Verletzten. In den fachspezifischen Teilen werden Durchführung, Material- und Personalvorhaltungen für spezielle Eingriffe abgefragt, die insbesondere bei Verletzungsmustern nach Schuss- und Explosionsverletzungen benötigt werden, wie eine Trepanation, eine Thorakotomie (antero-lateralem Zugang oder Clamshell) sowie eine Ballonokklusion der Aorta mittels retrograden endovaskulären Aortenokklusion (REBOA). Zudem ist die Anzahl der Tourniquets, Beckenzwingen und Fixateur externe, die vorgehalten werden, ermittelt worden.

Das Ergebnis der Befragung zeigt sowohl im Bereich der Rahmenbedingungen als auch bei der Versorgung der Patienten Optimierungspotenzial. So ist zum Beispiel eine externe Alarmierung nur teilweise

etabliert. Auch kommt es noch zu keiner flächendeckenden Durchführung der speziellen Eingriffe. Dies könnte beispielsweise durch konsequente und spezifische Schulungsmaßnahmen verbessert werden.

8. Literaturverzeichnis

1. Edwards D, McMenemy L, Stapley S, Patel H, Clasper J. 40 years of terrorist bombings—a meta-analysis of the casualty and injury profile. *Injury*. 2016;47(3):646-52.
2. Franke A, Bieler D, Friemert B, Kollig E, Flohe S. Prä- und innerklinisches Management bei MANV und Terroranschlag. *Der Chirurg*. 2017;88(10):830-40.
3. Schwab R, GÜsgen C, Hentsch S, Kollig E. Terrorism – a new dimension in trauma care. *Der Chirurg*. 2007;78(10):902-9.
4. Achatz G, Bieler D, Franke A, Friemert B. Terrorassoziierter Massenanfall von Verletzten (TerrorMANV). *Trauma und Berufskrankheit*. 2018;20(3):188-95.
5. Juncken K, Heller A, Cwojdzinski D, Disch A, Kleber C. Verteilung der Sichtungskategorien bei Terroranschlägen mit einem Massenanfall von Verletzten. *Der Unfallchirurg*. 2019;122(4):299-308.
6. für Bevölkerungsschutz B. Katastrophenhilfe (2011). *BBK-Glossar Ausgewählte zentrale Begriffe des Bevölkerungsschutzes*. 2013.
7. Fischer P, Wafaisade A, Neugebauer EAM, Kees T, Bail H, Weber O, et al. Preparedness of hospital physicians for a mass casualty incident. *Der Unfallchirurg*. 2013;116(1):34-8.
8. Schmiedle M, Sefrin P. Limitierende Faktoren der stationären Versorgung unter katastrophenmedizinischen Bedingungen. *Der Notarzt*. 2003;19(06):220-8.
9. Sefrin P, Kuhnigk H. Großschadensereignisse – Behandlungskapazitäten und Zuweisungsstrategien. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2008;43(03):232-5.
10. Weißbuch Schwerverletztenversorgung: Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie; 2019 [20.09.2020]. Available from: https://www.dgu-online.de/fileadmin/published_content/5.Qualitaet_und_Sicherheit/PDF/2019_DGU_Weissbuch_Schwerverletztenversorgung_Vorabdruck.pdf.

