

Aus der Chirurgischen Klinik
der Medizinischen Fakultät Mannheim
(Direktor: Prof. Dr. med. Stefan Post)

Retrospektive Analyse von Daten der Schockraumpatienten mit
Abdominal- und Gefäßtrauma an der Universitätsmedizin Mannheim

Inauguraldissertation
zur Erlangung des medizinischen Doktorgrades
der
Medizinischen Fakultät Mannheim
der Ruprecht-Karls-Universität
zu
Heidelberg

vorgelegt von
Franziska Gisela Obitz

aus
Ludwigshafen am Rhein
2015

Dekan: Prof. Dr. rer. nat. Dr. med. Dr. h. c. Uwe Bicker
Referent: Prof. Dr. med. Kai Nowak

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 EINLEITUNG	1
1.1 Das Polytrauma	1
1.2 Das Traumaregister der DGU	2
1.3 Das Abdominaltrauma	3
1.4 Das Gefäßtrauma	6
1.5 Das Bauchaortenaneurysma (BAA)	7
1.6 Ziel der Studie	8
2 MATERIAL UND METHODEN	9
2.1 Patienten	9
2.2 Erhobene Parameter	10
2.3 Verwendete Scores	12
2.3.1 Physiologische Scores	12
2.3.2 Anatomische Scores	13
2.3.3 Kombiniertes Score-System: der TRISS	15
2.4 Statistische Analyse mit SAS	16
2.4.1 Einfache Häufigkeiten und statistische Maßzahlen	16
2.4.2 Chi ² -Test und der exakte Fisher-Test	17
2.4.3 Korrelationskoeffizient nach Spearman	17
2.4.4 Der U-Test	18
2.4.5 Der t-Test	18
2.4.6 Einfache Varianzanalyse	18
3 ERGEBNISSE	19
3.1 Allgemeine Datenerhebung	19
3.1.1 Abdominaltrauma	19
3.1.2 Gefäßtrauma	25
3.2 Vergleich Traumaregister der DGU mit Patienten der UMM	29

3.3	Statistische Analyse der Patienten mit Abdominaltrauma	30
3.3.1	Validitätsprüfung der Scores ISS und GCS	30
3.3.2	Stumpfes und penetrierendes Abdominaltrauma im Vergleich	31
3.3.3	Statistische Analyse von Therapie, Komplikationen und hämorrhagischem Schock	31
3.3.4	Hämorrhagischer Schock und Scores	33
3.3.5	Komplikationen und Scores	33
3.4	Analyse der verstorbenen Patienten mit Abdominaltrauma	34
3.4.1	Mortalität und Art des Traumas	34
3.4.2	Mortalität und Leber-/ Milzverletzungen	34
3.4.3	Mortalität und hämorrhagischer Schock	35
3.4.4	Mortalität und Scores	35
3.5	Analyse der Patienten mit Gefäßtrauma	36
3.5.1	Analyse der diagnostischen Parameter	36
3.5.2	Verstorbene und genesene Patienten im Vergleich	37
3.6	Datenerhebung der Patienten mit rupturiertem BAA	38
4	DISKUSSION	40
4.1	Vergleich Traumaregister der DGU mit Patienten der UMM	40
4.2	Abdominaltrauma	43
4.2.1	Abdominelle Verletzungsmuster und assoziierte Verletzungen	43
4.2.2	Diagnostik	44
4.2.3	Die Validität von GCS, ISS und TRISS	45
4.2.4	Validität aller drei Scores	47
4.2.5	Therapie	48
4.2.6	Komplikationen	50
4.2.7	Einflussfaktoren der Letalität	51
4.3	Gefäßtrauma	52
4.3.1	Spezifische Verletzungsmuster	52
4.3.2	Diagnostik	52
4.3.3	Therapie	53
4.3.4	Verstorbene und genesene Patienten im Vergleich	54
4.4	Das rupturierte Bauchaortenaneurysma	55
5	ZUSAMMENFASSUNG	57

6 LITERATURVERZEICHNIS.....	59
7 LEBENSLAUF	66
8 DANKSAGUNG	67

1 EINLEITUNG

1.1 Das Polytrauma

Entsprechend der Beschreibung von Mutschler ist ein Polytrauma definiert als die gleichzeitige Verletzung mehrerer Körperregionen oder Organsysteme, die einzeln oder in ihrer Kombination systemische, vital bedrohliche Funktionsstörungen bis zum Tod nach sich ziehen können (Mutschler and Arand, 1999). Somit ist das Polytrauma von der Mehrfachverletzung ohne vitale Bedrohung und der schweren lebensbedrohlichen Einzelverletzung zu unterscheiden.

Eine weitere Definition des Polytraumas basiert auf dem Injury Severity Score (ISS): Ein Patient mit einem Punktwert größer 15 wird allgemein als schwerverletzt oder polytraumatisiert bezeichnet (Riediger et al., 2012). Die Studie dieser Dissertation umfasst auch einige polytraumatisierte Patienten, die über den Injury Severity Score ermittelt wurden, weshalb hier vorab genauer auf die Diagnosefindung und Behandlung von schwerverletzten Patienten eingegangen wird.

Die Versorgung von polytraumatisierten Patienten stellt nach wie vor aufgrund von vielseitigen und komplexen Verletzungsmustern eine Herausforderung dar. Um trotzdem das bestmögliche Ergebnis für die Patienten zu erzielen, folgt die klinische Versorgung festgelegten Standards wie dem Advanced Trauma Life Support (ATLS) (Bouillon et al., 2004). Bei weiterer chirurgischer Versorgung wird der Patient nach dem Konzept der Damage Control Surgery (DCS) behandelt (Riediger et al., 2012). In einer Studie von Matthes et al. konnte bei Hochrisikopatienten mit Abdominaltrauma das Sterberisiko um 61% durch Damage Control reduziert werden (Matthes et al., 2006). In der Erstoperationsphase dieses Konzepts werden alle lebensrettenden Operationen durchgeführt. Alle anderen und zeitaufwendigeren Eingriffe werden soweit möglich erst nach Stabilisierung des Patienten auf der Intensivstation in den ersten Tagen nach Trauma im Folgeeingriff ausgeführt (Krueger et al., 2013).

Im Vordergrund der Schockraumbehandlung stehen also die Sicherung der Vitalparameter und eine prioritätenorientierte Erstversorgung.

In Studien wie der retrospektiven Analyse von 22.577 Patienten des San Diego Traumaregisters wurde festgestellt, dass die meisten der Fehler bei der Behandlung von Traumapatienten während der Schockraumphase passierten. Dabei waren falsch beurteilte abdominelle Verletzungen die häufigste Fehlerursache im Schockraum (Davis et al., 1992). Um solche Fehlerquellen im Management der Polytraumaversorgung zu verringern ist die Einführung von klinischen Standards wie dem ATLS ein wichtiger Schritt. Die Effektivität eines standardisierten Managements in Bezug auf den Ablauf der Diagnostik und das Behandlungsergebnis kann mit Zahlen belegt werden. In einer Studie von Ruchholtz konnte nach Einführung eines Polytraumaalgorithmus die Sterblichkeit in allen Verletzungsschwerekategorien relevant gesenkt werden (Ruchholtz et al., 1997).

Um nachhaltig den strukturellen Anforderungen einer flächendeckenden kompetenten Versorgung Schwerverletzter nicht nur in den einzelnen Krankenhäusern sondern deutschlandweit gerecht zu werden, wurde das „Weißbuch Schwerverletztenversorgung“ erstellt, herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft

für Unfallchirurgie. Es ist ein Projekt der „Initiative Qualität und Sicherheit in Orthopädie und Unfallchirurgie“ der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie und des Berufsverbandes der Fachärzte für Orthopädie und Unfallchirurgie. Das Buch gibt Empfehlungen zur Struktur, Organisation, Ausstattung und Förderung von Qualität und Sicherheit in der Schwerverletztenversorgung in Deutschland. Die aktuellen Erkenntnisse in der zweiten Auflage beruhen auf den Erfahrungen mit der Umsetzung des Projektes Traumanetzwerk DGU und den gewonnenen Erkenntnissen bei der Erstellung der interdisziplinären S3-Leitlinie zur Schwerverletztenversorgung der DGU. Wesentlicher Bestandteil des Weißbuchs ist die Einführung von Traumanetzwerken. In solchen Netzwerkstrukturen arbeiten lokale, regionale und überregionale Traumazentren in einer ineinander verzahnten Struktur zusammen. Dabei werden regional die verfügbaren Ressourcen aufeinander abgestimmt und die Ressourcennutzung von Einrichtungen koordiniert. Dies soll die leistungsstarke, flächendeckende, qualitätsgesicherte Versorgung Schwerverletzter rund um die Uhr unter Berücksichtigung ökonomischer Gesichtspunkte gewährleisten. (DGU, 2012).

1.2 Das Traumaregister der DGU

1993 wurde auf Initiative von fünf deutschen Kliniken das Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) gegründet. Nach dem Vorbild der Major Trauma Outcome Study war es das Ziel, eine nationale Datensammlung zur Versorgung Schwerverletzter zu etablieren, mit der sowohl Qualitätssicherung in Form von anonymisierten Klinikvergleichen als auch eine wissenschaftliche Evaluation der Versorgungsqualität möglich ist. Das Ziel der Qualitätssicherung wird folgendermaßen erreicht: Die teilnehmenden Kliniken dokumentieren ihre Schwerverletzten und erhalten einmal jährlich einen Qualitätsbericht. Neben deskriptiven Daten enthalten die Berichte vergleichende Aussagen zur Krankenhausmortalität und zu mehreren Parametern der Prozessqualität. Mit diesem Vorgehen halten die teilnehmenden Kliniken das Gesundheitsstrukturgesetz ein, was eine externe Qualitätssicherung für Krankenhäuser vorschreibt. Das Traumaregister ermöglicht es den Kliniken diese Qualitätssicherung mit angemessenem Aufwand in einem komplexen Bereich der Unfallchirurgie umzusetzen (Lefering et al., 2013).

Ein anderes Instrument zur Verbesserung der Versorgung von Polytraumapatienten ist die S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletztenversorgung. Die Empfehlungen in der Leitlinie sollen die Struktur- und Prozessqualität in den Kliniken sowie die präklinische Versorgung optimieren und durch deren Umsetzung die Ergebnisqualität, gemessen an der Letalität oder Lebensqualität, verbessern (Bernhard et al., 2011).

Die Universitätsmedizin Mannheim war im Untersuchungszeitraum der Studie kein Mitglied des Traumaregisters der DGU. Zur Datenanalyse der Studie wurden aber Parameter herangezogen, die auch Bestandteil der Erhebung im Traumaregister der DGU sind. Dies betrifft vor allem die Schockraum- und OP-Phase sowie die Phase des Abschlusses der stationären Therapie. Die folgenden Angaben beruhen auf dem Jahresbericht 2013 des Traumaregisters und geben einen Einblick in die Versorgung von Schwerverletzten in Deutschland.

Insgesamt wurden im Jahr 2012 Daten von 28 805 Patienten aus 573 aktiven Kliniken im Traumaregister DGU dokumentiert. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 47,6 Jahre und 70% der Patienten waren Männer. 95% der Patienten erlitten ein stumpfes Bauchtrauma. Der Durchschnittswert des Injury-Severity-Scores (ISS) war 17 Punkte. 48% und damit fast die Hälfte der Patienten hatten dabei einen ISS größer gleich 16, was per Definition einem Polytrauma entspricht. Der durchschnittliche Glasgow Coma Scale-Wert betrug 12,6 Punkte. Der Trauma Injury Severity Score

(TRISS) war im Durchschnitt 56% für die Patienten, bei denen alle benötigten Daten erhoben werden konnten. Im Rahmen der Schockraumdiagnostik erhielten 80,7% eine Sonographie des Abdomens, 71% ein Ganzkörper-CT und 44% ein Röntgen Thorax. Die Mehrheit der Patienten (69%) wurde operiert. Im Durchschnitt lagen die Patienten 16,2 Tage im Krankenhaus, wobei die Letalität im Krankenhaus 10% betrug (DGU, 2013).

1.3 Das Abdominaltrauma

Da sich die Datenanalyse der vorliegenden Studie auf Patienten mit abdominellen und vaskulären Verletzungen stützt, wird im Folgenden die spezielle Rolle dieser Verletzungen im Rahmen der Versorgung polytraumatisierter Patienten näher erläutert.

Im mitteleuropäischen und deutschsprachigen Raum überwiegt im Gegensatz zu angloamerikanischen Publikationen beim Abdomen das stumpfe Trauma. In Deutschland beträgt die Inzidenz des Bauchtraumas bei polytraumatisierten Patienten etwa 25%, wobei in 95% der Fälle stumpfe Verletzungen vorliegen (Hindel et al., 2007). Das Abdominaltrauma ist mit einer hohen Letalität und Morbidität verbunden, weshalb der Diagnostik und Behandlung dieser Verletzungen eine besondere Bedeutung zukommt. Letale Blutungskomplikationen sind meist nicht die Ursache für die hohe Letalitätsrate, sondern die im Vergleich zu anderen Traumen fast doppelt so hohe Rate an Organversagen (Nast-Kolb et al., 1998).

Um solchen Komplikationen vorzubeugen, ist eine gewissenhafte und effiziente Diagnostik unabdingbar. Nach körperlicher Untersuchung ist die abdominelle Sonographie die wichtigste Basisdiagnostik für das Screening abdomineller Verletzungen (Aufmkolk and Nast-Kolb, 2001). Die Ultraschalluntersuchung im Notfall wird in Form der heute üblichen FAST-Technik (focussed assessment with sonography for trauma) als orientierende Erstuntersuchung durchgeführt. Für die Indikation zur Laparotomie, aber nicht für die Organverletzung, beträgt die Sensitivität der abdominellen Sonographie 80-90 %, die Spezifität 98-100 %. Der Nachweis einer Hohlorganperforation ist jedoch schwierig und gelingt auch einem erfahrenen Untersucher nur in der Hälfte der Fälle (Aschoff et al., 2004).

Nach der Sonographie ist die wichtigste Untersuchung des Bauchtraumas die Computertomographie (CT). Voraussetzung dafür sind eine abgeschlossene Sonographie und Diagnostik im Schockraum, außerdem muss der Patient kreislaufstabil sein (Becker et al., 1998b) (Becker et al., 1998a).

Die Angiographie wird im Rahmen der Schockraumversorgung nicht routinemäßig durchgeführt. Eine Indikation kann bei Verletzungen von Gefäßen oder parenchymatösen Organen bei kreislaufstabilen Patienten bestehen (Aufmkolk and Nast-Kolb, 2001).

Das konkrete diagnostische Vorgehen bei einem Patienten mit Abdominaltrauma ist abhängig von drei wesentlichen Punkten, die die weitere Behandlung maßgeblich beeinflussen: Die Stabilität des Kreislaufs, die Unterscheidung zwischen isoliertem Trauma und Polytrauma und die Unterscheidung zwischen stumpfer und penetrierender Verletzung. Das schematische Vorgehen bei einem Patienten mit stumpfem Abdominaltrauma ist in Abbildung 1 dargestellt. In Abbildung 2 und 3 ist das diagnostische Vorgehen für Patienten mit penetrierender Abdominalverletzung gezeigt (Aufmkolk and Nast-Kolb, 2001).

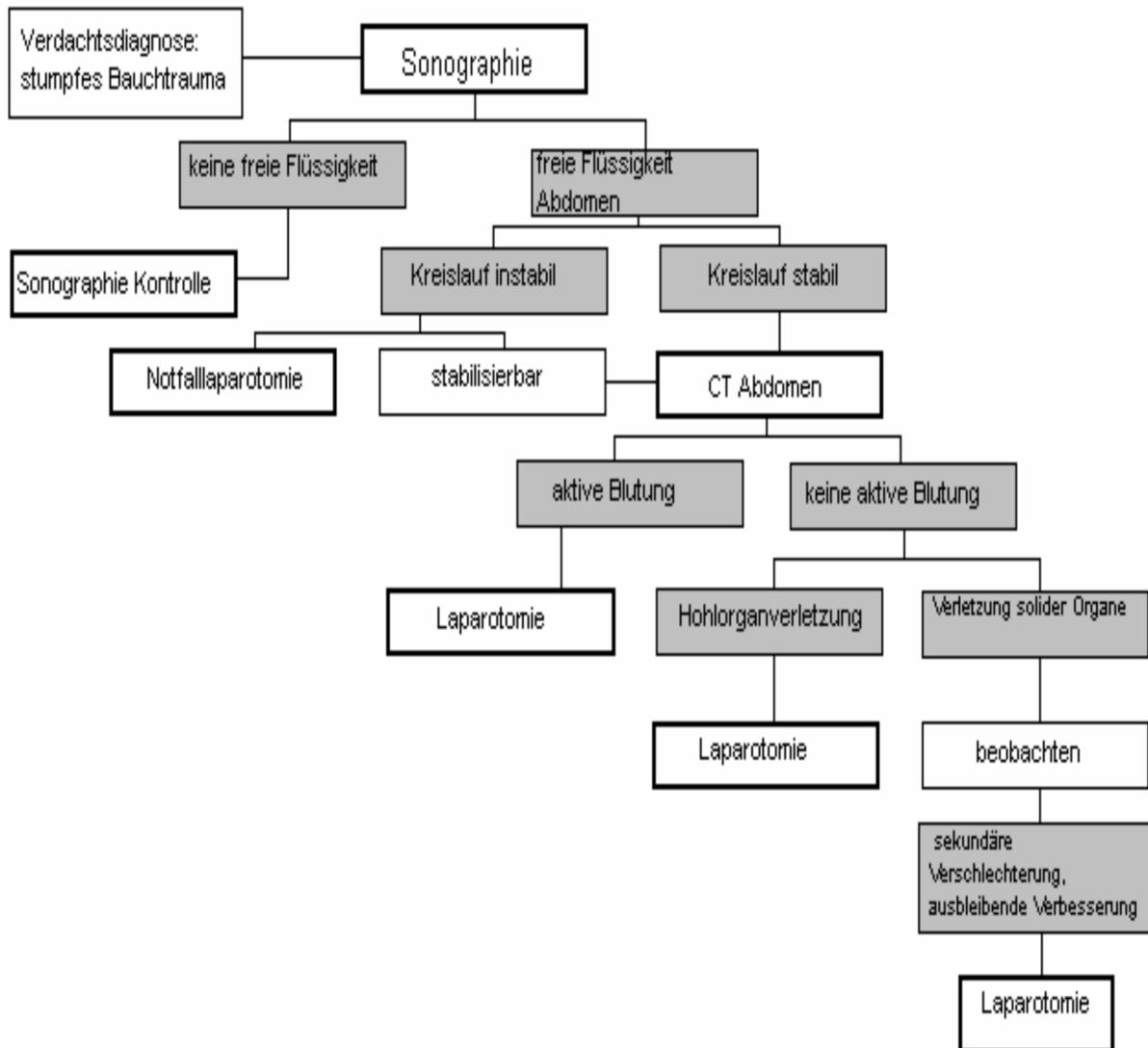


Abb. 1: Vorgehen bei stumpfem Bauchtrauma (nach Aufmkolk und Nast-Kolb 2001)

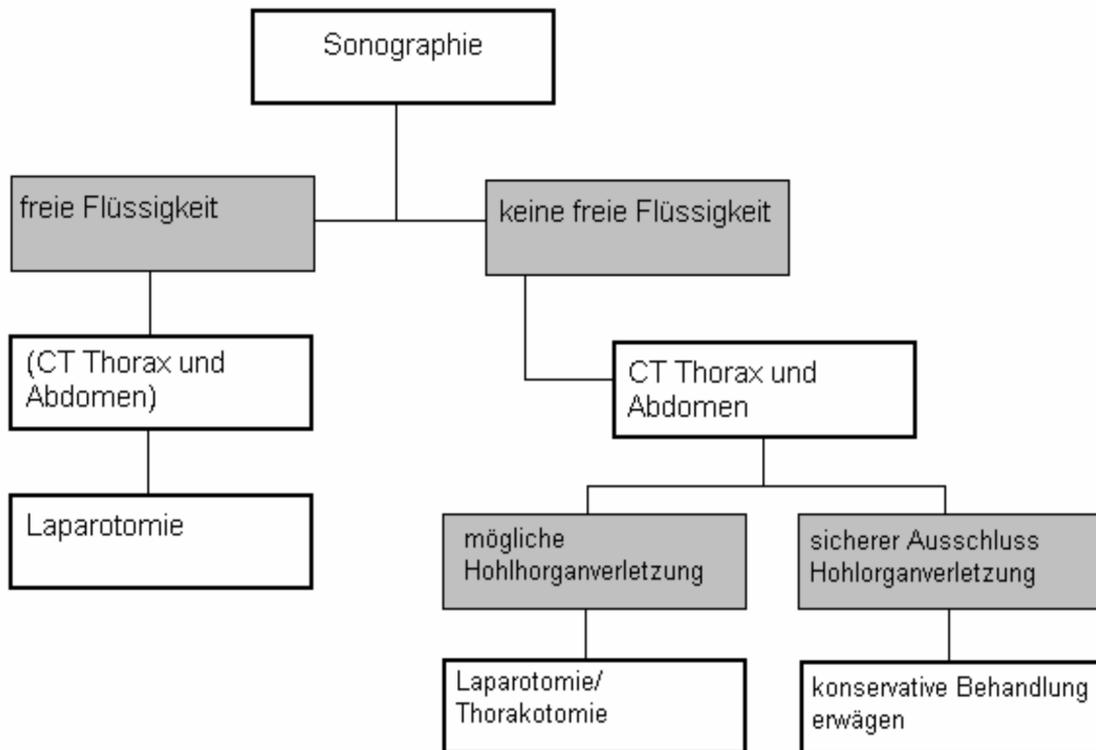


Abb. 2: Vorgehen beim kreislaufstabilen Patienten mit abdomineller Schussverletzung (nach Aufmkolk und Nast-Kolb 2001)

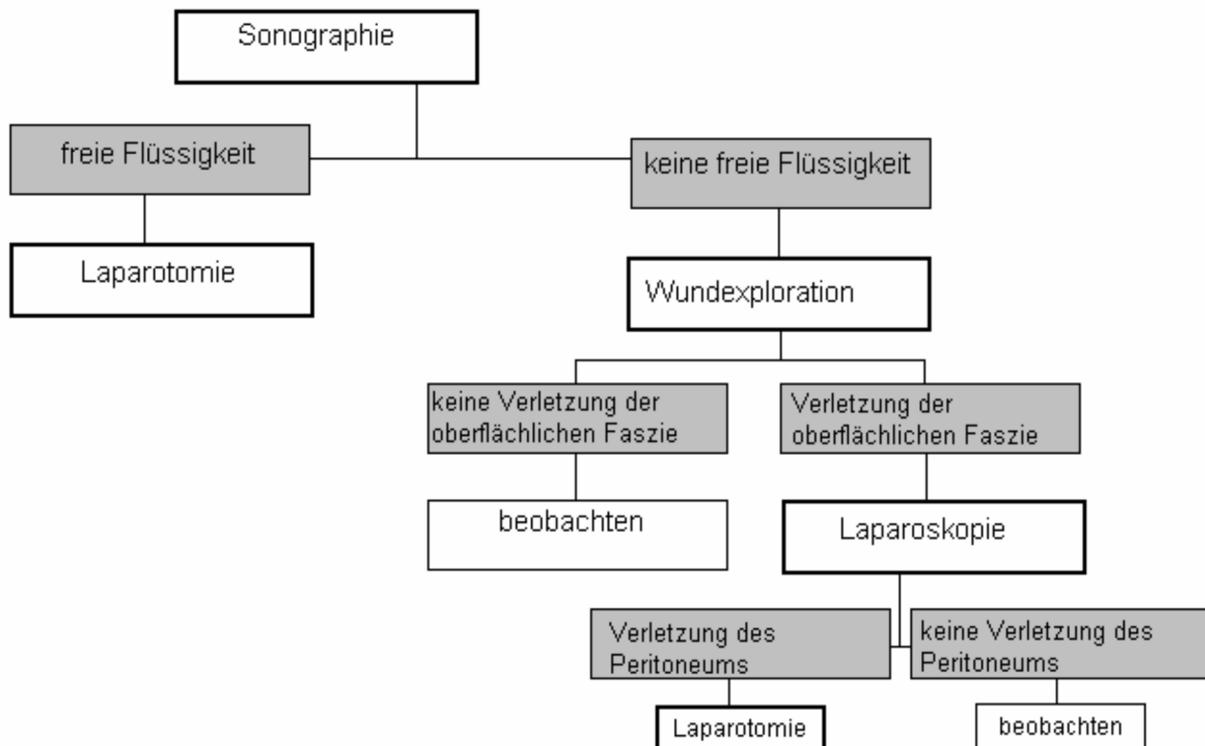


Abb. 3: Vorgehen beim kreislaufstabilen Patienten mit abdomineller Stichverletzung (nach Aufmkolk und Nast-Kolb 2001)

Bei der Versorgung des Abdominaltraumas ist das abdominelle Kompartmentsyndrom eine gefährliche und nicht zu unterschätzende Komplikation. Es ist definiert als eine persistierende Erhöhung des intraabdominellen Drucks auf >20 mmHg und dem gleichzeitigen Auftreten von Organversagen (Lechler et al., 2014). Von hoher Bedeutung sind die regelmäßige Erfassung der abdominellen Druck-Parameter im Rahmen der initialen Patientenüberwachung sowie die rechtzeitige Indikation zur Laparotomie (Delius et al., 2009).

Im Verlauf der Behandlung von Patienten mit Abdominaltrauma muss auf „missed injuries“ geachtet werden. Das sind Verletzungen, die im Rahmen der Erstversorgung von polytraumatisierten Patienten nicht diagnostiziert wurden. Diese wurden entweder primär nicht abgeklärt oder fehlinterpretiert, oder waren primär nicht nachweisbar. Wenn der klinische Verlauf des Patienten trotz adäquater Therapiemaßnahmen unerwartet gleich bleibend ist oder schlechter wird, muss an solche „missed injuries“ gedacht werden (Aschoff et al., 2004).

1.4 Das Gefäßtrauma

Gefäßverletzungen sind überwiegend traumatischer Genese, wobei penetrierende und stumpfe Traumata ungefähr gleich häufig sind (Oestern, 2008). Die Extremitätenarterien haben mit 80-90% den größten Anteil an allen Gefäßverletzungen, die untere Extremität ist dabei häufiger als die obere Extremität betroffen (Ruppert et al., 2004). Die Häufigkeit von Gefäßverletzungen bei Unfällen liegt bei nur 2-4%, bei Patienten mit Polytrauma hingegen bei 10%. Trotz der geringen Fallzahl kommen Gefäßverletzungen eine besondere Bedeutung zu, weil sie schnell vital gefährdend sein können und weil Patienten durch mögliche irreversible Sekundärschäden an Extremitäten oder Gehirn eine funktionsgerechte spätere Rehabilitation unmöglich gemacht wird (Nzewi et al., 2006). Traumatische Verletzungen der abdominellen Aorta und der Beckenarterien sind im Vergleich zu vaskulären Extremitätenverletzungen mit einer hohen Morbidität und Mortalität verbunden. Patienten mit penetrierendem Trauma versterben oft noch an der Unfallstelle, weshalb die Häufigkeit dieser Gefäßverletzungen nur geschätzt werden kann (Teebken and Haverich, 2005).

