


Markieren Sie Begriffe im Text um weitere Informationen zu erhalten.

 Drucken

# Traumatologische Notfälle

 Oliver A. Blankenheim

## **31.1 Verletzungen der Kopfregion**

- 31.1.1 Schädel-Hirn-Trauma (SHT)
- 31.1.2 Weichteilverletzungen von Gesicht und Schädel
- 31.1.3 Frakturen des Gesichtsschädels

## **31.2 Verletzungen des Halses**

- 31.2.1 Verletzungen der Halsweichteile
- 31.2.2 Verletzungen des Kehlkopfes

## **31.3 Verletzungen des Thorax**

- 31.3.1 Verletzungen der Brustwand
- 31.3.2 Verletzungen der Pleura

- 31.3.3 Verletzungen der Lunge
- 31.3.4 Verletzungen des Herzens und der großen Gefäße
- 31.3.5 Therapie der Verletzungen des Thorax
  
- 31.4 Verletzungen des Abdomens**
- 31.4.1 Verletzungen der Organe und Hohlorgane des Abdomens
- 31.4.2 Therapie der Verletzungen des Abdomens
  
- 31.5 Verletzungen der Wirbelsäule**
- 31.5.1 Frakturen der Wirbelsäule
- 31.5.2 Verletzungen des Rückenmarks
- 31.5.3 Therapie der Wirbelsäulenverletzungen
  
- 31.6 Verletzungen des Beckens**
- 31.6.1 Untersuchung des Beckens
- 31.6.2 Therapie und Stabilisierung der Beckenverletzungen
  
- 31.7 Verletzungen des Bewegungsapparats**
- 31.7.1 Behandlungsprinzipien bei Verletzungen des Bewegungsapparats
- 31.7.2 Frakturen und Luxationen der oberen Extremität
- 31.7.3 Frakturen und Luxationen der unteren Extremität
- 31.7.4 Reposition von Frakturen
  
- 31.8 Amputationsverletzung**
- 31.8.1 Notfallamputation
  
- 31.9 Versorgung von Schwerstverletzten**
- 31.9.1 Polytrauma-Management
- 31.9.2 Polytrauma-Management nach PHTLS
- 31.9.3 Small Volume Resuscitation (SVR)
- 31.9.4 Trauma und Reanimation

# Notfallmeldung

Durch Mitteilung der Polizei erhält die Rettungsleitstelle Meldung über einen Verkehrsunfall. Zwei Personenkraftwagen seien frontal in einer Kurve zusammengestoßen. Mehrere Personen seien verletzt. Ob Personen eingeklemmt sind, ist nicht bekannt. Die Rettungsleitstelle entsendet zwei Rettungswagen und ein Notarzteinsatzfahrzeug zum Unfallort. Die Rückmeldung des ersteintreffenden Rettungswagens lautet: „Zirka 5–6 Personen verletzt, mindestens drei schwer, ein Patient unter Reanimation, zwei weitere noch eingeklemmt.“

Die Rettungsleitstelle alarmiert drei weitere Rettungswagen, ein weiteres Notarzteinsatzfahrzeug, einen Rettungshubschrauber, einen Krankenwagen und den Einsatzleiter Rettungsdienst nach. Die Leitstelle der Feuerwehr wird informiert. Diese alarmiert einen Löschzug zur technischen Hilfeleistung.

## Befund am Notfallort

Die Besatzung des zuerst eintreffenden Rettungswagens reanimiert vor einem der verunfallten Pkw eine Patientin auf der Straße. In dem Fahrzeug befinden sich noch zwei eingeklemmte Patienten. Einer dieser Patienten ist offensichtlich polytraumatisiert, der andere nur leicht verletzt. Drei weitere Personen sind leicht bis mittelschwer (Nasenbeinfraktur, Prellungen, Atemnot etc.) verletzt, sitzen abseits der Unfallstelle am Straßenrand bzw. in einem Pkw und werden von Passanten betreut. Durch die nach und nach eintreffenden Rettungskräfte werden alle Patienten versorgt. Der zuerst eintreffende Notarzt lässt die Besatzung des Rettungswagens die unmittelbar vorher begonnene Reanimation fortführen und versorgt mit dem Fahrer des Notarzteinsatzfahrzeugs den eingeklemmten, polytraumatisierten Patienten im Fahrzeug. Der Patient ist wach, ansprechbar und klagt über starke Schmerzen im Brust- und Beckenbereich. Das Gesicht des Patienten ist blutverschmiert. Die Beine sind im Fußraum und Armaturenbereich eingeklemmt.

# Leitsymptome

Schmerzen, Blutung im Gesicht, Frakturen.

## Inhaltsübersicht

### 31.1 Verletzungen der Kopfregion

- Unterschieden werden die direkte Hirnschädigung durch unmittelbare Gewalteinwirkung auf Hirnstrukturen und die indirekte Hirnschädigung als Folge von Komplikationen der Gewalteinwirkung (Blutung, Ödem).
- Leitsymptom für die Beurteilung eines Schädel-Hirn-Traumas ist der Grad der Bewusstseinsstörung nach GCS (Glasgow Coma Scale).
- Das Verletzungsbild Schädel-Hirn-Trauma (SHT) wird in drei Schweregrade unterteilt:
  - SHT 1. Grades (Gehirnerschütterung)
  - SHT 2. Grades (Gehirnprellung)
  - SHT 3. Grades (Gehirnquetschung)
- Blutungen in den Gehirnschädel (Neurokranium) werden nach Lokalisation der Raumforderung unterschieden in epidurale Blutung (zwischen harter Hirnhaut und Schädel), subdurale Blutung (zwischen harter und weicher Hirnhaut) und intrazerebrale Blutung.
- Frakturen des Gesichtsschädels können durch Verlegung der Atemwege infolge Schwellung, Aspiration von Zähnen oder Prothesenteilen zu Atemnot führen.

### 31.2 Verletzungen des Halses

- Verletzungen der Halsregion sind meist auf stumpfe Gewalteinwirkung (Faustschlag, Aufprall auf Lenkrad) zurückzuführen.

- Gefährdete Strukturen sind vor allem die Aa. carotis, die Jugularvenen und der Kehlkopf.

## 31.3 Verletzungen des Thorax

- Eine Thoraxverletzung entsteht durch Gewalteinwirkung mit Verletzung des knöchernen Brustkorbs oder der von ihm umgebenen Organe.
- Vom Ausmaß der äußerlich erkennbaren Brustkorbverletzung kann nicht auf die Schwere der inneren Verletzung geschlossen werden.
- Gelangt Luft in den Pleuraspalt, kommt es zum Druckausgleich mit dem Umgebungsluftdruck und die Lunge fällt in sich zusammen (Pneumothorax). Beim geschlossenen Pneumothorax gelangt Luft über die normalen Atemwege, beim offenen Pneumothorax von außen in den Pleuraspalt (**Cave:** Mediastinalflattern).
- Kann beim Pneumothorax in der Ausatemphase die Luft nicht aus dem Pleuraspalt entweichen, führt der ansteigende Druck neben dem Kollaps des betroffenen Lungenflügels zu einer Verdrängung des Herzens und der intrathorakalen Gefäße zur gesunden Lunge hin und presst diese zunehmend zusammen. Der Gasaustausch der gesunden Lunge wird ebenfalls beeinträchtigt (Spannungspneumothorax).
- Eine Blutansammlung im Pleuraspalt wird als Hämatothorax bezeichnet.
- Die Therapie der Brustkorbverletzung zielt auf die Beseitigung von mechanischen Atemstörungen, Störungen des Gasaustauschs und der Kardiozirkulation.

## 31.4 Verletzung des Abdomens

- Ein Abdominaltrauma entsteht durch Gewalteinwirkung auf die Bauchwand mit Verletzung der in der Bauchhöhle liegenden Organe und Hohlorgane.
- Penetrierende Abdominaltraumata mit Eröffnung der Bauchhöhle sind selten.
- Bei Verletzungen des Abdomens können innerhalb kurzer Zeit große Blutmengen in die freie Bauchhöhle fließen.
- Schon der Verdacht auf eine Blutung in die Bauchhöhle gehört zu den wenigen Notfallsituationen, in denen eine Stabilisierung des Patienten nicht vor, sondern während des Transports in die Klinik durchzuführen ist („Load, go and threat.“).

- Isolierte Verletzungen der Bauchorgane sind selten. Sie treten in überwiegendem Maße im Rahmen von Mehrfachverletzungen auf.

## 31.5 Verletzungen der Wirbelsäule

- Die Wirbelfraktur ist die am häufigsten übersehene Fraktur.
- Bei einem Teil der Wirbelsäulenverletzten wird das Rückenmark direkt in Mitleidenschaft gezogen.
- Bei Verdacht auf eine Wirbelsäulenverletzung stehen verschiedene Geräte zur Immobilisierung zur Verfügung (Stifneck<sup>®</sup>, Spineboard, Combi-Carrier<sup>®</sup>, Vakuummatratze).

## 31.6 Verletzungen des Beckens

- Verletzungen des Beckens können mit einer hohen Mortalität behaftet sein.
- Volumenverluste sind die Haupttodesursache bei einem Beckentrauma.
- Beckenfrakturen werden in verschiedene Arten unterteilt:
  - Frakturen der Sitzbeine
  - Azetabulumfrakturen
  - Beckenringfrakturen
- Eine manuelle Untersuchung ist zu vermeiden (KISS-Schema).
- Zur Stabilisierung stehen Beckengurte zur Verfügung.

## 31.7 Verletzungen des Bewegungsapparats

- Verletzungen des Bewegungsapparats umfassen Wunden, Verletzungen der Gefäße und Nerven sowie Luxationen und Frakturen.
- Durch Frakturen und Weichteilverletzungen kann es zu umfangreichen Blutungen kommen.
- Neben der Wundversorgung stehen die Blutstillung, Frakturbehandlung

(Immobilisation) und Schmerzbekämpfung im Vordergrund der Therapie.

- Offene Wunden werden von sehr grobem Schmutz gesäubert und mit einer sterilen Wundauflage abgedeckt.
- Penetrierende Fremdkörper werden in der Wunde belassen.
- Eine adäquate Schmerzbekämpfung ist nicht nur Voraussetzung notwendiger Therapiemaßnahmen (Reposition), sondern reduziert auch unerwünschte Wirkungen des Schmerzes auf den Organismus (endogene Katecholaminausschüttung).
- Frakturen werden durch Lagerung des Patienten auf einer vorgeformten Vakuummatratze oder durch Anlegen von Schienenmaterial (Vakuumschiene, Sam-Splint<sup>®</sup>) ruhiggestellt.

## 31.8 Amputationsverletzung

- Grundprinzip der Versorgung amputationsverletzter Patienten ist die Sicherung der Vitalfunktionen vor der Versorgung der Amputation („Life before limb.“).
- Die Blutstillung am Stumpf erfolgt durch Anwendung von Tourniquets und ferner durch Druckverbände. Als Ultima Ratio ist das Abklemmen des Gefäßes für geschultes Personal empfohlen.
- Das Amputat ist feucht-steril zu verpacken und in einem Replantatbeutel zu transportieren.
- Patient und Amputat werden gemeinsam transportiert, wenn dies ohne Zeitverzögerung für einen ggf. kritischen Patienten möglich ist.

## 31.9 Versorgung von Schwerstverletzten

- Als Polytrauma wird *„die gleichzeitige Verletzung verschiedener Körperregionen in Verbindung mit der Verletzung eines Organs oder Organsystems bezeichnet, wenn mindestens eine dieser Verletzungen oder deren Kombination lebensgefährlich ist“* (nach Tscherne).
- Eine strukturierte Herangehensweise nach ABCDE, prioritätenorientiertes Handeln und kurze Verweildauer an der Einsatzstelle senken die Letalität.

- Die präklinische Therapie eines Polytraumas umfasst notwendige Maßnahmen entsprechend ABCDE, sofortige Blutstillung äußerer Blutungen durch das adäquate Hilfsmittel und die Sicherstellung einer ausreichenden Oxygenierung während des gesamten Versorgungszeitraums.
- Die Versorgungszeit vor Ort muss so gering wie möglich gehalten werden. Zeitintensive Maßnahmen müssen auf ihren Nutzen für den Patienten abgewogen werden und u. U. unterbleiben (Golden Hour, Platinum 10 Min.)

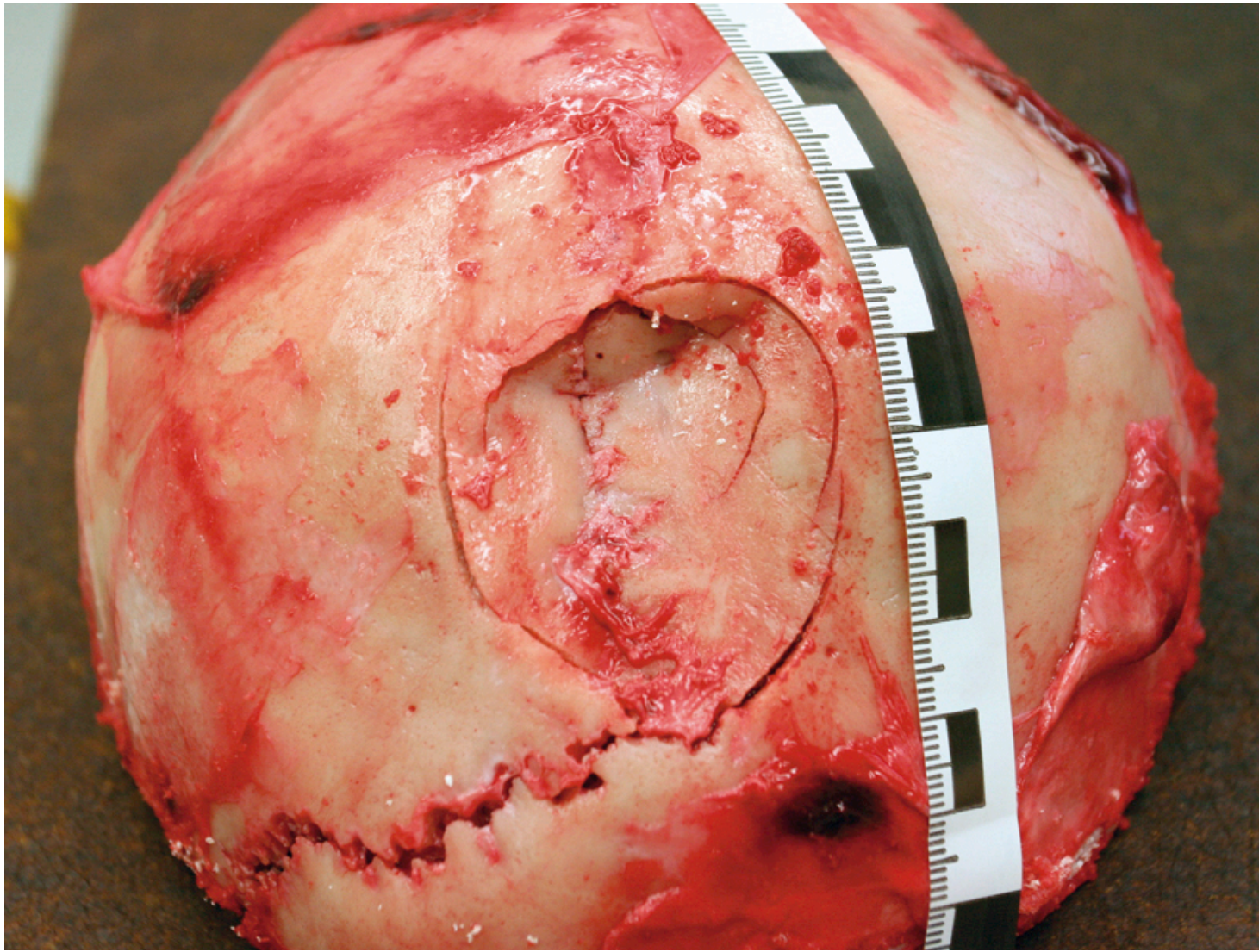
## 31.1 Verletzungen der Kopfregion

### 31.1.1 Schädel-Hirn-Trauma (SHT)

Als Schädel-Hirn-Trauma (SHT) ist jede Verletzung des knöchernen Schädels mit Beteiligung von Hirnhäuten, Hirngefäßen oder Hirnsubstanz definiert ([Abb. 31.1](#), [Abb. 31.2](#), [Abb. 31.3](#)). Neben dem Schweregrad der Verletzung (SHT 1.–3. Grades, s. u.) ist für die Beurteilung die anatomisch-pathophysiologische Einteilung von Bedeutung.

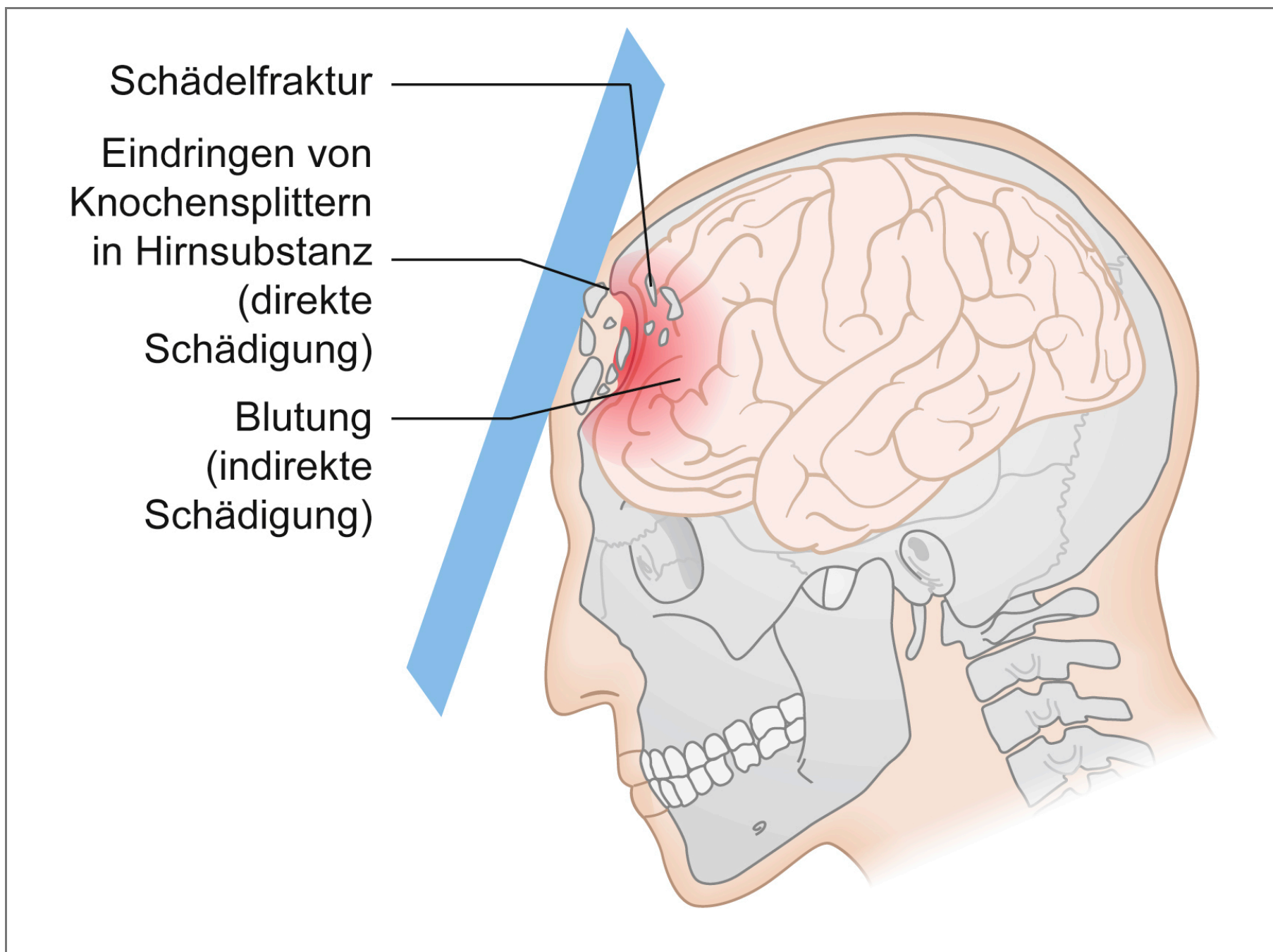
Impressionsfraktur Schädelkalotte außen [M235]





Impressionsfraktur Schädelkalotte innen [M235]





## Anatomische Unterteilung

Die Schädel-Hirn-Traumata werden in geschlossene und offene Verletzungen unterteilt. Ein **offenes Schädel-Hirn-Trauma** liegt vor, wenn die äußere Hirnhaut (Dura mater) eröffnet und das Eindringen von Krankheitserregern in das Schädelinnere mit schweren Infektionen begünstigt wird. Beim **geschlossenen Schädel-Hirn-Trauma** ist die Dura mater unverletzt.

## Pathophysiologische Unterteilung

Durch Gewalteinwirkung auf den Kopf kann es neben äußerlichen Verletzungen der Kopfhaut und des Schädelknochens zu

- primären (direkten) oder
- sekundären (indirekten) Schädigungen

von Hirnsubstanz, Hirngefäßen- und Hirnhäuten kommen ([Abb. 31.3](#)). Ausschlaggebend für diese Klassifizierung ist der Zeitpunkt der Entstehung des Schädel-Hirn-Schadens durch die Verletzung.

Bei den **primären (direkten) Hirnschädigungen** werden durch die Gewalteinwirkung Hirnstrukturen unmittelbar verletzt. Sie sind i. d. R. irreversibel und durch notfallmedizinische Maßnahmen kaum mehr zu beeinflussen.

Die **sekundären (indirekten) Hirnschädigungen** dagegen entwickeln sich als Folge der Gewalteinwirkung (z. B. Ödem, s. u.) auf den Kopf und das Gehirn. Die Krankheitsfolgen der Gewalteinwirkung entstehen durch Störung des Bewusstseins und/oder der Kreislauffunktion. Sie lassen sich durch entsprechende Therapiemaßnahmen in ihrem Schweregrad verringern oder gar vermeiden, wenn sie frühzeitig begonnen werden.

**Sekundäre Hirnschädigungen** umfassen folgende Mechanismen:

- **Raumforderungen** (Masseneffekt) durch intrakranielle Blutungen und/oder Entwicklung eines Hirnödems: Der Patient entwickelt einen erhöhten intrazerebralen Druck (Intracranial Pressure, ICP), weiterhin droht aufgrund der mechanischen Verdrängung von Hirnanteilen eine Herniation (Einklemmung), die mit signifikant erhöhter Mortalität und Morbidität einhergeht.
- **Hypoxie** durch Atemwegsverlegungen, Ventilationsstörungen, Kreislaufstörungen oder Raumforderungen (Kompression zerebraler Arterien) verursacht, führt zum Untergang von Neuronen.
- **Hypotonie** (unzureichender CBF; Ausfall der Autoregulation) bedingt eine unzureichende Sauerstoffversorgung und Versorgung mit essenziellen Substraten (z. B. Glukose).
- **Apoptose** (programmierter Zelltod). Als Folge der primären Hirnschädigungen werden immunologische Mechanismen, wie Entzündungsreaktionen, Aktivierung von Abwehrzellen und intrazelluläre Suizid-Kaskaden, eingeleitet, die zum Untergang von Neuronen führen.

Die **Störungen des Bewusstseins** beinhalten die Gefahr einer Verlegung der Atemwege oder einer Störung der Atemregulation, die beide zu einer Sauerstoffunterversorgung (Hypoxie)

führen, in deren Folge Nervenzellen im Gehirn untergehen.

Die **Störungen der Kreislauffunktion**, insbesondere durch Blutdruckabfall, führen über eine Minderversorgung des Gehirns mit Blut ebenfalls zu einer Unterversorgung mit Sauerstoff. Hypoxie und Hypotonie ziehen einen Anstieg des Volumens im Schädelinneren nach sich, mit der Folge, dass der Hirndruck ansteigt und sich ein Hirnödem entwickelt.

## Hirnödem

Das Hirnödem entwickelt sich meist als Folge einer primären Hirnschädigung auf zellulärer Ebene durch Schädigung der Zellmembranen und Einstrom von Wasser aus dem extrazellulären Raum. Des Weiteren kommt es zur Aktivierung von Entzündungsreaktionen durch das Abwehrsystem. Dies führt weiterhin zu einer erhöhten Permeabilität der neuronalen Zellmembranen und des kapillären Endothels. Durch das Ödem werden die Hirngefäße komprimiert, was wiederum zu einer Mangeldurchblutung führt. Diese Mangeldurchblutung verursacht jedoch durch Hypoxie wiederum ein Hirnödem. Das Hirnödem seinerseits verstärkt den Hirndruck und mündet im Verlauf eines Wechselspiels in einen vollständigen Verlust der Hirnfunktion. Ein **Teufelskreis** ist in Gang gesetzt, der irreversible Schäden des Gehirns bewirken kann.

## Physiologie der Hirndurchblutung

Das Gehirn ist auf eine konstante Versorgung mit den Substraten wie Sauerstoff und Glukose angewiesen, um eine regelhafte neuronale Aktivität zu gewährleisten. Dies wird über die zuführenden, paarig angeordneten Gefäße (Aa. cerebrales internaes und Aa. vertebrales) bewerkstelligt. Der zerebrale Blutfluss (**Cerebral Blood Flow; CBF**) beträgt beim Erwachsenen ca. 450–650 ml pro kg/Min. während der intrakranielle Anteil der gefüllten Blutgefäße lediglich bei 100–150 ml liegt.

Der **Grundbedarf** des Gehirns **an Sauerstoff und Glukose** ist bei gleichzeitig geringer Reservekapazität sehr hoch. So benötigt das Gehirn pro Minute ca. 50 ml Sauerstoff und ca. 78 ml Glukose. Der Energiebedarf kann bei regionaler, zerebraler Aktivierung deutlich zunehmen. Da das Gehirn nicht in der Lage ist, große Mengen an Energie zu speichern, zeigt sich dies auch

in einer heterogenen, aktivitätsabhängigen Perfusion (CBF): In der grauen Substanz finden sich Werte von 900 ml pro kg/Min., in der weißen Substanz 250 ml pro kg/Min. Die Regulation der lokalen Durchblutung geschieht auf Anforderung sehr schnell. Bei willkürlicher Bewegung einer Extremität kann innerhalb von 1 Sek. in dem zugehörigen Hirnareal (Gyrus praecentralis) ein gesteigerter Blutfluss verzeichnet werden.

Der **zerebrale Blutfluss (CBF)** als Kenngröße für die Durchblutung des Gehirns wird einerseits durch einen ausreichenden Druck (zerebraler Perfusionsdruck) und andererseits durch Autoregulationsmechanismen (**Bayliss-Effekt**; myogene Autoregulation) sichergestellt. Der Bayliss-Effekt beruht auf einer Änderung des Gefäßwiderstands durch Kaliberänderung der Gefäße (Vasodilatation und -konstriktion; **Cerebral Vessel Resistance, CVR: zerebraler Gefäßwiderstand**) und kann somit den zerebralen Blutfluss konstant halten. Betrachtet man den CBF als größten Einflussfaktor für die Funktionen des Gehirns, hat die Autoregulation die Aufgabe diesen im physiologischen Bereich konstant zu halten. Möchte man die Autoregulation des Gehirns näher verstehen, lohnt ein Blick in die Physik. Dort gilt für jedes fließende System:

$$\text{Druck} = \text{Fluss [ Volumenstrom ]} \times \text{Widerstand}$$

Überträgt man diese Gleichung auf das Gehirn, gilt:

$$\text{CPP ( Cerebral Perfusion Pressure )} = \text{CBF} \times \text{CVR} \leftrightarrow \text{CBF} = \text{CPP} / \text{CVR}$$

Diese Gleichung verdeutlicht, dass die Autoregulation den zerebralen Blutfluss durch Veränderungen des zerebralen Gefäßwiderstands als Folge einer Änderung des **zerebralen Perfusionsdrucks (CPP)** konstant halten kann. Am folgenden **Beispiel** lässt sich dies verdeutlichen:

Ein Patient liegt flach auf einer Untersuchungsliege. Steht dieser Patient nun plötzlich auf (Lageänderung vom Liegen ins Stehen), erfolgt ein Abfall des CPP. Kompensatorisch erweitern sich die Hirngefäße, also eine Reduktion des CVR, um den CBF konstant zu halten.

Oder anders ausgedrückt: Steht der Patient plötzlich auf, käme es zu einem Abfall des CPP, wenn sich die Hirngefäße nicht kompensatorisch erweitern würden (eine Reduktion des CVR), um den CBF konstant zu halten.

Diese Autoregulation ist aber nur möglich, wenn der **mittlere, arterielle Druck (MAP)** im Bereich von 50–160 mmHg liegt – beim arteriellen Hypertonus sind die Werte etwas nach oben

verschoben. Der MAP ist der gemessene Durchschnittsdruck über den gesamten Herzzyklus und beschreibt den Gefäßdruck, der Blut ins Gehirn drückt. Wenn der MAP auf null absinkt, kann natürlich der CBF durch die Autoregulation nicht aufrechterhalten werden, gleichfalls kommt die Autoregulation zum Erliegen, wenn der MAP den oberen Grenzbereich passiert und zerebrale Gefäße aufdrückt (vergleiche Bedarfshypertonus bei SHT, Cushing Reflex, s. u.), was zu Kapillarschäden, Hirnödem (s. o.) und zu einem Anstieg des intrakraniellen Blutvolumens führt.

Der **zerebrale Perfusionsdruck (Cerebral Perfusion Pressure; CPP)** ist der aktuelle MAP abzüglich des aktuellen intrakraniellen Drucks (Intracerebral Pressure; ICP):

$$\text{CPP} = \text{MAP} - \text{ICP}$$

Wenn man Normwerte (MAP = 85–95 mmHg; ICP < 15 mmHg) in die Gleichung einsetzt, erhält man einen physiologischen CPP von ca. 70–80 mmHg.

Ist der MAP niedrig oder der ICP erhöht, führen die Autoregulationsmechanismen dazu, dass proportional zu dieser Änderung eine Vasodilatation bewirkt wird, um durch ein erhöhtes intrakranielles Blutvolumen den CBF konstant zu halten und eine Ischämie zu verhindern. Ist der MAP erhöht, kommt es folglich zu einer Erhöhung des CVR durch Vasokonstriktion. Das intrakranielle Blutvolumen sinkt ab.

Im Hinblick auf einen **Schädel-Hirn-Patienten** mit Zeichen einer **Hirndrucksteigerung** machen die vorbenannten Gleichungen den präklinischen Therapieansatz deutlich: Durch Steigerung des MAP mittels Volumengabe erhöht sich der CPP und konsekutiv der CBF, da der CBF der Quotient aus CPP und CVR ist.

## Merke

### Einfluss von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) auf den zerebralen Blutfluss (CBF)

Der arterielle CO<sub>2</sub>-Partialdruck hat direkt Einfluss auf den CBF insofern, dass durch eine Hyperkapnie (verursacht durch Hypoventilation) der CBF erhöht wird, indem zerebrale

Gefäße dilatieren und der CPP abnimmt. Bei einer arteriellen Hypokapnie durch Hyperventilation verursacht, kommt es zu einer zerebralen Vasokonstriktion, die den CPP erhöht und CBF erniedrigt. Die Gefahr einer zu starken **Hyperventilation** ( $p_a\text{CO}_2 < 25 \text{ mmHg}$ ) besteht darin, dass der CBF ischämische Werte annimmt und zu Schädigung der Neurone führt.

## Klinische Unterteilung nach dem Schweregrad

Die Schwere eines Schädel-Hirn-Traumas lässt sich nicht allein vom Ausmaß der äußeren Verletzungen am Schädel ableiten. **Leitsymptom** für die Beurteilung eines Schädel-Hirn-Traumas ist daher der Grad der Bewusstseinsstörung. Sie wird mit der Glasgow Coma Scale (Tab. 33.1 und Tab. 33.2) erfasst. Orientierend kann man davon ausgehen, dass ein Patient, der auf Ansprache die Augen nicht öffnet und keine gezielte Reaktion auf Schmerzreize zeigt, eine höhergradige Bewusstseinsstörung aufweist. Es werden neben der Schädelprellung (Verletzung des Kopfes ohne jegliche Bewusstseinsstörung) **drei Schweregrade des Schädel-Hirn-Traumas** unterschieden. Die Einteilung der Schweregrade bezieht sich auf die Dauer der Bewusstlosigkeit.

### Schädel-Hirn-Trauma 1. Grades

Das wichtigste Symptom der **Gehirnerschütterung (Comotio cerebri)** ist die sofort einsetzende Bewusstlosigkeit, die allerdings nur wenige Sekunden oder Minuten anhält. Fehlt eine primäre Bewusstlosigkeit, darf die Verdachtsdiagnose Gehirnerschütterung allerdings nicht verworfen werden, da bei einer überwiegenden Zahl an Patienten, die eine Gewalteinwirkung auf den Schädel und somit auf das Gehirn erlitten haben, lediglich feinste neurologische Defizite vorliegen. Demnach kann ein Patient eine Glasgow Coma Scale zwischen 15–12 (leichtes SHT) aufweisen. Hält die primäre Bewusstlosigkeit länger als 15 Min. an, muss mit dem Vorliegen einer höhergradigen Hirnschädigung gerechnet werden. Nach dem Erwachen sind die Patienten häufig noch für einige Zeit benommen und motorisch verlangsamt.

Für den Zeitraum des gestörten Bewusstseins besteht eine **Erinnerungslücke (Amnesie)**.

Häufige Begleitsymptome sind Übelkeit, Erbrechen, Schwindel und Kopfschmerzen. Bei Patienten mit einer Gehirnerschütterung müssen Frakturen des Hirnschädels, des Gesichtsschädels sowie der Halswirbelsäule ausgeschlossen werden. Es muss eine stationäre Aufnahme zur weiteren Beobachtung erfolgen, da die Entwicklung einer intrakraniellen Blutung möglich ist.

## Amnesie

Der Erinnerungs- oder Gedächtnisverlust (Amnesie) wird orientierend am Zeitpunkt des Unfallereignisses unterschieden:

- **Retrograde Amnesie:** Die retrograde Amnesie beschreibt einen Gedächtnisverlust für den Zeitraum **vor dem Unfallereignis** und führt zu einem Verlust des rückwirkenden Erinnerungsvermögens. Die Patienten können sich nicht an den Zeitraum vor dem Unfallereignis erinnern und vermögen Erinnerungen oder Zusammenhänge aus dem Bewusstsein nicht zurückzuholen.
- **Antegrade Amnesie:** Die antegrade Amnesie beschreibt einen Gedächtnisverlust für den Zeitraum **nach dem Unfallereignis** und führt zu einem Verlust der vorwärtswirkenden Neubildung von Erinnerung, d. h., das Kurzzeitgedächtnis ist für den Zeitraum nach dem Erwachen aus der Bewusstlosigkeit gestört. Der Patient vergisst neue Ereignisse innerhalb weniger Minuten. Klassischerweise wird der Patient ständig die Frage: „Was ist denn passiert?“ wiederholen und die erhaltene Antwort darauf sofort wieder vergessen.
- **Kongrade Amnesie:** Die kongrade Amnesie beschreibt einen Gedächtnisverlust **für den Zeitpunkt des eigentlichen Ereignisses** ohne Verlust der rückwirkenden Erinnerung oder vorwärtswirkenden Erinnerung.

## Schädel-Hirn-Trauma 2. Grades

Bei einer **Gehirnprellung (Contusio cerebri)** kommt es zu einer offenen oder auch gedeckten Schädigung der Hirnsubstanz, häufig ausgelöst durch Beschleunigungs- oder Verzögerungseffekte. Auch auf der Gegenseite der Gewalteinwirkung kann das Gehirn aufgrund der Massenträgheit geschädigt werden (**Contre-coup-Verletzung**). Im Gegensatz zur Gehirnerschütterung hält die primäre Bewusstlosigkeit länger als 15 Min. an. Patienten weisen



bei einem mittelschweren SHT eine GCS zwischen 12 und 9 Punkten auf.

## Schädel-Hirn-Trauma 3. Grades

Schwere **Gehirnquetschungen (Compressio cerebri)** werden durch direkte Verletzungen oder intrakranielle Drucksteigerungen hervorgerufen. Der Patient weist eine GCS zwischen 8 und 3 Punkten auf. Die primäre Bewusstlosigkeit hält teilweise Tage oder Wochen an. Die intrakranielle Drucksteigerung wird durch Hirnödem oder/und Hirnblutungen erzeugt. Meist kommt es durch den Masseffekt zu einer Einklemmung von Hirnanteilen. Es wird dabei eine obere von einer unteren Einklemmung unterschieden. Die **obere Einklemmung** ist definiert als Verdrängung von Hirnmasse in das Tentorium cerebelli (Kleinhirnzelt), die **untere Einklemmung** als Verdrängung von Anteilen des Kleinhirns (Kleinhirntonsillen) in das Foramen magnum. Werden dabei Anteile der Medulla oblongata, in der sich das Atemzentrum befindet, komprimiert, erleidet der Patient einen Atemstillstand. Die untere Einklemmung ist somit unmittelbar lebensbedrohlich.

### **Klinische Zeichen einer Einklemmung (Mittelhirnsyndrom):**

- Anisokorie und fehlende Lichtreaktion
- Strecksynergismen
- Streckreaktionen auf Schmerzreiz
- Cushing-Phänomen
- Progrediente Bewusstlosigkeit
- Cheyne-Stokes-Atmung, zentrale neurogene Hyperventilation, ataktische Atemmuster
- Dekortikationssyndrom
- Dezerebrationssyndrom

## Merke

Der **Cushing-Reflex** beschreibt einen stark erhöhten Blutdruck (Bedarfshypertonus) bei reflektorischer Bradykardie.