11. Hauer T, Huschitt N, Grobert S, Kneubuehl B, Schmidbauer W. Notfallmedizinische Versorgung von Schuss- und Stichverletzungen. Notfall + Rettungsmedizin. 2016;19(6):427-41.
12. Vollmantelgeschoss: Wikipedia; [21.01.2020]. Available from: <https://de.m.wikipedia.org/wiki/Vollmantelgeschoss>.
13. Teilmantelgeschoss: Wikipedia; [21.01.2020]. Available from: <https://de.m.wikipedia.org/wiki/Teilmantelgeschoss>.
14. GÜsgen C, Franke A, Hentsch S, Kollig E, Schwab R. Das Terroranschlagstrauma – eine eigene Entität des Polytraumas. Der Chirurg. 2017;88(10):821-9.
15. Tonus C, Preuss M, Kasperek S, Nier H. Adequate management of stab and gunshot wounds. Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin. 2003;74(11):1048-56.
16. Bieler D, Franke AF, Hentsch S, Paffrath T, Willms A, Lefering R, et al. Schuss- und Stichverletzungen in Deutschland – Epidemiologie und Outcome. Der Unfallchirurg. 2014;117(11):995-1004.
17. Friemert B. Wie bereitet sich die DGU auf die Versorgung von Terroropfern vor? Notfall+ Rettungsmedizin. 2018;21(4):296-7.
18. Dyb G, Jensen TK, Nygaard E, Ekeberg Ø, Diseths TH, Wentzel-Larsen T, et al. Post-traumatic stress reactions in survivors of the 2011 massacre on Utøya Island, Norway. The British Journal of Psychiatry. 2014;204(5):361-7.
19. von Kaufmann F. Der Amoklauf in München aus Sicht der Integrierten Leitstelle. Herausforderung Notfallmedizin: Springer; 2018. p. 175-85.
20. Doll D, Matevossian E, Kayser K, Hönemann C, Lenz S, Degiannis E. Kopfverletzungen: Mortalität, Verletzungsmuster, Intubationshäufigkeit. Der Notarzt. 2012;28(01):7-11.
21. S3 – Leitlinie Polytrauma Schwerverletzten - Behandlung Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie; 2016 [02.10.2019]. Available from: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-019l_S3_Polytrauma_Schwerverletzten-Behandlung_2017-08.pdf.
22. Di Micoli M, Bieler D. Explosionsverletzungen. In: Neitzel C, Ladehof K, editors. Taktische Medizin: Notfallmedizin und Einsatzmedizin. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2015. p. 269-80.

23. Hossfeld B, Holsträter T, Holsträter S, Rein D, Josse F, Lampl L, et al. Primärversorgung penetrierender Verletzungen Primary treatment of penetrating injuries. *Der Anaesthesist*. 2014;63(5):439-50.
24. de Ceballos JPG, Turégano-Fuentes F, Perez-Diaz D, Sanz-Sanchez M, Martin-Llorente C, Guerrero-Sanz J. 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*. 2004;9(1):104.
25. Leidel BA. Injury patterns from major urban terrorist bombings in trains. *Notfall + Rettungsmedizin*. 2008;11(7):503-4.
26. Lockey D, MacKenzie R, Redhead J, Wise D, Harris T, Weaver A, et al. London bombings July 2005: the immediate pre-hospital medical response. *Resuscitation*. 2005;66(2):ix-xii.
27. Peleg K, Rozenfeld M. Dealing with terror-related mass casualty events. *Notfall + Rettungsmedizin*. 2015;18(2):23-31.
28. Franke A, Bieler D, Friemert B, Schwab R, Kollig E, Güssen C. The first aid and hospital treatment of gunshot and blast injuries. *Deutsches Ärzteblatt International*. 2017;114(14):237.
29. Friemert B, Franke A, Bieler D, Achatz A, Hinck D, Engelhardt M. Versorgungsstrategien beim MANV/TerrorMANV in der Unfall-und Gefäßchirurgie. *Der Chirurg*. 2017;88(10):856-62.
30. Kluger Y, Peleg K, Daniel-Aharonson L, Mayo A. The special injury pattern in terrorist bombings. *Journal of the American College of Surgeons*. 2004;199(6):875-9.
31. Clusmann H, Hans F-J, Neuloh G, Oertel M. Neurochirurgie. Chirurgie: IN 5 TAGEN. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2012. p. 318-72.
32. Strowitzki M. Current concepts of brain injury treatment. *Trauma und Berufskrankheit*. 2013;15(4):276-82.
33. Pingel A, Schweigkofler U, Kandziora F, Teßmann R, Hoffmann R. Management des Schädel-Hirn-Traumas beim Polytrauma – Diagnostik und Therapie. *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date*. 2010;5(01):1-22.

