

Aus der Klinik für Chirurgie  
der Universität zu Lübeck  
Direktor: Prof. Dr. med. H.-P. Bruch

---

**Chirurgisches Management penetrierender Verletzungen zu  
Friedenszeiten an einer deutschen Universitätsklinik**

Inauguraldissertation  
zur  
Erlangung der Doktorwürde  
der Universität zu Lübeck  
**- Aus der Medizinischen Fakultät -**

vorgelegt von  
Claudia Hindel  
aus Barth

Lübeck 2006

1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. K.-H. Staubach
2. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. Klaus Gerlach

**Tag der mündlichen Prüfung: 27.04.2007**

Zum Druck genehmigt. Lübeck, den 27.04.2007

Gez. Prof. Dr. med. Werner Solbach  
- Dekan der Medizinischen Fakultät

## Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
AB	Antibiotika
Abb.	Abbildung
ALS	Advanced Life Support
ANV	Akutes Nierenversagen
AP	Anus praeter
ARDS	Adult Respiratory Distress Syndrom
AÜS	Abdomenübersicht
BLS	Basic Life Support
BRD	Bundesrepublik Deutschland
BWK	Brustwirbelkörper
bzw.	beziehungsweise
CT	Computertomographie
CCT	Craniale Computertomographie
d	Tage
DCS	Damage Control Surgery
DGU	Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie
EK	Erythrozytenkonzentrat
EU	Europäische Union
FAF	Freie abdominelle Flüssigkeit
FFP	Fresh Frozen Plasma
FK	Fremdkörper
GCS	Glasgow Coma Scale
ggf.	gegebenenfalls
h	Stunden
Hb	Hämoglobin
ISS	Injury Severity Score
ITN	Intubationsnarkose
ITS	Intensivstation
KM	Kontrastmittel
LA	Lokalanästhesie
Lkw	Lastkraftwagen

min	Minuten
ml	Milliliter
MRT	Magnetresonanztomographie
NA	Notarzt
OP	Operation
o.p.B.	ohne pathologischen Befund
Pat.	Patient(en)
PDA	Periduralanästhesie
PKS	Polizeiliche Kriminalstatistik
PRS	Proktorektoskopie
PV	Penetrierende Verletzung
SSTV	Schuss- und Stichverletzung(en)
ST	Sternotomie
STV	Stichverletzung(en)
SV	Schussverletzung(en)
Tab.	Tabelle
TD	Thoraxdrainage
TK	Thrombozytenkonzentrat
TT	Thorakotomie
UK S-H	Universitätsklinikum Schleswig-Holstein
V.	Vena
VATS	Video Assisted Thoracic Surgery
VU	Verkehrsunfall
ZVD	Zentraler Venendruck

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>		<b>1</b>
1.1	Vorbemerkung	1
1.2	Historisches	1
1.3	Epidemiologie	3
1.4	Grundlagen zum Verletzungsmuster von Schuss- und Stichverletzungen	4
1.4.1	Stichverletzungen	4
1.4.2	Schussverletzungen	5
1.4.2.1	Allgemeines	5
1.4.2.2	Ballistik, Waffe und Projektil	5
1.5	Allgemeine Prinzipien in der Behandlung von Schuss- und Stichverletzungen	7
1.6	Schuss- und Stichverletzungen in Abhängigkeit von der Lokalisation	8
1.7	Pfählungsverletzungen	10
1.7.1	Allgemeines	10
1.7.2	Pfählungsverletzungen in Abhängigkeit von der Lokalisation	10
1.8	Fragestellung und Ziel der Arbeit	11
<b>2. Material und Methoden</b>		<b>12</b>
2.1	Patientenauswahl	12
2.2	Datenerhebung	12
2.3	Auswertung	12
2.4	Statistik	13
<b>3. Ergebnisse</b>		<b>15</b>
3.1	Schuss- und Stichverletzungen	15
3.1.1	Biographische Daten	15
3.1.2	Art und Schwere der Verletzung	15
3.1.3	Auswertungszeitraum und Aufnahmezeit	16
3.1.4	Verletzungsmotive	18

3.1.5	Verletzungslokalisierung	19
3.1.6	Akutdiagnostik	20
3.1.7	Erstversorgung der Verletzten	21
3.1.8	Operative Erstversorgung	21
3.1.9	Versorgung in Abhängigkeit von der Verletzungslokalisierung	23
3.1.10	Folgeoperationen und operative Spätversorgung	24
3.1.11	Gabe von Blutprodukten und Medikamenten	25
3.1.12	Verlauf und Behandlungsergebnisse	26
3.1.13	Schuss- und Stichverletzungen an Thorax und Abdomen	29
3.1.13.1	Thoraxverletzungen	29
3.1.13.2	Abdominalverletzungen	31
3.2	Pfählungsverletzungen	36
3.2.1	Allgemeine Patientendaten	36
3.2.2	Verletzungslokalisierung	36
3.2.3	Präoperative Diagnostik und Versorgung	37
3.2.4	Operative Versorgung von Pfählungsverletzungen	37
3.2.5	Verlauf und Behandlungsergebnisse	38
<b>4.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>40</b>
4.1	Schuss- und Stichverletzungen	40
4.1.1	Vergleich der eigenen Ergebnisse mit früheren Untersuchungen	40
4.1.1.1	Epidemiologie	40
4.1.1.2	Erstversorgung	42
4.1.1.3	Versorgung von Schuss- und Stichverletzungen in Abhängigkeit von der Lokalisation	45
4.1.1.3.1	Verletzungen des Kopfes	45
4.1.1.3.2	Verletzungen des Halses	45
4.1.1.3.3	Verletzungen des Thorax	47
4.1.1.3.4	Abdominelle Verletzungen	52
4.1.1.3.5	Weichteil- und Extremitätenverletzungen	58
4.1.1.4	Gabe von Blutprodukten und Antibiotika	59

4.1.1.5	Verlauf und Behandlungsergebnisse	60
4.1.2	Kritische Einordnung der eigenen Ergebnisse und Schlussfolgerungen	62
4.1.2.1	Empfehlung zur Erstversorgung von Schuss- und Stichverletzten	62
4.1.2.2	Empfehlungen für die Versorgung von Schuss- und Stichverletzten in Abhängigkeit von der Verletzungslokalisation	63
4.1.2.2.1	Versorgung von Kopfverletzungen	63
4.1.2.2.2	Versorgung von Halsverletzungen	63
4.1.2.2.3	Versorgung von Thoraxverletzungen	63
4.1.2.2.4	Versorgung von abdominellen Verletzungen	65
4.1.2.2.5	Versorgung von Verletzungen des Bewegungsapparates	67
4.1.2.3	Empfehlungen zur Therapie mit Blutprodukten und Antibiotika	67
4.1.2.4	Fazit	68
4.2	Pfählungsverletzungen	69
4.2.1	Vergleich der eigenen Ergebnisse mit früheren Untersuchungen	69
4.2.2	Kritische Einordnung der eigenen Ergebnisse und Schlussfolgerungen	71
<b>5.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>72</b>
<b>6.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>74</b>
<b>7.</b>	<b>Danksagung</b>	<b>91</b>
<b>8.</b>	<b>Lebenslauf</b>	<b>92</b>
<b>9.</b>	<b>Publikationen</b>	<b>94</b>



## **1. Einleitung**

### **1.1 Vorbemerkung**

Penetrierende Verletzungen (PV) können durch Stichwaffen oder andere scharfe Instrumente, Schusswaffen oder Pfählungen verursacht werden. Dabei handelte es sich bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts hauptsächlich um Kriegsverletzungen, so dass ein Großteil der Kenntnisse um PV aus der Militärmedizin herrührt. Heutzutage hat sich dieses Bild gewandelt. Kriminelle Delikte, aber auch Suizidversuche oder private und berufliche Unfälle treten als Ursache in den Vordergrund. Bei Pfählungsverletzungen handelt es sich nicht selten um autoerotisch motivierte Traumata.

Die Versorgung von PV stellt aufgrund ihrer möglichen Vielfalt und Verletzungsschwere bis heute eine Herausforderung an die behandelnden Ärzte dar. Neben der Art der präklinischen Versorgung ist dabei gerade bei komplexem Verletzungsmuster das optimale Zusammenwirken von Diagnostik und Therapie entscheidend. Die Versorgung solcher Verletzungsmuster weicht in Abhängigkeit von Art, Ausmaß der Verletzung sowie den örtlichen Versorgungsmöglichkeiten häufig von gegebenen Empfehlungen ab. Therapiestandards wurden aufgrund des extrem inhomogenen Krankengutes und den regional unterschiedlichen Voraussetzungen bislang kaum entwickelt.

### **1.2 Historisches**

Die Behandlung penetrierender Verletzungen lässt sich weit zurückverfolgen. Schon Homer beschrieb in seiner *Ilias* zirka 140 Wunden verursacht durch Lanzenstich, Pfeil und Steinwurf. Chirurgische Maßnahmen bestanden damals hauptsächlich im Herausziehen der FK, z.T. nach chirurgischer Erweiterung der Wunde. Anschließend wurden die Wunden mit Säften beträufelt und verbunden. An diesen Methoden änderte sich lange Zeit nur wenig. Durch die Erfindung des Schießpulvers 1330 sahen sich Bader, Heiler und Chirurgen mit einer neuen Art von Wunden konfrontiert. Bei Quetschungen, Zerreißen und Verunreinigung durch das Schießpulver blieb für Extremitätenverletzungen oft die Amputation als ultima ratio. Zur Blutstillung wurden die Wunden ausgeglüht. Die Wundbehandlung dieser Zeit beschreibt Chauliac im 14. Jahrhundert in seiner *Chirurgia magna*. Paré wandte 1552 erstmals die Gefäßligatur bei Amputationen an.

Er erkannte als Erster, dass Schießpulver als solches nicht giftig ist und behandelte Wunden durch ein Débridement. Seit dieser Zeit hat sich das Wissen und die Behandlung von PV gewandelt. Die Entwicklung neuer Techniken in der Viszeral- und Thoraxchirurgie revolutionierte die Versorgung Schwerverletzter. So beschrieb Rehn 1897 die erste erfolgreiche Naht einer Herzstichverletzung [121]. Trotz dieser Fortschritte blieb die Prognose vieler Schwerverletzter im I. Weltkrieg aufgrund hoher Infektionsraten und unzureichender Anästhesiebedingungen schlecht. Die Mortalitätsrate operativ versorgter Schussverletzter lag mit über 50% nur wenig unter der Gesamtmortalität [45, 51].

Die Verletzten des II. Weltkrieges konnten bereits von den Weiterentwicklungen der Anästhesie mit Einführung geschlossener Respiratorsysteme, Reanimation und Schockbehandlung, der Entdeckung des Penicillins sowie von der stetigen Optimierung operativer Kenntnisse profitieren.

Während beider Weltkriege dokumentierte man die gewonnenen Erfahrungen für retrospektive Studien. Auf den so aquirierten Daten basierten zunächst die Empfehlungen in den ersten Nachkriegsjahren. Aus chirurgischer Sicht wurden und werden vor allem die Indikation zur Laparotomie, das Anlegen eines Stomas bei Kolonverletzungen sowie die Behandlung des Hämato-pneumothorax diskutiert. Hier hat sich z.B. weitläufig die TD durchsetzen können. Unterschiedliche Meinungen bestehen bis heute hinsichtlich der Indikation zur TT. Weitere Erfahrungen lieferten die Kriege in Korea und Vietnam, jüngst auch in den Ländern des ehemaligen Jugoslawiens.

Wenn auch die Kriegschirurgie einen enormen Zugewinn an Kenntnissen um die Behandlung von SSTV erbracht hat, sind diese nicht ohne weiteres in Friedenszeiten auf die hoch entwickelten Industrienationen übertragbar.

In den modernen Ländern Mittel- und Westeuropas herrschen z.B. bessere diagnostische und therapeutische Voraussetzungen als in Südafrika oder im Nahen Osten. So können hiesige Standards weder auf diese Länder noch auf die USA übertragen werden. Aufgrund der hohen Inzidenz und der hierdurch weitreichenden Erfahrungen mit PV werden in den o.g. Ländern andere Konzepte als in Deutschland favorisiert. Trotzdem sollten im Zeitalter der „Evidence-based-Medicine“ allgemein gültige Algorithmen und Standards angestrebt werden. So war auch am UK S-H die chirurgische Behandlung PV noch durch das Fehlen einheitlicher diagnostischer Strategien und Therapiekonzepte geprägt.

### 1.3 Epidemiologie

Weltweit starben im Jahr 1990 ca. 5 Millionen Menschen verletzungsbedingt [17]. Dabei dominierte in dem von der DGU für 2002 herausgegebenen Traumaregister das stumpfe Trauma mit einem Anteil von 94,8% gegenüber den PV mit 4,4%. Häufigste Ursache sind Verkehrsunfälle [4]. SSTV sind im Vergleich zu Staaten mit einer hohen Kriminalität (z.B. USA, Südafrika) selten Ursache schwerer Verletzungen. So wird für das Abdomen im Gegensatz zu angloamerikanischen Publikationen im deutschsprachigen Raum ein Verhältnis von 10:1 von stumpfen gegenüber penetrierenden Traumata beschrieben [68, 110, 111]. Hingegen sind in den USA ca. 70% aller Abdominaltraumata penetrierend. Die SV stellt dabei die häufigste Todesursache junger Erwachsener dar [119].

In einem 1993-1997 in Deutschland und der Schweiz erfassten Patientenkollektiv ist der Anteil penetrierender Traumata bei Schwerverletzten nur 7,2%. Hier besteht jedoch eine höhere Letalität der PV im Vergleich zu stumpfen Verletzungen (22,8% vs. 18,3%). Der Anteil von Suiziden bei PV war 21,6% [11].

Auch das Verhältniss von Stich- zu Schussverletzungen zeigt Unterschiede. In deutschen Publikationen überwiegen STV deutlich. SV machen weniger als ein Viertel der PV aus [110, 143]. Ähnliche Angaben machen Autoren aus Finnland, Südafrika und Peru [33, 97, 146]. In den USA überwiegen hingegen SV, was vermutlich auf die freie Verfügbarkeit von Schusswaffen zurückzuführen ist [5, 97]. Auch in Deutschland kam es in den letzten Jahren zu einer Häufung von Straftaten mit gefährlicher und schwerer Körperverletzung. Die PKS 2002 nennt eine Steigerungsrate von 5,5% gegenüber 2001, wobei, statistisch gesehen, in nur 1,3% der Fälle eine Schusswaffe benutzt wurde. Zu beobachten ist ein Ansteigen der Häufigkeitszahlen mit wachsender Einwohnerzahl eines Ortes [21].

In einer Auswertung aller deutschen Städte über 200.000 Einwohner sowie der Landeshauptstädte wurde für Lübeck die zweitgrößte Häufigkeitszahl für Körperverletzungen genannt. Dies wird nur von Berlin übertroffen. Somit liegt Lübeck noch vor Metropolen wie Hamburg und Frankfurt am Main. Sie stellt damit auch den entscheidenden Negativfaktor für das Land Schleswig-Holstein dar [21].

Zudem berichtet die PKS für 2002 über eine Zunahme der Straftaten mit Schusswaffenverwendung von 1,8% gegenüber 2001 [21]. Diese Zahlen und Statistiken stellen ein gefährliches Potential dar, welches eine Zunahme von SSTV, speziell auch in Lübeck, erwarten lässt.

SSTV haben ein erhebliches Verletzungspotential. Gerade nach SV versterben einige Pat. noch am Tatort. Über diese Gruppe liegen in Deutschland kaum statistische Angaben vor. Betroffen sind hauptsächlich Pat. mit PV des Kopfes und Herzens. Stahl beschreibt eine präklinische Mortalität nach STV des Herzens von 60% und nach SV von 89% [134].

In deutschen Publikationen wird eine Letalität für SSTV nach Erreichen der Klinik von 3,5-5,4% beschrieben [110, 143]. Vergleiche zu Amerika und Südafrika sind nur bedingt möglich, da aufgrund der hohen Fallzahlen nur bestimmte Lokalisationen der Verletzung, selten jedoch ein Gesamtkollektiv, untersucht wurden. Für penetrierende thorakoabdominelle Verletzungen wurde z.B. eine Mortalität von 31%, für PV des Herzens von 23-77% angegeben, wobei SV auch hier eine deutlich höhere Letalität haben [5, 6, 8, 70, 77, 96, 103, 106, 140, 144].

In der Gesamtschau der vorliegenden Literatur differieren die Mortalitätsraten auch in Abhängigkeit von der betroffenen Körperregion. Allgemein gilt jedoch, dass SV eine höhere Letalität als STV der gleichen Lokalisation haben.

Pfählungsverletzungen stellen eine seltene Entität dar. So berichtet eine deutsche Arbeit aus Würzburg über nur 11 Pat. mit abdominoperinealen Pfählungsverletzungen in 4 Jahren [13]. Komplikationen nach perinealer oder rektaler Pfählung sind häufig septische Prozesse oder Inkontinenz. Transthorakale und transabdominelle Pfählungen hingegen können bei Beteiligung großer Gefäße oder komplexem Verletzungsmuster tödlich verlaufen.

## **1.4 Grundlagen zum Verletzungsmuster von Stich- und Schussverletzungen**

### **1.4.1 Stichverletzungen**

STV sind glattrandige Verletzungen, deren Hautwundlänge in der Regel kleiner ist als die Wundtiefe. Sie werden durch mechanische Einwirkung spitzer oder scharfer Gegenstände, z.B. Messer, Dolche, Werkzeuge, verursacht. Die Beurteilung einer STV muss folgende Faktoren berücksichtigen: Art der Tatwaffe, Klingebreite, Einstichtiefe, Stichwucht, Stichrichtung, Ein- oder Zweischneidigkeit der Klinge, Selbst- oder Fremdbeibringung. Die Länge der Hautwunde lässt keinen Rückschluss auf die Klingebreite zu. Ebenso kann die Klingenlänge nicht direkt mit der Einstichtiefe korreliert werden. Selten findet man neben einem Einstich auch einen Ausstich.

Des Weiteren muss bei der Wundinspektion die mögliche kulissenartige Verziehung des Stichkanals beachtet werden. Im Gegensatz zu STV ist bei Schnittverletzungen die Eindringtiefe geringer als die Wundlänge. Beide Verletzungsarten können auch kombiniert auftreten [122].

Insgesamt sind STV im Vergleich zu SV leichter zu beurteilen und zeigen eine günstigere Prognose. Das Verletzungsmuster hängt im Wesentlichen von der Tiefe und dem Verlauf des Stichkanals ab.

## **1.4.2 Schussverletzungen**

### **1.4.2.1 Allgemeines**

SV sind in ihrem Verletzungsmuster komplexer. Das Ausmaß hängt vom Verlauf des Schusskanals, von der Schussentfernung, der Geschossenergie (Druckwelle), der Projektilart und der Beschaffenheit des betroffenen Gewebes ab.

So ist der Energietransfer beim Einschuss von der Gewebedichte abhängig. Bei hoher Dichte, z.B. in Knochen oder Leber, kann viel Energie absorbiert werden, was zu einem größeren Defekt mit größerem Durchmesser des Schusskanals führt. Ein geringerer Defekt entsteht vergleichsweise an der luftgefüllten Lunge mit niedriger spezifischer Dichte. Trifft ein Geschoss auf flüssigkeitsgefüllte oder wasserreiche Organe, so führt die Druckwelle bei fehlender Komprimierbarkeit der Flüssigkeit zur Organperforation, wie z.B. bei Herz, Harnblase, Darm oder Gehirn. Ein typisches Beispiel ist der Mundschuss, bei dem die Druckwelle zur Zerreißung des Gehirns sowie zur Berstungsfraktur des Schädels führt.

Bei SV unterscheidet man zwischen Steckschuss, Streifschuss, Durchschuss, Winkelschuss durch Ablenken des Projektils im Körper und Gellerschuss durch Ablenken des Geschosses beim Flug durch Gegenstände. Der Krönleinschuss führt zur Aufspaltung des Schädels mit Exenteration des Gehirns [122].

### **1.4.2.2 Ballistik, Waffe und Projektil**

Das Wort Ballistik leitet sich von dem griechischen Wort *ballein* – *werfen* ab. Ballistik ist im ursprünglichen Sinn die Lehre von geworfenen Gegenständen. Von Schusswaffen abgegebene Geschosse stellen solche Gegenstände dar. Eine Schusswunde entsteht durch das Auftreffen des Geschosses auf den Körper und der damit verbundenen Gewebeschädigung.

Das Verletzungsausmaß hängt von der kinetischen Energie, der Form, Größe und dem Auftreffwinkel des Projektils, der Munitionsart, dem Waffentyp und der Schussdistanz ab. Auch mitgerissene FK sowie die Dichte des betroffenen Gewebes bestimmen die Schwere einer SV.

Die kinetische Energie des Geschosses wird durch seine Geschwindigkeit und Masse ( $E_{\text{kin}} = 0,5 \times m \times v^2$ ) bestimmt. Die Geschwindigkeit ergibt sich aus der Differenz zwischen Ein- und Ausschussgeschwindigkeit ( $v = v_1 - v_2$ ) und geht im Quadrat in die Formel ein. So führt eine Zunahme der Geschossgeschwindigkeit zur exponentiellen Energiezunahme. Beim Auftreffen wird ein Teil der kinetischen Energie auf das Gewebe übertragen und das Geschoss abgebremst. Je stärker dieses Abbremsen (Differenz zwischen  $v_1 - v_2$ ) erfolgt, um so größer ist die Energieabgabe an das Gewebe.

Ein weiterer Faktor für die Gewebeschädigung ist die Kavitation. Sie bezeichnet die Bildung einer temporären Gewebehöhle um den Schusskanal durch Beschleunigung des Gewebes in alle Richtungen im Augenblick der Penetration. Dabei entsteht ein Unterdruck, der darauf zu einem Kollabieren der Höhle führt. Dieses Phänomen führt zur Schädigung auch fern vom Schusskanal gelegener Gewebe und der dazu gehörigen Gefäßversorgung. Der Effekt wird klinisch sichtbar, indem sich auch Stunden nach der Verletzung noch Nekrosen bilden.

Nach der Geschossgeschwindigkeit unterscheidet man Verletzungen durch Niedriggeschwindigkeitsgeschosse  $<340$  m/s (Pistolen, Revolver, Luftgewehre), Hochgeschwindigkeitsgeschosse von  $>340$  m/s (z.B. Kriegswaffen, wie Karabiner, Sturm- und Maschinengewehre) oder Sekundärgeschosse wie Granatsplitter und Fragmente von Minen und Projektilen mit einer Geschwindigkeit von bis zu 2000 m/s [17]. Seltene Schusswaffen sind Bolzenschussapparate, Nagelsetzgeräte oder Pfeile.

Das Kaliber beschreibt den inneren Durchmesser des Laufes einer Waffe und gibt die Geschossgröße vor. Gebräuchlich sind Kaliber von 5,56 bis 11,4 mm. Bei der Munition gibt es eine große Vielfalt. Die Patronen bestehen aus einer Hülse mit der Pulverladung (Treibsatz) und dem Projektil. Durch den Zündsatz kommt es zur Explosion des Treibsatzes und damit zum Ausstoß des Projektils aus der Hülse.

Das Geschoss besteht aus einem Bleikern, welcher von einem Mantel ganz oder teilweise umgeben ist. Teilmantelgeschosse zersplittern im Körper und erzielen so eine größere Wirkung.

Illegal sind sogenannte „Dumdum“-Geschosse, deren Spitze abgetrennt oder weich ist, so dass beim Auftreffen mehr Energie freigesetzt wird, was zu einer ausgedehnten Gewebsschädigung führt [17, 122].

Eine besondere Entität stellen Schrotschusswaffen dar, die zu einer ausgedehnten Gewebeerreißung führen, da aus einer Schrotpatrone 70-390 Schrotkugeln freigesetzt werden, die dann mit einer Streuung auf die Körperoberfläche auftreffen und hier einen großen Teil ihrer Energie abgeben.

Auch wenn Details zu Waffe und Projektil den behandelnden Ärzten nur selten bekannt waren, sind ballistische Grundkenntnisse Voraussetzung zum Verständnis und zur Behandlung von Schussverletzungen.

### **1.5 Allgemeine Prinzipien in der Behandlung von Schuss- und Stichverletzungen**

In Abhängigkeit von der Lokalisation sowie der Beteiligung großer Gefäße sind SSTV mehr oder minder lebensbedrohlich und erfordern somit eine unverzügliche Diagnostik. Körperstammnahe Verletzungen können durch die Beteiligung großer Gefäße oder von Organen mit hohem Blutumsatz (z.B. Herz, Leber, Milz) zu erheblichen Blutverlusten führen.

Für Pat. mit PV im hämorrhagischen Schock gibt es nur den einen erfolgreichen therapeutischen Ansatz der operativen Blutstillung, da jede Verzögerung und Verlängerung des Schockgeschehens zu einer Verschlechterung der Prognose führt. Gerade bei kreislaufinstabilen Pat. sollten aus diesem Grund präklinische und diagnostische Maßnahmen auf ein Minimum reduziert werden.

So wird bei Kreislaufinstabilität mittlerweile nicht nur im amerikanischen, sondern auch im europäischen Schrifttum der sofortige Transport in die Klinik im Sinne eines „load and go“ gegenüber dem „stay and play“ favorisiert [11, 17, 111]. Eine große Metaanalyse mit umfangreichem Literaturreview ergab für die präklinische Behandlung von PV keine Vorteile für den „Advanced Life Support“ (ALS) gegenüber dem „Basic Life Support“ (BLS) [91]. Im Gegensatz zum ALS verzichtet der BLS auf den Einsatz von Hilfsmitteln oder Medikamenten.

Ebenfalls für die Prognose von Pat. im hämorrhagischen Schock nach PV von Bedeutung sind Beginn und Umfang der Volumenersatztherapie sowie die Auswahl des Volumenersatzmittels.

Dabei werden Vorteile für die verzögerte Flüssigkeitssubstitution mit der Zielgröße „niedrige mittlere arterielle Drucke“ sowie für den kristalloiden Volumenersatz gesehen [17].

Die Art der präklinischen Rettung und initialen Volumenersatztherapie sind für die Prognose mitbestimmend. Sie gehören primär jedoch nicht in den chirurgischen Aufgabenbereich, und wurden aus diesem Grund nicht in die Auswertung mit einbezogen und in der Folge auch nicht weiter diskutiert. Der Chirurg beeinflusst erst in der Notaufnahme als „Traumaleader“ das diagnostische und therapeutische Procedere und somit die weitere Prognose.

Vom NA ergriffene Maßnahmen, die von der zuständigen Rettungsstelle bereits vor Ankunft des Pat. in der Klinik übermittelt werden (Intubation, Thoraxdrainage und Reanimation), sind oft Ausdruck eines kritischen Zustandes und haben somit Einfluß auf die vom Chirurgen einzuleitenden Maßnahmen. Daher fanden diese Kriterien nur in Hinblick auf das zu erwartende Verletzungsausmaß und die weitere Prognose des Pat. Berücksichtigung.

### **1.6 Schuss- und Stichverletzungen in Abhängigkeit von der Lokalisation**

Die Verletzung lebenswichtiger Strukturen bestimmt maßgeblich die Prognose.

SV des Kopfes haben ein großes Verletzungspotential durch die sich im wasserreichen Gewebe des Gehirns ausbreitende Druckwelle. Es kann zu ausgeprägten Kontusionen, intrakraniellen Raumforderungen durch begleitende Gefäßverletzungen, Gehirnerreißung und Berstungsfraktur des Schädels kommen. Knochenfragmente und Geschosssplitter vergrößern das Ausmaß der Verletzung noch. Selbst wenn die Pat. die Klinik noch lebend erreichen und eine Therapie erfolgt, besteht eine hohe Letalität von über 50%, wobei Steckschüsse eine bessere Prognose als Durchschüsse zeigen [116].

Bei SSTV des Halses muss eine sorgfältige Wundexploration erfolgen, bei Kreislaufstabilität sollten Verletzungen von Gefäßen, Trachea und Ösophagus durch eine sorgfältige klinische Untersuchung mit ggf. weiterführender Diagnostik (Röntgen, CT, Angiographie, Endoskopie) ausgeschlossen werden.

Thorakale STV stellen aufgrund der möglichen Beteiligung von Lunge, Herz und großen Gefäßen primär eine Lebensbedrohung dar. Neben körperlicher Untersuchung sowie Erfassung der Vitalparameter sind Ultraschall und Thoraxröntgen die entscheidenden diagnostischen Maßnahmen.

Bei vitaler Gefährdung muss ggf. unter Verzicht auf eine bildgebende Diagnostik allein die klinische Untersuchung über das weitere Procedere entscheiden und eine Notfallversorgung im Schockraum bzw. OP erfolgen. Die Anlage einer TD ist von hohem diagnostischem und therapeutischen Stellenwert. Die Indikation zur TT bzw. VATS bei Kreislaufstabilität wird in der Literatur sehr kontrovers diskutiert.

In der Diagnostik von SSTV der unteren Thoraxapertur ist eine mögliche Zwerchfellverletzung und Beteiligung abdomineller Organe zu berücksichtigen. Ebenso müssen STV des Oberbauchs auf Zwerchfellverletzungen untersucht werden, um einen möglichen Hämato-/Pneumothorax frühzeitig zu erkennen.

Bei abdominellen STV steht diagnostisch zunächst die Frage nach einer Perforation des Peritoneums und einer damit möglichen Organverletzung im Vordergrund. Da durch alleinige Exploration der Wunde eine Peritonealverletzung aufgrund des Kulissenphänomens nicht auszuschließen ist, wird im deutschsprachigen Raum die operative Revision empfohlen [111]. Hier kommt der Laparoskopie ein hoher diagnostischer und therapeutischer Stellenwert zu. Trotz methodischer Defizite im Ausschluss von Darmverletzungen konnten so die Raten negativer Laparotomien deutlich verringert werden [67, 78, 100, 115, 150].

Nahezu unumstritten ist die Notwendigkeit einer operativen Exploration bei abdominellen Schusswunden [19, 143]. Diese scheint gerechtfertigt, da aufgrund der o.g. Mechanismen eine Beurteilung des Verletzungsausmaß allein anhand des Schusskanals nicht möglich ist. Es gibt jedoch auch Verfechter des selektiven nichtoperativen Managements abdomineller SV [127].