# Posttraumatische intrakranielle Hämatom

## Epiduralhämatom

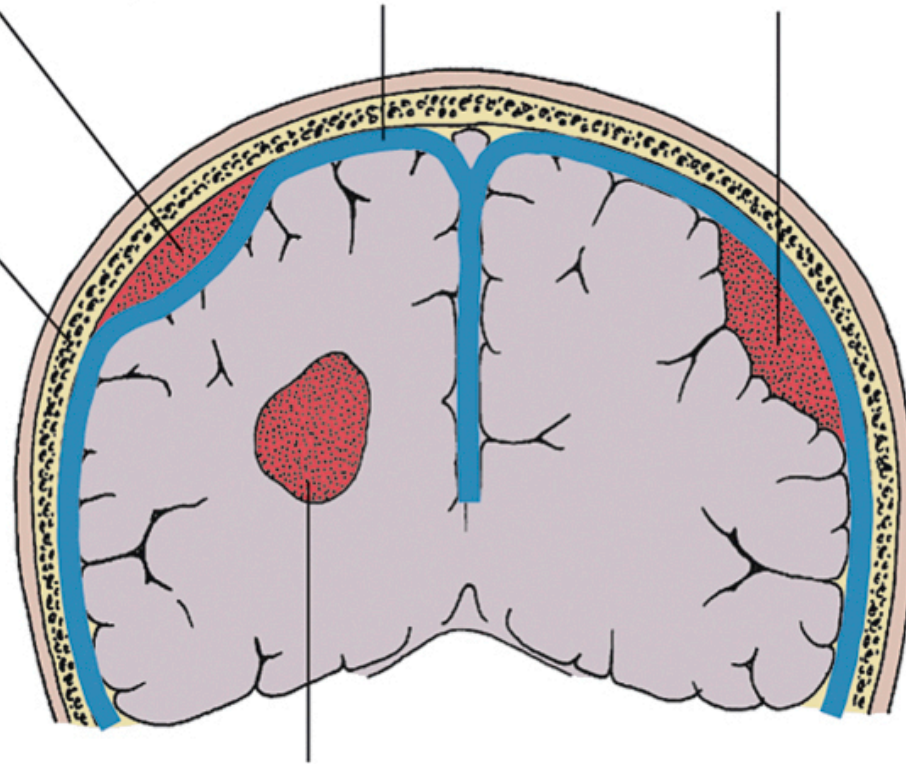
Das **Epiduralhämatom** ([Abb. 31.4](#), [Abb. 31.5](#)) (Blutung zwischen Dura mater und Schädel) entsteht in den meisten Fällen durch eine arterielle **Blutung aus der A. meningea** oder ihrer Gefäßäste, häufig in Verbindung mit einer linearen Fraktur der Schädeldecke in der Temporalregion. Nach einer kurzen anfänglichen Bewusstlosigkeit und einem darauf folgenden symptomfreien Zeitraum (**freies Intervall**) kommt es in den ersten 4–8 Std. nach dem Ereignis erneut zu einer zunehmenden Eintrübung des Bewusstseins. Dieses freie Intervall kann bei einer initialen Gehirnprellung fehlen. Das epidurale Hämatom führt i. d. R. primär nicht zu einer direkten Schädigung der Hirnsubstanz, sondern beeinträchtigt diese erst durch eine sekundär auftretende, raumfordernde Blutung. Das raumfordernde Hämatom führt innerhalb des Schädels zu einem ansteigenden Druck auf die betroffene Hirnhälfte mit Verdrängung der Hirnmasse auf die nicht betroffene Seite. Neben der Bewusstlosigkeit kommt es zur Pupillenerweiterung ([Abb. 31.6d](#)) der betroffenen Seite (ipsilaterale Mydriasis durch die Kompression des N. oculomotorius) und zur Halbseitenlähmung der Gegenseite (kontralaterale Hemiparese).

Lokalisation der traumatisch bedingten intrakraniellen Blutungen. Trotz gewisser Unterschiede sind die drei aufgeführten Blutungen allein aufgrund der Klinik nicht zuverlässig voneinander zu unterscheiden.

[L190]

Epiduralblutung      Dura mater      Subduralblutung

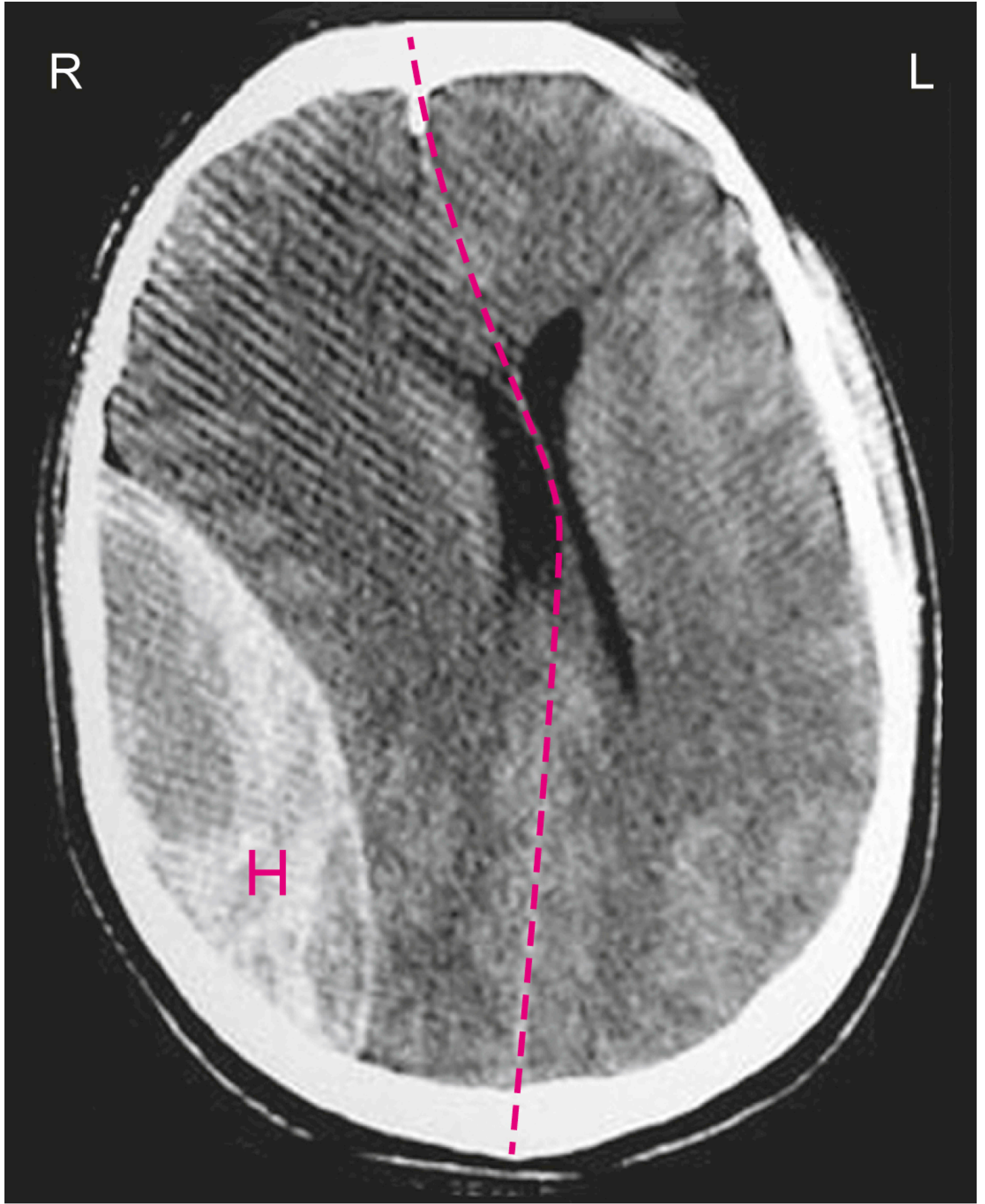
Schädel-  
kalotte



Intrazerebrale Blutung

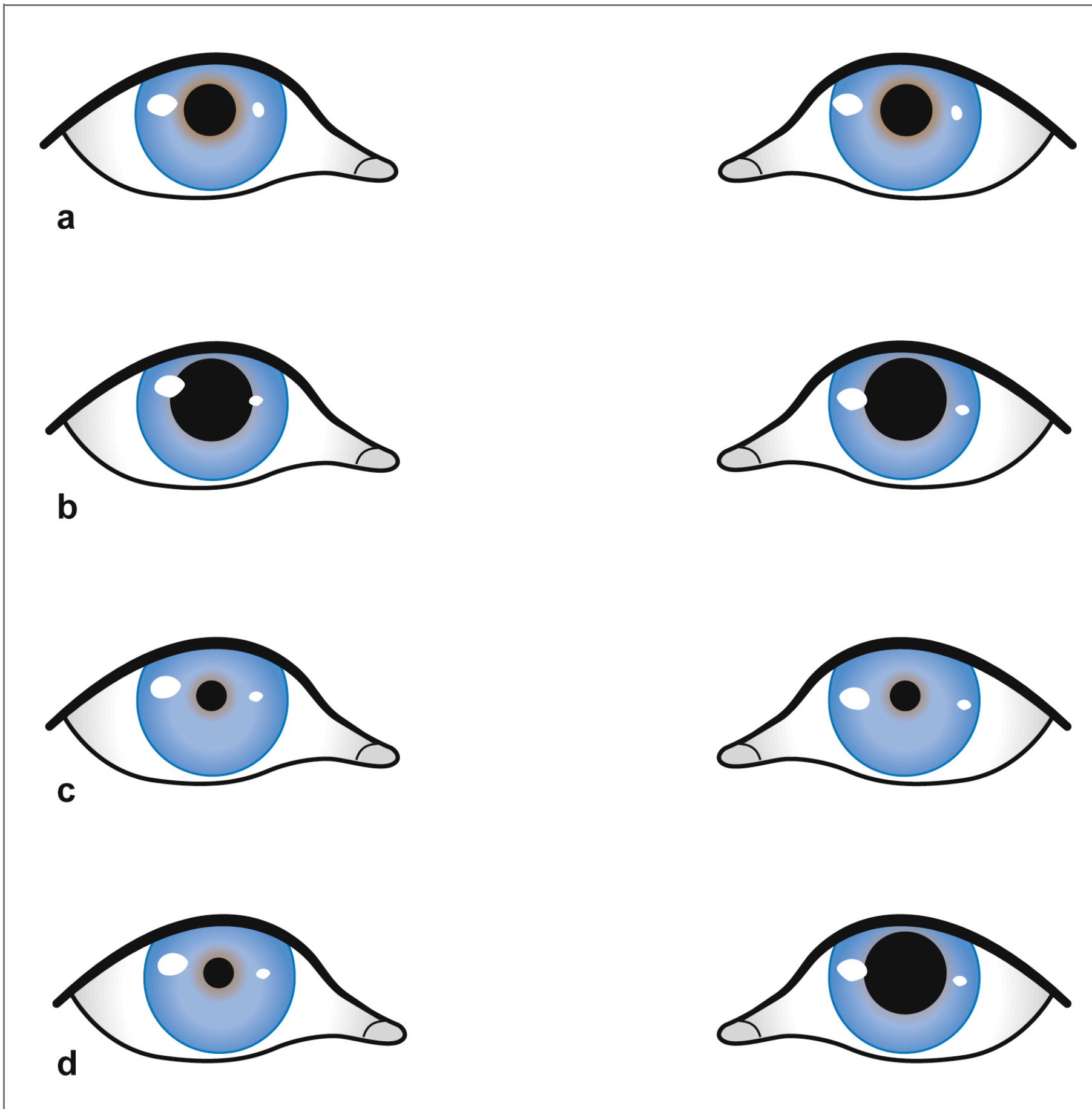
Epidurale Blutung (H) im Schädel-CT, welche die rechte Hirnhälfte über die Mittellinie hinaus nach links verdrängt.

[G069]



Pupillenstatus

**a)** Normale Pupillenweite, **b)** Beidseitige Pupillenerweiterung, **c)** Beidseitige Pupillenverengung, **d)** Pupillendifferenz



## Subduralhämatom

Das Subduralhämatom (Hämatom zwischen harter und weicher Hirnhaut, [Abb. 31.4](#) und [Abb. 31.7](#)) entsteht meist durch Verletzung venöser Gefäße (Brückenvenen oder Venen der Hirnoberfläche) vornehmlich in der Frontal- oder Temporalregion. Es kommt wesentlich häufiger

als das epidurale Hämatom vor. Die Patienten sind zumeist durch die ausgeprägte Verletzung der Hirnoberfläche sofort bewusstlos und ihr Zustand verschlechtert sich aufgrund der durch die venöse Blutung langsam entstehenden Raumforderung (**latentes Intervall**). Ein freies Intervall wie beim epiduralen Hämatom wird fast nie beobachtet.

**a)** Schmales akutes subdurales Hämatom rechts frontotemporal mit Mittellinienverlagerung,

**b)** A: Schmales Subduralhämatom rechts frontotemporal, B: Kompression des rechten Seitenventrikelvorderhorns

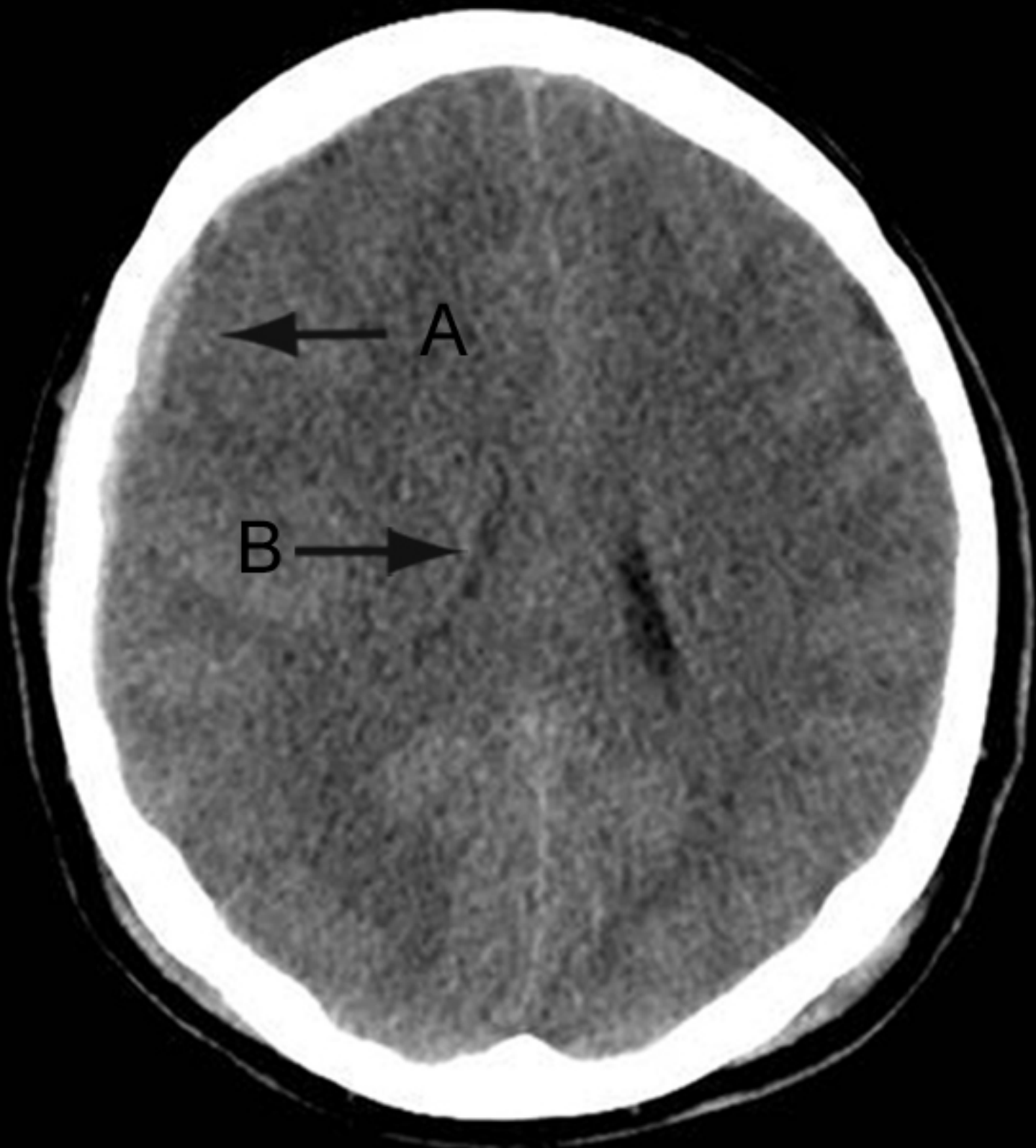
[T381]



**a**

**R**

**L**



**b**

Neben der Bewusstlosigkeit kommt es auch hier zur **Pupillenerweiterung der betroffenen Seite (ipsilaterale Mydriasis)** und zur Halbseitenlähmung der Gegenseite (kontralaterale Hemiparese), allerdings i. d. R. bereits in den ersten 3 Stunden nach dem Unfallereignis.

Eine Sonderform stellt das **subakute subdurale Hämatom** dar. Es entsteht vornehmlich durch ein Bagateltrauma bei älteren Menschen oder alkoholkranken Patienten infolge eines

Einrisses kleiner venöser Blutgefäße der Hirnrinde, die langsam in das Schädelinnere einbluten. Liegt keine initiale Gehirnprellung mit Bewusstlosigkeit vor, kann es auch wesentlich länger als 1–2 Tage (Tage bis Wochen) dauern, bis sich Bewusstseinsstörungen zeigen. Oft ist dann der Zusammenhang mit einem Trauma nur noch schwer herstellbar.

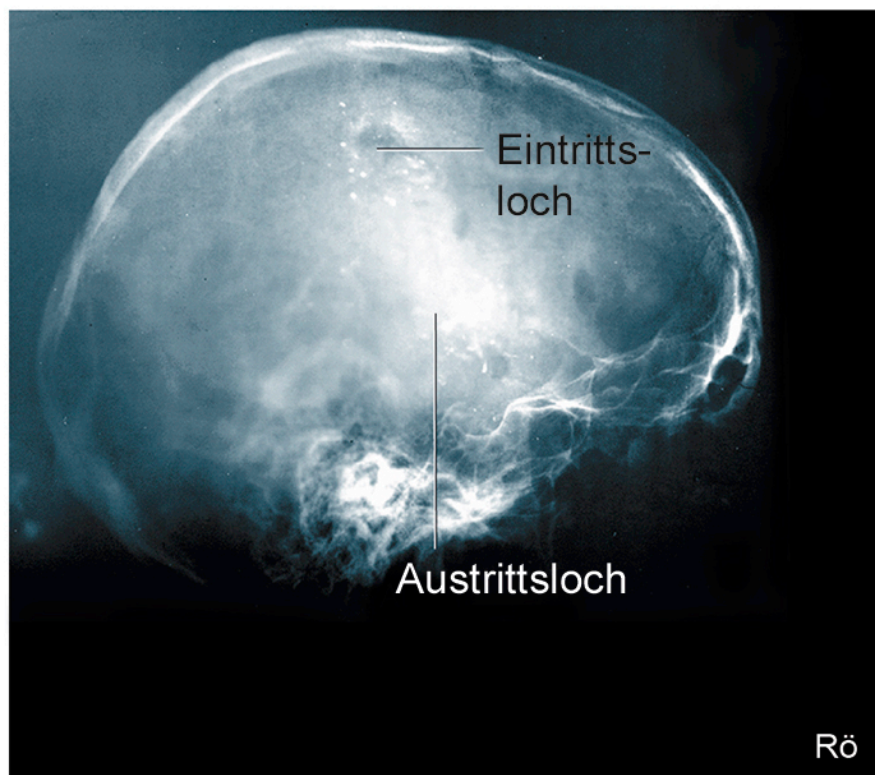
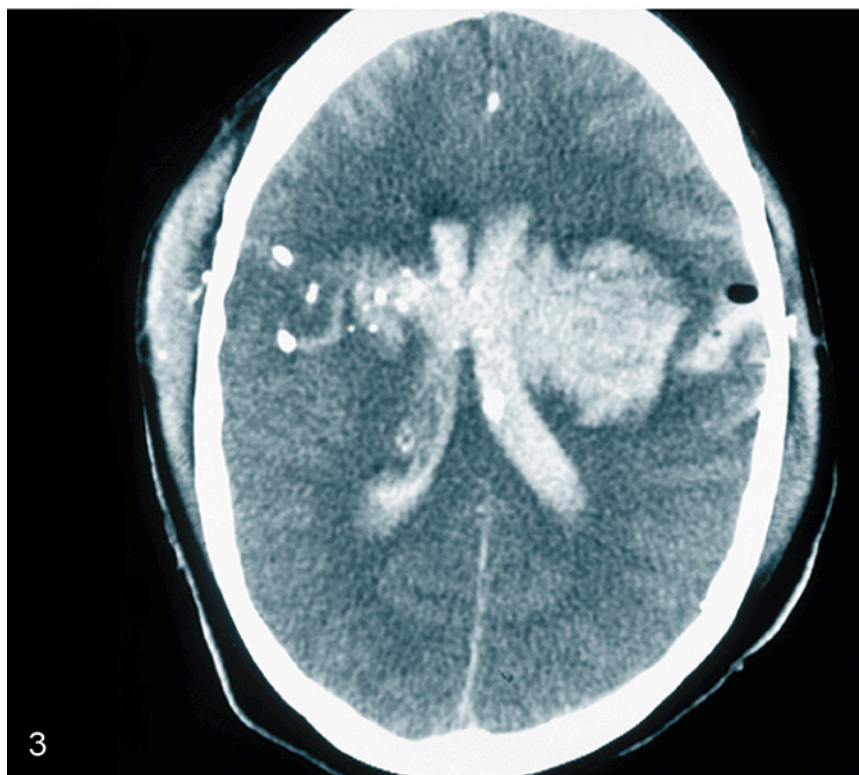
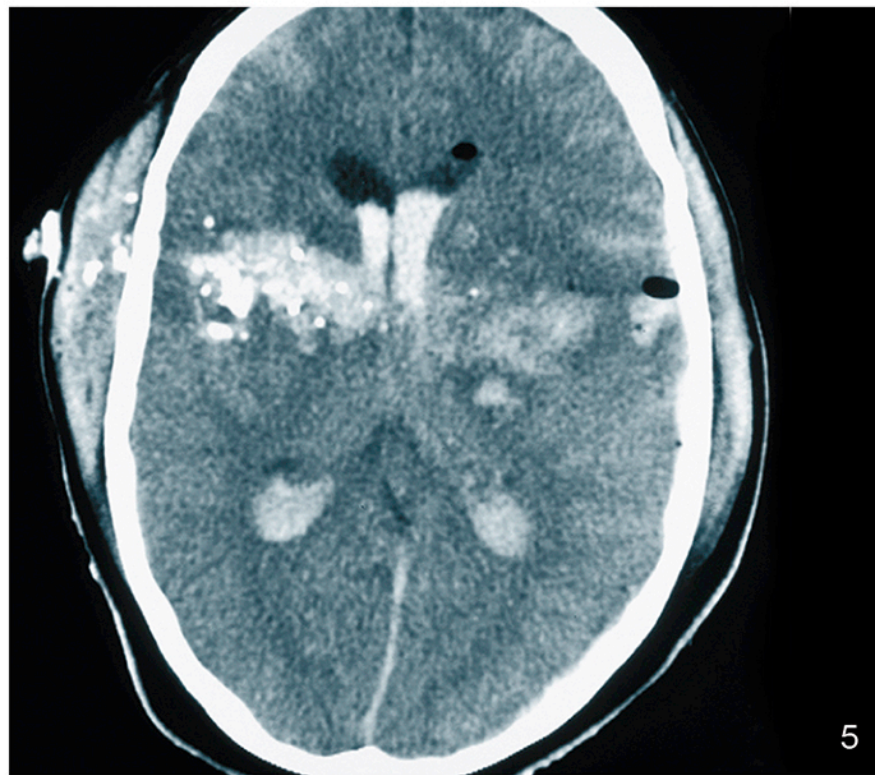
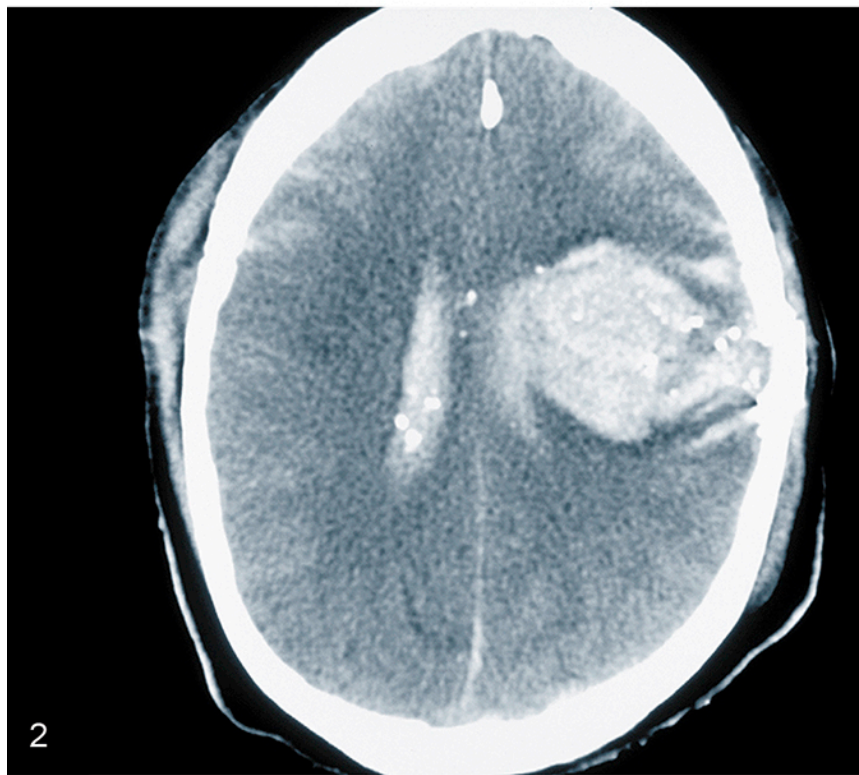
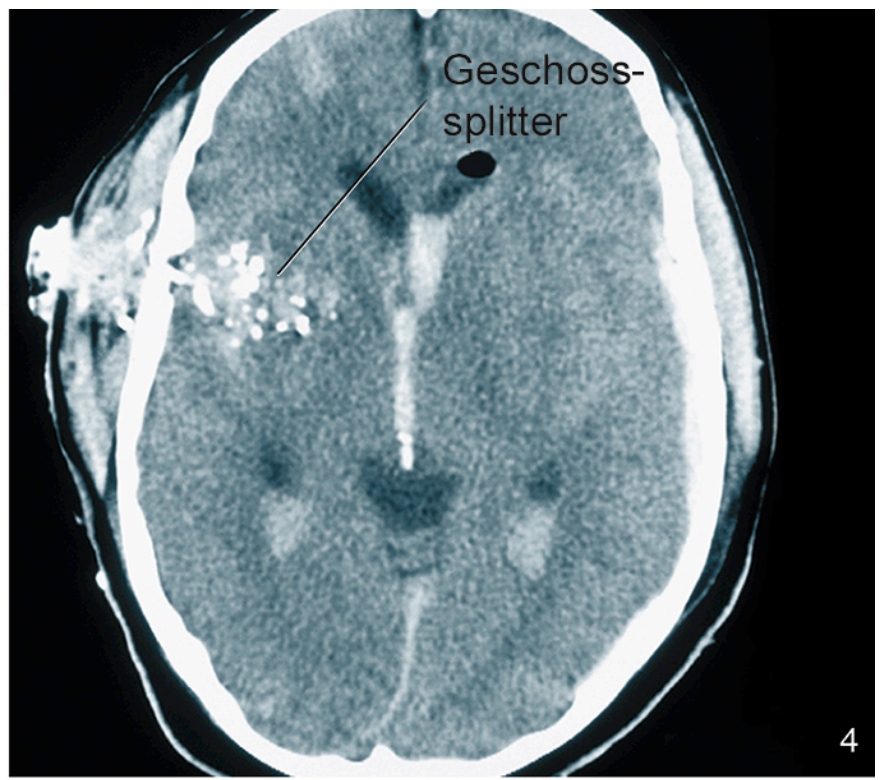
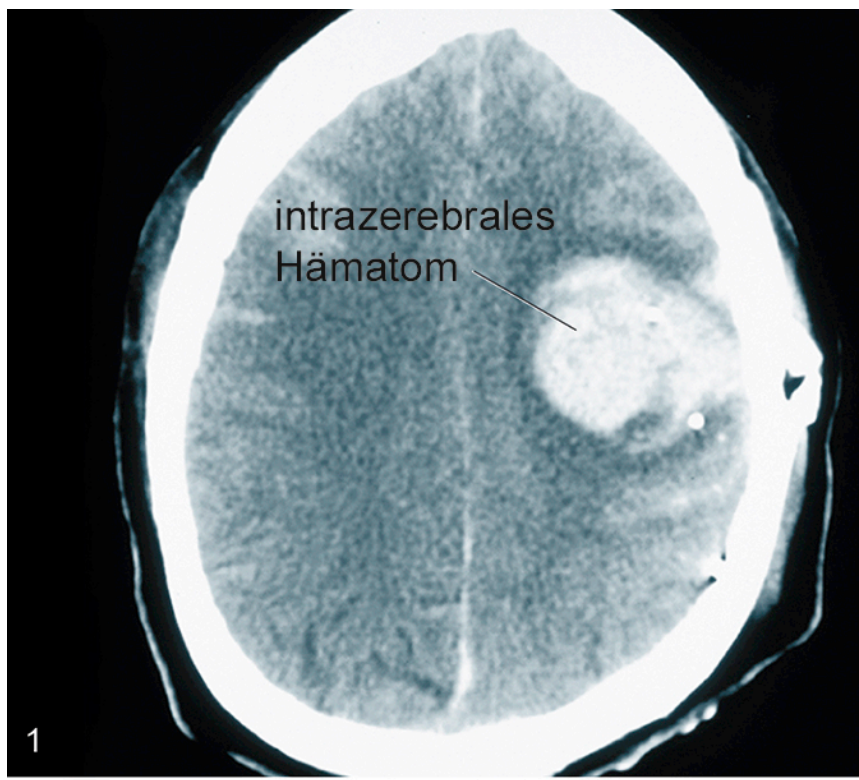
## Intrazerebrale Blutung

Intrazerebrale Hämatome ([Abb. 31.4](#)) entstehen als Kontusionsblutungen durch massive, lokal einwirkende Gewalteinwirkung auf das Gehirn, die zu Gewebeerstörung und Verletzungen von Blutgefäßen in der betroffenen Hirnregion führen ([Abb. 31.8](#)). In das geschädigte Hirngewebe tritt Blut aus, wodurch die Verletzung an Umfang zunimmt und sich sehr früh Symptome eines ansteigenden Hirndrucks zeigen. Die weiteren Symptome sowie die Ausprägung und Geschwindigkeit des Auftretens der Symptome sind abhängig vom Ort der Blutung. Kommt die Blutung nicht spontan zum Stillstand, besteht die Gefahr der Einblutung in das Ventrikelsystem, was eine tödlich endende Komplikation darstellen kann.

Schussverletzung des Schädels mit Kleinkaliberpistole. Der Geschossweg im Schädel ist in den unterschiedlichen CT-Schichten gut erkennbar. Im konventionellen Röntgenbild (rechts unten) sind das Ein- und das Ausschussloch gut erkennbar.

[T128]

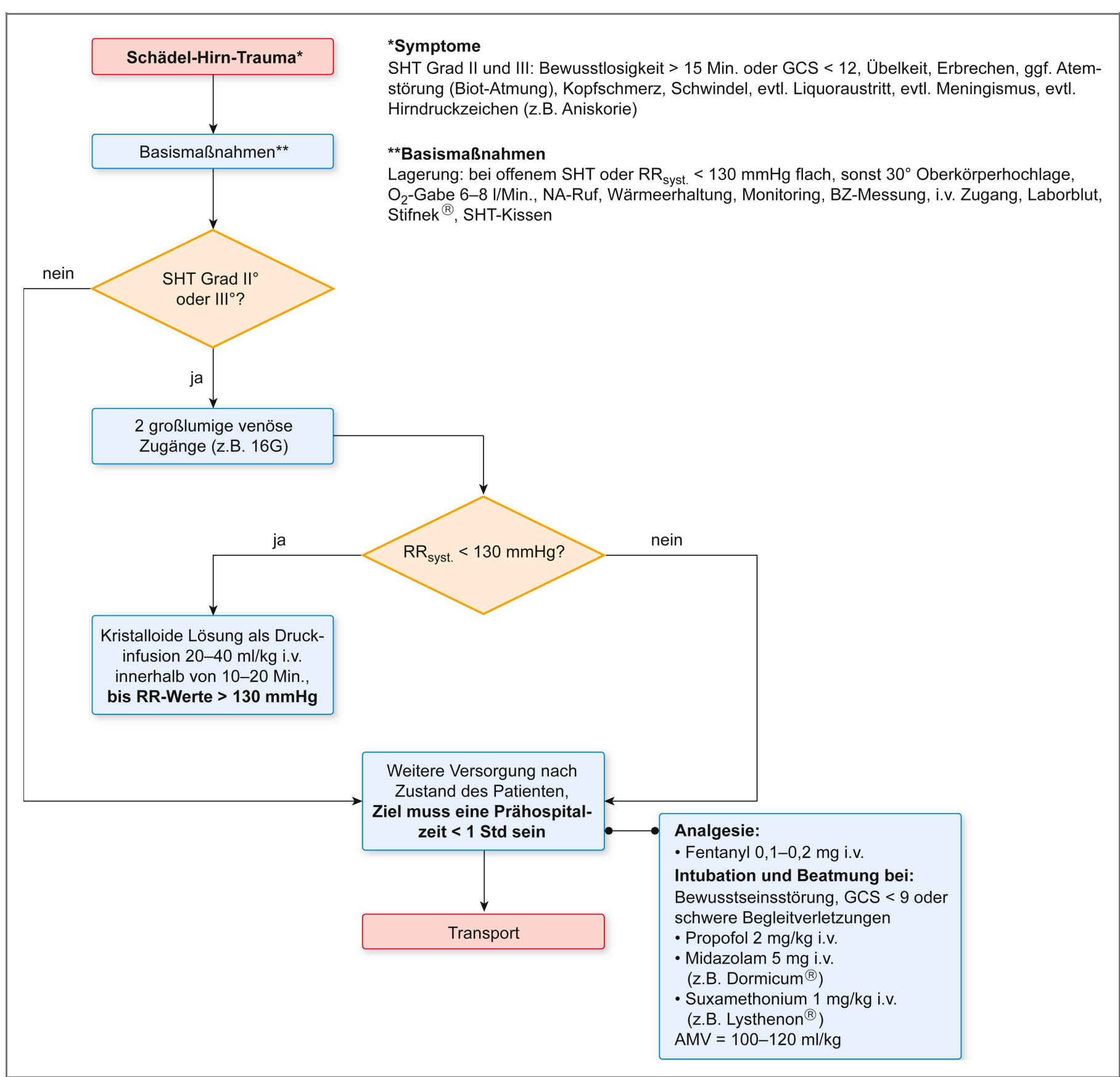




Therapie

Die **Basismaßnahmen** (Abb. 31.9) dienen der Sicherung der Vitalfunktionen Atmung und Kreislauf. Sie haben oberste Priorität in der Behandlung des Schädel-Hirn-Traumas, um sekundäre Hirnschädigungen durch Hypoxie und Hypotonie zu vermeiden.

Algorithmus Schädel-Hirn-Trauma [R134–3]



Merke

**Hypotonie** und **Hypoxie** führen zu einer wesentlichen Verschlechterung der Prognose

bei Schädel-Hirn-Verletzungen.

Eine frühzeitige Sauerstoffgabe über O<sub>2</sub>-Maske mit Reservoir (O<sub>2</sub>-Flow 15 l/Min.) zielt auf die Vermeidung einer sekundären Schädigung durch die Hypoxie. Das Ziel der Kreislaufbehandlung ist es, einen ausreichenden Perfusionsdruck im Gehirn zu erhalten, um eine ausreichende Durchblutung im Schädelinneren zur Vermeidung eines Hirnödems zu gewährleisten.

Nicht bewusstlose Patienten mit geschlossenen Kopfverletzungen werden in 15°-Oberkörperhochlagerung gelagert. Das Ziel der Oberkörperhochlagerung (Drehpunkt: Hüfte) ist es, einer intrakraniellen Drucksteigerung bei Hirnödem oder einem Hämatom vorzubeugen. Patienten mit einem offenen Schädel-Hirn-Trauma werden flach gelagert, um die Gefahr einer Luftembolie durch eröffnete Blutgefäße zu minimieren. Bei einem Schock muss das Sicherstellen der zerebralen Durchblutung gewährleistet sein. Daher ist auch in diesem Fall eine Flachlagerung anzuwenden. Bei bewusstlosen Patienten wird frühzeitig eine endotracheale Intubation angestrebt.

Eine grundsätzliche HWS-Immobilisation zur Ruhigstellung eventueller Begleitverletzungen der Halswirbelsäule und zur Vermeidung von unnötigen Bewegungen des Kopfes kann pauschal nicht empfohlen werden. Gerade bei der Anlage einer starren HWS-Orthese kann es signifikant zur Erhöhung des intrazerebralen Drucks (ICP, s. o.) kommen. Die Anlage einer HWS-Orthese bei gleichzeitiger Immobilisation auf einem Spineboard bringt keinen weiteren Vorteil (NEXUS-Kriterien, [Kap. 31.5](#)).

Ein engmaschiges Monitoring (Blutdruck, Puls, EKG und Pulsoxymetrie) ist zu gewährleisten, wobei an dieser Stelle der Bestimmung des Blutzuckers eine besondere Bedeutung zukommt, um eine Unterzuckerung auszuschließen.

## Achtung

Die primäre Schocksymptomatik ist selten durch das Schädel-Hirn-Trauma, fast immer jedoch durch einen größeren **extrakraniellen Blutverlust** verursacht.

Die **erweiterten Maßnahmen** umfassen die Anlage mehrerer venöser Zugänge zur Medikamentengabe und Flüssigkeitszufuhr. Das Sichern der zerebralen Sauerstoffzufuhr bei Bewusstlosigkeit erfolgt durch frühzeitige Intubation und Beatmung, um einen Sauerstoffmangel und eine erhöhte Kohlendioxidkonzentration (Hyperkapnie) im Blut zu vermeiden. Patienten mit Begleitverletzungen, die zu einer Verschlechterung des Zustands des Patienten führen können (z. B. Gesichtsschädelverletzungen) oder über eine anhaltende Bewusstseinsstörung (GCS < 8) verfügen, sind ebenfalls frühzeitig zu intubieren und zu beatmen. Bei der Intubation ist ein Pressen und Würgen des Patienten durch adäquate Narkoseeinleitung (Kap. 22.4) zu verhindern, da dies zu einer weiteren intrakraniellen Druckerhöhung führen würde. Die Gabe von Succinylcholin (Pantolax<sup>®</sup>) zur Intubation wird kontrovers diskutiert. Einerseits schützt es vor Husten und Pressen durch kurzwirksame Relaxierung, andererseits kann es selbst zu einer intrakraniellen Druckerhöhung führen. Insgesamt muss eine ausreichend tiefe Narkose eingeleitet werden, um Pressen und Husten zu vermeiden – Succinylcholin kann hier ausdrücklich hilfreich sein und kann Anwendung finden, alternativ bietet sich Rocuronium bei längerer Wirkdauer und höheren Kosten an.