34. Wise D, Davies G, Coats T, Lockey D, Hyde J, Good A. Emergency thoracotomy: "How to do it". Emergency medicine journal: EMJ. 2005;22(1):22.
35. Rudolph M, Lange T, Göring M, Schneider NR, Popp E. Clamshell-Thorakotomie im Rettungsdienst und Schockraum: Indikationen, Anforderungen und Technik. Der Notarzt. 2019.
36. Flaris AN, Simms ER, Prat N, Reynard F, Caillot J-L, Voiglio EJ. Clamshell incision versus left anterolateral thoracotomy. Which one is faster when performing a resuscitative thoracotomy? The tortoise and the hare revisited. World journal of surgery. 2015;39(5):1306-11.
37. Slessor D, Hunter S. To be blunt: are we wasting our time? Emergency department thoracotomy following blunt trauma: a systematic review and meta-analysis. Annals of emergency medicine. 2015;65(3):297-307. e16.
38. Fairfax LM, Hsee L, Civil ID. Resuscitative Thoracotomy in Penetrating Trauma. World Journal of Surgery. 2015;39(6):1343-51.
39. Hughes CW. Use of an intra-aortic balloon catheter tamponade for controlling intra-abdominal hemorrhage in man. Surgery. 1954;36(1):65-8.
40. Qasim Z, Brenner M, Menaker J, Scalea T. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta. Resuscitation. 2015;96:275-9.
41. Elias K, Engelhardt M. „Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta“. Der Unfallchirurg. 2018;121(7):537-43.
42. Russo RM, Neff LP, Johnson MA, Williams TK. Emerging Endovascular Therapies for Non-Compressible Torso Hemorrhage. Shock. 2016;46(3 Suppl 1):12-9.
43. Schneider N, Küßner T, Weilbacher F, Göring M, Mohr S, Rudolph M, et al. Invasive Notfalltechniken – INTECH Advanced. Notfall + Rettungsmedizin. 2019;22(2):87-99.
44. Pflege BSfGu. Krankenhausplan des Freistaates Bayern. 2017.
45. Fischer M, Kehrberger E, Marung H, Moecke H, Prückner S, Trentzsch H, et al. Eckpunktepapier 2016 zur notfallmedizinischen Versorgung der Bevölkerung in der Prähospitalphase und in der Klinik. Notfall + Rettungsmedizin. 2016;19(5):387-95.

46. Wurmb T, Friemert B. Die Rolle des Krankenhauses bei Bedrohungslagen. Notfall+ Rettungsmedizin. 2018;21(7):585-9.
47. Urban B, Meisel C, Lackner C, München AK. Alarmierung der Klinikmitarbeiter bei größeren SchadenslagenAlerting of clinical staff in mass casualty incidents. Implementation of an alerting system and results of test alarms. Notfall+ Rettungsmedizin. 2008;11(1):28-36.
48. Güsgen C, Schwab R, Kleber C. Sichtung und chirurgische Notfallversorgung im Katastrophenfall. Zentralblatt für Chirurgie-Zeitschrift für Allgemeine, Viszeral-, Thorax-und Gefäßchirurgie. 2018;143(02):121-30.
49. Firsching R, Rickels E, Mauer UM, Sakowitz OW, Messing-Jünger M, Engelhard K, et al. Leitlinie Schädel Hirn Trauma im Erwachsenen Alter 2015 [19.05.2018]. Available from: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/008-001l_S2e_Schaedelhirntrauma_SHT_Erwachsene_2015-12-abgelaufen.pdf.
50. Lindlohr C, Rose M, Scheuerlein H, Settmacher U, Heiss M, Pape-Koehler C. Vom historischen Allrounder zum modernen Spezialisten. Der Chirurg. 2013;84(11):970-7.
51. Wortmann M, Elias K, Zerwes S, Böckler D, Hyhlik-Dürr A. REBOA (Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta). Notfall+ Rettungsmedizin. 2019;22(2):100-10.
52. Brodauf L, Heßing K, Hoffmann R, Friemert B. Aktueller Stand der Versorgung beim Polytrauma und MANV in Deutschland. Der Unfallchirurg. 2015;118(10):890-900.
53. ASSET - Advanced Surgical Skills for Exposure in Trauma: American College of Surgeons; [19.05.2018]. Available from: <https://www.facs.org/quality-programs/trauma/education/asset>.
54. Bowyer MW, Kuhls DA, Haskin D, Sallee RA, Henry SM, Garcia GD, et al. Advanced surgical skills for exposure in trauma (ASSET): the first 25 courses. Journal of Surgical Research. 2013;183(2):553-8.
55. Pert - Pre-hospital and Emergency Department Resuscitative Thoracotomy: Royal College of Surgeons of England; [19.05.2018]. Available from: <https://www.rcseng.ac.uk/education-and-exams/courses/search/prehospital-and-emergency-department-resuscitative-thoracotomy/>.

