

# Verletzung – Verwundung: Ein einsatzchirurgischer Überblick

## Einleitung

Einsatzchirurgische Verletzungen und Verwundungen treten in vielfältiger Art bei vielen Formen von Einsätzen auf. Ein Teil der Einsatzchirurgie ist die Kriegschirurgie mit den ihr eigentümlichen Verletzungsmustern. Diese sind – entgegen den Verletzungsmustern der Katastropheneinsatzmedizin wie zum Beispiel Zerquetschungen, Erfrierungen, Verbrühungen – hauptsächlich Schuss- und Explosionsverletzungen, gefolgt von Verletzungen durch stumpfe Traumata, durch Verbrennungen und durch atomare, chemische und bakteriologische Kampfmittel. Die Versorgung kriegschirurgisch Verwundeter stellt eine große Herausforderung an das vor Ort tätige Sanitätsteam, seien es nun militärische Sanitätseinheiten, halbstaatliche oder gänzlich freiorganisierte Sanitätselemente. Die besondere Herausforderung an den Chirurgen liegt daran, mit wenigen Mitteln möglichst vielen Betroffenen zu helfen. Hierzu bedient man sich zweierlei Mittel, einerseits wird mit Hilfe der Triage jene Gruppe an Soldaten/Verwundeten identifiziert, die von einer akuten Operation vor Ort am meisten profitiert, ohne die spärlichen Ressourcen ungerecht aufzubrechen. Andererseits werden mit modernen chirurgischen Methoden die Mortalität und in zweiter Linie der Instrumentenbedarf, die Operationszeit, die Liegezeit reduziert.

Die dazu derzeit am häufigsten verwendete Methode ist die “damage control surgery (DCS)”.<sup>1</sup> DCS umfasst chirurgische Notfallmaßnahmen und Behandlungen durch ein chirurgisches Team, die darauf ausgerichtet sind, die Verwundeten so zu stabilisieren, dass Leben, Gliedmaße oder Funktion erhalten

---

<sup>1</sup> NATO, AJP-4.10(A) Allied joint medical support doctrine. AJP-4.10; 2006, 7 -13.

werden können. DCS-Techniken werden angewandt, wenn das Ausmaß der Gewebe- oder Organschädigung so groß ist, dass es wahrscheinlich ist, dass durch die primäre Chirurgie die physiologischen Reserven des Verwundeten mehr als verbraucht werden. Das Konzept bedeutet, dass das Minimum getan wird, um mit den lebensbedrohlichen Problemen des Verwundeten zurechtzukommen. Beispielhaft hiezu wären Methoden der schnellen Blutstillungskontrolle, Beherrschung des Austritts von Darminhalt in die Bauchhöhle ohne Wiederherstellung der Integrität des Gastrointestinaltraktes, Tracheotomie bei penetrierenden Lungenverletzungen, schnelle Amputation einer schwer beschädigten Extremität in Gegenwart anderer gleich schwerer Verletzungen und die temporäre Wiederherstellung der Blutversorgung einer Extremität unter Verwendung von Gefäßshunts. Die Primärchirurgie wird in diesem Fall so lange verzögert, bis die verschiedenen physiologischen und anderen Parameter wieder so hergestellt sind, dass sie normal sind oder annähernd normale Werte erreicht haben.

Primärchirurgie beschreibt eine chirurgische Vorgehensweise, die auf die Behebung des lokalen Schadens abzielt, der durch die Verwundung eingetreten ist. Primärchirurgie zielt daher im Gegensatz zur DCS auf Schadensbehebung und nicht auf die Korrektur/Eindämmung der generalisierten Effekte der Verwundung. Verspätungen im Vorfeld der primären Chirurgie erlauben die fortlaufende Ausbildung weiterer generalisierender Effekte und können daher zu einem Anstieg der Mortalität, Morbidität und Restbehinderung führen. Vereinfacht lässt sich also festhalten, dass DCS eine chirurgische Methode ist, den Verwundeten so zu stabilisieren, dass er überhaupt der primären Chirurgie zugeführt werden kann.