Der Einsatz von **Ketamin** (Ketanest<sup>®</sup>) im hämorrhagischen Schock und isoliertem SHT kann insgesamt empfohlen werden. Studien zeigen einen neuroprotektiven Effekt durch Ketamin bei gleichzeitiger Senkung des ICP (s. DGAI-Handlungsempfehlung „Prähospitale Notfallnarkose beim Erwachsenen“, 2015).

Die früher pauschal geforderte **Hyperventilation** muss heute differenzierter betrachtet werden. Durch die Hyperventilation wird zwar der ICP gesenkt, allerdings noch viel stärker der CBF, was zur Sauerstoffunterversorgung führt. Deswegen sollte eine Hyperventilation nur bei Patienten Anwendung finden, die akute Einklemmungszeichen und ein Mittelhirnsyndrom aufweisen. Die maschinelle Hyperventilation ist stets kapnografisch (etCO<sub>2</sub> 30 mmHg) zu überwachen. Steht keine Kapnografie zur Verfügung, können Richtwerte von 20 Atemzügen pro Min. zur Einstellung einer milden Hyperventilation als Hilfe dienen.

Schlagwort

# Schädel-Hirn-Trauma (SHT)

## Ursachen

- Verletzung des knöchernen Schädels mit Beteiligung von Hirnhäuten, Hirngefäßen oder Hirnsubstanz durch Gewalteinwirkung von außen

## Symptome

- **Bewusstseinslage**

- Erinnerungslücken
- Bewusstseinsstörung (GCS < 15) bis zur Bewusstlosigkeit

- **Hirndruckzeichen**

- Übelkeit und Erbrechen
- Kopfschmerzen
- Schwindel und Gleichgewichtsstörungen
- Krampfanfälle
- Anisokorie (unterschiedlich große Pupillen)
- Hemiparese, -plegie

- **Begleitverletzungen**

- Sichtbare Verletzungen des Schädels
- Blutung aus Ohr, Nase, Mund

## Maßnahmen

### **Monitoring**

- AF, SpO<sub>2</sub>, Rekapillarierungszeit, Puls (peripher/zentral), RR, BZ, GCS, EKG, Temperatur

## **Basismaßnahmen und Lagerung**

- Freimachen und Freihalten der Atemwege
- O<sub>2</sub>-Gabe über Maske mit Reservoir 15 l/Min.
- Flachlagerung bei offenem SHT wegen Gefahr der Luftembolie durch eröffnete Gefäße
- Bewusstseinsklarer Patient: Lagerung in leichter Oberkörperhochlage (15° Drehpunkt Hüfte) zum Aspirationsschutz und Vermeidung eines weiteren intrakraniellen Druckanstiegs
- Bewusstloser Patient: Flachlagerung, zügige endotracheale Intubation anstreben.
- Vermeiden von Beugung, Überstreckung oder starker Seitwärtsdrehung des Kopfes durch HWS-Immobilisation
- Bei Hypotonie (RR<sub>syst.</sub> < 130) Flachlagerung auf den Rücken
- Wärmeerhalt

## **Erweiterte Maßnahmen**

- i. v. Zugänge nach Venenstatus und ggf. Laborblutentnahme
- Frühzeitige Intubation und Beatmung bei GCS < 9

## **Medikamente und Dosierungsempfehlungen**

- Analgosedierung: 0,1 mg Fentanyl<sup>®</sup> i. v., 2–5 mg Dormicum<sup>®</sup>
- Mannitol (Osmodiuretika) kann benutzt werden bei Einklemmungszeichen.
- Keine Diuretika oder Kalziumantagonisten

## **Intubation und Beatmung**

- Fentanyl<sup>®</sup> und Dormicum<sup>®</sup> nach Narkoseeinleitung mit 3–5 mg/kg KG Trapanal<sup>®</sup> i. v.
- Ketamin (Neuroprotektion) und Succinylcholin können empfohlen werden

- Bei Volumenmangelschock: Propofol
- Beatmung mit Kapnografie: VCV/PCV, (Kap. 19.2.1) etCO<sub>2</sub> 35–45 mmHg, bei Einklemmungszeichen: milde Hyperventilation: etCO<sub>2</sub> 25–30 mmHg oder 20 Atemzüge/Min.
- Keine prophylaktische Hyperventilation
- Infusionstherapie: balancierte Vollelektrolytlösung i. v. bis RR<sub>sys</sub> wieder > 90 mmHg (auch bei Multisystemtrauma), HES-haltige Lösungen sind kontraindiziert

### 31.1.2 Weichteilverletzungen von Gesicht und Schädel

Wunden im Bereich von Gesicht und Schädel (z. B. Kopfplatzwunden, Schnittverletzungen durch Glassplitter) imponieren durch die meist kräftige Blutung, sind jedoch i. d. R. harmlos. Es ist jedoch wichtig abzuklären, ob die Verletzung am äußeren Schädel auf eine **Beteiligung des Schädelinnern** hindeutet. Übelkeit, Erbrechen, Schwindel und Bewusstseinsstörungen sind hier wegweisend.

Das Rettungsfachpersonal muss weiterhin untersuchen, ob Blutungen im Bereich von Auge, Nase oder Ohr durch äußere Verletzung hervorgerufen werden (Nasenbeinfraktur, Weichteilverletzung des Ohrs), oder ob sie Ausdruck einer Verletzung im Schädelinnern sind (z. B. Schädelbasisfraktur).

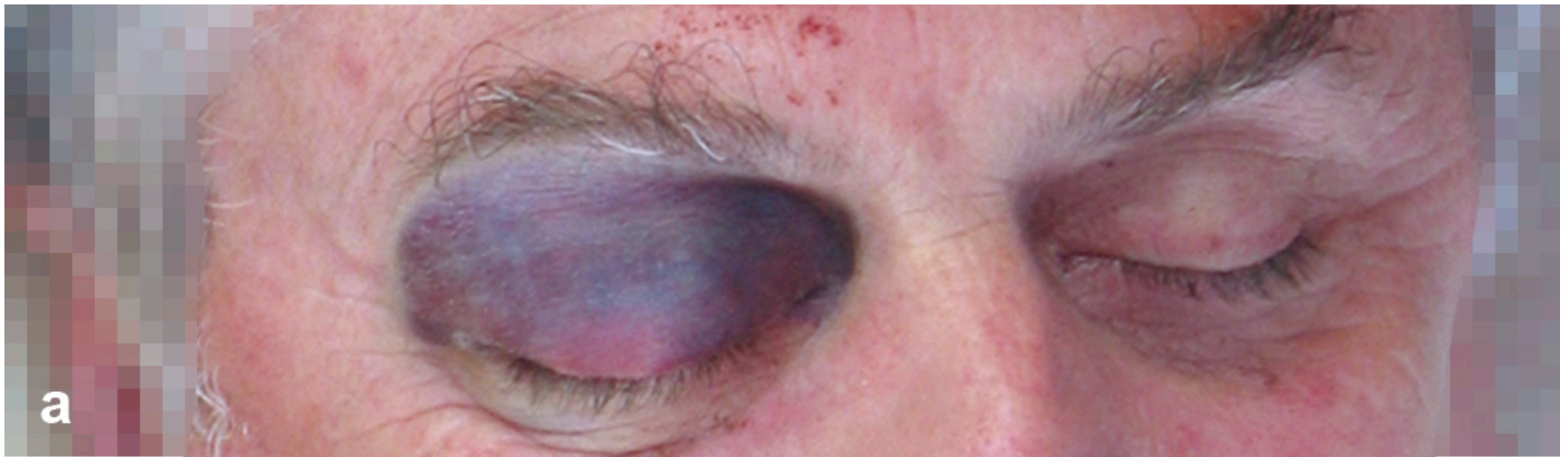
Auf Verletzungen der Schädelbasis deuten insbesondere Blutungen aus einem Ohr oder Liquor(Blut-)austritt aus der Nase hin. Da Liquor leichter als Blut ist, schwimmt er als Beimengung der Blutung auf und ist von anderen klaren Flüssigkeiten der Nase (z. B. muzine Sekrete) zu unterscheiden, indem die Ecke einer Kompresse in das austretende Blut gehalten wird. Der aufschwimmende Liquor ist an dem gelben Rand oberhalb des Blutes zu erkennen (**Kompressentest**). Die Sensitivität und Spezifität dieses Testes sind aber fraglich und sollten nicht zu dem Schluss führen, dass ein vermeintlich negatives Testergebnis, ausschlaggebend für das Unterlassen bestimmter Maßnahmen ist. Die Klinik des Patienten ist entscheidend.

Blutergüsse im Bereich der oberen und unteren Augenlider („blaues Auge“) können auf Einblutungen in die Augenhöhle im Rahmen einer Schädelbasisfraktur oder einer Orbitabodenfraktur („Blow-out“-Fraktur, Abb. 37.6) hinweisen. Diese Blutergüsse, die ein Auge

oder beide Augen monokel- oder brillenförmig umgeben, zeigen sich als bläulich-schwarze Augenringe (Abb. 31.10 a und b). Die Untersuchung des Patienten umfasst zusätzlich den Augapfel (etwa bei Verletzungen durch Glassplitter) und die Mundregion (kann der Patient den Mund problemlos öffnen und schließen?).

## Schädelbasisfraktur

**a)** Monokelhämatom, **b)** Brillenhämatom [M235]



Eine besondere Form der Weichteilverletzungen am Schädel ist die Skalpierungsverletzung. Hierbei wird die feste Bindegewebsplatte, auf der die Kopfhaut aufliegt, mitsamt der Kopfhaut vom knöchernen Schädel abgeschert.

## Therapie

Die **Basismaßnahmen** umfassen die sterile Abdeckung und evtl. Kompression der Wunde zur Blutstillung mit der Hand. Bei Kreislaufschwäche ist eine Flachlagerung zu wählen. Anschließend wird die Wundregion verbunden.

**Erweiterte Maßnahmen** umfassen bei Kreislaufinsuffizienz die Anlage eines venösen Zugangs mit nachfolgender Volumentherapie und Analgesie.



### 31.1.3 Frakturen des Gesichtsschädels

Frakturen der Gesichtsschädelknochen (Nasenbein, Unter- und Oberkiefer, Jochbein) treten im Rahmen von Schädel-Hirn-Traumen oder auch isoliert auf. Sie können durch Verlegung der Atemwege (z. B. Schwellungen der Zunge oder beidseitige Unterkieferfraktur) und/oder Aspiration von Blut, Zähnen, Prothesenteilen, Knochenfragmenten zu lebensbedrohlichen Zuständen führen.

#### Therapie

Die **Basismaßnahmen** des Rettungsdienstes zielen auf die Freihaltung der Atmung durch Entfernen von Blut, Prothesenteilen oder Knochenfragmenten aus Mund und Rachen. Anschließend steht die Sicherung der Atemwege im Vordergrund. Dies geschieht bei bewussteinstillen Patienten durch Lagerung in sitzender Position mit vorgebeugtem Kopf und bei bewusstlosen Patienten in stabiler Seitenlagerung. Die Sauerstoffgabe über O<sub>2</sub>-Sonde gestaltet sich bei Patienten mit verletztem Gesichtsschädel oftmals schwierig. Lockeres Vorhalten der Sauerstoffmaske mit Reservoir mit hohem Sauerstoff-Flow kann die Sauerstoffversorgung des Patienten jedoch verbessern. Die Versorgung von äußeren Wunden geschieht mit sterilem Verband, soweit notwendig.

#### Achtung

Die **Sicherung der Atemwege** hat absoluten Vorrang.

Die **erweiterten Maßnahmen** umfassen nach Anlage eines venösen Zugangs in erster Linie die medikamentöse Therapie (Analgesie). Starke Blutungen der Zunge können durch einen **adrenalingetränkten Tupfer** (Suprarenin<sup>®</sup> 1:10 000) im Sinne eines Off-Label-Use gemildert oder beendet werden. Da Adrenalin dabei in den Kreislauf aufgenommen wird, treten unerwünschte Nebenwirkungen (Tachykardie, ventrikuläre Extrasystolen, Hypertonie) auf. Der Einsatz eines Adrenalintupfers sollte nur durch den Notarzt erfolgen.

Aufgrund der starken Schwellung bei Mittelgesichtsfrakturen im Bereich von Mund, Nase und Rachen ist in einigen Fällen die frühzeitige Intubation und Beatmung erforderlich. Ist eine Intubation infolge massiver Weichteilschwellung nicht mehr möglich, bleibt als letzte Möglichkeit zur Freihaltung der Atemwege die Koniotomie (Kap. 18.6).

## Schlagwort

# Verletzungen des Gesichtsschädels

## Ursachen

- Verletzung des knöchernen Gesichtsschädels durch Gewalteinwirkung von außen

## Symptome

- Kopfschmerzen
- Sehstörungen
- Unvollständige Okklusion (Schlussbissstellung der Zähne)
- Übelkeit und Erbrechen
- Sichtbare Verletzungen des Schädels
- Blutung aus Mund, Nase oder Ohr (Schädelbasisfraktur)

## Maßnahmen

### **Monitoring**

- AF, SpO<sub>2</sub>, Rekapillarierungszeit, Puls (peripher/zentral), RR, BZ, GCS, EKG, Temperatur

### **Basismaßnahmen und Lagerung**

- Freimachen und Freihalten der Atemwege
- O<sub>2</sub>-Gabe über Maske mit Reservoir 15 l/Min.
- Bewusstseinsklarer Patient: Lagerung in sitzender Position mit vorgebeugtem Kopf
- Bewusstloser Patient: Flachlagerung mit frühzeitiger Intubation
- Sterile Abdeckung und evtl. Kompression einer Wunde zur Blutstillung
- Kühlung von Schwellungen
- Vermeiden von Beugung, Überstreckung oder starker Seitwärtsdrehung des Kopfes durch HWS-Immobilisation

### **Erweiterte Maßnahmen**

- i. v. Zugang und ggf. Laborblutentnahme

## Medikamente und Dosierungsempfehlungen

- Analgesie: 0,1 mg Fentanyl<sup>®</sup> i. v.

### **Intubation und Beatmung**

- Gegebenenfalls Narkoseeinleitung mit 3–5 mg/kg KG Trapanal<sup>®</sup>, Fentanyl<sup>®</sup> und Dormicum<sup>®</sup> (bei Volumenmangelschock Propofol<sup>®</sup>), Mundöffnung prüfen!
- Volumentherapie: 500 ml balancierte Vollelektrolytlösung
- Beatmung: VCV/PCV (Kap. 19.2.1)

## 31.2 Verletzungen des Halses

Verletzungen der Halswirbelsäule werden in [Kap. 31.5](#) besprochen.

### 31.2.1 Verletzungen der Halsweichteile

Verletzungen der Halsweichteile sind häufig als Folgen eines Selbstmordversuchs (Suizid) oder einer strafbaren Handlung (z. B. Mordversuch) und seltener als Folgen eines Unfalls anzutreffen ([Abb. 31.11](#)). Eine vollständige Durchtrennung der A. carotis (Hauptschlagader der Hals- und

Kopffregion) führt i. d. R. durch massiven Blutverlust innerhalb kurzer Zeit zum Tode. **Arterielle Verletzungen** sind als spritzende Blutungen hellroten Blutes zu erkennen. Ist die Arterie nur angerissen, kann sich u. U. ein pulsierender Bluterguss entwickeln. In diesem Falle nimmt der Halsumfang stetig zu und es kommt durch Kompression der Luftwege zur (Teil-)Verlegung. Da die A. carotis mit ihrem Ast A. carotis interna wesentlich zur Blutversorgung des Gehirns beiträgt, kann ihre Verletzung zu einer Unterversorgung bestimmter Hirnbezirke mit Ausfall von Hirnfunktionen (Hemiparese, Aphasie) führen.

Schnittverletzung am Hals [M235]



Ein **stumpfes Halstrauma** (z. B. durch einen Faustschlag in die Halsweichteile) kann einen Schaden im Bereich der Gefäßwand der Arterie hervorrufen. An der geschädigten Wand lagern sich Thrombozyten an, es kommt zur endogenen Aktivierung und Pfropfbildung mit Auswirkungen auf die Blutversorgung des Gehirns und einem entsprechenden Ausfall von Hirnfunktionen. In den großen herznahen Venen, zu denen auch die V. jugularis als Hauptvene der Hals- und Kopffregion gehört, herrscht durch die Pumpfunktion des Herzens ein Unterdruck. Klafft eine verletzte Jugularvene weit auseinander, so kann es neben umfangreichen Blutungen (typischerweise sickernde Blutungen dunkleren Blutes) durch den Unterdruck im venösen Gefäßsystem zu einem Ansaugen von Umgebungsluft kommen. In das Gefäßsystem

eingedrungene Luft wird mit dem Blutstrom über das rechte Herz in den kleinen Kreislauf weitertransportiert und verlegt dort die kleineren Lungenkapillaren. Dieser Zustand wird als Luftembolie bezeichnet und ist funktionell der Lungenembolie gleichzusetzen (Kap. 27.3.4). Je nach Menge der eingedrungenen Luft ist die Luftembolie tödlich.

## Symptome

Verletzungen der im Halsbereich verlaufenden Nervenbahnen können ebenfalls schwerwiegende Folgen haben. Ein **Abriss des N. vagus** (10. Hirnnerv) führt zumeist reflektorisch zu einer Tachykardie, da die dämpfenden Einflüsse auf den Sinusknoten fehlen. Eine **Verletzung des N. phrenicus** führt zu einer Zwerchfelllähmung auf der entsprechenden Seite. Als Folge resultiert ein einseitiger Zwerchfellhochstand, was zu einer Ateminsuffizienz führen kann. Wurde durch eine Gewalteinwirkung der N. phrenicus beidseitig durchtrennt, kommt es zu einer Zwerchfelllähmung. Der Patient weist dann eine Apnoe auf. Im Alter gewinnt die Zwerchfellatmung durch die zunehmende Rigidität des Brustkorbs immer mehr an Bedeutung. Ein einseitiger Ausfall der Zwerchfellatmung wiegt somit schwer. Die gestiegene Atemarbeit kann dann kaum noch kompensiert werden und führt schnell zur Erschöpfung.

**Verletzungen des Plexus brachialis**, in dem die den Arm versorgenden Nerven zusammengefasst sind, führen zu motorischen und sensiblen Ausfällen im Bereich des betroffenen Armes.

## Therapie

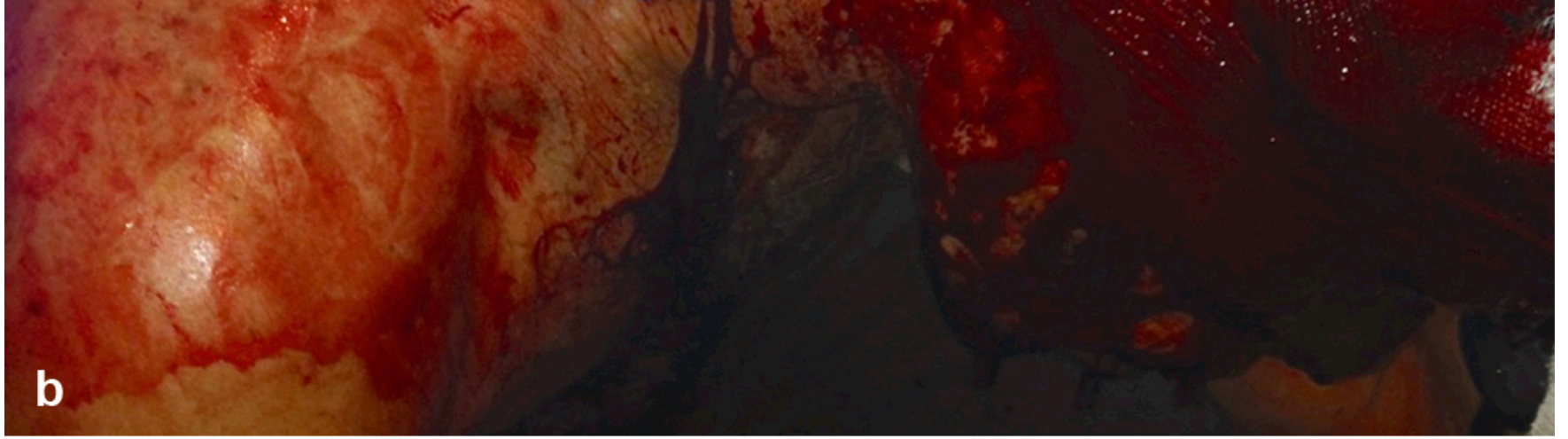
Die **Basismaßnahmen** umfassen Blutstillung und Sicherung der Atemfunktion. Die Blutstillung einer Arterienverletzung der Halsregion ist äußerst schwierig. Zunächst kann versucht werden, durch äußeren Druck eine Kompression herzustellen und somit die Blutungsquelle genauer zu lokalisieren. Die Möglichkeit einer definitiven Blutstillung bietet neuerdings die iTClamp<sup>®</sup> ([Abb. 31.12](#)) oder ggf. Hämostatika. Bei venösen Verletzungen muss eine Blutstillung ohne Abdrücken der benachbarten Arterie erreicht werden. Die umgehende Sauerstoffgabe über eine O<sub>2</sub>-Maske mit Reservoir dient der Aufsättigung des verbleibenden

Blutes mit Sauerstoff.

Blutstillung einer Messerstichverletzung am Hals und Durchtrennung der Arteria temporalis mit iTClamp®

[M235]





Die **erweiterten Maßnahmen** umfassen die Anlage venöser Zugänge entsprechend des Venenstatus zur medikamentösen Therapie und Volumensubstitution sowie Schockprophylaxe. Bei Auftreten einer Luftembolie ist eine umgehende Intubation und Überdruckbeatmung mit Einsatz des PEEP-Ventils erforderlich.

### 31.2.2 Verletzungen des Kehlkopfes

Durch stumpfe Gewalteinwirkung (z. B. Aufprall auf das Lenkrad im Pkw, Schlägereien, Strangulationsverletzung) kann es zum Anschwellen der Kehlkopfweichteile mit Blutung, Hautemphysem (Luftansammlung unter der Haut) oder Frakturen der Kehlkopfknorpel ([Abb. 31.13](#)) kommen.



## Symptome

Der Patient klagt über Atemnot und ist vital gefährdet. Scharfe Gewalteinwirkung (Schnitt- und Stichwunden) kann zu einer Eröffnung des Kehlkopfes mit der zusätzlichen Gefahr der Aspiration von Blut führen.

## Therapie

Die **Basismaßnahmen** umfassen bei stumpfen Kehlkopfverletzungen abschwellende physikalische Hilfen wie das Auflegen eines Eisbeutels (Eiskrawatte). Sind die Atemwege blutig eröffnet, wird zur Vermeidung einer Aspiration Blut oder Sekret abgesaugt. Die Atemwege



müssen gesichert werden und Sauerstoff mittels O<sub>2</sub>-Maske mit Reservoir verabreicht werden. Es ist zu beachten, dass der Sauerstoff bei eröffneten Atemwegen (Trachea, Kehlkopf) nicht über Mund oder Nase, sondern direkt am eröffneten Atemweg verabreicht wird.

Die **erweiterten Maßnahmen** umfassen die Anlage eines venösen Zugangs, die Vorbereitung der Intubation und ggf. der Notkoniotomie oder Nottracheotomie. Die Sicherung der Atmung ist bei Gefahr der Kehlkopfschwellung durch frühzeitige Intubation und Beatmung, bei Einbruch des Kehlkopfgerüsts oder offener Kehlkopfverletzung durch Notkoniotomie oder Nottracheotomie zu gewährleisten (Kap. 18.7).

## Schlagwort

# Verletzungen des Halses

## Ursachen

- Stumpfe oder spitze Gewalteinwirkung auf die Halsregion durch:
  - Unfall
  - Handlungen in suizidaler Absicht
  - Strafbare Handlung

## Symptome

- **Arterielle Verletzungen**
  - Spritzende Blutungen hellroten Blutes
  - Pulsierender Bluterguss
  - Kompression der Luftwege durch Bluterguss und Zunahme des Halsumfangs
  - Ausfall von Hirnfunktionen (Bewusstseinsstörungen, Hemiparese, Aphasie)
- **Nervenverletzungen**

- N. vagus (10. Hirnnerv): führt reflektorisch zur milden Tachykardie
- N. phrenicus: führt zu Zwerchfelllähmung mit Ateminsuffizienz oder Apnoe

## • **Atemwege und Kehlkopf**

- Atemnot
- Hautemphysem
- Weichteilschwellung durch stumpfe Gewalt
- Aufgeschäumtes Blut durch eröffnete Atemwege

## Maßnahmen

### **Monitoring**

- AF, SpO<sub>2</sub>, Rekapillarierungszeit, Puls (peripher/zentral), RR, BZ, GCS, EKG

### **Basismaßnahmen und Lagerung**

- Freimachen und Freihalten der Atemwege
- Sterile Abdeckung und Kompressionsverband des verletzten Gefäßes zur Blutstillung
- O<sub>2</sub>-Gabe über Maske mit Reservoir 15 l/Min.
- Kühlung durch Eisbeutel (Eiskrawatte)
- Bewusstseinsklarer Patient: Lagerung in leichter Oberkörperhochlage (30° Drehpunkt Hüfte) zum Aspirationsschutz
- Bewusstloser Patient: stabile Seitenlage; frühzeitige Intubation anstreben.
- Vermeiden von Beugung, Überstreckung oder starker Seitwärtsdrehung des Kopfes

### **Erweiterte Maßnahmen**

- i. v. Zugang nach Venenstatus, frühzeitig i. o. Zugangsweg erwägen, ggf. Laborblutentnahme
- Intubation oder ggf. Koniotomie

## Medikamente und Dosierungsempfehlungen

- Analgosedierung: 10 mg Morphium und 2–5 mg Dormicum®
- Volumentherapie: balancierte Vollelektrolytlösung, permissive Hypotonie
- Bei massivem Blutverlust: Einsatz von Arterenol® i. v. und permissive Hypotonie

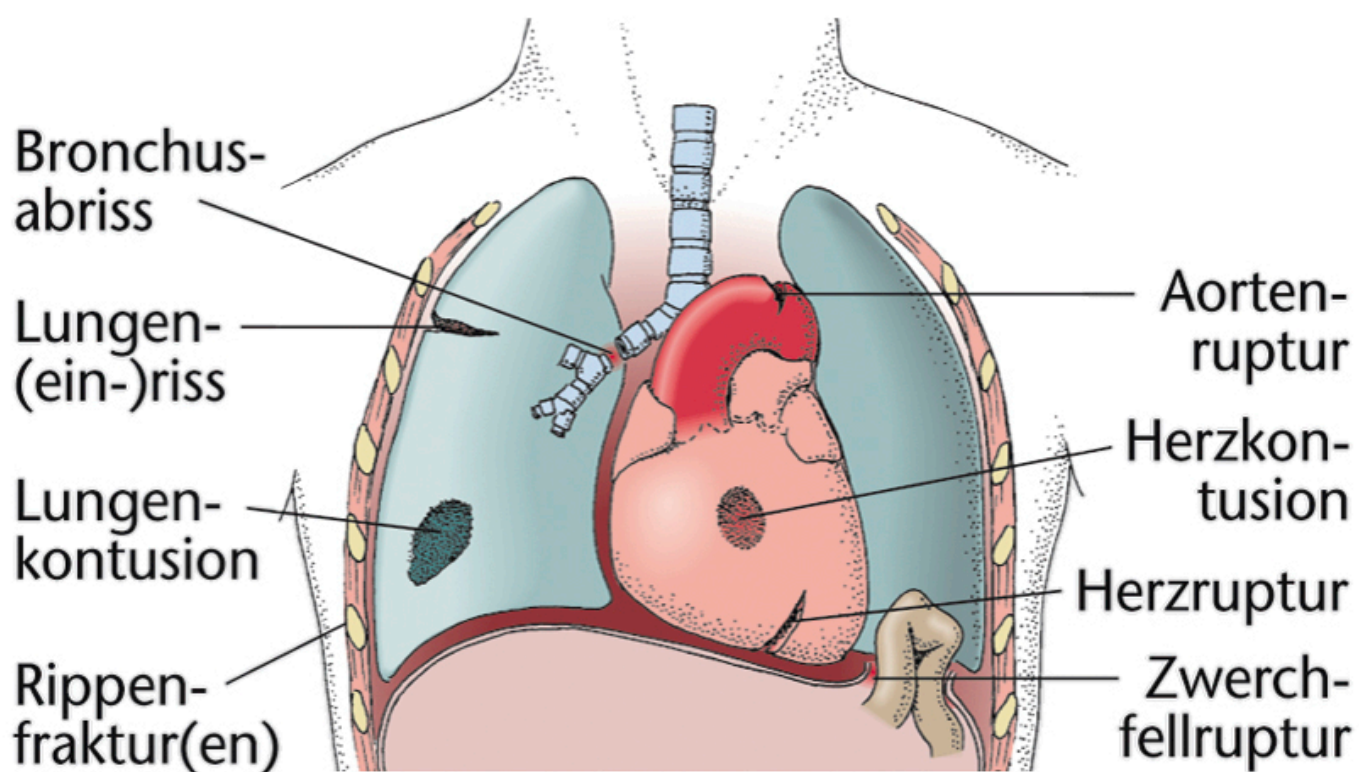
### **Intubation und Beatmung**

- Narkoseeinleitung und Intubation spontanatmend in tiefer Analgosedierung (z. B. Fentanyl®/Dormicum®)
- Gegebenenfalls Koniotomie
- Beatmung: VCV/PCV (Kap. 19.2.1)

## 31.3 Verletzungen des Thorax

Ein Thoraxtrauma (Brustkorbverletzung, [Abb. 31.14](#)) entsteht durch Gewalteinwirkung auf den Brustkorb mit Verletzung des knöchernen Thorax oder der von ihm umgebenen inneren Organe. Verletzungen des Brustkorbs werden in **stumpfe (geschlossene)** oder in **penetrierende (offene) Thoraxtraumata** unterteilt. Unabhängig, ob eine geschlossene oder offene Verletzung vorliegt, können mehrere Strukturen des Brustkorbs in Mitleidenschaft gezogen sein. Ein typischer Unfallmechanismus, der zu einem stumpfen Thoraxtrauma führt, ist der Aufprall mit dem Brustkorb auf das Lenkrad eines Fahrzeugs ([Abb. 15.4](#)). Die typische perforierte Thoraxverletzung ist die Messerstichverletzung des Brustkorbs ([Abb. 45.6](#)).

Thoraxverletzungen im Überblick [L190]



## Merke

Vom **Ausmaß** der äußerlich erkennbaren Thoraxverletzungen kann nicht auf die **Schwere** der inneren Verletzungen geschlossen werden.

Etwa 10 % aller Unfallpatienten weisen ein Thoraxtrauma auf. Alle Brustkorbverletzungen können schnell zu lebensbedrohlicher Beeinträchtigung von Atmung (Hypoxie) und Kreislauf (Hypotonie) führen und sind in der Frühphase mit einer hohen Sterblichkeit belastet. Ein isoliertes Thoraxtrauma überleben 5 % der Patienten nicht, in Kombination mit Mehrfachverletzungen beträgt die Letalität 50 %.

Die **Leitsymptome der Thoraxverletzung** in Kombination oder einzeln sind:

- Schmerz und Atemnot mit ggf. atemabhängigen Schmerzen
- Prellmarken am Thorax
- Krepitationen
- Ateminsuffizienz mit Atemnot (Dyspnoe)
- Blauverfärbung von Haut und Schleimhäuten (Zyanose)
- Zunahme der Atemfrequenz (Tachypnoe)

- Einsatz der Atemhilfsmuskulatur

### 31.3.1 Verletzungen der Brustwand

Verletzungen der Brustwand führen durch Beeinträchtigung der Funktion des knöchernen Thorax, der Atemhilfsmuskulatur und des Zwerchfells vornehmlich zu einer **Störung der Ventilation**. Entsprechend dem Verletzungshergang werden Verletzungen der Brustwand in stumpfe (z. B. Prellungen) und penetrierende (z. B. Stichwunde) Verletzungen unterteilt. Die Gefahr bei den selten vorkommenden penetrierenden Brustwandverletzungen ist die Mitverletzung tiefer liegender Organe (z. B. Lunge, Herz). Die stumpfen Brustkorbverletzungen lassen sich wie folgt unterteilen.

#### Brustkorbprellung (Contusio thoracis)

Durch die Prellung des Brustkorbs werden i. d. R. **keine morphologischen Veränderungen** ausgelöst. Allerdings können elastische Fasern des Lungenparenchyms oder Alveolen zerreißen. Durch eine Minderbelüftung bzw. durch starke Schmerzen im Prellbereich erfolgt eine **reaktive Hypoventilation**.

#### Brustkorbquetschung (Compressio thoracis)

Die Quetschung des Brustkorbs entsteht durch länger andauernde Krafteinwirkung. Durch die kontinuierliche Gewalteinwirkung werden Rippen verbogen und der intrathorakale Druck erhöht. Es kommt zur **venösen Einflusstauung** vor dem rechten Herzen. Ist die Elastizität der Rippen erschöpft, kommt es zur Fraktur.

#### Frakturen des knöchernen Thorax

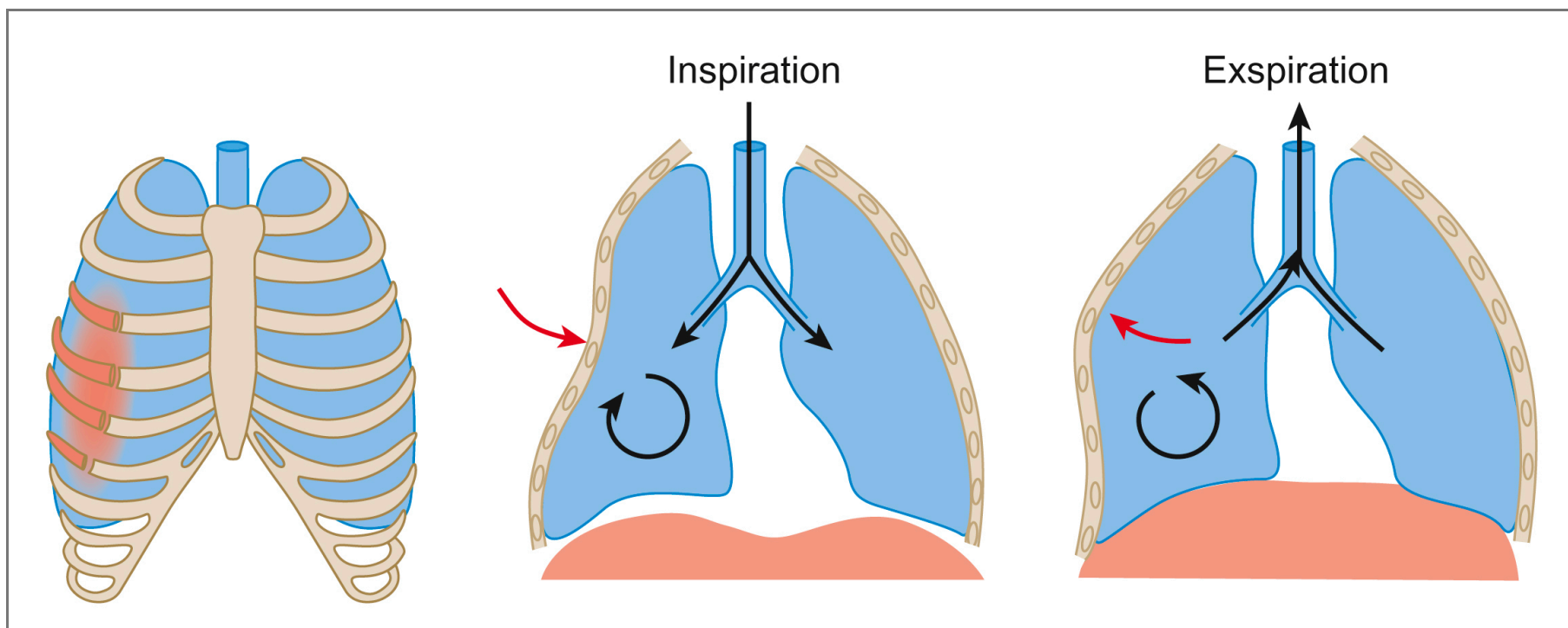
Die Rippen und das Brustbein geben dem Brustkorb seine äußere Form und schützen die inneren Organe des Brustraums. Können die Kräfte der Gewalteinwirkung auf den Thorax nicht mehr ausreichend absorbiert werden, kommt es zu Frakturen des knöchernen Thorax. Hier sind v. a. die **Frakturen der Rippen** zu nennen. Atemabhängige Schmerzen, Prellmarken und

bewegungsabhängige Reibegeräusche (Krepitationen) des Brustkorbs können Hinweise auf eine Rippenfraktur sein.

An der Einsatzstelle ist es wichtig zu beurteilen, ob es durch die Fraktur der Rippe(n) zu einer **Instabilität des Brustkorbs** (instabiler Thorax) gekommen ist, die potenziell lebensbedrohlich sein kann ([Abb. 31.15](#)). Die Fraktur einer einzelnen Rippe gefährdet den Patienten in aller Regel nicht. Wird allerdings der unterhalb jeder Rippe verlaufende Gefäß- und Nervenstrang verletzt, kann auch die isolierte Verletzung einer Rippe zu erheblichem Blutverlust führen.

Instabiler Thorax bei Rippenserienfraktur rechts. Bei der Inspiration bewegt sich der instabile Thoraxbereich nach innen, bei der Expiration nach außen. Diese paradoxe Atmung führt zu Pendelluft (Luft pendelt im verletzten Lungenflügel) und respiratorischer Insuffizienz.

[L231]



Schlagwort

Rippenfrakturen

Ursachen

- Gewalteinwirkung auf den Brustkorb mit Bruch der Knochenstruktur einer oder

mehrerer Rippen

## Symptome

- Atemabhängige Schmerzen
- Prellmarken an der Thoraxwand
- Bewegungsabhängige Reibegeräusche der Brustwand
- Dyspnoe
- Zyanose
- Paradoxe Atmung (Rippenserienfraktur)

## Maßnahmen

### Monitoring

- AF, SpO<sub>2</sub>, Rekapillarierungszeit, Puls (peripher/zentral), RR, BZ, GCS, EKG, Temperatur

### Basismaßnahmen und Lagerung

- Freimachen und Freihalten der Atemwege
- O<sub>2</sub>-Gabe über Maske mit Reservoir 15 l/Min.
- Bewusstseinsklarer Patient: Lagerung in leichter Oberkörperhochlage (30° Drehpunkt Hüfte) zur Erleichterung der Atemmechanik
- Bewusstloser Patient: stabile Seitenlage (**Cave:** Wirbelsäulentrauma!)