STV der Extremitäten sind selten lebensbedrohlich, können jedoch mit Nerven- und Gefäßschädigungen im Verlauf des Stichkanals einhergehen. Vor der Versorgung sind die periphere Durchblutung und Nervenfunktion zu prüfen [107].

SV der Extremitäten führen häufig zu ausgedehnten Weichteilschäden und Knochenfrakturen mit mehreren Fragmenten. Eine Ablenkung des Geschosses durch Knochen und die Versprengung von Knochen- und Geschosssplittern erweitern noch das Verletzungsausmaß. Bei ausgedehnter Gewebszerreißen oder Beteiligung großer Gefäße können jedoch auch sie lebensbedrohlich sein.

## **1.7 Pfählungsverletzungen**

### **1.7.1 Allgemeines**

Die Pfählungsverletzung wird in der Literatur sehr unterschiedlich definiert. Dabei wird z.T. nur die Aufspießung in der Genital-, Damm- und Perianalregion beschrieben, so auch in klinischen Wörterbüchern wie dem Pschyrembel. Letztlich fassen wir unter dem Begriff alle PV zusammen, die durch das Eindringen meist stumpfer, selten auch spitzer Gegenstände in Weichteile oder Körperhöhlen, einen unregelmäßigen Wundkanal sowie Quetschungen und Schürfungen an den Wundrändern hinterlassen. Bei Pfählungen durch Sturz aus großen Höhen kommt es zu einer Kombination von stumpfem und penetrierendem Trauma.

### **1.7.2 Pfählungsverletzungen in Abhängigkeit von der Lokalisation**

Die Verletzungsschwere hängt von den betroffenen Körperregionen ab. Die Beschaffenheit des Pfählungsgegenstandes, also Länge, Durchmesser, Form und Spitzenbeschaffenheit, spielt beim Verletzungsausmaß eine erhebliche Rolle [122].

Wie bei den o.g. SSTV sollte durch entsprechende Diagnostik die Beteiligung thorakaler oder abdomineller Organe ausgeschlossen werden. So gilt auch hier die Notwendigkeit einer operativen Exploration bei dem geringsten Verdacht einer Peritonealperforation.

Besonderheiten finden sich bei den rektalen und perinealen Verletzungen. Ziel der Diagnostik muss es hier sein, Verletzungen des Darmes und Urogenitaltraktes nachzuweisen bzw. auszuschließen.

Neben der sorgfältigen Inspektion, rektal-digitalen Untersuchung und der Urinanalyse auf Mikro- und Makrohämaturie dienen hierzu v.a. endoskopische Untersuchungen (PRS, Cystoskopie) sowie retrograde KM-Darstellungen. Im Rahmen einer PRS kann eine Darmverletzung beurteilt werden. Dabei ist eine starke Luftinsufflation zu vermeiden, um im Falle einer Perforation einen Stuhlübertritt in die Peritonealhöhle nicht zu forcieren. Ein retrogrades Urethrogramm sollte bei vermuteter Harnröhrenläsion angefertigt werden [56].

## **1.8 Fragestellung und Ziel der Arbeit**

Bei PV handelt es sich um komplexe Verletzungen mit einer hohen Morbidität und Mortalität. Deswegen ist trotz der relativ geringen Häufigkeit in der Bundesrepublik Deutschland eine genaue Kenntnis der möglichen Verletzungsmuster und der damit verbundenen diagnostischen und therapeutischen Ansätze von großer Bedeutung.

Aufgrund der niedrigen Fallzahlen gibt es nur wenige Veröffentlichungen aus dem europäischen Raum. Dagegen gibt es eine Vielzahl von Arbeiten aus Amerika, Südafrika und den Kriegsgebieten des ehemaligen Jugoslawiens. Im Rahmen der dortigen Konflikte und Kriegszustände kam es zu einer traurigen Häufung vor allem von SV. Die Empfehlungen für Diagnostik und Therapie aus den unzähligen Veröffentlichungen aus Amerika oder Südafrika kritiklos zu übernehmen, scheint nicht gerechtfertigt. Zu unterschiedlich sind personelle, logistische und materielle Voraussetzungen sowie der Ausbildungsstand im ärztlichen Bereich.

Ziel dieser Arbeit ist es, anhand der regionalen Infrastruktur Empfehlungen für die Diagnostik und Therapie penetrierender Verletzungen aus der Sicht des Chirurgen zu erarbeiten, die als Grundlage für die spätere Erstellung von Richtlinien dienen könnten.

## **2. Material und Methoden**

### **2.1 Patientenauswahl**

Die Daten von 188 wegen Schuss- oder Stichverletzung stationär behandelten Pat. wurden in die Untersuchung integriert und ausgewertet. Die Pat. wurden in den Jahren 1986 bis 2005 an den Kliniken für Chirurgie, Unfallchirurgie, Herzchirurgie, Neurochirurgie und Kieferchirurgie des UK S-H, Campus Lübeck behandelt. Hinzu kommen die Daten von 11 Pat. mit einer Pfählungsverletzung aus dem gleichen Zeitraum. Aus der Studie ausgeschlossen wurden Pat., welche mit einer PV ambulant behandelt werden konnten. Weitere Ausschlusskriterien bestanden nicht.

### **2.2 Datenerhebung**

Die Datenerfassung erfolgte retrospektiv anhand der Patientenakten. Zur Zielgrössenerfassung wurde ein Dokumentationsbogen entwickelt (Abb.1). Anhand des Dokumentationsbogens sind die biographischen Daten der Pat., das Verletzungsmuster, die Art der Versorgung durch den NA, sowie die endgültige Versorgung erhoben worden. Des weiteren wurden Informationen zum klinischen Verlauf, zur Verabreichung von Blutprodukten sowie Medikamenten und zur Entlassung erfasst. Die Daten wurden in eine EXCEL-Oberfläche eingepflegt und damit der PC-basierten statistischen Auswertung zugänglich gemacht. Diese erfolgte sowohl mit MS EXCEL als auch mit Hilfe der SPSS-Software.

### **2.3 Auswertung**

Die Auswertung der gewonnenen Patientendaten erfolgte nach verschiedenen Kriterien. Beachtung fand dabei die Altersstruktur, Geschlechterverteilung und der Anteil von Ausländern am Gesamtkollektiv sowie die Ursache bzw. das Motiv der Verletzung. Ebenso wurden Aufnahmejahr und Aufnahmezeitpunkt berücksichtigt. Untersucht wurde das Verhältnis von Stich- zu Schussverletzungen, deren Erstversorgung bis zum Erreichen des Schockraums sowie die weitere Versorgung hinsichtlich Diagnostik und Therapie.

Die Auswertung berücksichtigte dabei die Abhängigkeit von Art und Lokalisation der Verletzung. Auch Komplikationen und Outcome wurden in dieser Abhängigkeit untersucht.

Die Verletzungsschwere wurde mit dem ISS (Injury Severity Score) beschrieben. Diese gängige Traumaklassifikation erlaubt die Beurteilung des Schweregrades einer Verletzung und richtet sich nach anatomisch-morphologischen Kriterien. Beurteilt werden 5 Körperregionen: Kopf/Hals, Gesicht, Thorax, Abdomen/Beckeninhalt und Extremitäten/Beckengürtel. Die drei am schwersten betroffenen Regionen werden mit einem Punktwert von 0-6 bewertet, deren Punktwerte werden quadriert und anschließend summiert. Ist eine Verletzung tödlich, so ist der ISS automatisch 75.

Da eine besondere Schwere bei thorakalen Verletzungen angenommen werden konnte, erfolgte eine gesonderte Auswertung dieser Patientengruppe bezüglich des Krankheitsverlaufes sowie der Datenvergleich mit dem Gesamtkollektiv.

Besonders bei den thorakalen und abdominellen sowie den Kombinationsverletzungen wurde das Therapieverfahren differenziert betrachtet. Es wurde zum einen zwischen operativen und nicht operativen Verfahren und zum anderen zwischen konventionellen Operationstechniken und minimal invasiven Operationsmethoden unterschieden.

## **2.4 Statistik**

Das sehr heterogene Patientengut ist bezüglich bestimmter Kriterien nach Häufigkeiten untersucht worden. Die relative Häufigkeit eines Merkmals ist durch Multiplikation mit 100 in der vorliegenden Arbeit immer in Prozent angegeben. Bei Merkmalen von besonderem Interesse sind sowohl Mittelwert, Median als auch die Standardabweichung errechnet worden. Die Angabe von Medianwerten war notwendig, um dem inhomogenen Krankengut gerecht zu werden. Ausreißerwerte („Outliers“) bei der Dauer bis zur therapeutischen Maßnahme, Operationszeiten und Aufenthaltsdauer wurden detektiert. Als Maß der Streuung wurde die Standardabweichung berechnet. Die Signifikanzberechnung erfolgte bei dem Vergleich von Häufigkeiten durch den Chi-Quadrat-Test ( $\chi^2$ -Test). Bei dem Vergleich von Medianen wurde der U-Test nach Mann und Whitney, im Folgenden als U-Test bezeichnet, angewandt. Bei einem Signifikanzniveau von  $\leq 0,05$  wurde eine statistische Signifikanz angenommen (Signifikanzniveau).

Zur graphischen Darstellung der Daten wurden Säulen- und Liniendiagramme erstellt.

**Dokumentationsbogen „Penetrierende Verletzungen“**

**Name:** **Vorname:** **Geb.datum:**  
**Aufn.datum:** **Aufn.zeit (3-FS):**

**Diagnosen:** **Lokalisation:** **Seite:**

**Erstversorgung durch Notarzt:** **Hämodynamisch**  
**stabil:**

<b>Schussverletzung:</b>	<b>ja / nein</b>	<b>Unfall:</b>	<b>ja / nein</b>
<b>Nahschuss (&lt;70cm):</b>	<b>ja / nein</b>	<b>Gewalttat:</b>	<b>ja / nein</b>
<b>Schreckschusspistole:</b>	<b>ja / nein</b>	<b>Suizid:</b>	<b>ja / nein</b>
<b>Anzahl Schüsse:</b>		<b>Beruf+Gewalt:</b>	<b>ja / nein</b>
<b>Stichverletzung:</b>	<b>ja / nein</b>	<b>Beruf+Unfall:</b>	<b>ja / nein</b>
<b>Anzahl Stiche:</b>		<b>Falsche Angaben:</b>	<b>ja / nein</b>
<b>Pfählungsverletzung:</b>	<b>ja / nein</b>		
<b>Sonstiges:</b>			

**Erstversorgung Schockraum:**

**Bülau präop:** **Rea präop:**

**Diagnostik präop.:**

**Dauer-zur-OP:** **OP-dauer:** **Narkose:**

**Intraoperativer Befund/Verletzungen:**

**Operation:**

**Re-Op:**

**EK:** **FFP:** **TK:** **ICU(d):** **Antibiotikatherapie:**

**Komplikationen:** **Therapie der Komplikationen:**

**Outcome:** **Aufenthaltsdauer:**  
**Restitutio:** **eingeschr. Heilung:** **bleibende Schäden:** **Tod:**

**Anmerkungen:**

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Schuss- und Stichverletzungen

##### 3.1.1 Biographische Daten

Von 1986 bis April 2005 wurden 188 Pat. erfasst. Insgesamt 166 (88,3%) waren männlich, 22 (11,7%) weiblich. Das mittlere Alter war 35,7. Der jüngste Pat. war 15, der Älteste 91 Jahre alt. Mit 34% waren am häufigsten Pat. in der dritten Lebensdekade betroffen.

Der Anteil ausländischer Pat. lag bei 23,4%. Bei Frauen war der Ausländeranteil mit 13,6% niedriger. Dagegen war er bei der Gruppe der durch Gewalt Verletzten (28,1%) und der beruflich Verunfallten (33,3%) höher.

##### 3.1.2 Art und Schwere der Verletzung

Von den 188 untersuchten Pat. erlitten 42 (22,3%) SV, 144 (76,6%) STV und zwei (1,1%) sowohl Stich- als auch Schussverletzungen, so dass insgesamt 146 Stichverletzte und 44 Schussverletzte zu verzeichnen waren. Die Geschlechterverteilung unterscheidet sich zwischen Schuss- und Stichverletzungen nur unwesentlich (Tab. 1).

Verletzungsart	Patientengruppe	Häufigkeit (n)	Prozent (%)
Schuss	Männlich	38	90,5
	Weiblich	4	9,5
	Gesamt	42	100
Stich	Männlich	126	87,5
	Weiblich	18	12,5
	Gesamt	144	100
Schuss und Stich	Männlich	2	100

Tab. 1: Geschlechterverteilung der Schuss- und Stichverletzten

Von den 44 SV sind insgesamt 45,5% als Nahschüsse aus bis zu 70 cm Entfernung erfolgt. 22,7% aller Schussverletzten und 32,2% aller Stichverletzten waren mehrfachverletzt (Tab. 2 und 3). War die Verwundung durch einen Unfall verursacht, gab es keine Mehrfachverletzungen.

Anzahl Schussverletzungen	Häufigkeit	Prozent
1	33	75,0
2	4	9,1
3	3	6,8
4	1	2,3
5	1	2,3
unbekannt	2	4,5
Gesamt	44	100,0

Tab. 2: Häufigkeiten der Einfach- und Mehrfachschussverletzungen

Anzahl Stichverletzungen	Häufigkeit	Prozent
1	99	67,8
2	21	14,4
3	12	8,2
4	7	4,8
5	3	2,1
6	1	0,7
7	2	1,4
8	1	0,7
Gesamt	146	100,0

Tab. 3: Häufigkeiten der Einfach- und Mehrfachstichverletzungen

Der Schweregrad der Verletzung wurde durch den „Injury Severity Score“ (ISS) bewertet. Dieser war im Mittel 20,37 (Standardabweichung 13,33). Der Maximalwert bei den nicht tödlich Verletzten war 54.

Unterschieden nach Art der Verletzung zeigten Schussverletzte eine größere Verletzungsschwere als Stichverletzte anhand des mittleren ISS (26,34 vs. 18,78). Bei den beiden Pat. mit SSTV ergab sich ein mittlerer ISS von 36.

Die bei Aufnahme hämodynamisch instabilen Pat. hatten im Vergleich zu den stabilen Pat. einen höheren Mittelwert des ISS (35,31 vs. 18,98). Das größere Ausmaß der Verletzungsschwere ist mit diesem Wert gut nachvollziehbar.

### 3.1.3 Auswertungszeitraum und Aufnahmezeit

Der Auswertungszeitraum umfasst 20 Jahre (1986 - 2005). Bis 1999 wurden 107 (57%) der Verletzten mit einem Durchschnitt von 1,7 Schussverletzten und 5,7 Stichverletzten pro Jahr aufgenommen. Ab 2000 wurden in einer Zeitspanne von 5 Jahren und 4 Monaten 81 (43%) Pat. mit einem Mittel von 3,4 Schussverletzten und 11,8 Stichverletzten pro Jahr erfasst. Beide Pat. mit einer kombinierten Verletzung wurden vor 2000 aufgenommen.

Die Abb. 2 zeigt die Anzahl der aufgenommenen Schuss- und Stichverletzten pro Jahr mit einer auffallenden Häufung in den Jahren 2000 und 2004. Zu erwarten ist eine weitere Häufung nach Abschluss des Jahres 2005.

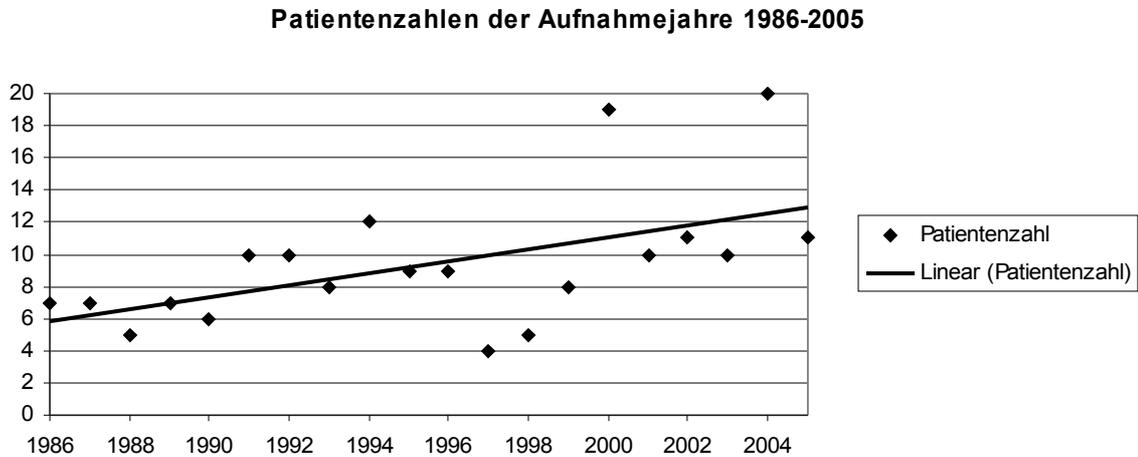


Abb. 2: Aufnahme von Schuss- und Stichverletzungen pro Jahr

Die Abb. 3 stellt die Mittelwerte des ISS pro Jahr dar. Die Lineare in diesem Diagramm zeigt ein zunehmendes Verletzungsausmaß über die Jahre.

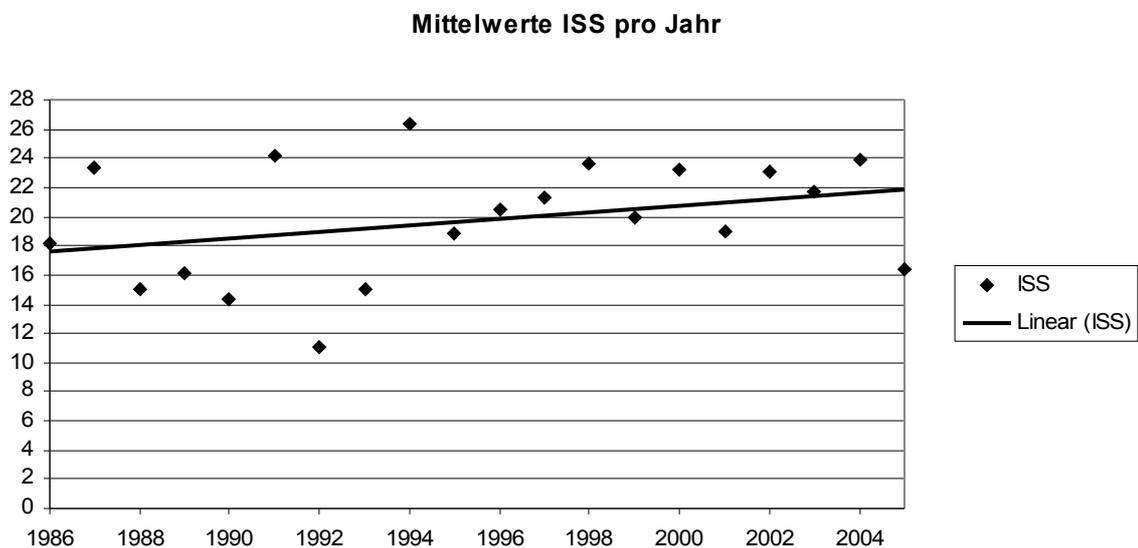


Abb. 3: ISS pro Jahr

81,4% der Patienten wurden in der Bereitschaftsdienstzeit zwischen 16 und 7 Uhr aufgenommen.

### 3.1.4 Verletzungsmotive

Häufigste Verletzungsursache war die Gewalttat (64,4%). Die Abb. 4 zeigt den Anteil des jeweiligen Verletzungsmotivs am Gesamtkollektiv, am Kollektiv der nur Schussverletzten und der nur Stichverletzten.

Berufsbedingte Umstände waren am seltensten Ursache einer PV. Die Geschlechtsverteilung war homogen. Auffällig war, dass Suizidversuche bei den Frauen mit 31,8 % im Vergleich zum Gesamtkollektiv häufiger waren. Mindestens zwei Pat. haben offensichtlich falsche Angaben zum Motiv gemacht.

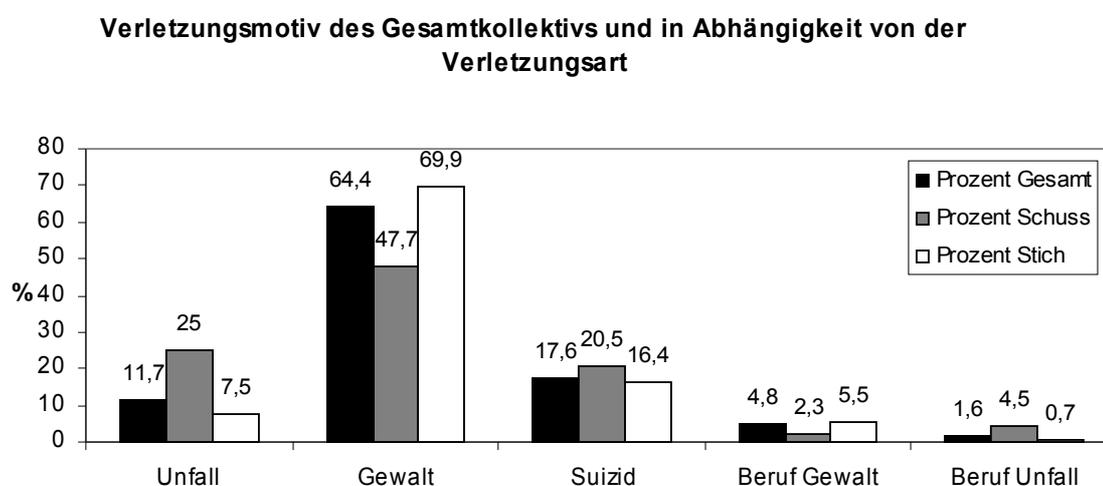


Abb. 4: Anteil des jeweiligen Verletzungsmotivs am Gesamtkollektiv, am Kollektiv der nur Schuss- und nur Stichverletzten

Umgekehrt stellt Tab. 4 die Verteilung der Schuss- und Stichverletzungen auf das jeweilige Tatmotiv dar, wobei nur bei den durch Unfall Verletzten ein ausgeglichenes Verhältnis besteht.

Motiv	Gesamt N (%)	Schuss N (%)	Stich N (%)	Schuss + Stich N (%)
Unfall	22 (100%)	11 (50,0%)	11 (50,0%)	0
Gewalt	121 (100%)	19 (15,7%)	100 (82,6%)	2 (1,7%)
Suizid	33 (100%)	9 (27,3%)	24 (72,7%)	0
Beruf Unfall	9 (100%)	1 (11,1%)	8 (88,9%)	0
Beruf Gewalt	3 (100%)	2 (66,7%)	1 (33,3%)	0

Tab. 4: Verteilung von SV und STV in Abhängigkeit vom Tatmotiv

28,7% der Pat. waren alkoholisiert, jedoch niemand der im Beruf verwundeten Pat. Bei Gewalttaten war der Anteil der alkoholisierten Pat. mit 34,7% höher.

### 3.1.5 Verletzungslokalisation

Unterteilt wurde in Verletzungen des Kopfes, Halses, Thorax, Abdomens sowie sonstiger Lokalisation, wobei es sich hier hauptsächlich um Schulter-, Becken- und Extremitätenverletzungen handelt. Pat. mit Verletzungen des Thorax und Abdomens oder des Rumpfes am thorakoabdominellen Übergang wurden unter dem Begriff „thorakoabdominelle Verletzung“ noch zusätzlich zusammengefasst.

Die Tab. 5 zeigt, dass Thorax und Abdomen am häufigsten betroffen waren.

	Gesamt	Schuss	Stich	Schuss + Stich
<b>Kopf</b>	11 (100%)	7 (63,6%)	4 (36,4%)	0
<b>Hals</b>	18 (100%)	4 (22,2%)	14 (77,8%)	0
<b>Thorax</b>	73 (100%)	14 (19,2%)	59 (80,8%)	0
<b>Abdomen</b>	78 (100%)	10 (12,8%)	68 (87,2%)	0
<b>Thorakoabd.</b>	22 (100%)	4 (18,2%)	17 (77,3%)	1 (4,5%)
<b>Sonstige</b>	71 (100%)	23 (32,4%)	48 (67,6%)	0

Tab. 5: Verletzungslokalisationen am Gesamtkollektiv sowie nach Art der Verletzung

Obere und untere Extremität waren nahezu gleich häufig betroffen (26 vs. 28). SV waren jedoch häufiger stammnah und an den unteren Extremitäten zu finden (Tab. 6). An den betroffenen Extremitäten kam es zu 7 Nervenverletzungen, ausschließlich am Arm und 10 therapiebedürftigen Gefäßverletzungen. Bei 10 Pat. waren Durchtrennungen tendinöser oder muskulärer Strukturen bzw. ausgedehnte Zerstörungen muskulärer Gewebe an den Extremitäten festzustellen. In 6 von 18 SV der Extremitäten (33,3%) war eine Fraktur nachweisbar.

	Häufigkeit	Davon SV	Lokalisation
Körperstamm	35	12 (34,3%)	Axilla 8, Becken 4, Leiste 6, gluteal 6, Rücken 14
Obere Extremität	26	5 (19,2%)	Oberarm 14, Ellenbogen 2, Unterarm 8, Hand 8
Untere Extremität	28	13 (46,4%)	Oberschenkel 18, Knie 3, Unterschenkel 4, Fuß 5

Tab. 6: Häufigkeit PV am Bewegungsapparat

Pat. mit Verletzungen des Kopfes und thorakoabdominellem Verletzungsmuster zeigten die größte Verletzungsschwere gemessen am ISS (35,1 und 35,0). Auch bei Verletzungen des Thorax lag der mittlere ISS mit 27,5 deutlich über dem Gesamtmittelwert. Für Verletzungen des Abdomens konnte diesbezüglich kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden.

### 3.1.6 Akutdiagnostik

Es wurden alle Untersuchungen vor Beginn therapeutischer Maßnahmen evaluiert. Wie aus Abb. 5 ersichtlich, wurden das Thoraxröntgen mit 54,3% und

die Sonographie mit 49,5% am häufigsten durchgeführt. Pathologisch waren 37,3% aller Röntgenthoraxbilder und 36,6% aller Ultraschallbefunde. In 19,1% wurde das Abdomen geröntgt, v.a. bei Pat. mit Verletzungen des Abdomens, der Flanke, des Rückens oder der unteren Thoraxapertur. Lediglich 13,8% der Befunde waren pathologisch. Verfahren wie die CT, Angiographie oder Duplexsonographie fanden im Vergleich dazu nur selten Anwendung.

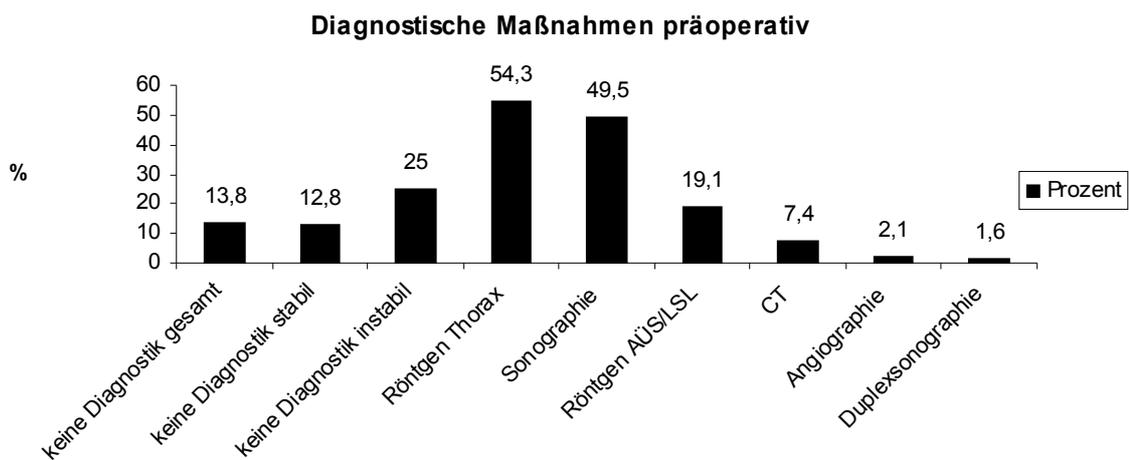


Abb. 5: Diagnostische Maßnahmen präoperativ

Bei 26 Pat. (13,8%) erfolgte keine präoperative Diagnostik. Von ihnen waren 4 kreislaufinstabil. Diese benötigten im Mittel 18,5 min bis zum Beginn der OP. Bei den verbleibenden 12 kreislaufinstabilen Pat. wurde in 7 Fällen sonographiert, 5 Röntgenaufnahmen des Thorax und drei des Abdomens sowie zwei CT-Untersuchungen und eine Angiographie durchgeführt. Bei 5 Pat. wurden Ultraschall und Röntgen kombiniert. In einem Fall wurden CT und Angiographie ohne weitere vorausgehende Diagnostik anberaumt.

Bei 13,7% (10 Pat.) aller Thoraxverletzten wurde in den Jahren 1991-2004 keine Röntgenaufnahme des Thorax angefertigt. Hiervon waren 7 Pat. kreislaufinstabil. Trotz stabiler Kreislaufverhältnisse wurde bei 7 STV des Abdomens auf jede präoperative Diagnostik verzichtet und sofort die Indikation zur OP gestellt, welche im Mittel 97,8 min nach Aufnahme begann.

Des weiteren wurden STV der Leiste, des Halses, des Oberschenkels, des Unterarms, des Kopfes und des Thorax sowie eine SV der Wange ohne weitere Diagnostik versorgt.

### **3.1.7 Erstversorgung der Verletzten**

Unter Erstversorgung wurden Maßnahmen durch den NA sowie im Schockraum erfasst, wie z.B. Intubation, Anlage einer TD sowie Reanimation. Die Intubation durch den NA erfolgte in 12,8% aller Fälle, wobei SV (29,5% SV vs. 8,2% STV) und Thoraxverletzungen (23,3%) häufiger betroffen waren. Die 24 durch den NA intubierten Pat. zeigen mit einem mittleren ISS von 33,1 ein deutlich schwereres Verletzungsausmaß als die nicht intubierten Pat. (ISS 18,5).