56. Lockey DJ, Lyon RM, Davies GE. Development of a simple algorithm to guide the effective management of traumatic cardiac arrest. *Resuscitation*. 2013;84(6):738-42.
57. Sherren PB, Reid C, Habig K, Burns B. Algorithm for the resuscitation of traumatic cardiac arrest patients in a physician-staffed helicopter emergency medical service. *Critical Care*. 2013;17(2):P281.
58. Kleber C, Giesecke M, Tsokos M, Haas N, Buschmann C. Trauma-related preventable deaths in Berlin 2010: need to change prehospital management strategies and trauma management education. *World journal of surgery*. 2013;37(5):1154-61.
59. Lockey D, Crewdson K, Davies G. Traumatic cardiac arrest: who are the survivors? *Annals of emergency medicine*. 2006;48(3):240-4.
60. Reanimation 2015 Leitlinie kompakt: Deutscher Rat für Wiederbelebung, German Resuscitation Council; 2015 [29.09.2019]. Available from: <https://www.grc-org.de/wissenschaft/leitlinien>.
61. Traumatisch bedingter Kreislaufstillstand: European Trauma Resuscitation; 2015 [29.09.2019]. Available from: <https://www.grc-org.de/wissenschaft/leitlinien>.
62. Burlew CC, Moore EE, Moore FA, Coimbra R, McIntyre Jr RC, Davis JW, et al. Western Trauma Association critical decisions in trauma: resuscitative thoracotomy. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2012;73(6):1359-63.
63. Huber-Wagner S, Lefering R, Qvick M, Kay MV, Paffrath T, Mutschler W, et al. Outcome in 757 severely injured patients with traumatic cardiorespiratory arrest. *Resuscitation*. 2007;2(75):276-85.
64. Inkinen J, Kirjasuo K, Gunn J, Kuttilla K. Penetrating trauma; experience from Southwest Finland between 1997 and 2011, a retrospective descriptive study. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2015;41(4):429-33.
65. Buschmann C, Poloczek S, Giesecke M, Kleber C. Vermeidbare Todesfälle nach Trauma. *Der Notarzt*. 2013;29(03):91-8.
66. Knapp J, Bernhard M, Haltmeier T, Bieler D, Hossfeld B, Kulla M. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta. *Der Anaesthetist*. 2018:1-13.