Als Screeningmethode zum Ausschluss einer behandlungsbedürftigen Gefäßverletzung ist die Dopplersonographie mit einem handelsüblichen Stiftdoppler ein geeignetes Verfahren (Schwartz et al., 1993). Die Duplexsonographie ist jedoch nur in der Hand eines Experten hilfreich, in der Notfallsituation ist sie meist nicht regelmäßig verfügbar und bei einem ungeübten Untersucher zeitaufwendig. Insbesondere in der Diagnostik polytraumatisierter Patienten gehört deshalb die Computertomographie zum Standard. Ein Angio-CT kann bei entsprechendem Verdacht zusätzliche Informationen liefern. Auf der Basis der bis dahin gewonnenen Informationen lässt sich häufig schon eine Behandlungsindikation stellen und es können geeignete operative oder interventionelle Therapien gewählt werden (Billing et al., 2009). Im Rahmen der Polytraumaversorgung wird gegenwärtig die invasive Untersuchungsmethode der intraarteriellen digitalen Substraktionsangiographie (DSA) von der CT-Angiographie verdrängt, da diese schneller und risikoärmer durchzuführen ist (Oestern, 2008).

Gefäßverletzungen müssen mit hoher Priorität effizient behandelt werden, denn oft ist nur innerhalb der ersten Stunden eine Restitutio ad integrum zu erzielen (Billing et al.,

2009). Beim polytraumatisierten Patienten hat das Überleben des Patienten immer Vorrang vor dem Erhalt der Extremität (life before limb). Ist mit nicht-operativen Maßnahmen und Blutsubstitution innerhalb kurzer Zeit keine ausreichende hämodynamische Stabilität zu erreichen, müssen lebensrettende Sofortoperationen gegebenenfalls noch im Schockraum vorgenommen werden (Oestern, 2008).

Die endovaskuläre Therapie bei akuten arteriellen Verletzungen hat seit den 1990er Jahren einen dramatischen Aufschwung erlebt. Besonders bei peripheren Gefäßverletzungen kann bei einem hämodynamisch stabilen Patienten mit einer relativ umschriebenen Gefäßverletzung eine endovaskuläre Technik besonders hilfreich sein (Scheinert et al., 2000).

1.5 Das Bauchaortenaneurysma (BAA)

Die Studie umfasst zusätzlich zu den Patienten mit Abdominal- und Gefäßtrauma auch Patienten mit einem rupturierten Bauchaortenaneurysma, welche ebenfalls über den Schockraum der Universitätsmedizin Mannheim aufgenommen wurden. Die Patienten mit BAA sind nicht polytraumatisiert und die Ursache für die Ruptur ist kein Trauma. Grund für die Aufnahme der Patienten in diese Studie ist zum einen die geringe Zahl von Patienten mit traumatischen Gefäßverletzungen, die in die Studie eingeschlossen wurden und zum anderen ist das rupturierte BAA eine besonders schwerwiegende Diagnose: Die Ruptur eines BAA ist mit einer Letalität von 80% verbunden, weshalb nur wenige Patienten das Krankenhaus lebend erreichen. Auch bei diesen Patienten ist die Letalität mit bis zu 48% immer noch sehr hoch (Metcalf et al., 2011). Deshalb stellt dieses Krankheitsbild eine besondere Herausforderung für das Schockraumteam dar, weshalb eine Analyse der Patienten mit rupturiertem BAA gut die Stärken und Schwächen in der Versorgung von Patienten mit Gefäßverletzung aufzeigt.

Das abdominale Aortenaneurysma ist definiert als eine nachweisbare permanente Erweiterung der Aorta um mehr als 50% im Vergleich zu einem benachbarten gesunden Aortenabschnitt. In Abhängigkeit von Alter und Geschlecht beträgt der Durchmesser der normalen abdominalen Aorta etwa 16-30 mm (Kopp et al., 2009).

Es wurden verschiedene Risikofaktoren mit dem BAA in Verbindung gebracht (Alter, männliches Geschlecht, arterieller Hypertonus), die auch bei anderen Erkrankungen aus dem kardiovaskulären Formenkreis vorkommen. Der wichtigste modifizierbare Risikofaktor ist der Nikotinabusus, der wichtigste nicht modifizierbare Risikofaktor ist eine positive Familienanamnese (Baumann and Diehm, 2012).

Die präklinische Therapie und die Erstbehandlung im Schockraum bestehen in der Stabilisierung der Vitalfunktionen, der Diagnosestellung und Durchführung bildgebender Verfahren. Im Einzelfall ergeben sich durch neue endovaskuläre Therapieverfahren verbesserte Behandlungschancen, deren Nutzung aber durch den Zustand des Patienten und die Morphologie von Gefäßen und Becken eingeschränkt sein kann.

Von entscheidender Bedeutung für die Therapie des Patienten ist ein definiertes Behandlungskonzept, da nur ein begrenztes therapeutisches Zeitfenster für Diagnosefindung, operative und endovaskuläre Therapie und komplexe perioperative Notfall- und Intensivbehandlung zur Verfügung steht.

1.6 Ziel der Studie

Die vorliegende Arbeit ist eine retrospektive Studie, die Patienten mit abdominellem und vaskulärem Trauma sowie Patienten mit rupturiertem Bauchaortenaneurysma umfasst, die im Zeitraum von November 2008 bis September 2014 im Rahmen eines Schockraumprotokolls an der Universitätsmedizin Mannheim versorgt wurden. Analysiert wurden Verletzungsmuster, diagnostische und therapeutische Maßnahmen als interne Qualitätskontrolle sowie die Daten mit dem Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie verglichen. Ebenso wurden allgemeingültige Traumascores für die Patientenkohorte erhoben und zur Beurteilung ihrer Validität mit initialen Befunden der Patienten und deren Outcome überprüft. Ziel ist es mithilfe der Analyse Abläufe im standardisierten Schockraumprotokoll zu optimieren.

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 Patienten

Erfasst wurden Patienten mit Abdominal- und Gefäßtrauma sowie rupturiertem abdominalem Aortenaneurysma, die im Schockraum der Universitätsmedizin Mannheim behandelt wurden. Gesammelt wurden die Daten der Patienten mithilfe des Computerprogramms SAP, das Patientendaten verwaltet, und dem ICD-10-Diagnoseschlüssel der entsprechenden Diagnose eines Abdominal- und Gefäßtraumas sowie mithilfe der so genannten Schockraum-Bücher, in denen alle Patienten, die über den Schockraum aufgenommen wurden, verzeichnet sind. Das daraus ermittelte Patientenkollektiv umfasste 129 Patienten mit Abdominaltrauma, 38 Patienten mit Gefäßtrauma und 5 Patienten mit rupturiertem abdominalem Aortenaneurysma, die im Zeitraum vom 02.11.2008 bis zum 06.09.2014 an der Universitätsmedizin Mannheim behandelt wurden.

Nach Zusammenstellen des geeigneten Patientenkollektivs mittels oben genannten Methoden wurden die zugehörigen Akten der Patienten aus den jeweiligen Archiven der Kliniken, in denen die Patienten nach ihrer Aufnahme behandelt wurden, geordnet. Parameter wie Alter und Geschlecht konnten direkt den Akten entnommen werden. Präklinische Parameter waren aus den Notarztprotokollen ersichtlich. Aufschluss über die innerklinische Versorgung gaben das Notarzt- und Schockraumprotokoll. Den Operationsprotokollen waren Angaben zu Erst- und Folgeeingriffen zu entnehmen. Der weitere Verlauf, das therapeutische Vorgehen, Komplikationen sowie Abschlussdiagnosen konnten anhand der Arztbriefe und der Verlaufsbögen dokumentiert werden. Die gesammelten Daten wurden in einer Exceldatei dokumentiert und strukturiert. Außerdem wurden Scores für die Patienten berechnet, um eine Aussage über Verletzungsschwere und Outcome treffen zu können. Diese Scores sind die Glasgow Coma Scale (GCS), die Abbreviated Injury Scale (AIS), der Injury Severity Score (ISS) und der Trauma and Injury Severity Score (TRISS). Die AIS wurde außerdem als Einschlusskriterium für die Patienten mit Abdominaltrauma verwendet, mit einem AIS Abdomen ≥ 1 wurden ein Patient in die Analyse einbezogen.

2.2 Erhobene Parameter

Folgende Parameter wurden aus den Akten für die in die Studie eingeschlossenen Patienten mit Abdominaltrauma erhoben:

Demographische Patientendaten	Name Alter Geschlecht Aufnahmenummer
Diagnose	Abdominaldiagnosen Begleitverletzungen
Präklinische Angaben	Unfalltag Art des Traumas Verletzungsursache Initiale GCS Atemfrequenz Systolischer Blutdruck
Klinische Angaben	Aufenthaltsdauer im Krankenhaus Hämorrhagischer Schock Diagnostisches Vorgehen (Labor, Sono, Röntgen Abdomen, CT)
Klassifikation der Verletzungsschwere	Abbreviated Injury Scale Injury Severity Score Trauma and Injury Severity Score
Daten zur Therapie	Konservativ Operativ (Laparotomie, Laparoskopie) Interventionell Operationsdauer Anzahl der Second-Look-Operationen Intraoperativer Befund
Outcome	Komplikationen Todeszeitpunkt Todesursache

Für die Patienten mit Gefäßtrauma wurden ebenfalls die oben genannten Parameter erhoben und zusätzlich folgende gefäßspezifische Daten:

Lokalisation der Gefäßverletzung

Diagnostik	Röntgen Thorax/Becken CT-Angiographie Angiographie
------------	--

Operationstechnik	Naht Gefäßinterponat Stent
-------------------	----------------------------------

Für die Patienten mit rupturiertem abdominalem Aortenaneurysma wurden folgende Parameter erhoben:

Demographische Patientendaten	Name Alter Geschlecht Aufnahmenummer
-------------------------------	---

Diagnose	Spezifizierung des BAAs Begleitverletzungen
----------	--

Präklinische Angaben	Ereignistag der Ruptur Initiale GCS Symptomatik
----------------------	---

Klinische Angaben	Aufenthaltsdauer im Krankenhaus Hämorrhagischer Schock Diagnostisches Vorgehen(Labor, Sono, Röntgen, Angio-CT, Angiographie)
-------------------	---

Daten zur Therapie	Konservativ Operativ Interventionell Operationsdauer Anzahl der Second-Look-Operationen Intraoperativer Befund
--------------------	---

Outcome	Komplikationen Todeszeitpunkt Todesursache
---------	--

2.3 Verwendete Scores

Bei den in der Studie angewandten Scoringsystemen zur Einteilung von Verletzungsschwere und Prognose handelt es sich um die allgemein gebräuchlichen Parameter GCS, AIS, ISS, und die TRISS-Methode.

Verschiedene Scoringsysteme ermöglichen bei der Versorgung Polytraumatisierter zum einen eine frühzeitige Einschätzung der Gefährdung eines Patienten, die Prognoseabschätzung, und bei wiederholter Bestimmung eine Kontrolle des Verlaufs vom Unfallort bis zur Behandlung auf der Intensivstation. Zum anderen gestattet die quantitative Erfassung den Vergleich schwer- und mehrfachverletzter Patienten im Rahmen der Qualitätskontrolle und den Leistungsvergleich unterschiedlicher Versorgungskonzepte (Baker et al., 1974; Champion et al., 1989; Copes et al., 1990; Oestern and Kabus, 1997).

2.3.1 Physiologische Scores

Physiologische Scores erfassen vor allem die Reaktion der physiologischen Systeme auf ein Trauma und eignen sich für die präklinische Situation und die erste Einschätzung im Schockraum. Durchgesetzt hat sich unter anderem die Glasgow Coma Scale (GCS), die im Folgenden näher erläutert wird.

2.3.1.1 Glasgow Coma Scale

Die Glasgow Coma Scale (GCS) wurde erstmals 1974 von Teasdale und Jennett publiziert und ermöglicht durch die genaue Erfassung der Bewusstseinslage eine klinisch-neurologische Einschätzung des Verletzten und ist ein sehr weit verbreitetes objektives Instrument, das auch in viele unfallchirurgische und intensivmedizinische Score-Systeme mit einbezogen wurde, wie zum Beispiel dem APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation) (Knaus et al., 1985).

Sie setzt sich aus drei Komponenten zusammen: Augen öffnen, Reaktion auf Ansprache und motorische Reaktion. Diese werden jeweils bewertet und addiert, womit die GCS einen Wert zwischen 3 und 15 Punkten annehmen kann (siehe Tab. 1). Als Bewusstlosigkeit wird in der Literatur oft eine GCS unter 9 Punkte definiert (Kulla et al., 2005).

Tab. 1: Glasgow Coma Scale (nach Teasdale und Jennett 1974)

Augen öffnen	Spontan	4 Punkte
	Auf Aufforderung	3 Punkte
	Auf Schmerzreiz	2 Punkte
	Keine Reaktion auf Schmerzreiz	1 Punkt
Beste verbale Kommunikation	Konversationsfähig, Orientiert	5 Punkte
	Konversationsfähig, Desorientiert	4 Punkte
	Inadäquate Äußerung	3 Punkte
	Unverständliche Laute	2 Punkte
	Keine Reaktion auf Ansprache	1 Punkt
Beste motorische Reaktion	Auf Aufforderung	6 Punkte
	Auf Schmerzreiz: gezielt	5 Punkte
	Auf Schmerzreiz: abnorme Abwehr	4 Punkte
	Auf Schmerzreiz: Beugeabwehr	3 Punkte
	Auf Schmerzreiz: Strecksynergismen	2 Punkte
	Keine Reaktion auf Schmerzreiz	1 Punkt

Für die Analyse der Daten dieser Studie wurde die GCS bei Aufnahme im Krankenhaus und bei intubierten Patienten die GCS vom Unfallort verwendet. Der Score dient in diesem Fall zur Primärbeurteilung des Einflusses der Verletzungsschwere auf den Gesamtzustand und speziell den neurologischen Zustand der Patienten. Die GCS spiegelt dabei gut den Ausgangszustand der Patienten bei Einlieferung wieder.

2.3.2 Anatomische Scores

Anatomische Scores basieren auf den verletzten anatomischen Strukturen und ermöglichen nach abgeschlossener Diagnostik eine definitive Festlegung der Verletzungsschwere.

2.3.2.1 Abbreviated Injury Scale

Vor über vierzig Jahren wurde die Abbreviated Injury Scale entwickelt, um die Schwere von Verletzungen am menschlichen Körper möglichst objektiv zu beschreiben, seitdem wurde sie in regelmäßigem Abstand erneuert und weiterentwickelt. Bei der AIS wurden zum ersten Mal Einzelverletzungen statt Verletzungskategorien von verunfallten Patienten beschrieben. Die AIS bewertet alle relevanten Einzelverletzungen bezüglich ihrer Überlebenswahrscheinlichkeit, wobei die Klassifikation nur Verletzungen beschreibt und keine Behandlungen mit einbezieht (Haasper et al., 2010). In diesem Fall wurde für die Anwendung der AIS das AIS-Codebook von 1998 verwendet (Barrington, 1998). Die Einzelverletzungen werden für die Kodierung in 9 Körperregionen kategorisiert: Kopf, Gesichtsschädel und Gesicht, Hals (ohne Rückenmark), Brustkorb, Bauchraum, Rückenmark, Arme (einschließlich Schulter), Beine (einschließlich Hüfte und Beckenknochen) sowie äußere und andere Verletzungen. Durch den AIS „identifier“ (AIS-ID) wird jede Verletzung beschrieben und die Körperregion sowie das betroffene Organsystem sowie das Ausmaß der

Verletzung genau spezifiziert. Die Schweregradeinteilung erfolgt dann mittels AIS-Code in 6 AIS-Graden:

- 1 = leicht
- 2 = mäßig
- 3 = schwer, nicht lebensbedrohlich
- 4 = schwer, lebensbedrohlich, Überleben möglich
- 5 = kritisch, Überleben unsicher
- 6 = tödlich

Grad 0 bedeutet, dass der Patient keine Verletzung in dem entsprechenden Areal hat und Grad 9 steht für eine unbekannte Verletzung mit unbekannter Schwere. Die Kodierung ist hierbei ordinalskaliert, das heißt die Code-Ausprägung 3 ist mit einer niedrigeren Überlebenswahrscheinlichkeit assoziiert als die Code-Ausprägung 2, jedoch lässt sich keine Aussage über die Größe des Unterschieds machen. Die AIS Klassifikation bildet die Grundlage für die Berechnung des Injury Severity Scores, denn für dessen Berechnung werden die drei AIS-Codes der am schwersten verletzten Körperregionen herangezogen (Haasper et al., 2010).

Der AIS-Score wurde bei den Patienten dieser Studie ermittelt um daraus den ISS zu berechnen, mit welchem man die endgültige Verletzungsschwere der Patienten beurteilen kann. Außerdem bildet der AIS das Einschlusskriterium für die Patienten mit Abdominaltrauma dieser Studie, nur Patienten mit einem AIS Abdomen ≥ 1 wurden in diese aufgenommen.

2.3.2.2 Injury Severity Score (ISS)

Der Injury Severity Score ist eine Verletzungsaggregation von mit der AIS-Skala bewerteten Verletzungen. Die hierbei verwendeten Körperregionen stimmen jedoch nicht mit denen der AIS-Codierung überein (siehe oben), weshalb vor der Berechnung des ISS eine Umkodierung der Körperregionen vorzunehmen ist (Haasper et al., 2010). Folgende sechs Körperregionen wurden zur Berechnung des ISS kodiert: Kopf und Hals, Gesicht, Thorax, Abdomen, knöchernes Becken und Extremitäten und Weichteile. Der Injury Severity Score wurde 1974 erstmals veröffentlicht und seitdem wie die Abbreviated Injury Scale verbessert und weiterentwickelt. Im Gegensatz zur AIS korreliert der ISS deutlich besser mit der Mortalität von Patienten als die AIS, die sich nur auf die schwerste Einzelverletzung bezieht. Der ISS bildet sich aus den drei höchsten Werten der AIS-Codierung, die jeweils quadriert und dann aufsummiert werden (siehe Tab. 2):

$$ISS = AIS_1^2 + AIS_2^2 + AIS_3^2$$

Dieses summierte Ergebnis kann zwischen 0 und 75 Punkten liegen. Der ISS-Punktwert einer Körperregion hat Ausprägungen von 0 bis 6, wobei bei einer nicht vorhandenen Verletzung einer Körperregion der Wert 0 zugeordnet wird, und sobald eine Körperregion den Punktwert 6 erhält, wird der ISS automatisch auf 75 Punkte gesetzt, da solche Fälle nicht mit dem Leben vereinbar sind. Somit können mit dem ISS sowohl polytraumatisierte als auch isoliert verletzte Patienten bewertet werden (Baker and O'Neill, 1976). Bei einem ISS von über 15 Punkten spricht man von einem Polytrauma (Riediger et al., 2012). Sowohl die AIS als auch der ISS konnten für alle Patienten mit Abdominal- und Gefäßtrauma berechnet werden.

Wie bereits erwähnt wurde der ISS für die Patienten dieser Studie ermittelt, um die Verletzungsschwere der Patienten zu spezifizieren und miteinander vergleichen zu können. Mit der Kodierung der Verletzungen durch den ISS konnten außerdem Rückschlüsse von der Verletzungsschwere auf das Outcome der Patienten gezogen werden.

Tab. 2: Berechnung des Injury Severity Scores an einem Beispiel

Region	Abbreviated Injury Scale	Gewertet	Injury Severity Score
Kopf	5 Punkte	5 Punkte	25+16+25=66
Gesicht	2 Punkte	-	
Thorax	2 Punkte	-	
Abdomen	4 Punkte	4 Punkte	
Extremitäten	5 Punkte	5 Punkte	
Weichteile	0 Punkte	-	

2.3.3 Kombiniertes Score-System: der TRISS

Neben den rein auf der Verletzungsschwere beruhenden Kodierungen wie dem ISS gibt es auch Klassifikationen, die zusätzlich noch physiologische Parameter in die Berechnung mit einbeziehen, wie den Trauma and Injury Severity Score (TRISS). Durch diese zusätzlichen Informationen kann der tatsächliche klinische Zustand des Patienten in der Regel besser abgeschätzt werden, nachteilig ist jedoch der große Einfluss der Notfallversorgung und der Kodierungsqualität auf das Score-Ergebnis (Haasper et al., 2010).

Der TRISS berechnet für jeden Patienten eine theoretische Überlebenswahrscheinlichkeit in Prozent aus dem anatomischen Verletzungsmuster, physiologischen Befunden bei Aufnahme oder am Unfallort sowie dem Patientenalter (falls über 55 Jahre). Außerdem unterscheidet man bezüglich des Unfallmechanismus zwischen dem stumpfen und penetrierenden Abdominaltrauma. Im Ergebnisteil dieser Arbeit wird nicht getrennt zwischen dem TRISS für stumpfe und für penetrierende Traumata, da jeweils der TRISS für den entsprechenden Traumatyp notiert wurde und diese zusammen ausgewertet wurden. Für die Berechnung des anatomischen Verletzungsmusters wird der ISS verwendet und für die Einbeziehung der physiologischen Parameter der Revised Traumascore (RTS). Der RTS wird errechnet aus der Glasgow Coma Scale, der Atemfrequenz und dem systolischen Blutdruck des Patienten. Mittels dieser Berechnung des RTS wird die physiologische Antwort des Patienten auf das Trauma bewertet (Kulla et al., 2005).

Die entsprechende Formel für den TRISS wurde 1987 von Boyd, Tolson und Copes das erste Mal publiziert (Boyd et al., 1987).

$$\text{TRISS} = 1 / (1 + e^{-x})$$

Mit

$$x = 0,9544 * \text{RTS} - 0,0768 * \text{ISS} - 1,9052 * (\text{Alter} \geq 55) - 1,1270 \text{ (für stumpfe Verl.)}$$

$$x = 1,1430 * \text{RTS} - 0,1516 * \text{ISS} - 2,6676 * (\text{Alter} \geq 55) - 0,6029 \text{ (für penetr. Verl.)}$$

Der RTS ist nur für spontan atmende und nicht analgosedierte Patienten anwendbar. Um den RTS auch für bei Aufnahme beatmete Patienten erheben zu können, kann der Scorewert des Patienten mittels der GCS, der Atemfrequenz und dem systolischen Blutdruck vom Unfallort berechnet werden. Diese Parameter sind jedoch sehr häufig in den Unfall- und Notarztprotokollen nicht dokumentiert, sodass vor allem die retrospektive Datengewinnung erschwert ist. Auch in dieser Studie konnten lediglich für 42 Patienten mit Abdominaltrauma und 14 Patienten mit Gefäßtrauma Daten zur Erhebung des RTS bestimmt werden, weshalb der TRISS nur für diese Patientenkohorte berechnet werden konnte (Kulla et al., 2005). Eine Studie von Eichelberger aus dem Jahre 1993 ergab außerdem, dass der TRISS nicht nur für Erwachsene sondern auch für Kinder unter 14 Jahren Gültigkeit hat (Eichelberger et al., 1993).

Der TRISS wurde für die Patienten dieser Studie erhoben, da er im Vergleich zu den anderen verwendeten Scores als kombinierter Score sehr exakt ist. Er gibt eine Überlebenswahrscheinlichkeit an, die mit dem tatsächlichen Outcome der Patienten verglichen werden kann. Durch seine Komplexität und die Schwierigkeiten bei der Datenerhebung spiegeln die Ergebnisse der TRISS-Berechnungen jedoch nicht die gesamte Patientenkohorte wieder, weshalb die Berechnungen der einzelnen Scores wie der GCS und dem ISS genauso von Bedeutung sind, da sie für alle Patienten ermittelt werden konnten.

2.4 Statistische Analyse mit SAS

Die statistische Analyse der festgelegten Parameter und deren Zusammenhänge wurde mit dem Statistikprogramm SAS durchgeführt. Das SAS (Statistical Analysis System) ist ein Programmsystem zur Informationsverarbeitung und statistischen Datenanalyse. Die Leistungsfähigkeit des SAS-Systems ermöglicht unter anderem die Organisation von Daten, den Einsatz einfacher und komplexer statistischer Verfahren und die Erstellung individuell gestalteter Tabellen und Graphiken (Kähler and Schulte, 1987).

Mittels SAS wurden statistische Maßzahlen errechnet, Korrelationen mit T-Test, U-Tests und Chi²-Tests geprüft und einfache Häufigkeiten bestimmt. Ein Ergebnis wurde als statistisch signifikant gewertet, wenn der p-Wert < 0,05 war.

Diese statistische Analyse mittels SAS wurde allerdings nur für die Patienten mit Abdominaltrauma durchgeführt. Das Patientenkollektiv mit Gefäßtrauma ist mit einer Zahl von 38 Patienten zu klein für eine statistische Analyse genauso wie das Kollektiv der Patienten mit rupturiertem BAA. Diese Patienten wurden rein deskriptiv ausgewertet. Die folgenden Erläuterungen beziehen sich also nur auf die Patienten mit Abdominaltrauma.

2.4.1 Einfache Häufigkeiten und statistische Maßzahlen

Für alle qualitativen Merkmale wurden zunächst einfache Häufigkeiten berechnet. Bei einfachen Häufigkeiten unterscheidet man absolute und relative Häufigkeiten, die in Prozent angegeben werden. Beide Häufigkeiten wurden in dieser Studie für folgende Parameter berechnet: Geschlecht, Verletzungsursache, Art des Abdominaltraumas, assoziierte Verletzungen, abdominelles Verletzungsmuster, Diagnostik (Sonographie, Labor, Röntgen Abdomen, CT), hämorrhagischer Schock, Therapie (Konservativ,

Operativ, Interventionell), Second-look-Operation, Komplikationen, Todesursache und verstorbene Patienten.

Für alle quantitativen Merkmale wurden statistische Maßzahlen berechnet. Dabei wurden Lagemaße sowie Streuungsmaße bestimmt. Ermittelte Lagemaße sind der Mittelwert und der Median. Erhobene Streuungsmaße sind die Standardabweichung, das Minimum und das Maximum (Weiß, 2013). Diese statistischen Maßzahlen wurden berechnet für folgende Parameter dieser Studie: Alter, Aufenthaltsdauer, AIS Abdomen, ISS, GCS, TRISS, Operationsdauer und Todeszeitpunkt.

2.4.2 Chi²-Test und der exakte Fisher-Test

Mithilfe des Chi²-Tests werden Unabhängigkeiten beziehungsweise Korrelationen zweier Alternativmerkmale untersucht. Es können aber auch qualitative Merkmale mit mehr als zwei Ausprägungen zueinander in Beziehung gesetzt werden. Es werden die beobachteten Häufigkeiten mit den erwarteten Häufigkeiten verglichen. Die beobachteten Häufigkeiten sind die Häufigkeiten aus den gewonnenen Patientendaten, die erwarteten Häufigkeiten werden über die Randsummen der Tabelle berechnet. Die Kombinationen der Merkmalsausprägungen beider Merkmale werden als absolute Häufigkeiten in eine Vierfelder-tafel eingetragen. Man berechnet die erwarteten Häufigkeiten aus den Randsummen der Tabelle und vergleicht sie nach einer vorgegebenen Formel mit den beobachteten Häufigkeiten. Nach Anwendung der Formel ergeben sich vier Quotienten, aus deren Summe die Prüfgröße gebildet wird. Je größer die Prüfgröße, desto mehr weichen die beobachteten Werte von den erwarteten ab, das heißt hohe Werte für die Prüfgröße sprechen gegen die Nullhypothese. Bei einem p-Wert $>0,05$ wird die Nullhypothese angenommen, die lautet: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen den zwei Alternativmerkmalen, bei einem p-Wert $<0,05$ wird die Nullhypothese hingegen verworfen, damit liegt ein signifikantes Testergebnis vor. Der exakte Fisher-Test wird verwendet, wenn die erwarteten Häufigkeiten zu klein werden und damit die Voraussetzungen für den Chi²-Test nicht mehr erfüllt sind. Für Vierfelder-Tafeln wird der exakte Fisher-Test automatisch berechnet (Weiß, 2013).

Folgende Parameter dieser Studie wurden mithilfe des Chi²-Tests verglichen: Art des Abdominaltraumas (Stumpf/Penetrierend) und verstorbene Patienten, Leber- und Milzverletzungen und verstorbene Patienten, Dünn- und Dickdarmverletzungen und Röntgen Abdomen, hämorrhagischer Schock und verstorbene Patienten, operative sowie konservative Therapie und Komplikationen, Röntgen Abdomen und CT, hämorrhagischer Schock und Art der Therapie, hämorrhagischer Schock und Komplikationen, hämorrhagischer Schock und Kompartmentsyndrom sowie operative Therapie und Kompartmentsyndrom.