Nur 4 Pat. mussten präoperativ reanimiert werden. Dabei handelte es sich um zwei STV des Thorax, um eine STV und eine SV des Halses. Der ISS dieser Pat. liegt mit 29,5 deutlich über dem Durchschnitt, wobei die Fallzahl der Reanimationen mit 4 sehr klein ist. Zudem ist die Reanimation bei einem Pat. in Frage zu stellen. Nach Schreckschusspistolenverletzung am Hals blutete es lediglich aus arteriellen Muskelästen, was den hämodynamischen Schock fraglich erscheinen lässt. Die Klinik erreichte der Pat. kreislaufstabil. Reanimationen am offenen Thorax wurden im Schockraum nicht durchgeführt.

Die Anlage einer TD durch den NA erfolgte in 5,3% aller Untersuchten bzw. in 13,7% der Thoraxverletzten. 80% der TD wurden bei STV gelegt. Im Schockraum wurden 42,5% aller Thoraxverletzungen mit einer TD versorgt. Dabei wurde bei 4 Pat. auf ein Thoraxröntgen vor Anlage der TD verzichtet.

Bei 9 Pat. (4,8%) erfolgte die Primärversorgung in einem anderen Krankenhaus.

### **3.1.8 Operative Erstversorgung**

Innerhalb von 24 h wurden 116 Pat. (61,7%) operativ im Operationssaal versorgt. Anästhesieverfahren der Wahl war die ITN. Nur ein Pat. erhielt eine PDA. Bei SV wurde insgesamt häufiger die Indikation zur OP gestellt als bei STV (65,9% vs. 60,4%), jedoch ohne signifikanten Unterschied ( $p = 0,463$ ,  $\chi^2$ -Test).

Bei 70 Pat. (37,2%) wurde nur eine chirurgische Wundversorgung in LA in der Ambulanz oder eine therapeutische TD-Anlage ohne weitere operative Maßnahmen durchgeführt. Von 31 TD, welche vom NA oder im Schockraum gelegt wurden, waren 15 (48,4%) die einzige therapeutische Maßnahme.

Die Dauer zwischen Ankunft in der Notaufnahme und Beginn der OP lag im Mittel bei 127,8 min (Median 75,0 min). Sie war bei den 15 hämodynamisch instabilen Pat. mit 36,4 min im Mittel signifikant niedriger ( $p < 0,0001$ , U-Test).

Schussverletzte Pat. wurden einer OP schneller zugeführt als Stichverletzte (Tab. 7). Die OP-Dauer betrug im Mittel 94,2 Minuten und war bei SV im Mittel ca. 30 min länger als bei STV (120,0 vs. 90,7 min).

	Mittel (min)	Median (min)	Standardabweichung	Spannweite (min)
Gesamt	127,84	75,00	151,025	5 - 887
Schuss	115,23	63,00	126,616	5 - 630
Stich	131,75	77,50	157,150	20 - 887
Stabil	140,78	85,00	156,675	25 - 887
Instabil	36,36	27,50	34,216	5 - 145

Tab. 7: Zeitdauer bis zur operativen Versorgung

Die Abb. 6 zeigt, dass die Operation bei dem Großteil der zu operierenden Pat. innerhalb der ersten drei Stunden nach Aufnahme begann. Aufgrund von Komplikationen wurden 6 Pat. erst nach Ablauf von 24 h erstmalig operiert. Somit wurden insgesamt 122 Pat. (64,9%) operativ versorgt.

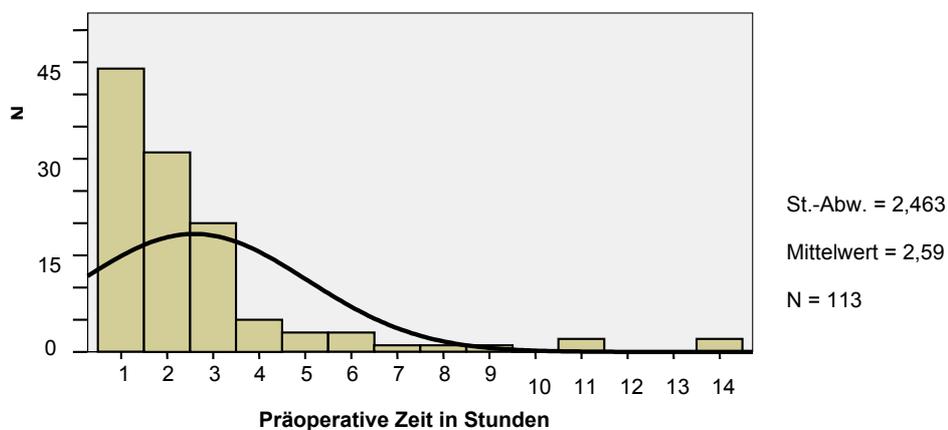


Abb. 6: Zeitpunkt der operativen Intervention, Patientengruppen in stündlichen Intervallen zusammengefasst

### 3.1.9 Versorgung in Abhängigkeit von der Verletzungslokalisierung

Bei 11 PV des Kopfes kam es in drei Fällen durch einen Schuss zur Gehirnverletzung, zweimal mit letaler Folge. Ein Streifschuss führte lediglich zur Kalottenfraktur mit Kontusions- und Subarachnoidalblutung mit der Folge der

bleibenden Dysarthrie und Dysphasie. Die restlichen Verletzungen betrafen die Weichteile des Gesichts und der Schläfenregion. Von den Wundrevisionen wurden 4 in LA und 5 in ITN durchgeführt. Von den 5 in ITN durchgeführten Wundrevisionen lag nur bei einem Pat. keine weitere versorgungspflichtige Verletzung vor. Bei drei dieser Pat. wäre ohne Begleitverletzungen eine Wundversorgung in LA wahrscheinlich möglich gewesen.

Von insgesamt 18 Pat. mit PV des Halses zeigten 7 nur oberflächliche Wunden, so dass die Wundrevision in LA erfolgte. In einem Fall wurde zuvor ein Ultraschall, bei drei Pat. ein Thoraxröntgen und bei einem Pat. weitere Diagnostik (KM-Passage, Duplex, HNO-Konsil) durchgeführt. Bei drei Pat. wurde aufgrund thorakoabdomineller Begleitverletzungen die OP-Indikation gestellt. Die zervikalen Wunden wurden dabei intraoperativ revidiert. 5 Pat. wurden aufgrund persistierender Blutungen operiert, drei Pat. ohne jegliche Diagnostik. Zwei Wunden mussten nach oberflächlicher SV aufgrund des ausgedehnten Weichteilschadens debridiert werden. In einem Fall wurde trotz unauffälliger Befunde der Angiographie und des Thoraxröntgen eine direkt supraclaviculäre Wunde operativ exploriert und revidiert.

73 Pat. hatten penetrierende Thoraxverletzungen. Ein Pat. erlitt im Rahmen einer STV des Abdomens ein stumpfes Thoraxtrauma mit Rippenserienfraktur und Hämato-pneumothorax. Diese Thoraxverletzung wurde ebenso wie die hierfür durchgeführte Thorakotomie nicht gewertet, da es sich nicht um eine PV handelte. Thorakale Operationen wurden als VATS, TT oder ST durchgeführt. Bei vermuteter kardialer Verletzung wurde sternotomiert, ansonsten erfolgte die anterolaterale TT. In 4 Fällen wurde bei Kreislaufstabilität eine VATS durchgeführt. Die hohe Anzahl abdomineller OP's bei thorakal verwundeten Pat. ergibt sich dabei aus der Kombination thorakaler und abdomineller Verletzungen (Tab. 8). 30,1% aller PV des Thorax wurden ausschließlich mit einer TD und 32,9% ausschließlich konservativ therapiert.

OP-Verfahren	Häufigkeit	Prozent gesamt	Häufigkeit (Prozent) bei Thoraxverletzten (n=73)	Häufigkeit (Prozent) bei Abdomenverletzten (n=78)
VATS	4	2,1%	4 (5,5%)	3 (3,8%)
TT bis 24 h	8	4,3%	8 (11,0%)	3 (3,8%)
TT nach 24 h	4	2,1%	4 (5,5%)	1 (1,3%)

Sternotomie	9	4,8%	9 (12,3%)	1 (1,3%)
Laparoskopie	29	15,4%	6 (8,2%)	28 (35,9%)
Laparotomie	50	26,6%	12 (16,4%)	50 (64,1%)
Konversionen	9	4,8%	4 (5,5%)	9 (11,5%)

Tab. 8: Häufigkeit von OP-Verfahren und deren Anteil bei Thorax- und Abdomenverletzungen

Von 78 Pat. mit PV des Abdomens wurden 28 (35,9%) laparoskopiert und 50 (64,1%) laparotomiert. Zusätzlich wurde ein Pat. mit links thorakaler STV zum Ausschluss einer abdominellen Verletzung laparoskopiert. Lediglich eine Wundrevision in LA erfolgte bei 4 Pat. (5,1%), in ITN bei drei Pat. (3,8%). Bei 9 aller durchgeführten Laparoskopien (31,0%) wurde konvertiert.

Bei den 71 Pat. mit Weichteil- und Extremitätenverletzungen erfolgte in 52,1% bei fehlender Gefäß-, Nerven oder Sehnenbeteiligung nur die lokale Wundrevision in LA. Bestand aufgrund anderer Verletzungen eine OP-Indikation, erfolgte die Wundversorgung begleitend intraoperativ. Nerven-, Muskel-, Sehnen- und größere Gefäßstrukturen wurden in ihrer Kontinuität wieder hergestellt. Kleinere arterielle und venöse Blutungen wurden umstochen. Es gab keine Durchblutungsstörungen als Folge einer Operation. Frakturen wurden in Abhängigkeit vom Verletzungsausmaß durch Ruhigstellung im Gips oder Fixateur externe bzw. osteosynthetisch behandelt; bei einem Pat. musste eine Vorfußamputation nach SV durchgeführt werden. 20,8% der Pat. mit STV der Weichteile und Extremitäten erhielten keine AB. Eine unterschiedliche Infektrate konnte nicht gefunden werden.

### 3.1.10 Folgeoperationen und operative Spätversorgung

Von den insgesamt 122 operierten Pat., fand bei 6 Pat. die erste OP nicht am Aufnahmetag statt. Dabei führten im Verlauf aufgetretene Komplikationen zur Indikationsstellung (Tab. 9). Drei Pat. waren zuvor in LA versorgt worden und entwickelten eine operationspflichtige Wundheilungsstörung. Bei zwei Pat. mit erstmaliger OP am 18. und 29. Tag bestand ein Hämatothorax mit organisiertem Hämatom, welches durch die einliegende TD nicht suffizient drainiert war.

Verletzung	Komplikation/Indikation	OP, Tag nach Aufnahme
STV Thorax	Hämatopneumothorax, Zwerchfellverletzung	TT und Laparoskopie, 1. Tag
SV gluteal	Weichteilinfekt im Schusskanal	Wundrevision, 2. Tag
STV OS	Wundheilungsstörung, Hämatom	Wundrevision, 9. Tag

STV OA	Wundinfekt nach Sekundärnaht in LA	Wundrevision, 10. Tag
STV Thorax	organisiertes Hämatom thorakal	TT, Hämatomausräumung, 18.Tag
STV Thorax	Hämatothorax, Hämoperikard	TT, Perikardfensterung, 29.Tag

Tab. 9: Indikationen und Zeitpunkt der Spätoperationen (OS: Oberschenkel, OA: Oberarm)

17 Pat. (9,0%) benötigten eine Folgeoperation. Schussverletzte waren häufiger betroffen als Stichverletzte (26,2% vs. 4,2%). 7 Pat wurden einmal, 7 Pat. zweimal, jeweils ein Pat. 4-, 5- und 7-mal revidiert. Bei drei Pat. handelte es sich um programmierte Re-Laparotomien.

### 3.1.11 Gabe von Blutprodukten und Medikamenten

Insgesamt wurden bei 46 (24,5%) Pat. Blutprodukte wie EK's (23,9%), FFP's (20,7%) und TK's (6,9%) appliziert. Auch hier ist hinsichtlich der Häufigkeit wieder ein Überwiegen der SV gegenüber den STV zu verzeichnen (36,4% vs. 21,2%).

Die größte Anzahl von Blutprodukten (60 EK's, 94 FFP's, 9 TK's) erhielt ein bei Aufnahme hämodynamisch instabiler Pat. mit abdomineller STV und Hämatothorax nach stumpfem Trauma im Rahmen einer Schlägerei.

Im Mittel erhielt jeder Pat. 2,2 EK's, 1,9 FFP's und 0,2 TK's. Bei Kreislaufinstabilität sind die Mittelwerte signifikant höher als bei Kreislaufstabilität (14,6 EK's, 15,4 FFP's, 2,0 TK's vs. 1,08 EK's, 0,66 FFP's, 0,03 TK's; p jeweils < 0,0001, U-Test). Bei den 15 Pat. mit respiratorischen Komplikationen (Pneumonie, respiratorische Insuffizienz, ARDS) liegen die Mittelwerte bei 12,5 EK's, 13,3 FFP's und 1,7 TK's und somit auch weit über dem Gesamtdurchschnitt.

79,8% der Pat. (75,7% STV, 93,4% SV) wurden antibiotisch behandelt. Bei drei SV war nach Therapielimitierung auf eine AB-Therapie verzichtet worden. Zwei der 35 (5,7%) stichverletzten Pat. ohne initiale AB-Therapie entwickelten einen Wundinfekt. Ein Pat. zeigte 4 Monate nach ST eine Wundheilungsstörung mit frei liegenden Drahtzerklagen. Bei einem anderen Pat. war erst bei Wundinfekt nach Primärnaht einer STV am Oberschenkel mit der AB-Therapie begonnen worden.

Im Gesamtkollektiv zeigten 10 Pat. (5,3%) Wundinfekte mit nahezu gleicher Häufigkeit (4,8% vs. 6,8%) im Vergleich zwischen STV (n=7) und SV (n=3). Abb.7 stellt die häufig länger als 5 d dauernde Gabe von AB dar.

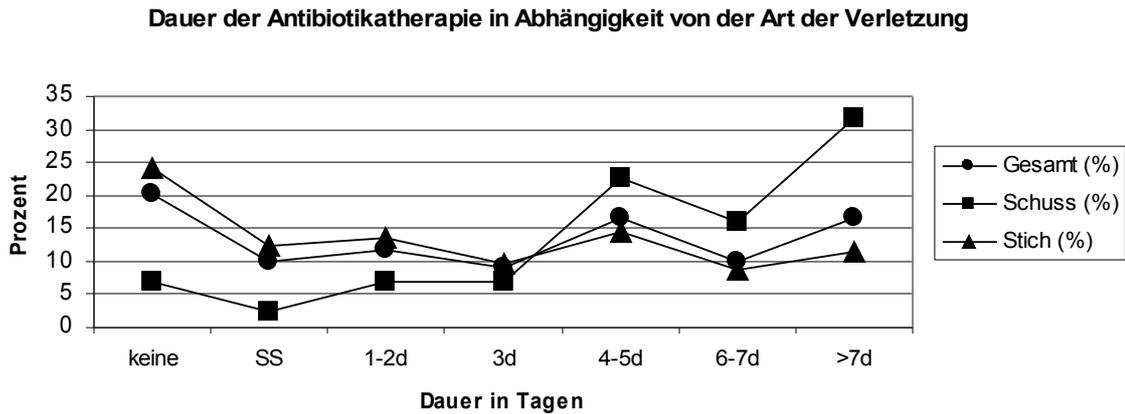


Abb. 7: Dauer der Gabe von AB in Abhängigkeit von der Art der Verletzung

In 10,1% aller 150 Pat. mit antibiotischer Therapie erfolgte ein Wechsel des Antibiotikums bzw. wurden kombinierte AB verabreicht. Schussverletzte waren häufiger betroffen als Stichverletzte (20,5% vs. 6,8%).

### 3.1.12 Verlauf und Behandlungsergebnisse

Im Mittel verbrachten die Pat. 1,9 d auf der ITS. Das Mittel für SV beträgt 3,3 d und liegt dabei über dem von STV (1,5 d). Komplikationen im Behandlungsverlauf traten in 28,7% auf. Im Vergleich hatten SV gegenüber STV eine signifikant höhere Komplikationsrate (50,0% SV vs. 22,6% STV;  $p < 0,0001$ ,  $\chi^2$ -Test). Die höhere Komplikationsrate der Frauen gegenüber den Männern (45,5% vs. 26,5%) ist mit  $p = 0,063$  nicht signifikant (Tab. 10).

Viele Komplikationen entstanden aus der Verletzung selbst bzw. als Folge der operativen Versorgung (Tab. 11). Unter „sonstige Komplikationen“ wurden Erkrankungen im Behandlungsverlauf zusammengefasst, die nicht unmittelbar durch die Verletzung oder deren operative Therapie entstanden sind, wie z.B. Pneumonie, Herzrhythmusstörung oder Delir.

Komplikationen	Gesamt (%)	Männer (%)	Frauen (%)	Schuss (%)	Stich (%)
<b>Gesamt</b>	28,7	26,5	45,5	50,0	22,6
<b>Wunde/OP</b>	22,3	19,9	40,9	43,2	16,4
<b>Wundinfekt</b>	5,3	4,8	9,1	6,8	4,8
<b>Respiratorisch</b>	8,0	8,4	4,5	15,9	5,5
<b>Sonstige</b>	9,6	10,2	4,5	20,5	6,2

Tab. 10: Komplikationen im Gesamtkollektiv, Geschlechts- u. Verletzungsartabhängig

<b>Verletzungs- und OP-bedingte Komplikationen</b>	<b>Zahl (n)</b>
Tod	3
Wundinfekt/-hämatom/-heilungsstörung	20 (10/6/4)
Neurologisches Defizit	8
Späte OP-Folge (Bridenileus/Narbenhernie)	5 (2/3)
Pneumothorax nach Thoraxdrainagenentfernung	4
Nachblutung (thorakal/abdominell/Oberschenkel)	4 (2/1/1)
Pleuraerguß/Hämatothorax/Perikarderguß	2/2/2
Iatrogene Blasenverletzung	1
Urinom	1
Fehlstellung Finger/Handgelenk	1
Kompartmentsyndrom	1
Symptomatische Epilepsie	1

Tab. 11: Anzahl und Art Verletzungs- und OP-bedingte Komplikationen

Lokale Komplikationen nach Verletzungen des Bewegungsapparates traten in 25,4% auf. Davon waren 27,7% durch lokale Infektionen bedingt. 22,2% entstanden durch Nachblutungen oder therapiepflichtige Hämatome, alle bei STV. Zwei Hämatome (11,1%) wurden konservativ therapiert. Wundinfekte und Wundheilungsstörungen in dieser Lokalisation überwogen bei den Schusswunden (17,4% SV vs. 6,3% STV). Eine Übersicht über die Komplikationen in Abhängigkeit von der Verletzungslokalisierung gibt die Tab. 12.

<b>Lokalisation</b>	<b>Verletzungen n<sub>gesamt</sub></b>	<b>Komplikationen n<sub>gesamt</sub> (%)</b>	<b>Wunde/ OP n</b>	<b>Sonst n</b>	<b>Infekt n</b>	<b>Respiratorisch n</b>	<b>Tod n</b>
<b>Kopf</b>	11	5 (45,5)	5	0	0	0	2
<b>Hals</b>	18	6 (33,3)	5	1	1	1	0
<b>Thorax</b>	73	24 (32,9)	16	10	1	11	1
<b>Abdomen</b>	78	19 (24,4)	13	10	2	6	0
<b>Thorakoabd.</b>	22	6 (27,3)	3	4	0	3	0
<b>Sonst</b>	71	21 (29,6)	19	5	6	3	0

Tab 12: Komplikationen in Abhängigkeit von der Verletzungslokalisierung

64,9% der Pat. erholten sich ohne Einschränkung zur Restitutio ad integrum. Unter „Heilung mit Einschränkung“ sind Pat. zusammengefasst, bei denen die Genesung noch nicht abgeschlossen aber eine komplette Ausheilung zu erwarten war, z.B. bei noch bestehenden Wundheilungsstörungen. Abb. 8 zeigt das bessere Outcome der STV gegenüber den SV.

Nur drei Pat. verstarben infolge ihrer Verletzung. Hierbei handelte es sich um zwei SV des Kopfes und eine SV des Thorax, zwei der Verletzungen wurden in suizidaler Absicht zugefügt.

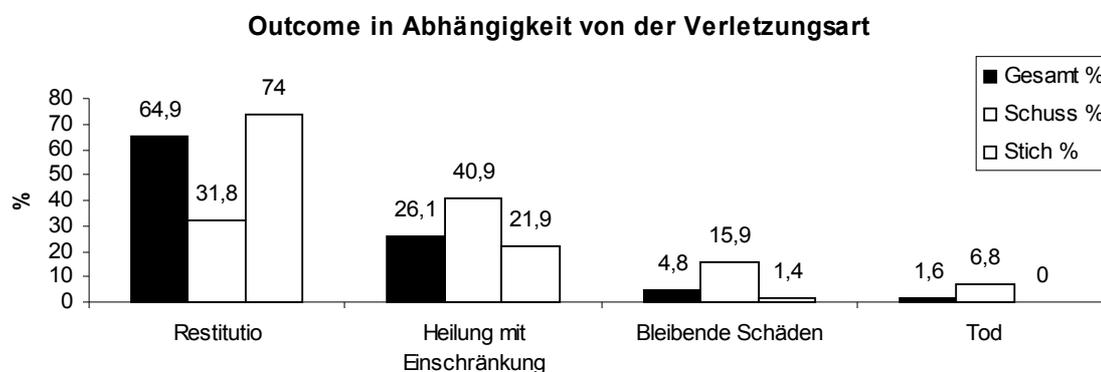


Abb. 8: Behandlungsergebnisse Gesamtkollektiv und in Abhängigkeit von Verletzungsart

In Tab. 13 ist das Outcome der vom NA intubierten Pat. dem der nicht intubierten Pat. gegenübergestellt. Dabei wurden die vom NA intubierten Pat. häufiger mit noch bestehenden gesundheitlichen Einschränkungen entlassen. Nur etwa ein Drittel der vom NA intubierten Pat. waren zur Entlassung komplett genesen.

Outcome	Gesamt	Keine Intubation	Intubation durch Notarzt
Restitutio	122 (64,9%)	113 (68,9%)	9 (37,5%)
Heilung mit Einschränkung	49 (26,1%)	39 (23,8%)	10 (41,7%)
Bleibende Schäden	9 (4,8%)	6 (3,7%)	3 (12,5%)
Tod	3 (1,6%)	2 (1,2%)	1 (4,2%)

Tab. 13: Outcome im Vergleich zwischen vom NA intubierten und nicht intubierten Pat.

Die Aufenthaltsdauer betrug im Mittel 9,59 d mit einer Standardabweichung von 11,14 d, im Median 6,00. Schussverletzte wurden im Mittel länger stationär behandelt als Stichverletzte (15,05 vs. 7,9 d). Bezüglich der Verletzungslokalisation wurden Pat. mit thorakoabdominellem Verletzungsmuster am längsten stationär behandelt (11,2 d im Mittel). Bei Verletzungen des Halses war die Aufenthaltsdauer mit 5,0 d im Mittel am kürzesten (Abb. 9).

### Aufenthaltsdauer in Abhängigkeit von Verletzungsart und -lokalisierung

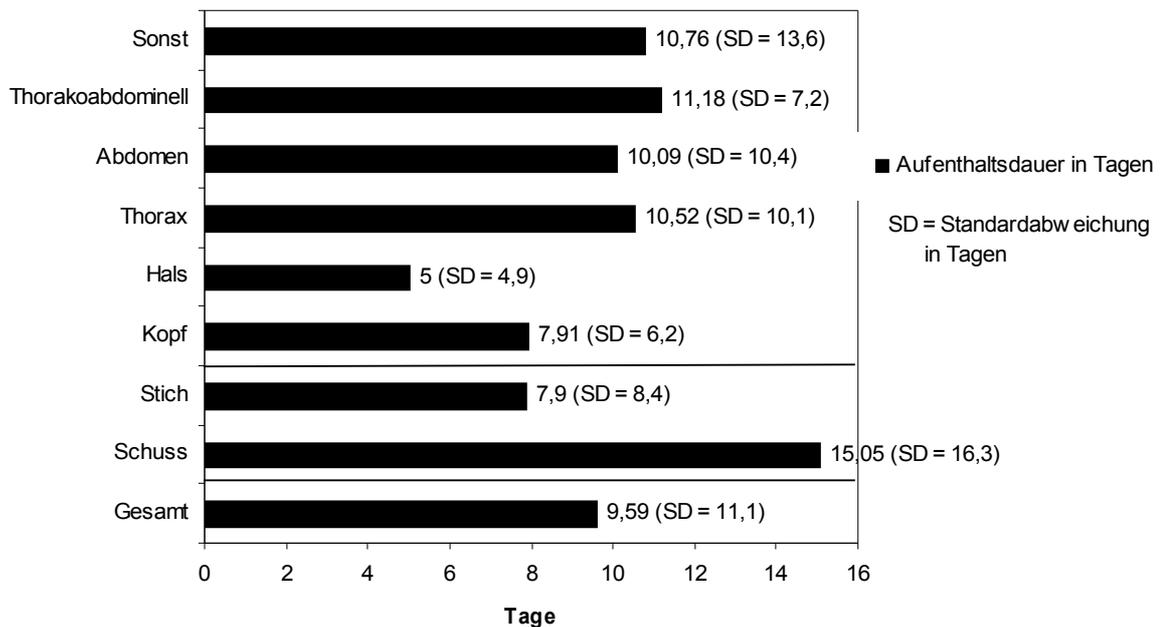


Abb. 9: Mittlere Aufenthaltsdauer in Abhängigkeit von Verletzungsart und -lokalisierung

### 3.1.13 Schuss- und Stichverletzungen an Thorax und Abdomen

Da Verletzungen an Thorax oder Abdomen zahlenmäßig überwogen, wurden diese beiden Gruppen im Weiteren noch detailliert ausgewertet.

#### 3.1.13.1 Thoraxverletzungen

Von insgesamt 73 Thoraxverletzungen wurden 59 durch Stiche und 14 durch Schüsse verursacht. Überwiegend trat die Verletzung links thorakal auf (67,1%). Bei 4 Pat. (5,5%) waren beide Seiten betroffen.

Nachweislich durch intraoperativen Befund war am häufigsten die Lunge (19,0%) verletzt. Knöcherner Verletzungen waren am zweithäufigsten. Nur bei 6 Pat. wurde eine Herzverletzung diagnostiziert. Von 6 Pat. mit Gefäßverletzung war 5-mal die A. mammaria interna mitbetroffen. Frakturen betrafen in 6 Fällen die Rippen, und bei je einem Pat. die Skapula bzw. den BWK 9. Die Verteilung zwischen SV und STV ist der Tab. 14 zu entnehmen. Hämato- und Pneumothorax waren mit 34,2% gleich häufig nachweisbar. Ein kombinierter Hämato-pneumothorax trat in 12,3% aller Thoraxverletzungen auf.

Bei 19,2% (n=14) der Thoraxverletzten wurde die TD vom NA (n=10) oder im Schockraum (n=4) vor dem Thoraxröntgen gelegt. Bei 22 Pat. (30,1%) erfolgte die Anlage (n=18) oder der Wechsel bei Fehllage (n=4) nach der Röntgendiagnostik.

	Lunge	Herz	Frakturen	Gefäße	Zwerchfell	Oberbauch
<b>Gesamt</b>	18 (24,7%)	5 (6,8%)	10 (13,7%)	8 (11,0%)	4 (5,5%)	7 (9,6%)
<b>Schuss</b>	7	1	8	1	1	2
<b>Stich</b>	11	5	2	8	4	5

Tab. 14: Organläsion bei thorakalen SV und STV und deren prozentualer Anteil am Kollektiv der Thoraxverletzten

42,5% der Pat. erhielten präoperativ eine TD. Insgesamt 30,1% wurden ausschließlich mit einer TD ohne weiterführende operative Maßnahmen versorgt. Weitere 5,5% wurden bezüglich der Thoraxverletzung nur mit einer TD versorgt, aber abdominell operiert. Nach initialer TD wurden drei Pat. (4,1%) erst nach einem, 19 und 28 Tagen bei persistierendem Hämatothorax thorakotomiert.

Betrachtet man das Schockraummanagement bei den hämodynamisch instabilen Thoraxverletzten, so zeigen sich verschiedene Vorgehensweisen. Ohne jegliche Diagnostik wurden drei Pat. sofort der OP zugeführt. Drei Pat. wurden nur geröntgt, 4 Pat. nur sonographiert. Eine TD erhielten 4 Pat., zwei davon ohne Thoraxröntgen, jedoch mit Sonographie. Ein Pat. konnte bei Hämatothorax nach Diagnostik durch TD und Transfusionen stabilisiert werden. Bei einem Pat. wurde nach TD-Anlage die Therapie eingestellt. Von den 5 operierten Pat. mit präoperativer Diagnostik wurden zwei Pat. zuvor noch mit einer TD versorgt.

20 (27,4%) der Pat. mit penetrierenden Thoraxverletzungen wurden in den ersten 24 h thorakal operiert. Zusammen mit der operativen Versorgung des Abdomens oder in anderer Lokalisation bei kombiniertem Verletzungsmuster wurden insgesamt 40 (54,8%) aller Thoraxverletzten operiert. Durch die drei Pat. mit TT am 1./18./29. Tag nach Verletzung erhöht sich die Anzahl der insgesamt operierten Pat. auf 43 (58,9%). Die Indikationen zur thorakalen OP zeigt Tab. 15.