Um eine dem zu erwartenden Verwundetenanfall gerechte Struktur der Opferversorgung zu gewährleisten, wird in Einsätzen militärischer oder friedenssichernder Art ein mehrstufiges Sanitätsversorgungssystem errichtet, das von Fall zu Fall variiert, aber doch weltweit ziemlich uniform organisiert ist.<sup>2</sup> Entsendbare medizinische Behandlungseinrichtungen werden nach ihrer Behandlungsmöglichkeit in ein Rollensystem eingeteilt, die Rollen werden aufsteigend von 1 bis 4 nummeriert. Eine umfassende operativ-militärische medizinische Struktur im Einsatz umfasst normalerweise Elemente von allen vier Rollen. Generell werden Verwundete von Rolle 1 ausgehend nach oben/hinten weitergereicht, jedoch können eine oder mehr Rollen im Interesse der Effizienz und abhängig vom Zustand des Verwundeten

---

<sup>2</sup> NATO, MC 326/2 NATO principles and policies of operational medical support.

übersprungen werden. Die meisten Pflegekapazitäten einer Rolle sind auch ein integraler Bestandteil der nächsthöheren Rolle. Rolle 1 bietet truppenärztliche Routineversorgung, spezialisierte Erste Hilfe, Triage, Wiederbelebung und Stabilisierung. Rolle 2 enthält definitionsgemäß eine vorläufige Kapazität zur Aufnahme und Triage von Verwundeten; weiters muss eine Rolle-2-Einrichtung – in Österreich einer Feldambulanz entsprechend – in der Lage sein, Wiederbelebung und Schockbehandlung auf einem technisch höheren Maß als auf Rolle 1 anbieten zu können. Eine Rolle-2-Feldambulanz bietet routinemäßig DCS an und beinhaltet normalerweise eine kurzfristige Haltekapazität für Verwundete, bis diese entweder wieder dienstfähig sind oder evakuiert werden. Weiters kann Zahnmedizin, Arbeitsmedizin, Psychiatrie oder Psychologie angeboten werden. Rolle 3 wird so angelegt, dass Sekundärversorgung abhängig von der Haltepolitik der jeweiligen Mission angeboten wird. Rolle 3 – in Österreich einem Feldspital entsprechend – ist als entsandte Hospitalisierungseinheit ausgelegt und beinhaltet alle Elemente, um es zu unterstützen. Dies beinhaltet missionsabhängig eine Variation klinischer Sonderfächer inklusive primärer Chirurgie und unterstützender Diagnostik. Medizinische Versorgung der Rolle 4 bietet das volle Spektrum der definitiven medizinischen Versorgung an, das nicht in das Einsatzgebiet entsandt werden kann, oder die zu zeitraubend ist, um im Einsatzgebiet durchgeführt zu werden, wie zum Beispiel Plastische Chirurgie, Rehabilitation. Medizinische Versorgung der Rolle 4 wird normalerweise im Heimatland durchgeführt.

## **Verwundungen/Verletzungsarten**

Folgende Verletzungsmuster treten in der Einsatzchirurgie am häufigsten auf:

- Stumpfe Traumata (Zerrungen und Prellungen)
- Verbrennungen
- Minenverletzungen
- Schussverletzungen
- Atomare, bakteriologische, chemische Verletzungen.

Hier behandelt werden sollen die ersten vier Verletzungsarten, da ABC-Verletzungen aufgrund ihrer Komplexität, verhältnismäßigen Seltenheit und ihrer Einbettung in einem ganz anderen Umfeld als der konventionellen Kriegsführung hier den Rahmen sprengen würden.

## a. Stumpfe Traumata und Verbrennungen



Bild 1: Stumpfe Traumata

durch Bombensplitter oder durch eine Druckwelle (sekundäre Folgen), sondern durch umherfliegende Trümmer, durch Sturz als Folge der Druckwelle verletzt. Die Behandlung entspricht der traumatologischen Versorgung wie in Friedenszeiten. Verbrennungsoffer werden meist im Einsatzraum erstversorgt und dann direkt in ein Rolle-4-Spital ins Heimatland verlegt.