2.4.3 Korrelationskoeffizient nach Spearman

Um den Zusammenhang zwischen zwei quantitativen Merkmalen zu beschreiben, wurde der Korrelationskoeffizient nach Spearman verwendet, da die Daten bis auf die Operationsdauer nicht normalverteilt sind. Er kann Werte zwischen -1 und 1 annehmen. Wie für den Korrelationskoeffizienten nach Pearson gilt: ein Wert gegen 1 oder -1 weist auf einen starken Zusammenhang hin, ein Wert gegen 0 dagegen auf einen schwachen oder gar keinen. Ein negatives Vorzeichen zeigt auf einen gegensinnigen Zusammenhang hin (Weiß, 2013). Mithilfe des Korrelationskoeffizienten wurden Zusammenhänge zwischen folgenden Parametern geprüft: ISS und GCS, ISS und Todeszeitpunkt sowie GCS und Todeszeitpunkt.

2.4.4 Der U-Test

Um zwei unverbundene Stichproben mit quantitativen Messgrößen, die nicht normalverteilt sind, miteinander zu vergleichen, wird der U-Test nach Mann und Whitney verwendet. Die Werte aus beiden Stichproben werden der Größe nach sortiert und mit Rangnummern versehen. Treten Werte mehrfach auf, werden die Rangzahlen mit dem arithmetischen Mittel als Durchschnittsränge gebildet. Man bezeichnet dies als Bindung. Danach addiert man für jede der beiden Stichproben die Rangzahlen und berechnet die erwarteten Rangsummen. Die Prüfgröße wird dann aus der Differenz der beobachteten und der erwarteten Rangsumme ermittelt (Weiß, 2013). Wenn der p-Wert $< 0,05$ ist wird die Alternativhypothese angenommen. Das Testergebnis weist dann auf einen Unterschied zwischen den zu vergleichenden Gruppen hin (Weiß, 2013). Mithilfe des U-Tests wurden folgende Parameter dieser Studie verglichen: Verletzungsursache und Alter, verstorbene Patienten und die Scores GCS, ISS und TRISS, CT und ISS, hämorrhagischer Schock und die Scores GCS, ISS und TRISS, Art der Therapie und alle drei Scores, Komplikationen und ISS sowie Komplikationen und Alter.

2.4.5 Der t-Test

Der t-Test vergleicht zwei unverbundene Stichproben und setzt normalverteilte Daten voraus. Er prüft anhand der Mittelwerte zweier unabhängiger Stichproben, wie sich die Mittelwerte zweier Grundgesamtheiten zueinander verhalten. Auch beim t-Test bedeutet ein Beibehalten der Nullhypothese, dass es keinen Unterschied gibt und die Alternativhypothese besagt, dass ein Unterscheid zwischen den zwei zu vergleichenden Gruppen vorhanden ist (Weiß, 2013). Der t-Test wurde für den Vergleich von den Parametern verstorbene Patienten und Operationsdauer sowie Komplikationen und Operationsdauer angewendet, da der Parameter Operationsdauer normalverteilt ist.

2.4.6 Einfache Varianzanalyse

Mithilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse können mehr als zwei unverbundene Stichproben verglichen werden. Dafür müssen die Grundgesamtheiten ebenso wie beim t-Test normalverteilt sein. Die Methode beruht auf dem Vergleich der Varianz zwischen den Gruppen und der Varianz innerhalb der Stichproben. Der Quotient dieser Varianzen folgt einer F-Verteilung. Je mehr die Mittelwerte voneinander abweichen, desto größer wird F und desto eher wird die Alternativhypothese angenommen (Weiß, 2013). Mithilfe der einfachen Varianzanalyse wurden in dieser Studie die Parameter Komplikationen und Operationsdauer verglichen.

3 ERGEBNISSE

3.1 Allgemeine Datenerhebung

Laut dem Jahresbericht 2014 der DGU sind im Zeitraum von 2011 bis 2013 insgesamt 9278 Patienten mit einem Abdominaltrauma registriert worden (21,6% aller registrierten Patienten in diesem Zeitraum). Für diese Kohorte wurden Patienten mit einem AIS Abdomen grösser gleich zwei und einem ISS über 15 Punkte berücksichtigt. Wie viele Patienten mit Abdominaltrauma, sowie mit Gefäßtrauma und rupturiertem BAA, in den letzten Jahren an der Universitätsmedizin Mannheim behandelt wurden, ist im Folgenden dargestellt. Außerdem umfasst die Auswertung weitere Parameter zu Diagnose, Therapie, und Komplikationen.

3.1.1 Abdominaltrauma

Es wurden retrospektiv Daten von 129 Patienten ausgewertet, die im Zeitraum vom 02.11.2008 bis zum 18.06.2013 im Schockraum der Universitätsmedizin Mannheim aufgenommen wurden. Alle Patienten haben ein Abdominaltrauma erlitten, wobei das Einschlusskriterium ein Abbreviated Injury Scale-Wert für das Abdomen größer gleich eins war.

Es wurden demographische Parameter erhoben, Parameter zur genaueren Spezifizierung der Verletzung, diagnostische Parameter, therapeutische Parameter, genauere Untersuchungen zu Komplikationen und Todesursache sowie Traumascores zur Abschätzung von Outcome und Verletzungsschwere der Patienten. Demographische Parameter bezüglich des Patientenkollektivs sind: Geschlecht, das Alter bei Aufnahme, die Anzahl der Patienten unter 18 Jahre, die Aufenthaltsdauer im Krankenhaus und die Verletzungsursache.

Zur genaueren Spezifizierung des Verletzungsmusters wurden ermittelt: Die Art des Abdominaltraumas (stumpf oder penetrierend), welche Organe im Bauch verletzt waren und ob die Patienten ein isoliertes Abdominaltrauma erlitten bzw. falls nicht, welche Begleitverletzungen sie in anderen Körperbereichen vorwiesen.

Diagnostische Maßnahmen wie Sonographie, Laboruntersuchungen, abdominelle Röntgenaufnahmen und computertomographische Aufnahmen wurden ebenfalls erfasst.

Auch die Art der Therapie ist in der Analyse mit inbegriffen, im Detail ob die Patienten konservativ, interventionell oder operativ behandelt wurden. Die Behandlung der operierten Patienten wurde bezüglich Operationstechnik, Operationsdauer und der Notwendigkeit einer Second-look-Operation genauer analysiert.

Außerdem wurden Daten zu Komplikationen, dem hämorrhagischen Schock, Anzahl verstorbener Patienten, Todesursache und Todeszeitpunkt erhoben.

Zur Abschätzung der Verletzungsschwere und zum späteren Vergleich mit dem Outcome der Patienten wurden außerdem Scores berechnet: Der abdominelle Wert der Abbreviated Injury Scale (AIS) als Einschlusskriterium und Nachweis einer abdominellen Verletzung, der Injury Severity Score (ISS), der Wert der Glasgow Coma Scale (GCS) und der Trauma and Injury Severity Score (TRISS). Werte für den TRISS konnten aufgrund der Abhängigkeit von Daten in der Patientenakte bei 42 Patienten ermittelt werden.

3.1.1.1 Analyse der demographischen Patientendaten

98 Patienten (76%) waren männlich, 31 Patienten (24%) waren weiblich. 12 Patienten waren unter 18 Jahre. Der Mittelwert des Alters der Patienten bei Aufnahme ins Krankenhaus lag bei $41,71 \pm 20,77$ Jahren. Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer waren $17,14 \pm 20,93$ Tage.

Der Parameter Verletzungsursache wurde in folgende zusammenfassende Gruppen unterteilt: Motorradunfall, PKW-Unfall, Sturz, angefahrene Patienten und Sonstige (zum Beispiel Messerstichverletzung, Quetschung, Explosion, Suizid). 37 Patienten (28,68%) hatten einen PKW-Unfall und 37 Patienten (28,68%) sind gestürzt. 19 Patienten (14,73%) wurden im Straßenverkehr angefahren und 14 Patienten (10,85%) hatten einen Motorradunfall. 22 Patienten (17,05%) sind durch sonstige oben genannte Verletzungsmechanismen zu Schaden gekommen. Knapp die Hälfte der Patienten verletzte sich folglich im Straßenverkehr (54,26%).

3.1.1.2 Analyse der spezifischen Verletzungsmuster

Die Art des Abdominaltraumas wurde in stumpf und penetrierend unterteilt: 111 Patienten (86,05%) und damit die Mehrheit erlitten ein stumpfes Abdominaltrauma, während nur 18 Patienten (13,95%) ein penetrierendes Abdominaltrauma hatten.

Um das Ausmaß des Abdominaltraumas genauer zu differenzieren wurden das Abdomen beziehungsweise seine Organe in Gruppen unterteilt und die Verletzungsanzahl dieser einzelnen Gruppen ausgewertet (siehe Abb. 4). Leberverletzungen waren im Patientenkollektiv mit Abstand am häufigsten (51,94%), gefolgt von Verletzungen im Retroperitoneum (29,46%). Es traten fast ebenso viele Milzverletzungen auf (25,58%). Oberflächliche Verletzungen der Haut und der Muskulatur (11,63%) sowie sonstige viszerale Gefäßverletzungen (10,85%) waren deutlich seltener. Sehr selten kam es zu Verletzungen des Oberbauchs bezogen auf Pankreas, Duodenum und Gallengänge (7,75%), des Dünndarms (6,98%) und des Dickdarms (6,20%). Magen- und Rektumverletzungen traten gar nicht auf.

82 (63,57%) Patienten hatten nur eine abdominale Verletzung und 47 (36,43%) Patienten zogen sich abdominale Mehrfachverletzungen zu.

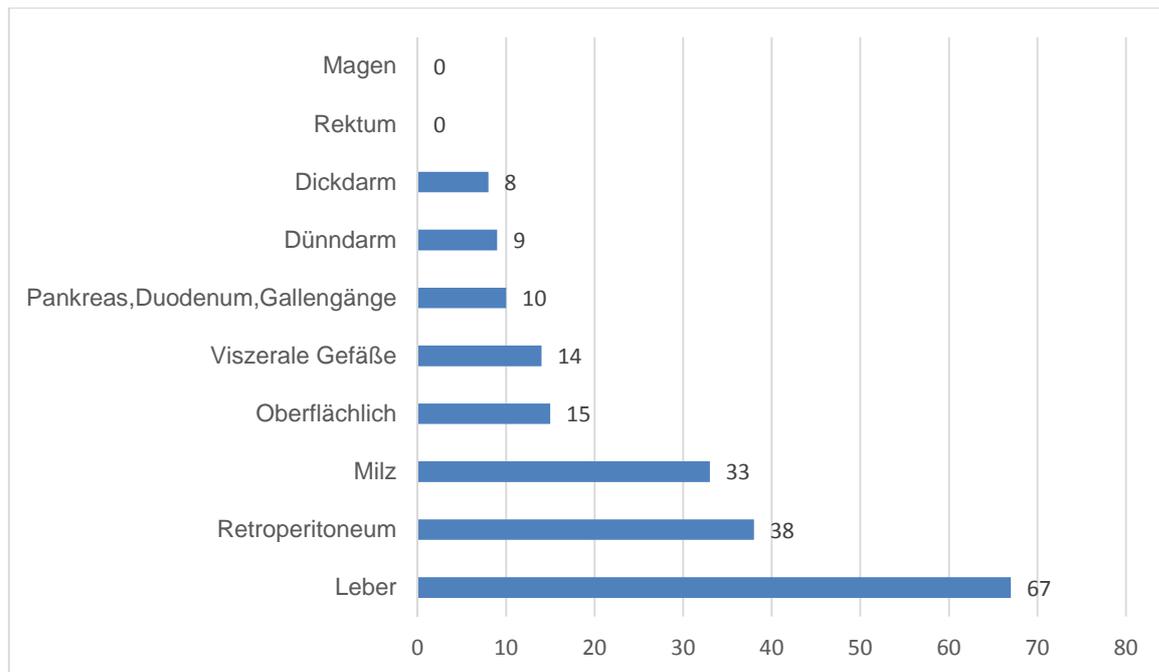


Abb. 4: Abdominelles Verletzungsmuster: Anzahl der Verletzungen im jeweiligen Abdominalbereich

Zusätzlich zur Differenzierung des Abdominaltraumas wurde auch zwischen Patienten mit einem isolierten Abdominaltrauma und Patienten mit assoziierten Verletzungen unterschieden. Nur 15 Patienten (11,63%) hatten ein isoliertes Abdominaltrauma und 114 Patienten (88,37%) weitere, nicht abdominelle Verletzungen.

Unterteilt waren die assoziierten Verletzungen in: Thoraxtrauma, Schädelhirntrauma, Trauma der oberen Extremität, Trauma der unteren Extremität, Wirbelsäulentrauma und oberflächliches Trauma (siehe Abb. 5).

Unter den assoziierten Verletzungen war das Thoraxtrauma führend (60,47%), fast gleich häufig kamen Verletzungen der oberen Extremität (31,01%) und der unteren Extremität (31,78%) vor. Schädelhirntraumata (24,81%), Verletzungen der Wirbelsäule (18,6%) und oberflächliche Verletzungen (16,28%) waren hingegen seltener.

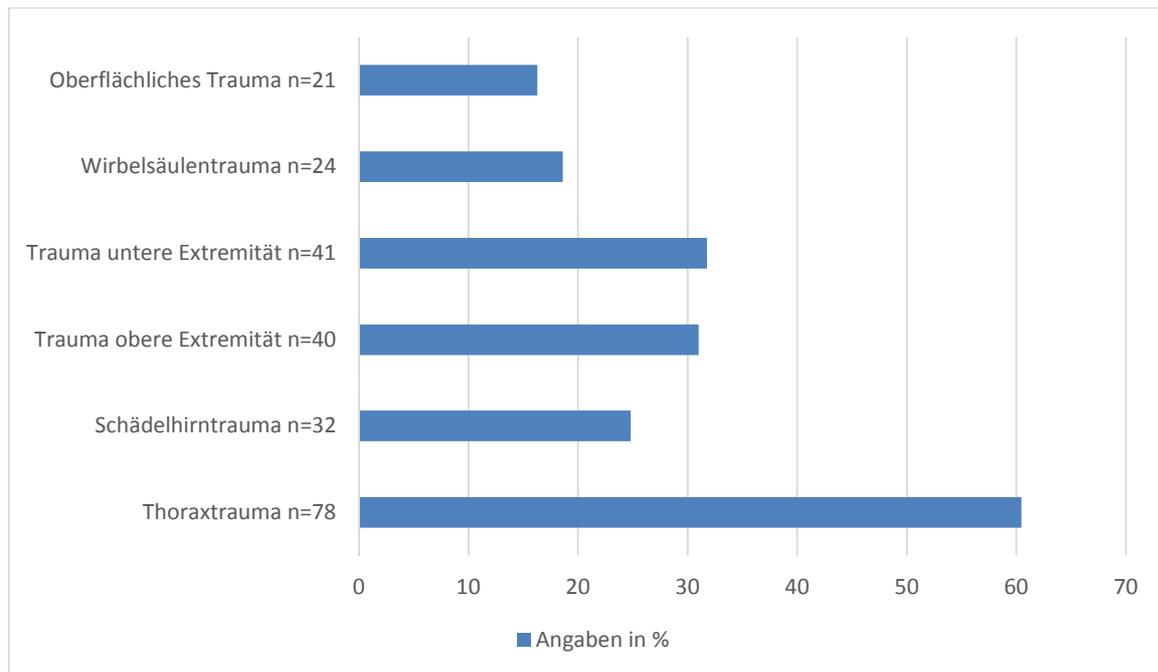


Abb. 5: Assoziierte Verletzungen zum Abdominaltrauma: Anteil der jeweiligen assoziierten Verletzung am Gesamtpatientenkollektiv

3.1.1.3 Analyse der Parameter zur Diagnostik

In der diagnostischen Auswertung wurde überprüft, ob die Patienten eine Laboruntersuchung, eine sonographische Untersuchung, eine Computertomographie oder eine abdominelle Röntgenuntersuchung erhielten.

Alle 129 Patienten erhielten eine Kontrolle ihrer Blutwerte mittels Labor bis auf einen Patienten, der sich vor der Blutentnahme selbst entließ. Ebenso wurden alle Patienten abdominell sonographisch untersucht. Bei 122 Patienten (94,57%) wurde eine Computertomographie durchgeführt und 3 Patienten (2,33%) erhielten eine röntgenologische Untersuchung des Abdomens.

3.1.1.4 Analyse der Parameter zur Therapie

Die Therapiestrategien wurden in konservativ, operativ und interventionell unterteilt. 75 Patienten (58,14%) wurden konservativ behandelt und einer (0,78%) wurde interventionell behandelt. Kam es, wie in 53 Fällen zu einer Operation, wurden 46 Patienten (35,66%) laparotomiert und 7 Patienten (5,32%) laparoskopiert (siehe Abb. 6). Die durchschnittliche Operationsdauer lag bei $110,37 \pm 73,29$ Minuten. Bei 12 der laparotomierten Patienten wurde eine Second-look-Operation notwendig.

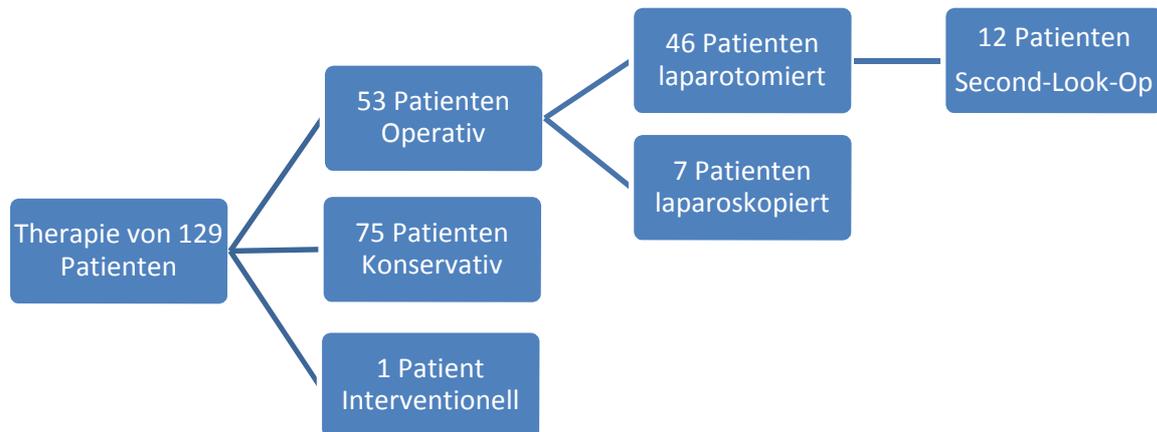


Abb. 6: Therapie der Patienten mit Abdominaltrauma

3.1.1.5 Analyse der Parameter zu Komplikationen und Mortalität

24 Patienten (18,60%) waren bei Aufnahme ins Krankenhaus in einem hämorrhagischen Schock. Während ihres Aufenthalts entwickelten von allen untersuchten Patienten 29 Komplikationen (22,48%). In 10 Fällen (7,75% des Gesamtpatientenkollektivs) kam es als Komplikation zu einem hämorrhagischen Schock, bei 6 Patienten (4,65% des Gesamtpatientenkollektivs) wurde ein Kompartmentsyndrom diagnostiziert und 13 Patienten (10,08% des Gesamtpatientenkollektivs) hatten sonstige Komplikationen, wie zum Beispiel Wundheilungsstörungen, Peritonitis und Blutungen. Bei 100 Patienten (77,52%) gestaltete sich die Therapie dagegen komplikationsfrei. In Abbildung 7 sind mehr als 29 Komplikationen dargestellt, da bei einigen Patienten mehrere Komplikationen gleichzeitig diagnostiziert wurden.

14 Patienten (10,85%) waren während ihres Krankenhausaufenthalts an der Universitätsmedizin Mannheim verstorben, im Durchschnitt $31,14 \pm 65,23$ Stunden nach Aufnahme. Bei 9 der verstorbenen Patienten (64,29%) und damit der Mehrheit war die Todesursache ein hämorrhagischer Schock, wobei 5 Patienten (35,71%) aufgrund von sonstigen Todesursachen, wie zum Beispiel einem septischen Multiorganversagen, starben.

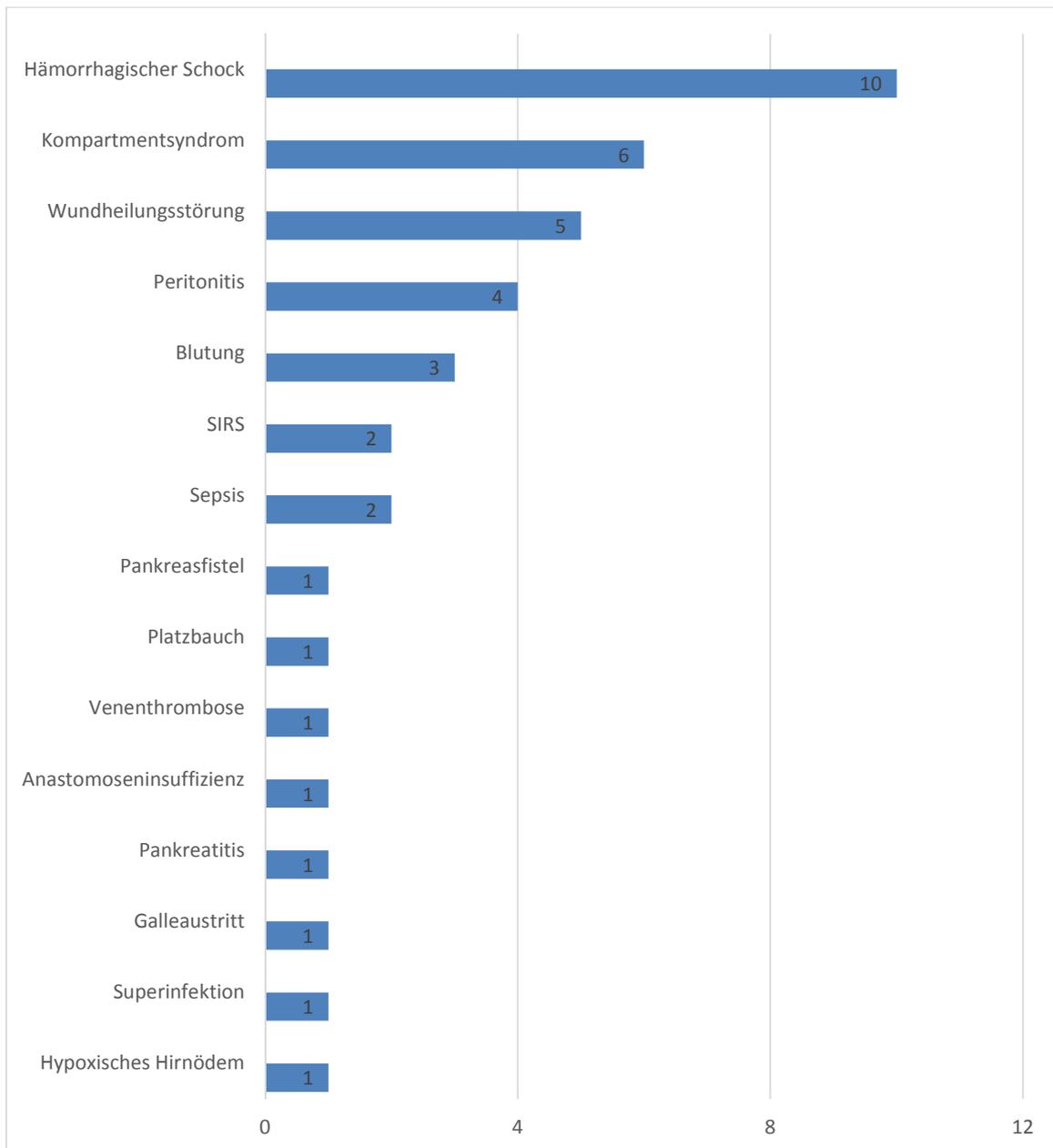


Abb. 7: Anzahl der jeweiligen Komplikation im Patientenkollektiv mit Abdominaltrauma

3.1.1.6 Analyse der Scores GCS, AIS, ISS, und TRISS

Bei Aufnahme der Patienten ins Krankenhaus war der Mittelwert der GCS $12,23 \pm 4,49$ Punkte. Der durchschnittliche AIS-Wert für das Abdomen, ebenfalls bei Aufnahme ermittelt, lag bei $2,29 \pm 0,79$ Punkten. Der durchschnittliche ISS aller Patienten bei Einlieferung, unter anderem berechnet aus dem AIS-Wert Abdomen, betrug $17,53 \pm 12,26$ Punkte. Der durchschnittliche TRISS berechnet für stumpfe Bauchtraumata lag bei $73,04 \pm 36,39$ Prozent, und für penetrierende Bauchtraumata bei $71,63 \pm 38,32$ Prozent. Ein Patient erhielt die Diagnose Polytrauma bei einem ISS von mehr als 15 Punkten. Gemäß dieser Definition erlitten 64 (49,61%) Patienten ein Polytrauma.

3.1.2 Gefäßtrauma

Es wurden retrospektiv 38 Patienten ausgewertet, die im Zeitraum vom 02.11.2008 bis zum 05.04.2013 im Schockraum der Universitätsmedizin Mannheim mit Gefäßtrauma aufgenommen wurden, wobei das Einschlusskriterium die Aufführung der Diagnose eines Gefäßtraumas im Arztbrief des Patienten war.

Es wurden ähnlich wie beim Abdominaltrauma demographische Parameter erhoben, sowie diagnostische und therapeutische Parameter. Außerdem wurden die Parameter Komplikationen und Todesursache sowie Traumascores zur Abschätzung von Outcome und Verletzungsschwere des Patienten erhoben.

Folgende sind erhobene demographische Parameter: Geschlecht, Alter bei Aufnahme, die Aufenthaltsdauer im Krankenhaus und die Verletzungsursache.

Zur genaueren Spezifizierung des Verletzungsmusters wurden ermittelt: Die Art des Gefäßtraumas (stumpf oder penetrierend), welche Gefäße in welcher Körperregion verletzt wurden und ob die Patienten ein isoliertes Gefäßtrauma erlitten bzw. falls nicht, welche Begleitverletzungen sie in anderen Körperbereichen vorwiesen.

Folgende diagnostische Maßnahmen wurden erfasst: Laboruntersuchung, Sonographie Abdomen, Röntgen Thorax, Röntgen Becken, Röntgen Abdomen, CT-Angiographie und Angiographie.

Die Art der Therapie war ebenfalls in die Analyse mit inbegriffen, im Detail ob die Patienten konservativ, operativ oder interventionell behandelt wurden. Die Behandlung der operierten Patienten wurde bezüglich Operationstechnik (Naht, Stent, Gefäßinterponat), Operationsdauer und der Notwendigkeit einer Revision genauer analysiert.

Folgende Parameter wurden auch genauer untersucht: Komplikationen, hämorrhagischer Schock, Anzahl verstorbener Patienten, Todesursache und Todeszeitpunkt.

Zur Abschätzung der Verletzungsschwere und zum späteren Vergleich mit dem Outcome der Patienten wurden außerdem Scores berechnet: der Injury Severity Score (ISS), die Glasgow Coma Scale (GCS) und der Trauma and Injury Severity Score (TRISS). Werte für den TRISS konnten bei 14 Patienten (36,8%) berechnet werden, aufgrund fehlender Daten zur Berechnung.