### Erweiterte Maßnahmen

- i. v. Zugänge entsprechend Venenstatus und ggf. Laborblutentnahme
- Frühzeitige Intubation und Beatmung zur inneren Schienung bei Rippenserienfrakturen bei ausgeprägter respiratorischer Insuffizienz

## Medikamente und Dosierungsempfehlungen

- Analgosedierung: 0,1 mg Fentanyl<sup>®</sup> i. v., 2–5 mg Dormicum<sup>®</sup> i. v.

## Intubation und Beatmung

- Fentanyl<sup>®</sup> und Dormicum<sup>®</sup> nach Narkoseeinleitung mit Propofol
- Beatmung: VCV mit PEEP + 10 cm (Kap. 19.2.2)
- Infusionstherapie: z. B. 500 ml balancierte Vollelektrolytlösung i. v.

## Rippenserienfraktur

Sind **mehr als drei Rippen** oder **zwei benachbarte Rippen** gebrochen, so spricht man von einer Rippenserienfraktur, die weitaus **bedrohlicher** sein kann, da sie **Auswirkungen auf die Atemmechanik** hat. Im Rahmen der Atemmechanik beruht die Einatmung auf einem durch Ausdehnung des Brustkorbs und Kontraktion des Zwerchfells entstehenden Unterdruck im Brustraum, wodurch sich die Lungen mit Luft füllen können. Diese Atemmechanik kann jedoch nur aufrechterhalten werden, wenn die Stabilität des Brustkorbs gewährleistet bleibt.

Sind Rippen an mehreren Stellen gebrochen, werden Teile der Thoraxwand während der Einatmung infolge des im Thoraxinnenraum herrschenden Unterdrucks in den Brustkorb hineingezogen und während der Ausatmung aufgrund des dann auftretenden Überdrucks nach außen gedrückt. Die Brustkorbbewegung im Bereich der verletzten Thoraxwand (Atemexkursion) verläuft also entgegengesetzt der bei der normalen Atmung zu erwartenden Bewegung des Brustkorbs. Man bezeichnet dieses Phänomen deshalb als **paradoxe Atmung** mit alveolärer Hypoventilation und daraus resultierender Hypoxämie. Eine Fraktur des Brustbeins mit Unterbrechung der knöchernen Verbindung zum übrigen Brustkorb führt ebenfalls zur paradoxen Atmung.

## Therapie

Die Therapie ([Kap. 31.3.5](#)) bei unkomplizierten Rippenfrakturen besteht hauptsächlich in der



Schmerzbekämpfung. Bei Rippenserienfrakturen allerdings muss der Patient, wenn er keine ausreichende Atemtätigkeit durchführen kann, **künstlich beatmet** werden, um mit einer PEEP-Beatmung (Kap. 19.2.2) durch den verbleibenden positiven Restdruck in der Lunge für eine innere Schienung des instabilen Brustkorbs zu sorgen (innerpneumatische Schienung). Durch die notwendigen hohen Beatmungsdrücke besteht allerdings die Gefahr, dass die Lunge einreißt und sich ein **Pneumothorax** entwickelt (Kap. 31.3.2).

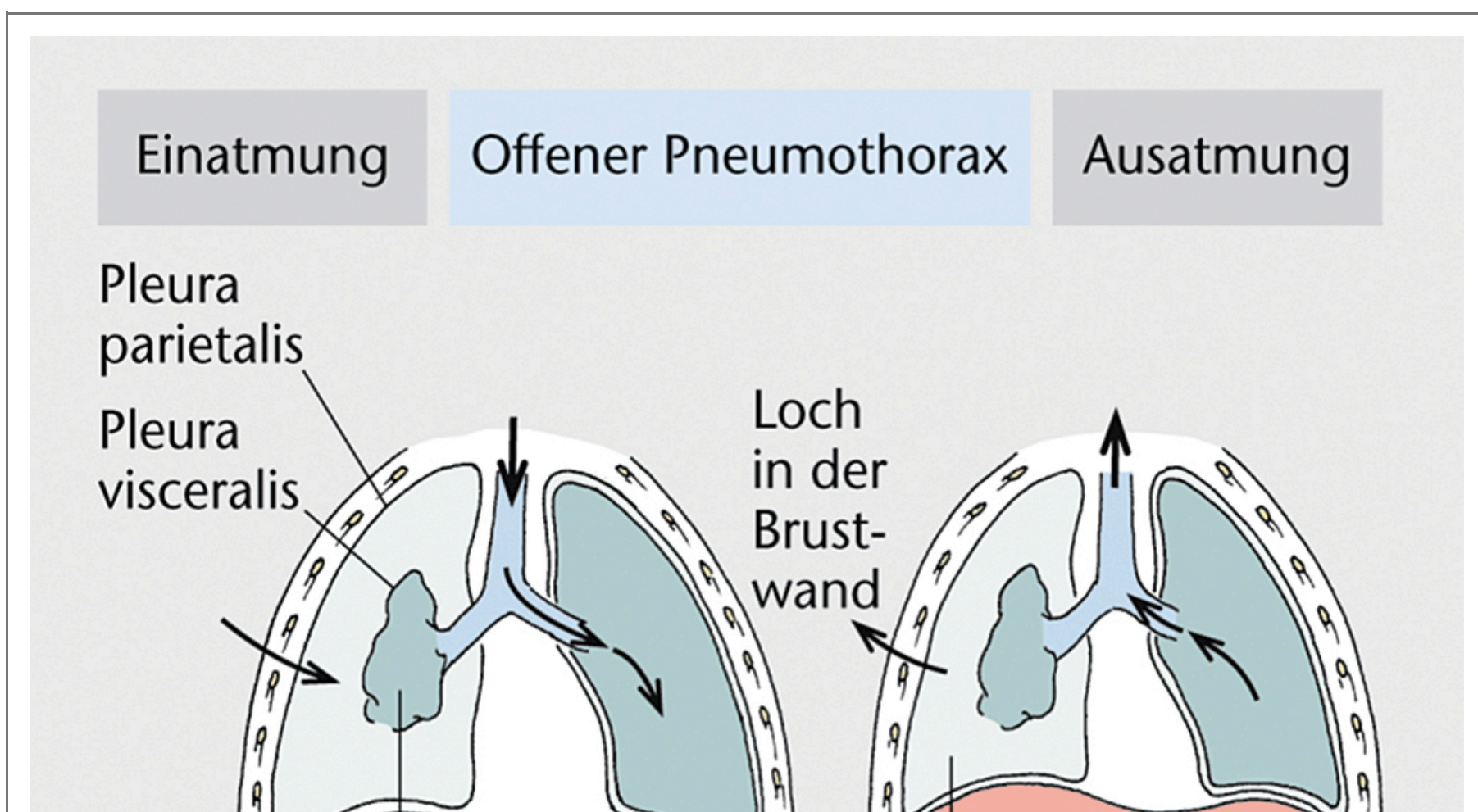
### 31.3.2 Verletzungen der Pleura

Die Pleura visceralis (**Lungenfell**) liegt außen direkt dem Lungengewebe auf und grenzt die Lunge ab. Am Lungenhilus schlägt die Pleura visceralis um und bildet die Pleura parietalis (**Rippenfell**). Lungen- und Rippenfell werden gemeinsam **Brustfell (Pleura)** genannt.

#### Pneumothorax

Im Pleuraspalt herrscht ein Unterdruck in Bezug auf die Umgebungsatmosphäre. Gelangt Luft in den Pleuraspalt, kommt es hier zum Druckausgleich mit dem Umgebungsluftdruck, und die Lunge fällt aufgrund ihrer Elastizität in sich zusammen (Abb. 31.16). Es wird unterschieden zwischen einem **offenen** und einem **geschlossenen Pneumothorax**.

Verschiedene Formen des Pneumothorax (Details siehe Text) [L190]





Zusammengefallene Lunge



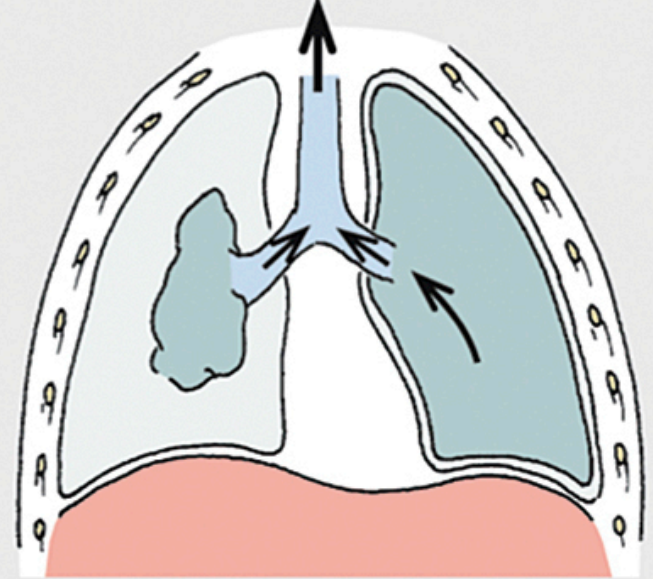
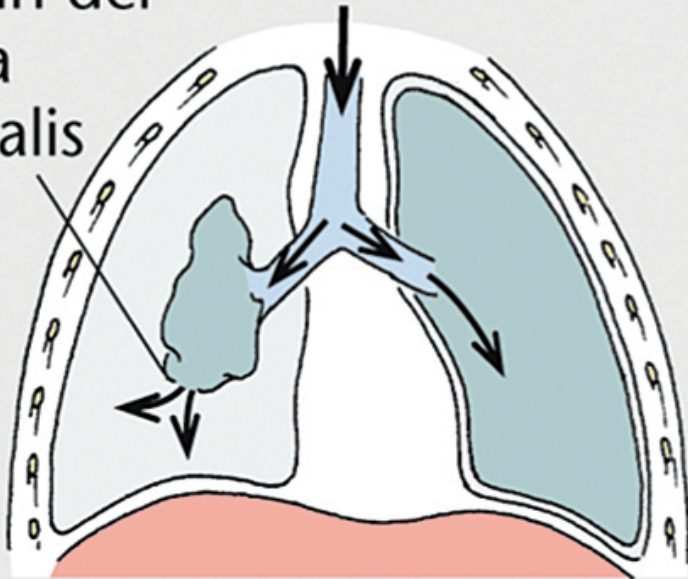
Pleuraspalt

Einatmung

Geschlossener Pneumothorax

Ausatmung

Loch in der Pleura visceralis

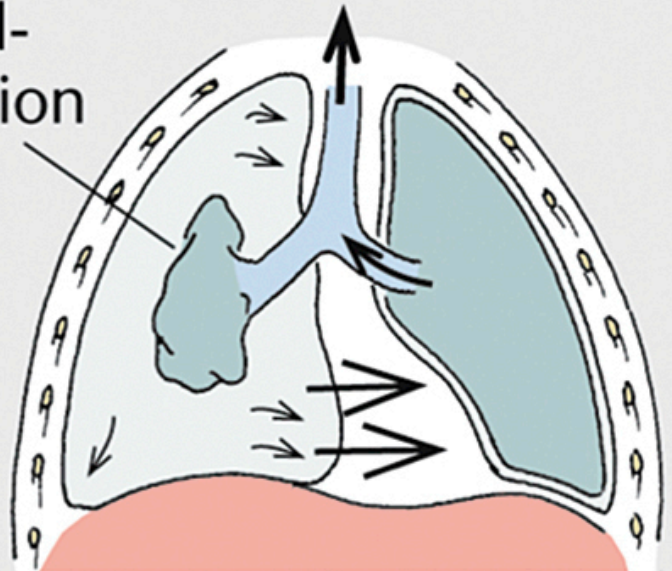
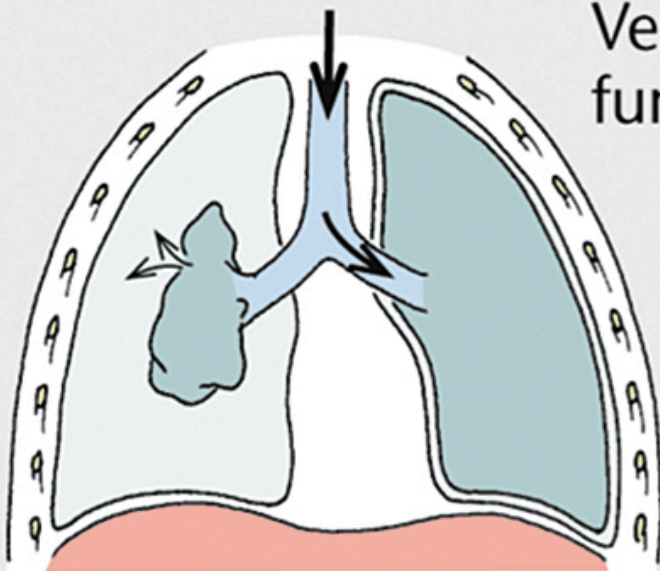


Einatmung

Spannungs- pneumothorax

Ausatmung

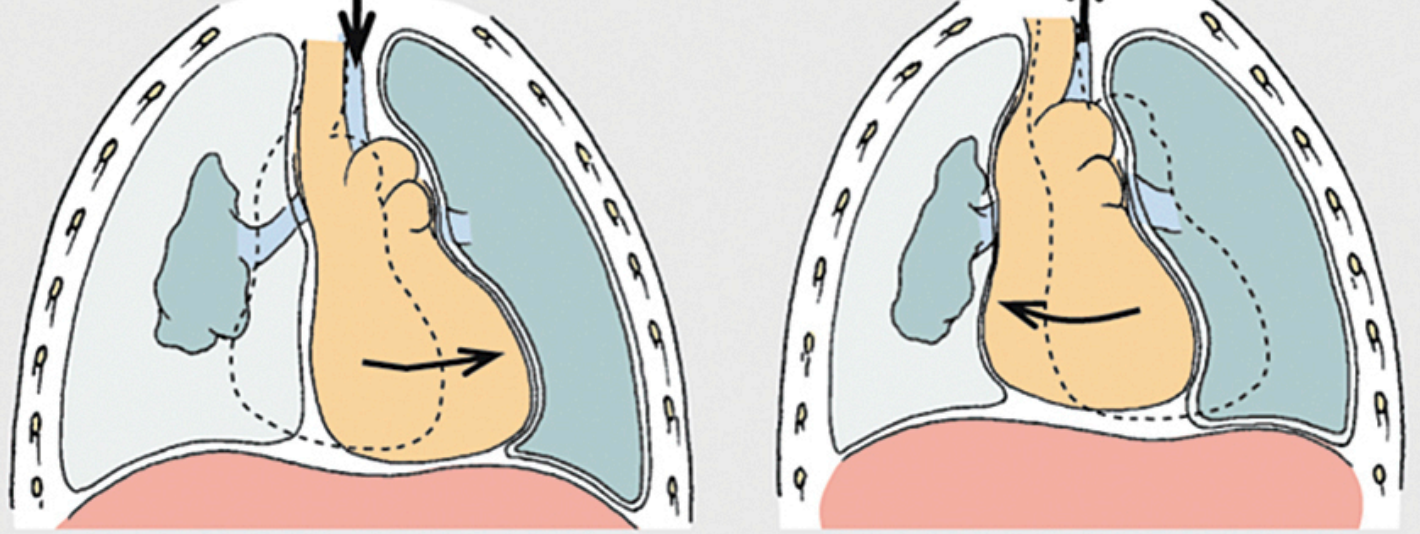
Loch mit Ventil- funktion



Einatmung

Mediastinalflattern

Ausatmung



Beim offenen Pneumothorax gelangt die Luft von außen, beim geschlossenen Pneumothorax über die normalen Atemwege (z. B. Bronchuseinriss) in den Pleuraspalt. Die kollabierte Lunge steht nicht mehr für den Gasaustausch zur Verfügung.

## Symptome

Ein einseitiger Pneumothorax ohne Begleitverletzungen und Komplikationen stellt **beim Lungengesunden** in aller Regel **keine lebensbedrohliche Situation** dar und kann durch Steigerung der Atemfrequenz gut kompensiert werden. Ältere Patienten mit vorgeschädigten Lungen können dies allerdings nicht. Bei der Untersuchung des Patienten fallen verminderte Atembewegungen sowie ein abgeschwächtes oder fehlendes Atemgeräusch auf der betroffenen Seite auf. Ein Hautemphysem (Luftansammlung unter der Haut) kann beim Betasten des Brustkorbs zu erkennen sein.

## Hämatothorax

Eine **Blutansammlung im Pleuraspalt** wird als Hämatothorax bezeichnet. Er entsteht durch Gefäßverletzungen im Rahmen von Thoraxtraumen, etwa durch Blutungen aus Gefäßen der Thoraxwand bei Rippenfrakturen (Aa. et Vv. Intercostales; A. et V. thoracica interna). Kommt es gleichzeitig zum Einströmen von Luft in den Pleuraspalt, wird dieser Zustand als Hämatopneumothorax bezeichnet. Die Auswirkungen auf die Atmung des Patienten entsprechen den Symptomen eines Pneumothorax. Zusätzlich besteht jedoch die Gefahr eines Volumenmangelschocks.

# Spannungspneumothorax

Bei Eröffnungen der Brustwand, bei Lungen- oder Bronchusverletzungen kann Luft während der Einatmung in den Pleuraspalt strömen. Legt sich in der Ausatemphase ein Gewebeteil der Verletzung vor die Öffnungswunde, kann die Luft nicht mehr entweichen

(**Ventilmechanismus**, [Abb. 31.16](#)). Der im Pleuraraum ansteigende Druck führt neben dem Kollaps des betroffenen Lungenflügels zu einer Verdrängung des Herzens und der großen intrathorakalen Gefäße zur gesunden Lunge hin. Dadurch wird das Mediastinum zum gesunden Lungenflügel hin verschoben und presst diesen zusammen. Der Gasaustausch der gesunden Lunge wird ebenfalls beeinträchtigt. Ein höchst **lebensgefährlicher Zustand** entsteht.

## Symptome

Der verletzte Patient ringt zunehmend nach Luft (Dyspnoe) und entwickelt eine Zyanose. Durch den **intrathorakalen Druckanstieg** ist der Blutrückfluss zum rechten Herzen behindert und die äußeren Halsvenen sind gestaut. Gleichzeitig fällt der arterielle Blutdruck ab und die Herzfrequenz steigt an. Das Atemgeräusch der betroffenen Seite ist abgeschwächt bzw. nicht mehr zu hören. Die Atemfrequenz ist gesteigert und der Patient ringt nach Luft.

Ein Spannungspneumothorax kann sich besonders schnell und dramatisch bei intubierten und beatmeten Patienten durch die Überdruckbeatmung entwickeln. Ansteigende und stark erhöhte Atemwegsdrücke sind die Folge und als ein zusätzliches wichtiges Symptom zu werten.

## Therapie

Die notwendigen therapeutischen Konsequenzen zielen auf eine schnell wirksame Druckentlastung des Brustkorbes durch Entlastungspunktion (Kap. 18.8 und [Kap. 31.3.5](#)).

Merke

Zeigt ein traumatisierter Patient unter Beatmung Zeichen einer **oberen Einflusstauung** (gestaute Halsvenen) und **Kreislaufdekompensation** (Blutdruckabfall) bei gleichzeitig **zunehmenden Beatmungsdrücken** (Anstieg des intrathorakalen Drucks), muss sofort ein Spannungspneumothorax in Betracht gezogen werden.

## Schlagwort

# Pneumothorax

## Ursachen

- Luft im Pleuraspalt durch:
  - Pleuraeröffnung nach außen (offener Pneumothorax)
  - Pleuraeröffnung nach innen über die normalen Atemwege (geschlossener Pneumothorax)

## Symptome

- Dyspnoe
- Zyanose
- Tachypnoe
- Einsatz der Atemhilfsmuskulatur

## **Spannungspneumothorax zusätzlich:**

- Gestaute Halsvenen (Einflusstauung vorm rechten Herzen)
- Hypotonie (kardiale Minderleistung, da reduziertes Füllungsvolumen)

- Gegebenenfalls Hautemphysem (Luftansammlung unter der Haut durch den hohen intrathorakalen Druck)

## Maßnahmen

### Monitoring

- AF, SpO<sub>2</sub>, Rekapillarierungszeit, Puls (peripher/zentral), RR, BZ, GCS, EKG, Temperatur

### Basismaßnahmen und Lagerung

- Freimachen und Freihalten der Atemwege
- O<sub>2</sub>-Gabe über Maske mit Reservoir 15 l/Min.
- Lagerung mit erhöhtem Oberkörper (erleichterte Atmung)
- Bewusstloser Patient: stabile Seitenlage (**Cave:** Wirbelsäulentrauma!)

### Erweiterte Maßnahmen

- i. v. Zugänge entsprechend Venenstatus, ggf. Laborblutentnahme
- Entlastungspunktion, ggf. Thoraxdrainage ([Kap. 31.3.5](#))

## Medikamente und Dosierungsempfehlungen

- Analgosedierung: 0,1 mg Fentanyl<sup>®</sup> i. v. und 2–5 mg Dormicum<sup>®</sup> i. v.
- Infusionstherapie: balancierte Vollelektrolytlösung i. v.

## Mediastinalflattern

Das Mediastinalflattern ist eine gefürchtete Komplikation des nach außen offenen Pneumothorax. Während der Einatmungsphase wird das Mediastinum mit Herz und großen Gefäßen zur gesunden Seite verschoben. In der Ausatmungsphase bewegt sich das Mittelfell wegen des dann

in der gesunden Lunge herrschenden Überdrucks zur verletzten Seite. Durch die atemabhängigen Druckschwankungen kommt es zu **atemabhängigen Pendelbewegungen** (Abb. 31.16) des Mediastinums und der darin gelagerten großen Gefäße. Durch diese Pendelbewegung des Mediastinums und des darin gelagerten Herzens werden Zu- und Abstrom von Blut über die großen Gefäße beeinträchtigt und es kommt zu **Kreislaufschwankungen**. Zusätzlich strömt durch die Pendelbewegung sauerstoffarme Luft aus dem Bronchialsystem der kollabierten Lunge in die gesunde Lunge hinüber. Dadurch erhöht sich das Totraumvolumen und eine lebensbedrohliche Hypoxämie bildet sich aus.

### 31.3.3 Verletzungen der Lunge

Lungenverletzungen entstehen durch direkte **Verletzungen des Lungenparenchyms** (z. B. Stichverletzung), durch stetige Drucksteigerung im intrathorakalen Raum (z. B. Pneumothorax) oder durch plötzliche Druckstöße (z. B. Aufprall). Das häufigste Verletzungsbild ist die Lungenkontusion.

#### Lungenkontusion

Blutungen in das Lungenparenchym, Druckerhöhungen durch Spannungs- oder Hämatothorax oder der eigentliche Lungenkollaps beim Pneumothorax führen zu Druckeinwirkung auf das Lungengewebe. Eine kurze oder geringe Gewalt- oder Krafteinwirkung wird als **Lungenprellung**, eine länger wirkende Kraft als **Lungenquetschung** bezeichnet. Beide Begriffe werden unter dem Sammelbegriff **Lungenkontusion** zusammengefasst.

Im Rahmen der Lungenkontusion kommt es zu interstitiellen und alveolären Blutungen, teils auch zu Zerreißungen von Lungen- und Bronchusgeweben. Durch die Lungenkontusion nimmt das betroffene Lungenareal nicht mehr am Gasaustausch teil und die funktionelle Residualkapazität nimmt ab. Durch die Minderbelüftung im verletzten Teil der Lunge verringert sich nicht nur der Gasaustausch in diesem Areal (**Hypoxie**), sondern es entwickelt sich zusätzlich reflektorisch eine **hypoxische Vasokonstriktion** der Blutgefäße der Lunge im betroffenen Abschnitt (**Euler-Liljestrand-Mechanismus**), der nicht mehr durchblutet wird. Insgesamt kommt es zur funktionellen Totraumvergrößerung mit resultierender Hypoxämie. Führt die Gewalteinwirkung zu Einblutungen in das Bronchialsystem, folgt eine innere Blutaspilation mit Schädigung des Gasaustauschs auch in den gesunden, nicht gequetschten

Lungenarealen. Leitsymptom ist das Abhusten von Blut (Hämatoptoe).

## Trachea- und Bronchusverletzungen

Eine intrathorakale Druckerhöhung bewirkt eine Verlagerung und erhöhte Spannung in den Hauptbronchien. Hält die erhöhte Spannung im Bronchialsystem lange an bzw. ist die Energie der Gewalteinwirkung sehr hoch (z. B. Sturz aus großer Höhe), kann es zu Einrissen oder gar zum Abriss von Strukturen (Abschertrauma) im Bronchialsystem kommen. Erste Symptome sind **Ateminsuffizienz** (Atemnot, Zyanose) und **Bluthusten** (Hämatoptoe). Häufig ist ein ausgeprägtes **Hautemphysem** am Hals und an der Brustwand zu beobachten. Jedoch können diese Symptome bei kleinen Einrissen der Luftwege anfangs völlig fehlen und erst während des Transports durch die Ausbildung eines Spannungspneumothorax oder Mediastinalemphysems auffallen.

## Mediastinalemphysem

Unter einem Mediastinalemphysem versteht man eine **Luftansammlung im Mittelfellraum**. Sie kann bei Verletzungen von Trachea, Bronchussystem und Speiseröhre auftreten. Ist die Luftansammlung stark ausgeprägt, wird sie auf das im Mittelfellraum gelegene Herz drücken und dessen Funktion beeinträchtigen (extraperikardiale Herztamponade) oder sich in Richtung Rachen ausbreiten und so die Atemwege verlegen.

### 31.3.4 Verletzungen des Herzens und der großen Gefäße

Verletzungen des Herzens und der großen Gefäße können durch **direkte, penetrierende Verletzungen** (z. B. Stichverletzung) oder **indirekte, stumpfe Gewalt** ausgelöst werden. Im Rahmen stumpfer Thoraxtraumen wird die Herzerschütterung von der Herzprellung unterschieden.

#### Herzerschütterung (Commotio cordis)

Die Erschütterung des Herzens stört ohne morphologische Veränderung am Herzgewebe kurzzeitig die Funktion des Herzens und kann zu kurzzeitigen Herzrhythmusstörungen führen.



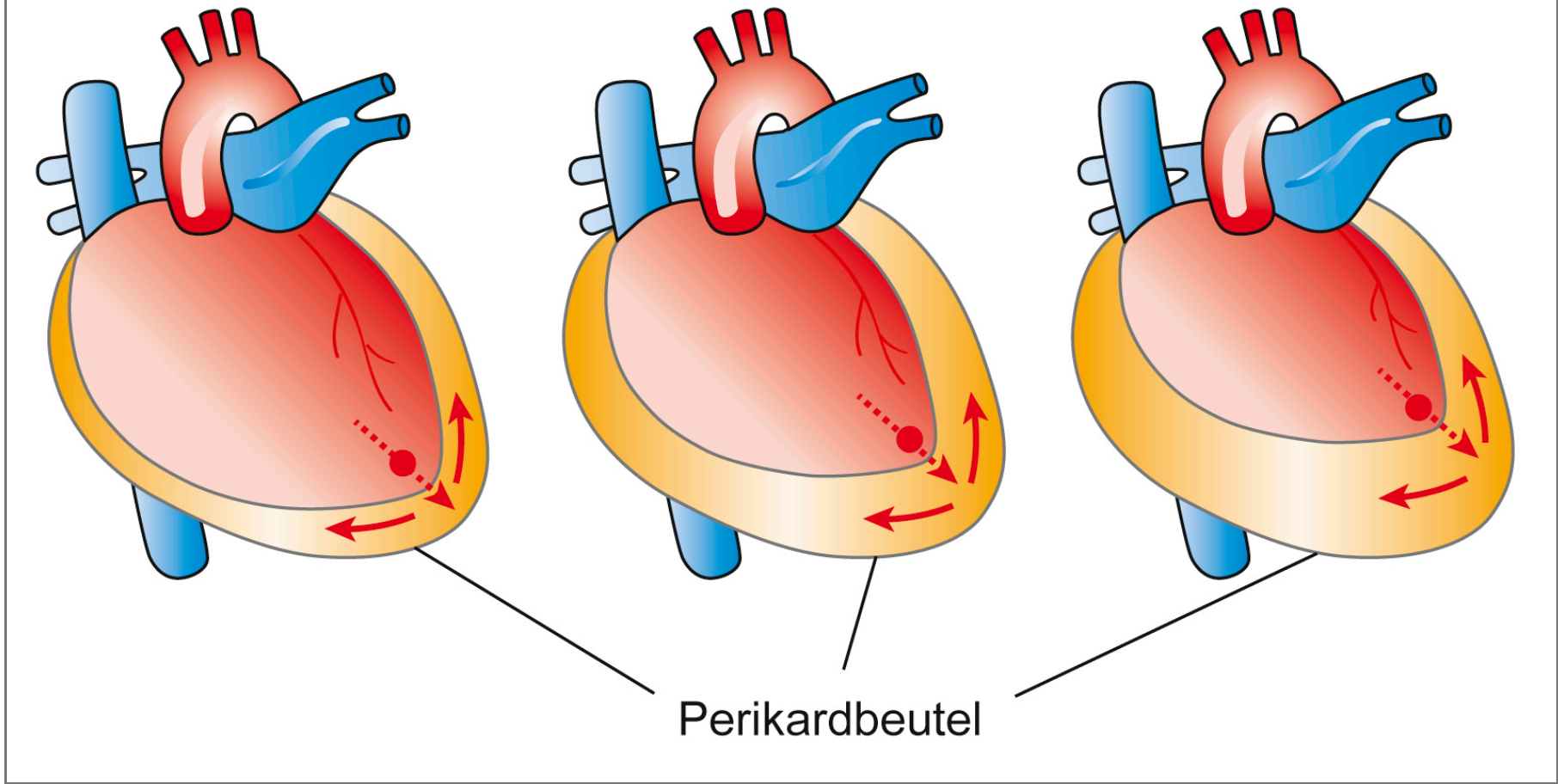
## Herzprellung bzw. -quetschung (Contusio et Compressio cordis)

Die Prellung oder Quetschung des Herzens durch Gewalteinwirkung führt im Gegensatz zur Herzerschütterung zu **morphologischen Veränderungen** am Herzgewebe (z. B. Einblutungen in den Herzmuskel), die später klinisch nachweisbar sind (z. B. Anstieg der Herzenzyme). Durch Zerreißungen kleiner Herzgefäße können Verletzungen des Myokards entstehen, dabei kommt es zu umschriebenen Blutungen mit der Folge einer bindegewebigen Vernarbung. **Verletzungen am Endokard** führen zu Störungen der Reizleitung am Herzen. Im Rahmen dieser Verletzungen treten Herzrhythmusstörungen auf, die oft noch über einen längeren Zeitraum nachweisbar sind. Durch die Kontusion des Herzens kann es zu Störungen der Erregungsleitung (AV-Blockierungen oder Schenkelblockbilder) oder der Erregungsbildung (z. B. ventrikuläre Extrasystolen) kommen.

Das Herz ist von einem schützenden Beutel, dem **Perikard**, umhüllt. Eine Einblutung in diesen Beutel bedingt eine Beeinträchtigung der Pumpfunktion des Herzens (Herzbeutelamponade, [Abb. 31.17](#)). Im Extremfall führt die Kompression des Herzens zum kardiogenen Schock (Kap. 32.3). Penetrierende Verletzungen, z. B. ein Einriss der Herzwand (Herzruptur) oder der großen herznahen Gefäße (z. B. Aortenruptur, [Abb. 31.18](#)), werden i. d. R. nicht überlebt. Die Prognose hängt von der Größe und der Lokalisation der Verletzung sowie den Begleitverletzungen ab.

Perikardtamponade. Wenn Blut aus dem Herzlumen in den Herzbeutel (Perikard) fließt, behindert es die Ausdehnung des Ventrikels. Daher kann die Herzkammer sich nicht ausreichend mit Blut füllen, das Schlagvolumen sinkt ab.

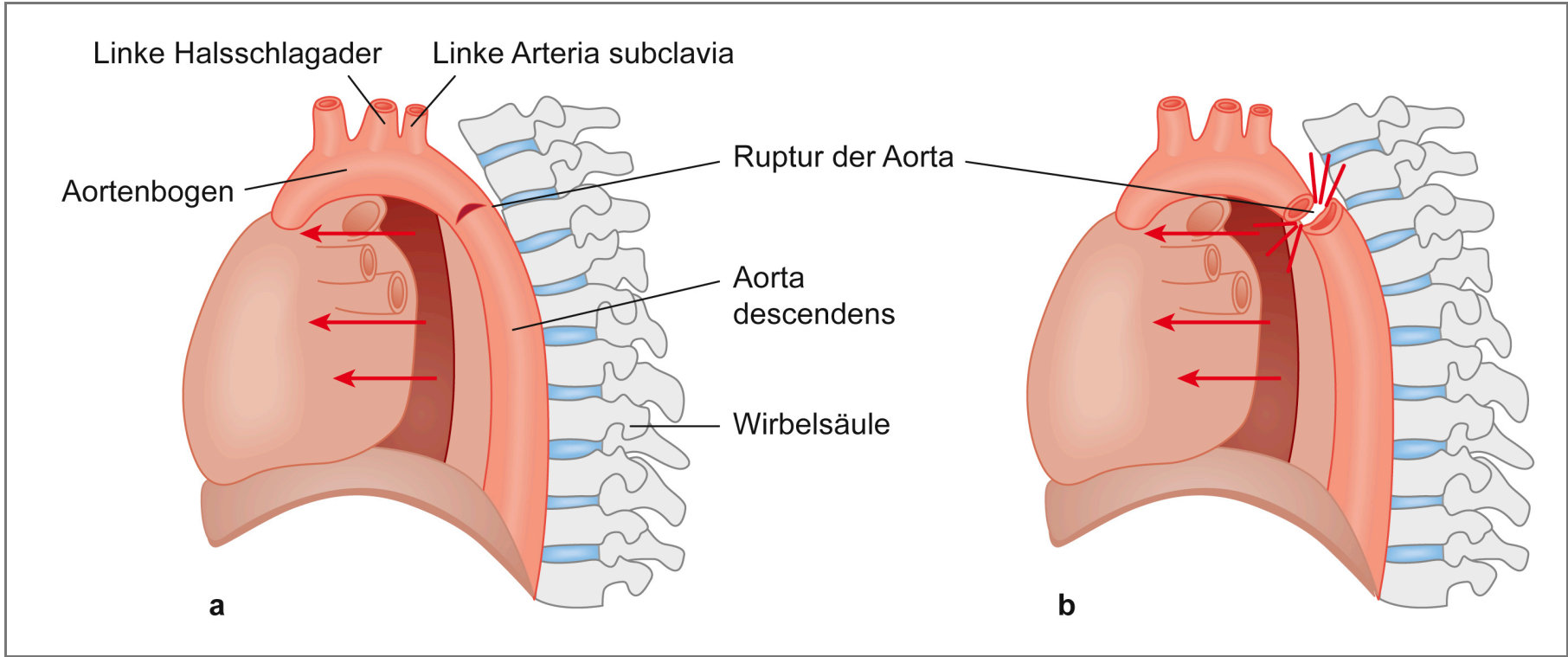
[L143]



Traumatische Aortenruptur

**a)** Die Aorta descendens ist gegen die Brustwirbelsäule verschieblich. Herz, Aortenbogen und Aorta sind im Mediastinum frei beweglich und können bei starken Beschleunigungs- oder Aufpralltraumen durch die hohe kinetische Energie zerreißen. **b)** Riss am Übergang vom Aortenbogen zur Aorta descendens

[L231]



31.3.5 Therapie der Verletzungen des Thorax

Bei Prellungen des Brustkorbs ist im Allgemeinen keine besondere Therapie erforderlich. Bei Brustkorbquetschungen und allen weiteren genannten Verletzungen des Brustkorbs steht die **Ateminsuffizienz** im Vordergrund, die unbehandelt zu einem rasch zunehmenden Sauerstoffdefizit führen kann. Die Sterblichkeit bei Brustkorbverletzungen lässt sich durch adäquate präklinische Therapie erfolgreich senken.

Die Therapie basiert auf der **Beseitigung von**

- mechanischen Atemstörungen,
- Störungen des Gasaustausches in der Lunge,
- kardiozirkulatorischen Störungen durch allgemeinen Blutverlust,
- kardiozirkulatorischen Störungen durch Verletzung des Herzens oder der großen Gefäße im Brustraum.

## Merke

Ein Thoraxtrauma ([Abb. 31.19](#)) ist immer eine **Notarztindikation**.

Prellmarken bei einem Thoraxtrauma durch Verkehrsunfall. Auf dem Thorax sind Reifenabdrücke zu erkennen.

[M235]



Die **Basismaßnahmen** zielen auf die Aufrechterhaltung der Vitalfunktionen Atmung und Kreislaufzirkulation. Der bewusstseinsklare, aber ateminsuffiziente Patient wird mit erhöhtem Oberkörper (erleichterte Ventilation) gelagert. Die Atemwege müssen freigelegt bzw. freigehalten werden (Entfernen von Blut, Erbrochenem, Prothesen).

## Merke

Ein Mediastinalemphysem kann sich bis in den Rachen ausdehnen und so u. U. die Atemwege verschließen.

Ein **beginnender Schock** kann durch Hochlagern der Beine bei gleichzeitiger Oberkörperhochlagerung (angepasste Schocklage) zumindest kurzzeitig abgefangen werden. Gleichzeitig wird hierdurch der Perfusionsdruck in der Lunge erhöht. Die Gabe von Sauerstoff

über O<sub>2</sub>-Maske mit Reservoir ist obligatorisch. Eine Maskenbeatmung darf nur bei schwerer Ateminsuffizienz oder Atemstillstand durchgeführt werden. Die Maskenbeatmung ist eine Überdruckbeatmung und kann als solche bei entsprechender Verletzung sehr schnell zu einem Spannungspneumothorax führen. Der u. U. entstandene Spannungspneumothorax muss dann schnell erkannt und zügig behandelt werden.

Der Patient wird kontinuierlich überwacht (Atemfrequenz, Pulsoxymetrie, Auskultation, Rekapillarierungszeit, Blutdruck und Pulsfrequenz), um die Auswirkungen des Thoraxtraumas auf Herz- und Kreislauffunktion frühzeitig abschätzen zu können. Abschließend erfolgt das sterile Abdecken von Wunden (Abb. 31.20). Ein luftdichtes Verbinden offener Thoraxverletzungen ist nicht sinnvoll, weil hierdurch ein Pneumothorax nicht verhindert, ein Spannungspneumothorax aber provoziert werden kann, da die **Pendelbewegung** der Luft durch das Leck in der Thoraxwand bei einem luftdichten Verband verhindert wird. **Fremdkörper** (etwa bei Stichverletzungen) werden in der Wunde belassen, da sie verletzte Gefäße häufig komprimieren und so den Umfang der Blutung verringern.