Indikation zur OP	Anzahl (Gesamt 20)
Kreislaufinstabilität (davon mit Perikard-/Pleuraerguß)	7 (3/1)
Pneumothorax / Pneumothorax und intrapulmonaler FK	1/2
Hämatothorax	3
Verletzungsmuster (links thorakaler Einstich)	1
Hämatom infraklavikulär / infraklavikulärer Einschuss	2
Mediastinalverbreiterung und Pleuraerguß	1
Pleura- und Perikarderguß	2
Ausgedehnter Weichteildefekt Brustwand	1

Tab. 15: Indikationen zur operativen Revision thorakaler Verletzungen am Aufnahmetag

Es wurden insgesamt 12 TT durchgeführt, 8 (11% der Thoraxverletzten) innerhalb der ersten 24 h, eine am ersten postoperativen Tag, eine am zweiten

postoperativen Tag nach bereits erfolgter ST bei persistierender Blutung aus dem Lungenparenchym und zwei am 18. bzw. 29. d nach Verletzung bei persistierendem Hämatothorax. Die TT bei dem Pat. mit abdomineller STV und stumpfem Thoraxtrauma wurde nicht gewertet.

Thorakoskopisch wurden 4 Pat. therapiert. In einem Fall musste zur Versorgung einer Zwerchfell- und Leberverletzung zur TT konvertiert werden. 9 Pat. (12,3%) wurden bei vermuteter Herzverletzung sternotomiert. Die Herz-Lungen-Maschine wurde nur in einem Fall eingesetzt.

Wie bereits erwähnt, fand sich bei den Thoraxverletzten mit 30,1% auch ein relativ hoher Anteil abdomineller OP's. Es wurden 10 Laparoskopien durchgeführt, in 4 Fällen wurde konvertiert. Zusammen mit 12 primär laparotomierten Pat. ergibt sich die Zahl von 16 Laparotomien. In 5 Fällen fand ein kombinierter thorakaler und abdomineller Eingriff statt, bei 9 Pat. wurde die abdominelle OP mit einer TD-Anlage kombiniert.

Fast ein Drittel aller Thoraxverletzten (32,9%) erlitt Komplikationen. Von den 24 Pat. mit Komplikationen können zwei nicht der thorakalen Verletzung sondern einer zusätzlichen Verletzung an anderer Lokalisation zugeordnet werden. Ein Pat. mit thorakaler SV in suizidaler Absicht und fortgeschrittener maligner Erkrankung verstarb nach Therapielimitierung bereits im Schockraum. Neben diesem Todesfall gab es 14 respiratorische/pulmonale Komplikationen, die in Zusammenhang mit der Verletzung oder OP zu sehen sind. Insgesamt war jedoch die Mortalität thorakaler Verletzungen mit 1,4% sehr niedrig.

### 3.1.13.2 Abdominalverletzungen

Von 78 Abdomenverletzungen entstanden 10 durch Schüsse, 68 durch Stiche.

In der Tab. 16 wird die Häufigkeit bildgebender Untersuchungen bei PV des Abdomens aufgeführt. Die Sonographie war die am häufigsten durchgeführte Untersuchung mit insgesamt 47,2% pathologischen Befunden. Verglichen mit den intraoperativen Befunden war die Sonographie zweimal (3,8% aller Sonographien) falsch positiv bzw. falsch befundet. Dabei fehlte einmal bei sonographisch beschriebener FAF intraoperativ ein pathologisches Korrelat. Ein vermutetes subkapsuläres Nierenhämatom stellte sich intraoperativ als Magenperforation dar.

Untersuchung		Häufigkeit	davon pathologisch
Sonographie	(n 78)	53 (67,9%)	25 (47,2%)
CT Abdomen	(n 78)	3 (3,8%)	3 (100%)
Abdomenröntgen	(n 78)	29 (37,2%)	5 (17,2%)

Thoraxröntgen	(n 78)	43 (55,1%)	12 (27,9%)
Thoraxröntgen ohne Thoraxverletzung	(n 56)	22 (39,3%)	3 (13,6%)

Tab. 16: Häufigkeit bildgebender Untersuchungen und pathologischer Befunde bei penetrierenden Abdominalverletzungen

Eine CT-Untersuchung wurde selten durchgeführt. In nur einem Fall konnten dabei zum Ultraschallbefund komplementäre Befunde erhoben werden, die die Therapiestrategie beeinflussten. Bei 5 pathologischen abdominellen Röntgenbefunden zeigten zwei das Projektil und drei freie Luft. Eine Verletzung von Hohlorganen konnte jedoch nur einmal bestätigt werden.

Intraoperativ konnte eine Peritonealperforation bei 56 (71,8%) sicher nachgewiesen werden. Organverletzungen bestanden jedoch nur bei 45 (57,7%) der Pat., darunter drei Pat. mit Leber- oder Milzverletzung nach thorakalem Schuss oder Stich. Bei 15 Pat., also 26,8% aller Pat. mit nachgewiesener Peritonealverletzung, bestand keine Organverletzung.

	<b>Gesamt (n 78)</b>	<b>Schuss (n 10)</b>	<b>Stich (n 68)</b>
<b>Peritonealperforation</b>	56 (71,8%)	6 (60%)	50 (73,5%)
<b>Organverletzung</b>	45 (57,7%)	7 (70%)	38 (55,9%)
<b>Gefäßverletzung</b>	14 (17,9%)	3 (30%)	11 (16,2%)
<b>Zwerchfell</b>	5 (6,4%)	0	5 (7,4%)
<b>Leber</b>	18 (23,1%)	5 (50%)	13 (19,1%)
<b>Milz</b>	5 (6,4%)	3 (30%)	2 (2,9%)
<b>Magen</b>	6 (7,7%)	1 (10%)	5 (7,4%)
<b>Dünndarm</b>	15 (19,2%)	3 (30%)	12 (17,6%)
<b>Kolon</b>	6 (7,7%)	1 (10%)	5 (7,4%)
<b>Rektum</b>	1 (1,3%)	1 (10%)	0
<b>Mesenterium/Netz</b>	17 (21,8%)	3 (30%)	14 (20,6%)
<b>Retroperitoneum</b>	12 (15,4%)	4 (40%)	8 (11,8%)
<b>Duodenum</b>	3 (3,8%)	1 (10%)	2 (2,9%)
<b>Pankreas</b>	3 (3,8%)	2 (20%)	1 (1,5%)
<b>Niere/Harnleiter</b>	3 (3,8%)	2 (20%)	1 (1,5%)

Tab. 17: Organbeteiligung bei abdominellen SV und STV

Bei 4 von 5 Zwerchfellverletzungen erfolgte die Penetration durch thorakale Stichverletzungen der unteren Thoraxapertur. Diese Verletzungen wurden, sofern keine weitere abdominelle Verletzung vorlag, nicht als Peritonealperforation gewertet. Die am häufigsten verletzten abdominellen Organe waren die Leber (18) und der Dünndarm (15). Auch wurden häufig das Mesenterium oder Netz und Gefäße verletzt. Die weiteren Häufigkeiten sind der Tab. 17 zu entnehmen.

Bei offensichtlich oberflächlicher STV und nahezu sicher auszuschließender Peritonealperforation wurden 5 Pat. in LA versorgt. Alle weiteren Pat. (94%), also auch alle Schussverletzten, wurden im OP versorgt. Bei drei Pat. erfolgte die

Wundrevision in ITN, davon ein Pat. mit SV. Nachdem keine Peritonealperforation nachweisbar war, wurde der Eingriff als Wundrevision beendet.

Bei 78 PV des Abdomens wurden 28 Eingriffe (35,9%) laparoskopisch begonnen, zwei davon bei SV. Dabei besteht ein deutlicher Trend über die Jahre, abdominelle Eingriffe laparoskopisch zu beginnen (Tab. 18). Eine Konversion war bei 9 Pat. (32,1% der begonnenen Laparoskopien) notwendig, eine davon bei SV. Mithin wurden insgesamt 50 Pat. (64,1%) laparotomiert. Ein Pat. wurde 1991 nach STV im thoarkoabdominellen Übergang thorakoskopiert. Die so nachgewiesene Zwerchfell- und Leberverletzung wurde mittels Minithorakotomie versorgt.

	<b>1986-1990</b>	<b>1991-1995</b>	<b>1996-2000</b>	<b>2001-2005</b>
<b>Anzahl PV Abdomen pro Zeiteinheit</b>	14 (100%)	16 (100%)	23 (100%)	25 (100%)
<b>Wundrevision</b>	1 (7,1%)	3 (18,8%)	2 (8,7%)	2 (8,0%)
<b>Beginn laparoskopisch</b>	0	3 (18,8%)	11 (47,8%)	14 (56,0%)
<b>Laparoskopisch beendet</b>	0	3 (18,8%)	8 (34,8%)	8 (32,0%)
<b>Konversionen</b>	0	0	3 (13,0%)	6 (24,0%)
<b>Primäre Laparotomie</b>	13 (92,9%)	9 (56,3%)	9 (39,1%)	9 (36,0%)
<b>Laparotomie (mit Konversionen)</b>	13 (92,9%)	9 (56,3%)	13 (56,5%)	15 (60,0%)

Tab. 18: Operative Versorgung PV des Abdomens in 5-Jahres-Intervallen

Von den 50 Laparotomien wurden 11 (22%) bei fehlender Organverletzung als explorativ beendet. Dabei handelte es sich bei 10 Pat. (90,9%) um STV. Bei einer Laparotomie zeigte sich zwar eine Verletzung des Omentum majus, diese war jedoch nicht versorgungspflichtig.

Dünndarmverletzungen wurden durch Segmentresektion oder Übernähung versorgt. Alle Verletzungen von Magen, Duodenum, Kolon und Rektum konnten erfolgreich durch Übernähung versorgt werden.

Stomaanlagen waren nicht erforderlich, die Übernäheiten heilten primär. Bis auf eine laparoskopische Übernähung des Kolon ascendens wurden alle gastrointestinalen Verletzungen offen chirurgisch versorgt.

Leberverletzungen wurden durch Naht, Klebung oder Teilresektion versorgt, in drei Fällen war dies laparoskopisch möglich. Bei den Milzverletzungen musste nur einmal splenektomiert werden, 4 Milzläsionen wurden milzerhaltend versorgt.

Komplikationen traten in 24,4% auf, in 17,9% waren diese durch die Verletzung selbst bzw. durch deren operative Versorgung bedingt. In Tab. 19 werden sämtliche Komplikationen aufgelistet. Die Komplikationsrate abdomineller SV (80%) war deutlich höher als bei STV (16,2%).

<b>Verletzungsbedingt</b>	<b>Operationsbedingt</b>	<b>Sonstige</b>
Stichkanalhernie und –infekt (1)	Postoperative Darmatonie (1)	Respiratorische Insuffizienz (1)
Hämatom Leber (2)	Hämatom Milzloge (1)	Harnwegsinfekt (1)
Urinom bei Ureterverletzung (1)	Bridenileus (2)	Pleuraerguß (3)
Querschnitt BWK 9 (1)	Iatrogene Blasenöffnung (1)	Alkoholentzugsdelir (3)
Subkutanes Hämatom (1)	Narbenhernie (1)	Tachyarrhythmia absoluta (1)
Nachblutung A. glutea media (1)		ARDS, Pneumonie (2)
S1-Syndrom		Cholestase (1)
Sensibilitätsausfall Oberschenkel		ANV (1)
		Oberlappenatelektase (1)
		Pneumothorax nach TD ex

Tab. 19: Komplikationen abdomineller SV und STV

Von den 19 als Laparoskopie zu Ende geführten Eingriffen kam es zu einer Komplikation (5,2%). Diese war nicht durch die Operation bedingt. Nach Selbstextubation des Pat. in der Phase des Weanings kam es zu einer respiratorischen Insuffizienz, so dass eine Reintubation erforderlich wurde.

Nach Laparotomie entwickelten 17 Pat. (34,0 %) Komplikationen, 5 (10,0%) davon als Operationsfolge. Diese bestanden zweimal in einem Bridenileus, in einer iatrogenen Blasenverletzung, einer Narbenhernie und einem paralytischen Ileus.

Sämtliche Operationen waren indiziert, da operativ versorgungspflichtige intraabdominelle Verletzungen bestanden. Eine Revision, aufgrund nicht erkannter Organverletzungen, war nicht erforderlich. Eine intraoperativ nicht erkannte Ureterverletzung mit daraus resultierendem Urinom konnte durch Einlage eines Pigtailkatheters und einer Ureterschiene interventionell behandelt werden.

Bei drei Pat. wurde das Konzept der “Damage Control Surgery” angewandt. Es handelte sich um hämodynamisch instabile Pat. mit Transfusionsbedarf. Die Dauer der Erst-OP betrug im Mittel 147 min.

In einem Fall konnten bei der Revision weitere Verletzungen (Galleleckage der Leber und zwei Dünndarmverletzungen) gesehen und versorgt werden.

Bei einem Pat. war wie oben beschrieben eine Harnleiterverletzung intraoperativ nicht erkannt worden. Alle drei Pat. hatten einen komplizierten Verlauf (Tab. 20).

<b>DCS</b>	<b>Konserven</b>	<b>Komplikationen</b>
	EK/FFP/TK	
Pat. 1	12/6/0	Harnwegsinfekt, Pleuraerguß, S1-Syndrom, Wundheilungsstörung
Pat. 2	15/23/3	Urinom bei übersehener Harnleiterverletzung, Pneumonie, Pleuraerguß, Narben- und Nabelhernie
Pat. 3	60/94/9	Pneumonie, ARDS, ANV, Leberhämatom

Tab. 20: Transfusionseinheiten und Komplikationen bei Pat. mit DCS

## **3.2 Pfählungsverletzungen**

### **3.2.1 Allgemeine Patientendaten**

Im Zeitraum von 1986-2005 wurden 11 Pat. mit Pfählungsverletzungen versorgt. Es handelte sich um 10 Männer und nur eine Frau. Das mittlere Alter betrug 28,5 Jahre (range 21 bis 41 Jahre).

Alle Pat. gaben an, einen Unfall erlitten zu haben. Bei zumindest einer Aussage muss der geschilderte Tathergang in Frage gestellt werden. Drei Pat. (27,3%) waren alkoholisiert. Eine Häufung der stationären Aufnahmen im Tages- oder Nachtverlauf war nicht zu beobachten. In 54,5% erfolgte die Aufnahme zwischen 16 und 7 Uhr. Durch den NA musste ein Pat. (9,1%) intubiert werden. Dieser Pat. war der einzige, der das Krankenhaus kreislaufinstabil erreichte. Zwei Pat. wurden aus auswärtigen Krankenhäusern zuverlegt.

### 3.2.2 Verletzungslokalisation

Am häufigsten waren das Rektum und die Perianal-/Perinealregion betroffen (63,6%). In zwei Fällen handelte es sich um eine zervikale Verletzung. Die genauen Verletzungsmuster sind in der Tab. 21 angegeben.

Pat.	Hergang laut Pat.	Glaubhaft	Lokalisation
1 (DD), m	Sturz auf Flasche	Nein	Rektum
2 (SJ), m	Sturz auf Bettpfosten	Fraglich	Rektum
3 (JK), m	Besenstiel (Streit mit anderem Heimbewohner)	Ja	Rektum
4 (TM), m	Bambusstab (autoerotisch)	Ja	Rektum
5 (KT), m	Eisenstange	Fraglich	Rektum
6 (CT), w	Pfählung durch Lkw-Getriebe	Ja	Gesäß, Oberschenkel
7 (NR), m	Fixationsstahldraht	Ja	Hals
8 (MB), m	Schlittenunfall	Ja	Leiste, Perineum
9 (AM), m	Motorradunfall, Polytrauma	Ja	Perineum, pararektal
10 (SA), m	Fahrradsturz, Pfählung Hals mit Pokal	Ja	Hals
11 (PR), m	VU, Pfählung Metallstange Türverkleidung	Ja	Abdomen

Tab. 21: Verletzungshergang und -lokalisierung

Der Mittelwert des ISS betrug für alle Pat. 18,6 mit einer Standardabweichung von 11,4; dabei weisen die drei in Tab. 20 zuletzt aufgeführten Pat. zusammen einen mittleren ISS von 32,7 auf.

### 3.2.3 Präoperative Diagnostik und Versorgung

Art und Umfang der Diagnostik orientierten sich an Verletzungsmuster und Dringlichkeit der operativen Versorgung. So stand bei den Pat. 9, 10 und 11 mit einem ISS über 20 der möglichst schnelle Beginn der Operation im Vordergrund. Für diese Pat. lag die Dauer von Aufnahme im Krankenhaus bis zum Beginn der OP im Mittel bei 76 min. Die kürzeste Dauer benötigte der kreislaufinstabile Pat. mit 60 min. Die präoperative Dauer bei den Pat. mit einem ISS unter 20 betrug 587 min. Die beiden Höchstwerte mit 836 und 1268 min waren bedingt durch Verzögerungen, welche durch die Alkoholisierung eines Pat. sowie Versorgungsengpässe (in der Silvesternacht) entstanden waren. Kein Pat. entwickelte in dieser Zeit eine lebensbedrohliche Verschlechterung seines Allgemeinzustandes.

Alle Pat. mit rektaler Pfählung wurden prä- oder intraoperativ proktorektoskopiert. Die präoperativ erhobenen Befunde konnten zu 100% intraoperativ bestätigt werden. Die in einem Fall durchgeführte MRT wurde bei proktorektoskopisch gesehener Sphinkterverletzung falsch negativ befundet. Intraoperativ zeigte sich eine Analkanalverletzung mit kompletter Durchtrennung des M. sphinkter ani

internus. In einem anderen Fall wurde durch eine retrograde KM-Darstellung des Rektums eine komplette Wandverletzung des Rektums bestätigt.

Bei 4 von 6 Pat. mit rektaler Verletzung sowie bei der Patientin mit der glutealen/perinealen Verletzung, welche von einem Lkw angefahren wurde, wurden Röntgenaufnahmen des Abdomens angefertigt. Keine zeigte einen pathologischen Befund.

Sonographiert wurde bei rektalen Pfählungsverletzungen in nur zwei Fällen. Bei nicht rektaler Pfählung wurden alle Pat. sonographiert. Alle sonographisch erhobenen Befunde konnten ebenfalls intraoperativ bestätigt werden.

Die Indikation zur Röntgenuntersuchung des Thorax wurde nur in den drei Fällen nach Verkehrsunfall, bei den zervikalen Pfählungen und im Rahmen der präoperativen Diagnostik zur Beurteilung des Narkoserisikos gestellt.

#### **3.2.4 Operative Versorgung von Pfählungsverletzungen**

Die Wunden zweier Pat. konnten nach unauffälliger Diagnostik bei oberflächlichen Verletzungsmustern in LA revidiert werden (Pat. 7 und 8). Alle anderen Pat. (81,8%) wurden in ITN versorgt. Die OP-Dauer betrug im Mittel 121,9 min.

Der bei Aufnahme kreislaufinstabile Pat. zeigte eine starke Blutung aus den die Schilddrüse versorgenden Gefäßen mit einem Transfusionsbedarf von 14 EK's, so dass hier eine operative Blutstillung vorgenommen werden musste.

Bei dem polytraumatisiertem Pat. erfolgte die Erstversorgung mit Sphinkter- und Rektumnaht auswärtig. In unserer Klinik wurden die Frakturen osteosynthetisch versorgt und ein AP angelegt.

Bei 4 von 6 Pat. mit rektalen Pfählungsverletzungen wurde ein AP angelegt (66,7%). In einem Fall erfolgte dies laparoskopisch nach vorheriger transanaler Sphinkternaht. Die AP-Anlage erfolgte in drei Fällen im Kolon descendens/sigmoideum, einmal im Kolon transversum und nur in einem Fall als endständiges Stoma. Bei 2 Pat. erfolgte nach Sphinkter- und Rektumnaht keine Stomaanlage.

Bei der transabdominellen Pfählungsverletzung wurde der noch in situ befindliche FK laparoskopisch unter Sicht entfernt. Danach wurde über eine Laparotomie eine Teilresektion des Dünndarms und des Kolons descendens vorgenommen. In diesem Fall erfolgte auch ein planmäßiger Second look mit definitivem Bauchdeckenverschluss. Lediglich die ventrale und dorsal im Bereich der linken Flanke gelegene Pfählungswunde heilten sekundär.

### 3.2.5 Verlauf und Behandlungsergebnisse

Die drei Pat. mit einem ISS >20 (9,10 und 11) erhielten Blutprodukte. Den größten Transfusionsbedarf hatte dabei der polytraumatisierte Pat. mit 23 EK's, 18 FFP's und 1 TK. Der Bedarf erklärt sich aus den Becken- und Femurfrakturen sowie der Milzläsion. Der durchschnittliche Transfusionsbedarf für das Gesamtkollektiv betrug 3,4 EK's, 3,5 FFP's und 0,3 TK's. Betrachtet man nur die Pat. mit einem ISS > 20 erhöhen sich die Mittelwerte auf 12,3 EK's, 12,7 FFP's und 1 TK.

Aufgrund der Schwere der multiplen Verletzungen musste der polytraumatisierte Pat. 6 d intensivmedizinisch betreut werden. Somit liegt der Mittelwert für das Gesamtkollektiv bei 1,3 d und für die Pat. mit einem ISS > 20 bei 3,7 d.

Alle Pat. erhielten AB, 90,9% der Pat. länger als 5 d. Dabei wurde bei 5 von 6 rektalen Pfählungen die Kombination eines Breitspektrumpenicillins oder – Cephalosporins mit Metronidazol appliziert.

Komplikationen traten in 54,5% der Verläufe auf. Bei einem Pat. führte der angelegte AP zu Komplikationen, er erlitt bei der Rückverlagerung eine revisionspflichtige postoperative Blutung.

Einer der ohne AP versorgten Pat. entwickelte im Verlauf eine operationspflichtige Analfistel. Die weiteren Komplikationen sind in Tab. 22 aufgeführt.

Pat.	Komplikation	Therapie der Komplikation
JK	Bridenileus 9 Jahre später	Laparotomie, Bridenlösung, Darmdekompression
KT	Analfistel 7 Monate später	mehrfache PRS, Fistelexzision, Lappchenplastik
CT	Wundinfekt perineal	konservativ
AM	Pintrac-Infektion	Entfernung Fixateur externe
SA	Durchtrennung Nervenwurzel C 6/7	Operation (Nervennaht/Interponat) geplant
PR	Postoperative Darmatonie	Medikamentöse Stimulation

Tab. 22: Komplikationen und deren Therapie bei Pfählungsverletzungen

Die Aufenthaltsdauer lag im Mittel bei 15,7 d bei einer Spannweite von 69 d (Standardabweichung 19,0 d). Der Median lag bei 11 d. Der polytraumatisierte Pat. verbrachte mit multiplen Verletzungen und mehrfachen Operationen 71 d in der Klinik. Die Länge des Aufenthaltes wurde nicht durch die rektale Pfählung bedingt. Der Mittelwert der Aufenthaltsdauer ohne die Tage dieses Pat. betrug 10,2 d (Standardabweichung 5,4 d).

Nur 27,3% der Pat. wurden komplett genesen entlassen. Immerhin 63,3% zeigten eine Einschränkung im Heilungsprozess bei z.B. noch vorhandenem Stoma oder

sekundärer Wundheilung. Nur in einem Fall wurde das Stoma schon während des 71 d langen stationären Aufenthaltes zurückverlegt. Ein Pat. wurde zur Versorgung einer Nervenwurzeldurchtrennung in eine andere Klinik verlegt. Das Outcome ist hier nicht bekannt. Todesfälle gab es nicht.

## 4. Diskussion

### 4.1 Schuss- und Stichverletzungen

#### 4.1.1 Vergleich der eigenen Ergebnisse mit früheren Untersuchungen

##### 4.1.1.1 Epidemiologie

PV sind im Vergleich zum stumpfen Trauma in Deutschland selten. Selbst in Zentren der Maximalversorgung können über Zeiträume von 10 bis 20 Jahren nur kleine Fallzahlen beschrieben werden [110, 136, 143]. Die Fallzahl von 199 Pat. am Campus Lübeck des UK S-H untermauert die zentrale Rolle des UK S-H in der Versorgung derartiger Verletzungen. Im Gegensatz dazu ist es aber in den USA und Südafrika möglich, auf bis zu vierstelligen Fallzahlen innerhalb weniger Jahre zurückzublicken oder prospektive Studien durchzuführen [36, 58, 132].

Autor	Land	Jahr	Gesamt	Schuss	Stich	Andere
Eigene Daten		2005	199	44 (22,1%)	144 (72,4%)	11 (5,5%)
Bauer	D	1986	139	17 (12,2%)	122 (87,8%)	0
Nagel	D	1994	69	13 (18,8%)	56 (81,2%)	0
Tiemann	D	2001	12	2 (16,7%)	9 (75,0%)	1 (8,3%)
Tonus	D	2003	74	10 (13,5%)	64 (86,5%)	0

Metha	USA	1982	100	19 (19,0%)	81 (81,0%)	0
Dellinger	USA	1984	330	140 (42,4%)	190 (57,6%)	0
Obeid	USA	1984	33	22 (66,7%)	11 (33,3%)	0
Durham	USA	1991	298	191 (64,1%)	107 (35,9%)	0
Goins	USA	1991	252	118 (46,8%)	109 (43,3%)	25 (9,9%)
Fabian	USA	1993	182	66 (36,3%)	99 (54,4%)	17 (9,3%)
Ivatury	USA	1993	100	35 (35,0%)	65 (65,0%)	0
Fernando	USA	1994	33	22 (66,7%)	11 (33,3%)	0
Smith	USA	1995	133	57 (42,9%)	58 (43,6%)	18 (13,5%)
Ortega	USA	1996	24	11 (45,8%)	13 (54,2%)	0
Ditmars	USA	1996	106	66 (62,3%)	40 (37,7%)	0
Mandal	USA	2001	3049	1702 (55,8%)	1347 (44,2%)	0
Chelly	USA	2003	48	13 (27,1%)	28 (58,3%)	7 (14,6%)
Liebenberg	SA	1988	605	105 (17,4%)	500 (82,6%)	0
Demetriades	SA	1993	368	258 (70,1%)	110 (29,9%)	0
Krige	SA	1997	446	91 (20,4%)	204 (45,7%)	151 (33,9%)
Vasquez	Peru	1997	240	57 (23,8%)	183 (76,2%)	0

Tab. 23: Literaturvergleich nach Anteil von Schuss- und Stichverletzungen und anderen Verletzungsmustern (z.B. stumpfes Trauma/Pfählung). D: Deutschland, SA: Südafrika

Trotz einer Zunahme von stationären Behandlungen Schuss- und Stichverletzter wurde mit 9,5 STV und 2,5 SV pro Jahr nur etwa ein Pat. mit einer PV pro Monat behandelt. Eine Zunahme von PV ist aber, gerade anhand der Fallzahlen von 2004 und der ersten Monate des Jahres 2005, zu erwarten.

In nahezu allen deutschsprachigen Publikationen zeigt sich ebenso wie in den eigenen Untersuchungen ein Überwiegen der Stich- gegenüber den Schussverletzungen. Dieses Verhältnis kehrt sich in den USA und Südafrika zum Teil um. In den USA sind 19-67% aller penetrierenden Traumata Schussverletzungen. Auch bei einem Überwiegen von STV zeigt sich prozentual zumindest ein deutlich höherer Anteil von SV im Vergleich zu deutschen Patientenkollektiven (Tab. 23).

Altersdurchschnitt und Geschlechtsverteilung sind in fast allen Publikationen ähnlich (23-37 Jahre, 80% Männer). Dies deckt sich auch mit den eigenen Ergebnissen. In einer deutschen Publikation lag das Durchschnittsalter der betroffenen Frauen 12,3 Jahre über dem der Männer bei einer gleichzeitig höheren Suizidrate (42,8%) [110]. Ähnlich lag im eigenen Kollektiv das Durchschnittsalter der Frauen 6,5 Jahre über dem der Männer.

Laut Polizeilicher Kriminalstatistik sind die Opfer von gefährlichen und schweren Körperverletzungen zu 74,4% männlich und von der Altersstruktur vorrangig bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen einzuordnen [21]. Diese Zahlen ähneln auch der in der Literatur gezeigten Geschlechtsverteilung bei PV [38, 143].

Gewalttaten waren Hauptursache von PV. Diese Ergebnisse korrelieren mit der Steigerungsrate von 5,5% für gefährliche und schwere Körperverletzung und von

1,8% für Schusswaffengebrauch in der Polizeilichen Kriminalstatistik 2002 gegenüber dem Jahr 2001 [21].

Über eine Zunahme der Verletzungsschwere, so wie sie hier anhand des ISS dokumentiert wurde, finden sich im vorliegenden Schrifttum keine Angaben.

Bezüglich der Lokalisation PV fand sich in der Literaturrecherche eine Häufung der Auswertungen thorakaler und abdomineller Verletzungen. Auch in der eigenen Untersuchung stellten thorakale und abdominelle Verletzungen mit 68,6% die Majorität dar, wobei v.a. Thoraxverletzte überdurchschnittlich hohe ISS-Werte zeigten. So sollten gerade für thorakale und abdominelle Verletzungen Therapiestandards erstellt werden, deren sichere Handhabung gewährleistet sein muss.

#### **4.1.1.2 Erstversorgung**

Bei dem großen Spektrum der möglichen Verletzungsschwere und Verletzungsmuster muss für jedes penetrierende Trauma unverzüglich ein diagnostischer und therapeutischer Handlungsablauf festgelegt werden.

International ist dabei nach Ankunft des Pat. die Übernahme durch ein sogenanntes Traumateam üblich, welches z.T. in fester Zusammensetzung nach vorstrukturierten Plänen arbeitet und für solche Zwecke speziell trainiert ist [87]. In Amerika besteht das Team aus 3-5 Ärzten. In Deutschland sind 4-6 Ärzte, jeweils mit entsprechendem Pflegepersonal, üblich.

Am UK S-H gibt es keine „festen Teams“, die Zusammensetzung definiert sich aus den diensthabenden Ärzten der jeweiligen Abteilungen (Chirurgie, Unfallchirurgie, Anästhesie und Radiologie). Je nach Ankündigung ist auch ein Herz- oder Neurochirurg vor Ort. Das OP-Pflegepersonal ist einsatzbereit.