3.1.2.1 Analysen der demographischen Patientendaten

Von den insgesamt 38 Patienten mit Gefäßtrauma waren 32 Patienten männlich (84,2%) und 6 weiblich (15,8%). Das Durchschnittsalter betrug für dieses Patientenkollektiv $45,4 \pm 21,1$ Jahre. Ein Patient war unter 18 Jahre alt. Die Patienten hatten im Durchschnitt eine Aufenthaltsdauer von $15,7 \pm 17,3$ Tagen im Krankenhaus. Die Verletzungsursache wurde in die Kategorien Motorrad, Sturz, Pkw-Insasse, Angefahren, Messerstichverletzung und Quetschung eingeteilt. Die Mehrheit der Patienten wurde angefahren (29%). 9 Patienten hatten einen Motorradunfall (23,7%), 8 Patienten einen Autounfall (21,1%) und 7 Patienten (18,4%) stürzten. 2 Patienten (5,3%) hatten eine Messerstichverletzung und ein Patient eine Quetschverletzung (2,6%). Damit verunfallten fast 74% der Patienten im Straßenverkehr.

3.1.2.2 Analysen der spezifischen Verletzungsmuster

Die Art des Gefäßtraumas wurde kategorisiert nach stumpf und penetrierend, wobei 36 Patienten und damit 94,8% ein stumpfes Gefäßtrauma und 2 Patienten ein penetrierendes Trauma erlitten.

Um die Gefäßverletzungen der Patienten genauer differenzieren und unterteilen zu können, wurden sie folgenden Körperregionen zugeordnet: intrathorakal, intraabdominal, retroperitoneal, intrakraniell, Hals/Gesicht, intrapelvin und peripher. 15 Patienten und damit die Mehrheit (39,5%) wiesen eine intrakranielle vaskuläre Verletzung auf, gefolgt von 11 Patienten mit intraabdominalen Gefäßläsionen (29%). Intrakraniell wurde am häufigsten eine Subduralblutung diagnostiziert, gefolgt von der Subarachnoidalblutung. Intraabdominal kamen Verletzungen des Mesenteriums gehäuft vor. 9 Patienten erlitten eine Gefäßverletzung im Gesicht oder Hals (23,7%), wobei die Vertebralisarterie und die Carotisarterie am häufigsten betroffen waren. Bei 6 Patienten wurden intrathorakale Gefäßverletzungen und ebenfalls bei 6 Patienten retroperitoneale Verletzungen diagnostiziert. Am häufigsten waren bei intrathorakalen Gefäßverletzungen die Aorta thoracica und bei retroperitonealen Läsionen die Nierengefäße betroffen. Nur bei 4 Patienten kam es zu peripheren Gefäßverletzungen an den Extremitäten und nur 2 Patienten wiesen intrapelvine Verletzungen auf (siehe Abb. 8).

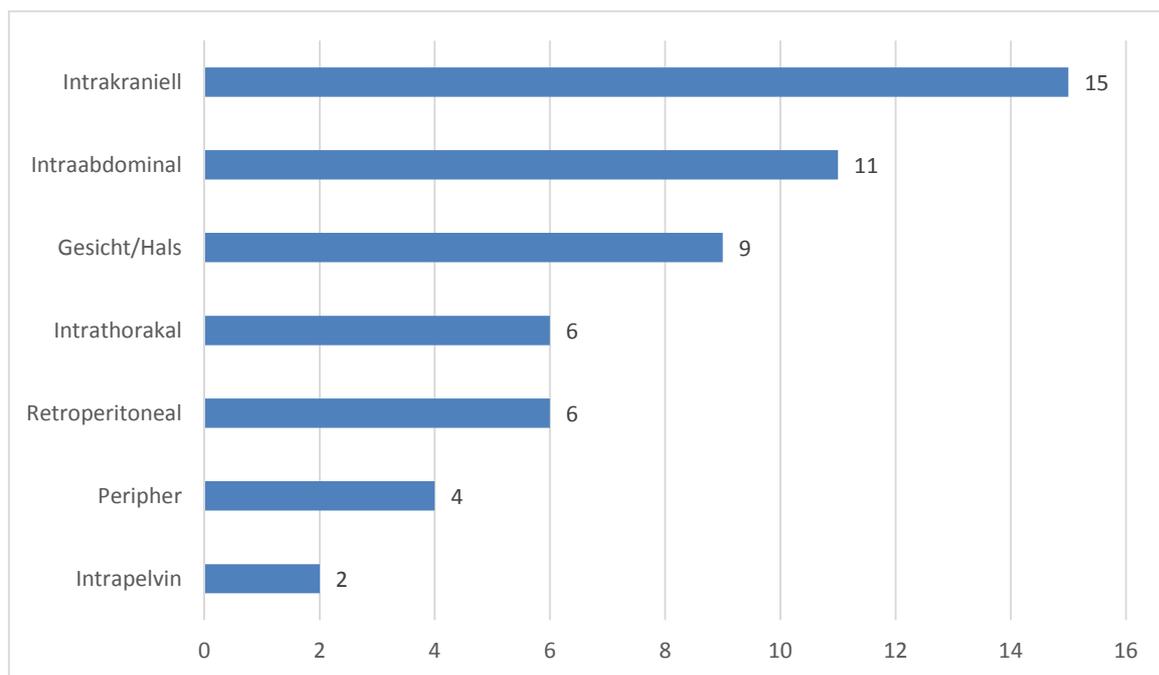


Abb. 8: Vaskuläres Verletzungsmuster: Anzahl der Patienten mit einer jeweiligen Gefäßverletzung

Das isolierte Gefäßtrauma wurde nur bei zwei Patienten diagnostiziert. Die anderen 36 Patienten wiesen Begleitverletzungen auf, die in folgende Kategorien unterteilt wurden: Thoraxtrauma, Abdominaltrauma, Schädel-Hirn-Trauma (SHT), Trauma der oberen Extremität, Trauma der unteren Extremität und Wirbelsäulen-Trauma. Am häufigsten trat bei 28 Patienten das Thoraxtrauma als assoziierte Verletzung auf (73,7%). Jeweils gleich häufig wiesen die Patienten ein Abdominaltrauma und SHT auf (jeweils 52,6%). 16 Patienten erlitten ein Trauma der unteren Extremität (42,1%) und 7 Patienten ein Trauma der oberen Extremität (18,4%). 11 Patienten erlitten als Begleitverletzung ein Wirbelsäulentrauma (29%) (siehe Abb. 9).

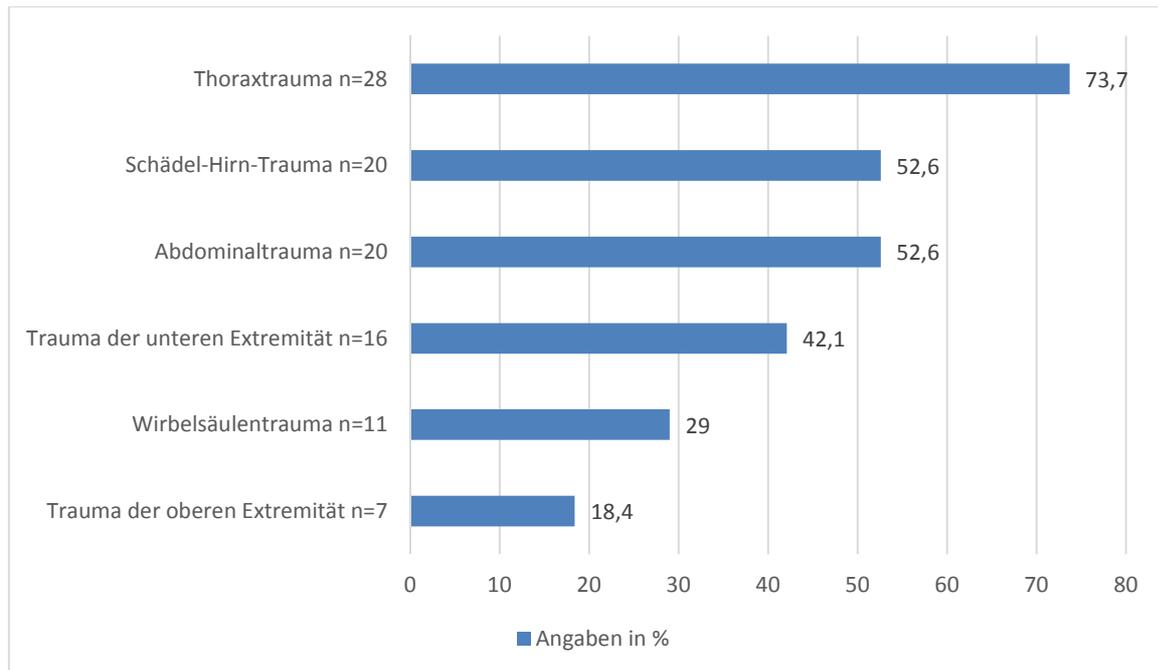


Abb. 9: Assoziierte Verletzungen zum Gefäßtrauma: Anteil der jeweiligen assoziierten Verletzung am Gesamtpatientenkollektiv

3.1.2.3 Analysen der diagnostischen Parameter

Folgende diagnostische Parameter wurden genauer untersucht: Sonographie Abdomen, Laboruntersuchung, Röntgen Thorax/ Becken/ Abdomen, CT-Angiographie und Angiographie.

Eine Laboruntersuchung wurde bei allen Patienten des Kollektivs durchgeführt. Alle Patienten bis auf einen erhielten außerdem eine Computertomographie (97,4%). Bei 25 Patienten (65,8%) wurde die Abdomensonographie als diagnostisches Instrument verwendet. 16 Patienten erhielten ein Röntgen Thorax (42,1%), 16 ein Röntgen Becken (42,1%) und kein Patient ein Röntgen Abdomen. Eine angiographische Untersuchung wurde bei 3 Patienten durchgeführt (7,9%).

3.1.2.4 Analysen der therapeutischen Parameter

Die Therapie der Patienten wurde in operativ, konservativ und interventionell unterteilt. 19 Patienten und damit die Hälfte des Kollektivs wurden operativ behandelt (50%). 17 Patienten wurden konservativ versorgt (44,7%) und 4 Patienten erhielten eine interventionelle Therapie (10,5%) (siehe Abb. 10).

Die genauere Analyse der operativen Therapie der Patienten zeigte Folgendes: Bei 13 Patienten wurde der Gefäßdefekt mit einer Naht primär verschlossen, wohingegen ein einzelner Patient mit einem autologen Gefäßinterponat versorgt werden musste. Bei den anderen 5 operierten Patienten wurde eine Laparotomie (mit Nephrektomie, Splenektomie oder Dünndarmresektion) durchgeführt beziehungsweise bei einem Patienten eine Entlastungshemikraniektomie. In einem Fall eines Patienten mit Mesenterialblutung kam es nach initialer Laparotomie zur Notwendigkeit von vier Revisionsoperationen. Die durchschnittliche Operationsdauer betrug $140,1 \pm 75,8$ Minuten.

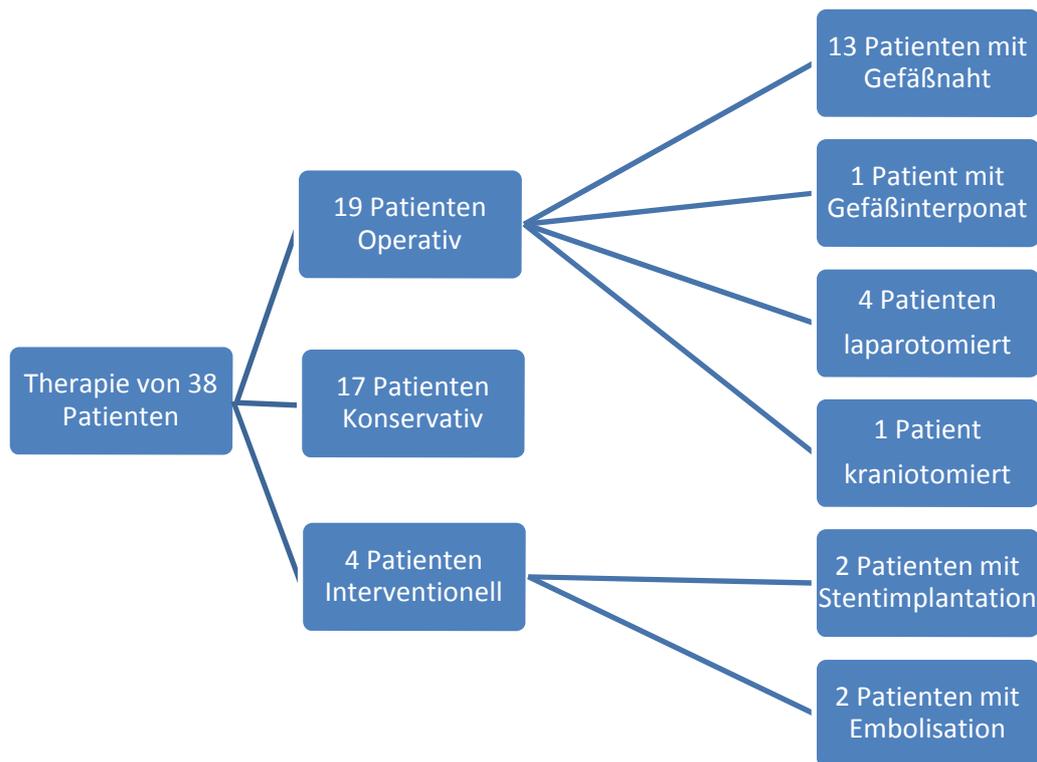


Abb. 10: Therapie der Patienten mit Gefäßtrauma

3.1.2.5 Analysen der Parameter zu Komplikationen und Mortalität

11 der Patienten mit Gefäßverletzung waren bei Aufnahme ins Krankenhaus in einem hämorrhagischen Schock (29%). 14 Patienten entwickelten während ihres Aufenthalts im Krankenhaus Komplikationen (36,8%). Die häufigste Komplikation war der hämorrhagische Schock (35,7%), gefolgt von Blutungen aus dem initialen Defekt und dem Hirnödem (jeweils 14,3%). Seltene Komplikationen waren respiratorische Insuffizienz, Pankreatitis, Herz-Kreislaufversagen und eine Fistel.

10 Patienten verstarben während ihres Krankenhausaufenthalts (26,3%). Der durchschnittliche Todeszeitpunkt war $57,5 \pm 37,9$ Stunden nach Einlieferung. Die häufigste Todesursache war der hämorrhagische Schock (70%), gefolgt vom Hirntodsyndrom (20%) und dem Hirnödem (10%).

3.1.2.6 Analysen der Scores GCS, ISS und TRISS

Bei Aufnahme der Patienten ins Krankenhaus war der Mittelwert der GCS $8,6 \pm 5,6$ Punkte. Der durchschnittliche ISS aller Patienten bei Einlieferung betrug $25,8 \pm 14,6$ Punkte. Der durchschnittliche TRISS berechnet für stumpfe Gefäßtraumata lag bei $34,1 \pm 29$ Prozent, und für penetrierende Gefäßverletzungen bei $31,2 \pm 32,8$ Prozent. Die für diese Arbeit wichtige Diagnose Polytrauma wurde bei Patienten mit einem ISS von mehr als 15 Punkten gestellt. Gemäß dieser Definition erlitten 26 Gefäßtraumapatienten ein Polytrauma (68,4%).

3.2 Vergleich Traumaregister der DGU mit Patienten der UMM

Im Abschnitt zuvor wurden viele einfache Häufigkeiten und Durchschnittswerte der analysierten Merkmale beschrieben, um einen Überblick über die Zusammensetzung des Patientenkollektivs sowie dessen Diagnostik, Therapie und Outcome zu geben. Um zu wissen, ob sich die Daten von den Erhebungen anderer Krankenhäuser in Deutschland und teilweise Europa unterscheiden oder inwiefern sie die aktuelle Situation in Deutschland widerspiegeln, werden sie im Folgenden mit den Zahlen des Jahresberichts 2013 des Traumaregisters der DGU verglichen (siehe Tab. 3). Vorab ist es wichtig anzumerken, dass die Analyse in dieser Dissertation lediglich Schockraumpatienten mit Abdominal- und Gefäßtrauma umfasst. Im Traumaregister hingegen werden Patienten mit allen Arten von Traumata erfasst, und davon wiederum nur die Subgruppe der am schwersten betroffenen Fälle, da in diesem Kollektiv die Qualität der Versorgung am besten sichtbar wird (Lefering et al., 2013).

Tab. 3: Patienten des Traumaregisters der DGU und Patienten dieser Studie im Vergleich (nach D.G.f.U. 2013)

	Jahresbericht 2013 des Traumaregisters der DGU	Analyse der Patienten mit Abdominaltrauma	Analyse der Patienten mit Gefäßtrauma
Anzahl der Männer in %	70	75,97	84,2
Durchschnittsalter in Jahren	47,6	41,71	45,4
Anzahl in % des stumpfen Traumas	95,0	86,05	94,8
Durchschnittlicher ISS-Score in Punkten	17	17,53	25,8
Anzahl der Patienten mit ISS >15 in %	48,0	49,61	68,4
Durchschnittlicher GCS-Wert in Punkten	12,6	12,23	8,6
Durchschnittlicher TRISS-Score in %	56,0	72,34	32,7
Anzahl der Patienten mit Sonographie in %	80,7	100	65,8
Anzahl der Patienten mit Ganzkörper-CT in %	71,0	94,57	97,4
Anzahl operierter Patienten in %	69,0	41,86	50,0
Durchschnittliche Liegedauer im Krankenhaus in Tagen	16,2	17,14	15,7
Letalität im Krankenhaus in %	10,0	10,85	26,3
Anzahl der Verletzten im Straßenverkehr in %	54,7	54,26	73,8
è Mit dem Auto	25,4	28,68	21,1
è Mit dem Motorrad	13,1	10,85	23,7
è Angefahren	16,2	14,73	29,0
Anzahl der Verletzten durch Sturz in %	38,1	28,68	18,4

3.3 Statistische Analyse der Patienten mit Abdominaltrauma

3.3.1 Validitätsprüfung der Scores ISS und GCS

Mithilfe des Korrelationskoeffizienten nach Spearman wurde ein Zusammenhang zwischen dem ISS und der GCS statistisch überprüft um zu zeigen, dass die Scores zusammen anwendbar und deren Ergebnisse valide und kombinierbar sind. Der Korrelationskoeffizient nach Spearman zum Vergleich von ISS und GCS beträgt -0,58, das heißt es besteht ein mittelstarker gegensinniger Zusammenhang. Dieses

statistisch signifikante Ergebnis besagt, dass bei höherer Punktezahl im ISS der Punktwert der GCS niedriger wird.

Da sich der ISS aus den AIS-Werten bildet und der TRISS unter anderem aus dem ISS gebildet wird, ist es sehr wahrscheinlich dass auch die AIS und der TRISS mit der GCS kombinierbar sind. Diese Vermutung konnte statistisch nicht überprüft werden, da der TRISS nicht bei einer ausreichenden Patientenzahl berechnet werden konnte.

3.3.2 Stumpfes und penetrierendes Abdominaltrauma im Vergleich

Um Unterschiede der Verletzungsschwere und des Outcomes zwischen Patienten mit stumpfem und penetrierendem Abdominaltrauma festzustellen, wurden beide Variablen anhand von den Scores GCS, AIS, ISS und TRISS verglichen. Mit Hilfe der Berechnung statistischer Maßzahlen wie dem Mittelwert und der Standardabweichung für den jeweiligen Score zeigte sich, dass es beim Mittelwert der GCS und beim AIS-Mittelwert keinen signifikanten Unterschied zwischen stumpfen und penetrierendem Trauma gibt. Der ISS hingegen ist beim stumpfen Abdominaltrauma im Durchschnitt 4 Punkte höher als beim penetrierenden Trauma. Auch der TRISS zeigt gleiche Tendenzen: Der TRISS und damit die errechnete Überlebenschance ist für Patienten mit stumpfem Abdominaltrauma deutlich niedriger (66,96% vs. 90,15%) (siehe Tab. 4). Jedoch wurde der TRISS nur für 42 Patienten berechnet und die Ergebnisse dieser Auswertung können somit nicht den Durchschnitt der Gesamtkohorte widerspiegeln. Folglich lässt sich das errechnete Ergebnis nicht auf alle Patienten mit stumpfen Bauchtrauma übertragen. Sowohl der höhere ISS als auch der niedrigere TRISS (in der kleineren Patientenkohorte) bei stumpfem Abdominaltrauma sind durch mehr Begleitverletzungen bei diesem Traumatyp zu erklären.

Tab. 4: Stumpfes und penetrierendes Abdominaltrauma im Vergleich

	Stumpfes Abdominaltrauma	Penetrierendes Abdominaltrauma
GCS Mittelwert	12,12 ± 4,49 Punkte	12,94 ± 4,58 Punkte
AIS Mittelwert	2,33 ± 0,77 Punkte	2,00 ± 0,91 Punkte
ISS Mittelwert	18,09 ± 11,42 Punkte	14,11 ± 16,49 Punkte
TRISS Mittelwert	66,96 ± 36,97 %	90,15 ± 29,87 %

3.3.3 Statistische Analyse von Therapie, Komplikationen und hämorrhagischem Schock

Um zu prüfen, ob es eine Korrelation zwischen einer bestimmten Therapie und dem Auftreten von Komplikationen gibt, wurde der Zusammenhang zwischen sowohl operativer als auch konservativer Therapie und Komplikationen mittels Chi-Quadrat-Test berechnet. Die interventionelle Therapie wurde nicht berücksichtigt, da nur ein Patient eine solche Therapie erhalten hat und deshalb die Patientenzahl für eine statistische Auswertung zu gering ist. Sowohl für die operative Therapie (p-Wert $6,398 \cdot 10^{-7}$) als auch für die konservative Therapie (p-Wert $8,534 \cdot 10^{-7}$) besteht ein statistisch signifikanter Zusammenhang bezogen auf Komplikationen: 44,44% der operierten Patienten erlitten Komplikationen und nur bei 6,67% der konservativ behandelten Patienten traten ebenfalls Komplikationen auf (Siehe Abb. 11). Die

Komplikationsrate ist folglich bei operierten Patienten höher als bei konservativ behandelten Patienten.

Der Zusammenhang zwischen der Art der Therapie und einem hämorrhagischen Schock bei Einlieferung ins Krankenhaus wurde ebenfalls mit dem Chi-Quadrat-Test geprüft. Sowohl für die operative Therapie (p-Wert $5,069 \cdot 10^{-4}$) als auch für die konservative Therapie (p-Wert 0,0024) konnte eine statistisch signifikante Korrelation mit einem hämorrhagischen Schock bestätigt werden. Nur 9,33% der konservativ behandelten Patienten hatten einen hämorrhagischen Schock, bei den operativ behandelten Patienten wurde diese Diagnose deutlich häufiger gestellt (31,48%) (siehe Abb. 11). Im Fall eines hämorrhagischen Schocks wurden die Patienten immer laparotomiert, da eine Laparoskopie aufgrund von instabilen Kreislaufverhältnissen nicht möglich war.

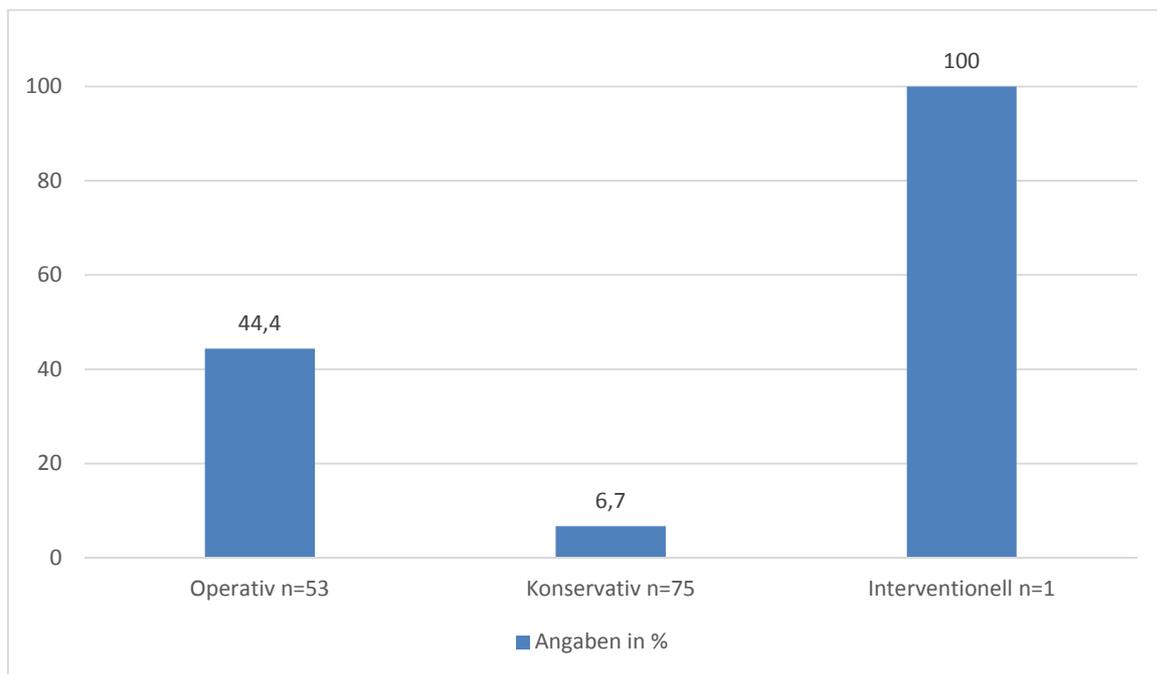


Abb. 11: Prozentualer Anteil der Patienten mit Komplikationen

Da Komplikationen und ein hämorrhagischer Schock signifikant häufiger bei operierten Patienten auftraten, wurde auch geprüft, ob es eine Korrelation zwischen hämorrhagischem Schock und Komplikationen gibt. Mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests konnte auch zwischen diesen zwei Parametern ein statistisch signifikanter Zusammenhang mit einem p-Wert von $9,670 \cdot 10^{-11}$ nachgewiesen werden. Von den Patienten mit hämorrhagischem Schock hatten 70,83% Komplikationen und von den Patienten ohne hämorrhagischen Schock nur 11,43%, wobei zwischen dem hämorrhagischen Schock bei Aufnahme ins Krankenhaus und dem sich verzögert entwickelnden hämorrhagischen Schock während dem Krankenhausaufenthalt als Komplikation unterschieden wird. Folglich erhöht ein hämorrhagischer Schock das Risiko für Komplikationen deutlich. Da also ein Patient mit hämorrhagischem Schock meist operiert wird und auch meist Komplikationen mit sich bringt, erhöht diese Diagnose auch deutlich die Komplikationen bei operierten Patienten.

Ebenfalls besteht ein statistisch signifikanter Zusammenhang mit einem p-Wert von $8,083 \cdot 10^{-4}$ im Chi-Quadrat-Test zwischen einem hämorrhagischen Schock und dem abdominalen Kompartmentsyndrom als zweithäufigste Komplikation des Patientenkollektivs. Jedoch ließ sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen einem Kompartmentsyndrom und einer operativen Therapie feststellen (p-

Wert $>0,05$ im Chi-Quadrat-Test). Folglich erhöht eine Operation nicht das Risiko für ein Kompartmentsyndrom als Komplikation sondern die Risikofaktoren vor der Operation, zum Beispiel ein hämorrhagischer Schock.

3.3.4 Hämorrhagischer Schock und Scores

Es wurde statistisch überprüft, ob die Scores GCS, ISS und TRISS aussagekräftig bezüglich des hämorrhagischen Schocks sind. Mit dem U-Test konnte für alle drei Scores ein statistisch signifikanter Zusammenhang zum hämorrhagischen Schock ermittelt werden. Folglich ist ein hämorrhagischer Schock wahrscheinlicher, umso höher die Punktzahl des ISS und damit umso schwerer die Verletzungen des Patienten sind (p-Wert $<0,0001$). Ebenso ist ein hämorrhagischer Schock wahrscheinlicher, wenn die GCS niedrig ist (p-Wert $<0,0001$). Gleichermaßen verhält sich der TRISS: je niedriger die erreichte Prozentzahl ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit für einen hämorrhagischen Schock (p-Wert $<0,0001$).