67. Friemert B, Franke A, Schwab R, Hinck D, Achatz G, Einsatz A. Chirurgische Versorgungsstrategien beim TerrorMANV. Notfall+ Rettungsmedizin. 2018;21(4):278-88.
68. Darrabie MD, Croft CA, Brakenridge SC, Mohr AM, Rosenthal MA, Mercier NR, et al. Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta: Implementation and Preliminary Results at an Academic Level I Trauma Center. Journal of the American College of Surgeons. 2018;227(1):127-33.
69. Brenner M, Inaba K, Aiolfi A, DuBose J, Fabian T, Bee T, et al. Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta and Resuscitative Thoracotomy in Select Patients with Hemorrhagic Shock: Early Results from the American Association for the Surgery of Trauma's Aortic Occlusion in Resuscitation for Trauma and Acute Care Surgery Registry. Journal of the American College of Surgeons. 2018;226(5):730-40.
70. American College of Surgeons. Advanced trauma life support® student course manual. In: American College of Surgeons, editor. Chicago, IL, USA2018.
71. Pape H-C, Krettek C. Frakturversorgung des Schwerverletzten – Einfluss des Prinzips der "verletzungsadaptierten Behandlungsstrategie" ("damage control orthopaedic surgery"). Der Unfallchirurg. 2003;106(2):87-96.
72. Giannoudis PV, Giannoudi M, Stavlas P. Damage control orthopaedics: lessons learned. Injury. 2009;40:S47-S52.
73. Rudolph M, Schneider NRE, Popp E. Clamshell-Thorakotomie nach thorakalen Messerstichen. Der Unfallchirurg. 2017;120(4):344-9.

9. Anhänge

9.1. Fragebogen

			
<p>Klinikum der Universität München · Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement Schillerstraße 53 · 80336 München</p> <p>Herrn Prof. Dr. <input type="text"/> XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Musterfirma Musterabteilung Straßenname 123 12345 Ortsname</p> <p style="text-align: right;">Telefon +49 (0)89 / 4400 - 5701 Telefax +49 (0)89 / 4400 - 5702 gs.inm@med.uni-muenchen.de www.inm-online.de www.klinikum.uni-muenchen.de Postanschrift: Schillerstraße 53 D-80336 München</p> <hr style="width: 100%;"/> <p style="text-align: right;">München, 20.10.17</p>			
<p>Fragebogen zur klinischen Versorgung von Schwerverletzten bei einem Massenansturm von Verletzten</p> <p>Sehr geehrter Herr/Dame,</p> <p>der folgende Fragebogen ist an die chirurgischen Abteilungen der Kliniken in Bayern gerichtet. Bei einem Massenansturm von Verletzten wird bisher davon ausgegangen, mit der Versorgung "des klassischen Polytraumas" konfrontiert zu werden. Darauf ist auch die aktuelle Patientenverteilungsmatrix in München ausgerichtet. Aufgrund zunehmender Gefahr eines terroristischen Anschlags kann es allerdings zukünftig vermehrt zu der Versorgung eines Massenansturms von Schuss- und Explosionsverletzungen kommen. Dies führt zu einer notwendigen Veränderung in der Materialvorhaltung und der Versorgungsstrategie.</p> <p>Um einen Überblick über die Versorgungskapazitäten in diesen speziellen Lagen zu erhalten, bitten wir Sie den Fragebogen zu beantworten.</p> <p>Die Datenerhebung dient allein wissenschaftlichen Zwecken. Die Teilnahme ist freiwillig. Die Daten werden in anonymisierter Form verarbeitet, das heißt es kann nicht nachvollzogen werden, welche Klinik geantwortet hat. Die Rücksendungen werden in unserer Geschäftsstelle geöffnet, die Fragebögen werden archiviert und die Briefumschläge werden vernichtet. Damit ist eine Zuordnung der Angaben zur Versendeten Klinik nicht mehr möglich.</p> <p>Zugriff zu den Daten haben folgende NM-Mitarbeiter: Dr. Alexandra Zech, Dr. Thorsten Kohlmann und Nina Thies. Im Anschluss werden die Daten für zehn Jahre archiviert.</p> <p>Bitte senden Sie uns den ausgefüllten Fragebogen in dem vorbereiteten Briefumschlag zurück. Wir freuen uns auf Ihre Rückmeldung, idealerweise bis zum.....</p>			
<hr/> <p>Geschäftsführender Direktor: Dr. med. Stephan Prückner Das Klinikum der Universität München ist eine Anstalt des öffentlichen Rechts Vorstand: Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. Dr. h.c. Karl-Walter Jauch (Vorsitz), stv. Kaufmännischer Direktor: Philip Rieger, Pflegedirektorin: Helle Dokken, Vertreter der Medizinischen Fakultät: Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel (Dekan) Institutionskennzeichen: 260 94 050, Umsatzsteuer-Identifikationsnummer gemäß § 27a Umsatzsteuergesetz: DE 813536017</p> <p style="text-align: right;">Fachausschuss: Prof. Dr. Bernhard Zwißler (Vorsitzender) Prof. Dr. Wolfgang Böcker Prof. Dr. Steffen Massberg</p>			