Da sich die vorliegende Arbeit auf die klinisch-chirurgische Versorgung schuss- und stichverletzter Pat. konzentriert, erfolgte die Evaluation präklinischer Maßnahmen nur hinsichtlich Intubation und Reanimation durch den NA unter der Vorstellung, dass diese Kriterien für eine schwerere Verletzung (ISS) sprechen. In der Tat hatten Pat., die vom NA intubiert oder reanimiert wurden, einen höheren ISS (29,5 „Reanimation“ vs. 20,2 „keine Reanimation“ und 33,1 „Intubation“ vs. 18,5 „keine Intubation“). Daraus sollte bei entsprechender Ankündigung durch die Leitstelle eine erhöhte Alarmbereitschaft der in der Klinik z.B. mit Anwesenheit des chirurgischen Oberarztes sowie des diensthabenden Kardiochirurgen resultieren.

Kritisch einzuordnen, auch für die Ergebnisse dieser Auswertung, ist die Tatsache, dass die personellen Voraussetzungen nicht immer gleich waren. So war bis 2004 die Anwesenheit eines allgemeinchirurgischen Oberarztes gegeben, da Fach- und Oberarztposition als Vordergrunddienst besetzt waren. Zudem war der diensthabende Oberarzt entweder unfall- oder viszeralchirurgisch orientiert, so dass auch nicht immer von konstanten fachlichen Kompetenzen auszugehen ist. Ein unfallchirurgischer Facharzt ist seit 2003 nur noch im Rahmen der Rufbereitschaft verfügbar. Gleiches gilt seit 2005 für den allgemeinchirurgischen Oberarzt. Diese Einsparungen entstanden unter ökonomischen Zwängen. Aufgrund der insgesamt niedrigen Fallzahlen ist diese Besetzung ohne Oberarzt im Vordergrunddienst für die Versorgung PV an unserer Klinik vertretbar, auch wenn der größte Teil der Pat. in der Dienstzeit eintrifft.

Nach Ankündigung kreislaufinstabiler oder reanimierter Pat muss jedoch die sofortige Aktivierung des Rufbereitschaftsdienstes gewährleistet sein. Diese Forderung stellen auch Kühne et al. in einer umfangreichen Literaturübersicht [87]. In der Zusammensetzung der Teams finden sich international gewisse Unterschiede. Deutschsprachige Publikationen fordern, ähnlich wie am UK S-H praktiziert, die Anwesenheit jeweils eines Chirurgen, Anästhesisten und Radiologen mit entsprechendem Assistenz-/ Pflegepersonal [69, 85, 87, 109].

Dagegen gibt es in Amerika „emergency physicians“, also in der Notaufnahme tätige Ärzte, für die es keine Entsprechung in der deutschen Ausbildung gibt. Im Gegensatz zu Deutschland ist in Amerika der Anästhesist nicht immer im Schockraum anwesend, stattdessen gibt es jedoch speziell ausgebildete Beatmungsassistenten [87]. Ein weiterer Unterschied ist in der Diagnostik zu erkennen, welche in Deutschland zumeist durch Radiologen und dazugehöriges Assistenzpersonal durchgeführt wird. In den USA erfolgt die Sonographie häufig durch den Chirurgen selbst, die weitere Diagnostik durch speziell ausgebildete Radiologieassistenten.

In amerikanischen Publikationen wird die Erfordernis der Anwesenheit eines Chirurgen in der Notaufnahme diskutiert [25, 82, 84]. Khetarpal konnte gerade für PV durch die Anwesenheit eines Unfallchirurgen eine Optimierung der klinischen Versorgung herausstellen, ohne dass dies das Outcome positiv beeinflusste [82]. Kohn fand in einer prospektiven Studie v.a. allem physiologische Parameter hilfreich, um die Notwendigkeit einer sofortigen multidisziplinären Versorgung

vorauszusagen [84]. Ciesla sieht für SV des Halses, Thorax und Abdomens, für intubierte Pat. mit zentralen STV sowie für hämodynamisch instabile Pat. die Notwendigkeit der Anwesenheit eines Chirurgen in der Notaufnahme [25].

Sowohl in der deutsch- als auch der englischsprachigen Literatur wird, wenn auch kaum beschrieben, von der Verfügbarkeit des Ultraschalls und des Röntgens ausgegangen [16, 17, 28, 59, 69, 93, 95]. Beides war und ist im Schockraum des UK S-H Standard. Deutsche Arbeiten beziehen auch die CT-Diagnostik im 24-h-Betrieb mit ein [69, 93]. Diese war auch am UK S-H gegeben, wenn auch erst seit 1999 ein Computertomograph in unmittelbarer Nachbarschaft zum Schockraum existiert. Zuvor war ein Weg von ca. 150 Metern zurückzulegen. Mit 7,4% gehörte die CT am UK S-H, außer bei cerebralen Verletzungen, nicht zum Standard.

Trotz der Erwähnung von Ultraschall- und Röntgenuntersuchungen finden sich zu Indikationsstellung, Zeitaufwand und Nutzen der Verfahren nur wenige Verweise.

Bei PV des Thorax und Abdomens wird der sonographische Nachweis freier abdomineller Flüssigkeit oder einer Perikardtampnade bei der Indikationsstellung zur OP berücksichtigt [15, 125, 137, 143]. Für die Durchführung einer Sonographie wird ein mittlerer Zeitaufwand von 6,5 min genannt [69]. Bei einer Sensitivität von 98%-100% ist die Spezifität mit 48%-50% jedoch nicht ausreichend [16, 131]. Für das Hämoperikard wird eine Spezifität von 96% angegeben [149].

Das Thoraxröntgen wird als obligate Maßnahme und wichtigste Diagnostik bei PV des Thorax beschrieben [143, 152]. Einige Autoren verweisen auf die Durchführung erst nach erfolgter Anlage einer TD. Die Indikation zur TD wird dabei anhand der klinischen Untersuchung gestellt, so auch 4-mal im eigenen Krankengut [17, 141]. Für große Pleuraergüsse ist für das Röntgen eine Sensitivität von 96% und eine Spezifität von 93% beschrieben [95].

Auch am UK S-H waren Thoraxröntgen und Sonographie die entscheidenden bildgebenden Verfahren bei PV des Thorax und Abdomens. Allerdings wurden insgesamt 10 Pat. (hämodynamisch stabil 3 Pat., instabil 7 Pat.) mit thorakaler Verletzung ohne Röntgenthoraxaufnahme operativ versorgt, ohne das hierbei eine Zuordnung zu einem bestimmten Abschnitt im Auswertungszeitraum zu treffen ist. Bei der Sonographie, welche begleitend zur Erstversorgung ohne zusätzlichen Zeitaufwand durchgeführt wurde, stand der Nachweis von freier abdomineller Flüssigkeit, Läsionen parenchymatöser Organe, Pleuraergüssen oder Perikardtampnaden im Vordergrund. Bei abdomineller Verletzung war der

Nachweis freier abdomineller Flüssigkeit immer Kriterium zur operativen Revision. Der sonographische Nachweis eines Perikardergusses indizierte bei thorakaler Verletzung die ST. Einzige Ausnahme war ein Perikarderguß nach links thorakaler STV, der bei stabilem Kreislauf und Hb sowie unauffälligem Röntgenbild des Thorax nicht dem Trauma zugeschrieben werden konnte.

Bei den operativ versorgten Pat. wurde im Mittel nur 2,1 h von Aufnahme bis zum Beginn der OP benötigt, was deutlich unter der in einer aktuellen deutschen Veröffentlichung genannten Zeit von 3,8 h liegt [43]. Bei Kreislaufinstabilität vergingen im Mittel 36,4 min von Ankunft bis Hautschnitt. Vergleichswerte anderer Zentren sind in der Literatur leider nicht dokumentiert.

#### **4.1.1.3 Versorgung von Schuss- und Stichverletzungen in Abhängigkeit von der Lokalisation**

##### **4.1.1.3.1 Verletzungen des Kopfes**

In der Literatur werden penetrierende Schädel-Hirn-Verletzungen als selten, behaftet mit einer hohen Komplikationsrate und schlechten Prognose (Letalität von 53%), beschrieben [66, 116]. Auch in unserem Kollektiv waren PV des Kopfes mit nur 11 Pat. (5,9%) selten, wobei drei Verletzungen eine Gehirnbeteiligung zeigten, zwei davon waren letal. Das entspricht der in der Literatur beschriebenen schlechten Prognose bei Gehirnbeteiligung. Die hohe Morbidität dieser Verletzungen zeigt auch die Verletzung mit nicht letal endender Gehirnbeteiligung. Ein temporal subkutan verlaufender Streifschuss führte zu einer Kalottenfraktur, Subdural- und Kontusionsblutung. Für PV des Kopfes mit einem GCS-Wert von 3 bei Aufnahme besteht eine Letalität von 94% [34].

Konsens, auch an unserer Klinik, besteht bezüglich der CT als Diagnostik der Wahl bei PV des Schädels.

Therapieziel ist es, nach ausgiebigem Débridement von Ein- und Ausschuss, eine offene in eine geschlossenen Hirnverletzung umzuwandeln. Zudem kann die Entlastung eines Hämatoms oder eine Ventrikeldrainage erforderlich werden [116]. Die Beteiligung der Ventrikel ist prognostisch besonders ungünstig. Trotz sofortiger chirurgischer Therapie wird eine Letalität von 32,8% beschrieben [46].

Im Gegensatz zu den penetrierenden Schädel-Hirn-Verletzungen sind PV der Gesichteweichteile prognostisch günstiger. Jedoch beschreibt Chen in einer Serie

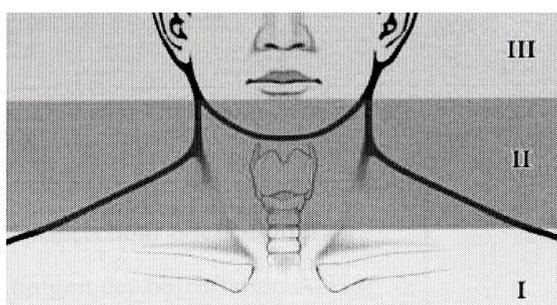
von 78 Pat. eine Komplikationsrate von 37% sowie drei Todesfälle, zwei davon bedingt durch eine intrakranielle Penetration. Leider geht aus der Arbeit nicht hervor, ob diese bei der Primärversorgung erkannt wurden [24].

#### 4.1.1.3.2 Verletzungen des Halses

Das Management PV des Halses wird kontrovers diskutiert. Die zu Kriegszeiten vertretene obligate Revision bei Platysmapenetration hatte lange Gültigkeit. Ihre Vertreter verweisen auf mangelnde Genauigkeit und hohe Kosten radiologischer und endoskopischer Untersuchungen [62]. Trotz negativer Revisionen seien Morbidität und Kosten nicht höher als beim selektiven Vorgehen [151].

Zunehmend setzt sich jedoch das selektive Management bei stabilen Pat. mit einer Senkung negativer Revisionen um 52-86% durch [37, 83, 124, 148]. Dabei erfolgt eine Unterteilung des Halses in drei Zonen (Abb. 10).

Die zum Vorgehen beschriebenen Algorithmen unterscheiden sich jedoch erheblich. Der aus der Wiener Universitätsklinik beschriebene Algorithmus lässt Kriterien für das abwartende Handeln offen und ist somit in seiner Anwendung nicht praktikabel [47]. Demetriades führt Schock, persistierende Blutung, fehlenden Radialispuls und Luftaustritt aus der Wunde als absolute OP-Kriterien auf, unterscheidet aber nicht nach Zonen der Verletzung [37].



Zone III: Kieferwinkel bis Schädelbasis

Zone II: Ringknorpel bis Kieferwinkel

Zone I: Schlüsselbein bis Ringknorpel

Abb. 10: Einteilung der Halsregion in 3 Zonen

Von Klyachkin werden die absoluten Indikationen zur OP noch um Folgende erweitert: Haemoptyse, expandierendes Hämatom, freiliegende Trachea, inkomplette Nervendefizite, Dysphonie, Dysphagie und subkutanes Emphysem [83]. Bei Verletzungen in Zone I oder III sieht er bei erfüllten Kriterien am hämodynamisch stabilen Pat. jedoch zunächst die Indikation zur präoperativen Durchführung einer Angiographie oder eines KM-Breischlucks.

Entsprechend den o.g. Kriterien zur operativen Exploration erfolgte auch bei der hier untersuchten Gruppe die Indikationsstellung. Nur ein Pat. mit zwei STV in Zone I erfüllte die o.g. OP-Kriterien nicht. Obwohl Thoraxbild und Angiographie keinen pathologischen Befund zeigten, erfolgte die operative Revision. Sie zeigte eine Pleuraverletzung ohne Pneumothorax. Insofern stellt sich hier die Frage nach der Konsequenz und Aussagefähigkeit der durchgeführten Diagnostik.

Bei Verletzung der A. carotis interna wurde lange Zeit die Ligatur favorisiert. Während der Kriege in Korea und Vietnam setzte sich die Rekonstruktion durch, wurde aber unter der Annahme einer erhöhten Infarktrate ischämischer Areale nach Revaskularisation wieder verlassen. Studien belegen jedoch das bessere neurologische Outcome nach Gefäßrekonstruktion [120, 138].

Bei Zweifeln muss aufgrund der hohen Morbidität und Mortalität von initial nicht erkannten Ösophagusverletzungen die Endoskopie oder der KM-Breischluck erfolgen. Werden PV des Ösophagus nach der 24-h-Grenze operiert, ist ein Anstieg der Mortalität auf 36% beschrieben [17]. Verletzungen der A. carotis sowie des Ösophagus waren in unserem Kollektiv nicht nachweisbar.

#### **4.1.1.3.3 Verletzungen des Thorax**

Bei PV des Thorax müssen die Perikardtamponade, ein massiver Hämatothorax, ein Spannungspneumothorax sowie offene Thoraxverletzungen unverzüglich erkannt und therapiert werden. Verletzungen des Tracheobronchialsystems, Ösophagus und Zwerchfells sind im Verlauf auszuschließen [17].

Bei erforderlicher Reanimation muss die Herzmassage am eröffneten Thorax möglichst unter Abklemmung der Aorta descendens geschehen. Eine externe Herzmassage ist kontraindiziert [136]. In Lübeck sind zwei Pat. mit thorakaler STV im Schockraum und hier zunächst extern reanimiert worden. Beide wurden daraufhin jedoch sofort in den OP verbracht und sternotomiert.

In der präklinischen Phase und im Schockraum muss eine TD als lebensrettende Maßnahme nur anhand der körperlichen Untersuchung indiziert und gelegt werden können [17, 141]. Das Röntgen wird nach Platzierung der TD durchgeführt [95].

So wurde auch bei 14 (19,2%) der hier ausgewerteten Thoraxverletzten eine TD vom NA (n=10) oder im Schockraum (n=4, davon n=2 hämodynamisch instabil) vor dem Thoraxröntgen gelegt. Bei 22 Pat. (30,1%) erfolgte die Anlage (n=18) oder der Wechsel (n=4) nach der Röntgendiagnostik.

Bei Herzbeteiligung ist die präklinische Mortalität mit 60-80% besonders hoch [26, 140]. Art der Erstversorgung sowie Transportdauer entscheiden über Zustand und Prognose des Pat. beim Erreichen der Klinik [60, 136]. Dank der Optimierung des „Load-and-go“-Konzeptes mit Verkürzung der Transportzeiten erreichen immer mehr Pat. mit noch vorhandenen Vitalzeichen die Klinik [6, 77, 103].

Bei vermuteter kardialer Verletzung besteht die Indikation zur sofortigen ST/TT. Kriterien einer möglichen Herzbeteiligung sind: Perikardtamponade, präkordiale Wunde, Schock und ZVD-Erhöhung [95]. Dabei sind ein vorhandener Sinusrhythmus nach operativer Perikarderöffnung sowie die STV gegenüber der SV (Mortalität 32% vs. 86%) prognostisch günstig. Die betroffene Herzregion und der Nachweis einer Perikardtamponade hatten keinen prognostischen Einfluss [6].

<b>Autor</b>	<b>Land</b>	<b>Jahr</b>	<b>ÜR Gesamt /</b>	<b>Schuss /</b>	<b>Stich</b>
Marshall	USA	1984	77%	57%	83%
Moreno	USA	1986	31%	9%	47%
Ivatury	USA	1987	47%	28%	55%
Attar	USA	1991	61%	40%	78%
Henderson	USA	1994	19%	7%	37%
Velhamos	SA	1994	81%	49%	87%
Asensio	USA	1998	37%	14%	68%
Mittal	USA	1999	65%	47%	80%
Thourani	USA	1999	75%	61%	82%
Tyburnsky	USA	2000	41%	23%	58%

Tab. 24: Literaturvergleich der Überlebensraten (ÜR) bei PV des Herzens

Eine höhere Mortalität zeigte die Beteiligung zweier Herzkammern oder intraperikardialer großer Gefäße [144]. Den Vorteil der STV gegenüber der SV zeigt auch Tab. 24.

Die Perikardtamponade kann einen protektiven Effekt durch Limitierung der Blutung haben. Ob sie prognostisch günstig ist, wird kontrovers diskutiert [6, 103, 106, 144]. Es kann nach Überschreiten eines kritischen Grenzwertes zum raschen Eintritt eines kardiogenen Schocks kommen. Die unverzügliche Diagnosestellung ist notwendig. Selten ist die klassische Beck-Trias mit erweiterten Halsvenen, arterieller Hypotonie und verminderten Herzgeräuschen gegeben [39].

Die schnellste Diagnosesicherung ermöglicht innerhalb einer Minute die Sonographie mit einer Sensitivität von 98%-100% [125, 149]. Röntgen und EKG sind hilfreich, aber zeitaufwendiger. Die jahrzehntelang häufig durchgeführte Perikardpunktion ist diagnostisch durch den Ultraschall und therapeutisch durch die möglichst frühe OP abgelöst worden [77, 103, 140]. Der fragliche Nutzen rechtfertigt den erheblichen Zeitaufwand nicht.

In Lübeck ist bei PV des Herzens letztmalig 1991 eine Perikardpunktion im Schockraum durchgeführt worden. Unter Reanimationsbedingungen wurde der Pat. sofort in den OP gebracht, sternotomiert und mit Ventrikelnaht versorgt.

Für hämodynamisch stabile Pat. mit vermuteter Herzverletzung wird die ST als Zugang favorisiert, auf den Einsatz der HLM kann zumeist verzichtet werden [102, 134]. Die anterolaterale TT ist der Zugang der Wahl im Schockraum [6]. Am Campus Lübeck des UK S-H wurde keine Schockraum-TT durchgeführt.

Bei erfolgter oder drohender Reanimation wurde der Pat. sofort in den OP verbracht oder, nach entsprechender Ankündigung vom NA, direkt in den OP übernommen.

Neben Kreislaufinstabilität und vermuteter Herzverletzung wird als Indikator zur Notwendigkeit einer TT häufig der Blutverlust über die TD genannt. Hier unterscheiden sich jedoch die Empfehlungen über die Menge des tolerierbaren Blutverlustes erheblich (Tab. 25).

<b>Autor</b>	<b>Jahr</b>	<b>Land</b>	<b>Blutverlust als Indikation zur Thorakotomie</b>
Sunder-Plassmann	1986	D	1500 ml initial + 200ml/h
Waydhas	2000	D	> 2000 ml initial, > 500 ml in h1-3, > 200 ml ab h 4
Tiemann	2001	D	1000-2000 ml initial oder < 500 ml/h
Voggenreiter	2004	D	1500 ml initial oder >250 ml/h
Metha	1982	USA	> 800-1000 ml initial
Karmy-Jones	2004	USA	> 1500 ml initial, > 250 ml/h

Tab. 25: Blutverlust über die Thoraxdrainage als Indikator zur TT

Sofern eine TD durch den NA oder im Schockraum gelegt wurde und die Fördermenge in der Dokumentation nachvollziehbar war, galt auch in Lübeck 1500 ml Blut als Obergrenze der zu tolerierenden initialen Fördermenge. So hatten drei Pat., welche erst später als 24 h nach Verletzung thorakotomiert wurden, initial 1000 ml oder weniger Blut über die einliegende TD verloren.

Dass international die Indikation zur TT eher zurückhaltend gestellt wurde zeigt Tab. 26. Gerade in amerikanischen/südafrikanischen Zentren wird, ausgehend von einer Selbstlimitierung der Blutung, der konservativen Therapie mit alleiniger TD-Einlage der Vorzug gegeben. Möglicherweise spielen hier die begrenzten Kapazitäten bei einem höheren Aufkommen solcher Verletzungen eine nicht unerhebliche Rolle.

Im eigenen Patientengut mussten jedoch drei zunächst konservativ behandelte Pat. im Verlauf am 1./18./29. d nach Verletzung bei persistierender Blutung bzw. organisiertem Hämatothorax mit respiratorischen und infektiösen Komplikationen thorakotomiert werden. Der Klinikaufenthalt wurde so z.T. erheblich verlängert. Im Gegensatz dazu fand sich bei allen durchgeführten thorakalen Operationen eine Verletzung Lunge, Herz oder Gefäßen und nur eine Komplikation infolge der OP im Sinne einer Wundheilungsstörung nach ST.

<b>Autor</b>	<b>Jahr</b>	<b>Land</b>	<b>Gesamt</b>	<b>Thoraxdrainage</b>	<b>OP</b>
Eigene Daten		D	63	25,4%	34,9%
Plate	1990	D	20	30%	30%
Tiemann	2001	D	12	91,7%	8,3%
Tonus	2003	D	36	50%	33,3%
Metha	1982	USA	100	30%	27%
Mandal	2001	USA	3049	57,5%	14,9%
Ashraf	1996	UK	76	k.A.	25%
Vasquez	1997	Peru	240	60%	12,9%
Inci	1998	Türkei	755	60,8%	8,1%

Tab. 26: Anteil der alleinigen Thoraxdrainagenversorgung sowie der durchgeführten Operationen an der Gesamtzahl penetrierender Thoraxverletzungen

Mit Ausnahme der Arbeit von Tiemann wurde in deutschen Kliniken bei PV des Thorax etwas häufiger operiert als im internationalen Durchschnitt, so auch mit 27,4% in Lübeck. Letztlich operierte aber keine Klinik mehr als ein Drittel der Pat. mit PV des Thorax.

Da die Indikationsstellung zur thorakalen OP innerhalb der ersten 24 h bei PV des Thorax im Vergleich zu o.g. Publikationen eher großzügig war, sollten die angewandten Indikationskriterien zur OP kritisch beleuchtet werden. Kreislaufinstabilität und mögliche Herzverletzungen stellen allgemeingültig absolute OP-Indikationen dar. Weitere Indikationen waren, wie in Tab. 15 aufgeführt, der Hämato- oder Pneumothorax, das Verletzungsmuster, potentielle Gefäßverletzungen bei infraklavikulärem Hämatom oder Einschuss, massive Gewebsdefekte sowie intrapulmonale FK.

Hinsichtlich der potentiellen Verletzung der A./V. subclavia, des massiven Gewebsdefektes und der nachgewiesenen FK kann die OP-Indikation ohne Zweifel nachvollzogen werden. Beim Hämato- oder Pneumothorax hingegen ist bei hämodynamischer Stabilität die Befundschwere entscheidend.

Hier ist zumindest eine OP-Indikationen kritisch zu bewerten. Nach thorakaler STV war ein basaler Pneumothorax nur im CT nachgewiesen worden, es erfolgte kein Versuch einer Drainage sondern die sofortige Thorakoskopie.

Genauso ist die OP-Indikation in Frage zu stellen unter der ein hämodynamisch stabiler Patient mit links thorakaler Stichverletzung ohne bildgebende Diagnostik direkt in die herzchirurgische Klinik übernommen und sternotomiert wurde.

Eine v.a. im angloamerikanischen Sprachraum angewandte Maßnahme ist die Notthorakotomie [3, 65, 81, 142, 144]. Sie ermöglicht die offene Herzmassage bei Reanimationspflichtigkeit, die Entlastung einer Perikardtamponade und Blutungskontrolle bei jedoch sehr hoher Mortalität von 80-100% (Tab. 27).

<b>Autor</b>	<b>Land</b>	<b>Jahr</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Letalität Gesamt /</b>	<b>Schuss /</b>	<b>Stich</b>
Mitchell *	USA	1993	47	85%		
Asensio*	USA	1998	37	84%		
Tyburski	USA	2000	302	59%	77%	42%
Tyburski*	USA	2000	152	92%	100%	20%
Aihara	USA	2001	49	80%		
Grove	USA	2002	10	70%		
Karmy-Jones	USA	2004	218	58%	69%	37%

Tab. 27: Literaturvergleich der Letalität nach Notthorakotomie (\* nur Schockraum-TT)

Verglichen mit der TT im Schockraum zeigen im OP thorakotomierte Pat. immer die besseren Ergebnisse [65, 81]. Dabei handelt es sich aber im Schockraum um eine negative Vorauswahl, viele dieser Pat. hätten den OP oft nicht mehr lebend erreicht. Prognostisch ungünstig sind das Fehlen von Vitalzeichen beim Eintreffen in der Klinik [3, 6, 144]. In Deutschland wird die Durchführung der Notthorakotomie im OP favorisiert [141]. Auch in Lübeck wurden keine Notfallthorakotomien im Schockraum durchgeführt. Bei drohender oder erfolgter Reanimation wurde der Pat. sofort in den OP verbracht oder, nach entsprechender Ankündigung vom NA, direkt in den OP übernommen.

Als weitere Therapieoption findet in neuester Zeit die VATS Erwähnung. Sie wird erfolgreich zum Ausräumen großer Koagel, zum Nachweis und zur Therapie von Zwerchfellverletzungen, zur Blutstillung bei Kreislaufstabilität, zur Entfernung von FK, zur Therapie des Pneumothorax bei Parenchymfisteln, zur Therapie infizierter Pleuraergüsse und zur Beurteilung mediastinaler Verletzungen angewendet [1, 2, 9, 64]. Die Therapie eines verzögerten Hämoperikards nach STV wurde kasuistisch beschrieben [22]. Eine prospektive Studie zeigte Vorteile gegenüber der TT bezüglich chirurgischem Trauma und postoperativer Lebensqualität [54].

Nachteilig sind der hohe apparative und zeitliche Aufwand und die damit verbundenen Kosten. Dies könnte Grund für die seltene Anwendung der Methode im amerikanischen Sprachraum sein.

In Lübeck wurden PV des Thorax selten minimal invasive versorgt. Indikation war v.a. der Pneumothorax mit oder ohne FK-Nachweis. In drei Fällen wurden Parenchymverletzungen der Lunge versorgt. Zudem wurde eine Zwerchfell- und Leberverletzung diagnostiziert und über eine Minithorakotomie therapiert. Ein gewisser zeitlicher Trend der Methode läßt sich bei je einer Durchführung in den Jahren 1991, 1998, 2001 und 2002 erahnen.

Insgesamt war die Mortalität PV des Thorax im hiesigen Krankengut mit nur 1,4% sehr niedrig, was möglicherweise durch den geringen Anteil von SV erklärt werden kann. Aber auch bei den im Allgemeinen mit einer hohen Mortalität beschriebenen Herzverletzungen waren keine Todesfälle zu berichten. Diesbezüglich kann das hier durchgeführte Konzept, trotz oder vielleicht auch aufgrund der höheren Operationsrate, als äußerst erfolgreich betrachtet werden. Allerdings zeigt die Gruppe der Thoraxverletzten im Vergleich zum Gesamtkollektiv eine deutlich höhere Komplikationsrate, was die Schwere von PV des Thorax unterstreicht.

#### **4.1.1.3.4 Abdominelle Verletzungen**

Die Wahrscheinlichkeit einer Peritonealperforation wird für abdominelle STV mit 65-75%, für SV mit bis zu 96% angegeben [50]. Aber nicht jede Peritonealperforation bedingt eine Organverletzung. Beschrieben wird eine Rate fehlender Organverletzungen bei perforiertem Peritoneum von 30% [31]. So wurde für STV in 72% eine Peritonealperforation und nur in 59% eine signifikante Organverletzung nachgewiesen [90]. Ähnlich waren in Lübeck nur in 71,8% (SV 60%, STV 73,5%) Peritonealpenetrationen und in 57,7% (SV 70%, STV 55,9%) Organverletzungen nach PV des Abdomens nachweisbar.

Nachdem die obligatorische Laparotomie jahrzehntelang Standard war, wird heute aufgrund der nicht immer vorhandenen Peritoneal- oder Organverletzung für STV, und zunehmend auch für SV, das selektive Vorgehen diskutiert, welches unter Erfüllung bestimmter Kriterien ein konservatives Vorgehen erlaubt [14, 17, 19, 28, 36, 40, 90, 92, 98, 104, 110, 111, 126, 127, 143].

Unabhängig davon besteht Konsens bezüglich absoluter OP-Indikationen deren Fehlen das konservative Verfahren mit engmaschigen Verlaufskontrollen erlaubt.

Hierzu zählen Kreislaufinstabilität, Nachweis freier abdomineller Flüssigkeit, Eviszeration abdomineller Organe, Peritonitis, Austritt von Darminhalt aus der Wunde sowie im Abdomen verbliebene Waffen.

Das Vorgehen in Lübeck ist retrospektiv als bedingt selektiv zu bewerten. 11,5% der Pat. konnten ohne eine Laparotomie/Laparoskopie versorgt werden, wobei o.g. Kriterien und SV stets absolute OP-Indikationen darstellten. Bei einer SV des Abdomens blieb es jedoch bei einer lokalen Wundrevision in ITN. Weitere therapeutische Algorithmen für ein selektives Management existierten nicht. In jüngster Zeit konnte sich die Laparoskopie bei kreislaufstabilen Stichverletzungen etablieren, ohne dass hier jedoch ein konkreter Zeitpunkt benannt werden kann.

Durch selektives Vorgehen kann die Rate explorativer Laparotomien auf 5-10% gesenkt werden, bei sorgfältiger Befunderhebung besteht keine nennenswerte Morbidität und Mortalität [32, 110]. Aufgrund der häufigeren Organverletzungen (92-98%) hat sich das Konzept für SV noch nicht durchsetzen können [17, 92, 105]. Es wird oft auf STV beschränkt [49, 110, 143]. Entgegen der Aussage von Tonus ist die obligate Laparotomie jeder abdominellen SV aber nicht unumstritten. Nast-Kolb beschreibt das konservative Vorgehen für abdominelle Tangential- oder Streifschüsse sowie bei isolierten Leberverletzungen bei Kreislaufstabilität [111].