3.3.5 Komplikationen und Scores

Ob es eine Korrelation zwischen dem Auftreten von Komplikationen und den Scores GCS, ISS und TRISS gibt, wurde mithilfe statistischer Maßzahlen wie dem Mittelwert und der Standardabweichung und dem U-test geprüft. Für alle drei Scores konnten entsprechende statistisch signifikante Zusammenhänge bestimmt werden. Patienten mit Komplikationen haben im Durchschnitt einen wesentlich höheren initialen ISS, vor allem bei der Komplikation des hämorrhagischen Schocks (33,8 ISS-Punkte), im Vergleich zum ISS von Patienten ohne Komplikationen (15,37 ISS-Punkte; p-Wert 0,0002). Außerdem ist die initiale GCS im Durchschnitt bei Patienten mit Komplikationen signifikant niedriger (GCS 9,5 Punkte) als bei Patienten ohne Komplikationen (GCS 13,13 Punkte). Auch der TRISS ist im Durchschnitt bei Patienten mit Komplikationen signifikant niedriger, maßgeblich beim hämorrhagischen Schock (TRISS 32,50%), als bei Patienten ohne Komplikationen (TRISS 91,07%) (siehe Abb. 12).

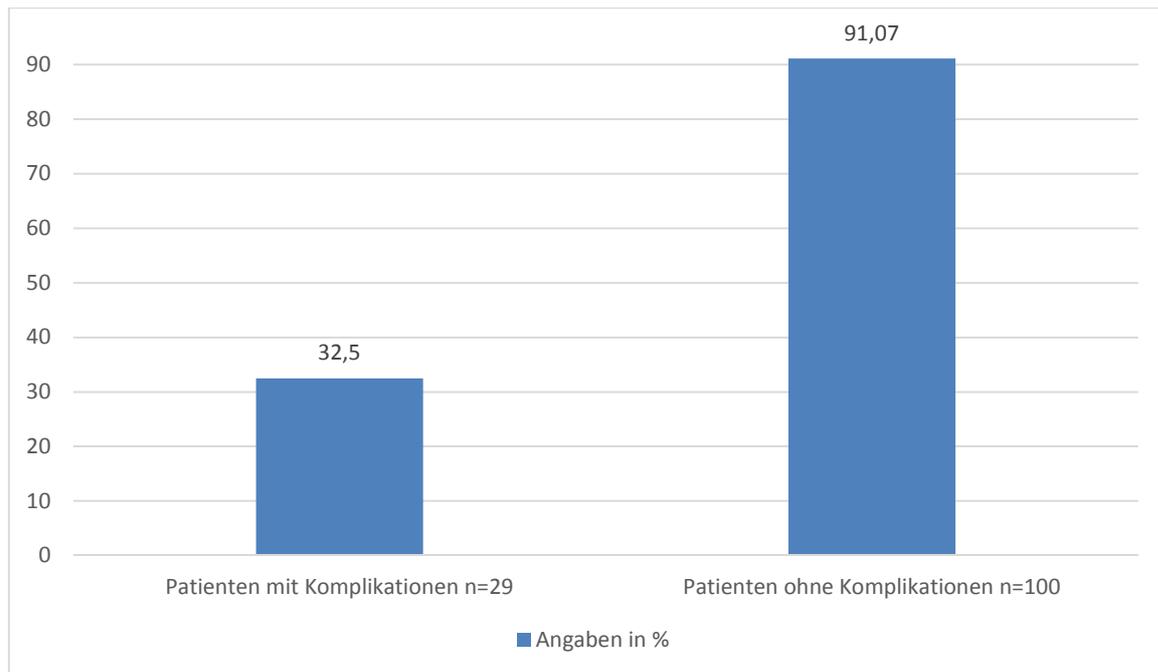


Abb. 12: Durchschnittlicher TRISS der Patienten

Um weitergehend zu analysieren, warum Patienten Komplikationen erleiden, wurde eine Korrelation zwischen dem Alter und Komplikationen bei Patienten überprüft. Es bestehen zwar Unterschiede zwischen dem Alter von Patienten mit und ohne Komplikationen (Durchschnittsalter 47,0 und 39,64 Jahre), jedoch konnte mittels U-Test kein statistisch signifikanter Zusammenhang ermittelt werden (p -Wert $>0,05$). Folglich ist das Alter kein unabhängiger Risikofaktor zum Erleiden von Komplikationen.

Neben dem Alter wurde auch überprüft, ob es eine Korrelation zwischen dem Auftreten von Komplikationen bei operierten Patienten und der Operationsdauer gibt. Beim Mittelwert ergaben sich Unterschiede: Die durchschnittliche Operationsdauer von Patienten mit Komplikationen ist 51,49 Minuten kürzer als bei Patienten ohne Komplikationen. Diese Differenz wurde mittels einfacher Varianzanalyse überprüft und es ergab sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang (p -Wert $>0,05$).

3.4 Analyse der verstorbenen Patienten mit Abdominaltrauma

3.4.1 Mortalität und Art des Traumas

Es wurde statistisch mittels Chi-Quadrat-Test überprüft, ob es eine Korrelation zwischen der Art des Abdominaltraumas und dem Versterben von Patienten gibt. Mit einem p -Wert von 1,0 konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Folglich lässt sich von einem stumpfen oder penetrierenden Abdominaltrauma nicht auf das Outcome beziehungsweise die Mortalität schließen.

3.4.2 Mortalität und Leber-/ Milzverletzungen

Da Leber- und Milzverletzungen zwei der häufigsten Abdominalverletzungen des Patientenkollektivs sind, wurde untersucht, ob eine Verletzung lebensbedrohlicher ist als die andere und ob die Kombination aus beiden Verletzungen die Mortalität eines

Patienten steigert. Mithilfe des Chi-Quadrat-Tests konnte eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit zu versterben für Kombinationsverletzungen von Leber und Milz gezeigt werden (p-Wert 0,0014). Eine kombinierte Leber- und Milzverletzung führte in 41,67% der Fälle zum Tode, von den Patienten mit isolierter Leberverletzung verstarben 3,64% und von den Patienten mit isolierter Milzverletzung 14,29%. Von den Patienten, die eine Leber- und Milzverletzung haben, sind 41,67% verstorben, von den Patienten, die nur eine Leberverletzung und keine Milzverletzung hatten, sind nur 3,64% verstorben. 14,29% der Patienten mit nur einer Milz- und keiner Leberverletzung starben. Folglich steigert eine Kombination der Verletzungen die Mortalität des Patienten und im Einzelvergleich geht die Milzverletzung mit einer höheren Wahrscheinlichkeit zu sterben einher.

3.4.3 Mortalität und hämorrhagischer Schock

Da der hämorrhagische Schock bei Patienten die Komplikationsrate erhöht, wurde untersucht, ob es auch einen Zusammenhang zwischen der Mortalität und dem hämorrhagischen Schock gibt. Diese Korrelation konnte anhand des Chi-Quadrat-Tests und einem p-Wert von $7,704 \cdot 10^{-9}$ bewiesen werden. Folglich ist der hämorrhagische Schock mit einer erhöhten Mortalität assoziiert.

3.4.4 Mortalität und Scores

Es wurde der Zusammenhang zwischen der Mortalität der Patienten und den Scores GCS, ISS und TRISS mittels U-Test überprüft. Diese Prüfung ergab eine statistisch signifikante Korrelation zwischen der Mortalität und der GCS (p-Wert $<0,0001$), der Mortalität und dem ISS (p-Wert $<0,0001$) und der Mortalität und dem TRISS (p-Wert $<0,0001$). Daraus folgt, dass die Mortalität eines Patienten bei niedrigerer GCS, höherem ISS und niedrigerem TRISS steigt. Folglich sind alle drei Scores valide Prädiktoren für das Outcome eines Patienten.

3.5 Analyse der Patienten mit Gefäßtrauma

Die statistische Analyse der Patienten mit Gefäßverletzungen, die an der UMM behandelt wurden, umfasst eine rein deskriptive Analyse der Daten, da für eine Berechnung von Korrelationen und Zusammenhängen die Patientenzahl mit 38 Patienten zu gering für signifikante statistische Aussagen ist. Im Folgenden werden also Unterschiede und Häufigkeiten verschiedener Ausprägungen von Parametern im Vergleich dargestellt.

Für eine Gegenüberstellung der zwei Arten der Verletzung (stumpf vs. penetrierend), wie beim Abdominaltrauma erfolgt, waren die Patientenzahlen zu gering.

3.5.1 Analyse der diagnostischen Parameter

Nur drei Patienten mit Gefäßtrauma (7,9%) erhielten an der Universitätsmedizin Mannheim eine diagnostische Angiographie. Deshalb wurde genauer untersucht, welche Gefäßverletzungen bei diesen Patienten diagnostiziert wurden und wie diese behandelt wurden. Bei einem Patienten wurden in der Angiographie ein Subduralhämatom und eine Verletzung der Arteria Carotis externa nachgewiesen. Beide Verletzungen hatten direkte Konsequenzen für die Therapie und wurden operativ behandelt. Ein anderer Patient erlitt ebenfalls ein Subduralhämatom, wurde jedoch konservativ behandelt und der dritte Patient hatte eine Verletzung der Vertebralisarterie, die ebenso konservativ therapiert wurde. Alle drei Patienten waren zum Zeitpunkt der diagnostischen Untersuchungen stabil und hatten keinen hämorrhagischen Schock und keiner dieser Patienten ist während seines Krankenhausaufenthalts verstorben.

Eine sonographische Untersuchung des Abdomens wurde bei 25 Patienten mit Gefäßtrauma durchgeführt. Analysiert nach dem Ort der Verletzung zeigte sich, dass von den 11 Patienten mit intraabdomineller Gefäßverletzung, die in direktem Bezug zum Ultraschall steht, 9 Patienten sonographisch untersucht wurden. Alle Patienten erhielten hingegen eine CT Bildgebung, zwei Patienten mit intraabdomineller Gefäßverletzung also nur diese. Auch die Patienten mit einem Bauchtrauma als Begleitverletzung zusätzlich zu einer Gefäßverletzung erhielten nicht alle eine Sonographie Abdomen. Die Patienten, die diese Untersuchung nicht erhielten, wurden jedoch ebenfalls computertomographisch untersucht. Alle Patienten mit einer intrathorakalen Gefäßverletzung oder einer Gefäßläsion des Gesichts oder des Halses wurden sonographisch untersucht.

Eine Röntgenuntersuchung des Thorax und Beckens wurde bei 16 Patienten durchgeführt. Analysiert nach dem Ort der Verletzung zeigte sich, dass von den 6 Patienten mit intrathorakaler Gefäßverletzung 3 Patienten auch röntgenologisch untersucht wurden. Die anderen drei Patienten mit intrathorakaler Verletzung erhielten nur ein CT. Von den 28 Patienten, die ein Thoraxtrauma als Begleitverletzung zusätzlich zu einer Gefäßläsion vorwiesen, wurden 13 Patienten mittels Röntgen Thorax untersucht. Alle Patienten mit Thoraxtrauma erhielten hingegen ein CT.

Bei zwei Patienten wurde ein isoliertes Gefäßtrauma diagnostiziert. Beide Patienten erhielten in der Diagnostik nur eine Laboruntersuchung und keine Sonographie, kein Röntgen oder CT. Beide Patienten wurden außerdem konservativ behandelt.

3.5.2 Verstorbene und genesene Patienten im Vergleich

Im Folgenden werden unter anderem demographische, diagnostische und therapeutische Parameter von den verstorbenen und genesenen Patienten des Kollektivs mit Gefäßtrauma verglichen.

Das Durchschnittsalter betrug bei den verstorbenen Patienten 49,6 Jahre und lag damit circa 6 Jahre über dem Durchschnittsalter der genesenen Patienten (43,9 Jahre). Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer der Verstorbenen im Krankenhaus war 1,9 Tage und damit deutlich geringer als die mittlere Aufenthaltsdauer der übrigen Patienten (20,6 Tage).

Die häufigsten Gefäßtraumata bei den verstorbenen Patienten waren die intrathorakale Gefäßläsion (50% der verstorbenen Patienten) und die intrakranielle Gefäßverletzung (50% der verstorbenen Patienten). Im Vergleich mit genesenen Patienten zeigt sich, dass genau diese beiden Lokalisationen der Gefäßverletzungen deutlich seltener vorkommen (10,7% und 35,7%). Auch die Gefäßverletzung des Gesichts und Halses trat bei den verstorbenen Patienten (40%) wesentlich häufiger auf als bei den übrigen Patienten (17,9%). Im Gegensatz dazu war bei diesen Patienten die retroperitoneale Verletzung (17,9%) und die periphere Gefäßläsion deutlich häufiger als bei den Verstorbenen (10% und 0%) (siehe Tab. 5).

Tab. 5: Prozentualer Anteil der Patienten mit jeweiliger Gefäßverletzung bei verstorbenen und genesenen Patienten

	Anteil der jeweiligen Gefäßverletzung an allen verstorbenen Patienten in % n=10	Anteil der jeweiligen Gefäßverletzung an allen genesenen Patienten in % n=28
Intrathorakal	50	10,7
Intraabdominal	40	25
Retroperitoneal	10	17,9
Intrakraniell	50	35,7
Gesicht/hals	40	17,9
Intrapelvin	10	3,6
Peripher	0	14,3

Bei den verstorbenen Patienten mit Gefäßtrauma waren das Thoraxtrauma (100%) und das Schädel-Hirn-Trauma (70%) die häufigsten assoziierten Verletzungen. Beide Traumata kamen bei den genesenen Patienten deutlich seltener vor (64,3% und 46,4%). Auch das Extremitätentrauma war als assoziierte Verletzung bei den verstorbenen Patienten häufiger (50%) als bei den genesenen Patienten (39,3%). Im Gegensatz dazu waren das Abdominaltrauma und das Wirbelsäulentrauma bei den genesenen Patienten häufiger (53,6% und 32,1%) als bei den verstorbenen Patienten (50% und 20%). Insgesamt war bei abschließender Betrachtung aller assoziierten Verletzungen die Zahl der Begleitverletzungen bei den verstorbenen Patienten höher als bei den genesenen Patienten.

Das Kollektiv der verstorbenen Patienten mit Gefäßtrauma wurde zudem hinsichtlich der durchgeführten Diagnostik weiter evaluiert. Eine Laboruntersuchung wurde ebenso wie eine computertomographische Untersuchung bei allen verstorbenen Patienten durchgeführt (im Vergleich zum CT bei 96,4% der genesenen Patienten). Eine abdominelle Sonographie erhielten 80% der verstorbenen Patienten bzw. 60,7% der genesenen Patienten. Eine röntgenologische Untersuchung wurde bei den

verstorbenen Patienten seltener angewendet (30% vs. 46,4%). Eine Angiographie kam ausschließlich bei später genesenen Patienten zur Anwendung (0% vs. 10,7%). Die Durchschnittswerte der Scores GCS, ISS und TRISS der beiden Patientengruppen ergaben im Vergleich erhebliche Unterschiede. Die durchschnittliche GCS der verstorbenen Patienten betrug 4,5 Punkte, die der genesenen Patienten 10,1 Punkte. Der ISS der verstorbenen Patienten (41,8 Punkte) lag im Mittel 21 Punkte höher als der ISS der übrigen Patienten (20,1 Punkte). Der durchschnittliche Wert des TRISS war bei den genesenen Patienten 63,2% und bei den verstorbenen Patienten 15,8% (siehe Tab. 6). Der TRISS konnte außerdem bei 9 von 10 der verstorbenen Patienten berechnet werden, ist also für diese Patientengruppe sehr aussagekräftig.

Tab. 6: Scores von verstorbenen und genesenen Patienten im Vergleich

	Verstorbene Patienten	Genesene Patienten
Mittelwert GCS	4,5 Punkte	10,1 Punkte
Mittelwert ISS	41,8 Punkte	20,1 Punkte
Mittelwert TRISS	15,8%	63,2%

Der hämorrhagische Schock bestand bei Aufnahme bei den verstorbenen Patienten deutlich häufiger (70%) als bei den übrigen Patienten (14,3%).

Auch in Bezug auf die gewählte Therapiemodalität fanden sich im Vergleich der Daten verstorbener mit genesenen Patienten deutliche Unterschiede. Eine konservative Therapie wurde bei 30% der verstorbenen Patienten durchgeführt und im Vergleich dazu bei 50% der übrigen Patienten. Die interventionelle Therapie wurde hingegen bei 30% der verstorbenen Patienten und nur bei einem einzigen genesenen Patienten (3,6%) durchgeführt. Eine operative Therapie erhielten jeweils 50% beider Patientengruppen. Die durchschnittliche Operationsdauer betrug dabei 91 Minuten bei den verstorbenen Patienten und 164,7 Minuten bei den übrigen Patienten.

Während nur 14,3% der genesenen Patienten Komplikationen entwickelten, traten diese bei allen verstorbenen Patienten auf. In Bezug auf die häufigste Komplikation bei verstorbenen Patienten, den hämorrhagischen Schock, ist festzustellen, dass diese bei keinem der Genesenen auftrat. Es ist also wahrscheinlich, dass der hämorrhagische Schock ein wichtiger Prädiktor der Mortalität eines Patienten mit Gefäßtrauma ist.

3.6 Datenerhebung der Patienten mit rupturiertem BAA

Es wurden retrospektiv Daten von 5 Patienten ausgewertet, die im Zeitraum vom 01.10.2009 bis zum 06.09.2014 im Schockraum der Universitätsmedizin Mannheim aufgenommen wurden. Alle Patienten erlitten eine Ruptur eines Bauchortenaneurysmas.

Alle fünf Patienten waren männlich, das Durchschnittsalter bei Aufnahme betrug $76,4 \pm 9,13$ Jahre. Die mittlere Aufenthaltsdauer waren $12,6 \pm 9,24$ Tage. Bei allen fünf Patienten war der Grund für eine Alarmierung des Rettungsdienstes starke abdominelle Schmerzen. Die durchschnittliche GCS bei Einlieferung betrug 12,5 Punkte.

Die genaue Aufarbeitung der diagnostischen Daten zeigte, dass es sich in allen fünf Fällen um gedeckt rupturierte infrarenale Bauchortenaneurysmen handelte. Bei keinem der Patienten wurden Begleitverletzungen diagnostiziert.

Bei jedem der fünf Patienten wurden eine abdominelle Sonographie sowie Laboruntersuchungen durchgeführt. In Bezug auf das bei den anderen Patienten mit Abdominal- und Gefäßtrauma immer noch durchgeführte konventionelle Röntgen ist

festzustellen, dass dies beim rupturierten BAA keinerlei Anwendung findet, ebenso wie die diagnostische Angiographie. Dahingegen wurden alle Patienten computertomographisch untersucht.

Bei zwei Patienten wurde die Ruptur des BAAs interventionell therapiert. Bei beiden Patienten wurde die Aorta mittels einer Bifurkationsprothese stabilisiert und eine Ballondilatation dieser Prothese durchgeführt. Drei weitere Patienten erhielten im Gegensatz dazu eine operative Therapie, wobei bei offen laparotomischem Vorgehen einem Patient eine biliakale Bifurkationsprothese und den anderen zwei Patienten eine Rohrprothese der Aorta eingesetzt wurde. Das heißt in allen fünf Fällen fand eine Prothesenimplantation statt. Die durchschnittliche Operationsdauer lag bei $151,2 \pm 98,34$ Minuten. In einem Fall wurde eine Second-look-Operation durchgeführt um wie vorher geplant eingebrachte Bauchtücher zu entfernen und die Bauchdecke zu verschließen.

Bei zwei offen operierten und einem interventionell behandelten Patienten entwickelten sich im Verlauf des Krankenhausaufenthalts Komplikationen. Ein operativ versorgter Patient erlitt ein akutes Nierenversagen, von dem er sich mithilfe einer intermittierenden Dialysetherapie wieder vollständig erholte. Ein anderer operativ versorgter Patient entwickelte bereits während der Operation zum Einsetzen einer Aortenprothese einen hämorrhagischen Schock aufgrund einer nicht stillbaren Blutung im Thorax. Dieser Patient hatte bereits bei Einlieferung ins Krankenhaus einen hämorrhagischen Schock und verstarb an diesem auch. Der dritte Patient mit Komplikationen im Verlauf erlitt einen plötzlichen Herzstillstand, an dem dieser auch verstarb. In den Fällen mit Todesfolge verstarb der Patient mit nicht stillbarer Thoraxblutung zwei Stunden nach Einlieferung ins Krankenhaus und der Patient mit Herzstillstand nach 336 Stunden Krankenhausaufenthalt. Zusammengefasst wiesen drei Patienten Komplikationen auf, zwei Patienten hatten bei Einlieferung ins Krankenhaus einen hämorrhagischen Schock und zwei Patienten sind verstorben (Todesursache hämorrhagischer Schock und Herzstillstand).

4 DISKUSSION

4.1 Vergleich Traumaregister der DGU mit Patienten der UMM

Im Ergebnisteil dieser Arbeit wurden unter anderem viele einfache Häufigkeiten und Durchschnittswerte der analysierten Merkmale beschrieben, um einen Überblick über die Zusammensetzung des Patientenkollektivs sowie dessen Diagnostik, Therapie und Outcome zu geben. Diese Daten wurden mit den Zahlen des Jahresberichts 2013 des Traumaregisters der DGU verglichen, um zu sehen inwiefern sie die aktuelle Situation in Deutschland widerspiegeln. Im Folgenden werden die aus diesem Vergleich entstandenen Unterschiede und Gemeinsamkeiten genauer erläutert.

Im Schockraum der Universitätsmedizin Mannheim wurden im Durchschnitt etwas mehr Männer und sechs Jahre jüngere Patienten mit Abdominaltrauma behandelt als es im Mittel in Deutschland laut Jahresbericht der DGU der Fall ist. Ein Grund dafür kann sein, dass das Abdominaltrauma doppelt so häufig beim jungen Menschen (<35 Jahre) vorkommt wie beim alten Menschen (>60 Jahre) (Aufmkolk and Nast-Kolb, 2001). Andere Traumata werden hingegen mittlerweile zusätzlich vermehrt bei älteren Patienten diagnostiziert, auch bedingt durch den demographischen Wandel. Auch bei den Patienten mit Gefäßtrauma wurden im Schockraum der UMM deutlich mehr Männer behandelt als deutschlandweit laut Jahresbericht der DGU (84% vs 70%) und die Patienten mit Gefäßtrauma waren im Durchschnitt circa 2 Jahre jünger als das Mittel in Deutschland. Ein Grund für die erhöhte Zahl von verunfallten Männern kann die hohe Unfallquote im Straßenverkehr der Patienten mit Gefäßverletzungen sein, denn über 70% dieser Patienten verunfallten mit Motorrad oder Auto, oder wurden angefahren. Laut Berichterstattung des Robert-Koch-Instituts verunfallen deutlich mehr Männer als Frauen. Außerdem sind ältere Menschen von Unfällen seltener betroffen als jüngere Menschen, was die hohe Zahl an jungen Patienten mit Gefäßtrauma erklärt, da viele von ihnen verunfallten (Varnaccia et al., 2013).

Im Vergleich zum Jahresbericht 2013 der DGU wurden in Mannheim im Durchschnitt im ermittelten Zeitraum 9% mehr Patienten mit penetrierendem Abdominaltrauma im Schockraum aufgenommen. Das penetrierende Bauchtrauma wird seltener durch Verkehrs- oder Berufsunfälle verursacht, sondern überwiegend durch Schuß- und Stichverletzungen. Die penetrierende Verletzung nimmt in Deutschland unter allen Bauchtraumen etwa 10% ein, also generell mehr als die Zahl der penetrierenden Traumata bezüglich anderer Traumaarten (5% im Jahresbericht). Folglich ist der höhere Anteil an Patienten mit penetrierender Verletzung aufgrund des größeren Anteils von penetrierenden Verletzungen bei Abdominaltrauma im Vergleich zu Traumata generell vorhanden (Saeger et al., 1994).

Das stumpfe Trauma trat annähernd gleich häufig bei Patienten mit Gefäßtrauma der UMM und den Patienten des Jahresberichts der DGU auf (94,8% und 95%).

Die Durchschnittswerte des ISS-Scores insgesamt, des ISS-Scores über 15 Punkte sowie der Durchschnittswert der Glasgow Coma Scale des Jahresberichts 2013 und der Auswertung dieser Arbeit waren ungefähr gleich. Aus der Tatsache, dass im Traumaregister nur die Subgruppe der schwersten betroffenen Fälle aufgenommen wurde und im Kollektiv mit Abdominaltrauma alle Patienten unabhängig von der Verletzungsschwere registriert wurden, kann man schließen, dass Patienten mit Bauchtrauma im Mittel schwerer verletzt waren als Patienten mit anderen Traumata. Beim Bauchtrauma ist die Morbidität und Letalität mit etwa 25% auch relativ hoch

(Aufmkolk and Nast-Kolb, 2001). Folglich kann man annehmen, dass bei einem Vergleich der Patienten mit Abdominaltrauma mit allen traumatisierten Patienten in Deutschland, also die Leichtverletzten eingeschlossen, der durchschnittliche ISS-Score der Daten des Traumaregisters deutlich niedriger wäre als der Durchschnittswert des Patientenkollektivs mit Abdominaltrauma.

Die Scorewerte der Patienten mit Gefäßtrauma waren insgesamt deutlich schlechter als die durchschnittlichen Scorewerte des Traumaregisters der DGU: Die mittlere GCS war um 4 Punkte niedriger, der mittlere ISS um fast 9 Punkte höher, der durchschnittliche TRISS um 24% niedriger und es gab deutlich mehr polytraumatisierte Patienten mit einem ISS über 15 Punkten (68,4%). Da das Traumaregister der DGU bereits nur schwer verletzte Patienten registrierte und die Patienten mit Gefäßverletzung trotzdem noch schlechtere Scorewerte vorwies lässt den Schluss zu, dass Gefäßverletzungen besonders gefährliche und das Outcome beeinträchtigende Verletzungen sind, deren effiziente und schnelle Behandlung enorm wichtig ist, damit Patienten eine Überlebenschance haben.

Im Schockraum des Universitätsklinikums Mannheim wurden 100% der Patienten einer abdominellen Sonographie zugeführt, im Jahresbericht der DGU waren es hingegen nur 80,7%. Da das erstgenannte Kollektiv nur Patienten mit Abdominaltrauma umfasste, war eine sonographische Untersuchung in Form der FAST-Technik die Screeningmethode der Wahl und damit bei einem Verdacht auf ein Bauchtrauma obligat (Aschoff et al., 2004). Der Jahresbericht der DGU umfasste auch Patienten mit anderen Traumata, wie zum Beispiel isolierte Extremitätenverletzungen. Wenn zusätzlich aufgrund des Unfallmechanismus ein abdominelles Trauma ausgeschlossen werden konnte, war eine sonographische Untersuchung nicht zwingend notwendig. Von den Patienten mit Gefäßtrauma erhielten 65,8% eine abdominelle sonographische Untersuchung und damit noch weniger Patienten als es im Jahresbericht der DGU beschrieben war. Grund dafür waren ebenfalls isolierte Gefäßverletzungen bei denen keine abdominelle Begleitverletzung vorhanden war. Ein anderer entscheidender Grund für die niedrige Sonographierate war die große Verletzungsschwere und der oft schlechte Allgemeinzustand der Patienten mit Gefäßläsion. Unter Zeitdruck wurde bei Patienten oft direkt ein Traumascan in Form einer Computertomographie durchgeführt (97% der Patienten mit Gefäßverletzung erhielten ein CT).