Steriles Abdecken einer offenen Thoraxwunde [O429]



Abschließend wird die notwendige Assistenz bei Maßnahmen des Notarztes, z. B. Intubation, Thoraxdrainage (Kap. 18.8), vorbereitet. Die **erweiterten Maßnahmen** umfassen die Anlage eines oder mehrerer venöser Zugänge, die Bekämpfung von Schmerz, weiter bestehender Ateminsuffizienz und Schock über die Volumenzufuhr.

Zwei therapeutische Maßnahmenkomplexe stehen im Vordergrund:

## Intubation und Beatmung

Nur bei Verletzungen des Thorax, bei denen mit den oben geschilderten Basismaßnahmen eine ausreichende Atemfunktion garantiert werden kann, wird auf Intubation und Beatmung

verzichtet. Da Thoraxverletzungen jedoch oft im Rahmen von **Mehrfachverletzungen (Polytrauma)** auftreten, sprechen häufig bereits andere Indikationen für eine frühzeitige Intubation (z. B. SHT, Polytrauma). Intubationsschwierigkeiten sind besonders bei begleitenden Verletzungen im Mund- und Rachenbereich und bei Verletzungen von Trachea oder Bronchien zu erwarten (Kap. 18.6.9).

## Durchführung einer Entlastungspunktion

Für die Durchführung einer Entlastungspunktion sollte eine speziell dafür vorgesehene **Hohlnadel mit Verweilkanüle** zwischen G10–G14 und mindestens 6 cm Länge benutzt werden. Venenverweilkanülen haben meist nicht die ausreichende Länge, um je nach Konstitution des Patienten sicher einen Spannungspneumothorax zu entlüften.

1. Lokalisation des Punktionsorts auf der betroffenen Thoraxseite: 2.–3. Interkostalraum (ICR), medioklavikular (Abb. 18.34)
2. Desinfizieren.
3. Haut zwischen zwei Fingern der 2. Hand straffen und die Nadel am oberen Rand der Rippe durch die Haut einführen.
4. Auf das Entweichen von Luft aus dem Pleuraspalt achten, sobald die Nadel die Brusthöhle erreicht.
5. Verweilkanüle in situ belassen und fixieren.
6. Gegebenenfalls wiederholen, wenn sich der Patientenzustand erneut verschlechtert.

Aktuelle Studien zur anterioren Entlastungspunktion haben gezeigt, dass gerade bei **jungen, sportlichen Erwachsenen** die Thoraxwand deutlich breiter im Durchmesser ist als die Länge der Nadel einer Venenverweilkanüle. Deswegen müssen für eine erfolgreiche Thoraxdekompression spezielle Entlastungsnadeln mit einer Länge über 6–7 cm benutzt werden. Des Weiteren zeigte eine Studie, in der CT-Aufnahmen ausgewertet wurden, dass ein **axillärer Punktionsort** (Abb. 18.34) Vorteile gegenüber der anterioren, medioklavikulären Stelle im 2. oder 3. Interkostalraums besitzt, da hier die Thoraxwandstärke geringer ist.

## Anlage einer Thoraxdrainage

Die Technik zur Anlage einer Thoraxdrainage wird ausführlich in Kap. 18.8 beschrieben.

## 31.4 Verletzungen des Abdomens

Ein Abdominaltrauma (Bauchverletzung) entsteht durch Gewalteinwirkung auf die Bauchwand mit Verletzung der in der Bauchhöhle liegenden Organe und Hohlorgane. Etwa 12 % aller Unfallverletzten weisen ein Bauchtrauma auf. In der Regel treten Verletzungen intraabdomineller Organe nicht isoliert, sondern im Rahmen einer **Polytraumatisierung** auf. In Kombination mit **Mehrfachverletzungen** beträgt die Letalität aufgrund der parenchymatösen intraabdominellen Blutung über 50 %. Typische Unfallmechanismen, die zu einem stumpfen Bauchtrauma führen, sind **Dezelerationstraumen** durch schlagartiges Abbremsen des Körpers, z. B. im Rahmen eines Verkehrsunfalls (Kap. 15.2). **Penetrierende Bauchtraumen** mit Eröffnung der Bauchhöhle sind weitaus seltener.

### Leitsymptome des stumpfen Bauchtraumas

- Bauchschmerzen
- Prellmarken an der Bauchwand
- Abwehrspannung
- Schonhaltung durch Anwinkeln der Beine
- Zunehmender Bauchumfang
- Zunahme der Atemfrequenz (Tachypnoe)
- Flache Atmung (Schonatmung)
- Schockzeichen: erhöhte Atemfrequenz; feuchte, kalte, blasse Haut; Lippen- und Akrenzyanose; verzögerte Rekapillarisation; peripher schlechter tastbarer, tachykarder Puls

Durch die Verletzung von Bauchorganen kommt es zu **einer Reizung des Bauchfells**. Die Reizung ist sehr schmerzhaft und führt zu einer Anspannung der Bauchdeckenmuskulatur (Abwehrspannung) im betroffenen Bereich. Schmerz und Abwehrspannung können auf bestimmte Bauchregionen beschränkt sein oder den gesamten Bauchraum umfassen. Mit zunehmenden Schmerzen wird der Patient eine charakteristische **Schonhaltung** einnehmen. Dabei winkelt er die Knie zur Entlastung der Bauchdecke an. Bei starken Schmerzen wird der Patient schnell und flach atmen, da die normale Zwerchfellatmung ihm Schmerzen bereitet.



Durch umfangreiche Blutungen in die Bauchhöhle (Abb. 31.21) kann es sehr schnell zur Ausbildung eines lebensbedrohlichen **Volumenmangelschocks** mit Blutdruckabfall und Herzfrequenzanstieg kommen. Eine Differenzialdiagnose, welche verletzte Struktur im Bauchraum die Blutung verursacht, kann am Unfallort i. d. R. nicht geleistet werden und ist auch nicht sinnvoll. Allein der Verdacht auf eine Blutung in die Bauchhöhle gehört zu den wenigen Notfallsituationen, in denen eine Stabilisierung des Patienten nicht vor, sondern während des Transports in die Klinik durchgeführt wird, denn eine kausale Therapie der intraabdominellen Blutung ist nur durch eine Operation in der Klinik möglich. Daher ist kein Zeitverlust tolerabel (**Golden Hour: Platinum 10 Minutes**).

Sonografie

**a)** Freie Flüssigkeit (hier Blut als weiße Fläche) in der Bauchhöhle, Milz von Blut umgeben, aber unverletzt, **b)** Freie Flüssigkeit (hier Blut als weiße Fläche) in der Bauchhöhle, Leber von Blut umgeben, aber unverletzt

[T381]



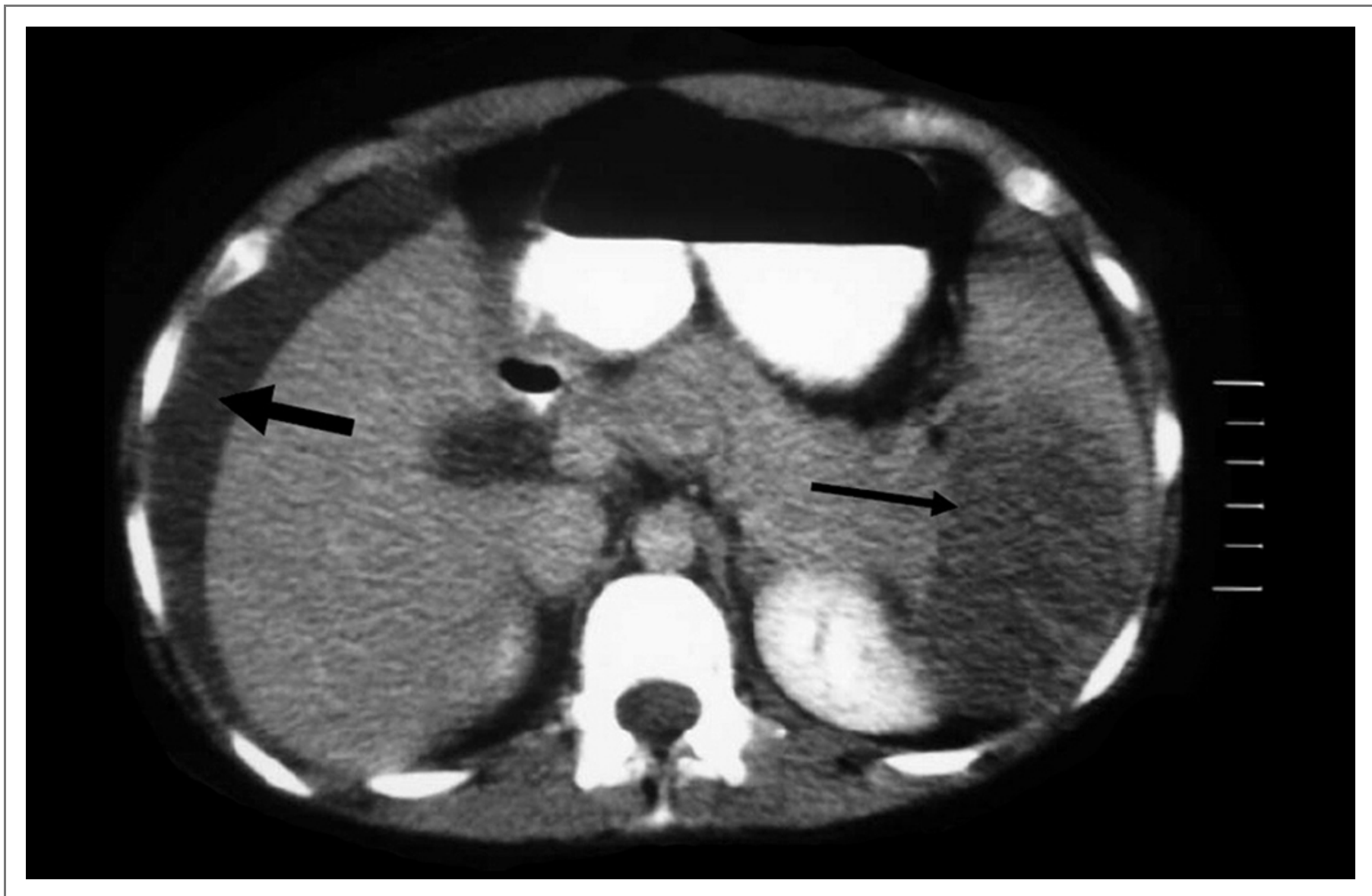
## 31.4.1 Verletzungen der Organe und Hohlorgane des Abdomens

### Milzruptur

Die Milzruptur ist die häufigste Organverletzung eines Bauchorgans nach **stumpfer Gewalteinwirkung** ([Abb. 31.22](#)). In der überwiegenden Zahl der Fälle (70 %) tritt die Milzruptur im Rahmen einer Mehrfachverletzung auf. Insbesondere bei einem linksseitigen Thoraxtrauma mit Rippenfrakturen ist die Milz stark gefährdet. In nur 30 % d. F. tritt die Verletzung isoliert auf.

Milzruptur im CT: Der schmale Pfeil zeigt auf die Milzruptur, der breite Pfeil auf die freie Flüssigkeit in der Bauchhöhle

[F532]



Formen

Es werden **zwei Formen** der Milzruptur in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Einreißen der Milzkapsel unterschieden: die einzeitige und die zweizeitige Milzruptur.

Der Blutverlust bei einer Milzruptur ist mit 1 500–2 000 ml lebensbedrohlich und führt zum **hämorrhagischen Schock**.

Einzeitige Milzruptur: Symptome

Die einzeitige Milzruptur verursacht sofort **starke Schmerzen** und einen anfangs lokalen, später **generalisierten Abwehrschmerz**, da Milzparenchym und Milzkapsel unmittelbar durch die Verletzung zerreißen. Die lebensbedrohliche Blutung kann unmittelbar in die freie Bauchhöhle gelangen.

Zweizeitige Milzruptur: Symptome

Bei der zweizeitigen Milzruptur bildet sich dagegen durch einen **subkapsulären Einriss** zuerst ein **Hämatom** zwischen Milzoberfläche und Milzkapsel. Die Milzkapsel bleibt anfangs unverletzt. Die Blutung im Milzparenchym gelangt nicht in die freie Bauchhöhle, da die Milzkapsel nicht zerreißt und die Blutung scheinbar zum Stillstand kommt. Die bestehende **Sickerblutung** kann sich über Stunden oder Tage fortsetzen, bis sich der zunehmende Druck auf die Milzkapsel von innen entlädt, diese sekundär zerreißt und sich die Blutung anschließend in die freie Bauchhöhle fortsetzt.

Therapie

Eine umgehende operative Blutstillung in der Klinik ist angezeigt. Zu den einzelnen Therapiemaßnahmen [Kap. 31.4.2](#).

Schlagwort

Milzruptur

Ursachen

- Stumpfe oder spitze Gewalteinwirkung auf den linken Oberbauch
- Einzeitige Milzruptur
- Zweizeitige Milzruptur

## Symptome

- Prellmarken an der Bauchwand
- Abwehrspannung und Schmerzen im linken Oberbauch
- Schonhaltung durch Anwinkeln der Beine
- Zunahme der Atemfrequenz (Tachypnoe)
- Flache Atmung (Schonatmung)
- Schockzeichen: erhöhte Atemfrequenz; feuchte, kalte, blasse Haut; Lippen- und Akrenzyanose; verzögerte Rekapillarisation; peripher schlechter tachykarder Puls

## Maßnahmen

### **Monitoring**

- AF, SpO<sub>2</sub>, Rekapillarisationszeit, Puls (peripher/zentral), RR, BZ, GCS, EKG, Temperatur

### **Basismaßnahmen und Lagerung**

- Freimachen und Freihalten der Atemwege
- Flachlagerung
- O<sub>2</sub>-Gabe über Maske mit Reservoir 15 l/Min.
- Bewusstseinsklarer Patient: Lagerung in flacher Rückenlage mit Knierolle
- Bewusstloser Patient: stabile Seitenlage; frühzeitige Intubation anstreben.
- Offene Wunden nur steril abdecken, Fremdkörper in Wunde belassen.
- Wärmeerhalt und Beruhigung des Patienten
- Ess-, Trink- und Rauchverbot des Patienten

### **Erweiterte Maßnahmen**

- i. v. Zugänge entsprechend Venenstatus und ggf. Laborblutentnahme
- „Load, go and threat.“
- Gegebenenfalls Intubation und Beatmung

## Medikamente und Dosierungsempfehlungen

- Analgosedierung: 0,1 mg Fentanyl<sup>®</sup> i. v. und 2–5 mg Dormicum<sup>®</sup> i. v.
- Volumentherapie: balancierte Vollelektrolytlösung; permissive Hypotonie
- Narkoseeinleitung und Intubation mit Propofol<sup>®</sup> (kein Trapanal<sup>®</sup> wegen RR-Abfall) und Fentanyl<sup>®</sup>/Dormicum<sup>®</sup>
- Bei extremer Kreislaufdepression: Einsatz von Arterenol<sup>®</sup> i. v. zur Volumengabe
- Operative Blutstillung nur in der Klinik möglich!

## Leberruptur

Verletzungen der Leber entstehen durch stumpfe Gewalteinwirkung auf die **rechte untere Thoraxseite**, meist mit Rippenverletzungen, oder auf die rechte Oberbauchregion, bevorzugt im Rahmen einer Mehrfachverletzung. Meistens ist dabei der größere, rechte Leberlappen betroffen. Isolierte Leberverletzungen sind selten. Die **geschlossene (subkapsuläre) Leberruptur** bleibt anfangs auf das Leberparenchym beschränkt und führt über Oberbauchschmerzen und Abwehrspannung zum langsam beginnenden Schock. Bei Leberverletzungen, die offen und frei bluten, resultiert die Lebensbedrohung unmittelbar aus der umfangreichen Blutung in die Bauchhöhle (bis 4 000 ml Blutverlust) und der Ausbildung des hämorrhagischen Schocks.

## Therapie

Nur eine schnellstmögliche **operative Blutstillung** vermag das Leben des Patienten zu retten. Bei einer frühzeitigen operativen Versorgung liegt die Letalität bei 30 %, bei zeitverzögerter

## Schlagwort

# Leberruptur

## Ursachen

- Stumpfe oder spitze Gewalteinwirkung auf den rechten Oberbauch

## Symptome

- Prellmarken an der Bauchwand
- Abwehrspannung und Schmerzen im rechten Oberbauch
- Schonhaltung durch Anwinkeln der Beine
- Zunahme der Atemfrequenz (Tachypnoe)
- Flache Atmung (Schonatmung)
- Schockzeichen: erhöhte Atemfrequenz; feuchte, kalte, blasse Haut; Lippen- und Akrenzyanose; verzögerte Rekapillarisation; peripher schlechter tachykarder Puls

## Maßnahmen

### **Monitoring**

- AF, SpO<sub>2</sub>, Rekapillarisationszeit, Puls (peripher/zentral), RR, BZ, GCS, EKG, Temperatur

### **Basismaßnahmen und Lagerung**

- Freimachen und Freihalten der Atemwege
- Flachlagerung

- O<sub>2</sub>-Gabe über Maske mit Reservoir 15 l/Min.
- Bewusstseinsklarer Patient: Lagerung in flacher Rückenlage mit Knierolle
- Bewusstloser Patient: stabile Seitenlage; frühzeitige Intubation anstreben.
- Offene Wunden nur steril abdecken, Fremdkörper in Wunde belassen.
- Wärmeerhalt und Beruhigung des Patienten
- Ess-, Trink- und Rauchverbot des Patienten

### **Erweiterte Maßnahmen**

- i. v. Zugänge nach Venenstatus und ggf. Laborblutentnahme
- „Load, go and threat.“
- Gegebenenfalls Intubation und Beatmung

### **Medikamente und Dosierungsempfehlungen**

- Analgosedierung: 0,1 mg Fentanyl<sup>®</sup> i. v. & 2–5 mg Dormicum<sup>®</sup> i. v.
- Volumentherapie: balancierte Vollelektrolytlösung; permissive Hypotonie anstreben.
- Narkoseeinleitung und Intubation mit Propofol<sup>®</sup> (kein Trapanal<sup>®</sup> wegen RR-Abfall) und Fentanyl<sup>®</sup>/Dormicum<sup>®</sup>
- Bei extremer Kreislaufdepression: Einsatz von Arterenol<sup>®</sup> i. v. zur Volumengabe

Operative Blutstillung nur in der Klinik möglich!

### **Pankreasverletzungen**

Verletzungen der Bauchspeicheldrüse sind eher **selten** und präklinisch nicht zu diagnostizieren. Sie seien der Vollständigkeit wegen aufgeführt. Die Pankreasverletzung ist eine Abdominalverletzung mit aufgeschobener Dringlichkeit. Die Versorgung kann nur klinisch erfolgen. Die Prellung (Kontusion) oder Quetschung (Kompression) des Pankreas ohne Ruptur erfordert i. d. R. keine zielgerichtete Therapie. Parenchymeinrisse oder Rupturen des Pankreas führen jedoch zur Freisetzung von in der Bauchspeicheldrüse produzierten Verdauungsenzymen.



Die **Pankreasenzyme** fließen in die Bauchhöhle ab und führen zu einer Andauung körpereigener Strukturen. Die Letalität liegt in diesen Fällen bei über 30 %.

## Verletzungen von Magen und Darm

Im Rahmen abdomineller Verletzungen kann es zur **Eröffnung (Perforation)** von Magen oder Darmabschnitten kommen. Ein voller Magen begünstigt die Perforation. Die Eröffnung des Dünndarms kann direkte Folge der stumpfen Gewalteinwirkung sein oder aber erst nach Tagen als **sekundäre Perforation** auftreten, wenn die beim Unfall gequetschte Darmwand teilweise abstirbt (**Darmwandnekrose**) und anschließend aufbricht. Dickdarmverletzungen sind häufiger Folgen penetrierender Bauchtraumen (z. B. Stichverletzungen). Eine Perforation führt jeweils zum Austritt von Magen- oder Darminhalt in die freie Bauchhöhle mit Ausbildung einer **Bauchfellentzündung (Peritonitis)**. Besonders bei Eröffnung des stark keimbesiedelten Dickdarms kommt es zu einer kotigen Peritonitis.

## Mesenterialeinrisse

Dünn- und Dickdarm sind an **Mesenterien**, die Gefäße und Nerven zum Darm führen und dem Darm Halt geben, aufgehängt. Abdominelle Verletzungen können zu einem Mesenterialeinriss mit Blutungen aus verletzten Darmgefäßen in die freie Bauchhöhle und zur Ausbildung eines **hämorrhagischen Schocks** führen. Die sekundäre Verletzungsfolge ist die Unterversorgung der abhängigen Darmteile (**Darmischämie**).

## Zwerchfellruptur

Die Zwerchfellruptur als Begleitverletzung im Rahmen von Mehrfachverletzungen ist relativ selten, man findet sie in ca. 3 % d. F. Durch stumpfe Gewalteinwirkung auf den Bauch kommt es zu Einrissen im Zwerchfell. Durch den Sog der Atmung verlagern sich die Baueingeweide durch die Öffnung im Zwerchfell in den Brustkorbbereich (**Prolaps**). Diese Verletzung kommt gehäuft (90 %) auf der linken Körperseite vor, denn das rechte Zwerchfell wird durch die breit anliegende Leber gut geschützt. Durch die Verlagerung der Bauchorgane (**Enterothorax**) wird die Lunge komprimiert. Der Patient erleidet eine Atemnot mit Zyanose und Dyspnoe. Das

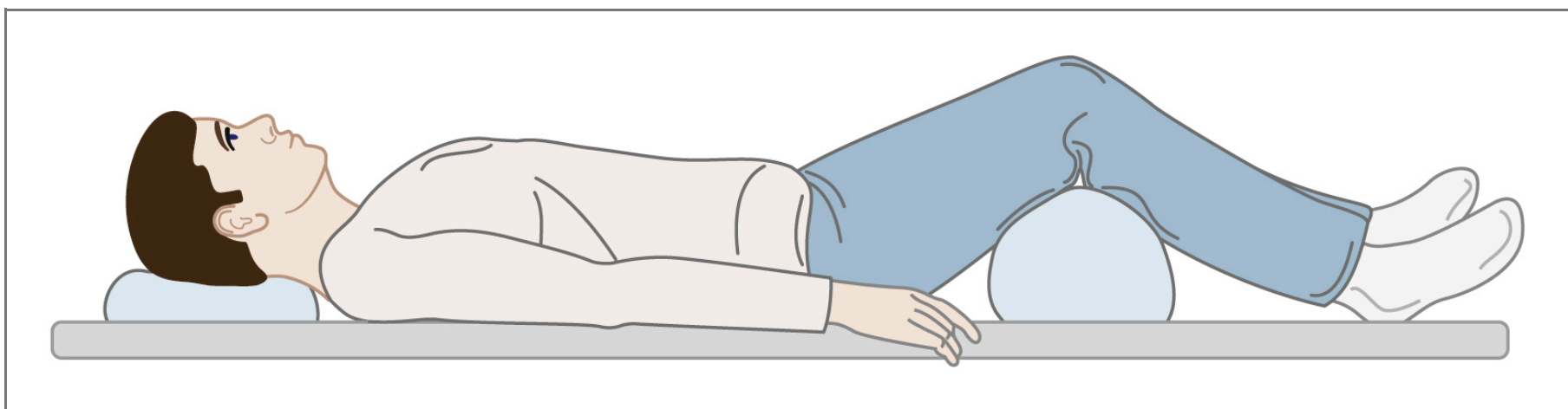
klinische Bild ist von einem Hämato-pneumothorax nur schwer zu unterscheiden. Hinweise für eine Zwerchfellruptur können Thoraxschmerzen mit Ausstrahlung in die Schulter sein, gelegentlich können Darmgeräusche über dem Thorax auskultiert werden. Es gilt, an diese Verletzung zu denken, denn beim Polytrauma stehen i. d. R. andere Verletzungen im Vordergrund.

## 31.4.2 Therapie der Verletzungen des Abdomens

Die **Basismaßnahmen** in der Therapie der intraabdominellen Verletzungen umfassen neben der Sicherung der Vitalfunktionen und deren Monitoring (AF, Pulsoxymetrie, Rekapillarierungszeit, Blutdruck und Puls) die Lagerung des Patienten in Abhängigkeit vom Bewusstseinszustand. Die Maßnahmen müssen zügig und zielgerichtet erfolgen.

Bewusstlose Patienten werden in stabile Seitenlage verbracht und eine zügige Intubation ist anzustreben. Bewusstseinsklare Patienten in Rückenlage mit Knierolle und Unterpolsterung des Kopfes gelagert ([Abb. 31.23](#), Kap. 25.1.5). Über eine Sauerstoffmaske oder eine O<sub>2</sub>-Maske mit Reservoir wird Sauerstoff verabreicht. Der Kreislauf muss ständig überwacht werden. Bei offenen Bauchverletzungen werden die Wunden nur steril abgedeckt. Fremdkörper werden in der Wunde belassen, da sie verletzte Gefäße komprimieren und dadurch einen Volumenmangelschock verhindern können.

Rückenlage mit Knierolle und Unterpolsterung des Kopfes [L231]



Die **erweiterten Maßnahmen** umfassen die Anlage venöser Zugänge entsprechend des Venenstatus, um eine permissive Hypotonie anzustreben.

Merke

Bei Verletzungen des Abdomens können innerhalb kurzer Zeit große Blutmengen in die freie Bauchhöhle fließen.

Bei drohender oder bereits eingetretener Bewusstlosigkeit oder weiter bestehender Kreislaufinstabilität erfolgt die frühzeitige Intubation und Beatmung, um die durch den Schock drohende Gewebehypoxie zu unterbinden (Kap. 32.1).

## Achtung

Im Volumenmangelschock kein Trapanal<sup>®</sup> verabreichen.

Da die endgültige Kreislaufstabilisierung eines Patienten mit intraabdomineller Blutung nur operativ in der Klinik erfolgen kann, ist nach Sicherung der Vitalfunktionen jeder weitere **Zeitverlust** am Unfallort zu **vermeiden**. Nach Durchführung oben genannter Maßnahmen erfolgt der Transport des Patienten in die nächstgelegene Klinik mit chirurgischer Abteilung. Die Zielklinik muss über das Verletzungsbild unbedingt vorab informiert werden. Dadurch soll gewährleistet werden, dass einerseits in der Notaufnahme des Zielkrankenhauses neben dem Chirurgen und dem Anästhesisten auch ein Radiologe mit einem Ultraschallgerät rechtzeitig bereitsteht, um die Verdachtsdiagnose noch im Schockraum zu bestätigen und andererseits frühzeitig Vorbereitungen für eine Notoperation getroffen werden können. Andere Verletzungen des Patienten, die evtl. spezieller Untersuchungs- und Behandlungsverfahren bedürfen (z. B. CT des Schädels), müssen zurückstehen.

Bei abdominalen Verletzungen mit aufgeschobener Dringlichkeit (d. h. keine intraabdominelle Blutung) muss die **Schmerzbekämpfung** durch die Gabe von Analgetika sichergestellt werden. Der Schmerz hat durch die Ausschüttung bestimmter Hormone (z. B. Katecholamine) einen negativen Einfluss auf die Gesamtsituation des Patienten. Die Argumentation, dass durch die Gabe von Schmerzmitteln die Untersuchungsmöglichkeiten des Arztes in der Klinik reduziert würden (z. B. könne der Patient die Bauchschmerzen nicht mehr lokalisieren), greift heutzutage nicht mehr. Die neuen apparativen Untersuchungsverfahren, insbesondere die Sonografie und

CT-Spiral-Untersuchungen, ermöglichen es, das Abdomen auch beim analgesi-erten Patienten umfangreich zu beurteilen. Dies entbindet den Notarzt jedoch nicht von seiner Aufgabe, einen genauen Untersuchungsbefund des Abdomens vor der Schmerzmittelgabe zu erheben und zu dokumentieren.

## Merke

Bei anderweitig nicht erklärbarer Hypotension an abdominelle Blutungen denken.

## 31.5 Verletzungen der Wirbelsäule

**Frakturen** und **Luxationen** der Wirbelsäule werden durch direkte oder indirekte Gewalteinwirkung verursacht. Bei einem Teil der Wirbelsäulenverletzungen wird neben Verletzungen der knöchernen Struktur das Rückenmark direkt in Mitleidenschaft gezogen. In vielen Fällen bestehen zusätzliche Verletzungen von Schädel und Hirngewebe oder eine Polytraumatisierung, die eine vordringliche Sicherung der Vitalfunktionen erfordern. Leider ist die Wirbelfraktur der in der Notfallrettung am häufigsten übersehene Knochenbruch. Daher ist eine gezielte körperliche Untersuchung der gesamten Wirbelsäule zumindest durch Inspektion, Abtasten und eine auf Funktionsverlust zielende neurologische Analyse durchzuführen. Das Rettungsfachpersonal muss zusätzlich den **Unfallmechanismus (Kinematik)** beachten und bewerten, da dieser in vielen Fällen bereits Hinweise auf eine Wirbelsäulenfraktur birgt (Kap. 15.5).

### Symptome

Typische Symptome einer Wirbelverletzung werden häufig übersehen oder sind nicht sicher zu erheben. Die **Leitsymptome** der Verletzung der Wirbelsäule sind:

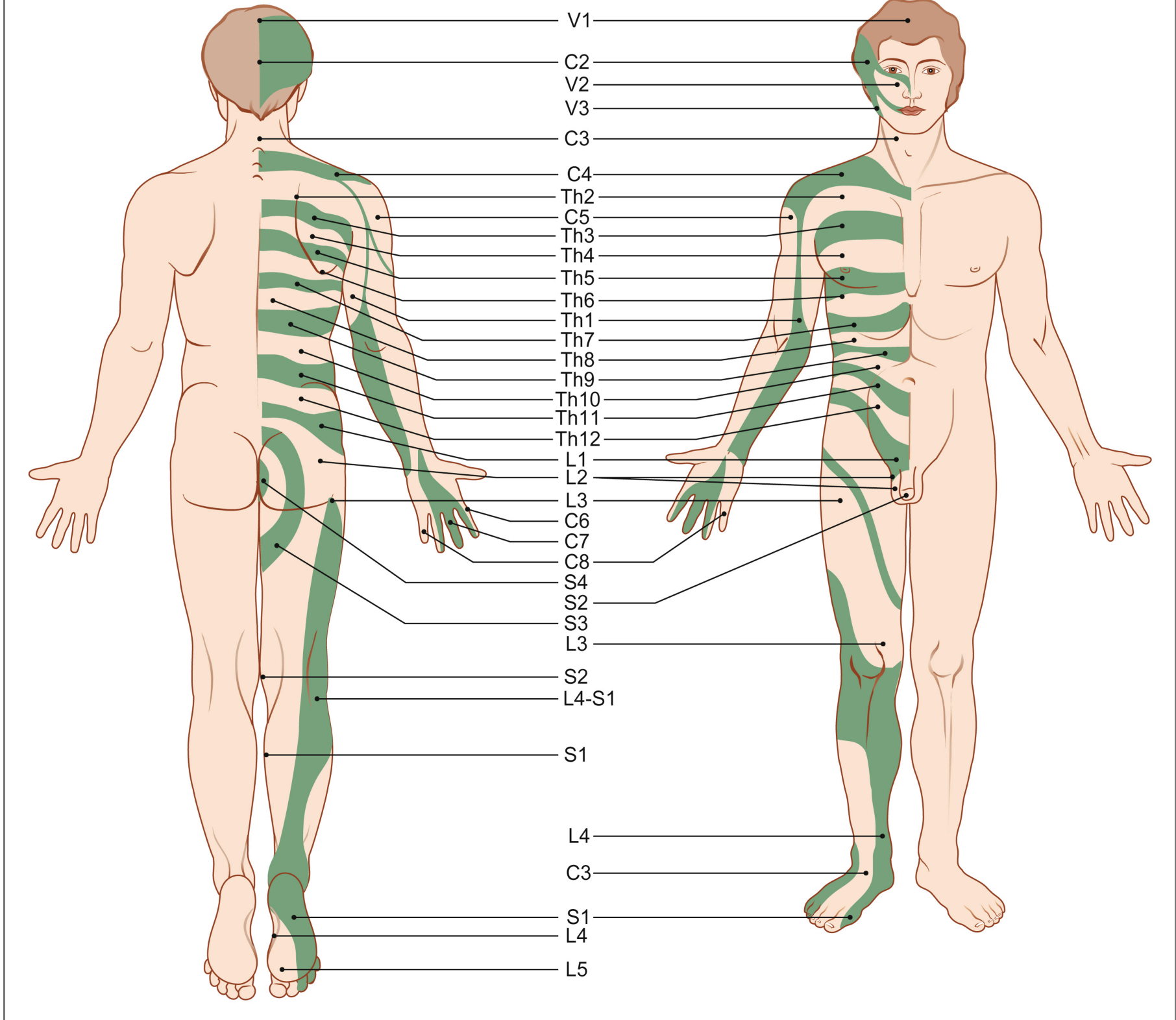
- Sensibilitätsstörungen
- Schmerzen im Wirbelsäulenbereich

- Subjektive motorische Schwächen
- Objektivierbare motorische und sensorische Ausfälle

Häufig treten die Verletzungen der Wirbelsäule bei Auffahrunfällen, Unfällen mit Motorrädern, Abstürzen aus großer Höhe und Badeunfällen auf. Der Verdacht einer Wirbelsäulenverletzung besteht grundsätzlich bei Vorliegen von **Sensibilitätsausfall, Sensibilitätsstörung** oder **motorischen Bewegungseinschränkungen** im Bereich von Armen und/oder Beinen.

Aufgrund des Ausfalls motorischer oder sensibler Funktionen kann anhand des **Innervationsmusters** eine **Höhenlokalisierung** erfolgen (Tab. 31.1, Abb. 31.24). Bei Patienten ohne neurologische Symptome sind oftmals Fraktur buckel, Prellmarken und Hämatome, Rückenschmerzen und gürtelförmige Schmerzen Hinweise auf einen möglichen Wirbelsäulenschaden. Liegt bereits ein Schaden des Rückenmarks vor, so kommt es unterhalb der Schädigung zu einem Ausfall aller zentral gesteuerten Impulse, zum **spinalen oder neurogenen Schock** (Kap. 32.6).

Nervensegmente des Rückenmarks [L126]



Lokalisation der Wirbelsäulenverletzung

Tab. 31.1

Mobilität des Patienten	Betroffenes Segment
<b>Der Patient kann nicht atmen.</b>	C2–C4 (Zwerchfell)
<b>Der Patient kann nicht die Schulter heben.</b>	C3–C6 (Schultergürtel)
<b>Der Patient kann nicht die Arme heben.</b>	C4–C7 (Armmuskulatur)
<b>Der Patient kann nicht die Unterarme heben.</b>	C5–C7 (die Hände bewegen)
<b>Der Patient kann nicht die Hände bewegen.</b>	C6–C7 (Handmuskulatur)
<b>Der Patient kann nicht die Beine bewegen.</b>	unterhalb Th1

Die Schäden betreffen die Motorik, Sensibilität, Reflexe, Gefäß- und Wärmeregulation sowie die Blasen- und Darmfunktion. Das Herz zeigt bei Unterbrechung der Innervation häufig Bradykardien, gelegentlich treten auch Asystolien auf. Bei einem Querschnitt im Bereich des thorakalen Rückenmarks kommt es zur **Paraplegie**. Ist das Rückenmark des Halses betroffen, so liegt eine **Tetraplegie** vor. Querschnittslähmungen oberhalb des vierten Halswirbels (C4) bewirken eine Zwerchfelllähmung und damit einen Atemstillstand.

## Merke

„Three, four, five keeps the diaphragm alive.“

Besonders bei bewusstlosen Patienten im Zusammenhang mit einem Unfallereignis ist eine **Wirbelsäulenverletzung** grundsätzlich nicht auszuschließen. Da bewusstlose Patienten aber im Rahmen der Notfalluntersuchung keine Angaben zu Symptomen machen können, sind Patienten mit Verletzungen der Wirbelsäule in besonderem Maße der Gefahr einer sekundären Rückenmarksschädigung ausgesetzt. Sie kann durch unzureichende Rettungs-, Lagerungs- und Transportmaßnahmen entstehen und ist oft irreversibel.

Trotzdem müssen Immobilisationsmaßnahmen auch kritisch betrachtet werden.

Wissenschaftliche Studien der letzten 25 Jahre zeigen ein heterogenes Bild bezüglich des Benefits. Es lassen sich demnach Kernaussagen zusammenfassen, die es nach derzeitigem Wissenstands zu beachten gilt:

- Die **Vakuummatratze** bietet eine bessere Ganzkörper-Immobilisation als das Spineboard.
- Die alleinige Anwendung einer HWS-Orthese führt zu keiner ausreichenden Immobilisation der Halswirbelsäule. Das kann nur mit einer **Ganzkörper-Immobilisation** erreicht werden.
- Die **HWS-Orthese** bewirkt keinen zusätzlichen Benefit, wenn der Patient Ganzkörper-immobilisiert wird.
- Das Anwenden einer **HWS-Orthese** kann zu einem **erhöhten ICP** und **erschwertem Atemwegsmanagement** führen. Bei Patienten mit speziellen chronischen Erkrankungen des Bewegungsapparats (z. B. Morbus Bechterew) kann die HWS-Orthese die neurologische

Symptomatik massiv verschlimmern.

- Durch die Ganzkörper-Immobilisation auf dem **Spineboard** kann es zu Schmerzen im Rücken, zur Einschränkung der Ventilation, zur Zeitverzögerung und zur erhöhten Mortalität kommen. Darüber hinaus wird die klinische Beurteilung des Patienten durch zusätzliche Schmerzen im Rückenbereich erschwert.

Als hilfreiches Tool zur Entscheidung zur Immobilisierung stehen die **NEXUS-Kriterien** zur Verfügung.

## Merke

### NEXUS-Kriterien

1. Fehlender Druckschmerz über der Mittellinie der Halswirbelsäule
2. Kein fokal-neurologischer Ausfall
3. Keine Vigilanzminderung – GCS 15
4. Keine Hinweise auf Intoxikation
5. Keine weiteren von der HWS-Verletzung ablenkende Verletzung

## Merke

**„If in doubt, immobilize!“**

Im Zweifelsfall immer immobilisieren!