Mit bestem Dank und freundlichen Grüßen

Dr. Stephan Prückner
Geschäftsführender Direktor
Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement

Dr. Michael Bayeff-Filloff
Ärztlicher Landesbeauftragter
Rettungsdienst Bayern

Prof. Dr. Karl-Georg Kanz
Ärztlicher Bezirksbeauftragter
Rettungsdienst Oberbayern Nordwest

Dr. Rainald Kaube
Ärztlicher Bezirksbeauftragter
Rettungsdienst Oberbayern Südost

Fragebogen zum Thema „Klinische Versorgung von Schwerverletzten bei einem Massenanfall von Verletzten“

1. Bitte geben Sie an, zu welcher Kategorie Ihre Klinik gehört:

- Überregionales Traumazentrum
- Regionales Traumazentrum
- Lokales Traumazentrum

2. Entfernungen

2.1. Wie wird der Transport zwischen Hubschrauberlandeplatz und Schockraum zurückgelegt?

- Transport mit einem Rettungsmittel (Fahrzeug wie Rettungswagen)
- Transport auf der Trage und mit einem Fahrstuhl / Lift
- Transport nur mit einer Trage und ohne Fahrstuhl / Lift, Strecke ca. in m: _____

2.2. Wie wird der Transport zwischen Schockraum und CT zurückgelegt?

- Transport auf der Trage und mit einem Fahrstuhl / Lift
- Transport ebenerdig auf einer Trage, Strecke ca. in m: _____

3. Alarmierung von Personal

3.1. Wie verständigen Sie das nicht in der Klinik anwesende Personal bei einem Massenanfall von Verletzten?

- telefonisch von der eigenen Klinik aus
- über ein externes Alarmierungssystem (z.B. Anbieter wie Fact 24)
- andere Alarmierungsart: _____

4. Neurochirurgie

Wie erfolgt die Versorgung eines Patienten mit schwerem Schädelhirntrauma in Ihrem Haus?

4.1. Führen Sie bei gegebener Notfallindikation eine Trepanation durch?

Ja Nein

4.2. Halten Sie Material für eine Notfalltrepanation vor?

Ja Nein

4.3. Für wie viele Patienten, die trepaniert werden müssen, halten Sie Material vor?

4.4. Wie viele Personen können bei Ihnen selbstständig und eigenverantwortlich eine Trepanation durchführen?

4.5. Welche Fachrichtungen haben diejenigen, die die Trepanation verantwortlich durchführen?

Neurochirurg

Unfallchirurg

andere Fachrichtung, und zwar: _____

4.6. Wann ist der, der den Eingriff verantwortlich durchführt, zum Eingriff bereit:

	Zeitangabe in min
Innerhalb der Regelarbeitszeit	
Außerhalb der Regelarbeitszeit	

4.7. Haben Sie die Möglichkeit einer ICP (intrakranielle Druckmessung), EVD (externe Ventrikeldrainage) und diese zu monitoren?

Ja Nein

5. Thoraxchirurgie

Wie erfolgt die Versorgung eines Patienten mit einer penetrierenden Thoraxverletzung und Kreislaufstillstand?