Stumpfe Traumata (Bild 1) und Verbrennungen treten in und nach Kampfhandlungen auf. Verbrennungen erscheinen als Folge von Detonationen von Explosivstoffen, seien es nun Minen oder improvisierte Sprengfallen (IEDs), oder als Folge eines Treffers eines Kampfraumes, eines Fahrzeuges oder Bunkers auf. Stumpfe Traumata wie Prellungen oder Knochenbrüche werden als tertiäre Folge von Explosionen beobachtet, d.h. die Verwundeten werden nicht durch den Energieabbau (primäre Folge),

## b. Schussverletzungen

Diese lassen sich in Verletzungen durch Niedriggeschwindigkeitsgeschosse und durch Hochgeschwindigkeitsgeschosse unterscheiden.

Auf diesem Bild sieht man ein typisches Beispiel für eine Verletzung mit Niedriggeschwindigkeitsgeschossen. Sie können auch als Friedensverletzungen



Bild 2: Niedriggeschwindigkeitsgeschöß

betrachtet werden, da sie aus Waffen mit niedriger bis mittlerer Geschwindigkeit (Mündungsgeschwindigkeit ca. 200 bis 650 m/s) wie zum Beispiel Pistolen, Revolver oder Kleinkalibergewehren stammen. Die Niedriggeschwindigkeitsgeschosse verursachen meist einen Schusskanal mit geringer Schädigung des umgebenden Gewebes, bei Knochentreffern handelt es sich meist um Bohrlochfrakturen.<sup>3</sup> Die Wundversorgung erfolgt durch exaktes Wunddebridement, Exploration der Wundhöhle, Entfernung von Knochenresten, Drainage, Reposition und Ruhigstellung sowie Antibiose.

Hochgeschwindigkeitsgeschosse verursachen typische Kriegsverletzungen. Es handelt sich um Geschosse mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 750 bis 970 m/s. Es handelt sich meist um Kaliber 5.56 oder 7.62. Der Verletzungs-



Bild 3: Hochgeschwindigkeitsgeschosß

mechanismus ergibt sich aus der Kombination von hoher Energie beim Aufprall auf die Körperoberfläche und der bewusst entwickelten Instabilität des Geschosßes. Das Geschosß hat die Eigenschaft, bei Aufprall auf die Körperoberfläche instabil zu werden und sich entlang seiner Längsachse zu drehen, dadurch entsteht eine temporäre Wundhöhle von 16 cm für 4 ms (das 30-fache des Kalibers 5.56). Als Folge entsteht eine Zone permanent zerstörten Gewebes in den Muskeln und im Bindegewebe von circa 5 cm rund um den Wundkanal. Nur in 10,5 % der Fläche kommt es zu einer primär starken Gefäßblutung, das häufigste Bild ist eine Thrombose.<sup>4,5</sup>

Die Behandlung erfolgt durch Debridement, Schusskanalexcision, Wunddrainage; bei Knochenverletzungen ist darauf zu achten, soviel Knochenmaterial wie möglich zu erhalten, kleinere Fragmente ohne Gefäßversorgung sind zu entfernen. Eine Antibiose

<sup>3</sup> Robens et al., Acta Chir Scand, 1982.

<sup>4</sup> Franz C, Payr E, Hrsg. Handbuch der ärztlichen Erfahrungen im Weltkriege, Band II Chirurgie, Leipzig 1922.

<sup>5</sup> Nanobachvili et al, World J Surg. 2003.

sowie ein verspäteter primärer Wundverschluss – im Schnitt nach fünf Tagen – sind zwingend durchzuführen.<sup>6,7</sup> Bei der Verletzung großer Nerven gilt es, das umgebende nekrotische Gewebe um den Nerv zu entfernen, um das Reparaturpotential anzuregen. Bei diskontinuierierten Nerven ist der Patient der sekundären plastischen Chirurgie zuzuführen.<sup>8</sup> Können Gefäßverletzungen beobachtet werden, so handelt es sich meist um Thrombosen – verstopfende Gerinnsel, selten sind Gefäßrekonstruktionen nötig. Diese sind dann meist gleichzeitig betroffene Extremitätenarterien und ihre begleitende große Vene.<sup>9</sup> Bei großflächiger Zerstörung von Knochen, Gefäßen und Nerven bleibt nur die Amputation als Behandlungsoption übrig. Aus dem Rolle-3-Spital kann der Patient nach circa 20 Tagen entlassen werden, bis dahin erfolgt die frühe Mobilisation durch physikalische Therapie.<sup>10</sup> Danach muss in einem Rolle-4-Spital im Heimatland eine Rehabilitation eingeleitet werden. Die Behandlung von Verletzten durch Hochgeschwindigkeitsgeschosse gleicht vom Verletzungsmuster her der Behandlung von Verletzten durch Minendetonationen.