Therapie



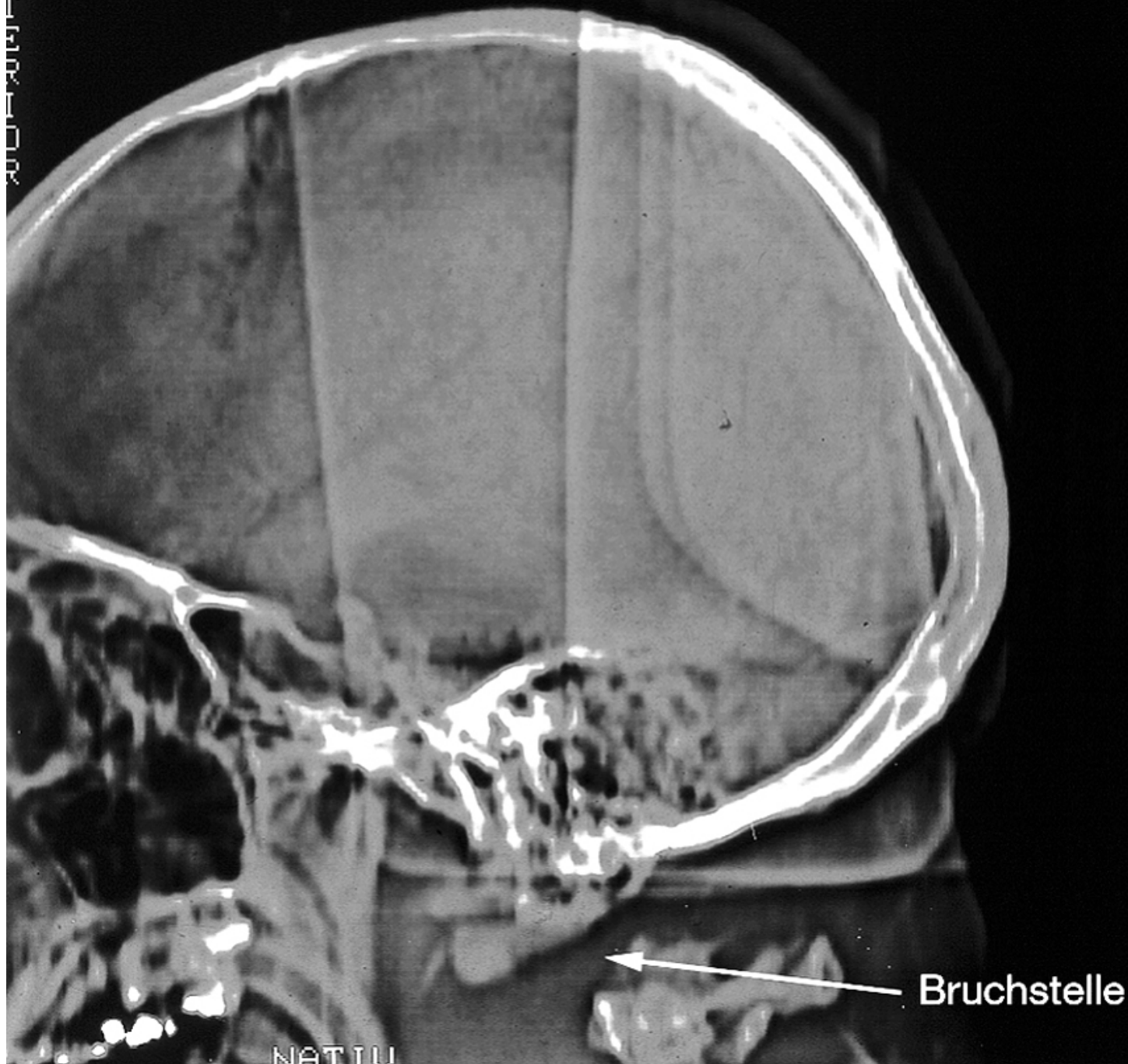
Aufgrund der schweren Komplikationen einer nicht erkannten oder falsch behandelten Wirbelsäulenverletzung ist eine **richtige und sachgerechte Versorgung** durch das Rettungsfachpersonal und den Notarzt bei jedem für Verletzungen der Wirbelsäule verdächtigen Unfallmechanismus zu fordern. Hierfür stehen Geräte (Stifneck<sup>®</sup>-, Combi-Carrier<sup>®</sup>-, KED<sup>®</sup>-System, Spineboard, Vakuummatratze und Schaufeltrage) zur Verfügung, die mit einfachen Mitteln bei leichter Handhabung ein ausreichendes Maß an Stabilität vermitteln. Zu den einzelnen Therapiemaßnahmen [Kap. 31.5.3](#).

### 31.5.1 Frakturen der Wirbelsäule

Typische Verletzungen der **Halswirbelsäule** sind Kompressions- und Luxationsfrakturen.

Bei der **Kompressionsfraktur** stürzen die Patienten mit den Füßen voraus, dabei werden die Stauchungskräfte auf die Wirbelsäule übertragen. Bei **Luxationsfrakturen** wirken die Kräfte durch Flexion und Hyperflexion (**Peitschenhiebmechanismus**). Die schlimmste Unfallfolge einer Halswirbelfraktur ist dabei die Durchtrennung des Rückenmarks, ([Abb. 31.25](#)). Daher ist bereits bei weniger gravierenden Verletzungen (z. B. HWS-Schleudertrauma) die **Stabilisierung der Halswirbelsäule** zu fordern, um einer Verschlimmerung der Verletzung nicht Vorschub zu leisten. Eine alleinige Immobilisierung der Halswirbelsäule schadet allerdings mehr als sie Nutzen bringt. Deshalb muss stets eine **Ganzkörper-Immobilisierung** gefordert werden, wenn die Entscheidung zu Immobilisation des Patienten gefallen ist.

C2-Trauma [M235]



## Achtung

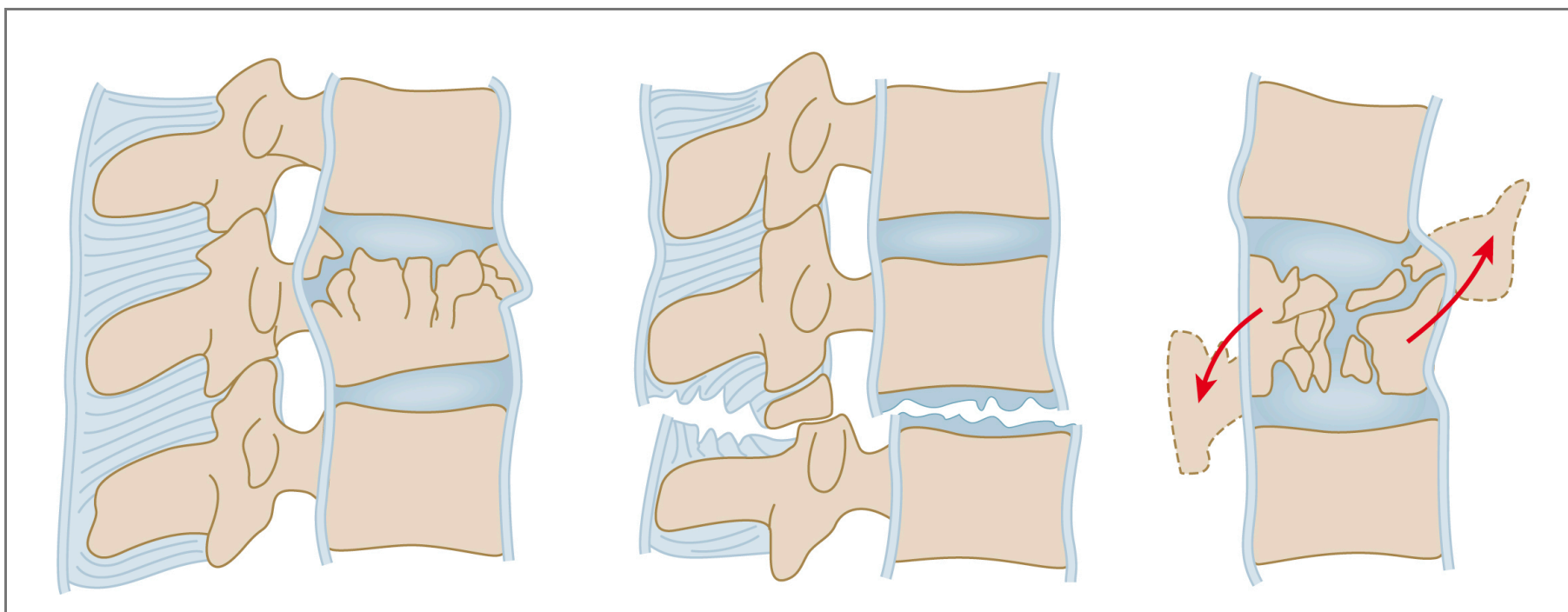
Die sachgerechte Immobilisation der Halswirbelsäule bedeutet stets eine Ganzkörper-Immobilisation.

Der Bereich der **Brustwirbelsäule** ist bei Wirbelsäulenverletzungen nach der Lendenwirbelsäule am häufigsten betroffen. Eine deutliche Häufung zeigt dabei die Verletzung des thorakolumbalen Übergangs (Th12/L1). Typische Verletzungen der Brust- oder **Lendenwirbelsäule**, ([Abb. 31.26](#), [Abb. 31.27](#)) sind Stauchungsfrakturen (Kompressionsfraktur), Drehfrakturen (Torsionsfraktur) durch Drehung eines Teils der Wirbelsäule bei gleichzeitig

feststehendem Körper und Scherungsfrakturen bei Einwirkung zweier entgegengesetzter, in paralleler Richtung wirkender Kräfte (Schubfraktur).

## Frakturarten der Wirbelsäule

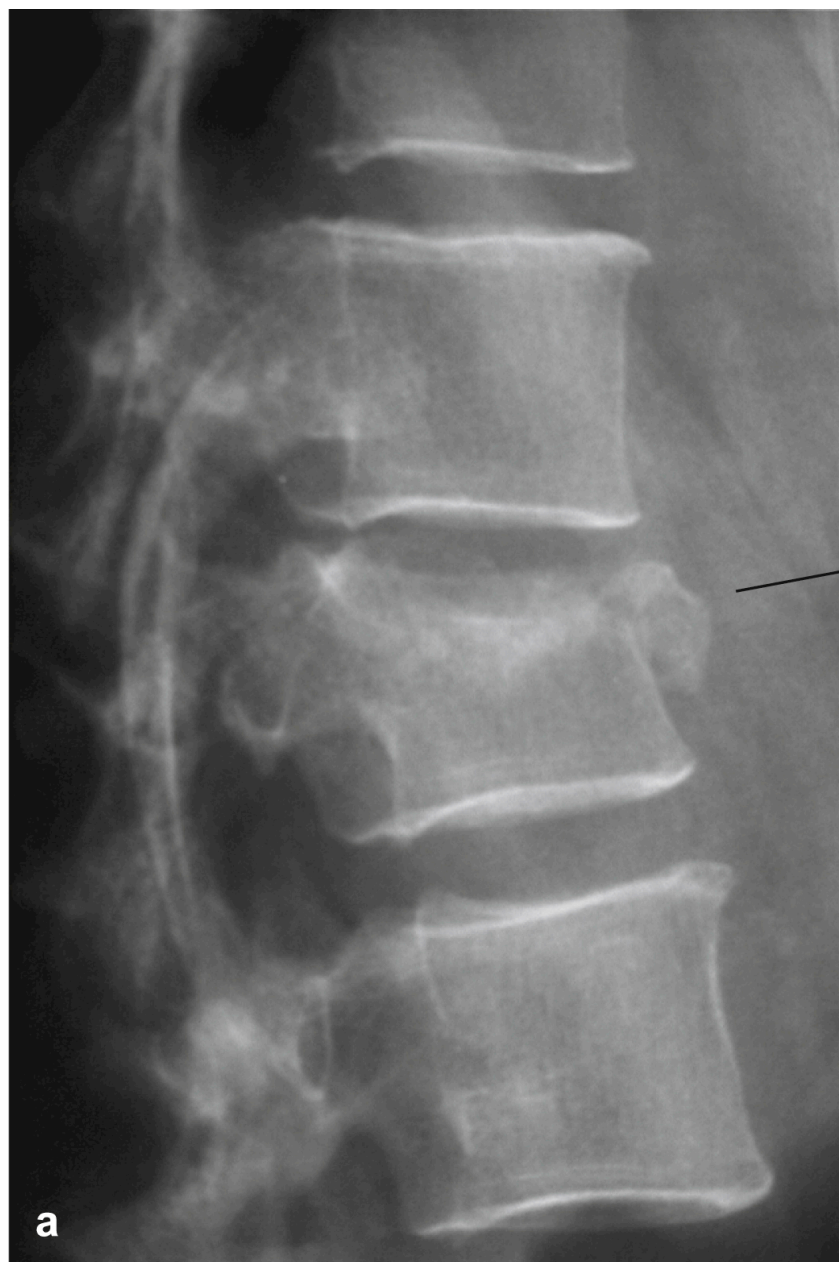
**a)** Kompressionsfraktur, **b)** Luxationsfraktur, **c)** Schubfraktur [L231]



## Fraktur von LWK1

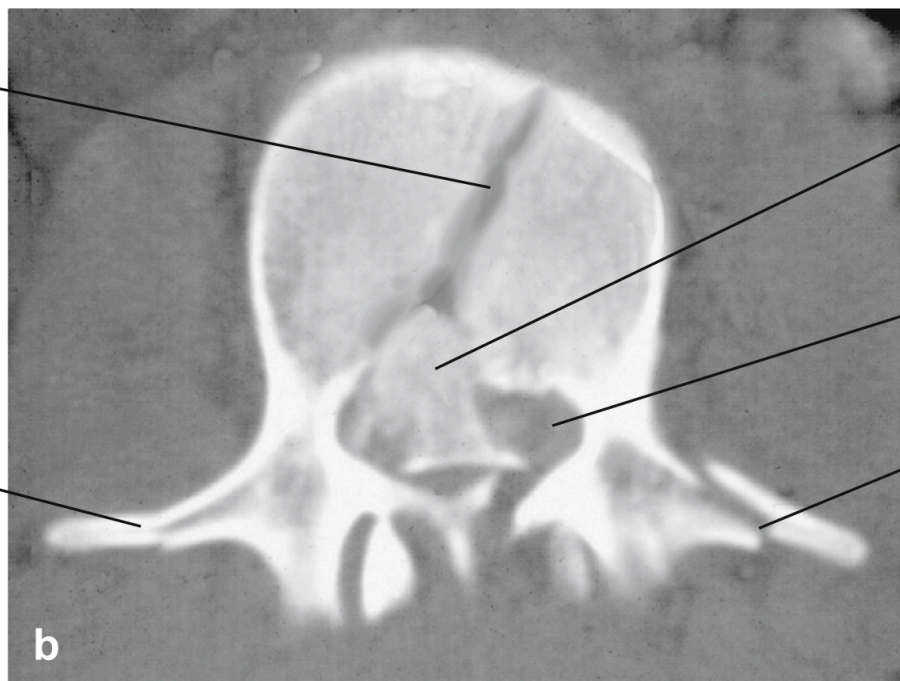
1. Die Vergrößerung des Röntgenbilds zeigt eine instabile Fraktur von LWK1.
2. Die Computertomografie beim selben Patienten zeigt eine instabile Fraktur des Wirbelkörpers mit Ausbruch eines großen Fragments aus der Wirbelkörperhinterkante in den Spinalkanal. Zusätzlich sind Brüche beider Querfortsätze sichtbar.

[E287]



Fraktur LWK 1

a



Korpusfraktur

Wirbelkörper-  
fragment

Spinalkanal

Querfortsatz-  
fraktur

Querfortsatz-  
fraktur

b

## 31.5.2 Verletzungen des Rückenmarks

Verletzungen des Rückenmarks werden nach ihrer Schwere unterteilt.

Rückenmarkerschütterung (Commotio spinalis)

Die Erschütterung des Rückenmarks erfolgt durch kurzfristige indirekte Gewalteinwirkung auf die Wirbelsäule und den Spinalkanal. Es kommt zu **flüchtigen neurologischen Funktionsstörungen** (z. B. kurzzeitige reversible Parästhesien) ohne morphologische Veränderungen. Klinisch ist eine vollständige Wiederherstellung zu erwarten.

### Rückenmarksprellung (Contusio spinalis)

Die Prellung des Rückenmarks führt zu unmittelbar nach dem Trauma auftretenden neurologischen Ausfällen, die sich manchmal verzögert und oft nur noch unvollständig zurückbilden. Es finden sich häufig **morphologische Veränderungen** (z. B. ein spinales Ödem oder kleine Hämorrhagien), die i. d. R. zu dauerhaften neurologischen Ausfällen führen.

### Rückenmarksquetschung (Compressio spinalis)

Die Quetschung des Rückenmarks erfolgt durch **Fragment- oder Segmentverschiebungen** im Rahmen von instabilen Frakturen oder als Folge raumfordernder Prozesse (z. B. epidurale Blutung) im Spinalkanal ([Abb. 31.27](#)). Die Funktionsstörung des gequetschten Areals ist **irreversibel**, da Rückenmarksstrukturen durch die Verletzung zerstört werden. Es kommt zur Ausbildung von Paresen oder Plegien.

## 31.5.3 Therapie der Wirbelsäulenverletzungen

Das Rettungsfachpersonal darf nicht übereilt handeln, sondern muss wenige, aber wichtige Änderungen im Rahmen der Überprüfung und Sicherung der Vitalfunktionen beachten. Ein Überstrecken des Halses zur Atemkontrolle und Freihalten der Atemwege muss zur Vermeidung einer weiteren Verletzungsgefahr unterbleiben. Als Alternative für die Atemkontrolle oder das Freimachen der Atemwege gilt der **Esmarch-Handgriff** („**Trauma-Chinlift**“, Kap. 18.1.5). Durch ihn wird der Zungengrund angehoben, ohne dass es zur Überstreckung der Halswirbelsäule kommt.

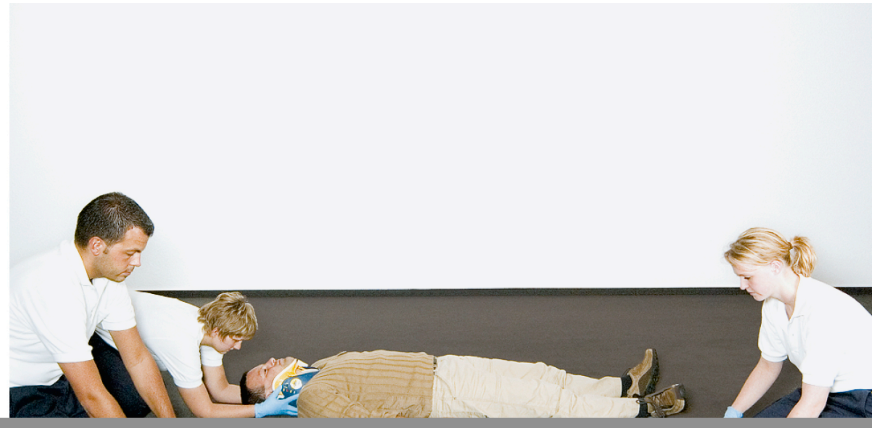
Zur Sicherung der Vitalfunktion „Kreislauf“ ist zu beachten, dass die klassische Schocklage beim wirbelsäulenverletzten Patienten nicht angewandt werden darf. Es empfiehlt sich auch hier, den Patienten flach zu lagern.

Die wichtigste **Basismaßnahme** neben der Sicherung der Vitalfunktionen ist die korrekte Lagerung (Immobilisierung) des Patienten (Tab. 31.2, Abb. 31.28 und Abb. 31.29). Sie erfolgt grundsätzlich auf einer harten Unterlage (z. B. Spineboard<sup>®</sup>, Combi-Carrier<sup>®</sup>) oder auf einer Vakuummatratze (Abb. 31.30). Der Patient wird immer in flacher Rückenlage gelagert. Die einzelnen Immobilisationsdevices bieten individuell Vor- und Nachteile, die es bei der Auswahl zu berücksichtigen gilt. So ist das **Spineboard**<sup>®</sup> eine meist sehr schnelle Möglichkeit einen Patienten zu immobilisieren, führt aber auch dazu, dass der Patient sehr schnell durch die harte Lagerung zusätzliche Schmerzen verspürt und u. U., v. a. bei geriatrischen Patienten, Druckulzerationen erleidet. Die **Vakuummatratze** ist eine der schonendsten Immobilisationsgeräte. Sie benötigt aber vergleichsweise sehr viel mehr Zeit zur Vorbereitung und Anlage an der Einsatzstelle.

Anlegen eines Stifneck<sup>®</sup> [P151]



Handhabung der Schaufeltrage [J747]

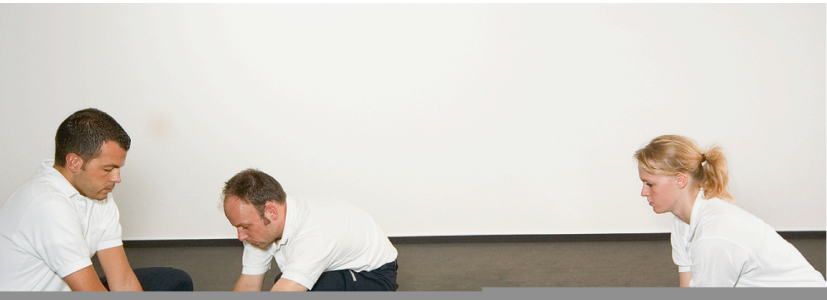


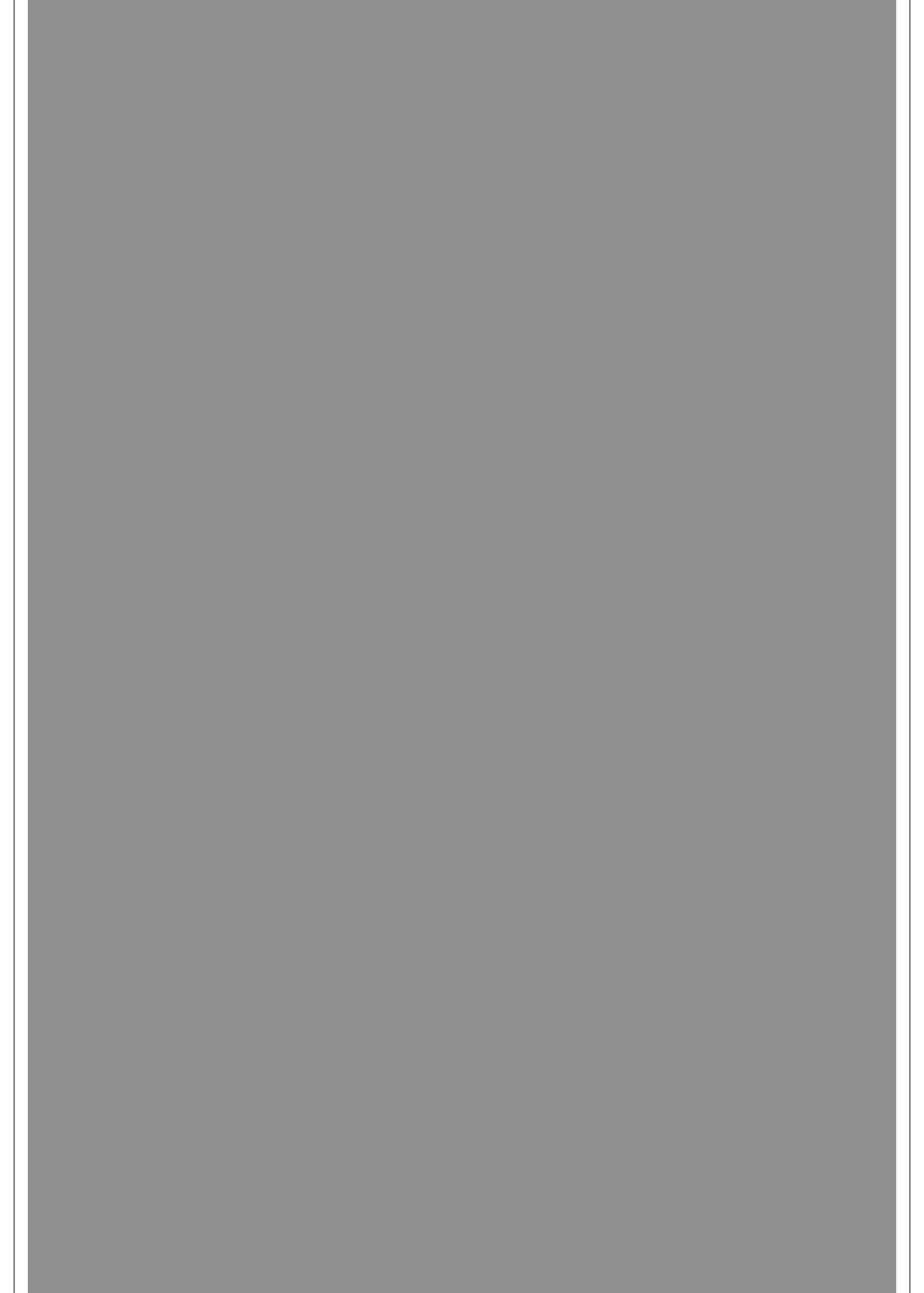






Komplette Immobilisation durch Einsatz der Vakuummatratze [J747]







Hilfsmittel zur Rettung, Immobilisation und zum Transport wirbelsäulenverletzter Patienten

Tab. 31.2

Verletzungsbereich	Hilfsmittel
<b>Immobilisation der HWS</b>	(Stifneck® in Kombination mit) Spineboard, Vakuummatratze oder Combi-Carrier®
<b>Immobilisation der BWS oder LWS</b>	(Stifneck® in Kombination mit) Spineboard, Vakuummatratze oder Combi-Carrier®
<b>Immobilisation des gesamten Körpers</b>	(Stifneck® in Kombination mit) Spineboard, Vakuummatratze oder Combi-Carrier®

Bei **bewusstlosen, an der Wirbelsäule verletzten** Patienten muss die **stabile Seitenlage** solange vermieden werden, wie durch Unterhalten einer Absaugbereitschaft die Gefahr ausgeschlossen werden kann, dass der Patient aspiriert. Erst wenn dies nicht möglich ist, darf der Patient auf die Gefahr hin, eine Wirbelsäulenverletzung zu verschlimmern, in die stabile Seitenlage gebracht werden, denn die Sicherung der Vitalfunktion Atmung steht im Vordergrund der Maßnahmen und sichert dem Patienten das Überleben.

## Merke

**Sicherung der Vitalfunktionen** hat immer Vorrang vor der Vermeidung von Wirbelerletzungen.

Besteht der Verdacht auf eine Schädigung der Halswirbelsäule, wird zur **Stabilisierung** mit zwei Helfern eine Halskrawatte (Stifneck<sup>®</sup>, [Abb. 31.28](#)) angelegt. Beim Umlagern ([Abb. 31.29](#)) muss jede Bewegung der Wirbelsäule, insbesondere ein Abknicken, vermieden werden. Es muss auch nach Anlage einer HWS-Orthese eine manuelle In-Line-Fixierung durchgeführt werden. Weitere Basismaßnahmen sind die ständige Überwachung von Blutdruck, Puls, Sauerstoffsättigung und EKG (drohender spinaler Schock) sowie die Kontrolle der Atmung und des Atemtyps (aufsteigende Lähmung mit Gefahr des Atemstillstands).

## Achtung

Die **stabile Seitenlagerung** ist bei Verletzungen der Wirbelsäule kontraindiziert, es sei denn, andere Möglichkeiten zur Freihaltung der Atemwege (Guedel-Tubus und Absaugbereitschaft, Intubation) stehen für den Patienten nicht zur Verfügung.

Die **erweiterten Maßnahmen** umfassen die Anlage venöser Zugänge nach Venenstatus, da jederzeit mit dem verzögerten Auftreten eines neurogenen oder spinalen Schocks (Kap. 32.6) gerechnet werden muss. Frühzeitig muss an intraossäre Zugangswege gedacht werden, sollte der Venenstatus venöse Zugänge nicht möglich machen. Besteht eine Kreislaufinstabilität des Patienten am Notfallort, kann oft nicht unterschieden werden, ob es sich um ein hämorrhagisches (z. B. durch Zusatzverletzungen) oder spinales Schockgeschehen handelt. Im Zweifelsfall gilt auch hier die Regel der Traumatologie **„Im Zweifel Volumengabe“**. Es sind mindestens systolische Blutdruckwerte von über 90 mmHg anzustreben. Dies gilt ausdrücklich auch in Kombination mit Multisystem-Traumata. Die DGN fordert in ihrer Leitlinie einen

mittleren arteriellen Druck von über 80 mmHg.

## Merke

Die Gabe von **Glukokortikoiden** ist zu unterlassen!

Wird eine Intubation und Beatmung aufgrund einer Halswirbel- oder Begleitverletzung notwendig, so darf die Intubation nur unter HWS-Stabilisierung in Neutralposition erfolgen. Ein Überstrecken des Kopfes muss vermieden werden. In der Praxis bietet sich an, dass ein Helfer seitlich am Patienten von ventral den Kopf In-Line fixiert.

## Schlagwort

# Verletzungen der Wirbelsäule

## Ursachen

- Stumpfe (selten spitze) Gewalteinwirkung auf Teile der Wirbelsäule durch Unfallmechanismen, denen
  - Kompressions-,
  - Luxations-,
  - Torsions-,
  - Rotations-,
  - Flexions- und Hyperflexionsbewegungen zugrunde liegen.

## Symptome

- Sensibilitätsstörungen

- Schmerzen im Wirbelsäulenbereich
- Subjektive motorische Schwächen
- Objektivierbare motorische und sensorische Ausfälle

## Maßnahmen

### Monitoring

- AF, SpO<sub>2</sub>, Rekapillarierungszeit, Puls (peripher/zentral), RR, BZ, GCS, EKG, Temperatur

### Basismaßnahmen und Lagerung

- In-Line-Fixierung der HWS, ggf. Immobilisation (**Cave:** Gefahren!)
- Freimachen und Freihalten der Atemwege in Rückenlage
- Bewusstseinsklarer Patient: Lagerung in flacher Rückenlage
- Bewusstloser Patient: Rückenlagerung mit zügiger Entscheidung zur Intubation
- O<sub>2</sub>-Gabe über Maske mit Reservoir 15 l/Min.
- Anlage Stifneck<sup>®</sup> in Kombination mit Schaufeltrage und Vakuummatratze, Combi-Carrier<sup>®</sup> oder Spineboard<sup>®</sup>

### Erweiterte Maßnahmen

- i. v. Zugänge nach Venenstatus und ggf. Laborblutentnahme
- Gegebenenfalls Intubation und Beatmung nur in Neutralposition der Halswirbelsäule (In-Line-Fixierung)

## Medikamente und Dosierungsempfehlungen

- Analgosedierung: 5–10 mg Morphin i. v. und 2–5 mg Dormicum<sup>®</sup>
- Volumentherapie im neurogenen Schock: balancierte Vollelektrolytlösung; RR > 90



## 31.6 Verletzungen des Beckens

Ein lebensbedrohliches Beckentrauma tritt in aller Regel nicht isoliert auf, sondern als **Teil eines Multisystemtraumas**, das durch ein **Hochrasanztrauma** (Kinematik) verursacht wurde. Bei komplexen/offenen Beckenfrakturen liegt die Mortalität bei über 50 %, was hauptsächlich durch Volumenverluste erklärt wird. Aufgrund der großen Volumenverluste und der damit einhergehenden erhöhten Mortalität muss dem Beckentrauma im Rahmen der **Polytraumaversorgung** besondere Aufmerksamkeit zuteilwerden.

Unterschieden werden nach ihrer Lokalisation verschiedenen Arten von Beckenfrakturen:

- Frakturen der Sitzbeinäste
- Azetabulumfrakturen
- Beckenringfrakturen werden weiter unterteilt in:
  - Laterale Kompressionsfrakturen
  - Anteroposteriore Kompressionsfrakturen (Open Book Fracture)
  - Vertikale Scherbrüche des Beckens

Standardisierte **Klassifikation von Beckenringfrakturen** (nach: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen):

- Typ-A-Fraktur: stabil; lateraler Druckschmerz
- Typ-B-Fraktur: rotationsinstabil; Untersuchung von ventral zeigt Druckschmerz und/oder Instabilität; ggf. Auseinanderweichen der Symphyse (Dehiszenz) durch Palpieren; typisch bei Open-Book-Frakturen
- Typ-C-Fraktur: translations- und rotationsinstabil

### 31.6.1 Untersuchung des Beckens

Eine manuelle Untersuchung des Beckens auf Instabilität und Frakturen muss kritisch betrachtet werden, denn zum einen sind die Sensitivität und Spezifität niedrig (< 50 %) und abhängig vom Anwender, zum anderen steigt die Gefahr signifikant zusätzliche Blutungen auszulösen und bestehende Blutungen zu verstärken.

Von PHTLS-Deutschland wird zurzeit empfohlen, nach dem **KISS-Schema** vorzugehen: **Kinematik**, **Inspektion**, **Schmerzen**, **Stabilisierung**. Hier soll zunächst die **Kinematik (K)** betrachtet werden: Lässt der Unfallmechanismus ein Beckentrauma vermuten, kann das Becken daraufhin immobilisiert werden. Finden sich im Rahmen der **Inspektion (I)** des Beckens Prellmarken, Hämatome oder sonstige Hinweise einer Gewalteinwirkung, soll das Becken immobilisiert werden. Gibt der Patient **Schmerzen (S)** im Beckenbereich an, ist auch dies Indikation zur **Stabilisierung (S)**.

## 31.6.2 Therapie und Stabilisierung der Beckenverletzungen

Zur Stabilisierung des Beckens kann ein **Leinentuch** (z. B. Stecklaken) um das Becken in Höhe der Trochanteren (Trochanter major) gebunden werden. Die Beine sollen dabei unter Längszug innenrotiert werden, sodass über den Oberschenkelhals beidseits Druck auf das Becken ausgeübt werden kann. Die größte Fehlerquelle bei der Stabilisierung des Beckens ist eine zu hohe Anlage des Leinentuchs, deshalb müssen vorher immer **beide Trochanteren** getastet werden, um eine richtige Anlage sicherzustellen. Es gibt verschiedene Hersteller, die **Beckengurte** (Pelvic Binders) anbieten (z. B. Pelvic Sling<sup>®</sup>).

## 31.7 Verletzungen des Bewegungsapparats

Verletzungen des Bewegungsapparats umfassen Wunden, Verletzungen von Gefäßen und Nerven sowie Luxationen und Frakturen. Bei Unfallverletzten liegen in über 50 % d. F. Verletzungen des Bewegungsapparats vor. In der Regel finden sich Kombinationen von **Weichteilverletzungen** und **Frakturen**.

Es wird zwischen geschlossenen und offenen Frakturen unterschieden.

Bei der **geschlossenen Fraktur** bleibt die Haut unbeschädigt und die Druckerhöhung durch Schwellung und Blutung im Weichteilareal (Kompartiment) steht im Vordergrund. Die Gefahr eines **Kompartmentsyndroms** besteht, wenn eine chirurgische Versorgung verzögert wird. Bei ausgedehnten Extremitäten- und Weichteiltraumata droht bei Verzögerung und unsachgemäßer, präklinischer Versorgung eine traumatische Rhabdomyolyse mit nachfolgendem Crush-Syndrom.

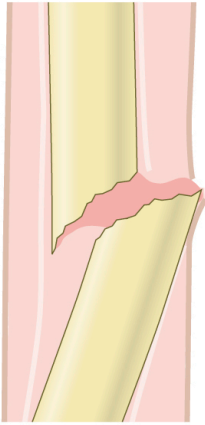
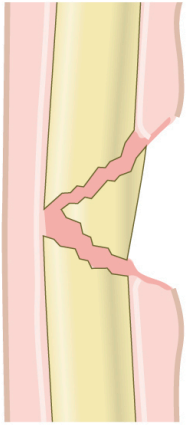
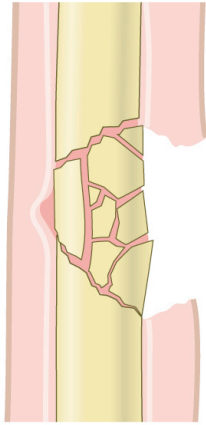
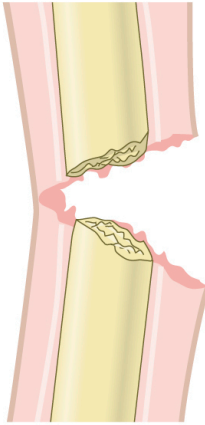
Das **Kompartmentsyndrom** ist eine gefürchtete Komplikation, bei der es durch Blutungen und/oder Ödeme zur einer Druckerhöhung im Gewebe bei intakten Hautverhältnissen kommt. Sehr häufig finden sich ein Kompartmentsyndrom nach Unterschenkel- und Unterarmfrakturen bei denen es zu Einblutungen gekommen ist. Im weiteren Verlauf wird durch die Druckzunahme in den Muskellogen die Durchblutung der Extremität reduziert, sodass es zu weiteren Gewebe-, Muskel- und Nervenschäden kommt. Im Krankenhaus muss durch eine Fasziotomie der Druck in den einzelnen Muskellogen reduziert und die Durchblutung wieder hergestellt werden.

Die **traumatische Rhabdomyolyse** beschreibt das Auflösen von quergestreifter Muskulatur, was zu einem hohen Myoglobinanteil im Blut führt (**Crush-Syndrom**). Die im Myoglobin enthaltenen Häm-Gruppen verlegen die feinen Nierentubuli durch sog. Pigmentzylinder und das im Häm befindliche Eisen schädigt die Tubuluszellen. Dadurch können die Nieren versagen und der Patient dialysepflichtig werden (**Crush-Niere**).

Bei der **offenen Fraktur** dagegen wird die Haut im Frakturbereich eröffnet und es besteht eine Verbindung zwischen Knochen und Außenwelt, weshalb die Infektionsrate wesentlich höher ist.