Demetriades unterscheidet bezüglich des selektiven Vorgehens nicht zwischen STV und SV [32]. In einer von ihm publizierten Studie hatten nach abdomineller SV nur 58% aller Pat. bzw. 75% der Pat. mit Perforation des Peritoneums eine versorgungspflichtige Organläsion [40]. Die Rate explorativer Laparotomien in Abhängigkeit von der Vorgehensweise zeigt Tab. 28. Ein Vorteil ist dabei nur für STV, nicht jedoch für SV, erkennbar. In 10-40% treten Komplikationen nach explorativen Laparotomien auf [17, 89, 123, 153].

	<b>Autor</b>	<b>Jahr</b>	<b>Vorgehen</b>	<b>Explorative Laparotomie</b>
<b>STV</b>	Demetriades	1987	selektiv	5%
	McIntyre	1989	obligat	35%
	Nagel	1994	selektiv	10,7%
	Leppäniemi	1995	obligat	37%
	Hallfeldt	1998	obligat	65%
<b>SV</b>	Moore	1980	obligat	8%
	Feliciano	1988	obligat	12,0%
	Liebenberg	1988	obligat	2%
	Demetriades	1991	selektiv	5%

	Sosa	1995	obligat	12,4%
	Demetriades	1997	selektiv	9,4%
<b>SSTV</b>	Bauer	1986	obligat	4,4%

Tab. 28: Rate der explorativen Laparotomien bei abdominalen SV/STV je nach Vorgehensweise

Entgegen den o.g. zwingenden Operationskriterien propagiert Demetriades zudem das selektive Management bei Pat. im Schock, speziell bei Leberverletzungen Grad I-II, wenn der Schock leicht zu korrigieren ist. Das Ausmaß von Schock und Behandlung desselben sind dabei leider nicht definiert [31, 36]. Prinzipiell besteht die Möglichkeit der konservativen Therapie, da das intrahepatische Hämatom ähnlich einer Tamponade eine Blutstillung bewirken kann. Es wird aber in diesem Zusammenhang auf die hohe Inzidenz assoziierter Verletzungen von 63-80% verwiesen. Somit verbietet sich der Vergleich zum stumpfen Lebertrauma [126].

Im südafrikanischen Schrifttum wird auch bei Omentum- und Darneviszeration ein erfolgreiches konservatives Vorgehen beschrieben [36, 92]. Dieses Vorgehen sollte aufgrund der Gefahr einer sekundären Verletzung mehr als kritisch bewertet werden und ist möglicherweise In Zusammenhang mit den begrenzten materiellen Ressourcen bei gleichzeitig hoher Inzidenz PV in Südafrika zu sehen.

Im eigenen Kollektiv wurden insgesamt 92,3% der PV des Abdomens unter ITN versorgt wurden, auch wenn bei drei Pat. die Wunden nur lokal revidiert wurden. Die negative Laparotomierate ist für ein selektives Vorgehen mit 22% vergleichsweise hoch. Dabei entspricht die Komplikationsrate nach Laparotomie (34% gesamt, 10% OP-bedingt) der von internationalen Publikationen.

In Hinblick auf das sich zunehmend durchsetzende selektive Management nimmt die Diagnostik einen entsprechenden Stellenwert ein. Demetriades spricht als ein Verfechter des selektiven Vorgehens der klinischen Untersuchung eine hohe Wertigkeit mit einer Sensitivität von 97% zu [40]. Andere Autoren bezweifeln die Verlässlichkeit bei Alkoholisierung oder schmerzhaften Begleitverletzungen. Intestinalverletzungen führten häufig erst verzögert zu peritonitischer Reizung. Moore berichtet über 17% asymptomatische Pat. nach abdominalen SV, bei denen im Rahmen der obligaten Laparotomie eine signifikante Verletzung nachgewiesen wurde [105].

Als diagnostische Hilfe hat seit Jahren die Abdomensonographie aufgrund ihrer Vorteile (kurze Dauer, kostengünstig, nicht invasiv) die zuvor häufig durchgeführte Peritoneallavage abgelöst [28, 49, 110, 143]. Die hohe Sensitivität und Spezifität für freie Flüssigkeit von über 95% erlauben diesbezüglich zuverlässige Aussagen.

Nachteilig ist der unzureichende Nachweis von Hohlorganverletzungen.

Nativröntgenbilder dienen der Lokalisation von Projektilen oder in Kombination mit einem Thoraxröntgen dem Nachweis freier Luft, sind mit 22-57% aber nur wenig sensitiv [19]. Nicht jeder Nachweis freier Luft bedeutet eine Hohlorganperforation, da es sich um Lufteintritt über die Wunde oder über das Zwerchfell bei gleichzeitigem Pneumothorax handeln kann. So beschrieb Leppäniemi bei 7 Pat. mit freier Luft nur zwei gastrointestinale Perforationen [90].

In den eigenen Untersuchungen war die Sonographie die am häufigsten angewandte Untersuchung bei PV des Abdomens, wobei 47,2% der Befunde pathologisch waren. Davon konnten 92% intraoperativ bestätigt werden.

Bei insgesamt nur 17,2% pathologischen Befunden des Nativröntgens zeigt sich auch hier die begrenzte Aussagekraft. In nur drei Fällen war freie Luft nachweisbar, wobei nur ein Pat. eine Hohlorganverletzung hatte. Das Thoraxröntgen wurde, auch ohne thorakale Verletzung, im Sinne einer Umfelddiagnostik mit 55,1% häufig durchgeführt. Die CT blieb speziellen Indikationen vorbehalten.

Die lokale Wundrevision hat durch das Kulissenphänomen nur bedingte Aussagekraft, eine Peritonealperforation ist nur bei intaktem vorderen Faszienblatt auszuschließen [110]. In ausgewählten Fällen wurde am Campus Lübeck unter dem Verdacht einer oberflächlichen Verletzung eine lokale Wundrevision durchgeführt. In allen Fällen wurde so die Laparotomie vermieden. Im Verlauf traten dabei, bis auf ein subkutanes Hämatom, keine Komplikationen auf.

Die Einführung der Laparoskopie hat die Diskussion um das selektive Vorgehen weiter belebt. Dabei können Peritonealperforationen sicher diagnostiziert werden. Therapieoptionen bestehen in der Versorgung oberflächlicher Milz- und Leberläsionen, der Naht von Zwerchfelllücken sowie kleiner gastrointestinaler Perforationen [18, 48, 130, 150, 154]. Besonders effektiv ist die Laparoskopie zum Ausschluss von Zwerchfellperforationen bei PV des thorakoabdominellen Übergangs [18, 79, 115]. Laparotomien konnten so in 59-87% vermieden werden [67, 154].

Trotz erforderlicher Allgemeinanästhesie ist das operative Trauma geringer als bei der Laparotomie und führt zur Senkung von Morbidität und Verkürzung des stationären Aufenthaltes [41, 67, 133, 154].

Nur eine Studie zeigte keinen Vorteil bezüglich Aufenthaltsdauer, Kosten, Morbidität und Mortalität im Vergleich zur Laparotomie und zur konservativen Therapie [88]. Als rein diagnostische Methode muss der Einsatz aufgrund von Invasivität, Kosten und Zeitaufwand jedoch kritisch und gezielt erfolgen [129]. Ein Nachteil ist die fehlende Sicherheit bei der Diagnose von Hohlorganverletzungen [78, 115, 150] sowie die Erfahrungsabhängigkeit je nach Operateur. Aufgrund der diagnostischen und therapeutischen Lücken wurde die Laparoskopie noch nicht weltweit in die Behandlungsalgorithmen bei PV des Abdomens aufgenommen.

Bei abdominellen SV ist die Anwendung des Verfahrens zurückhaltender. In einer Studie wurde jedoch in 54% eine intraperitoneale Verletzung nach SV laparoskopisch ausgeschlossen [23]. Sosa berichtet über 18% Laparoskopien nach abdominellen SV, davon waren 65% erfolgreich. 35% wurden aufgrund des Verletzungsmusters oder nicht sicher auszuschließender Hohlorganverletzungen laparotomiert. Er verweist dabei auf die sorgfältige Selektion der Patienten. Voraussetzungen sind hämodynamische Stabilität und das Fehlen einer offensichtlichen Peritonealperforation [132].

Mehrfach beschriebene Komplikationen des Verfahrens sind Verletzungen des Darms, Netzes und epigastrischer Gefäße, der Spannungspneumothorax bei Zwerchfellverletzungen und die präperitoneale Gasinsufflation [78, 130].

Im eigenen Kollektiv hatten von 13 Pat. mit negativer Laparotomie immerhin 10 (76,9%) eine Peritonealperforation, so dass hier trotz Einsatz der Laparoskopie eine Laparotomie ggf. erfolgt wäre. Im Ergebnisteil stellt Tab. 18 eindrucksvoll dar, dass trotz zunehmendem Trend zum laparoskopischen OP-Beginn, die Rate der auch als Laparoskopie beendeten Eingriffe bei ca. einem Drittel stagniert. Somit ist die Laparoskopie nicht die alleinige Lösung zur Vermeidung negativer Laparotomien. Der Gewinn durch das Verfahren ist bei 19 erfolgreich beendeten Laparoskopien aber nicht von der Hand zu weisen, zumal keine OP-bedingten Komplikationen eintraten. Es wurden Zwerchfell- und Leberverletzungen sowie eine Verletzung der Kolonserosa laparoskopisch therapiert.

„Damage Control Surgery“ ist ein Verfahren für hämodynamisch instabile Pat. mit multiplen Organverletzungen [17, 28, 112]. Um die Dauer für Hypothermie, Azidose und Verbrauchskoagulopathie im Rahmen des hämorrhagischen Schocks

kurz zu halten, unterbleiben ausgiebige Exploration und definitive Versorgung der vorliegenden Organverletzungen.

Blutungskontrolle wird durch direkte Nähte an großen Gefäßen und nachfolgende Tamponade erreicht. Hohlorganverletzungen werden übernäht oder durch Klammergeräte ohne primäre Anastomosierung versorgt. In einer Reoperation, ca. 24-48 h später, erfolgt nach intensivmedizinischer Therapie die gründliche Exploration auf weitere Verletzungen sowie die definitive Versorgung. Eine Senkung der Mortalität bei erhöhter Morbidität bezüglich Sepsis, intraabdomineller Abszesse und gastrointestinaler Fisteln konnte nachgewiesen werden [112].

Da in Lübeck nur bei drei Pat. DCS angewandt wurde, lassen sich die Ergebnisse diesbezüglich nicht statistisch auswerten. Alle drei Pat. überlebten. Offensichtlich ist jedoch auch bei diesen Pat. die beschriebene hohe Morbidität.

PV des Abdomens können zu einzelnen umschriebenen Organverletzungen oder komplizierten Mehrfachverletzungen führen. Dabei verursachen SV durch die Druckwelle und Ablenkung des Projektils komplexere Verletzungsmuster als STV. Die am häufigsten betroffenen Organe sind Darm und Leber [12, 52, 90, 98, 105, 110, 112, 143].

Auch in den eigenen Untersuchungen waren Leber und Darm am häufigsten verletzt. Nur für die Hälfte der Dünndarmverletzungen musste ein resezierendes Verfahren angewandt werden, alle sonstigen Verletzungen des Intestinums wurden durch Direktnähte versorgt. Verletzungen parenchymatöser Organe konnten zumeist durch Nähte oder Klebung therapiert werden, es mussten lediglich eine Splenektomie und eine Leberteileresektion durchgeführt werden.

Das Konzept der Ausleitung PV des Kolons (Kolostomie) leitete sich aus den Erfahrungen der Kriegschirurgie in der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts her. Insuffizienzen nach Direktnaht hatten zur obligaten Anlage eines Stomas veranlasst. Das Prinzip wurde bis zu den 70er Jahren nicht in Frage gestellt.

In den letzten 25 Jahren, beginnend mit der prospektiven Studie von Stone und Fabian 1979, konnte jedoch die ausreichende Sicherheit primärer Nähte oder Anastomosen nachgewiesen werden [43, 55, 80, 108, 135].

Prospektive Studien sowie eine Aufarbeitung von 35 Publikationen zeigten, dass die Art der Versorgung von Kolonverletzungen keinen Einfluss auf die Inzidenz abdomineller Komplikationen hat [27, 35, 63]. Die Verlegung der Naht oder Anastomose vor die Bauchdecke bis zur Ausheilung erbrachte keine Vorteile und

ist somit aufgrund der erforderlichen zweiten OP nicht zu empfehlen [10]. Zudem werden Insuffizienzraten von 32-79% mit dem Verfahren beschrieben [72].

Empirisch wurden Risikofaktoren, wie z.B. ein präoperativ systolischer Blutdruck unter 80 mmHg, mehr als zwei abdominelle Organverletzungen, intraabdominelle Blutverluste über 1000 ml, massive fäkale Kontamination, OP-Beginn später als 8 h nach Verletzung, Kolonresektionen und große Bauchwanddefekte, als Kriterien für eine obligate Stomaanlage genannt [135]. Eine Studie zeigte 1997 den fehlenden Einfluss dieser Risikofaktoren auf die Komplikationsrate nach primärer Kolonnaht [80]. Auch zwischen Rechts- und Linkskolonverletzungen bestehen keine signifikanten Unterschiede im Outcome [80, 108, 139].

Eine in vielen Studien zitierte höhere Morbidität für septische Komplikationen war nicht auf die primäre Kolonnaht oder Anastomose zurückzuführen, sondern korrelierte mit dem Ausmaß der Kolonverletzung und der Zahl zusätzlicher Verletzungen [72]. Die 2001 von Sărić beschriebene hohe Komplikationsrate beim einzeitigen Vorgehen muss auf Kriegsumstände zurückgeführt werden, wobei die verwendeten Hochgeschwindigkeitsgeschosse zu enormen Gewebsdestruktionen führen. Der Autor selbst verweist auf die unkritische Anwendung der Methode sowie die Unerfahrenheit der behandelnden Chirurgen [128].

Nachteile eines Stomas im Sinne einer erneuten OP zur Rückverlagerung und einer Beeinträchtigung des sozialen Umfeldes sind zu berücksichtigen. Der Kolostomieverschluss zeigt immerhin eine Morbidität von 22% [55].

Auch bei den insgesamt 7 Kolon- und Rektumverletzungen wurde in Lübeck weder reseziert noch ein AP angelegt, ohne dass postoperative Komplikationen wie Abszess, Peritonitis, Nahtinsuffizienz oder Fasziendehiszenz auftraten. So scheint der Verzicht auf eine Stomaanlage gerechtfertigt, wenn die Verletzung sicher definitiv zu versorgen ist. Der intraoperativen Spülung und Drainage kommen dabei ein hoher Stellenwert zu.

#### **4.1.1.3.5 Weichteil- und Extremitätenverletzungen**

STV können im Bereich von Weichteilen und Extremitäten mit Nerven- und Gefäßschädigungen im Verlauf des Stichkanals einhergehen [107]. Ein Wundverschluss ist bei anzunehmender Kontamination nicht zu erzwingen.

SV führen zu ausgedehnten Weichteilverletzungen mit möglicher Gefäß- und Nervenbeteiligung. Sie können zudem Frakturen, Gelenkeröffnungen und

Kompartmentsyndrome verursachen. Die Wundkontamination erfolgt durch das Geschoss selbst sowie das Verschleppen von Gewebe und kontaminierter Haut. Für Hochgeschwindigkeitsgeschosse wird das primäre operative Débridement mit offener Wundbehandlung, intravenöser Gabe eines Breitspektrumantibiotikums für 72 h und Tetanusprophylaxe empfohlen [101]. Bei geringerem Ausmaß der Gewebsdestruktion bei Niedriggeschwindigkeitsgeschossen genügt hier oft die lokale Wundexzision. Empfohlen wird die einmalige parenterale Gabe eines Cephalosporins mit langer Halbwertszeit, ggf. mit weiterer peroraler Gabe [101]. Schussbrüche sind als offene Frakturen zu behandeln [73, 107]. Bei ausgedehnten Weichteilschäden muss die Osteosynthese zunächst zurückgestellt werden und die Versorgung der Fraktur durch einen Fixateur externe erfolgen. Am Campus Lübeck entsprach das Vorgehen den aktuellen Empfehlungen der Literatur. Die erwähnten Nachblutungen und Hämatome sind z.T. auf die nicht ausreichende Möglichkeit der Stichkanalbeurteilung nach nur sparsamer Exzision zurückzuführen, da Muskel- und Faszienschichten kulissenartig verschoben sind. Obwohl 20,8% der Pat. mit STV der Weichteile und Extremitäten keine antibiotische Therapie erhielten, trat bei keinem dieser Pat. in der Folge ein Wundinfekt auf. Der höhere Anteil von Infekten und Wundheilungsstörungen bei SV gegenüber STV (17,4% vs. 6,3%) ist als Ausdruck der massiven Gewebsdestruktion zu werten.

#### **4.1.1.4 Gabe von Blutprodukten und Antibiotika**

Auf die Gabe von Blutkonserven und Gerinnungsfaktoren kann bei der Therapie des hämorrhagischen Schockes nicht verzichtet werden. Veröffentlichungen über Richtwerte, ab wann substituiert werden sollte, existieren für PV ebensowenig wie Angaben über Morbidität und Komplikationen in Abhängigkeit von der transfundierten Menge. Bekannt ist jedoch, dass Massentransfusionen in bis zu 36% zum Auftreten eines ARDS führen [74].

In den eigenen Untersuchungen hatten SV erwartungsgemäß den höheren Transfusionsbedarf verbunden mit einer höheren Komplikationsrate und einer längeren Aufenthaltsdauer. Der Konservenbedarf von Pat. mit respiratorischen Komplikationen lag zehnfach über dem des Gesamtdurchschnitt. Insofern stellt auch hier, ähnlich wie beim stumpfen Trauma, die Menge des Blutverlustes und

damit auch die erforderliche Transfusionsmenge ein Negativfaktor für das Auftreten von respiratorischen Komplikationen dar.

Die Gabe von AB bei PV wird dagegen vielschichtig diskutiert, einheitliche Richtlinien bestehen jedoch nicht. In Übersichtsarbeiten zum Thema der PV wird die Antibiotikatherapie kaum erörtert [17, 143]. Andere Arbeiten erwähnen diese nur, ohne eine weitere Bewertung vorzunehmen [5, 10, 38, 80, 108].

Der Nutzen von AB bei PV wurde bisher v.a. für das Abdomen und Frakturen evaluiert. In einem umfassenden Literaturvergleich stellte sich kein Nutzen einer länger als 24 h dauernden antibiotischen Therapie für beide Entitäten heraus. Die Gabe von AB sollte aber zeitnah zur Verletzung erfolgen [29]. Auch in einer Arbeit über kombinierte Kolon- und Magenverletzungen wird kein Vorteil für die 5-tägige Therapie im Vergleich zur einmaligen Gabe gesehen [114].

Bei PV des Abdomens sollten Anaerobier mit erfasst werden. Als Risikofaktoren für Infektionen wurden Kolonverletzungen, OP-Dauer, Transfusionsbedarf und die Anzahl der verletzten Organe genannt. Bei Schussbrüchen werden Vorteile für AB mit Wirksamkeit gegen Staphylokokkus aureus beschrieben. Das Infektionsrisiko war auch vom ISS, Transfusionsbedarf und dem Vorliegen von mehr als einer Fraktur abhängig. Tibiafrakturen zeigten ein deutlich höheres Infektionsrisiko [29].

In der hier untersuchten Gruppe variierte die Gabe von AB nach Art und Dauer sehr. Bis auf drei Pat. mit infauster Prognose erhielten alle Schussverletzten AB, bei den Stichverletzten waren dies nur in 75,7%. Interessant ist, dass bei den STV ohne AB-Therapie mit 5,7% nur unwesentlich mehr Wundinfekte als im Gesamtkollektiv (5,3%) auftraten.

Betrachtet man die 8 Pat. mit Wundinfekten trotz antibiotischer Therapie näher, so scheint das Problem mehr in der Art der chirurgischen Therapie als in der Dauer und Wahl des AB zu liegen. Bei 4 Pat. trat der Infekt nach Wundverschluss auf. In einem Fall war bei glutealer SV in einer Zone mit hoher Keimbelastung nahe des Afters nur ein sparsames Debridement in LA durchgeführt worden.

#### **4.1.1.5 Verlauf und Behandlungsergebnisse**

Morbidität und Mortalität PV differieren in Abhängigkeit von Verletzungsart (Schuss/Stich), Lokalisation und der Anzahl der betroffenen Organe, die Zahlen in der Literatur variieren erheblich (Tab. 29). SV haben aber unabhängig von der

Lokalisation eine höhere Morbidität und Mortalität. Zudem haben PV des Thorax und Schädels eine höhere Mortalität im Vergleich zu anderen Lokalisationen.

Autor	Jahr	Schuss/Stich	Lokalisation	Morbidität	Mortalität
Eigene		STV + SV	alle	28,7%	1,6%
		Schuss	alle	50,0%	6,8%
		Stich	alle	22,6%	0%
		STV + SV	Abdomen	24,4%	0%
		STV + SV	Thorax	32,9%	1,4%
Tonus	2003	STV + SV	alle	28,4%	5,4%
		Schuss	alle	40,0%	10,0%
		Stich	alle	26,6%	6,5%
		STV + SV	Abdomen	23,7%	0%
		STV + SV	Thorax	34,8%	13,0%
Moore	1980	STV + SV	Thor.abd.	60,3%	10,3%
		Stich	Thor.abd.	40,9%	4,5%
		Schuss	Thor.abd.	69,6%	13,0%
Hirshberg	1995	STV + SV	Thor.abd.	k.A.	41%
Asensio	2002	STV + SV	Thor.abd.	k.A.	31%
Feliciano	1988	Schuss	Abdomen	k.A.	11,7%
Nagel	1994	Stich	Abdomen	12,5%	3,5%
Nicholas	2003	STV + SV	Abdomen	k.A.	13,2%
		Schuss	Abdomen	k.A.	17,5%
		Stich	Abdomen	k.A.	0%
Vasquez	1997	STV + SV	Thorax	28,8%	4,6%
		Schuss	Thorax	k.A.	7,0%
		Stich	Thorax	k.A.	3,8%
Mandal	2001	STV + SV	Thorax	6,0%	2,8%
Grumme	1986	Schuss	Schädel/Hirn	k.A.	53%
Piotrwski	1992	Schuss	Schädel/Hirn	k.A.	57%
Valadka	2000	Schuss	Schädel/Hirn	k.A.	40%

Tab. 29: Morbidität und Mortalität in Abhängigkeit von Verletzungsmechanismus und Lokalisation

Ähnlich den in der Literatur genannten Ergebnissen hatten SV gegenüber STV eine höhere Komplikationsrate (50,0% vs. 22,6%) und ein schlechteres Outcome bei einer insgesamt längeren intensivmedizinischen (3,3 vs. 1,5 d) und stationären (15,1 vs. 7,9 d) Behandlungsdauer. Stichverletzte verließen mit 74% die Klinik häufiger geheilt als Schussverletzte (31,8%). Bei SV wiesen noch 40,9% der Pat. Einschränkungen im Heilungsprozess, 15,9% bleibende Schäden auf. Todesfälle waren lediglich bei cerebraler oder thorakaler Lokalisation von SV zu beklagen. Komplikationen traten in dieser Lokalisation ebenfalls vermehrt auf.

#### 4.1.2 Kritische Einordnung der eigenen Ergebnisse und Schlussfolgerungen

##### 4.1.2.1 Empfehlungen zur Erstversorgung von Schuss- und Stichverletzten

Das hohe Potential für Gewalt und Kriminalität sowie das Recht auf Schusswaffenbesitz erklären die hohe Inzidenz von PV in den USA und Südafrika.

Eigene niedrige Fallzahlen dürfen aber nicht über die wachsende Bedeutung PV in Deutschland mit zunehmender Verletzungsschwere hinwegtäuschen. Anhand der eigenen Ergebnisse ist eine immer geringere Hemmschwelle für Gewalttaten mit Schuss- und Stichwaffen abzuleiten. Zudem lässt die EU-Erweiterung eine zunehmende illegale Verfügbarkeit von Schusswaffen erwarten. Daher müssen auch in deutschen Kliniken die Behandlungsabläufe optimiert sowie diagnostische und therapeutische Algorithmen implementiert werden.

Präklinische Maßnahmen des NA wie Intubation oder Reanimation weisen auf überdurchschnittlich schwere Verletzungen hin. Konsequenz muss die erhöhte Alarmbereitschaft im Traumateam bei entsprechender Anmeldung sein. Übertragen auf den Campus Lübeck bedeutet dies die zusätzliche Benachrichtigung der OP-Pflegekräfte sowie der rufbereiten Oberärzte der Chirurgie/Unfallchirurgie sowie des Kardiochirurgen bei Thoraxverletzungen.

Bei Kreislaufinstabilität darf die Diagnostik nicht die Versorgung des Pat. verzögern und muss auf ein Minimum reduziert werden. Der Schockraum dient hier nur der Übernahme des Pat. und Bahnung weiterer, meist operativer Maßnahmen. Sowohl Personalschlüssel als auch apparative Ausstattung des Schockraums in Lübeck erlauben eine kompetente Betreuung des Pat. in jeder Hinsicht und können als Empfehlung für Kliniken der Maximalversorgung gelten.

Nur bei Stabilität von Kreislauf und respiratorischer Funktion ist die Durchführung weiterer apparativer Diagnostik (Nativröntgen, CT, Angiographie, Endoskopie) erlaubt, um ggf. gezielter therapeutisch zu intervenieren. Fortschritte im Sinne einer Untersuchung mehrerer Körperabschnitte in kürzester Zeit sind von den neuen Generationen der Computertomographen zu erwarten. Trotzdem ist die CT derzeit lediglich für PV des Kopfes Standard.

Die Phase der Diagnostik muss zügig mit einem therapeutischem Konzept abgeschlossen werden. Je nach Ausmaß und Lokalisation der Verletzung wird zwischen konservativer und operativer Therapie unterschieden. In jedem Fall müssen die Wunden lokal revidiert werden.

#### **4.1.2.2 Empfehlungen für die Versorgung von Schuss- und Stichverletzten in Abhängigkeit von der Verletzungslokalisation**

##### **4.1.2.2.1 Versorgung von Kopfverletzungen**

Bei dem geringsten Verdacht auf eine Beteiligung des Gehirns ist die unverzügliche CT-Diagnostik Standard. Bei Durchschüssen mit Mittel- oder Bulbärhirnsyndrom ist die Prognose infaust. Gesichtsverletzungen sind in Abhängigkeit vom Verletzungsmuster zu behandeln, eine intrakranielle Beteiligung muss immer ausgeschlossen werden.

#### **4.1.2.2.2. Versorgung von Halsverletzungen**

PV des Halses haben aufgrund der engen Lokalisation lebenswichtiger Strukturen ein erhebliches Morbiditätspotential. Ist eines der in Tab. 30 genannten Kriterien erfüllt, muss eine operative Revision erfolgen.

<b>Indikationen zur operativen Revision von PV des Halses:</b>
--

Kreislaufinstabilität, persistierende Blutung, fehlender Radialispuls, Luftaustritt aus der Wunde, expandierendes Hämatom, Nervendefizite, Freiliegen der Trachea, Dysphonie, Dysphagie, Haemoptyse und subkutanes Emphysem
---

Tab. 30: Kriterien für die operative Revision PV des Halses

Besteht Kreislaufstabilität wird jedoch zur Planung des operativen Procedere und des Zugangs bei Wunden oberhalb des Kieferwinkels oder unterhalb des Ringknorpels eine weitere bildgebende Diagnostik gefordert.

Fehlen o.g. Symptome, kann zunächst konservativ verblieben werden. Voraussetzung ist die sorgfältige Diagnostik (Röntgen nativ und/oder mit KM, Angiographie). Bei erfahrenen Untersuchern kann die Endoskopie den Breischluck ersetzen. Bei der Die CT wird in Zukunft mit einer guten Aussagekraft, auch hinsichtlich einer Gefäßbeteiligung, im Mittelpunkt stehen.

#### **4.1.3.2.3 Versorgung von Thoraxverletzungen**

PV des Thorax bedürfen einer sofortigen Diagnostik mittels Ultraschall und Thoraxröntgen. Die TD muss anhand klinischer Parameter indiziert und gelegt werden können. Aufgrund der international beschriebenen hohen Mortalitätsraten für Herzverletzungen gilt es, diese unverzüglich zu erkennen und therapieren. Empfehlungen für die Versorgung von PV des Thorax in Abhängigkeit von der Hämodynamik werden in den Algorithmen in Abb. 11 und 12 dargestellt.