### **c. Minenverletzungen**

Im Folgenden werden der Wirkmechanismus, das Verletzungsmuster und Behandlungsmöglichkeiten bei Panzerminen-, Antipersonenminen- und Clusterbombs/Streumunionexplosionen dargestellt.

Panzerminen werden so konstruiert, dass mit relativ geringen Sprengstoffmengen ein bis zu 60 Tonnen schweres Kampffahrzeug zum Stehen gebracht oder – noch besser – kampfunfähig gemacht werden kann. Daher wird die Explosion so geplant, dass es zu einem gerichteten hochenergetischen Energie- und Partikelstrahl kommt, der zum Beispiel eine Antriebswelle oder ein Umlenkrad des Panzers abreißen kann. Andererseits bedeutet es aber, dass außerhalb der direkten Energieabbauzone fast keine Explosionsenergie zur weiteren Schadensverursachung zur Verfügung steht. Verletzte, die sich direkt über dem auslösenden Rad oder sonstigen auslösenden Gegenstand befinden, verscheiden meist vor Ort. Sie erleiden schwerste innere körperliche Verletzungen – Abriss der Aorta, Trauma der Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule. Häufig kommt es zu Pfählungsverletzungen mit Eröffnung der Körperhöhlen durch Wrackteile. Erklärung hierfür ist, dass der

---

<sup>6</sup> Covey DC, JBJS 84.

<sup>7</sup> Hartl W et al. Acta Chir Scand 1988.

<sup>8</sup> Coupland RM, Br J Surg 1989.

<sup>9</sup> Nanobachvili et al, World J Surg. 2003.

<sup>10</sup> Covey DC, J Orthop Trauma 2000.

Körper über dem auslösenden Rad direkt in den Partikelstrahl, in den direkten Bereich des Energieabbaus gerät. Andererseits werden Verwundete, die nicht über dem auslösenden Rad saßen, mit deutlich weniger schweren Verletzungen geborgen. Häufig trifft man auf Knochenbrüche als tertiäre Explosionsfolge – zum Beispiel Herumgeworfenwerden im Kampfraum –, ebenso auf Platzwunden, Verbrennungen und Schürfwunden. Auf die oben beschriebenen Mehrhöhlenverletzungen trifft man hingegen äußerst selten. Die Ursache für dieses relativ milde Verletzungsmuster liegt darin, dass der Körper außerhalb der Hochenergieabbauzone liegt.

Antipersonenminen verletzen klassischerweise wie im folgenden Bild. Der Verletzungsmechanismus ist die gerichtete Energie der Antipersonenmine, die so konstruiert ist, dass die geringe Sprengstoffmenge in Verbindung mit Teilen des Antipersonenminenmantels und des Schuhwerks des Auslösers



Bild 4: Antipersonenminenopfer

einen inkapazitierenden Partikelstrahl bildet. Die Mine soll nicht töten, sondern möglichst viele Kräfte binden. Die direkt auslösende Person erleidet eine totale oder subtotale Amputation des auslösenden Beins und einen extensiven Schaden der kontralateralen Extremität. Erde und mikroskopisch kleine Partikel werden mit hoher Anfangsgeschwindigkeit in Faszienskompartments geschleudert und führen dort zu Infektion und Zelluntergang. Es

kommt selten zu Arm- und Thoraxverletzungen. Personen in unmittelbarer Nähe berichten meist nur über geringe Verletzungen (Abschürfungen, Platz- und Schnittwunden). Selten werden Knochenbrüche (Katapultation aus der Bewegung, abhängig vom Anlagende), starke Blutungen, Eröffnungen von Körperhöhlen beobachtet. Es kommt selten zu Lungen- und Hörorganverletzungen, da der Körper nur indirekt in den Energieabbau hineingezogen wird. Auf Verletzungsmuster und Behandlungen werde ich bei den Streubombenverletzungen eingehen.