Im Universitätsklinikum Mannheim wurden über 20% mehr Patienten mithilfe einer Computertomographie untersucht als im Jahresbericht 2013 der DGU. Standardmäßig wird vor der CT-Untersuchung eine abdominelle Sonographie durchgeführt. Jedoch machen die Abhängigkeit des sonographischen Ergebnisses vom Können des Untersuchers und unzureichende sonographische Untersuchungsbedingungen wie Meteorismus ein CT des Abdomens oft unumgänglich (Löw et al., 2001). In einer 2009 veröffentlichten Studie von Huber-Wagner et al heißt es, dass ein CT Traumascan bei polytraumatisierten Patienten signifikant die Überlebenschance erhöht, weshalb dieser als diagnostischer Standard bei polytraumatisierten Patienten empfohlen wird (Huber-Wagner et al., 2009).

Bei den Patienten mit Gefäßtrauma erhielten 97,4% eine computertomographische Untersuchung. Zerebrale, thorakale, abdominale und spinale Verletzungen einschließlich umschriebener Gefäßläsionen können damit in der frühen Behandlungsphase unverzüglich diagnostiziert werden. Außerdem kann bei entsprechendem Verdacht einer Läsion ohne große Zeitverzögerung ein Angio-CT

zusätzliche Informationen liefern. Das CT stellt somit das schnellste und effizienteste diagnostische Mittel für die Diagnostik von Gefäßverletzungen dar (Billing et al., 2009).

Die Anzahl der operierten Patienten ist bei den Patienten mit Abdominaltrauma deutlich geringer im Vergleich zur Patientenkohorte der DGU. Grund dafür ist zum einen, dass die Statistik zum Bauchtrauma nur Operationen des Bauchs umfasst und nicht die Behandlung assoziierter Verletzungen des Patienten. Außerdem umfasst selbige Statistik deutlich mehr leicht traumatisierte Patienten, die konservativ behandelt werden konnten.

Die Anzahl der operierten Patienten ist auch bei den Patienten mit Gefäßtrauma geringer im Vergleich zur Patientenkohorte der DGU (50% und 69%). Grund dafür ist wie beim Bauchtrauma auch, dass die Statistik zum Gefäßtrauma nur die Operationen der Gefäße und nicht die Behandlung assoziierter Verletzungen der Patienten umfasst und es wurden neben den vielen sehr schwer verletzten Patienten mit Gefäßverletzung auch leicht Verletzte registriert, die konservativ behandelt werden konnten. Außerdem ist das Gefäßtrauma zugänglicher für interventionelle Therapie als andere Traumatypen, weshalb auch einige Patienten interventionell behandelt wurden (D.G.f.U., 2013).

Die durchschnittliche Liegedauer in der Universitätsmedizin Mannheim sowohl beim Abdominal- als auch Gefäßtrauma war annähernd gleich der durchschnittlichen Liegedauer im landesweiten Vergleich.

Auch die Letalität war bei den Patienten mit Abdominaltrauma und denen aus dem Traumaregister der DGU mit circa 10% annähernd identisch. Eine Ursache dafür ist unter anderem das vergleichbar hohe Risiko von schwer polytraumatisierten Patienten des Traumaregisters und von Patienten mit Bauchtrauma zu versterben, wobei die Patienten mit Abdominaltrauma generell eine überdurchschnittlich hohe Letalitätsrate aufweisen, teilweise sogar mit 25% angegeben (Aufmkolk and Nast-Kolb, 2001).

Die Letalität der Patienten mit Gefäßtrauma der UMM war mit 26,3% wesentlich höher als bei den anderen beiden Gruppen. Die Letalität von Gefäßverletzten wird in der Literatur mit 18,2% angegeben, welche deutlich über dem Wert der durchschnittlichen Letalität von Traumata liegt (Kortmann et al., 1986). Die hohe Letalität der Gefäßtraumapatienten an der UMM lässt sich durch den Allgemeinzustand der Patienten bereits bei Einlieferung ins Krankenhaus begründen: Die hohen mittleren ISS-Werte und die niedrigen GCS-Werte deuten auf eine hohe Verletzungsschwere und einen schlechten Allgemeinzustand des Patienten hin, und die durchschnittliche Überlebenschance mit einem TRISS von 32,7% ist extrem gering. 70% der verstorbenen Patienten hatten bereits bei Aufnahme ins Krankenhaus einen hämorrhagischen Schock.

Es verunfallten etwa genauso viele Patienten, die wegen eines Abdominaltraumas im Schockraum des Universitätsklinikums Mannheim behandelt wurden, im Straßenverkehr wie im Jahresbericht 2013 der DGU veröffentlicht. Dabei war die Aufteilung bezüglich des Unfallmechanismus ähnlich: Am Universitätsklinikum Mannheim verunfallten nur etwas mehr Patienten mit dem Auto, dafür wurden im Jahresbericht der DGU etwas mehr Patienten beim Motorradfahren verletzt oder angefahren.

Rund 10% mehr Patienten verletzten sich laut Jahresbericht der DGU durch einen Sturz. Dabei ist anzumerken, dass Patienten nach Erhängen, Ertrinken, Vergiftung und Verbrennung nicht dokumentiert werden (Lefering et al., 2013). Aber auch die Statistik der Bauchtrauma-Patienten beinhaltet solche Fälle nur zu einem sehr geringen Teil.

Da also die Zahl der im Straßenverkehr verunfallten Patienten annähernd identisch war und sich nur die Zahl der Sturzverletzungen unterschied, sowie nicht detektierte Verletzungen wie Verbrennungen als Grund für den Unterschied ausgeschlossen wurden, gab es im Patientenkollektiv in Mannheim mehr Verletzungen durch Messerstiche, Quetschungen, Explosionen und Suizidversuche penetrierender Art. Von den Patienten mit Gefäßtrauma, die im Schockraum der Universitätsmedizin Mannheim behandelt wurden, sind 73,8% und damit deutlich mehr Patienten im Straßenverkehr verunglückt. Wesentlich mehr Patienten verunfallten mit dem Motorrad oder wurden angefahren. Beide Verletzungsursachen geben einen Hinweis darauf, warum viele Gefäßverletzte sehr schwer verletzt sind, da allgemein die Verunfallten bei Motorradunfällen und Fußgänger- oder Radfahrerunfällen oft schwerer verletzt sind als bei Autounfällen aufgrund des geringeren Schutzes von außen. Die Ergebnisse stimmen mit den Angaben in der Literatur weitestgehend überein: Mehr als 70% aller Gefäßverletzungen werden auch in Europa durch Verkehrsunfälle verursacht (Billing et al., 2009). Die Zahl der durch einen Sturz verunfallten Patienten ist dementsprechend geringer.

Generell ist zu den statistischen Auswertungen der Patienten mit Abdominal- und Gefäßtrauma anzumerken, dass das Patientenkollektiv mit Abdominaltrauma 129 Patienten und das Kollektiv mit Gefäßtrauma 38 Patienten umfasst. Zum Vergleich dazu hat das Traumaregister der DGU im Jahr 2013 über 28 000 Patienten erfasst. Aufgrund dieser Tatsachen ist der hier dargestellte Datenvergleich in der entsprechenden Relation zu sehen.

4.2 Abdominaltrauma

4.2.1 Abdominelle Verletzungsmuster und assoziierte Verletzungen

In der Literatur wird die Milz als das am häufigsten geschädigte Organ beim Bauchtrauma angegeben. Die Leber wird als das am zweithäufigsten verletzte Organ genannt. Die Letalität beim Lebertrauma ist mit Werten zwischen 10 und 25% hoch aufgrund von Blutungskomplikationen und simultanen intraabdominellen Verletzungen, welche bei 50% der Patienten auftreten. Wegen seiner retroperitonealen Lage sind Verletzungen des Pankreas unter den parenchymatösen Organverletzungen selten. Jedoch sollte bei typischen Verletzungsmustern, wie zum Beispiel einem Sturz auf den Fahrradlenker, an eine Schädigung dieses Organs gedacht werden. Wenn man das Verletzungsmuster des Gastrointestinaltrakts genauer betrachtet ist auffällig, dass diese Organe besonders selten beim Bauchtrauma betroffen sind. Der Magen ist durch den linken Rippenbogen relativ gut geschützt und auch das Duodenum ist zu einem großen Teil im Retroperitoneum eingebettet. Verletzungen des Dün- und Dickdarms sind mit etwa 2% ebenfalls sehr selten. Bei penetrierendem Abdominaltrauma sind die Organe des Gastrointestinaltrakts deutlich häufiger betroffen als bei stumpfen Trauma (Hindel et al., 2007).

Die Häufigkeit der einzelnen Organverletzungen in dieser Dissertation unterscheidet sich teilweise von den Angaben in der Literatur (siehe Abb. 4). Eine Verletzung der Leber findet sich doppelt so häufig wie eine Milzverletzung und am zweithäufigsten sind Organe des Retroperitoneums verletzt, was in den meisten Fällen Nieren oder retroperitoneale Gefäße sind. Verletzungen des Gastrointestinaltrakts und des Pankreas sind hingegen genauso selten vorhanden wie in der Literatur angegeben. Auch viszerale Gefäßverletzungen sind wie bei Asensio angegeben eher selten und

für den Patienten sehr gefährlich. Oft erreichen die Patienten das Krankenhaus im Schockzustand und sind schwierig zu stabilisieren (Asensio et al., 2001).

Das Abdominaltrauma kann isoliert vorkommen, in 20-40% der Fälle findet es sich jedoch bei polytraumatisierten Patienten (Aschoff et al., 2004).

Bei einem polytraumatisierten Patienten sind in 69% der Fälle die Extremitäten mitbetroffen und in 45% der Fälle der Thorax, somit sind Extremitätenverletzungen und Thoraxtrauma die häufigsten assoziierten Verletzungen. Das Schädel-Hirn-Trauma tritt bei 39% der polytraumatisierten Patienten auf. Seltener sind Wirbelsäulenverletzungen mit 15-30% (Ellinger and Genzwürker, 2011).

Im Patientenkollektiv des Universitätsklinikums Mannheim ist das Abdominaltrauma mit assoziierten Verletzungen in Form eines Polytraumas viel häufiger (88,37%) als das isolierte Bauchtrauma und auch wesentlich häufiger als es die Zahlen in der Literatur beschreiben. Die Häufigkeitsverteilungen der assoziierten Verletzungen sind ähnlich wie vorher beschrieben, nur wird diesmal nicht vom polytraumatisierten Patienten ausgegangen, sondern vom Patienten mit Abdominaltrauma. Auch beim Patienten mit Bauchtrauma sind assoziierte Thorax- und Extremitätenverletzungen am häufigsten, gefolgt von Schädel-Hirn-Traumata. Wirbelsäulenverletzungen bilden auch hier die Minderheit (siehe Abb. 5).

4.2.2 Diagnostik

Die abdominelle Sonographie hat sich in Form der FAST-Technik, die bereits in der Einleitung vorgestellt wurde, als fester Bestandteil des Schockraumalgorithmus etabliert. Alle Patienten erhielten im Schockraum der Universitätsmedizin Mannheim eine sonographische Untersuchung, was diese als fest integrierten Untersuchungsstandard bestätigt. Da das Patientenkollektiv nur Verletzte mit Abdominaltrauma umfasst ist die Ultraschalluntersuchung ohnehin obligat. Die Sensitivität der abdominalen Sonographie für die Indikation zur Laparotomie beträgt 80-90% und die Spezifität sogar 98-100% (Aschoff et al., 2004).

Knapp 95% der Patienten erhielten zusätzlich ein CT. Ein Vorteil der Computertomographie ist die heutige hohe Scangeschwindigkeit, mit der eine schnelle kombinierte Untersuchung des gesamten Verletzungsmusters möglich ist, und nicht nur einzelne Körperpartien erfasst werden (Traumascan) (Aschoff et al., 2004). Ein abdominelles Röntgen wurde hingegen nur bei drei Patienten durchgeführt. Bei allen drei Patienten wurde eine Darmverletzung diagnostiziert und zusätzlich ein CT gemacht. Außerdem wurde im Anschluss bei allen drei eine Laparotomie durchgeführt. Deshalb stellt sich die Frage, ob das abdominelle Röntgen in der Akutsituation obsolet ist und nur eine Zeitverzögerung in der Diagnostik darstellt oder ob es für Patienten mit Darmverletzung einen Vorteil bietet. Im Allgemeinen sind Hauptargumente für das abdominelle Röntgen seine schnelle Verfügbarkeit und die im Vergleich zum CT geringen Kosten (Marincek, 2002). Verletzungen des Dünne- und Dickdarms sind oft schlecht zu diagnostizieren, weil die klinische Symptomatik in der Anfangsphase nur gering ausgeprägt ist. Durch eine Röntgenaufnahme kann dann freie abdominale Luft nachgewiesen werden, diese ist aber nicht in allen Fällen einer Darmläsion vorhanden. Die Computertomographie erweitert das diagnostische Spektrum indem sie zusätzlich Flüssigkeitsansammlungen und traumatische Raumforderungen darzustellen vermag (Hildebrand et al., 2012). Mittlerweile wird oft in der Diagnostik direkt ein CT durchgeführt und die Röntgenuntersuchung von selbigem abgelöst, da die Computertomographie detailliertere Informationen über das Verletzungsmuster liefert. Demnach ist das abdominelle Röntgen in der Akutdiagnostik obsolet und die

Durchführung führt zu Zeitverzögerungen. Speziell bei den drei Patienten dieser Studie, die ein abdominelles Röntgen erhalten haben und noch laparotomiert wurden, ist ein CT als schnell verfügbares und befundlieferndes diagnostisches Instrument die erste Wahl. Besonders Darmläsionen sind mit dem abdominalen Röntgen nicht sicher zu diagnostizieren (Marincek, 2002).

Um die Indikation für eine Computertomographie genauer einzugrenzen wurde überprüft, ob der Punktwert des ISS-Scores mit der Durchführung eines CT korreliert. Ein Zusammenhang konnte nicht festgestellt werden, da die Diagnosen, die für die Berechnung des Injury Severity Scores benötigt werden, zum Zeitpunkt der Entscheidung für oder gegen ein CT teilweise noch nicht gestellt wurden. Diese werden durch das CT erst ermöglicht. Auch retrospektiv erlaubt der ISS keine Aussage über die Indikationsstellung zum CT, da teilweise sehr schwer verletzte Patienten mit hohem ISS direkt operiert werden und kein CT möglich ist und weil die Computertomographie in den meisten Fällen mittlerweile unabhängig von der genauen Verletzungsschwere zum diagnostischen Standard gehört. Folglich ist die Durchführung eines CT bei einem hohen ISS nicht signifikant wahrscheinlicher als bei einem niedrigen Wert.

4.2.3 Die Validität von GCS, ISS und TRISS

Die verwendeten Traumascores GCS, ISS und TRISS wurden bezüglich ihrer Validität und Kombinierbarkeit geprüft und ein statistisch signifikantes Ergebnis bestätigte die Gültigkeit dieser Kodierungen. Inwiefern diese Wertigkeit auch allgemein gültig ist und wo die Stärken und Schwächen der jeweiligen Scoringsysteme liegen, wird im Folgenden diskutiert. Denn nur wer sich den spezifischen Besonderheiten und Einschränkungen des verwendeten Traumascores bewusst ist, kann auch im Kontext seine Ergebnisse richtig interpretieren. Scores basieren grundsätzlich auf vereinfachten Modellen der Realität. Je nach Güte des Modells variiert ihre Vorhersagekraft.

Der ideale Traumascore zur Patientenbeurteilung nach Abschluss der Schockraumphase sollte folgende Anforderungen erfüllen:

- Hohe Validität (erfasst Verletzungsschwere und nicht die Güte der medizinischen Therapie)
- Hohe Reliabilität
- Hochgradige Vorhersagekraft im Sinne einer prognostischen Kennzahl
- Leichte Verfügbarkeit der zu erhebenden Rohdaten
- Leichte Anwendbarkeit
- Kein Ausschluss bestimmter Verletzungsmuster
- Für alle Altersklassen geeignet

Klassifikationssysteme zur Beurteilung im Schockraum bewerten nur die Verletzungsschwere, aber nicht den therapeutischen Aufwand am Patienten (Kulla et al., 2005).

4.2.3.1 Die Glasgow Coma Scale

Die GCS ist ein physiologischer Score zur Bewertung der zerebralen Funktion, der sehr einfach anzuwenden ist (Teasdale and Jennett, 1974). Die GCS ist mittlerweile in diverse präklinische und klinische Notfallprotokolle aufgenommen worden und findet dadurch weltweite Verbreitung. Die Verletzungsschwere korreliert indirekt mit der Punktzahl. Es ist allerdings wichtig anzumerken, dass die GCS nicht zur schnellen Beurteilung in der Notfallaufnahme entwickelt wurde, sondern ursprünglich zur innerklinischen Verlaufsbeurteilung von Intensivpatienten, die weder analgosediert noch intubiert waren. Da die GCS auch für andere Scoringsysteme verwendet wird, ist die exakte Bestimmung extrem wichtig. Leider ist die Kodierung stark untersucherabhängig (Kulla et al., 2005).

4.2.3.2 Der Injury Severity Score

Der ISS ist ein verletzungsorientierter, AIS-basierender Traumascore, der aktuell am häufigsten verwendet wird. Er zeigt jedoch Schwächen bei der Beurteilung von Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma oder Patienten hohen Alters. Ihre Verletzungsschwere wird systematisch unterbewertet. Nachteilig am Score ist außerdem die Untersucherabhängigkeit und dass jede Verletzung einzeln mithilfe des AIS-Manuals gescort werden muss, was einen nicht unerheblichen Zeitaufwand bedeutet. 1993 wurde der ISS in Form der International Classification of Disease 9 Based Injury Severity Score (ICISS) weiterentwickelt. Dabei wird der Schweregrad einer Verletzung nicht mehr mit dem AIS-Manual kodiert, sondern mit ICD 9. Jedoch ist die ICISS in Deutschland keine Alternative zum ISS, weil in Deutschland bereits neuere ICD-Versionen zur Codierung vorgeschrieben sind (Kulla et al., 2005).

4.2.3.3 Der Trauma and Injury Severity Score

Beim TRISS wird eine theoretische Überlebenswahrscheinlichkeit berechnet aus dem anatomischen Verletzungsmuster (ISS), physiologischen Parametern (RTS) und dem Patientenalter. Man unterscheidet außerdem zwischen stumpfem und penetrierendem Unfallmechanismus. Die Reliabilität ist aufgrund der verwendeten Datenbasis relativ hoch. Ähnlich wie beim ISS prognostiziert der TRISS bei schweren Schädel-Hirn-Traumata und Patienten über 80 Jahre eine zu optimistische Überlebenswahrscheinlichkeit (Kulla et al., 2005). Eine Studie von Eichelberger ergab, dass der TRISS sowohl für Erwachsene als auch für Kinder unter 14 Jahren Gültigkeit hat (Eichelberger et al., 1993). Um bei einem intubierten/ beatmeten Patienten die Verletzungsschwere bei Aufnahme in den Schockraum zu bestimmen, kann der Scorewert des Patienten mithilfe der initialen GCS und der Atemfrequenz vom Unfallort sowie dem systolischen Blutdruck bei Aufnahme in den Schockraum errechnet werden (Kulla et al., 2005).

Mit dem Ziel einer Präzisierung des TRISS wurde 2009 von Lefering die Revised Injury Severity Classification (RISC) entwickelt, mit der sich eine Überlebenswahrscheinlichkeit äußerst genau errechnen lässt. Sie umfasst die Variablen PTT, Alter, Glasgow Coma Scale, Base Excess, New ISS, AIS Kopfverletzung, AIS Extremitätenverletzung, Herz-Kreislauf-Stillstand und indirekte Blutungszeichen (Lefering, 2009). Allerdings war es gerade durch diese komplexe Datensammlung nicht möglich den RISC-Score für das Patientenkollektiv dieser Dissertation anzuwenden, da Daten wie der Base Excess und die PTT für die Patienten

retrospektiv nicht ermittelt werden konnten. Bereits der TRISS konnte nicht für alle Patienten berechnet werden, da die Atemfrequenz und der systolische Blutdruck bei Aufnahme aus den Akten nicht immer ersichtlich waren.

4.2.4 Validität aller drei Scores

Eine frühe Prognoseabschätzung ist hinsichtlich der Therapiesteuerung und der Auswahl des Gesamtbehandlungskonzeptes entscheidend. Da allein die Einschätzung von erfahrenen Klinikern unzureichend und mit vielen Fehlerquellen verbunden sein kann, ist eine objektive Einschätzung mithilfe von Scores hilfreich, für die unterschiedliche Variablen mit verschiedener Wertigkeit bezüglich der Prognoseabschätzung erhoben werden. Der TRISS, ISS und die GCS sind valide Prognosemodelle bezüglich Mortalität und valide Prädiktoren für den hämorrhagischen Schock und andere Komplikationen.

Die GCS bei den an der Universitätsmedizin Mannheim behandelten Patienten ist sowohl für die konservative als auch operative Therapie ein signifikanter Prädiktor. Sie ist im Vergleich zum ISS ein physiologischer Score, der die zerebrale Funktion bewertet. Bei einer operationsbedürftigen Abdominalverletzung ist der Patient oft auch zerebral eingeschränkt, aufgrund von zum Beispiel starken Schmerzen oder Kreislaufinsuffizienz. Bei einem hohen GCS-Wert und damit guter zerebraler Funktion ist eine schwere abdominale Verletzung, die einer Operation bedarf, dagegen unwahrscheinlich.

Anhand des TRISS kann man hingegen keine Aussage über die Therapieart treffen. Grund dafür ist, dass der TRISS eine Überlebenswahrscheinlichkeit in Prozent angibt und man kann nicht davon ausgehen, dass Patienten mit niedriger Überlebenswahrscheinlichkeit operiert werden und Verletzte mit hoher Überlebenswahrscheinlichkeit konservativ behandelt werden, ansonsten wäre das Outcome von operierten Patienten extrem schlecht.

Hinsichtlich aller heute verwendeten Scores muss betont werden, dass sie als Zielkriterium ausschließlich das Überleben der Patienten besitzen. Differenziertere Betrachtungen bezogen auf die posttraumatische Lebensqualität oder die Wiedereingliederung des Unfallopfers sind nicht abgebildet. Außerdem werden Informationen wie der individuelle Zustand des Patienten vor dem Unfall fast nicht berücksichtigt, wie zum Beispiel Vorerkrankungen des Patienten.

Scores sind zudem zum Vergleich großer Patientenkollektive geeignet, aber das Outcome von individuellen Patienten können sie nur bedingt vorhersagen (Kulla et al., 2005).

Wie oben beschrieben kann die objektive Einschätzung von Patienten mithilfe von Scores erleichtert werden, jedoch sind diese im Alltag nicht immer praktikabel. Vor allem der TRISS und der ISS sind bei einem Notfall in der Akutsituation zu zeitaufwendig. Jedoch sind sie für die nachträgliche Qualitätskontrolle und zum Nachvollziehen der durchgeführten Schritte in der Behandlung von Patienten eine sinnvolle Hilfe. Die GCS kann hingegen auch im Notfall schnell ermittelt werden, weshalb sie, wie auch in der Universitätsmedizin Mannheim, routinemäßig in der Akutsituation angewendet wird.

4.2.5 Therapie

4.2.5.1 Stellenwert der Laparoskopie

Die Mehrheit der operativ behandelten Patienten dieser Studie wurde laparotomiert, nur bei sieben Patienten wurde eine Laparoskopie durchgeführt (siehe Abb. 6). Der Stellenwert der Laparoskopie im Rahmen der Diagnostik und Therapie von Trauma-Patienten nimmt zu, ist jedoch aufgrund besonderer Voraussetzungen keine Standardmethode, was die seltene Anwendung in der Universitätsmedizin Mannheim bestätigt. Die Vor- und Nachteile dieser Technik werden im Folgenden genauer erläutert. Die Computertomographie ist mit einer sehr hohen Sensitivität (97,2%) und Spezifität (94,7%) der heutige diagnostische Goldstandard. Bei Verletzungen von Hohlorganen kann es allerdings immer noch zu falsch-negativen Beurteilungen kommen, weshalb dann zusätzliche invasive diagnostische Techniken sinnvoll sind, wofür sich die Laparoskopie anbietet (Becker et al., 2006). Jedoch zeigte eine Studie von Villavicencio und Aucar auch die Grenzen der Methode auf mit einer hohen Missed-Injury-Rate trotz Laparoskopie, vor allem in Bezug auf Hohlorganverletzungen (Villavicencio and Aucar, 1999). Bei freier Flüssigkeit im Abdomen ohne Perforationskorrelat nach längerer Exploration besteht noch die Möglichkeit der Durchführung einer Methylenblauprobe um kleinste Perforationen sehen zu können. Dabei wird Methylenblau oral über eine Magensonde oder rektal ins Rektum beziehungsweise Kolon verabreicht.

Grundsätzliche Voraussetzungen für den Einsatz der Laparoskopie beim traumatisierten Abdomen sind stabile Kreislaufverhältnisse ohne Nachweis eines erhöhten intrakraniellen Drucks. Beim stumpfen Bauchtrauma kann man mit der Laparoskopie die Qualität von freier Flüssigkeit beurteilen und unklare Befunde abklären. Mit der Methode können Bauchwand und Organoberflächen inspiziert werden, wodurch sie in erster Linie dem Ausschluss von Organverletzungen dient (Becker et al., 2006) Beim penetrierenden Abdominaltrauma hat sich die Methode bewährt vor allem zum Ausschluss peritonealer Läsionen und spezifischer Organkomplikationen. Damit kann eine non-therapeutische Laparotomie vermieden werden und Spätkomplikationen, Krankenhausaufenthaltsdauer und Kosten können essenziell gesenkt werden. Bei der Anwendung der Laparoskopie ist jedoch der Zeitpunkt ganz entscheidend: Bei der Durchführung der intraabdominellen Untersuchung kurz nach dem Unfallereignis ist das Risiko für das Übersehen einer Hohlorganverletzung hoch, da sich noch keine klinischen Symptome durch den Austritt von Darmsekret manifestiert haben. Zu diesem Zeitpunkt ist eher eine Laparotomie indiziert. Nach mindestens acht Stunden Beobachtung können Verletzungen hingegen bei Fehlen von Peritonitiszeichen unverzüglich laparoskopisch versorgt werden (Becker et al., 2006).

Die diagnostische Genauigkeit bei der Hohlorganverletzung und bei retroperitonealen Verletzungen ist die anerkannte Schwachstelle der Laparoskopie, dafür beträgt die Sensitivität nur 25% (Ortega et al., 1996).

Die Evaluation vermuteter Zwerchfellrupturen beim perforierenden thorakoabdominellen Trauma ist die am meisten anerkannte Rolle der diagnostischen Laparoskopie. Sie erwies sich dabei als zuverlässigstes diagnostisches Mittel im Vergleich zum Thorax-Röntgen und zur Computertomographie.

Kontraindikationen für eine Laparoskopie sind: Kreislaufinstabilität, erhöhter intrakranieller Druck, abdominelle Voroperationen mit Gefahr der Adhäsionen, Verletzungen mit dem Risiko zu übersehender Hohlorganverletzungen, Zeitdruck, mangelnde logistische Voraussetzungen und Komorbiditäten. Schlussendlich ist die

Laparoskopie beim Bauchtrauma nach Ausschluss der genannten Kontraindikationen sinnvoll einsetzbar. Sie kommt dann zum Einsatz, wenn nach der üblichen Schockraumdiagnostik mit Sonographie und CT unklare Befunde oder diagnostische Lücken eine intraperitoneale Klärung erforderlich machen.

Die diagnostische Überlegenheit im Vergleich zu bildgebenden Verfahren bei kleinen Defekten und die Option einer frühzeitigen minimal-invasiven Reparatur sind die Vorteile der Laparoskopie. Außerdem können damit Spätkomplikationen vorgebeugt werden (Becker et al., 2006). Die Arbeit von Mitsuhide et al. zeigte, dass mit Nutzung von Computertomographie und selektivem Einsatz der Laparoskopie sich die negative Laparotomie-Rate auf unter 5% senken lässt (Mitsuhide et al., 2005).