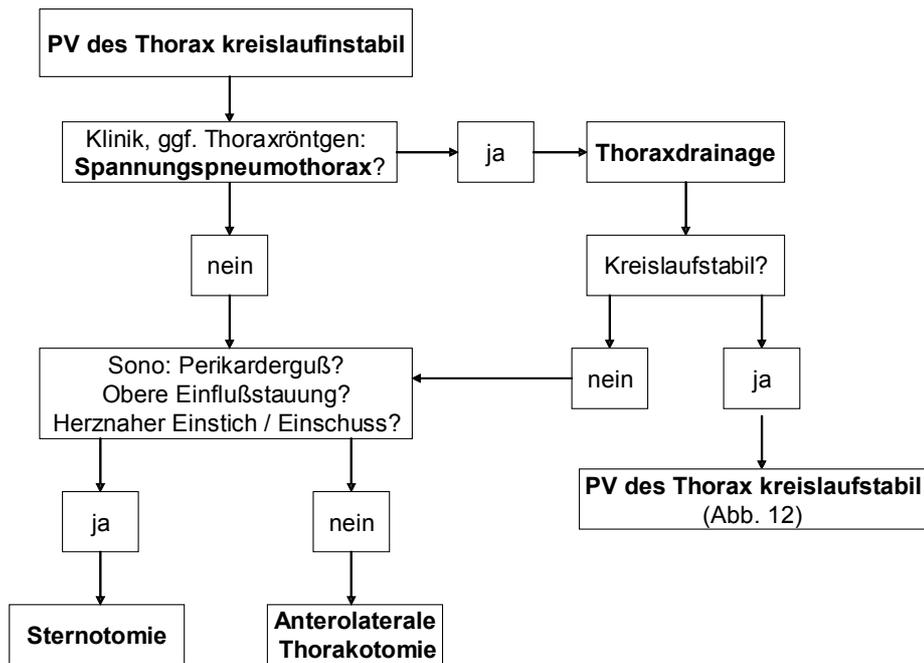


Abb. 11: Vorgehen bei PV des Thorax und Kreislaufinstabilität

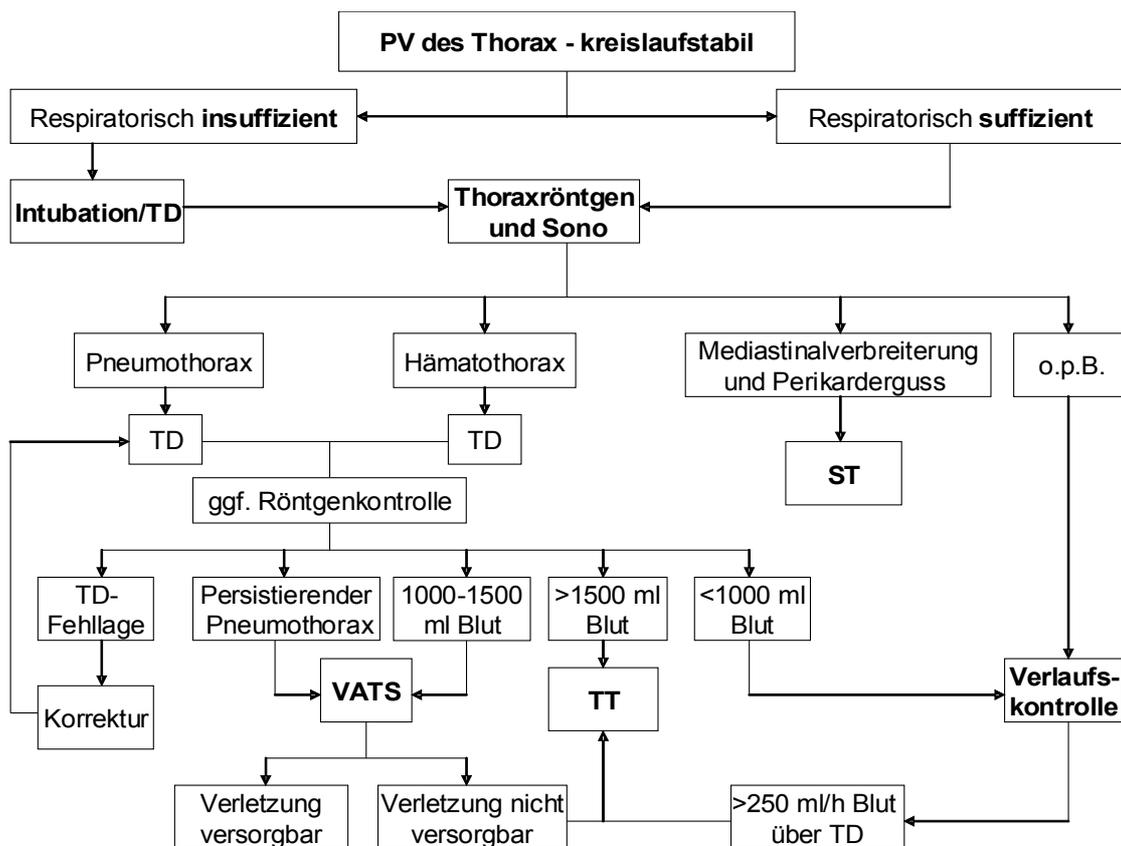


Abb. 12: Vorgehen bei PV des Thorax und Kreislaufstabilität

Trotz hämodynamischer Instabilität sollte auf eine TT im Schockraum verzichtet werden. Solche Pat. sind direkt in den OP weiterzuleiten. Das weitere Vorgehen

hängt von der Kreislaufstabilität ab, als Empfehlungen gelten die in Abb. 11 und 12 dargestellten Algorithmen.

Neben der Kreislaufinstabilität sind vermutete Herzverletzungen, der initiale Blutverlust von 1500 ml und mehr oder ein kontinuierlicher Blutverlust von 250 ml/h über die TD sowie verbliebene FK Indikationskriterien zur OP. Die VATS ist bei stabilem Kreislauf eine sinnvolle Ergänzung der operativen Verfahren. Bei Herzverletzungen empfiehlt sich die ST als Zugang der Wahl, in allen anderen Fällen die anterolaterale TT.

#### **4.1.2.2.4 Versorgung von abdominellen Verletzungen**

Entscheidend bei der Versorgung von PV des Abdomens ist die Frage nach der Notwendigkeit einer OP. Das selektive Vorgehen setzt eine sorgfältigen Diagnostik voraus. Dabei sollte die Sonographie mit der Frage nach freier abdomineller Flüssigkeit Standard sein. Sie hat die diagnostische Peritoneallavage endgültig abgelöst. Trotz technischer Verbesserungen mit dem Einsatz von 16-/32-Zeilern und zunehmender Verfügbarkeit ist ein Routineeinsatz der CT aufgrund der hohen Kosten und dem Zeitaufwand nicht gerechtfertigt. Die lokale Wundrevision ist durch den Kulisseneffekt diagnostisch nur bedingt aussagekräftig. Wird initial konservativ therapiert, müssen engmaschige Verlaufskontrolle erfolgen.

Eine absolute Indikation zur Laparotomie besteht bei jeder penetrierenden Abdominalverletzung, die zu hämodynamischer Instabilität, Peritonismus oder Entleerung von Darminhalt über die Wunde oder Eviszeration von Darm- oder Netzanteilen führt. Kann für SV eine Peritonealperforation nicht sicher ausgeschlossen werden, muss ebenfalls laparotomiert werden (Abb. 13).

Bei abdominellen STV, bei denen keine der o.g. OP-Indikationen gegeben ist, sollte bei einer mit Laparotomien verbundenen Komplikationsrate von mehr als 30% selektiv vorgegangen werden. Eine Peritonealperforation ist durch lokale Wundexploration nur bei sicher intaktem vorderen Faszienblatt auszuschließen. Ist eine Peritonealperforation unwahrscheinlich, wird zunächst konservativ verblieben. Bei fraglichen Befunden wird laparoskopiert. Ist eine Dünndarmverletzung laparoskopisch nicht absolut sicher auszuschließen, muss laparotomiert werden. Eine Empfehlung für ein selektives Vorgehen stellt der Algorithmus in Abb. 14 dar. Zwerchfellverletzungen sind bei sonst fehlender Indikation zur Laparotomie oder TT laparoskopisch auszuschließen und können so auch therapiert werden. Die

Versorgung von Kolon- oder Rektumverletzungen durch Direktnaht oder Anastomose kann als ausreichend sicher empfohlen werden. Stomaanlagen sind nur bei ausgedehnter Gewebedestruktion mit schwerer Peritonitis indiziert.

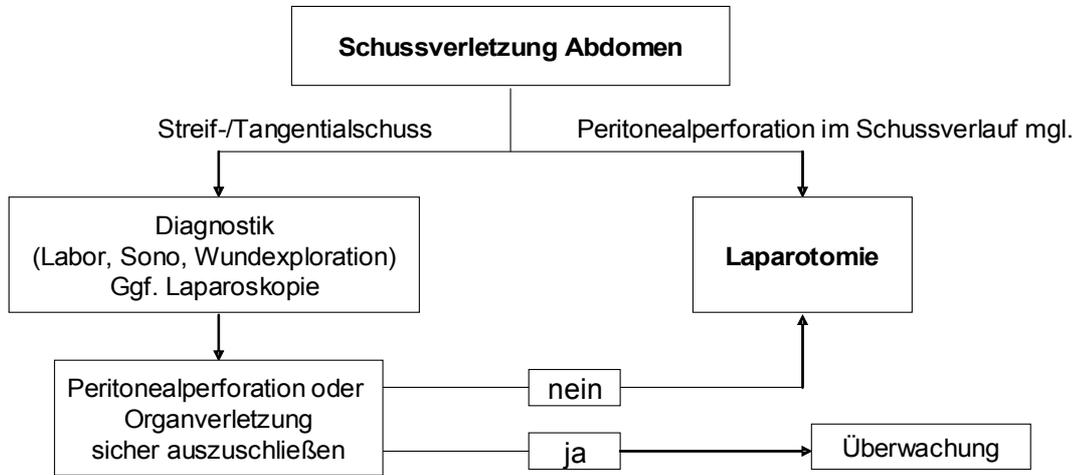


Abb. 13: Vorgehen bei Schussverletzungen des Abdomens

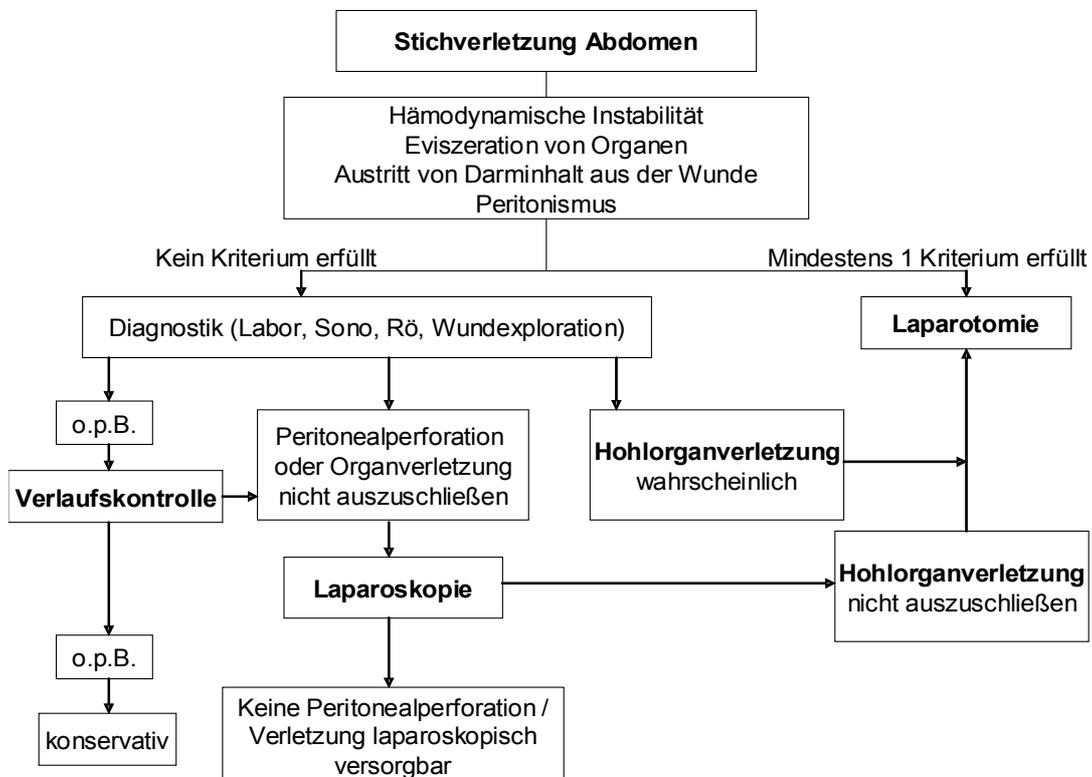


Abb. 14: Selektives Vorgehen bei Stichverletzungen des Abdomens

#### **4.1.2.2.5 Versorgung von Verletzungen des Bewegungsapparates**

PV der Extremitäten stellen selten eine akute Lebensgefahr dar. Stich- und Schusswunden unterscheiden sich hier im Ausmaß und Muster erheblich.

Bei STV genügt häufig die Wundexzision. Gefäß- und Nervenverletzungen werden wenn möglich durch Direktnähte versorgt. Bei ausgeprägter Kontamination ist von einem Primärverschluss abzusehen.

Entscheidend für die Versorgung von SV ist das radikale Débridement. Eine antibiotische Therapie ist obligat. Wundinfekte sind zumeist auf ein nicht ausreichendes Débridement zurückzuführen. Schussbrüche sind als offene Frakturen zu betrachten und entsprechend zu behandeln.

#### **4.1.2.3 Empfehlungen zur Therapie mit Blutprodukten und Antibiotika**

Auf die Gabe von Blutprodukten kann bei ausgedehnten Blutungen nach PV nicht verzichtet werden. Die Transfusionen sollten schnellstmöglich durchgeführt werden, um Gerinnungsstörungen zu vermeiden. Bei Massentransfusionen (>10 Konserven) sollte eine intensive Pneumonieprophylaxe durchgeführt werden.

Anhand des aus der Literatur zu entnehmenden Kenntnisstandes sowie der eigenen Ergebnisse gibt es wenig Evidenz in der antibiotischen Therapie von PV. Die geringe Infektionsrate bei den hier untersuchten Pat. (5,2%) lässt einen Nutzen der initialen Gabe vermuten, da durch den Verletzungsmechanismus zumindest eine Kontamination der Wunde entsteht. Jedoch erscheint bei vergleichbarer Infektionsrate für STV ohne AB-Therapie die Gabe eines AB bei oberflächlichen STV nicht zwingend erforderlich, wenn anamnestisch ein stark verschmutztes Stichinstrument auszuschließen ist. Entscheidend ist die adäquate chirurgische Versorgung mit Débridement, Lavage und Drainage. Der Wundverschluss des Stichkanals sollte nur adaptierend erfolgen.

Bei Schusswunden sollte aufgrund des o.g. erhöhten Infektionsrisikos immer ein Antibiotikum appliziert werden. Bei ausgedehnter Kontamination (z.B. drittgradig offene Frakturen, ausgedehnte Dickdarmverletzungen) sollte die Therapie für mehrere Tage fortgesetzt werden. Die Art der chirurgischen Versorgung ist von entscheidender Bedeutung. Gerade bei Schusswunden muss das Débridement ausreichend radikal sein. Eine offene Wundbehandlung schließt sich dem an.

#### **4.1.2.4 Fazit**

Um die z.T. sehr differenzierten Abläufe bei der Versorgung PV zu optimieren, empfiehlt sich die Erstellung von einheitlichen Behandlungskonzepten für Diagnostik und Therapie. Das selektive Management ermöglicht eine Reduktion OP-bedingter Komplikationen, erfordert jedoch eine sorgfältige Diagnostik. Die Kriterien für die Indikationsstellung zur OP müssen klar definiert sein.

Bei Einhaltung festgelegter Standards können Outcome und Behandlungsverlauf nur durch die Minimierung behandlungsbedingter Komplikationen verbessert werden. Hierzu zählen v.a. die Festlegung und Einhaltung von eindeutigen OP-Indikationen, das Vermeiden unnötiger Operationen, das ausreichende Wunddébridement, eine adäquate antibiotische Therapie sowie eine optimale Pneumonieprophylaxe bei Pat. mit Massentransfusion (>10 Konserven).

Im Vergleich zu publizierten Ergebnissen hatte unser Patientenkollektiv trotz hoher Operationsraten eine deutlich geringere Mortalität bei vergleichbarer Morbidität. Eine selektive Vorgehensweise sollte daher nicht dazu führen, unter gegebenen zeitlichen und ökonomischen Zwängen, leichtfertig auf die operative Versorgung von PV zu verzichten. Im Rahmen der deutschen Infrastruktur bieten minimal invasive Techniken eine Erweiterung des diagnostischen und therapeutischen Spektrums bei im Vergleich zum offen chirurgischem Vorgehen geringerem operativem Trauma und Reduktion der OP-bedingten Komplikationsrate. Sie können aber das offen chirurgische Verfahren nicht ersetzen.

## **4.2 Pfählungsverletzungen**

Pfählungen gehören wie Schuss- und Stichverletzungen zu den PV, führen jedoch zu einer erheblichen Zerreißung und Quetschung von Geweben. Im Wesentlichen gelten die gleichen Empfehlungen für Erstmaßnahmen, Diagnostik und Therapie wie bei den oben beschriebenen PV.

#### **4.2.1 Vergleich der eigenen Ergebnisse mit früheren Untersuchungen**

Leider fanden sich in der Literaturrecherche nur wenige Übersichtsarbeiten zu Pfählungsverletzungen. Von den wenigen befasst sich der Großteil mit der rektalen Pfählung [13, 20, 76], Pfählungen in anderer Lokalisation sind zumeist nur kasuistisch beschrieben. Die Häufigkeit von Pfählungsverletzungen beim polytraumatisierten Pat. wird in der Literatur mit einem Prozent angegeben [94]. Verletzungsmechanismen sind Unfälle und autoerotische Manipulationen.

Pfählungen waren auch bei der eigenen Datenerhebung sehr selten und betrafen zu zwei Drittel das Rektum, in zwei weiteren Fällen das Ges und Perineum, in zwei Fällen den Hals und nur in einem Fall das Abdomen.

Bezüglich der Bergung bei Pfählungsverletzungen besteht Konsens darüber, dass der pfhlende Gegenstand bis zur operativen Versorgung in situ belassen werden sollte. Die Manipulationen müssen möglichst atraumatisch ablaufen, um weitere Verletzungen innerer Organe zu vermeiden [13, 56, 94, 118]. Im eigenen Kollektiv war lediglich bei dem Pat. mit der transabdominellen Pfählung der FK noch in situ. Nur bei einem Pat. mit zervikaler Pfählung bestand Kreislaufinstabilität.

Aufgrund des Überwiegens von rektalen Pfählungen stand die PRS als diagnostische Methode im Vordergrund. Sie zeigte eine hohe Treffsicherheit und war mit geringem Aufwand durchführbar. Der Stellenwert der MRT in der Notfalldiagnostik bleibt bei hohem apparativen Aufwand fraglich.

Die operative Versorgung orientiert sich an den gegebenen Verletzungen. In der akuten Versorgungsphase sind Zerreißungen großer Gefäße mit entsprechenden Blutungskomplikationen gefürchtet, als besonders schwierig gestaltet sich die Versorgung von Beckenvenenverletzungen [57, 94]. Sind nur die Weichteile betroffen, genügen Wundrandexzision und Débridement. Diese sollten jedoch bei der anzunehmenden Kontamination der Wunde nicht zu sparsam sein [13]. Auch hier sollte ein Wundverschluss nicht erzwungen werden, ggf. sind nur adaptierende Nähte und Sekundärnaht durchzuführen.

Bei rektalen Pfählungen gehört im Gegensatz zu Schuss- und Stichverletzungen des Rektosigmoids die Anlage eines AP noch zur Standardtherapie. Der primäre Wundverschluss, die präsakrale Drainage und die Kolostomie werden von Fry als Therapie der Wahl bei allen PV des Rektums genannt [56]. Platz beschreibt jedoch einen Trend zur primären Anastomose, bezieht sich dabei aber auf Verletzungen des gesamten Kolons. Eine Kolostomie wird aber bei ausgedehnten perinealen Weichteilverletzungen empfohlen [118].

Anhand der eigenen niedrigen Fallzahlen lassen sich kaum statistisch verwertbare Aussagen zu Therapie und Verlauf treffen. Im Gegensatz zu Schuss- und Stichverletzungen wurde bei 67% der Pat. mit rektalen Pfählungen ein Stoma angelegt. Damit gleicht das Vorgehen den o.g. Empfehlungen. Die Entwicklung einer Analfistel als Folge einer rektalen Pfählung und Verzicht auf eine Stomaanlage unterstreicht die Notwendigkeit der AP-Anlage bei rektalen Wunden. Verlauf und Behandlungsergebnisse von Pat. mit Pfählungen variieren stark in Abhängigkeit vom Hergang und der betroffenen Region. So unterscheidet sich in unserem Kollektiv der polytraumatisierte Patient erheblich bezüglich Konservenbedarf, AB-Therapie und Aufenthaltsdauer.

Die Gabe von AB bei Pfählungen wird in der Literatur aufgrund der erheblichen Kontamination solcher Wunden als obligat angesehen [56, 112, 118]. Art und Dauer werden unterschiedlich diskutiert, einheitliche Richtlinien bestehen nicht. Bei unkomplizierten Wunden empfehlen Platz und Eachempati eine auf 24 h begrenzte Antibiotikatherapie [44, 118]. Eine Gabe über 5-7 d wird nur bei massiver oder verschleppter Kontamination befürwortet. Für Verletzungen mit Kontamination der Abdominalhöhle empfiehlt Platz die Kombination eines Cephalosporins der zweiten Generation mit Metronidazol [118].

Als Komplikationen für rektale Pfählungen werden v.a. septische Prozesse wie Abszesse, Wundinfekte und Nahtinsuffizienzen sowie der Kontinenzverlust genannt [13, 56, 94, 118].

Für statistische Aussagen ist die eigene Gruppe zu klein und uneinheitlich, aus dem gleichen Grund sind bislang veröffentlichte Arbeiten wenig untereinander vergleichbar. Entgegen der oben zitierten Aussagen wurden AB immer unabhängig vom Verletzungsausmaß länger als 5 d gegeben. Darunter trat jedoch nur ein Wundinfekt auf.

#### **4.2.2 Kritische Einordnung der eigenen Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Bei der Versorgung von Pfählungsverletzungen gibt es aufgrund der geringen Fallzahlen und der sehr uneinheitlichen Verletzungsmuster kaum evidenzbasierte Daten. Auch aus den eigenen Daten können keine allgemeingültigen Schlussfolgerungen gezogen werden. Die eigenen Ergebnisse stehen im Einklang mit den in der Literatur getroffenen Empfehlungen, gerade in Bezug auf die rektalen Pfählungen, welche auch bei uns die größte Patientengruppe darstellte.

So scheint auch weiterhin die Stomaanlage bei rektalen und perinealen Wunden unverzichtbar. In der Diagnostik solcher Verletzungen hat sich die prä- oder intraoperative PRS als zuverlässig und gut durchführbar erwiesen.

Die niedrige Rate infektiöser Komplikationen lässt aus einer antibiotischen Therapie für 5 d keinen Nachteil erkennen. Trotzdem sollten weitere Studien über größere Patientenkollektive die Art und Dauer der antibiotischen Therapie weiter untersuchen, um auch hier evidenzbasiert handeln zu können.

## 5. Zusammenfassung

Im Gegensatz zu Amerika und Südafrika sind penetrierende Verletzungen in Deutschland relativ selten. Behandlungsalgorithmen, angepasst an hier bestehende Strukturen, existieren kaum. Zur Optimierung der Versorgung von penetrierenden Verletzungen war es Ziel der Arbeit, entsprechende Algorithmen zu entwickeln.

Anhand eines Fragebogens wurden 199 penetrierende Verletzungen, versorgt am Universitätsklinikum S-H, Campus Lübeck ausgewertet.

Bei 42 Schuss-, 144 Stich- und zwei kombinierten Schuss- und Stichverletzungen waren Thorax und Abdomen am häufigsten betroffen. Der mittlere Injury Severity Score war 20,4; Schussverletzte (26,3), hämodynamisch instabile (35,1) und vom Notarzt intubierte (33,1) Patienten sowie Kopf- und Thoraxverletzungen (35,1 / 27,5) zeigten höhere Werte. Thoraxröntgen (54,3%) und Sonographie (49,5%) dominierten in der Diagnostik.

61,7% der Patienten wurden innerhalb von 24 Stunden operiert. Die Rate thorakaler Operationen bei den 73 thorakalen Verletzungen war mit 27,4% relativ hoch, während 30,1% lediglich mit der Thoraxdrainage und der Rest konservativ behandelt wurde. Bei den 78 penetrierenden Verletzungen des Abdomens wurden 35,9% laparoskopiert. In 31,0% der Laparoskopien wurde konvertiert. Insgesamt wurden 64,1% laparotomiert. 22% der Laparotomien waren explorativ. Lediglich in 57,7% aller PV des Abdomens waren Organverletzungen nachweisbar.

Insgesamt gab es 28,7% Komplikationen bei einer Gesamtmortalität von 1,6%.

Von den 11 Pfählungsverletzungen betrafen 64% das Rektum und die Perinealregion, die Rate septischer Komplikationen war mit 9% relativ niedrig.

Nach Ausschluss absoluter Operations-Indikationen ist zur Minimierung operativer Komplikationen ein selektives Management anzuwenden. Minimal invasive Techniken wie Laparoskopie und Thorakoskopie ergänzen Diagnostik und Therapie und wurden in den entwickelten Algorithmen berücksichtigt. Für die abdominelle Schussverletzung bleibt es noch offen, ob selektives Vorgehen und Laparoskopie Vorteile erbringen. Die obligate Stomaanlage bei Penetration von Kolon oder Rektum ist nicht mehr zeitgemäß; sie ist lediglich für perineale und rektale Pfählungen zu fordern.

Eine antibiotische Therapie ist für Schuss- und Pfählungsverletzungen obligat und sollte auch für Stichwunden großzügig durchgeführt werden. Evidenzbasierte Daten fehlen hier noch. Zur Vermeidung septischer Komplikationen ist ein ausreichendes chirurgisches Débridement Grundvoraussetzung.

Insgesamt stellen Schussverletzungen des Kopfes und Thorax die größte Herausforderung bei der Versorgung penetrierender Verletzungen dar.

## 6. Literaturverzeichnis

1. Adamthwaite DN: Traumatic diaphragmatic hernia: a new indication for laparoscopy. *Br J Surg* 71, 315 (1984)
2. Ahmed N, Jones D: Video-assisted thoracic surgery: state of the art in trauma care. *Injury* 35, 479-489 (2004)
3. Aihara R, Millham FH, Blansfield J, Hirsch EF: Emergency Room Thoracotomy for Penetrating Chest Injury: Effect of an Institutional Protocol, *J Trauma* 50, 1027-1030 (2001)
4. Arbeitsgemeinschaft „Polytrauma“ der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie: Jahresbericht 2002 des Traumaregisters. 1-10 (2003)
5. Asensio JA, Arroyo H Jr, Veloz W, Forno W, Gambaro E, Roldan GA, Murray J, Velmahos G, Demetriades D: Penetrating Thoracoabdominal Injuries: Ongoing Dilemma – Which Cavity and When?. *World J Surg* 26, 539-543 (2002)
6. Asensio JA, Murray J, Demetriades D, Berne J, Cornwell E, Velhamos G, Gomez H, Berne TV: Penetrating cardiac injuries: a prospective study of variables predicting outcomes. *J Am Coll Surg* 186, 24-34 (1998)
7. Ashraf SS, Volans AP, Sharif H, Chaudhry I, Akhtar K, Siddiqi T, Odum NJ, Grotte GJ: The management of stab wounds to the chest: sixteen years' experience. *J R Coll Surg Edinb* 41, 379-381 (1996)
8. Attar S, Suter CM, Hankins JR, Sequeira A, McLaughlin JS: Penetrating cardiac injuries. *Ann Thorac Surg* 51, 711-715 (1991)
9. Badhwar V, Mulder DS: Thoracoscopy in the Trauma Patient: What is the Role?. *J Trauma* 40, 1024-1025 (1996)

10. Baker LW, Thomson SR, Chadwick SJ: Colon wound management and prograde colonic lavage in large bowel trauma. Br J Surg 77, 872-876 (1990)
11. Bardenheuer M, Obertacke U, Waydhas C, Nast-Kolb D, AG Polytrauma der DGU: Epidemiologie des Schwerstverletzten – Eine prospektive Erfassung der präklinischen und klinischen Versorgung. Unfallchirurg 103, 355-363 (2000)
12. Bauer J, Wischhöfer E, Krueger P, Schweiberer L: Die Indikation zur Laparotomie bei Patienten mit Messerstich- und Schußverletzungen des Abdomens. Unfallchirurg 89, 220-222 (1986)
13. Bäumer F, Gay B, Markert U, Imhof M: Problematik und Häufigkeit abdominoperinealer Pfählungsverletzungen. Unfallchirurg 93, 212-215 (1990)
14. Benissa N, Zoubidi M, Kafih M, Ridai M, Zerouali NO: Abdominal stab wound injury with omentum evisceration. Ann Chir 128, 710-713 (2003)
15. Blaivas M: Triage in the trauma bay with the focused abdominal sonography for trauma (FAST) examination. J Emerg Med 21, 41-44 (2001)
16. Bokhari F, Nagy K, Roberts R, Brakenridge S, Smith R, Joseph K, An G, Barrett J: The ultrasound screen for penetrating trauma. Am Surg 70, 316-321 (2004)
17. Bowley DM, Boffard KD: Das penetrierende Trauma des Körperstamms. Unfallchirurg 104, 1032-1042 (2001)

18. Brandt CP, Priebe PP, Jacobs DG: Potential of Laparoscopy to Reduce Non-Therapeutic Trauma Laparotomies. *Am Surg* 60, 416-420 (1994)
19. Bruch HP, Bouchard R, Eckmann C, Kujath P: Verletzungen des Intestinums: Diagnostik und Therapie. *Viszeralchirurgie* 36, 318-327 (2001)
20. Brunner RG, Shatney CH: Diagnostic and Therapeutic Aspects of Rectal Trauma. Blunt versus Penetrating. *Am Surg* 53, 215-219 (1987)
21. Bundeskriminalamt Wiesbaden: Polizeiliche Kriminalstatistik 2002 Bundesrepublik Deutschland (2001)
22. Caceres M, Buechter K, Rodriguez JA, Liu D: Delayed hemopericardium after penetrating chest trauma: thoracoscopic pericardial window as a therapeutic option. *South Med J* 97, 994-998 (2004)
23. Chelly MR, Major K, Spivak J, Hui T, Hiatt JR, Margulies DR: The Value of Laparoscopy in Management of Abdominal Trauma. *Am Surg* 69, 957-60 (2003)
24. Chen AY, Stewart MG, Raup G: Penetrating injuries of the face. *Otolaryngol Head Neck Surg* 115, 464-470 (1996)
25. Ciesla DJ, Moore EE, Moore JB, Johnson JL, Cothren CC, Burch JM: Intubation alone does not mandate trauma surgeon presence on patient arrival to the emergency department. *J Trauma* 56, 937-942 (2004)
26. Coimbra R, Pinto MC, Razuk A, Aguiar JR, Rasslan S: Penetrating Cardiac Wounds: Predictive Value of Trauma Indices and the Necessity of Terminology Standardization. *Am Surg* 61, 448-452 (1995)
27. Curran TJ, Borzotta AP: Complications of Primary Repair of Colon Injuries: Literature Review of 2964 Cases. *Am J Surg* 177, 42-47 (1999)