Analog dem Umfang der Weichteilschädigung wird die offene Fraktur unterschieden in (Abb. 31.31):

Gradeinteilung der offenen Frakturen [L190]

Grad I	Grad II	Grad III	Grad IV
			
Durchspießung der Haut von innen nach außen bei minimaler Weichteilverletzung	Verletzung der Haut von außen nach innen bei geringer Weichteilverletzung	Ausgedehnte Eröffnung der Fraktur mit schweren Weichteilschädigungen, meist mit Gefäß- und Nervenschäden sowie Knochenfragmentierung	(Sub-)Totale Amputation

- **Grad I:** Hautdurchspießung durch Knochen von innen mit minimalem Gewebeschaden
- **Grad II:** größere Hautverletzung durch Knochen von innen ohne größeren Gewebeschaden
- **Grad III:** großer Haut- und Weichteildefekt durch Knochen von innen mit schwerer Schädigung von Muskeln, Sehnen, Gefäßen und Nerven
- **Grad IV:** subtotale Amputation (Amputationsverletzungen, [Kap. 31.8](#))

Es werden sichere und unsichere Frakturzeichen unterschieden:

- Die **sicheren Frakturzeichen** sind Fehlstellung des Knochens gegenüber seinem normalen, anatomischen Verlauf, Stufenbildung und eine abnorme Beweglichkeit. Dazu zählen im Weiteren ein Knochenreiben (Krepitation) bei Bewegung und sichtbare Knochenfragmente.
- Die **unsicheren Frakturzeichen** sind Schwellungen, Hämatome und Schmerzen sowie fehlende oder eine eingeschränkte Funktion.

### 31.7.1 Behandlungsprinzipien bei Verletzungen des Bewegungsapparats

Lebensbedrohliche Verletzungen des Bewegungsapparats sind **selten** (Kap. 15.8). Bei unsachgerechter präklinischer Versorgung können allerdings anfangs nicht bedrohliche Verletzungen des Bewegungsapparats schnell lebensbedrohliche Verläufe annehmen. Daher müssen folgende **Richtlinien** beachtet werden, um eine systematische und differenzierte Untersuchung von Wunden, Frakturen und Luxationen zu gewährleisten:

Die Untersuchung hat grundsätzlich am (teil-)entkleideten Patienten zu erfolgen. Bei bewusstseinsklaren Patienten sind Fragen nach Schmerzlokalisierung oder Sensibilitätsstörungen schnell wegweisend. Grundsätzlich sind die peripher tastbaren Pulse (z. B. A. radialis und A. dorsalis pedis) immer beidseits zu tasten und zu vergleichen. Bei fehlenden Pulsen wird der jeweils proximal gelegene Pulstastpunkt aufgesucht, untersucht und abschließend dokumentiert.

Die **Bewertungen** von **Frakturen** und **Luxationen** erfolgt weiterhin über die Beschreibung folgenden Faktoren:

- Schmerzen
- Sensibilitätsverluste
- Schwellungen
- Fehlstellungen
- Krepitation
- Funktionsverluste
- Abnorme Beweglichkeit

Weichteilverletzungen werden eher bildhaft mit Angaben zu Längen-, Tiefen- und Flächenausdehnung und über die Art der Wundsetzung, wie Schnitt-, Haut-, Platz-, Quetsch- oder Risswunde, beschrieben.

## Blutungen

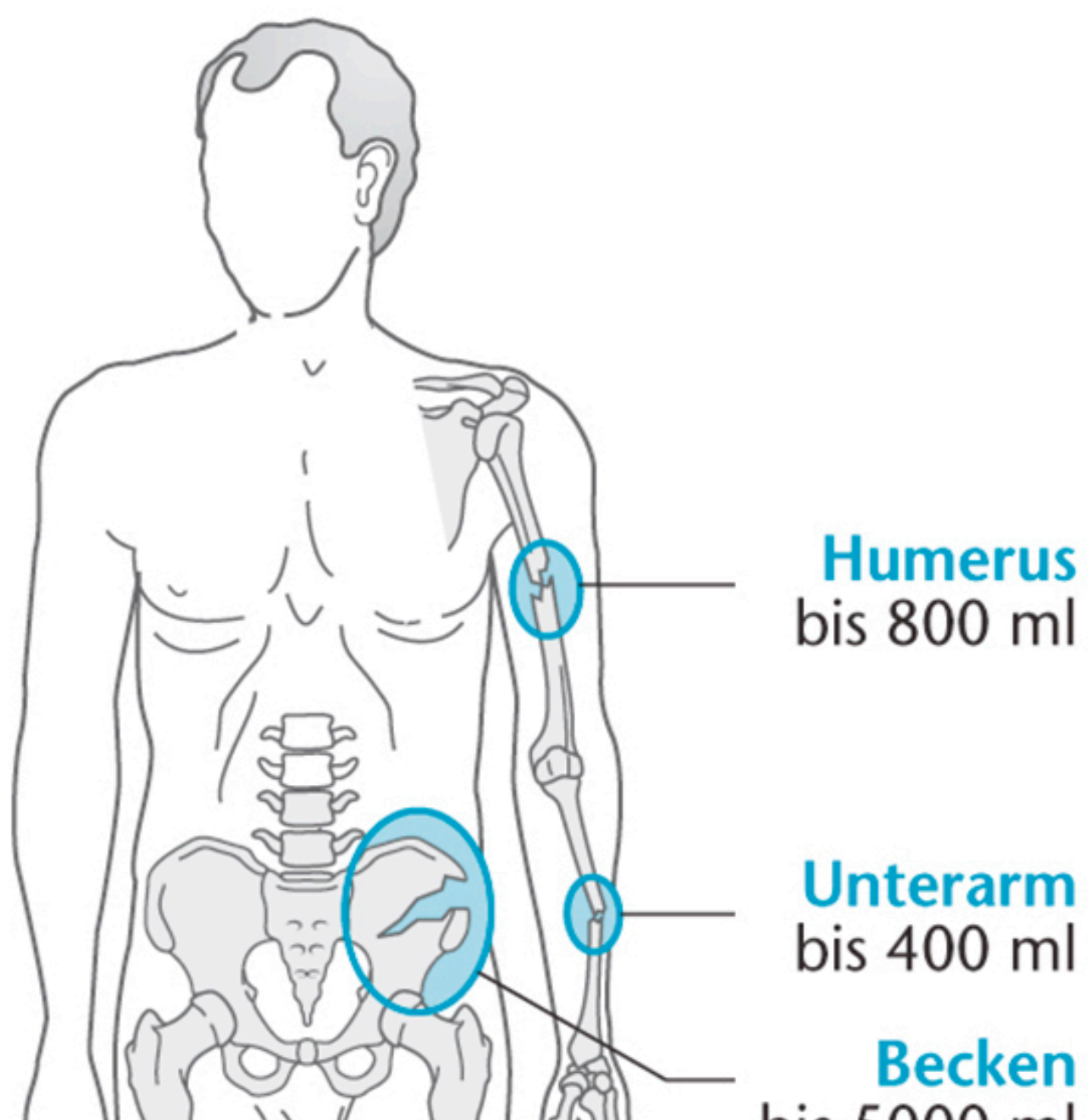
Durch Frakturen oder Weichteilverletzungen der Extremitäten kann es zu **umfangreichen Blutungen** kommen. Einblutungen in die Weichteile (z. B. Oberschenkel) werden oft gegenüber Blutungen aus offenen Wunden unterschätzt, können jedoch weitaus umfangreicher sein ([Abb. 31.32](#), [Abb. 31.33](#)) und erfordern eine adäquate Schockbehandlung. **Äußere Blutungen** sind i. d. R. Sickerblutungen aus kleinen arteriellen oder venösen Gefäßen. **Arterielle Blutungen** sind pulsierende, spritzende Blutungen hellroten Blutes, nur im Schock wird das Blut auch aus einer arteriellen Blutung **ununterbrochen fließen und eine dunkle Farbe besitzen, da die Sauerstoffanreicherung des Blutes** im Schockgeschehen unzureichend sein wird.

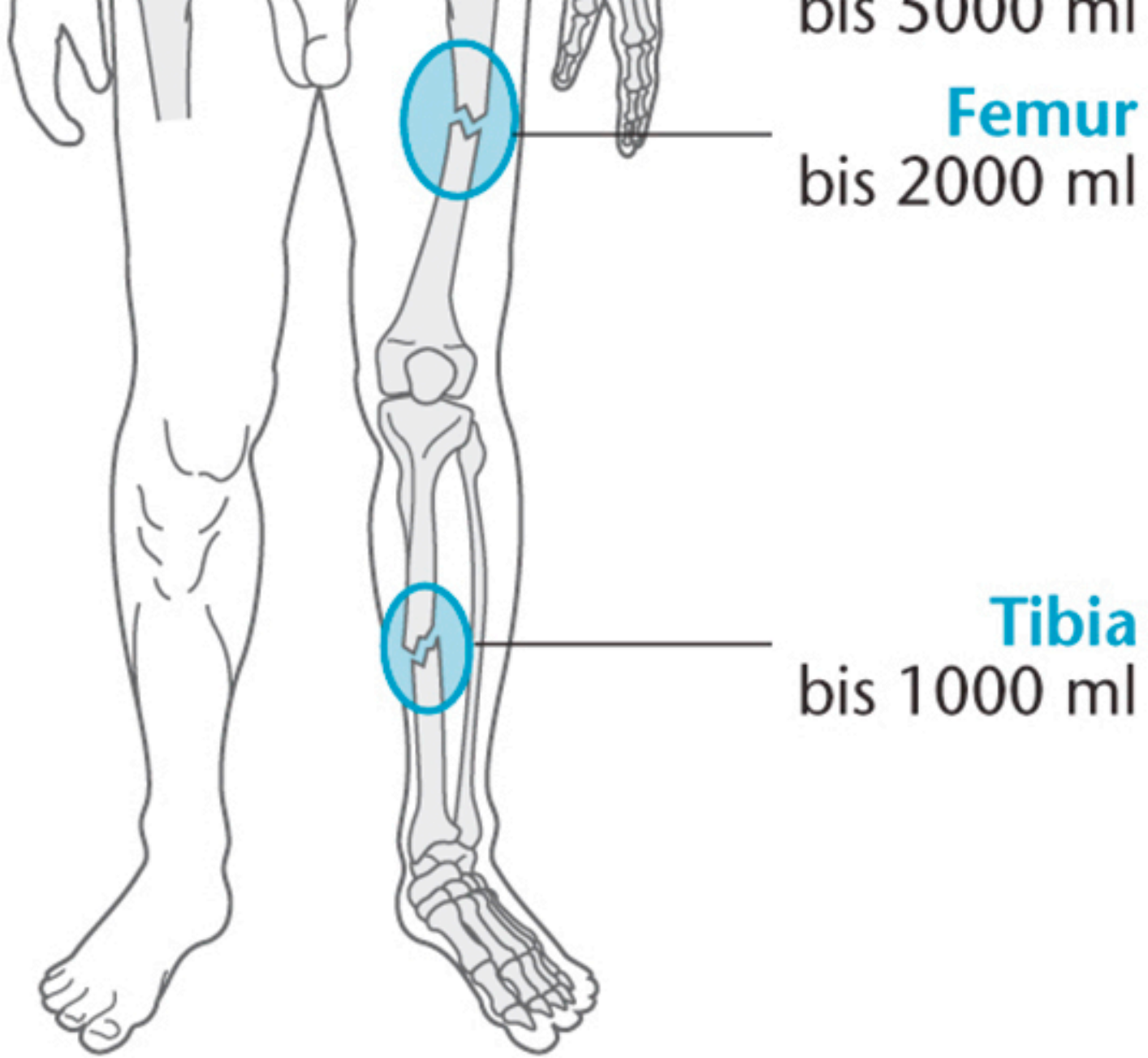
Massive Einblutung ins Oberschenkelgewebe bei geschlossener Oberschenkelfraktur

[M235]



Möglicher Blutverlust bei Frakturen [L190]





## Therapie

Die einfachste **Basismaßnahme** zur Blutstillung ist, mit einer sterilen Kompresse Druck von außen auf die Wunde zu applizieren. Bei starken arteriellen Blutungen erfolgt die direkte Kompression des blutenden Gefäßes durch einen sterilen Druckverband (Kap. 24.3.1). Frühzeitig soll der Einsatz eines **Tourniquets** bedacht werden. Das Tourniquet (Kap. 24.3.2) muss so weit wie möglich distal, ca. 5 cm proximal der Verletzung, direkt auf der Haut des Patienten angelegt werden. Weiterhin muss auf die komplette Unterbrechung der arteriellen Blutversorgung geachtet werden. Wenn lediglich das Niederdrucksystem (Venen, Venolen) komprimiert wird, führt dies zu einer Verstärkung der Blutung.

## Praxistipp

Ein **Stauschlauch** darf niemals zum Abbinden benutzt werden, da hier nur das venöse System komprimiert wird.

Gleichfalls kann eine **Blutdruckmanschette** zum Abbinden benutzt werden, wenn kein entsprechendes Tool vorgehalten wird. Dabei muss der Manschettendruck deutlich (etwa 20–50 mmHg) über dem systolischen Blutdruck liegen ([Abb. 31.34](#), [Abb. 31.35](#)). Liegt der Manschettendruck nicht über dem systolischen Blutdruck, kommt es zu einer **venösen Stauung**, da arterielles Blut in die abgebundene Extremität einfließt, venöses Blut sie jedoch nicht mehr verlassen kann. Die Blutung wird sich unter diesen Umständen verstärken. Das Rettungsfachpersonal muss darauf achten, dass der **Manschettendruck nachreguliert** wird, wenn der Blutdruck (z. B. durch Schocktherapie) ansteigt. Der Zeitpunkt des Abbindens muss auf jeden Fall dokumentiert und der versorgenden Klinik übermittelt werden. Darüber hinaus benötigt der Patient eine ausreichende Analgesie, da das Abbinden nach kurzer Zeit starke Schmerzen hervorruft.

Abbinden mit der Blutdruckmanschette [J747]





Druckpunkte zur Kompression einer zuführenden Arterie [J747]



Das Abklemmen eines Blutgefäßes sollte unterlassen werden, denn eine **verletzte Arterie** zieht sich aufgrund der Elastizität ihrer Gefäßwand in die Wunde zurück und kann nur in seltenen Fällen sicher aufgefunden werden. Ein unkontrolliertes Abklemmen von vermeintlichen Gefäßstrukturen führt daher zumeist nicht zur gewünschten Blutstillung, sondern zu einer weiteren Traumatisierung.

## Achtung

Das Abklemmen von Blutgefäßen mit Klemmen ist Ultima Ratio.

## Wundverband

Offene Wunden werden von grobem Schmutz gesäubert und mit einer sterilen Wundaufgabe

abgedeckt. Die **Wundauflage** wird anschließend mit Mullbinden fixiert. Penetrierende Fremdkörper werden in der Wunde belassen und abgepolstert (Kap. 24.2). Der Wundverband dient der Blutstillung und verhindert gleichzeitig eine zusätzliche Kontamination der Wunde.

## Immobilisation von Frakturen

Frakturen werden durch **Lagerung** des Patienten auf einer vorgeformten Vakuummatratze ([Abb. 31.30](#)) oder durch Anlegen von **Vakuumschienen/Sam-Splint**<sup>®</sup> ([Abb. 31.36](#)) ruhiggestellt. Eine Fraktur zu schienen bedeutet, die der Fraktur benachbarten Gelenke zu immobilisieren.

Vordringlichste Ziele sind die Sicherstellung oder Wiederherstellung der lokalen und peripheren Durchblutung der Extremität. Deshalb ist zu beachten, dass die **Durchblutung, Motorik** und **Sensibilität** unterhalb der Fraktur auch nach dem Anlegen einer Schiene erhalten bleiben.

Deswegen muss vor und nach Anlage eines Schienungsdevices ein **DMS-Test** (DMS = Durchblutung, Motorik, Sensibilität) durchgeführt werden. Offene Frakturen werden wie offene Wunden versorgt und mit Wundverbänden oder Kompressen steril abgedeckt.

Vakuumschienen für Unterschenkel und Unterarm [O996]



Oftmals steht jedoch bei Frakturen die Notwendigkeit einer **Reposition** ([Kap. 31.7.4](#)) im Vordergrund der Notfalltherapie. Die Reposition wird durch einen moderaten, langsam zunehmenden Längszug ausgeführt. Ruckartige Zugbewegungen sind obsolet. Durch die Reposition der betroffenen Extremität wird die Muskulatur entlastet und der Reflex von Spannung und Gegenspannung durchbrochen. Dadurch wird die begleitende Gewebeerletzung vermindert oder verhindert und der Blutverlust eingedämmt. **Offene, dislozierte Frakturen** müssen am Unfallort reponiert werden. Dies gilt auch für **stark verschmutzte Frakturen**. Die Entlastung der Weichteile und Wiederherstellung der Durchblutung hat absoluten Vorrang.

## Merke

Vordringlichstes Ziel der Therapie von Frakturen und Luxationen ist die **Immobilisation** und die **Wiederherstellung** bzw. **Sicherstellung der Durchblutung**.

## Schmerzbekämpfung

Extremitätenverletzungen sind **ausgesprochen schmerzhaft**. Eine adäquate Schmerzbekämpfung ist nicht nur aus der Sicht des Patienten vordringlich, sondern reduziert auch die unerwünschten Wirkungen des Schmerzes auf den Organismus (z. B. endogene Katecholaminausschüttung). Nicht nur die eigentliche Verletzung, sondern auch notwendige Therapiemaßnahmen wie die notwendige Reposition und Schienung sind äußerst schmerzhaft. Bei unzureichender Schmerzausschaltung ist der Repositionsversuch aufgrund der muskulären Gegenspannung des Patienten häufig erfolglos. Dadurch besteht die Gefahr einer weiteren Traumatisierung. Die **Reposition** durch den Notarzt hat daher **nur in ausreichender Analgosedierung** mit einem zentral wirkenden Schmerzmittel (z. B. Ketamin in Kombination mit Midazolam) zu erfolgen. Dies schließt auch notfalls die Narkose mit Intubation und Beatmung zur Schmerzbekämpfung ein.

## Schlagwort

### Verletzungen des Bewegungsapparats

#### Ursachen

- Geschlossene Frakturen
- Offene Frakturen 1.–4. Grades
- Luxationen
- Wunden (Schnitt-, Haut-, Platz-, Quetsch- oder Risswunde)

#### Symptome

- Blutende Wunden
- Pulslosigkeit an der verletzten Extremität

## • **Sichere Frakturzeichen**

- Fehlstellungen
- Abnorme Beweglichkeit
- Krepitation
- Sichtbare Knochenfragmente
- Stufenbildung

## • **Unsichere Frakturzeichen**

- Hämatome
- Schmerzen
- Sensibilitätsverluste
- Schwellungen
- Funktionsverluste
- Gelenkfehlstellungen

## Maßnahmen

### **Monitoring**

- AF, SpO<sub>2</sub>, Rekapillarierungszeit, Puls (peripher/zentral), RR, BZ, GCS, EKG, Temperatur

### **Basismaßnahmen und Lagerung**

- Direkte Kompression: steriler Druckverband auf der Wunde
- Indirekte Kompression: Benutzung eines Tourniquets oder Blutdruck-Manschette
- Nur grobe Reinigung (Blätter etc.)
- Kein Desinfektionsmittel in die Wunde einbringen.
- Sterile Wundauflage (mit Mullbinden fixiert)
- Penetrierende Fremdkörper in der Wunde belassen.
- Immobilisation der verletzten Extremität (Schienung), anschließend Flachlagerung der verletzten Extremität

- Patient flach lagern, wenn Kreislaufinsuffizient.
- O<sub>2</sub>-Gabe über Maske mit Reservoir 15 l/Min.
- Bei Frakturen: DMS-Kontrolle vor und nach Schienung, im Weiteren alle 5–10 Min.

## Erweiterte Maßnahmen

- i. v. Zugänge entsprechend Venenstatus, frühzeitig i. o. Zugangsweg (EZ-IO<sup>®</sup>) erwägen und ggf. Laborblutentnahme
- Reposition der Fraktur bzw. der Luxation
- Gegebenenfalls. Intubation und Beatmung

## Medikamente und Dosierungsempfehlungen

- Analgesie: Opiat (z. B. 0,1 mg Fentanyl<sup>®</sup> i. v.) evtl. in Kombination mit peripher wirkendem Analgetikum (z. B. 1 g Novalgin<sup>®</sup> i. v.)
- Analgosedierung zur Rettung/Umlagerung (z. B. 0,5–1 mg/kg KG Ketanest<sup>®</sup> langsam i. v. in Kombination mit 2–5 mg Dormicum<sup>®</sup>); **Cave:** keine Monoanästhesie (d. h. kein Ketanest<sup>®</sup> ohne Dormicum<sup>®</sup>!)
- Bei Unmöglichkeit der Anlage eines venösen Zugangs und nicht Vorhandensein eines i. o. Punktionsgeräts: intramuskuläre Analgesie mit Ketanest<sup>®</sup> (z. B. 3–8 mg/kg KG Ketanest<sup>®</sup> i. m.)
- Volumentherapie: balancierte Vollelektrolytlösung
- Narkoseeinleitung und Intubation mit Propofol<sup>®</sup> (kein Trapanal<sup>®</sup> wegen RR-Abfall) und Fentanyl<sup>®</sup>/Dormicum<sup>®</sup>

## Achtung

**Sedativa haben keine schmerzausschaltende Wirkung.** Daher keine Sedierung

ohne Analgesie. Wird ein Patient nur sediert (z. B. mit Dormicum®), kann er seine Schmerzen lediglich nicht mehr artikulieren.

## 31.7.2 Frakturen und Luxationen der oberen Extremität

### Schlüsselbeinbruch (Klavikulafraktur)

Der Schlüsselbeinbruch tritt zumeist in der Folge eines Sturzes auf die Schulter oder auf den gleichseitigen, ausgestreckten Arm auf. Durch den Muskelzug werden die Bruchstücke gegeneinander verschoben und es entsteht eine gut tastbare Stufe der Frakturstücke, oft im mittleren Drittel der Klavikula (**Klaviertasten-Phänomen**). Seltene Begleitverletzungen sind eine Läsion der unterhalb des Schlüsselbeins verlaufenden Schlagader (A. subclavia) oder der in den Arm ziehenden Nervenbahn (Plexus brachialis).

### Therapie

Die **Basismaßnahmen** zielen auf eine Immobilisation der Fraktur und steriles Abdecken der Wunde im Falle einer offenen Fraktur.

### Schulterluxation

Das Schultergelenk besitzt aufgrund seiner anatomischen Struktur eine besondere Anfälligkeit für Luxationen ([Abb. 31.37](#), [Abb. 31.38](#)). Man unterscheidet die **traumatische**, durch ein entsprechendes Trauma verursachte Luxation von der **habituellen Luxation** infolge einer Schwäche des umgebenden Bandapparats. Begleitend können Nervenverletzungen mit entsprechenden Ausfällen (etwa Verletzung des N. axillaris mit Ausfall der Gefühlswahrnehmung an der Schulteraußenseite) oder Verletzungen von Gefäßen auftreten.

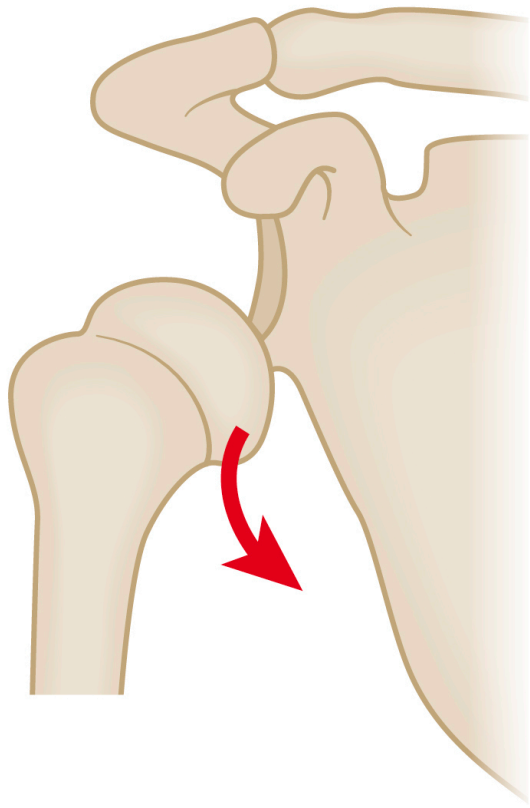
Luxation im Akromioklavikulargelenk [E465]



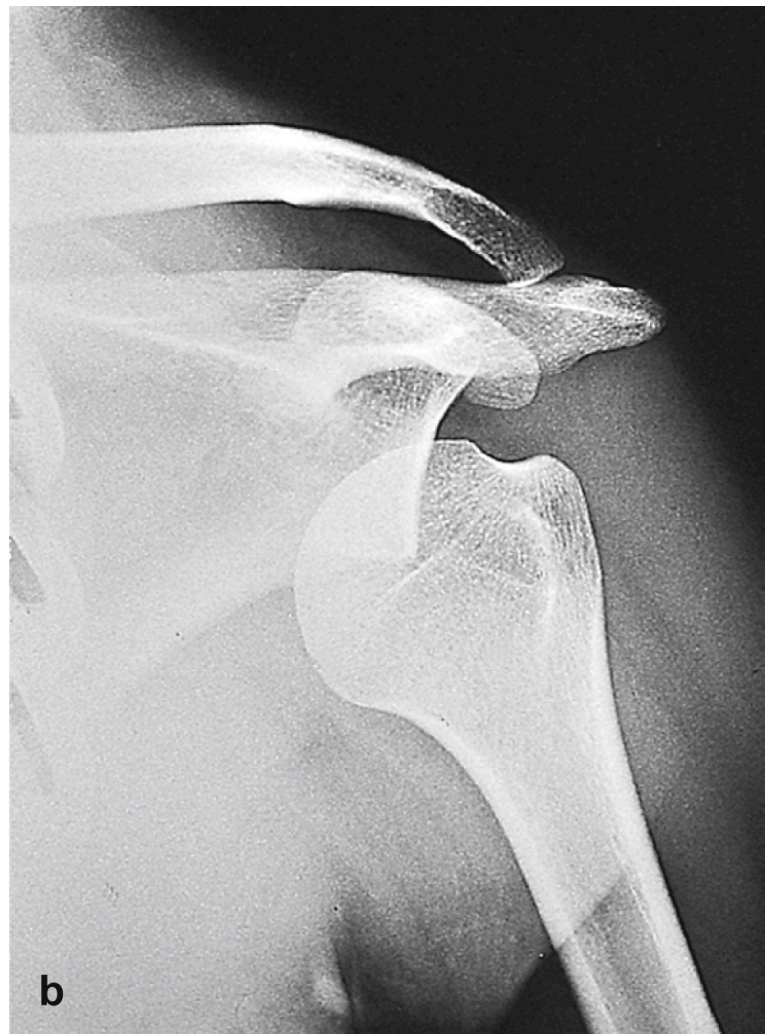


Schulterluxation: Oberarmkopf ist aus der Gelenkpfanne nach vorne und unten luxiert. **a)** Skizze, **b)** Röntgenbild

[a: L231, b: M502]



a



b

## Symptome

Der Patient beklagt stärkere Schmerzen, der Arm ist typischerweise federnd fixiert, die Gelenkpfanne des Schultergelenks leer.

## Therapie

Die **Basismaßnahme** umfasst die Immobilisation des Arms in Beugestellung mit Dreiecktuch und zusätzlicher Fixierung mit Dreiecktuchbinden (**Desault-Verband**). Schon zu den **erweiterten Maßnahmen** zählen die Schmerzbekämpfung und eventuelle Reposition durch den Notarzt nach Anlage eines venösen Zugangs.

## Oberarmbrüche (Humerusfrakturen)

Oberarmbrüche in der Nähe des Schultergelenks (subkapitale Humerusfraktur) sind besonders **im Alter** nach Stürzen auf den ausgestreckten Arm häufig.

# Symptome

Oft ist der Humeruskopf im Schultergelenk mitbetroffen. Liegt die Fraktur einige Tage zurück, können umfangreiche Hämatome an der Oberarminnenseite und seitlichen Brustkorbwand zu erkennen sein ([Abb. 31.39](#)).

Oberarmfraktur mit Hämatom (Fraktur 2 Tage alt) [M235]



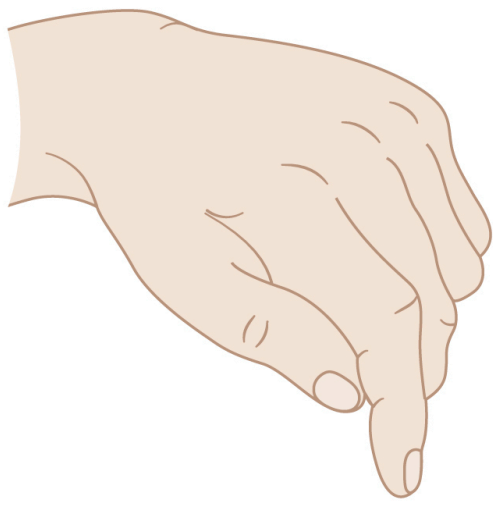


Bei Frakturen im Mittelstück des Oberarms (Humerusschaftfrakturen) ist eine Zerreißung des N. radialis, der sich um den Oberarmknochen herumwindet, als Komplikation besonders gefürchtet. Der Ausfall des N. radialis führt zur Fallhand ([Abb. 31.40](#)). Bei Humerusschaftfrakturen kann es zu kräftigen Blutverlusten kommen.

Lähmungen bei Schädigung der Nerven im Armbereich. Alle drei Lähmungen sind mit Sensibilitätsstörungen in dem Versorgungsbereich des jeweiligen Nervs verbunden.

1. Schädigung des N. radialis im Oberarmbereich; es kommt zur Fallhand: Der Patient kann die Hand nicht mehr gegen die Schwerkraft strecken.
2. Schädigung des N. medianus führt zur charakteristischen Schwurhand. Der Patient kann die Hand nicht mehr zur Faust ballen, sondern nur noch die ulnaren Finger beugen.
3. Schädigung des N. ulnaris mit Krallenhand. Besonders Ring- und Kleinfinger sind im Grundgelenk überstreckt und im Mittelgelenk gebeugt.

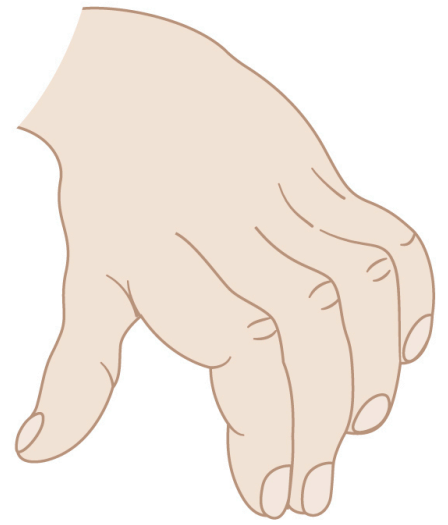
[L231]



**a** Fallhand



**b** Schwurhand



**c** Krallenhand

Ellenbogennahe Oberarmbrüche entstehen durch Sturz auf den gebeugten Ellenbogen. Hierbei ist besonders der N. ulnaris gefährdet, bei dessen Verletzung typische Folgeerscheinungen ([Abb. 31.40](#)) auftreten.

## Therapie

Die **Basismaßnahmen** zielen auf die Immobilisation der Fraktur durch Lagerung des Patienten auf eine **Vakuummatratze**. Die Durchblutung des Arms wird anhand der Pulse überprüft. Die Beweglichkeit des Arms und evtl. Ausfallserscheinungen der Sensibilität und Motorik werden dokumentiert.

## Unterarmbrüche (Frakturen von Radius und Ulna)

Die distale Radiusfraktur ist die häufigste Fraktur des Menschen.

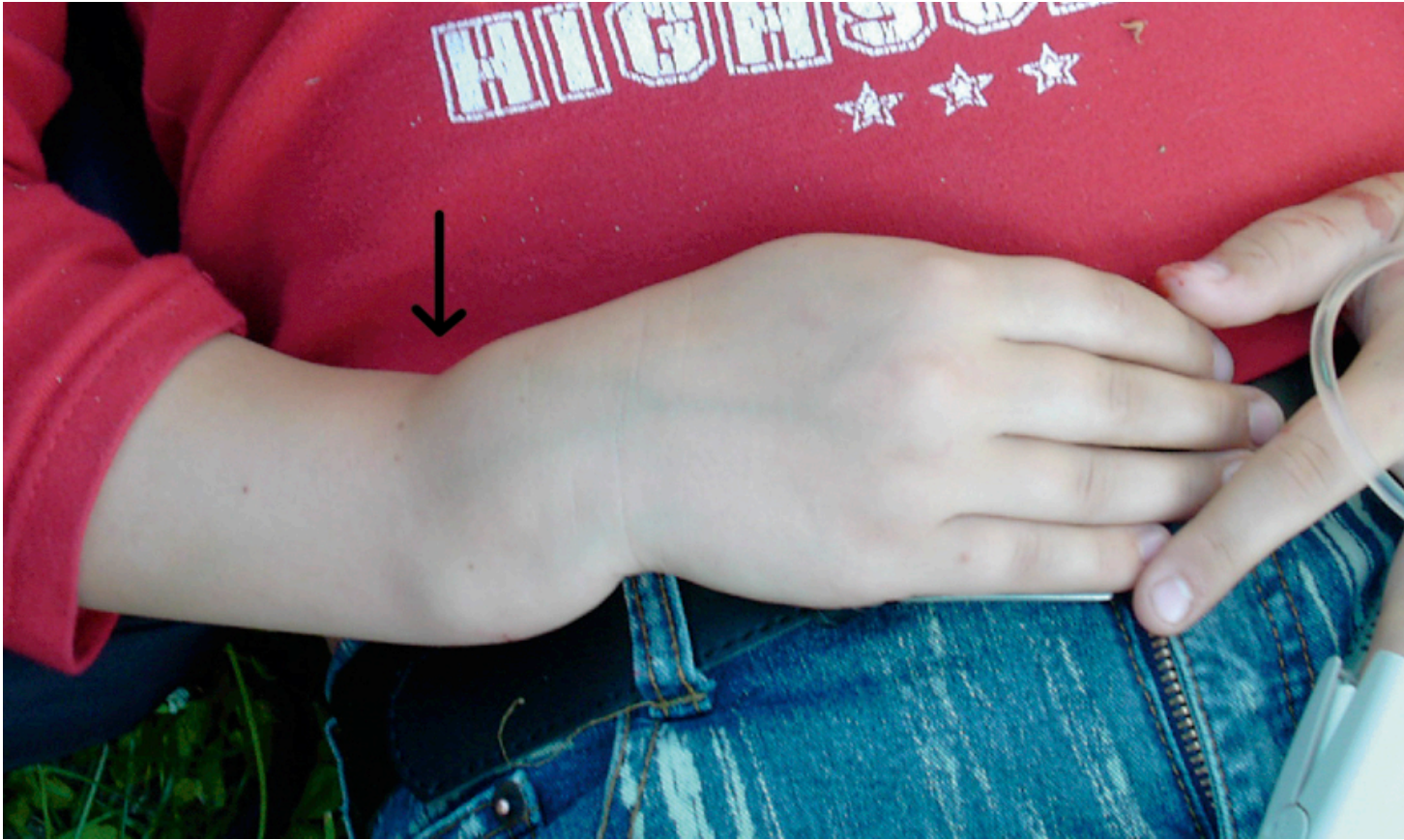
## Symptome

Unterarmbrüche entstehen zumeist durch **Sturz auf die Hand** (reflektorische Abfangbewegung von Arm und Hand bei einem Sturz). Schwellung und Schmerz im Bereich des Handgelenks sowie eine sehr schmerzhafte Drehbewegung des Unterarms sind charakteristische

Kennzeichen dieser Fraktur.

Sind beide Unterarmknochen (Radius und Ulna) gebrochen, ist der Unterarm völlig instabil (Abb. 31.41). Solche Frakturen entstehen beispielsweise als **Parierfraktur**, wenn ein Schlag durch den schützend erhobenen Arm abgewehrt werden sollte.

Unterarmfraktur; Stufenbildung am Unterarm durch Verschiebung der Bruchenden [M235]



Therapie

Die **Basismaßnahmen** umfassen die Schienung des Unterarms auf einer Vakuumschiene oder in Sam-Splint<sup>®</sup>. Hierbei sollten **Hand** und **Handgelenk in Funktionsstellung** (Beugung im Handgelenk 30°, locker gebeugte Finger) fixiert werden. Dies erreicht man, indem man dem Patienten eine noch zusammengerollte Binde in die Hand gibt, auf die er die Mittelhand locker auflegt. Der Sam-Splint<sup>®</sup> kann entsprechend vorgeformt werden.

Frakturen im Bereich der Hand

Frakturen im Bereich der Hand umfassen Brüche der Handwurzelknochen, der Mittelhandknochen und der Fingerknochen (Abb. 31.42).



## Symptome

Unter Umständen weisen lediglich Schmerz und Schwellung auf eine mögliche Fraktur hin, die erst in der Klinik durch eine Röntgenaufnahme gesichert werden kann.

## Therapie

Die **Basismaßnahme** ist die Ruhigstellung der Fraktur durch Schienung von Hand und Unterarm.

## 31.7.3 Frakturen und Luxationen der unteren Extremität

### Frakturen des Oberschenkels (Femurfrakturen)

Frakturen des Oberschenkelhalses und des Übergangs zwischen Oberschenkelhals und

Oberschenkelschaft (**perthrochantäre Femurfrakturen**) treten bei jungen Patienten i. d. R. nur nach starker Gewalteinwirkung auf, in höherem Alter sind sie jedoch u. a. infolge Knochenentkalkung (Osteoporose) sehr häufig.

Man unterscheidet die wesentlich häufigeren **medialen Schenkelhalsbrüche**, bei denen der Bruchspalt innerhalb der Hüftgelenkkapsel verläuft, von den **lateralen Schenkelhalsbrüchen**, den außerhalb der Hüftgelenkkapsel gelegenen Frakturen.

## Symptome

Schenkelhalsfrakturen fallen durch die typische Stellung des verletzten Beins auf, das nach außen gedreht steht und verkürzt wirkt. Bei **perthrochantären Femurfrakturen** ist diese Fehlstellung noch ausgeprägter ([Abb. 31.43](#)). Zudem bestehen bei beiden Frakturtypen ein Stauchungsschmerz bei Druck auf die Ferse und ein Druckschmerz im Hüftbereich. Die Beweglichkeit des betroffenen Beins ist stark eingeschränkt. **Oberschenkelschaftfrakturen** entstehen meist durch stärkste Gewalteinwirkung (z. B. Sturz aus großer Höhe). Bei diesem Verletzungsbild stehen der erhebliche Blutverlust und die ausgeprägten Schmerzen im Vordergrund. Durch eine begleitende Verletzung der A. femoralis (selten) kann es zu einer unzureichenden Blutversorgung des Unterschenkels kommen.