Folglich sollte die Laparoskopie einen festen Platz im Behandlungsalgorithmus des Bauchtraumas behalten, um den Patienten die Vorteile der Methode zukommen zu lassen, als therapeutischer Standard kann sie aber derzeit nicht empfohlen werden (Johnson et al., 2013).

Die Laparoskopie wird wie auch momentan noch an der Universitätsmedizin Mannheim vereinzelt in der Akutversorgung polytraumatisierter Patienten eingesetzt, jedoch stellt sie laut aktueller Studienlage eine sinnvolle Ergänzung zum aktuellen diagnostischen und therapeutischen Standard dar, und wird voraussichtlich in den nächsten Jahren vermehrt eingesetzt (Wiewiora et al., 2011).

4.2.5.2 Stellenwert der interventionellen Therapie

Im Patientenkollektiv dieser Dissertation wurde nur ein Patient einer interventionellen Therapie zugeführt (siehe Abb. 6). Bei diesem Patienten wurde ein Gefäß embolisiert, zusätzlich wurde er aber auch laparotomiert. Diese Tatsache wirft die Frage auf, inwiefern die interventionelle Behandlung bei der heutigen Therapie des Abdominaltraumas eine Rolle spielt und sie Vorteile für den Verletzten bringt.

Um eine interventionelle Therapie durchführen zu können, muss vorab diagnostisch immer eine Computertomographie erfolgt sein. Beim hämodynamisch stabilen Patienten gehört eine CT-Untersuchung schon zum diagnostischen Standard. Bei hämodynamisch instabilen Schwerverletzten ist oft eine konservative Behandlung zunächst die Therapie der Wahl, da für diese Patienten eine Operation zu risikoreich ist. Doch auch stabile Patienten, bei denen ein CT durchgeführt werden kann, benötigen oftmals eine dringende angiographische oder chirurgische Intervention, wenn sich ein entsprechender Befund im CT zeigt.

Der steigende Gebrauch von radiologisch-interventionellen Techniken, zum Beispiel die angiographische Embolisation, hat die Bedeutung von aufkommenden chirurgischen Techniken etwas gemindert und die Relevanz der frühen CT-Untersuchung zur Evaluation von Verletzungen, die endvaskulär behandelt werden können, in den Vordergrund gerückt (Stone et al., 2014).

Die wachsende Relevanz der interventionellen Therapie wird im Folgenden am Beispiel von Milzverletzungen verdeutlicht, da die Milz am häufigsten beim abdominalen Trauma verletzt ist. Das standardmäßige Vorgehen beim hämodynamisch stabilen Patienten mit Milzläsion ist eine Erhaltung des Organs, um die Funktion der Milz als Teil des Immunsystems zu erhalten und Infektionen nach Splenektomie vorzubeugen. Die Erfolgsrate dieses nicht-operativen Managements beträgt momentan 80-90% (Renzulli et al., 2010). Eine Gefäßverletzung der Milz steigert jedoch das Risiko für ein Versagen der konservativen Therapie. Bei einer darauf folgenden möglichen aktiven Blutung ist eine explorative Laparotomie indiziert.

Deshalb sollte bei einem hämodynamisch stabilen Patienten mit aktiver Blutung eine Embolisation durchgeführt werden (Stone et al., 2014).

Zusammenfassend wird deutlich, dass die interventionelle Therapie im Rahmen des Abdominaltraumas zunehmend an Bedeutung gewinnt und je nach Ausgangsbedingungen eine sinnvolle Alternative oder Ergänzung zur operativen oder rein konservativen Therapie sein kann. Die oben genannten Studiendaten sind aus Studien des angloamerikanischen Raums und die Studienlage in Deutschland ist zu diesem Thema dünn, weshalb die Frage offen bleibt, ob interventionelle Methoden beim Bauchtrauma in Deutschland bereits den gleichen Stellenwert besitzen. Gerade in kleineren Krankenhäusern kann es auch eine logistische Frage der personellen Besetzung sein, ob endovaskuläre Methoden angewendet werden können, da dafür entsprechend geschultes Personal vor Ort sein muss. Die nötige Infrastruktur und erfahrene interventionelle Radiologen mit durchgehender Verfügbarkeit sind jedoch momentan eher in großen Zentren vorhanden.

4.2.5.3 Allgemein operativ behandelte Patienten

Operativ behandelte Patienten wurden bezüglich Komplikationen allgemein und dem hämorrhagischen Schock im Speziellen untersucht, ob es signifikante Unterschiede im Vergleich zu konservativ behandelten Patienten gibt. Dabei stellte sich heraus, dass laparotomierte und laparoskopierte Patienten eine höhere Wahrscheinlichkeit für Komplikationen als nicht operierte Patienten aufweisen (siehe Abb. 11). Die zusätzlichen Risiken einer Operation im Vergleich zu einer konservativen Behandlung begründen diesen Zusammenhang nur zu einem kleinen Teil. Der Hauptgrund für die unterschiedliche Komplikationsrate ist die Verletzungsschwere vor der Behandlung. Die operierten Patienten mit Ausnahme der laparoskopierten Patienten haben schon bei Aufnahme eine schlechtere Prognose bezüglich des Outcomes, da sie im Durchschnitt schwerer verletzt sind, was mit Scores wie dem ISS und TRISS belegt wurde. Dass fast alle Patienten mit hämorrhagischem Schock bei Aufnahme und damit die sehr schwer Verletzten laparotomiert wurden, verdeutlicht diesen Zusammenhang. Alle Patienten mit hämorrhagischem Schock wurden laparotomiert und nicht laparoskopiert, da der Patient für eine Laparoskopie hämodynamisch stabil sein muss (Becker et al., 2006). Der statistisch signifikante Zusammenhang zwischen dem hämorrhagischen Schock bei Aufnahme und dem Auftreten von Komplikationen bestätigt die Begründung, dass die Komplikationsrate von operierten Patienten aufgrund der Verletzungsschwere bei Aufnahme so hoch ist.

4.2.6 Komplikationen

Die häufigsten Komplikationen im Patientenkollektiv dieser Dissertation sind der hämorrhagische Schock, das Kompartmentsyndrom und die Wundheilungsstörung. Besonders komplikationsträchtige Verletzungen, die die Sterblichkeit und Komplikationsrate deutlich steigern, sind eine Ruptur von parenchymatösen Organen oder deren Aufhängebändern, eine Blutung in die freie Bauchhöhle, eine Hohlorganruptur und eine Mitbeteiligung des Zwerchfells. Die zum Teil darauf folgenden häufig letalen Komplikationen sind Verblutung, Peritonitis und Kompartmentsyndrom, also ähnlich den Komplikationen an der Universitätsmedizin Mannheim (Zaage and Marintshev, 2005).

Es wurde statistisch signifikant ein Zusammenhang zwischen dem hämorrhagischen Schock bei Aufnahme und dem Auftreten eines Kompartmentsyndroms als

Komplikation festgestellt. Auch in anderen Studien wird der hämorrhagische Schock als mögliche Ursache für ein Kompartmentsyndrom genannt, bedingt durch die Reperfusion nach der Schocksymptomatik. Zwischen dem Auftreten eines Kompartmentsyndroms und dem Durchführen einer Operation konnte kein signifikanter Zusammenhang ermittelt werden was darauf schließen lässt, dass ein intraabdomineller Eingriff bei diesen Patienten nicht signifikant das Risiko für ein Kompartmentsyndrom erhöht hat, sondern vornehmlich die Verletzungsschwere des Patienten vor der Operation und andere Risikofaktoren wie zum Beispiel eine massive Volumensubstitution oder eine abdominelle Infektion (Bertram et al., 2006).

Ein weiterer Risikofaktor für das Auftreten von Komplikationen ist das Alter der Patienten. Die Patienten mit Komplikationen während ihres Aufenthalts im Krankenhaus waren im Durchschnitt acht Jahre älter als die Patienten ohne Komplikationen. Das Alter ist zudem eine Variable bei der Berechnung des TRISS, das heißt es wirkt sich mit auf die Prognose und das Outcome eines Patienten aus. Die Mortalität, beziehungsweise das Outcome, sind auch abhängig von Komplikationen, also besteht zwischen dem Alter und der Mortalität auch ein Zusammenhang. Im Patientenkollektiv der Universitätsmedizin Mannheim konnte zwar ein Altersunterschied von im Durchschnitt acht Jahren berechnet werden, jedoch ergab sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang. Grund dafür kann die geringe Patientenzahl sein, da nur 29 Patienten Komplikationen entwickelten.

Zur Komplikationsvermeidung haben Algorithmen beigetragen, die auch dazu führen sollen, möglichst wenig Verletzungen oder Begleitverletzungen zu übersehen. Es ist entscheidend, das Gesamtverletzungsschwereausmaß und andererseits die bedrohlichsten Einzelverletzungen möglichst rasch zu erfassen (Zaage and Marintshev, 2005).

4.2.7 Einflussfaktoren der Letalität

Die Zahlen, die in der Literatur für die Letalität des Abdominaltraumas angegeben sind, sind im Mittel deutlich höher als die Letalität beim Patientenkollektiv der Universitätsmedizin Mannheim (25% und 10,85%) (Aufmkolk and Nast-Kolb, 2001).

In der Patientenkohorte dieser Dissertation ist der hämorrhagische Schock die häufigste Todesursache, gefolgt von den gleich häufig vorkommenden Ursachen des zentralen Regulationsversagens und septischen Multiorganversagens. Laut einer Veröffentlichung von Aufmkolk sind hingegen nicht letale Blutungskomplikationen die häufigste Todesursache, sondern das nahezu doppelt so oft vorkommende Organversagen (Aufmkolk and Nast-Kolb, 2001).

Beeinflusst wird die Letalität der Patienten unter anderem durch den Unfallmechanismus. Patienten, die ein stumpfes Abdominaltrauma erlitten, haben im Durchschnitt einen schlechteren ISS und TRISS, der eine geringere Überlebenschance anzeigt. Der TRISS konnte jedoch bei nur 42 Patienten bestimmt werden. Ein Grund für die schlechteren ISS- und TRISS-Werte von diesen Patienten sind die beim stumpfen Bauchtrauma häufiger vorkommenden Begleitverletzungen und auch das meist komplexere intraabdominelle Verletzungsmuster. Beide Scores setzen sich nämlich aus dem abdominellen AIS-Wert und den AIS-Werten anderer Körperpartien zusammen. Da der AIS-Wert Abdomen für beide Traumaarten annähernd gleich ist, ergeben sich unterschiedliche Punkte in den Scores durch mehr assoziierte Verletzungen beim stumpfen Abdominaltrauma.

Inwiefern sich das Verletzungsmuster auf die Letalität und das Outcome der Patienten auswirkt, wurde anhand der Milz- und Leberverletzung statistisch überprüft, da diese zwei Organe am häufigsten beim Abdominaltrauma betroffen sind. Verletzungen der Leber sind bezogen auf Traumata generell relativ selten, aber auch mit einer hohen Sterblichkeit behaftet. Trotz Verbesserungen in der bildgebenden Diagnostik und der chirurgischen Therapie beträgt die Letalität für das Lebertrauma noch immer für penetrierende Verletzungen 5-10% und für stumpfe Traumata 10-30% (Ott et al., 2005). Die Letalität des Milztraumas wird mit Werten von 6-10% beschrieben (Brady et al., 2007). In der Analyse der Patienten der Universitätsmedizin Mannheim hat sich gezeigt, dass die Milzverletzung häufiger letal als das Lebertrauma ist, da deutlich mehr Patienten mit einer Milzverletzung gestorben sind als mit einer Leberverletzung. Diese Ergebnisse sind stark abhängig von der analysierten Patientenkohorte und welche Verletzungsschwere der jeweiligen Organe diagnostiziert wurde.

Wie bereits erwähnt ist der hämorrhagische Schock bei Aufnahme ein Risiko für das Entwickeln von Komplikationen bei einem Patienten. Genauso ist der hämorrhagische Schock ein letalitätssteigernder Risikofaktor.

4.3 Gefäßtrauma

4.3.1 Spezifische Verletzungsmuster

Bei der Analyse der Patienten mit Gefäßverletzungen wurde zwischen einem penetrierenden und stumpfen Gefäßtrauma unterschieden, wobei nur 2 Patienten ein penetrierendes Trauma erlitten haben. Laut Oestern sind penetrierende und stumpfe Gefäßtraumata ungefähr gleich häufig (Oestern, 2008). Jedoch versterben Patienten mit einer penetrierenden Gefäßverletzung häufig noch an der Unfallstelle und die Häufigkeit dieser Patienten kann nur geschätzt werden (Teebken and Haverich, 2005). Dies kann unter anderem der Grund für die niedrige Zahl an penetrierenden Gefäßtraumata an der UMM sein.

Im Patientenkollektiv der Universitätsmedizin Mannheim sind die intrakraniellen und intraabdominellen Gefäßverletzungen die häufigsten. Nach Ruppert et al stellen jedoch Gefäßverletzungen der Extremitäten mit circa 70% den größten Anteil an allen Gefäßtraumata dar (Ruppert et al., 2004). Im Patientenkollektiv dieser Dissertation wurde nur bei 10,5% eine periphere Gefäßverletzung diagnostiziert. Ein möglicher Grund ist, dass nicht alle Patienten mit Gefäßverletzungen an den Extremitäten in die Studie mit aufgenommen wurden, da diese oft nicht separat diagnostiziert werden, sondern zum Beispiel im Falle eines Knochenbruchs unerwähnt mitversorgt werden. Bei allen Körperverletzungen wird das Gefäßsystem durch äußere Gewalteinwirkung beteiligt. Diese Verletzungen sind allerdings nicht immer versorgungspflichtig und werden nicht einzeln aufgeführt, weshalb bei dieser Studie Verletzungen der großen Gefäße im Vordergrund stehen und am häufigsten diagnostiziert wurden (Markgraf, 1998).

4.3.2 Diagnostik

Eine diagnostische Angiographie wurde bei drei gefäßtraumatischen Patienten dieser Studie durchgeführt. Alle drei Patienten hatten Gefäßverletzungen im Bereich des Kopfes und Halses und waren in einem stabilen Zustand ohne hämorrhagischen

Schock. Der stabile Zustand der Patienten ist eine wichtige Voraussetzung für die Untersuchung, da die Angiographie zu einer relevanten Zeitverzögerung in der Behandlung führt, weshalb man die Indikation kritisch prüfen sollte. An eine computertomographische Untersuchung, die mittlerweile zum diagnostischen Standard gehört, kann bei entsprechendem Verdacht oder unklaren Befunden ein Angio-CT angeschlossen werden. Die Angiographie kann auch bei der OP-Planung im Falle einer Operation helfen, sowie einen operationsbedürftigen Befund ausschließen. Es ist also ein sinnvolles ergänzendes diagnostisches Mittel zur Standarddiagnostik (Billing et al., 2009).

Es wurde untersucht, ob alle Patienten mit einer intrathorakalen Gefäßverletzung auch ein Röntgen Thorax erhalten haben. Dabei hat sich herausgestellt, dass bei 50% dieser Patienten eine solche Untersuchung nicht durchgeführt wurde. Bei allen Patienten wurde hingegen ein CT gemacht. Im Röntgen sind zwar die großen Thoraxgefäße zu sehen und sichtbare Hämatome können einen Hinweis auf eine Gefäßverletzung sein, jedoch sind nur im CT die Gefäße detailliert dargestellt, mit dessen Hilfe man auch das weitere Vorgehen planen kann. Folglich kann bei Verdacht auf eine thorakale Gefäßläsion ein Röntgenbild für die Diagnosefindung hilfreich sein, jedoch wird für die weitere Therapieplanung fast immer vor einer Operation ein CT benötigt. Bei instabilen Patienten kann auch durch Zeitmangel direkt eine computertomographische Untersuchung nötig sein oder in sehr kritischen Fällen eine unverzügliche Notoperation.

Zwei Patienten dieser Studie mit Gefäßtrauma wiesen eine isolierte Gefäßverletzung ohne Begleitverletzungen auf. Diese Patienten erhielten als Diagnostik nur eine Laboruntersuchung und keine Bildgebung (Sonographie, Röntgen, Angiographie oder CT). Beide Patienten wurden außerdem konservativ behandelt. Grund für diese Minimaldiagnostik ist, dass es bei den Patienten anhand der körperlichen Untersuchung und des Verletzungsmusters sowie des Unfallmechanismus keinen Hinweis auf weitere Verletzungen gab, die genauer abgeklärt werden mussten. Die Gefäßverletzungen waren leichte und oberflächliche Läsionen, die ohne Bildgebung konservativ behandelt werden konnten.

4.3.3 Therapie

50% der Patienten dieser Studie mit Gefäßtrauma wurden operativ behandelt und 45% wurden konservativ behandelt. Eine konservative Behandlung ist bei erstgradigen Gefäßverletzungen ohne Blutung und Ischämie empfohlen. Duplexsonographische Kontrolluntersuchungen sind dann in regelmäßigen Abständen nötig und bei fehlender Kontraindikation sollte auch eine Antikoagulation mit Heparin erfolgen sowie ein Thrombozytenaggregationshemmer verabreicht werden. Die operative Therapie wurde bei 50% der Verletzten durchgeführt, da die meisten der Patienten schwer verletzt waren und das Überleben dieser Patienten nur mit einer raschen operativen Intervention möglich war. Die obersten Ziele der chirurgischen Therapie sind die Kontrolle des Blutverlustes und die rasche Revaskularisation, was besonders für die Patienten mit einem zuvor entwickelten hämorrhagischen Schock entscheidend ist. Im Fall eines benötigten Gefäßersatzes sollte nach Möglichkeit ein autologes Ersatz gewählt werden aufgrund des erhöhten Infektionsrisikos insbesondere bei Mehrfachverletzten mit umfangreichen Weichteilkontusionen. Bei den operierten Patienten dieser Studie wurde nur einmal ein Gefäßinterponat verwendet, doch hier wurde auch ein autologes Ersatzgefäß benutzt (Ruppert et al., 2004).

Vier der Patienten mit Gefäßverletzungen erhielten eine interventionelle Therapie: Zwei Patienten bekamen einen Stent implantiert, bei einem Patienten wurde ein Gefäß embolisiert und beim vierten Patienten wurde ein Coilingversuch unternommen. Diese

endovaskulären Therapietechniken sind ein guter Ansatz, denn für spezielle Indikationen bietet eine endovaskuläre Versorgung Vorteile gegenüber einer operativen Versorgung (Demetriades et al., 2008a). Eine Embolisation macht bei kleinen, blutenden und schlecht erreichbaren Arterien Sinn und Coiling kann bei einem Aneurysma die richtige Wahl sein. Im Einzelfall kann auch eine endovaskuläre Stentimplantation bei einer massiven Blutung als Überbrückung bis zur definitiven gefäßchirurgischen Versorgung bei kreislaufinstabilen Patienten mit peripherer Gefäßverletzung möglich sein (Ruppert et al., 2004).

4.3.4 Verstorbene und genesene Patienten im Vergleich

Im Vergleich der verstorbenen Patienten mit den genesenen Patienten bezüglich des Alters hat sich ergeben, dass verstorbene Patienten im Durchschnitt 6 Jahre älter waren als die anderen Patienten. Folglich ist anzunehmen, dass das Alter ein Risikofaktor für die Mortalität von Patienten mit Gefäßtrauma ist und ältere Patienten ein höheres Risiko zu Versterben haben. Dieser Zusammenhang wurde bereits in anderen Studien bestätigt (Calland et al., 2013; Nagy et al., 2000).

Bei den verstorbenen Patienten waren, intrathorakale, intrakranielle und Läsionen der Gefäße an Hals und Gesicht die häufigsten Gefäßverletzungen. Bei den genesenen Patienten traten am häufigsten retroperitoneale und periphere Gefäßtraumata auf (siehe Tab. 5). Dies bestätigt die Theorie, dass Verletzungen der großen zentralen Gefäße thorakal, am Hals (A.carotis) und intrakraniell deutlich letaler sind als Verletzungen der Nierengefäße (die häufigste retroperitoneale Gefäßverletzung in dieser Studie) oder der Extremitätengefäße, da Verletzungen derselben den zentralen Kreislauf weniger gravierend beeinflussen. Zusätzlich waren das Thoraxtrauma und das Schädel-Hirn-Trauma als Begleitverletzung bei den verstorbenen Patienten häufiger.

Wie bereits im Kapitel Ergebnisse beschrieben sind die Durchschnittswerte der Scores GCS, ISS und TRISS bei den verstorbenen Patienten deutlich schlechter als bei den übrigen Patienten, was auf eine wesentlich gravierendere Verletzungsschwere und niedrigere Überlebenschancen der verstorbenen Patienten bereits bei Einlieferung ins Krankenhaus hindeutet (siehe Tab. 6). Diese Daten bestätigen die Gültigkeit der genannten Scores, da das durch die Scores prognostizierte schlechte Outcome auch eingetroffen ist (Kulla et al., 2005).

Der hämorrhagische Schock bei Aufnahme trat bei den verstorbenen Patienten deutlich häufiger auf (70%) als bei den genesenen Patienten (14,3%), weshalb anzunehmen ist, dass der hämorrhagische Schock ein Risikofaktor für die Mortalität von Gefäßtraumapatienten ist.

Bezüglich Therapie gibt es in Bezug auf die konservative und interventionelle Therapie Unterschiede zwischen verstorbenen und genesenen Patienten. Es wurden mehr nicht verstorbene Patienten konservativ behandelt, da diese im Durchschnitt leichter verletzt waren und deshalb nicht operativ therapiert werden mussten. Die interventionelle Therapie wurde öfter bei den verstorbenen Patienten angewendet. Grund dafür kann der instabile Zustand vieler verstorbener Patienten mit hämorrhagischem Schock sein, weshalb diese nicht operiert werden konnten, sondern zunächst eine interventionelle und damit weniger belastbare Behandlung versucht wurde (Demetriades et al., 2008a; Demetriades et al., 2008b).

Zu den obengenannten Unterschieden zwischen den beiden Patientengruppen und den daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen ist hinzuzufügen, dass hier Unterschiede und keine statistisch signifikanten Zusammenhänge dargestellt sind. Für solche Korrelationen müsste ein größeres Patientenkollektiv mit Gefäßtrauma untersucht

wurden, um allgemein gültige Aussagen treffen zu können. Mit dem Kollektiv dieser Studie von 38 Patienten konnten Tendenzen und Unterschiede aufgezeigt werden, die mögliche Risikofaktoren für die Mortalität von Gefäßtraumapatienten abbilden.

4.4 Das rupturierte Bauchaortenaneurysma

Die epidemiologischen Ergebnisse dieser Studie entsprechen den Angaben in der Literatur für Geschlechts- und Altersverteilung des abdominellen Aneurysmas: Das BAA betrifft laut Literatur vor allem ältere Männer über 65 Jahre (Baumann and Diehm, 2012). Die Patienten dieser Studie sind alle männlich und das Durchschnittsalter betrug 76 Jahre.

Alle Patienten hatten außerdem ein infrarenales BAA, was mit 80% die häufigste Form aller Aortenaneurysmen darstellt (Kopp et al., 2009).

Die Zahl der im Schockraum der Universitätsmedizin Mannheim behandelten Patienten mit rupturiertem Bauchaortenaneurysma ist mit fünf Patienten in einem Zeitraum von fünf Jahren eher gering. Diese Zahl relativiert sich jedoch wenn man bedenkt, dass ein relevantes Aneurysma der Aorta abdominalis nur bei 3% der Bevölkerung und einem Alter von mehr als 65 Jahren auftritt. 0,9% dieser Bevölkerungsgruppe sterben an einem rupturierten Aneurysma (Wilmink and Quick, 1998). Bei elektiver Operation beträgt die perioperative Letalität nur 1-3%, während sie bei gedeckt rupturierten Aortenaneurysmen 30-50% beträgt. Die meisten Patienten erreichen bei frei rupturierten Aneurysmen nicht mehr lebend die Klinik oder haben im Zustand des schweren hämorrhagischen Schocks eine perioperative Letalität von 50-90% (Kopp et al., 2009). Aus diesen Gründen ist eine rasche und effektive Diagnosefindung und Therapie von entscheidender Bedeutung.

Diagnostisch sollte zunächst eine orientierende sonographische Untersuchung zum Nachweis freier Flüssigkeit und zur Beurteilung der abdominellen Aorta erfolgen. Bei danach bestehendem Verdacht auf eine abdominelle Ursache der Schmerz- und Schocksymptomatik erfolgt die weitere Diagnostik beim ausreichend stabilen Patienten durch eine computertomographische Angiographie. Untersuchungen zeigten, dass die erforderliche Zeitverzögerung der CT-Angiographie keinen negativen Einfluss auf die Prognose der Patienten mit rupturiertem BAA hatte (Lloyd et al., 2004). Die optimierte bildgebende Diagnostik ermöglicht sogar einen zusätzlichen Zeitgewinn, weil anschließend eine Therapie geplant und zielorientiert durchgeführt werden kann. Bei allen Patienten dieser Studie mit BAA wurden entsprechend dieses diagnostischen Algorithmus eine abdominelle Sonographie und eine computertomographische Untersuchung durchgeführt. Lediglich beim akut instabilen Patienten sollte direkt ein Transport in den Operationssaal mit sofortiger Laparotomie unter Notfallbedingungen erfolgen (Kopp et al., 2009). Die Patienten dieser Studie mit hämorrhagischem Schock bei Einlieferung ins Krankenhaus konnten im Verlauf ausreichend stabilisiert werden, sodass auch diese computertomographisch untersucht werden konnten.

Nach einer schnellen Diagnosesicherung und der Aufrechterhaltung einer Minimalperfusion ist das Ziel eine rasche Durchführung der operativen oder interventionellen Therapie und die Beseitigung der abdominalen Blutungsursache. Der Allgemeinzustand des Patienten und der Befund der CT-Angiographie (Konfiguration der Aorta, Verankerungszonen, Zugangsgefäße) entscheiden maßgeblich, ob eine offen chirurgische oder endovaskuläre Therapie durchgeführt wird. Bei Patienten mit einem hohen perioperativen Risiko für einen konventionellen Eingriff durch schwere Begleitmorbiditäten und fehlenden endovaskulären Therapiemöglichkeiten ist im Einzelfall eine Therapiebegrenzung zu empfehlen (participants, 2005).

Um das wichtigste Ziel der Therapie schnellstmöglich zu erreichen, nämlich aktive Blutungen unter Kontrolle zu bringen und einen hämorrhagischen Schock zu verhindern, wurden Hybrid-Operationsräume entwickelt, die mit Röntgengeräten und einem Operationstisch mit Möglichkeit zu sowohl offener als auch interventioneller Therapie ausgestattet sind. Durch diese besondere Ausstattung kann zunächst endovaskulär die Aorta eines Patienten mittels Ballon blockiert werden und damit Zeit gewonnen werden, um sich mithilfe angiographischer Diagnostik für eine offene oder endovaskuläre Therapie zu entscheiden. Die Universitätsmedizin Mannheim verfügt mittlerweile über einen solchen Hybrid-OP, jedoch bestand innerhalb des ausgewerteten Zeitraums noch nicht die Möglichkeit einer Nutzung.

Bei drei Patienten dieser Studie wurde eine konventionelle operative Therapie durchgeführt. Die Gründe für die Wahl dieses Therapieverfahrens bei den Patienten waren zum einen ein schlechter Allgemeinzustand und instabile Kreislaufverhältnisse und zum anderen morphologische Gegebenheiten des Beckens und der Arterien. Ein Patient entwickelte perioperativ ein akutes Nierenversagen, was in der Literatur mit einer Prävalenz von 30% als typische primäre Komplikation eines offenen chirurgischen Vorgehens angegeben ist (Kopp et al., 2009).