28. Cushing BM, Clark DE, Cobean R, Schenarts PJ, Rutstein LA: Blunt and Penetrating Trauma – has anything changed?. *Surg Clin North Am* 77, 1321-1332 (1997)
29. Dellinger EP: Antibiotic Prophylaxis in Trauma: Penetrating Abdominal Injuries and Open Fractures. *Rev Infect Dis* 13 Suppl, 847-857 (1991)
30. Dellinger EP, Oreskovich MR, Wertz MJ, Hamasaki V, Lennard ES: Risk of Infection following laparotomy for penetrating abdominal injury. *Arch Surg* 119, 20-27 (1984)
31. Demetriades D: Penetrating Injuries to the Abdomen. *Surg Annu* 21, 201-213 (1989)
32. Demetriades D, Charalambides D, Lakhoo M, Pantanowitz D: Gunshot wound of the abdomen: role of selective conservative management. *Br J Surg* 78, 220-222 (1991)
33. Demetriades D, Kakoyiannis S, Parekh D, Hatzitheofilou C: Penetrating injuries of the diaphragm. *Br J Surg* 75, 824-826 (1988)
34. Demetriades D, Kuncir E, Velhams GC, Rhee P, Alo K, Chan LS: Outcome and prognostic factors in head injuries with an admission Glasgow Coma Scale score of 3. *Arch Surg* 139, 1066-1068 (2004)
35. Demetriades D, Murray JA, Chan L, Ordoñez C, Bowley D, Nagy KK, Cornwell EE 3rd, Velhams GC, Muñoz N, Hatzitheofilou C, Schwab CW, Rodriguez A, Cornejo C, Davis KA, Namias N, Wisner DH, Ivatury RR, Moore EE, Acosta JA, Maull KI, Thomason MH, Spain DA; Committee on Multicenter Clinical Trials. American Association for the Surgery of Trauma: Penetrating Colon Injuries Requiring Resection: Diversion or Primary Anastomosis? An AAST Prospective Study. *J Trauma* 50, 765-775 (2001)

36. Demetriades D, Rabinowitz B: Indications for Operation in Abdominal Stab Wounds: A Prospective Study of 651 Patients. *Ann Surg* 205,129-132 (1987)
37. Demetriades D, Theodorou D, Cornwell E 3rd, Berne TV, Ascensio J, Belzberg H, Velhamos G, Weaver F, Yellin A: Evaluation of Penetrating Injuries of the Neck: a Prospective Study of 223 Patients. *W J Surg* 21, 41-48 (1997)
38. Demetriades D, Vandebossche P, Ritz M, Goodmann D, Kowalszik J: Non-therapeutic operations for penetrating trauma: early morbidity and mortality. *Br J Surg* 80, 860-861 (1993)
39. Demetriades D, van der Veen BW: Penetrating injuries of the heart: Experience over two years in South Africa. *J Trauma* 23, 1034-1041 (1983)
40. Demetriades D, Velhamos G, Cornwell E 3rd, Berne TV, Cober S, Bhasin PS, Belzberg H, Ascensio J: Selective Nonoperative Management of Gunshot Wounds of the Anterior Abdomen. *Arch Surg* 132, 178-183 (1997)
41. Ditmars ML, Bongard F: Laparoscopy for Triage of Penetrating Trauma: The Decision to Explore. *J Laparoendosc Surg* 6, 285-291 (1996)
42. Durham RM, Olson S, Weigelt JA: Penetrating Injuries to the Stomach. *Surg Gynecol Obstet* 172, 298-302 (1991)
43. Durham RM, Pruitt C, Moran J, Longo WE: Civilian Colon Trauma: Factors that Predict Success by Primary Repair. *Dis Colon Rectum* 40, 685-492 (1997)
44. Eachempati SR, Barie PS, Reed L 2nd: Survival after Transabdominal Impalement from a Construction Injury : A Review of the Management of Impalement Injuries. *J Trauma* 47, 864-866 (1999)

45. Elkin DC, Ward WC: Gunshot Wounds of the Abdomen. *Ann Surg* 118, 780-788 (1943)
46. Erdogan E, Izci Y, Gonul E, Timurkaynak E: Ventricular injury following cranial gunshot wounds: clinical study. *Mil Med* 169, 691-695 (2004)
47. Erhart J, Mousavi M, Vécsei V: Penetrationsverletzungen des Halses, Verletzungsmuster und diagnostischer Algorithmus. *Chirurg* 71, 1138-1143 (2000)
48. Ertekin C, Yamaner R, Güloglu R, Günay K, Belgerden S: Die Rolle der diagnostischen Laparoskopie bei der Behandlung von penetrierenden Verletzungen des unteren Brustkorbs und der vorderen Bauchwand, *Zentralbl Chir* 122, 535-537 (1997)
49. Ertel W, Trentz O: Das stumpfe und penetrierende Abdominaltrauma: Abklärungsalgorithmen und Versorgungsprinzipien. *Unfallchirurg* 99, 288-303 (1996)
50. Fabian TC, Croce MA, Stewart RM, Pritchard FE, Minard G, Kudsk KA: A Prospective Analysis of Diagnostic Laparoscopy in Trauma. *Ann Surg* 217, 557-565 (1993)
51. Fallon WF: Surgical Lessons Learned on the Battlefield. *J Trauma* 43, 209-213 (1997)
52. Feliciano DV, Burch JM, Spjut-Patrinely V, Mattox KL, Jordan GL Jr: Abdominal Gunshot Wounds. An Urban Trauma Center's Experience with 300 Consecutive Patients. *Ann Surg* 208, 362-370 (1988)
53. Fernando HC, Alle KM, Chen J, Davis I, Klein SR: Triage by laparoscopy in patients with penetrating abdominal trauma. *Br J Surg* 81, 384-385 (1994)

54. Förster R, Storck M, Schäfer JR, Hönig E, Lang G, Liewald F. Thoracoscopy versus thoracotomy: a prospective comparison of trauma and quality of life. *Langenbeck's Arch Surg* 387, 32-36 (2002)
55. Frame SB, Ridgeway CA, Rice JC, McSwain NE Jr, Kerstein MD: Penetrating Injuries to the Colon: Analysis by Anatomic Region of Injury. *South Med J* 82, 1099-1102 (1989)
56. Fry RD: Anorectal Trauma and Foreign Bodies. *Surg Clin North Am* 74, 1491-1505 (1994)
57. Funke M, Nies C, Hessmann M, Rothmund M, Gotzen L: Pfählungsverletzungen von Kolon, Vena iliaca und Kreuzbein – Eine seltene Kombination bei penetrierendem Abdominaltrauma. *Chirurg* 67, 1184-1187 (1996)
58. Gasparri M, Karmy-Jones R, Kralovich KA, Patton JH Jr, Arabi S: Pulmonary Tractotomy versus Lung Resection: Viable Options in Penetrating Lung Injury. *J Trauma* 51, 1092-1095 (2001)
59. Gasparri MG, Lorelli DR, Kralovich KA, Patton JH Jr. Physical Examination plus Chest Radiography in Penetrating Periclavicular Trauma: The Appropriate Trigger for Angiography. *J Trauma* 49, 1029-1033 (2000)
60. Gervin AS, Fischer RP: The importance of prompt transport of salvage of patients with penetrating heart wounds. *J Trauma* 22, 443-448 (1982)
61. Goins WA, Anderson BB: Abdominal trauma revisited. *J Natl Med Assoc* 83, 883-888 (1991)
62. Golueke PJ, Goldstein AS, Sclafani SJ, Mitchell WG, Shaftan GW: Routine versus selective exploration of penetrating neck injuries: a randomised prospective study. *J Trauma* 24, 1010-1014 (1984)

63. Gonzalez RP, Falimirski ME, Holevar MR: Further Evaluation of Colostomy in Penetrating Colon Injury. *Am Surg* 66, 342-347 (2000)
64. Graeber GM, Jones DR: The Role of Thoracoscopy in Thoracic Trauma. *Ann Thorac Surg* 56, 646-648 (1993)
65. Grove CA, Lemmon G, Anderson G, McCarty M: Emergency thoracotomy: appropriate use in the resuscitation of trauma patients. *Am Surg* 68, 313-317 (2002)
66. Grumme T, Kazner E: Penetrierende Schädel-Hirn-Verletzungen. *Chirurg* 57, 674-678 (1986)
67. Hallfeldt KK, Trupka AW, Erhard J, Waldner H, Schweiberer L: Emergency laparoscopy for abdominal stab wounds. *Surg Endosc* 12, 907-910 (1998)
68. Hartel W, Radomsky J, Altwein JE: Management der Schuß- und Stichverletzungen des Abdomens. *Chirurg* 57, 657-667 (1986)
69. Häuser H, Bohndorf K, Rüter A: Der traumatologische Notfall im Schockraum. Analyse des Spektrums und des Zeitbedarfs der bildgebenden Diagnostik. *Unfallchirurg* 101, 129-136 (1998)
70. Henderson VJ, Smith RS, Fry WR, Morabito D, Peskin GW, Barkan H, Organ CH Jr: Cardiac injuries: Analysis of an unselected series of 251 cases. *J Trauma* 36, 341-348 (1994)
71. Hirshberg A, Wall MJ Jr, Allen MK, Mattox KL: Double Jeopardy: Thoracoabdominal Injuries Requiring Surgical Intervention in Both Chest and Abdomen. *J Trauma* 39, 225-231 (1995)
72. Huber PJ Jr, Thal ER: Management of Colon Injuries. *Surg Clin North Am* 70, 561-573 (1990)

73. Hughes JL, Vander Griend R, Bennett TL: Gunshot Fractures. *Unfallchirurg*, 89, 515-520 (1986)
74. Hudson LD, Milberg IA, Anardin D, Maunder RJ: Clinical risks for development of the acute respiratory distress syndrome. *Am Rev Respir Crit Care Med* 151, 193-301 (1995)
75. Inci I, Özcelik C, Tacyildiz I, Nizam Ö, Eren N, Özgen G. Penetrating chest injuries: unusually high incidence of high-velocity gunshot wounds in civilian practice. *World J Surg* 22, 438-442 (1998)
76. Ivatory RR, Licata J, Gunduz Y, Rao P, Stahl WM: Management Options in Penetrating Rectal Injuries. *Am Surg* 57, 50-55 (1991)
77. Ivatory RR, Rohmann M, Steichen FM, Gunduz Y, Nallathambi M, Stahl WM: Penetrating Cardiac Injuries: Twenty-year Experience. *Am Surg* 53, 310-317 (1987)
78. Ivatory RR, Simon RJ, Stahl WM: A critical evaluation of laparoscopy in penetrating abdominal trauma. *J Trauma* 34, 822-828 (1993)
79. Ivatory RR, Simon RJ, Weksler B, Bayard V, Stahl WM: Laparoscopy in the Evaluation of the Intrathoracic Abdomen after Penetrating Trauma. *J Trauma* 33, 101-109 (1992)
80. Jacobson LE, Gomez GA, Broadie TA: Primary Repair of 58 Consecutive Penetrating Injuries of the Colon: Should Colostomy be Abandoned? *Am Surg* 63, 170-177 (1997)
81. Karmy-Jones R, Nathens A, Jurkovich GJ, Shatz DV, Brundage S, Wall MJ, Engelhardt S, Hoyt DB, Holcroft J, Knudson MM, Michaels A, Long W: Urgent and Emergent Thoracotomy for Penetrating Chest Trauma. *J Trauma* 56, 664-669 (2004)

82. Khetarpal S, Steinbrunn BS, McGonigal MD, Stafford R, Ney AL, Kalb DC, West MA, Rodriguez JL: Trauma faculty and trauma team activation: impact on trauma system function and patient outcome. *J Trauma* 47, 576-581 (1999)
83. Klyachkin ML, Rohmiller M, Charash EW, Sloan DA, Kearney PA: Penetrating injuries of the neck: selective management evolving. *Am Surg* 63, 189-194 (1997)
84. Kohn MA, Hammel JM, Bretz SW, Stangby A: Trauma team activation criteria as predictors of patient disposition from the emergency department. *Acad Emerg Med* 11, 1-9 (2004)
85. Kretschmer KH, Häuser H: Radiologische Diagnostik des abdominalen Traumas, *Radiologie* 38, 693-701 (1998)
86. Krige JE, Bornman PC, Terblanche J: Liver trauma in 446 patients. *S Afr J Surg* 35, 10-15 (1997)
87. Kühne CA, Ruchholtz S, Sauerland S, Waydhas C, Nast-Kolb D: Personelle und strukturelle Voraussetzungen der Schockraumbehandlung Polytraumatisierter. *Unfallchirurg* 107, 851-861 (2004)
88. Leppäniemi A, Haapiainen R: Diagnostic Laparoscopy in Abdominal Stab Wounds: A Prospective, Randomized Study. *J Trauma* 55, 636-645 (2003)
89. Leppäniemi A, Salo J, Haapiainen R: Complications of Negative Laparotomy for Truncal Stab Wounds, *J Trauma* 38, 54-58 (1995)
90. Leppäniemi A, Voutilainen PE, Haapiainen RK: Indications for early mandatory laparotomy in abdominal stab wounds. *Br J Surg* 86, 76-80 (1999)

91. Liberman M, Mulder D, Sampalis J: Advanced or Basic Life Support for Trauma: Meta-analysis and Critical Review of Literature. *J Trauma* 49, 584-599 (2000)
92. Liebenberg ND, Maasch AJ: Penetrating abdominal wounds - a prospective trial of conservative treatment based on physical signs. *S Afr Med J* 74, 231-233 (1988)
93. Linsenmaier U, Kanz KG, Mutschler W, Pfeifer KJ. Radiologische Diagnostik beim Polytrauma: Interdisziplinäres Management, *Fortschritt Röntgenstr* 173, 485-493 (2001)
94. Lippert H, Falkenberg B: Strategie und Taktik bei perinealen Pfählungsverletzungen. *Chirurg* 72, 1402-1406 (2001)
95. Mandal AK, Sanusi M: Penetrating Chest Wounds: 24 Years Experience. *World J Surg* 25, 1145-1149 (2001)
96. Marshall WG Jr, Bell LJ, Kouchoukos NT: Penetrating Cardiac Trauma. *J Trauma* 24, 147-149 (1984)
97. Mattila S, Laustela E, Tala P: Penetrating and perforating thoracic injuries. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg* 15, 105-110 (1981)
98. McIntyre R, Auld CD, Cuschieri RJ, Taggart I, McKay AJ: Penetrating abdominal stab wounds: a plea for a more conservative policy. *Injury* 20, 355-358 (1989)
99. Mehta DR: Penetrating Injuries of Chest. Stab and Gunshot Wounds. *N Y State J Med* 82, 309-311 (1982)
100. Meyer L, Kluge J, Marusch F, Zippel R, Gastinger I: Der Stellenwert der Laparoskopie beim Abdominaltrauma. *Zentralbl Chir* 127, 533-537 (2002)

101. Miclau T, Gerich T, Foglar C, Lindsey RW, Krettek C: Behandlung von Schussverletzungen des Bewegungsapparates. Unfallchirurg 105, 188-198 (2002)
102. Mitchell ME, Muakassa FF, Poole GV, Rhodes RS, Griswold JA: Surgical approach of choice for penetrating cardiac wounds. J Trauma 34, 17-20 (1993)
103. Mittal V, McAleese P, Young S, Cohen M: Penetrating Cardiac Injuries. Am Surg 65, 444-448 (1999)
104. Monneuse OJ, Barth X, Gruner L, Pilleul F, Valette PJ, Oulie O, Tissot E: Abdominal wound injuries: diagnosis and treatment. Report of 79 cases. Ann Chir 129, 156-163 (2004)
105. Moore EE, Moore JD, Van Duzer-Moore S, Thompson JS: Mandatory Laparotomy for Gunshot Wounds Penetrating the Abdomen. Am J Surg 140, 847-851 (1980)
106. Moreno C, Moore EE, Majure JA, Hopeman AR: Pericardial Tamponade: A Critical Determinant for Survival following Penetrating Cardiac Wounds. J Trauma 26: 821-825 (1986)
107. Muhr G, Kramme WG: Schuß- und Stichverletzungen an den Extremitäten. Chirurg 57, 679-683 (1986)
108. Murray JA, Demetriades D, Colson M, Song Z, Velhamos GC, Cornwell EE 3rd, Ascension JA, Belzberg H, Berne TV: Colonic Resection in Trauma: Colostomy Versus Anastomosis. J Trauma 46, 250-254 (1999)
109. Mutschler W, Kanz KG: Interdisciplinary shock room management: responsibilities of radiologist from the trauma surgery viewpoint. Radiologe 42, 506-514 (2002)

110. Nagel M, Ockert D, Saeger HD: Management abdomineller Stichverletzungen. Unfallchirurg 97, 419-423 (1994)
111. Nast-Kolb D, Trupka A, Ruchholtz S, Schweiberer L: Abdominaltrauma. Unfallchirurg 101, 82-91 (1998)
112. Nicholas JM, Rix EP, Easley KA, Feliciano DV, Cava RA, Ingram WL, Parry NG, Rozycki GS, Salomone JP, Tremblay LN. Changing Patterns in the Management of Penetrating Abdominal Trauma: The More Things Change, the More They Stay the Same. J Trauma 55, 1095-1110 (2003)
113. Obeid FN, Sorensen V, Vincent G, Horst M, Vij D., Bivins BA: Inaccuracy of Diagnostic Peritoneal Lavage in Penetrating Colonic Trauma. Arch Surg 119, 906-908 (1984)
114. O'Neill PA, Kirton OC, Dresner LS, Tortella B, Kestner MM: Analysis of 162 Colon Injuries in Patients with Penetrating Abdominal Trauma: Concomitant Stomach Injury Results in a Higher Rate of Infection. J Trauma 56, 304-313 (2004)
115. Ortega AE, Tang E, Froes ET, Asensio JA, Katkhouda N, Demetriades D: Laparoscopic evaluation of penetrating thoracoabdominal traumatic injuries. Surg Endosc 10, 19-22 (1996)
116. Piotrowski WP: Behandlungsergebnisse nach Hirnschüssen. Unfallchirurg 95, 74-77 (1992)
117. Plate H, Mokros W, Demischew M: Penetrierende Thoraxverletzungen. Zentralbl Chir 115, 1571-1573 (1990)
118. Platz A, Sommer C, Heinzelmann M, Trentz O: Abdominale Pfählungsverletzungen. Unfallchirurg 104, 399-403 (2001)

119. Porteous MJ, Edwards SA, Graeme Groom AF: Inner city gunshot wounds. *Injury* 28, 385-387 (1997)
120. Ramadan F, Rutledge R, Oller D, Howell P, Baker C, Keagy B: Carotid artery Trauma: a review of contemporary trauma center experiences. *J Vasc Surg* 21, 46-56 (1995)
121. Rehn L: Über penetrierende Herzwunden und Herznaht. *Arch Klin Chir* 55, 315-329 (1897)
122. Reinhardt G, Mattern R: Rechtsmedizin. In Reinhardt G, Seidel H-J, Sonntag H-G, Gaus W, Hingst V, Mattern R: *Ökologisches Stoffgebiet*. 2. Aufl., 276-278 u. 325-332, Hippokrates Verlag, Stuttgart, 1995
123. Renz BM, Feliciano DV. Unnecessary Laparotomies for Trauma: A Prospective Study of Morbidity. *J Trauma* 38, 350-356 (1995)
124. Roden DM, Pomerantz RA: Penetrating injuries to the neck: A safe, selective approach to management. *Am Surg* 59, 750-753 (1993)
125. Rozycki GS, Feliciano DV, Schmidt JA, Cushman JG, Sisley AC, Ingram W, Ansley JD: The role of surgeon-performed ultrasound in patients with possible cardiac wounds. *Ann Surg* 223, 737-746 (1996)
126. Saadia R, Degiannis E: Non-operative treatment of abdominal gunshot injuries. *Br J Surg* 87, 393-397 (2000)
127. Salim A, Velmahos GC: When to operate on abdominal gunshot wounds. *Scand J Surg* 91, 62-66 (2002)
128. Šarić D, Tudor M, Grandić L, Juričić J, Resić A, Tripković A : Penetrierende Kriegsverletzungen der Colorectalregion. *Chirurg* 72, 425-432 (2001)

129. Simon D, Epstein S, Dotzenrath C, Röher HD: Laparoskopie beim Bauchtrauma. Zentralbl Chir 124, 848-850 (1999)
130. Smith RS, Fry WR, Morabito DJ, Koehler RH, Organ CH Jr: Therapeutic Laparoscopy in Trauma. Am J Surg 170, 632-637 (1995)
131. Soffer D, McKenney MG, Cohn S, Garcia-Roca R, Namias N, Schulman C, Lynn M, Lopez P. A Prospective Evaluation of Ultrasonography for the Diagnosis of Penetrating Torso Injury. J Trauma 56, 953-959 (2004)
132. Sosa JL, Arrillaga A, Puente I, Sleeman D, Ginzburg E, Martin L: Laparoscopy in 121 Consecutive Patients with Abdominal Gunshot Wounds. J Trauma 39, 501-506 (1995a)
133. Sosa JL, Baker M, Puente I, Sims D, Sleeman D, Ginzburg E, Martin L: Negative Laparotomy in Abdominal Gunshot Wounds: Potential Impact of Laparoscopy. J Trauma 38, 194-197 (1995b)
134. Stahl JP, Stertmann WA, Zimmermann T, Horas U, Hehrlein FW, Schnettler R: Messerstichverletzung des Herzens. Notfallmanagement und definitive Versorgung – Fallbericht und Literaturübersicht. Unfallchirurg 106, 176-181 (2003)
135. Stone HH, Fabian TC: Management of Perforating Colon Trauma: Randomization Between Primary Closure and Exteriorization. Ann Surg 190, 430-436 (1979)
136. Sunder-Plassmann L, Brandl R, Heberer G: Penetrierendes und perforierendes Thoraxtrauma. Chirurg 57, 668-673 (1986)
137. Tayal VS, Beatty MA, Marx JA, Tomaszewski CA, Thomason MA: FAST (focused assessment with sonography in trauma) accurate for cardiac and intraperitoneal injury in penetrating anterior chest trauma: J Ultrasound Med 23, 467-472 (2004)

138. Teehan EP, Padberg FT Jr, Thompson PN, Lee BC, Silva M Jr, Jamil Z, Swan KG, Hobson RW 2nd: Carotid arterial trauma: assessment with the Glasgow Coma Scale (GCS) as a guide to surgical management. *Cardiovasc Surg* 5, 196-200 (1997)
139. Thompson JS, Moore EE, Moore JB: Comparison of Penetrating Injuries of the Right and Left Colon. *Ann Surg* 193, 414-418 (1981)
140. Thourani VH, Feliciano DV, Cooper WA, Brady KM, Adams AB, Rozycki GS, Symbas PN: Penetrating cardiac trauma at an urban trauma center: a 22-year perspective. *Am Surg* 65, 811-818 (1999)
141. Tiemann A, Schreiter D, Schmidt C, Josten C: Aktueller Stand der Behandlung penetrierender Thoraxverletzungen. *Akt Traumatol* 31, 22-26 (2001)
142. Tominaga GT, Waxman K, Scannell G, Annas C, Ott RA, Gazzaniga AB: Emergency Thoracotomy with Lung Resection following Trauma. *Am Surg* 53, 834-837 (2004)
143. Tonus C, Preuss M, Kasperek S, Nier H: Adäquates Management von Stich- und Schussverletzungen. *Chirurg* 74, 1048-1056 (2003)
144. Tybursky JG, Astra L, Wilson RF, Dente C, Steffes C: Factors Affecting Prognosis with Penetrating Wounds of the Heart. *J Trauma* 48, 587-591 (2000)
145. Valadka AB, Gopinath SP, Mizutani Y, Chacko AG, Robertson CS: Similarities between Civilian Gunshot Wounds to the Head and Nongunshot Head Injuries. *J Trauma* 48, 296-302 (2000)
146. Vasquez JC, Castaneda E, Bazan N: Management of 240 cases of penetrating thoracic injuries. *Injury* 28, 45-49 (1997)

147. Velmahos GC, Degiannis E, Souter I, Saadia R: Penetrating trauma to the heart: A relatively innocent injury. *Surgery* 115, 694-697 (1994a)
148. Velmahos GC, Souter I, Degiannis E, Mokoena T, Saadia R: Selective surgical management in penetrating neck injuries. *Can J Surg* 37, 487-491 (1994b)
149. Voggenreiter G, Eisold C, Sauerland S, Obertacke U: Diagnostik und sofortige Therapiemaßnahmen bei Verletzungen des Thorax. *Unfallchirurg* 107, 881-891 (2004)
150. Waldner H, Erhard J, Hallfeldt K, Schweiberer L: Die Laparoskopie in der Behandlung abdomineller Stichverletzungen. *Chirurg* 66, 1105-1109 (1995)
151. Walsh MS: The management of penetrating injuries of the anterior triangle of the neck. *Injury* 25, 393-395 (1994)
152. Waydhas C: Thoraxtrauma. *Unfallchirurg* 103, 871-889 (2000)
153. Weigelt JA, Kingman RG: Complications of negative laparotomy for trauma. *Am J Surg* 156, 544-547 (1988)
154. Zantut LF, Ivatury RR, Smith RS, Kawahara NT, Porter JM, Fry WR, Pogetti R, Birolini D, Organ CH Jr: Diagnostic and Therapeutic Laparoscopy for Penetrating Abdominal Trauma: A Multicenter Experience. *J Trauma* 42, 825-831 (1997)

## **7. Danksagung**

Ich möchte allen danken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

An erster Stelle danke ich meinem Doktorvater und Betreuer Prof. Dr. med. K.-H. Staubach für die Überlassung des Themas sowie für seine hervorragende, immer hilfreiche und zuverlässige Betreuung. In den stets konstruktiven Diskussionen hat er das Gelingen der Arbeit maßgeblich gefördert.

Mein großer Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. H.-P. Bruch, Direktor der Klinik für Chirurgie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Lübeck, für die Überlassung des Materials zur Aufarbeitung des Themas.

Für die Hilfe bei der statistischen Auswertung der Daten gilt mein ganz besonderer Dank Frau C. Killaitis.

Auch sei den vielen Mitarbeitern in den Archiven unseres Universitätsklinikums für ihre Hilfe bei der Suche nach Patientenakten gedankt, insbesondere möchte ich hier Frau Bludau und Herrn Wendt aus dem chirurgischen Archiv erwähnen.

Frau Lingens aus dem Sekretariat der Klinik für Herzchirurgie gilt der Dank für die Bereitstellung der herzchirurgischen Patientenakten.

Besonderer Dank gilt auch meinem Mann und meiner Familie für ihre Unterstützung und ständige Motivation. Sie haben entschieden zum Voranschreiten dieser Arbeit beigetragen.

## 8. Lebenslauf

### Angaben zur Person

**Name:** Claudia Hindel, geb. Balzer  
**Wohnort:** Berliner Str. 54, 23627 Groß Grönau  
**Geburtstag und –ort:** 09.04.1973, Barth  
**Familienstand:** verheiratet seit dem 06.06.2003  
**Nationalität:** deutsch

### Schulbildung

Sept.1979 – Juni 1989 Polytechnische Oberschule Lüdershagen  
Sept.1989 – Juni 1991 Erweiterte Oberschule Ribnitz-Damgarten, Abitur

### Studium

Okt.1991 Beginn des Studiums der Humanmedizin,  
Universität Rostock  
Feb.1996 – März 1996 Famulatur Pädiatrie, Baragwanath Hospital,  
Johannesburg, Südafrika  
Okt.1996 – Sept.1997 PJ (Chirurgische Universitätsklinik Rostock,  
Universitätsklinik für Innere Medizin Rostock,  
Westmorland General Hospital Kendal,  
Manchester University, Großbritannien,  
Universitätskinderklinik Rostock)  
Dez. 1997 erfolgreicher Abschluss des Studiums mit dem 3.  
Staatsexamen

### Nebentätigkeiten

1998 Freier Mitarbeiter im de-Gruyter-Verlag zur  
Erstellung von multimedial anwendbarem  
Lehrmaterial

## **Beruf**

Feb. 1998 - Juli 1999	AiP in der Chirurgischen Klinik der Medizinischen Universität zu Lübeck
Aug. 1999	Beginn der Tätigkeit als Assistenzärztin in der Klinik für Chirurgie, UK S-H, Campus Lübeck
Aug. 2004 – Mai 2005	Tätigkeit als Assistenzärztin in der Klinik für Unfallchirurgie, UK S-H, Campus Lübeck
2003	Beginn der Arbeit für die Dissertation zum Thema: „Chirurgisches Management penetrierender Verletzungen an einer deutschen Universitätsklinik“
2005	Mitgliedschaft in der Deutschen Gesellschaft für Wundheilung und Wundbehandlung e.V. Aufbau und Leitung der Wundsprechstunde der Klinik für Chirurgie des UK S-H, Campus Lübeck
02.08.2006	Erlangung der Gebietsbezeichnung „Facharzt für Chirurgie“
Sept. 2006	Mitgliedschaft in der Deutschen Gesellschaft für Viszeralchirurgie
Okt. 2006	Mitgliedschaft in der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie

Lübeck im Dezember 2006

## **9. Publikationen**

P. Hildebrand, C. Hindel, U.J. Roblick, H.-P. Bruch: Abdominaltrauma – Therapie von Verletzungen parenchymatöser Organe. Zur Veröffentlichung angenommen im „Viszeralchirurg“.

C. Hindel, K.-H. Staubach: The current infectious risk in patients with penetrating injuries – a retrospective analysis. Eingereicht und angenommen zur Veröffentlichung bei der Surgical Infection Society Europe.

C. Hindel, H.-P. Bruch, K.-H. Staubach: Penetrierende Verletzungen – eine wachsende Gefahr. Eingereicht zur Veröffentlichung im „Der Chirurg“.