5.1. Führen Sie bei einer penetrierenden Thoraxverletzung, die ursächlich für eine hämodynamische Instabilität des Patienten ist, eine explorative Thorakotomie im Schockraum durch (*gemeint ist mittels antero-lateralem Zugang in Rückenlage oder die Clamshell- Thorakotomie*)?

Ja Nein

5.2. Halten Sie Material für eine Notfallthorakotomie vor?

Ja Nein

5.3. Wo halten Sie das Material vor (z. B OP, Schockraum...)

5.4. Wie halten Sie das Material vor:

Einzelinstrumente

Komplettes Set

5.5. Für wie viele Patienten halten Sie Material für eine solche Thorakotomie vor?

5.6. Wie viele Personen können bei Ihnen selbstständig und eigenverantwortlich eine solche Thorakotomie durchführen?

5.7. Welche Fachrichtungen haben diejenigen, die die Thorakotomie verantwortlich durchführen?

Thoraxchirurg

Unfallchirurg

andere Fachrichtung, und zwar: _____

5.8. Wann ist der, der den Eingriff verantwortlich durchführt, zum Eingriff bereit:

	Zeitangabe in min
Innerhalb der Regelarbeitszeit	
Außerhalb der Regelarbeitszeit	

5.9. Halten Sie Löffelelektroden für eine interne Defibrillation vor?

Ja Nein

5.10. Haben Sie eine Thoraxchirurgische Abteilung?

Ja Nein

5.11. Haben Sie eine Herzchirurgische Abteilung?

Ja Nein

6. Gefäßchirurgie

6.1. Führen Sie bei einem Patienten mit einer massiven intraabdominellen oder pelvinen Blutung eine Ballonokklusion der Aorta mittels Reboa – Technik (Resuscitative Endoluminal Balloon- Occlusion of the Aorta) durch?

Ja Nein

6.2. Halten Sie Material für eine Aortenokklusion mittels Reboa-Technik vor?

Ja Nein

6.3. Haben Sie eine Gefäßchirurgische Abteilung mit Aortenchirurgie?

Ja Nein

6.4. Für wie viele Patienten halten Sie eine Beckenzwinge bzw. eine Pelvic Sling vor?

6.5. Wie viele Tourniquets halten Sie vor?

9.2. Danksagung

Ich möchte mich besonders bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Karl-Georg Kanz bedanken, der immer die Zeit gefunden hat, mich mit konstruktivem Feedback von der Planung bis zum Schreiben der Doktorarbeit zu begleiten.

Bei Herrn Dr. Thorsten Kohlmann, der mir als promovierter Mitbetreuer unterstützend zur Seite stand, möchte ich mich besonders für die geduldigen und motivierenden Gespräche während des gesamten Prozesses der Doktorarbeit bedanken.

Ich bedanke mich bei Herrn Dr. Stephan Prückner, der die Durchführung dieser Arbeit ermöglicht hat und immer wieder mit fachlichem Feedback unterstützt hat.

Mein Dank gilt auch Frau Dr. Alexandra Zech, die mich besonders bei der statistischen Auswertung unterstützt hat.

Genauso möchte ich mich bei Herrn Dr. Heiko Trentzsch für seine fachliche Expertise bedanken.

Herzlich bedanken möchte ich mich bei Herrn Dr. Sebastian Streckbein, der die Weichen gestellt hat, um die Doktorarbeit am Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement zu ermöglichen.

Ein großer Dank geht an meine Eltern und meinen Ehemann, die mich während des gesamten Studiums unterstützt haben und mich während der Entstehung der Doktorarbeit immer wieder motiviert haben.

Vielen Dank

9.3. Eidesstattliche Versicherung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Titel

„Vorbereitung bayerischer Krankenhäuser auf den Massen-anfall von Verletzten bei lebensbedrohlichen Lagen“

selbstständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft und Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

München, den 10.01.22

Nina Thies