Zwei Patienten erhielten eine interventionelle Therapie. In den letzten 10 Jahren konnte die endovaskuläre Therapie bei Patienten mit einem infrarenalen Aortenaneurysma und bei geeigneter Konfiguration der Aorta in der Elektivsituation erfolgreich angewendet werden. Aber auch die bisherigen Berichte über die endovaskuläre Behandlung rupturierter Aortenaneurysmen zeigen in ausgewählten Patientenkollektiven einen möglichen Vorteil in Bezug auf die perioperative Letalität. Bisher konnten allerdings nur wenige prospektiv kontrolliert und teilweise randomisiert durchgeführte Studien die Durchführbarkeit der endovaskulären Therapie beim rupturierten BAA zeigen, jedoch ohne eindeutige Unterschiede hinsichtlich des Überlebens von Patienten und bei weiterhin hoher Letalität sowohl bei den interventionell behandelten als auch bei den chirurgisch behandelten Patienten (Arya et al., 2006; Hinchliffe et al., 2006). Andere Studien von spezialisierten Zentren berichten über eine deutliche Reduktion der Letalität nach endovaskulärer Behandlung des rupturierten BAA mit einer Mortalität von 13-30% im Vergleich zur chirurgischen Therapie (Letalität 40-50%) (Franks et al., 2006; Hinchliffe et al., 2009; Mayer et al., 2009). Jedoch muss man berücksichtigen, dass die Patientenkollektive aufgrund ihrer Eignung für eine endovaskuläre Therapie vorselektiert wurden.

Zusammengefasst ist die offene chirurgische Behandlung rupturierter Bauchortenaneurysmen in erfahrenen gefäßchirurgischen Kliniken weiterhin das etablierte Therapieverfahren mit nachgewiesenen guten Langzeitergebnissen. Bei ausgewählten Patienten mit geeigneter Konfiguration der Aorta stellt die endovaskuläre Therapie durch Stentgraft-Implantation ein ergänzendes, minimal-invasives Verfahren mit im Einzelfall geringer perioperativer Morbidität und Letalität dar (Kopp et al., 2009).

5 ZUSAMMENFASSUNG

Einleitung: Die vorgelegte retrospektive Studie fokussiert sich auf Patienten, die im Schockraum der Universitätsmedizin Mannheim (UMM) mit abdominellem oder vaskulärem Trauma bzw. mit rupturiertem Bauchaortenaneurysma (BAA) behandelt wurden. Analysiert wurden Verletzungsmuster sowie diagnostische und therapeutische Maßnahmen als interne Qualitätskontrolle. Diese Ergebnisse wurden mit den Daten des Traumaregisters der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) verglichen. Ebenso wurden die Traumascores Glasgow Coma Scale (GCS), Injury Severity Score (ISS) und Trauma and Injury Severity Score (TRISS) für die Patientenkohorte erhoben und zur Beurteilung ihrer Validität mit den initialen Befunden der Patienten sowie deren Outcome überprüft. Ziel war es, mithilfe der Analyse die Abläufe im standardisierten Schockraumprotokoll zu optimieren.

Material und Methoden: Das Patientenkollektiv umfasst 129 Patienten mit Abdominaltrauma, 38 Patienten mit Gefäßtrauma und 5 Patienten mit rupturiertem BAA, die im Zeitraum von November 2008 bis September 2014 an der UMM behandelt wurden. Der TRISS konnte jedoch nur für 42 Patienten mit Abdominaltrauma und 14 Patienten mit Gefäßtrauma aufgrund erschwerter Datenerhebung berechnet werden. Die statistische Analyse der Patienten mit Abdominaltrauma wurde mit dem Statistikprogramm SAS durchgeführt. Die Patienten mit Gefäßtrauma bzw. rupturiertem BAA wurden aufgrund einer zu geringen Patientenanzahl rein deskriptiv ausgewertet.

Ergebnisse: Beim Vergleich der Datenwerte der Patienten mit Abdominal- und Gefäßtrauma mit den Zahlen des Jahresberichts 2013 der DGU wiesen die Patienten der UMM deutlich schlechtere Traumascorewerte auf. Für die Patienten mit Abdominaltrauma stellen die GCS, der ISS und der TRISS valide prädiktive Faktoren für die Mortalität, für das Auftreten eines hämorrhagischen Schocks sowie weiteren Komplikationen dar. Alle Patienten mit Abdominaltrauma erhielten eine abdominelle Sonographie, 95% eine Computertomographie und drei Patienten wurden zusätzlich abdominell geröntgt. Sieben Patienten wurden laparoskopiert und ein Patient interventionell behandelt. Aus der Gruppe der Patienten mit Gefäßtrauma erhielten alle eine Computertomographie. Eine konventionelle Angiographie bzw. eine röntgenologische Untersuchung wurden hingegen selten durchgeführt. Die Mehrheit der Patienten wurde konventionell operiert, vier Patienten erhielten eine interventionelle Therapie. Bei den Patienten mit Gefäßtrauma sind eine niedrige GCS, ein hoher ISS und TRISS, ein hohes Alter sowie ein hämorrhagischer Schock bei Aufnahme ein Mortalitätsrisiko. Aus der Gruppe der Patienten mit rupturiertem BAA wurden alle sonographisch und computertomographisch untersucht, was dem diagnostischen Standard entspricht. Zwei der fünf Patienten erhielten eine interventionelle Therapie.

Diskussion: Für die Patienten mit Abdominal- und Gefäßtrauma sollten die Sonographie und Computertomographie als effektives Diagnostikum konsequent beibehalten werden. Die Laparoskopie stellt eine sinnvolle Ergänzung zum aktuellen diagnostischen und therapeutischen Standard dar, weshalb sie auch an der UMM in Zukunft mehr zum Einsatz kommen sollte. Gleiches gilt auch für die interventionelle Therapie. Für die Patienten mit Gefäßtrauma bestätigte sich die konventionelle Angiographie und röntgenologische Untersuchung als zeitverzögernde und selten

zielführende Diagnostik. Bei diesen Patienten stellt außerdem die bereits eingesetzte, kreislaufschonende, interventionelle Therapie vor allem für kreislaufinstabile Patienten eine sinnvolle Erweiterung der Behandlungsoptionen dar. Bei den Patienten mit rupturiertem BAA sollte der diagnostische Standard beibehalten werden.

6 LITERATURVERZEICHNIS

Arya, N., Makar, R., Lau, L., Loan, W., Lee, B., Hannon, R., and Soong, C. (2006). An intention-to-treat by endovascular repair policy may reduce overall mortality in ruptured abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg* 44, 467-471.

Aschoff, A.J., Henne-Bruns, D., and Staib, L. (2004). Abdominaltrauma. *Der Chirurg* 75, 447-467.

Asensio, J.A., Soto, S.N., Forno, W., Roldán, G., Petrone, P., Gambaro, E., Salim, A., Rowe, V., and Demetriades, D. (2001). Abdominal Vascular Injuries: The Trauma Surgeon's Challenge. *Surg Today* 31, 949-957.

Aufmkolk, M., and Nast-Kolb, D. (2001). Abdominaltrauma. *Der Unfallchirurg* 72, 861-875.

Baker, S.P., and O'Neill, B. (1976). The Injury Severity Score: An Update. *The Journal of trauma* 16, 882-885.

Baker, S.P., O'Neill, B., Haddon, W., and Long, W.B. (1974). The Injury Severity Score: A method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *The Journal of trauma* 14, 187-196.

Baumann, F., and Diehm, N. (2012). Abdominal aortic aneurysm. *Dtsch Med Wochenschr* 137, 1150-1152.

Becker, C., Mentha, G., Schmidlin, F., and Terrier, F. (1998a). Blunt abdominal trauma in adults: role of CT in the diagnosis and management of visceral injuries. Part 2: Gastrointestinal tract and retroperitoneal organs. *European Radiology* 8, 772-780.

Becker, C., Mentha, G., and Terrier, F. (1998b). Blunt abdominal trauma in adults: role of CT in the diagnosis and management of visceral injuries. Part 1: Liver and spleen. *European Radiology* 8, 553-562.

Becker, H.P., Willms, A., and Schwab, R. (2006). Laparoscopy for abdominal trauma. *Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin* 77, 1007-1013.

Leitlinienprogramm Unfallchirurgie (Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, AWMF) (2011). S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletztenversorgung. Langversion. AWMF-Registernummer: 012-019. Online: http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-019_S3_Polytrauma_Schwerverletzten-Behandlung_2015-01.pdf, Stand 01.07.2011.

Bertram, P., Schachtrupp, A., Rosch, R., Schumacher, O., and Schumpelick, V. (2006). Abdominal compartment syndrome. *Der Chirurg* 77, 573-574, 576-579.

Billing, A., Karl, T., Hoffmann, R., and Rilinger, N. (2009). Gefäßverletzungen. *Trauma und Berufskrankheit* 11, 64-73.

Bouillon, B., Kanz, K.G., Lackner, C.K., Mutschler, W., and Sturm, J. (2004). The importance of Advanced Trauma Life Support (ATLS) in the emergency room. *Der Unfallchirurg* 107, 844-850.

Boyd, C.R., Tolson, M.A., and Copes, W.S. (1987). Evaluating Trauma Care: The TRISS Method. *The Journal of trauma* 27, 370-378.

Brady, R.R., Bandari, M., Kerssens, J.J., Paterson-Brown, S., and Parks, R.W. (2007). Splenic trauma in Scotland: demographics and outcomes. *World journal of surgery* 31, 2111-2116.

Calland, J.F., Xin, W., and Stukenborg, G.J. (2013). Effects of leading mortality risk factors among trauma patients vary by age. *The journal of trauma and acute care surgery* 75, 501-505.

Champion, H.R., Sacco, W.J., Copes, W.S., Gann, D.S., Gennarelli, T.A., and Flanagan, M.E. (1989). A Revision of the Trauma Score. *The Journal of trauma* 29, 623-629.

Clarke, Trooskin, Doshi, Greenwald, and Mode (2002). Time to Laparotomy for Intraabdominal Bleeding from Trauma does affect survival for delays Up to 90 minutes. *The Journal of trauma* 52, 420-425.

Collicott, P. (1979). Advanced trauma life support course, an improvement in rural trauma care. *The Nebraska medical journal* 64, 279-280.

Cooper, S., and Wakelam, A. (1999). Leadership of resuscitation teams: 'Lighthouse Leadership'. *Resuscitation* 42, 27-45.

Copes, W.S., Champion, H.R., Sacco, W.J., Lawnick, M.M., Gann, D.S., Gennarelli, T., MacKenzie, E., and Schweitzberg, S. (1990). Progress in Characterizing Anatomic Injury. *The Journal of trauma* 30, 1200-1207.

Davis, J., Hoyt, B., and McArdle, M. (1992). An Analysis of Errors Causing Morbidity and Mortality in a Trauma System: A guide for Quality Improvement. *Journal of Trauma* 32, 660-665.

Delius, S., Huber, W., and Schmid, R.M. (2009). Messung des intraabdominellen Drucks. *Intensivmedizin und Notfallmedizin* 47, 392-401.

Demetriades, D., Velmahos, G.C., Scalea, T.M., Jurkovich, G.J., Karmy-Jones, R., Teixeira, P.G., Hemmila, M.R., O'Connor, J.V., McKenney, M.O., Moore, F.O., *et al.* (2008a). Operative repair or endovascular stent graft in blunt traumatic thoracic aortic injuries: results of an American Association for the Surgery of Trauma Multicenter Study. *The Journal of trauma* 64, 561-570; discussion 570-561.

Demetriades, D., Velmahos, G.C., Scalea, T.M., Jurkovich, G.J., Karmy-Jones, R., Teixeira, P.G., Hemmila, M.R., O'Connor, J.V., McKenney, M.O., Moore, F.O., *et al.* (2008b). Diagnosis and treatment of blunt thoracic aortic injuries: changing perspectives. *The Journal of trauma* 64, 1415-1418; discussion 1418-1419.

D.G.f.U. (2012). Weißbuch Schwerverletzten-Versorgung, Vol 2 (Stuttgart: Thieme).

D.G.f.U. (2013). Jahresbericht 2013. Online: http://www.dgu-online.de/fileadmin/published_content/5.Qualitaet_und_Sicherheit/PDF/2013_TR_DGU_Jahresbericht.pdf, Stand: 01.01.2013

Eichelberger, M.R., Champion, H.R., Sacco, W.J., Gotschall, C.S., Copes, W.S., and Bowman, L.M. (1993). Pediatric Coefficients for TRISS analysis. *The Journal of trauma* 34, 319-322.

Ellinger, K., and Genzwürker, H. (2011). Kursbuch Notfallmedizin (Köln: Deutscher Ärzte-Verlag).

Franks, S., Lloyd, G., Fishwick, G., Bown, M., and Sayers, R. (2006). Endovascular treatment of ruptured and symptomatic abdominal aortic aneurysms. *European journal of vascular and endovascular surgery : the official journal of the European Society for Vascular Surgery* 31, 345-350.

Haasper, C., Junge, M., Ernstberger, A., Brehme, H., Hannawald, L., Langer, C., Nehmzow, J., Otte, D., Sander, U., Krettek, C., *et al.* (2010). The Abbreviated Injury Scale (AIS). Options and problems in application. *Der Unfallchirurg* 113, 366-372.

Hildebrand, P., Bouchard, R., Roblick, U., Bruch, H.P., and Bürk, C. (2012). Abdominaltrauma - Teil 2. *Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date* 6, 251-264.

Hinchliffe, R., Bruijstens, L., MacSweeney, S., and Braithwaite, B. (2006). A randomised trial of endovascular and open surgery for ruptured abdominal aortic aneurysm - results of a pilot study and lessons learned for future studies. *European journal of vascular and endovascular surgery : the official journal of the European Society for Vascular Surgery* 32, 506-513.

Hinchliffe, R., Powell, J.T., Cheshire, N., and Thompson, M. (2009). Endovascular repair of ruptured abdominal aortic aneurysm: A strategy in need of definitive evidence. *J Vasc Surg* 49, 1077-1080.

Hindel, C., Hildebrand, P., and Bruch, H.P. (2007). Abdominaltrauma. *Allgemeine und Viszeralchirurgie up2date* 3, 181-198.

Hjortdahl, M., Ringen, A., Naess, A., and Wisborg, T. (2009). Leadership is the essential non-technical skill in the trauma team-results of a qualitative study. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine* 17, 48.

Huber-Wagner, S., Lefering, R., Qvick, L., Körner, M., Kay, M., Pfeifer, K., Reiser, M., Mutschler, W., and Kanz, K. (2009). Effect of whole-body CT during trauma resuscitation on survival: a retrospective, multicentre study. *The Lancet* 373, 1455-1461.

Ivatury, R., Simon, R., and Stahl, W. (1993). A critical evaluation of laparoscopy in penetrating abdominal trauma. *The Journal of trauma* 34, 822-827.

Johnson, J., Garwe, T., Raines, A., Thurman, J., Carter, S., Bender, J., and Albrecht, R. (2013). The use of laparoscopy in the diagnosis and treatment of blunt and

penetrating abdominal injuries: 10-year experience at a level 1 trauma center. *The American Journal of Surgery* 205, 317-321.

Kähler, W.-M., and Schulte, W. (1987). *SAS für Anfänger* (Wiesbaden: Springer).

Knaus, W.A., Draper, E.A., Wagner, D.P., and Zimmermann, J.E. (1985). APACHE II: A Severity of disease Classification system. *Crit Care Med* 13, 818-829.

Kopp, R., Hekeler, O., Gumpinger, F., Peckelsen, C., and Gogarten, W. (2009). Aktuelle Therapie des rupturierten abdominalen Aortenaneurysmas. *Notfall + Rettungsmedizin* 12, 493-501.

Kortmann, H., Lauterjung, L., Huf, R., and Heberer, G. (1986). 332a. Gefäßverletzungen beim Polytrauma. *Langenbecks Arch Chiv* 369, 850-851.

Krueger, A., Frink, M., Kiessling, A., Ruchholtz, S., and Kuhne, C.A. (2013). Emergency room management : in the era of the White Paper, S3 guidelines, Advanced Trauma Life Support(R) and TraumaNetwork DGU(R) of the German Society of Trauma Surgery. *Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin* 84, 437-450.

Kulla, M., Fischer, S., Helm, M., and Lampl, L. (2005). How to assess the severity of the multi-system trauma in the emergency-room - a critical review. *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS* 40, 726-736.

Lechler, P., Heeger, K., Bartsch, D., Debus, F., Ruchholtz, S., and Frink, M. (2014). Diagnosis and treatment of abdominal trauma. *Der Unfallchirurg* 117, 249-259; quiz 260-241.

Lefering, R. (2009). Development and Validation of the Revised Injury Severity Classification Score for Severely Injured Patients. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery* 35(5), 437-447.

Lefering, R., Nienaber, U., and Paffrath, T. (2013). TraumaRegister DGU® der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. *Notfall + Rettungsmedizin* 16, 269-273.

Lloyd, G., Bown, M., Norwood, M., Deb, R., Fishwick, G., Bell, P., and Sayers, R. (2004). Feasibility of preoperative computer tomography in patients with ruptured abdominal aortic aneurysm: a time-to-death study in patients without operation. *J Vasc Surg* 39, 788-791.

Löw, R., Düber, C., Kreitner, K.-F., and Blum, J. (2001). Radiologische Diagnostik polytraumatisierter Patienten: Management unter Verwendung der Ganzkörper-Spiral-Computertomographie. *Dtsch Arztebl International* 98, 1744-.

Marincek, B. (2002). Akutes Abdomen: Bildgebung heute. *Deutsches Ärzteblatt* 99, 3010-3017.

Markgraf, E. (1998). Traumatische periphere Gefäßverletzungen. *Der Unfallchirurg* 101, 507.

Matthes, G., Bauwens, K., Ekkernkamp, A., and Stengel, D. (2006). Surgical management of abdominal injury. *Der Unfallchirurg* 109, 437-446.

Mayer, D., Pfammatter, T., Rancic, Z., Hechelhammer, L., Wilhelm, M., Veith, F., and Lachat, M. (2009). 10 years of emergency endovascular aneurysm repair for ruptured abdominal aortoiliac aneurysms: lessons learned. *Annals of surgery* 249, 510-515.

Metcalfe, D., Holt, P., and Thompson, M. (2011). The management of abdominal aortic aneurysms. *BMJ* 342, 1384.

Mitsuhide, K., Junichi, S., Atsushi, N., Masakazu, D., Shinobu, H., Tomohisa, E., and Hiroshi, Y. (2005). Computed Tomographic Scanning and Selective Laparoscopy in the Diagnosis of Blunt Bowel Injury: A Prospective Study. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* 58, 696-703.

Müller, T. (2010). Damage Control bei hämodynamisch instabilen Patienten - eine Behandlungsstrategie für Schwerverletzte. *Anästhesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie - AINS* 45, 626-634.

Mutschler, W., and Arand, M. (1999). *Praxis der Unfallchirurgie* (Stuttgart: Thieme).

Nagy, K., Roberts, R.F., Joseph, K.T., An, G.C., Bokhare, F., and Barrett, J. (2000). Prognosis of Penetrating Trauma in Elderly Patients: A comparison with younger patients. *The Journal of trauma* 49, 190-193.

Nast-Kolb, D., Trupka, A., Ruchholtz, S., and Schweriberer, L. (1998). Abdominaltrauma. *Der Unfallchirurg* 101, 82-91.

Nzewi, O., Slight, R.D., and Zamvar, V. (2006). Management of blunt thoracic aortic injury. *European journal of vascular and endovascular surgery : the official journal of the European Society for Vascular Surgery* 31, 18-27.

Oestern, H.J. (2008). *Das Polytrauma, Vol 1. Auflage* (München: Elsevier, Urban und Fischer).

Oestern, H.J., and Kabus, K. (1997). Klassifikation Schwer- und Mehrfachverletzter – was hat sich bewährt? *Der Chirurg* 68, 1059-1065.

Ortega, A.E., Tang, E., Froes, E.T., Asensio, J.A., Katkhouda, N., and Demetriades, D. (1996). Laparoscopic evaluation of penetrating thoracoabdominal traumatic injuries. *Surgical Endoscopy* 10, 19-22.

Ott, R., Schon, M.R., Seidel, S., Schuster, E., Josten, C., and Hauss, J. (2005). Surgical management, prognostic factors, and outcome in hepatic trauma. *Der Unfallchirurg* 108, 127-134.

participants, E.t. (2005). Endovascular aneurysm repair and outcome in patients unfit for open repair of abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 2): randomised controlled trial. *Lancet* 365, 2187-2192.

Renzulli, P., Gross, T., Schnuriger, B., Schoepfer, A.M., Inderbitzin, D., Exadaktylos, A.K., Hoppe, H., and Candinas, D. (2010). Management of blunt injuries to the spleen. *The British journal of surgery* 97, 1696-1703.

Reuben, B.C., Whitten, M.G., Sarfati, M., and Kraiss, L.W. (2007). Increasing use of endovascular therapy in acute arterial injuries: analysis of the National Trauma Data Bank. *J Vasc Surg* 46, 1222-1226.

Riediger, R., Topp, S., Flohé, S., and Knoefel, W. (2012). Polytraumaversorgung im Schockraum und OP. *Allgemein- und Viszeralchirurgie up2date* 6, 195-208.

Rotondo, M.F., Schwab, C.W., McGonigal, M.D., Philips, G.R., Fruchterman, T.M., Kauder, D.R., Latenser, B.A., and Angood, P.A. (1993). "Damage Control": an approach for improved survival in exsanguinating penetrating abdominal injury. *The Journal of trauma* 35, 375-382.

Ruchholtz, S., Waydhas, C., Aufmkolk, M., Täger, G., Piepenbrink, K., Stolke, D., and Nast-Kolb, D. (2001). Interdisziplinäres Qualitätsmanagement in der Behandlung schwerverletzter Patienten, Validierung eines QM-Systems für den diagnostischen und therapeutischen Ablauf der frühklinischen Versorgung. *Der Unfallchirurg* 104, 927-937.

Ruchholtz, S., Zintl, B., Nast-Kolb, D., and Waydhas, C. (1997). Qualitätsmanagement der frühen klinischen Polytraumaversorgung. *Der Unfallchirurg* 100, 859-866.

Ruppert, V., Sadeghi-Azandaryani, M., Mutschler, W., and Steckmeier, B. (2004). Vascular injuries in extremities. *Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin* 75, 1229-1238; quiz 1239-1240.

Saeger, H.D., Nagel, M., Herzmann, K., and Stoelben, E. (1994). Das penetrierende Bauchtrauma. In *Die Ambivalenz des Fortschritts — ist weniger mehr?*, W. Hartel, ed. (Springer Berlin Heidelberg), pp. 481-486.

Scheinert, D., Ludwig, J., Steinkamp, H., Schröder, M., Balzter, J., and Biamino, G. (2000). Treatment of catheter-induced iliac artery injuries with self-expanding endografts. *Journal of endovascular therapy* 7, 213-220.

Schildberg (2005). Zum 125 Geburtstag von Martin Kirschner. *Der Chirurg* 76, 85-90.

Schmittenebecher, P.P. (2013). Stumpfes Bauchtrauma. *Monatsschr Kinderheilkd* 161, 122-130.

Schreiber, H.W. (1983). *Chirurgie im Wandel der Zeit 1945-1983* (Berlin: Schreiber, Hans-Wilhelm).

Schwartz, M.R., Weaver, F.A., Bauer, M.A., and Siegel, A.A. (1993). Refining the indications for arteriography in penetrating extremity trauma: A prospective analysis. *Journal of Vascular Surgery* 17, 116-124.

Sellei, R.M., Hildebrand, F., and Pape, H.C. (2014). Acute extremity compartment syndrome : Current concepts in diagnostics and therapy. *Der Unfallchirurg* 117, 633-649.

Shafizadeh, S., Tjardes, T., Steinhausen, E., Balke, M., Paffrath, T., Bouillon, B., and Bathis, H. (2010). Advanced Trauma Life Support (ATLS) in the emergency room. Is it suitable as an SOP?. *Der Orthopade* 39, 771-776.

Stone, T.J., Norbet, C., Rhoades, P., Bhalla, S., and Menias, C.O. (2014). Computed tomography of adult blunt abdominal and pelvic trauma: implications for treatment and interventions. *Seminars in roentgenology* 49, 186-201.

Teasdale, G., and Jennett, B. (1974). Assessment of coma and impaired consciousness. *The Lancet* 304, 81-84.

Teebken, O., and Haverich, A. (2005). Diagnostik und Therapie thorakaler Gefäßverletzungen. *Zentralblatt für Chirurgie* 130, 14-22.

Trauma, A.C.o.S.C.o. (2006). Resources for optimal care of the injured patient: an update. Task force of the Committee on Trauma, American College of Surgeons. *Bulletin of the American College of Surgeons* 75, 20-29.

Varnaccia, G., Rommel, A., and Saß, A. (2013). *Das Unfallgeschehen bei Erwachsenen in Deutschland* (Berlin: Robert-Koch-Institut).

Villavicencio, R.T., and Auca, J.A. (1999). Analysis of laparoscopy in trauma. *Journal of the American College of Surgeons* 189, 11-20.

Weiß, C. (2013). *Basiswissen medizinische Statistik* (Wiesbaden: Springer).

Weldon, Christopher, B., and Silberfein, E. (2002). ATLS Training: a novel approach. *Bulletin of the American College of Surgeons* 87, 15-19.

Wiewiora, M., Sosada, K., and Piecuch, J.Z., W (2011). The role of laparoscopy in abdominal trauma - review of the literature. *Wideochir Inne Tech Malo Inwazyjne* 6, 121-126.

Wilmink, A., and Quick, C. (1998). Epidemiology and potential for prevention of abdominal aortic aneurysm. *The British journal of surgery* 85, 155-162.

Xenos, E.S., Abedi, N.N., Davenport, D.L., Minion, D.J., Hamdallah, O., Sorial, E.E., and Endean, E.D. (2008). Meta-analysis of endovascular vs open repair for traumatic descending thoracic aortic rupture. *J Vasc Surg* 48, 1343-1351.

Zaage, J., and Marintschev, I. (2005). Komplikationen und Komplikationsvermeidung beim Abdominaltrauma. *Trauma und Berufskrankheit* 7, S194-S201.

7 LEBENS LAUF

PERSONALIEN

Name und Vorname: Franziska Gisela Obitz
Geburtsdatum: 24.12.1989
Geburtsort: Ludwigshafen am Rhein
Familienstand: ledig
Vater: Peter Obitz, Dipl. Ing.
Mutter: Barbara Obitz, Lehrerin

SCHULISCHER WERDEGANG

2000 – 2009 Hannah-Arendt-Gymnasium in Hassloch
März 2009 Abschluss: Abitur

UNIVERSITÄRER WERDEGANG

WS 2009/10 Beginn des Studiums der Humanmedizin
An der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg,
momentan im 11. Semester
08.09.2011 Erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung (M1)
Seit Oktober 2011 Hauptstudium

8 DANKSAGUNG

Ich danke meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. med. Kai Nowak für die Überlassung des Themas dieser Arbeit und die ausgezeichneten Möglichkeiten, es zu bearbeiten. Als erster Gutachter unterstützte er mich mit akademischem Rat und seinen wertvollen Anregungen. Zu besonderem Dank bin ich außerdem meinem Betreuer Dr. med. Georgi Vassilev verpflichtet, der jederzeit für konstruktive Gespräche zur Verfügung stand und mir immer wieder neue thematische und wissenschaftliche Hinweise gab. Er war mir stets ein Ansprechpartner, der meine Arbeit mit konstruktiver Kritik bereicherte.

Ebenso geht mein Dank an Frau Hillenbrand, die mir bei der Arbeit im Archiv und bei organisatorischen Hürden eine große Hilfe war. Frau Büttner danke ich für die Unterstützung bei der Datenaufbereitung.

Ich danke Simon Thönnies, der mir stets Mut zugesprochen und mich in meiner Arbeit bestärkt hat. Und nicht zuletzt danke ich meinen Eltern, die in jeglicher Hinsicht die Grundsteine für meinen Weg gelegt haben.