Das folgende Bild zeigt eine Verletzung eines Beines durch ein Streumunitionsbomblett. Die direkt auslösende Person präsentiert sich oft mit einer schweren tiefen Extremitätenverletzung des auslösenden Organs. Schwere



Bild 5: Streumunitionsopfer

Verletzungen am restlichen Körper werden ebenfalls oft beobachtet. Die Entstehung des den ganzen Körper betreffenden Verletzungsbildes geschieht durch die radiale Ausbreitung der Explosionsenergie. Zahlreiche Verletzungen und Verbrennungen am Stamm, am Schädel,

am Thorax, als auch Abdomenverletzungen werden regelmäßig beschrieben.<sup>11</sup> Diese schweren generalisierten Verletzungen rühren vom ursprünglichen Design und der primären Verwendung der Streumunition her. Streubomben wurden entwickelt, um Startbahnen, Konvois oder Bunker zu zerstören. Sie sind ab dem Zeitpunkt des Abwurfs aus dem Streubehälter scharf und bleiben in diesem Zustand. Beim Aufheben oder Manipulieren am Bomblett explodiert dieses nun und die Bombenpartikel strahlen/fliegen nun radiär in alle Richtungen ab.

---

<sup>11</sup> Wolff K.S et al. Clusterbomb vs Antipersonnel Mine Related Injuries; Eur Surg 2007.

Hinsichtlich der verschiedenen Verletzungsmuster durch Antipersonenminen (AP) und Streumunition/Clusterbombs (CB) dient folgende Statistik zur Erhellung der Verletzungswirkung:<sup>12</sup>

<b>Verletzungen</b>	<b>AP</b>	<b>CB</b>
<b>Total n=95</b>	<i>n = 23</i>	<i>n = 72</i>
<b>AmputationenOE</b>	<b>3 (12.7)</b>	<b>22 (30.6)</b>
<b>AmputationenUE</b>	<b>13 (56.5)</b>	<b>15 (20.8)</b>
<b>Abdomen</b>	<b>0 (0.0)</b>	<b>8 (11.1)</b>
<b>Thorax</b>	<b>0 (0.0)</b>	<b>1 (1.4)</b>
<b>Schädel + Augen</b>	<b>3 (13.0)</b>	<b>8 (11.1)</b>
<b>Verbrennungen</b>	<b>1 (4.3)</b>	<b>0 (0.0)</b>
<b>Schnittwunden</b>	<b>3 (13.0)</b>	<b>15 (20.8)</b>
<b>Andere</b>	<b>0 (0.0)</b>	<b>3 (4.2)</b>

Werte als n numerisch und in Klammern in Prozent.

Besonders auffällig sind die hohe Anzahl an traumatischen Amputationen der oberen und unteren Extremität bei den Streubomben als auch die hohe Prozentzahl an Bauch-, Brustkorb- und Schädelverletzungen. Die Behandlung zielt primär auf die Kontrolle des Schadens und die Verhinderung der weiteren physiologischen Entgleisung – es handelt sich hier um die erste und effektivste Umsetzung der Damage Control Surgery. Neben der Stabilisierung der Körperfunktionen kommt es aber auch zu klassischen Amputationen im Massenansturm nach dem Grundsatz „limb for life“.

## **Konklusion**

Die Einsatzchirurgie verfügt über das nötige ablauf-technische und chirurgisch-technische Wissen, um eine moderne, den zivilen friedensbetriebsähnlichen europäischen Grundsätzen konforme Medizin jedem Verwundeten anzubieten. Die Limitationen entstehen einerseits durch die logistischen Kapazitäten der im Einsatz befindlichen Truppenteile, andererseits durch das Ausmaß der zur Verfügung stehenden in Übung gehaltenen Einsatzchirurgen. Diese Beschränkungen beeinträchtigen alle europäischen Einsatzarmeen zu einem gewissen Grade.

---

<sup>12</sup> Ebenda.