Oberschenkelfraktur mit Einblutung [M235]







Diagnostisch bereitet die Femurschaftfraktur i. d. R. keine Probleme, da zumeist alle sicheren Zeichen eines Knochenbruchs vorliegen. **Distale (kniegelenksnahe)**

**Oberschenkelfrakturen** entstehen oft nach direkten Traumen, beispielsweise bei Verkehrsunfällen durch Anprall des gebeugten Knies auf das Armaturenbrett. Oft sprengt die Kniescheibe wie ein Keil den distalen Oberschenkel auseinander. Dabei sind offene Frakturen nicht selten. Bei Knieanpralltraumen sollte man immer auch an mögliche Verletzungen des

Hüftgelenks bzw. an Oberschenkelhalsfrakturen denken.

## Therapie

Die **Basismaßnahmen** umfassen die sterile Abdeckung der Wunden und offenen Frakturen. Der Patient wird auf einer Vakuummatratze gelagert und der gesamte Körper durch Absaugen der Luft geschient.

Die **erweiterten Maßnahmen** zielen nach Anlage venöser Zugänge entsprechend des Venenstatus (ggf. i. o. Zugangsweg erwägen) auf die adäquate Schmerz- und Volumentherapie.

## Hüftgelenksluxation

Im Gegensatz zum Schultergelenk, das zwar eine hohe Beweglichkeit aufweist, aber mit relativ geringen Kräften luxiert werden kann, ist das Hüftgelenk durch einen **straffen Bandapparat** äußerst stabil gebaut. Eine Hüftluxation erfordert massive äußere Gewalt.

## Symptome

Charakteristisch ist die federnde Fixierung des nach innen oder außen gedrehten ausgelenkten Beins. Zudem treten starke Schmerzen auf. Begleitend können Nerven (N. ischiadicus) und Gefäße (A. femoralis) verletzt sein. Eine Reposition ist dringlich, da durch Überdehnung und Zerreißen von Gefäßen (A. femoris capitis) der Kopf des Oberschenkelknochens unterversorgt werden kann und in der Folge abstirbt (**Hüftkopfnekrose**).

## Therapie

Die **Basismaßnahme** umfasst die Immobilisierung des Patienten in der Vakuummatratze. Diese ist allerdings oft erst nach einer adäquaten Schmerztherapie durch den Notarzt möglich.

**Repositionsbemühungen** seitens des Rettungsdienstpersonals sind zu **unterlassen**.

## Frakturen der Kniescheibe (Patellafrakturen)

Eine typische Verletzung bei **Knieranpralltraumen** sind Patellafrakturen. Offene Frakturen sind dabei häufig. Hinweise auf eine mögliche Fraktur kann das Betasten der oberflächlich gelegenen Kniescheibe (Delle) geben. Das Bein kann bei Querfrakturen der Kniescheibe nicht gestreckt hochgehoben werden.

## Therapie

Die **Basismaßnahme** umfasst die Stabilisierung des betroffenen Beins auf der Vakuummatratze bei leichter Beugung im Kniegelenk (**Knierolle**).

## Frakturen von Unterschenkel und Knöchel

Durch Stauchen des Beins in Längsrichtung, etwa nach einem Sturz aus großer Höhe auf das ausgestreckte Bein, kann es zu Frakturen des kniegelenksnahen Schienbeines kommen (**Tibiakopffrakturen**). Das Kniegelenk ist dann immer mitbeteiligt, oft ist der Bandapparat des Kniegelenks geschädigt. **Unterschenkelschaftfrakturen** ([Abb. 31.44](#)) entstehen durch direkte Gewalt (Stoßstangenverletzung verunfallter Fußgänger) oder im Rahmen von Rotationstraumen (Skiunfälle). **Knöchelbrüche** sind häufige Frakturen, die infolge Umknicken des Fußes nach außen (**Supinationstrauma**) oder nach innen (**Pronationstrauma**) entstehen können. Begleitende Bänderverletzungen sind die Regel. Knöchelfrakturen lassen sich oft schwer von reinen Bandverletzungen oder Verstauchungen des Sprunggelenks unterscheiden.

**a)** Unterschenkelschaftfraktur, **b)** Sprunggelenksluxationsfraktur [M235]



Therapie

Die **Basismaßnahme** umfasst die **Fixierung** des betroffenen Unterschenkels in der Vakuummatratze oder Vakuumschiene. Sofern möglich, sollte eine **Kühlung** der geschlossenen Fraktur (insbesondere bei Knöchelfrakturen als typische Sportverletzung) erfolgen.

## Achillessehnenruptur

Die Achillessehne reißt zumeist infolge degenerativer Vorschädigung im Rahmen von Bagateltraumen oder auch ohne besondere Belastung. Bei sportlicher Betätigung tritt die Verletzung typischerweise ohne Einwirkung des Gegners auf. Die Patienten geben einen sich rasch reduzierenden stechenden Schmerz an, evtl. wird auch von einem knallenden Geräusch berichtet. Eine deutliche **Delle** in der oberflächlich verlaufenden Sehne kann getastet werden; die Patienten können sich nicht mehr auf die Zehen stellen.

## Therapie

Die **Basismaßnahme** umfasst die bequeme Lagerung der betroffenen Extremität unter Einbeziehung des Patienten. Eine unbedingte Fixierung ist nicht notwendig. Wenn möglich, sollte eine **Kühlung** der Verletzung bereits auf dem Transport erfolgen.

## 31.7.4 Reposition von Frakturen

Die Reposition ist eine notfallmedizinische Maßnahme, die bei **dislozierten Frakturen** Anwendung findet.

Sie ist immer dann durchzuführen, wenn distal der Fraktur keine oder eine nicht mehr ausreichende Durchblutung vorgefunden wird. Darüber hinaus sind Motorik und Sensibilität weitere Entscheidungskriterien für eine Reposition dislozierter Frakturen, wenn diese nicht mehr vorhanden sind. **Ziel** soll sein, den sekundären Nervenschaden so gering wie möglich zu halten und eine regelhafte Durchblutung wieder herbeizuführen.

## Durchführung

Zunächst muss der Patient über die Maßnahme, Notwendigkeit (mögliche Nerven- und

Extremitätenschäden bis hin zum Extremitätenverlust) und das Vorgehen aufgeklärt werden. Eine ausreichende **Analgesedierung** (z. B. mit Fentanyl oder Ketamin/Midazolam) ist grundlegende Voraussetzung für den Erfolg, denn u. U. verhindert der durch Schmerz stark erhöhte reflektorische Muskeltonus eine erfolgreiche Reposition. Weiterhin muss als vorbereitende Maßnahmen die **Kleidung** an der betroffenen Extremität **entfernt** werden und passende **Schienungsmaterialien** präpariert und bereitgelegt werden.

Für die anatomischen Reposition wird durch einen Helfer der proximal zur Fraktur liegende Extremitätenabschnitt fixiert, distal der Fraktur nimmt ein anderer Helfer die Extremität unter achsengerechtem Längszug in seine Hände und bringt den distalen Extremitätenabschnitt unter Ausgleich eines vorliegenden Rotationsfehlers in die anatomisch korrekte Lage zurück. Im Anschluss an die Reposition muss die Fraktur geschient werden. Vor und nach der Reposition sowie nach der Schienung muss eine **DMS-Kontrolle** stattfinden (DMS = Durchblutung, Motorik, Sensibilität). Im folgenden Zeitraum der Patientenversorgung und während des Transports sollte alle 5–10 Min. eine DMS-Kontrolle durchgeführt werden. Hilfreich erscheint die Anlage eines **Pulsoximeters** distal der Fraktur, da hierdurch kontinuierlich die Durchblutung überwacht werden kann.

## 31.8 Amputationsverletzung

Nur etwa jeder tausendste Notfalleinsatz gilt der Erstversorgung einer Amputationsverletzung. Die entscheidende Bedeutung der rettungsdienstlichen Maßnahmen für den Verletzten erfordert allerdings gerade für diese seltene Situation eine **zielgerichtete Strategie** und **Rettungstaktik**, um ein Maximum an Rehabilitationschancen zu sichern.

Amputationsverletzungen werden unterteilt in:

- **Glatte Amputationen** ohne Quetschverletzung der umgebenden Weichteile
- **Sägeamputationen** mit oberflächlicher Zerreißen der Weichteile
- **Ausrissamputation** mit Dehnungsverletzung insbesondere der Gefäß- und Nervenbahnen
- **Quetschamputation** durch flächige Gewalteinwirkung mit ausgedehntem Weichteilschaden

Im Vordergrund steht zunächst die Abwehr lebensbedrohlicher Risiken, da alle klinischen Maßnahmen zur Replantation nur bei stabilisierten Kreislaufverhältnissen und nach Versorgung bedrohlicherer Verletzungen stattfinden können. Es gilt schon bei der Erstversorgung durch den

Rettungsdienst das **Prinzip der Stabilisierung der Vitalfunktionen** vor Einleitung amputationsspezifischer Maßnahmen.

## Merke

Grundprinzip bei der Versorgung Amputationsverletzter:

**„Life before limb = Leben vor Gliedmaßen“.**

## Therapie

Die wichtigste **Basismaßnahme** bei Amputationsverletzungen ist die Sicherung der Vitalfunktionen nach ABCDE. Sind diese Funktionen sichergestellt, erfolgt die Versorgung der Amputation.

## Merke

Bei schwerwiegenden Amputationsverletzungen (Arm/Bein) erfolgt die Blutstillung am Stumpf durch das **sofortige Anwenden eines Tourniquets** oder einer passenden Blutdruckmanschette. Druckverbände benötigen in der Anlage meist mehr Zeit, was mit einem erhöhten Blutverlust einhergeht.

Das Setzen von Arterienklemmen oder Abbinden führt i. d. R. zu schweren Gewebeschäden und kann eine Replantation durch Quetschen der Gefäßstümpfe unmöglich machen. Nur in verzweifelten Situationen, bei denen der Tod des Verletzten durch eine spritzende Blutung aus dem Stumpf nicht anders abwendbar scheint, kann man Klemme oder Abbindung rechtfertigen. Dies sind aber extreme Ausnahmesituationen, denn arterielle Blutungen begrenzen sich bei Amputationsverletzungen in aller Regel von selbst, und sogar bei Oberschenkelamputationen

(Abb. 31.45) gelingt praktisch immer eine ausreichende **Blutstillung** durch ein entsprechendes **Tourniquet** oder einen **Druckverband**.

Oberschenkelamputation (Quetschamputation) [M235]



Die klinische Unterscheidung von **Mikro- und Makroreplantation**, d. h. Replantation von Fingern, Zehen, Ohren, Nase, Penis einerseits und Unterarm, Unterschenkel, Arm oder Bein andererseits, ist für die Maßnahmen des Rettungsdiensts in der präklinischen Notfallsituation zu vernachlässigen.

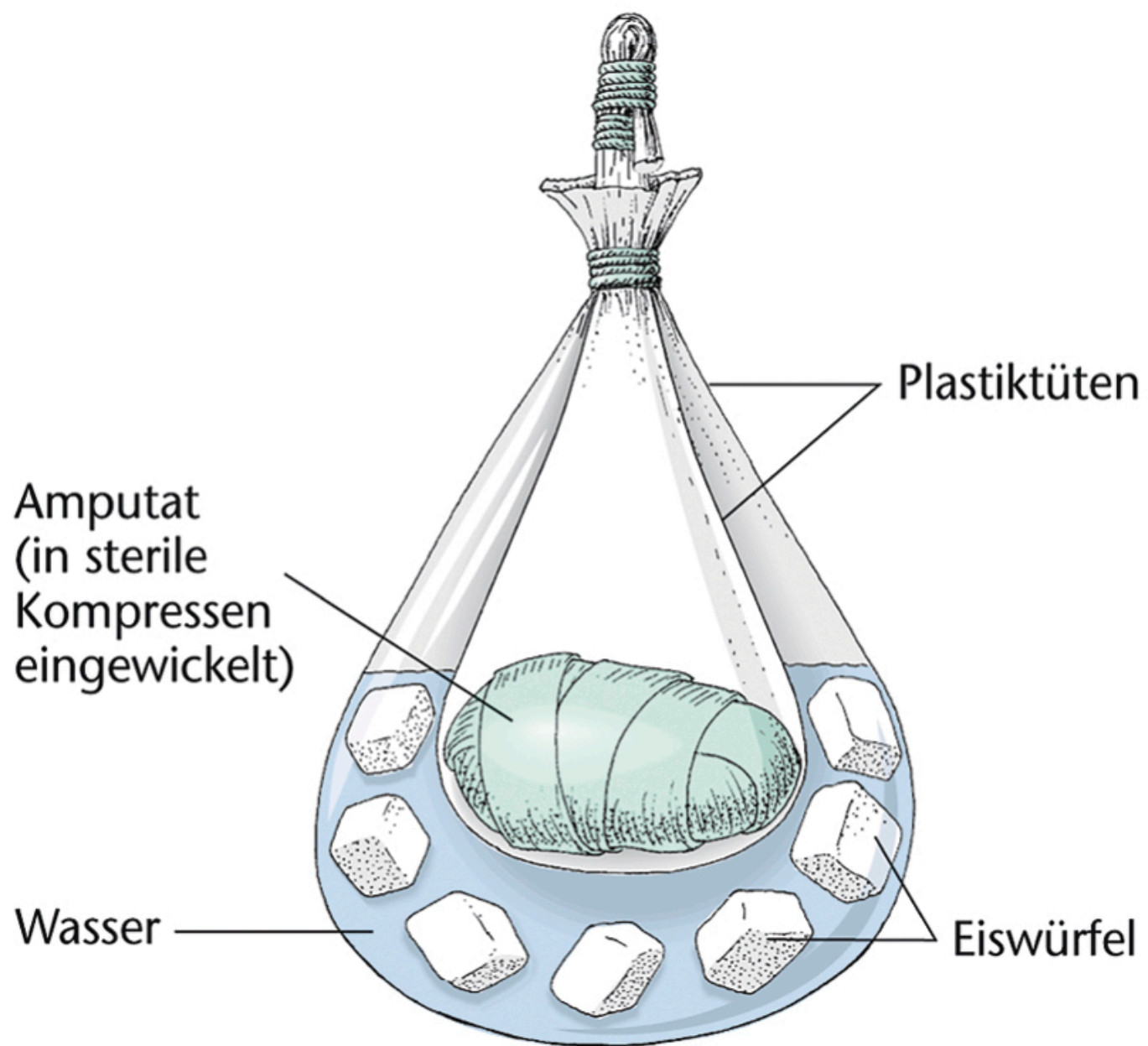
Die **Versorgung von Stumpf und Amputat** unterscheidet sich hierbei nicht grundsätzlich. Prinzipiell ist jedoch zu unterscheiden zwischen **totalen Amputationen** mit Unterbrechung der Gewebeverbindung zwischen Verletztem und Amputat und **subtotalen Amputationen**, bei denen zwar Gefäße, Nerven und knöcherne Verbindung durchtrennt sind, aber in irgendeiner Weise doch noch eine Gewebeverbindung zwischen dem „Beinahe-Amputat“ und „Beinahe-Stumpf“ verblieben ist. Diese Verbindung, wie unbedeutend sie beim ersten rettungsdienstlichen Angriff auch erscheinen mag, muss unter allen Umständen geschont werden und erhalten



bleiben. Schädigung durch Lagerung und Transport ist durch entsprechenden Verband, Schienung und andere Maßnahmen auszuschließen. Ein intaktes Stück Haut, eine scheinbar unbedeutende Hautvene in der Gewebebrücke können dem Replantationsteam im Krankenhaus die Wiederherstellung des Verletzten entscheidend erleichtern.

Bei **totalen Amputationsverletzungen** kommt nach Durchführung der Stabilisierung und sterilem Verband des Stumpfes der Sicherung des Amputats besondere Bedeutung zu. Es liegt in der Verantwortung des Einsatzleiters vor Ort, alle nur möglichen Maßnahmen zu ergreifen, um das Amputat (oder die Amputate) zunächst einmal aufzufinden und vollständig sichern zu lassen (z. B. Finger zählen). Das Amputat wird sodann von groben Verschmutzungen oberflächlich gereinigt und trocken steril verbunden in dem inneren Plastikbeutel des Replantbeutels verpackt. Der äußere Beutel wird nun mit Eis oder dem mitgeführten Kühlmittel und Wasser gefüllt (Abb. 31.46). **Keinesfalls** darf das Amputat **nass** transportiert werden. Ungeeignet ist auch die behelfsmäßige Kühlung mit Eis aus Haushaltstiefkühltruhen, die zu Erfrierungsverletzungen am Amputat führen kann. Optimal sind Transporttemperaturen um 2 °C, die durch den beschriebenen Zwei-Beutel-Transport mit einer Eis-Wasser-Mischung erreicht werden können.

Anwendung des Replantatbeutels (Details im Text) [L190]



Wenn nicht lebensbedrohliche Begleitverletzungen ein Warten auf die Amputatasservierung ausschließen (z. B. Blutung in die Bauchhöhle), soll der Verletzte grundsätzlich zusammen mit dem leitliniengerecht versorgten Amputat in die Klinik gebracht werden. Andernfalls ist das Amputat schnellstmöglich mit einem geeigneten Rettungsmittel nachzusenden.

Zu den **erweiterten Maßnahmen** ist die Anlage mehrerer venöser Zugänge zu zählen. Die konsequente Volumentherapie, eine adäquate Schmerztherapie und die evtl. notwendige Narkoseeinleitung zur Beatmung sind von dem Vorhandensein der venösen Zugänge abhängig.

Transport von Patient und Amputat

Die chirurgische Versorgung von Amputationsverletzungen mit dem Ziel der Replantation ist nur in **spezialisierten Zentren** möglich. Der Transport des Verletzten mit Amputat ist dringlich und nach Möglichkeit direkt in ein solches Zentrum durchzuführen. Die Rettungsleitstelle sollte

frühzeitig, spätestens nach der ersten Lagemeldung durch Rettungsmittel vor Ort, Kontakt mit dem zuständigen Replantationsteam im Krankenhaus herstellen und klären lassen, ob der Verletzte für die i. d. R. außerordentlich zeitaufwendige mikrochirurgische Versorgung aufgenommen werden kann. Der Transport wird sinnvollerweise zumeist mit dem RTH durchgeführt.

## Merke

Selbst bei der **Auswahl der Zielklinik** darf das Prinzip „**Life before limb**“ nicht außer Acht gelassen werden. Ist der Patient durch Begleitverletzungen vital bedroht, hat die Versorgung im nächstgeeigneten Krankenhaus absoluten Vorrang. Langstreckentransporte zur Replantation sind dann zu unterlassen.

## Schlagwort

# Amputationsverletzungen

## Ursachen

- Glatte Amputation
- Sägeamputation
- Ausrissamputation
- Quetschamputation

## Symptome

- Totale oder subtotale Amputation (Pulslosigkeit an der verletzten Extremität)
- Blutende Stumpfwunde

- Sichtbarer Amputatstumpf
- Schmerzen
- Funktionsverlust

## Maßnahmen

### **Monitoring**

- AF, SpO<sub>2</sub>, Rekapillarierungszeit, Puls (peripher/zentral), RR, BZ, GCS, EKG, Temperatur

### **Basismaßnahmen und Lagerung**

- Direkte Kompression (steriler Druckverband auf der Wunde)
- Indirekte Kompression: Benutzung eines Tourniquets oder Blutdruck-Manschette
- Nur grobe Reinigung (Blätter etc.)
- Kein Desinfektionsmittel in die Wunde einbringen.
- Ultima Ratio: Setzen von Arterienklemmen durch den chirurgisch erfahrenen Notarzt
- Penetrierende Fremdkörper in der Wunde belassen.
- Immobilisation der verletzten Extremität (Schienung), anschließend Flachlagerung der verletzten Extremität
- Flachlagerung des Patienten bei Kreislaufinsuffizienz
- O<sub>2</sub>-Gabe über Maske mit Reservoir 15 l/Min.

### **• Subtotale Amputation**

- Gewebeverbindung zwischen „Beinahe-Amputat“ und „Beinahe-Stumpf“ muss unter allen Umständen geschont und erhalten werden.

### **• Totale Amputation**

- Amputat auffinden und vollständig sichern.
- Amputatasservierung nur im Replantatbeutel
- Keinesfalls das Amputat nass transportieren.
- Keinesfalls das Amputat „einfrieren“.

## Erweiterte Maßnahmen

- i. v. Zugänge entsprechend Venenstatus, frühzeitig i. o. Zugangsweg (EZ-IO<sup>®</sup>) erwägen und ggf. Laborblutentnahme

## Medikamente und Dosierungsempfehlungen

- Analgosedierung: 0,1 mg Fentanyl<sup>®</sup> i. v. und Dormicum<sup>®</sup> 2–5 mg i. v.
- Idealerweise bietet sich zur Analgesie und gleichzeitigen Vasokonstriktion Ketamin an (z. B. 0,5–1 mg/kg KG Ketanest<sup>®</sup> langsam i. v. in Kombination mit 2–5 mg Dormicum<sup>®</sup>). **Cave:** keine Monoanästhesie (d. h. kein Ketanest<sup>®</sup> ohne Dormicum<sup>®</sup>)!
- Bei Unmöglichkeit der Anlage eines venösen Zugangs und nicht vorhandenem i. o. Punktionsgerät: intramuskuläre Analgesie mit Ketanest<sup>®</sup> (z. B. 3–8 mg/kg KG Ketanest<sup>®</sup> i. m.)
- Volumentherapie: balancierte Vollelektrolytlösung; permissive Hypotonie bei unzureichender externer Blutstillung
- Narkoseeinleitung und Intubation mit Propofol<sup>®</sup> (kein Trapanal<sup>®</sup> wegen Blutdruckabfall) und Fentanyl<sup>®</sup>/Dormicum<sup>®</sup>

### 31.8.1 Notfallamputation

Die Notfallamputation am Einsatzort ist ein äußerst seltenes Ereignis, da die meisten eingeklemmten Extremitäten durch technisches Equipment und Know-how des Einsatzpersonals, das für die technische Rettung zuständig ist, befreit werden können. Sollte dennoch einmal eine Notfallamputation notwendig werden, sollte dies nach Einleitung einer **Notfallnarkose** durch einen **Chirurgen an der Einsatzstelle** durchgeführt werden. Auf notarztbesetzten Einsatzmitteln kann ein **Amputationsset** vorgehalten werden.

## 31.9 Versorgung von Schwerstverletzten

Das **Polytrauma** stellt unter medizinischen und taktischen Gesichtspunkten eine der größten

Herausforderungen an die präklinische Notfallmedizin dar. Der polytraumatisierte Patient muss mit den heute vorhandenen Mitteln **prioritätenoptimiert** behandelt werden. Das Zeitmanagement (**Golden Hour**) an der Einsatzstelle stellt alle Beteiligten vor Herausforderungen. Die Akutversorgung eines Polytraumas ist daher Testfall für die Kooperation zwischen den beteiligten Hilfsdiensten wie auch für die Effizienz der taktischen und strategischen Grundzüge eines Rettungsdienstbezirks.

## Merke

Unter einem Polytrauma versteht man die gleichzeitige Verletzung verschiedener Körperregionen in Verbindung mit Verletzungen von einem Organ oder einem Organsystem. Dabei ist mindestens eine Verletzung oder die Kombination mehrerer lebensbedrohlich (Tscherne).

Zentrale **Ursachen** des Polytraumas sind Unfälle im Straßenverkehr (ca. 70 %). Da sich das Polytrauma als eine Kombinations- oder Mehrfachverletzung verschiedener Körperregionen darstellt, ist der Schweregrad des Polytraumas durch die Verletzungsschwere der beteiligten Körperregionen klassifiziert. Der **Schweregrad** wird jedoch nicht aus der Summe der Einzelverletzungen, sondern durch die Potenzierung der aus den Einzelverletzungen resultierenden Gefahren des Polytraumas bestimmt. Der Schweregrad hängt dabei entscheidend von den begleitenden Organverletzungen der Körperhöhlen oder des Schädels wie auch von zusätzlichen Gefahren, wie der Unterkühlung, ab. Die höchste Sterblichkeit (100 %) liegt bei polytraumatisierten Patienten mit gleichzeitig bestehender **Unterkühlung** (unter 32 °C Körperkerntemperatur) vor.

### 31.9.1 Polytrauma-Management

Nur die frühzeitige Anwendung einer **prioritätenorientierten** und **zeitadäquaten Therapie** noch am Unfallort führt zu einer Absenkung der zu erwartenden Letalität.

## Merke

Treat first, what kills first!

Im Vordergrund steht dabei die zielgerichtete Therapie gegen die klassische Trias **Blutung – Schmerz – Schock** (Kap. 32.1). Die präklinische Therapie wird in drei Phasen unterteilt.

## Phase 1

Die erste Phase umfasst die **Beurteilung der Vitalfunktionen** Kreislauf, Atmung und Bewusstsein mit der danach ausgerichteten **Elementartherapie** nach ABCDE (Abb. 31.47).

Eingeklemmte Person durch umgestürzte Stahlträger

- a), b)** Untere Extremitäten frakturiert, Stahlträger liegt auf Becken und Oberschenkel. Der Oberkörper wird gegen ein Stahlgeländer gedrückt. Der Kopf kann nicht rekliniert werden. **c)** Nachdem das Geländer im Rücken des Patienten abgelenkt wurde, kann der Patient intubiert und beatmet werden.
- d), e)** Anschließend werden die Stahlträger entfernt. **f), g)** Unter Sicherung des Intubationstubus wird der Patient mit der Schaufeltrage befreit und auf die Trage umgelagert.
- h)** Vollständige Entkleidung und Untersuchung des Patienten nach Rettung aus der Einklemmung.

[M235]



Die polytraumatisierten Patienten sind i. d. R. durch große Blutverluste (z. B. Organverletzung in Körperhöhle) vital gefährdet. Die Folge des Blutverlusts ist der **hämorrhagische Schock**, dessen Ausmaß proportional zur Schwere der Einzelverletzungen zunimmt.

Die erste Säule zielgerichteter kausaler Therapie besteht in der **Blutstillung** (soweit möglich) durch Druck von außen, der Anlage eines Torniquets, iTClamp<sup>®</sup> oder Druckverbands.



Anschließend folgt sofort eine adäquate **Volumentherapie**. Da Blutdruckabfälle einerseits i. d. R. erst nach Verlust eines Drittels des Blutvolumens auftreten, andererseits ein Blutverlust von 20 % bereits zu einem Verlust des Herzzeitvolumens von 40 % führt, muss die therapeutische Konsequenz lauten:

## Merke

Die Volumentherapie orientiert sich nicht am Schockindex sondern am Grundsatz der permissiven Hypotonie. Bei unstillbaren Blutungen entsteht ein vermehrter Blutverlust durch Volumensubstitution. Daher sind systolische Blutdruckwerte von 70–90 mmHg (MAP > 50 mmHg) bis zur operativen Blutstillung anzustreben.

Die zweite Säule der Therapie dient der **Sicherstellung der Atmung**. Sie umfasst in erster Linie das Freimachen und Freihalten der Atemwege. Anschließend stellt sich bei polytraumatisierten Patienten leider immer noch die Frage, ob man beatmet oder nicht. Sie muss eindeutig in Richtung auf eine frühzeitige prophylaktische Beatmung beantwortet werden. Die in der Pathophysiologie des Schocks (Kap. 32.1) beschriebene **Gewebehypoxie** bei noch bestehender, aber physiologisch nicht ausreichender Atmung bedingt die Frühintubation und Beatmung. Die Letalität polytraumatisierter Verletzter ohne Beatmung liegt bei knapp 50 %, mit Beatmung bei nur 20 %. Dies bedeutet, dass sich die Indikation zur Beatmung nicht allein am Ist-Zustand der Atemfunktion zu orientieren hat (z. B. Patient im Schock, aber noch in der Lage zu atmen), sondern am Sollzustand (ausreichende Gewebeoxygenierung unter Beatmung).

## Phase 2

Nachdem die Vitalfunktionen Atmung und Kreislauf (ABC) stabilisiert worden sind, erfolgen die Beurteilung der Bewusstseinslage und die weitere Versorgung der Verletzungen. Die **Beurteilung der Bewusstseinslage** ist in die zweite Phase einzuordnen, denn bei einem polytraumatisierten Patienten mit SHT-Beteiligung führt ihre Beurteilung konsequenterweise erst dann zu therapeutischen Maßnahmen, wenn Atmung und Kreislauf stabil sind. Sind die

Vitalfunktionen Atmung und Kreislauf nicht zu stabilisieren, so spielt die sonst alles entscheidende Bewusstseinslage keine Rolle mehr. Eng verbunden mit der Beurteilung der Bewusstseinslage ist die Einschätzung einer **Schädel-Hirn-Verletzung**. Blutungen im Bereich des Gesichts- und Hirnschädels werden häufig unterschätzt. Sie müssen durch straff sitzende Druckverbände gestillt werden. Bei offenen Schädelverletzungen mit Austritt von Hirnsubstanz sind Druckverbände dagegen kontraindiziert. Durch die meisten Unfallmechanismen ist bei einem polytraumatisierten Patienten bis zum Beweis des Gegenteils immer von einer Beteiligung der Halswirbelsäule auszugehen. Konsequenterweise muss daher grundsätzlich eine Immobilisierung der Halswirbelsäule (z. B. Stifneck<sup>®</sup>, [Abb. 31.28](#)) mittels z. B. der NEXUS-Kriterien abgewogen werden.

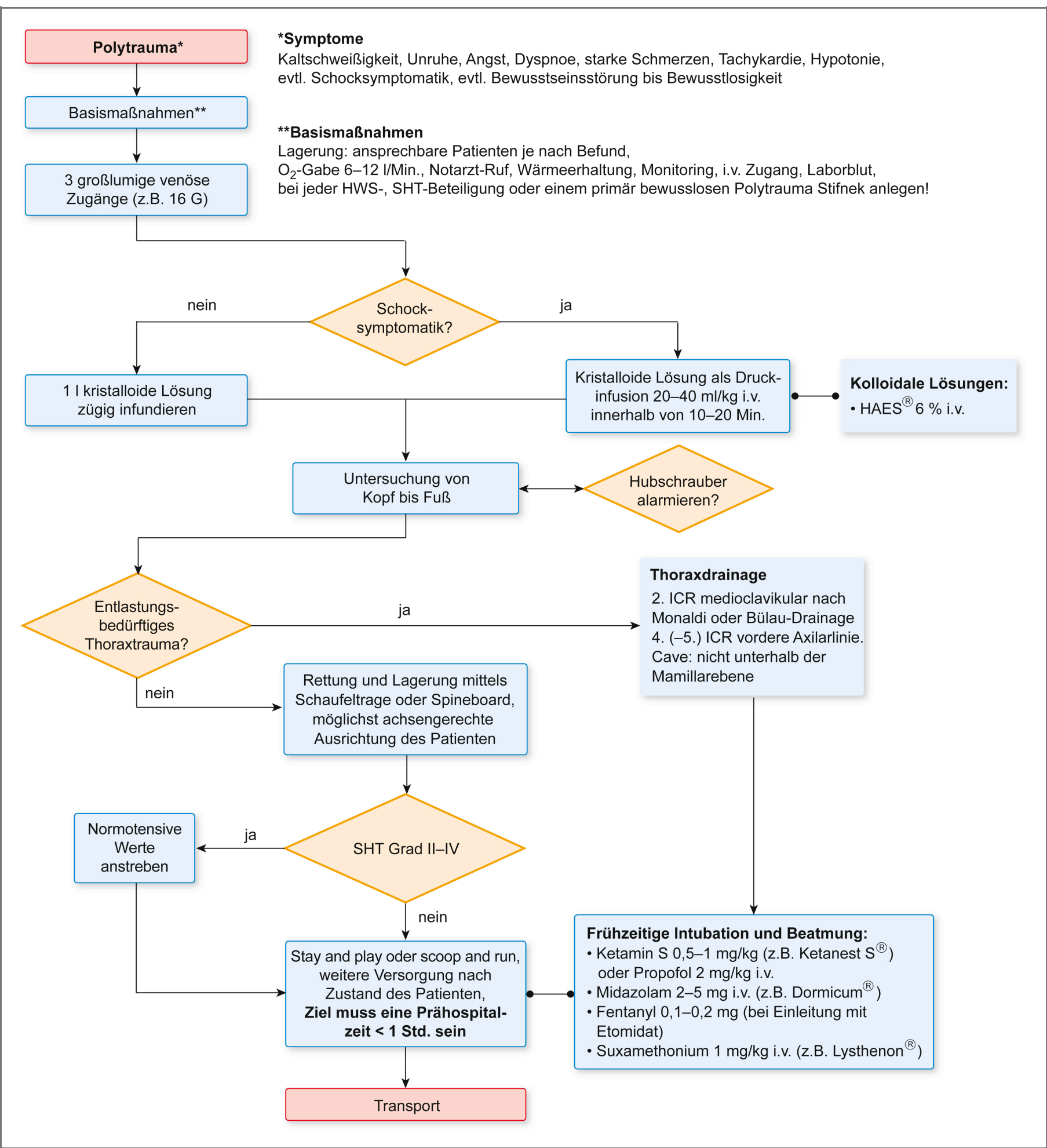
**Verletzungen des Thorax** werden, wenn nicht bereits erfolgt, bei bestehender Ateminsuffizienz durch Intubation und Beatmung, ggf. durch Anlage einer Thoraxdrainage, therapiert. Dabei sollte immer an eine begleitende Verletzung des Herzens (z. B. Contusio cordis) gedacht werden, denn bei einem Großteil der polytraumatisierten Patienten lassen sich frühzeitig im EKG **Herzrhythmusstörungen** nachweisen. Bei der Versorgung des polytraumatisierten Patienten muss somit nicht nur auf die klar vor Augen liegenden Befunde geachtet, sondern auch an mögliche Verletzungen, die der Unfallmechanismus nahelegt, gedacht werden. Dies gilt im besonderen Maße für **Verletzungen der Wirbelsäule**. Grundsätzlich ist daher jeder polytraumatisierte Patient auf ein geeignetes Immobilisationsmittel zu immobilisieren.

### Phase 3

Eine zeitaufwendige Versorgung von Bagateltraumen an der Unfallstelle ist zugunsten eines zügigen Transports in eine geeignete Klinik zu unterlassen. Dies bedeutet nicht das Propagieren von „Scoop and run“, wohl aber die **Unterlassung einer Komplettversorgung** auch der kleinsten Verletzungen noch am Notfallort ([Abb. 31.48](#)). Dies würde Bagateltraumen auf die Versorgungsstufe mit lebensbedrohlichen Verletzungen stellen. Bei gleichzeitig bestehenden vitalbedrohlichen Verletzungen ist daher dem zügigen Transport des Patienten gegenüber weiteren Versorgung von nicht lebensbedrohlichen Verletzungen der Vorrang zu geben. Dabei hat die **frühzeitige Organisation des Patiententransports** unter Beachtung der spezifischen Gegebenheiten im Rettungsdienstbereich, der zur Verfügung stehenden Kliniken, der Tageszeit,

der Witterung und der Transportdringlichkeit zu erfolgen. So muss z. B. ein Patient mit einem in die Körperhöhle blutenden Organ umgehend in die nächstgelegene Klinik zur operativen Versorgung transportiert werden. Eine Amputationsverletzung oder Wirbelsäulenverletzung bedarf jedoch aufgrund der verlängerten Vorlaufzeit der frühzeitigen Bestellung eines luftgestützten Rettungsmittels zum Transport in die nächstgeeignete Klinik.

Algorithmus „Polytrauma“ [R134-3/L143]



## 31.9.2 Polytrauma-Management nach PHTLS

**Prehospital-Trauma-Life-Support (PHTLS)** ist ein seit 2007 angebotenes Trauma-Kurskonzept aus dem angloamerikanischen Raum, das dort als Pendant zu dem schon existierenden ATLS-Kurs-System für die Schockraumversorgung von Traumapatienten seit 1982 entwickelt wurde, um die Mortalität von Traumapatienten durch geeignete präklinische Maßnahmen zu senken.

### Principles und Preferences

Ziel des PHTLS ist es, durch das Vermitteln einer strukturierten und prioritätenorientierten Herangehensweise an die medizinische Versorgung des Traumapatienten, den **Transport** und die **Versorgung** im nächstgelegenen geeigneten Krankenhaus innerhalb eines sinnvollen Zeitfensters nach Durchführung der notwendigen Interventionen am Patienten zu gewährleisten. Ohne dogmatische Regelwerke aufzustellen, werden Prinzipien und Präferenzen in der Traumaversorgung dargestellt, die sich an der wissenschaftlichen Evidenz orientieren.

**Prinzipien** sind Ziele in der Versorgung des Patienten, die erreicht werden müssen, um das Überleben des Patienten zu ermöglichen. So leuchtet es ein, dass das Überleben des menschlichen Organismus – wie ineinandergreifende Zahnräder einer Uhr – davon abhängig ist, ein funktionierendes **Zusammenspielen** zwischen **Atemweg (A)**, **Atmung (B)** und **Kreislauf (C)** aufrechtzuerhalten und eine ausreichende Energieproduktion für alle Organsysteme zu gewährleisten. Maßnahmen, die am Patienten ergriffen werden, müssen also zum Ziel haben, diese grundsätzliche Funktionsweise des menschlichen Körpers wieder herzustellen oder zu verbessern. **Präferenzen** sind nun Maßnahmen, um diese Prinzipien (Ziele) zu erreichen. Sie sind sowohl abhängig vom individuellen Wissen und den praktischen Fähigkeiten des Rettungsfachpersonals und der Notärzte als auch von der Situation an der Einsatzstelle und dem Schweregrad der Verletzung des Traumapatienten.

### Scene, Safety, Situation

Am Anfang eines Einsatzes ist Traumaversorgung zunächst das **Sammeln von Informationen** und beginnt mit den Informationen des Notrufs. Weiter sind die aktuelle Witterung, die

Temperatur an der Einsatzstelle und die Lichtverhältnisse wichtig. Neben diesen grundsätzlichen Überlegungen ist die **Sicherheit** für den Patienten und für das gesamte Rettungsteam ein wesentlicher Aspekt, der Beachtung finden muss: Fließender Verkehr, mögliches Feuer oder Elektrizität, aber auch Krankheitserreger und nicht zuletzt Gewalt gegenüber dem Rettungsdienstpersonal sind Gefahrenquellen, die es zu erkennen gilt.

## Merke

Bei **offensichtlichen Gefahren** darf die Einsatzstelle durch das Rettungsfachpersonal nicht betreten werden.

Wird die Einsatzstelle durch das Rettungsteam betreten, gilt es einsatztaktische Schlüsse aus der Situation vor Ort zu ziehen. Wie viele Patienten sind tatsächlich vor Ort zu versorgen und reicht die Anzahl der Rettungskräfte dafür aus? Muss eine Triage eingerichtet werden? Sollen noch weitere Rettungswagen und Notarzteinsatzfahrzeuge oder ggf. Leitende Notärzte (LNA) nachalarmiert werden? Steht ein RTH zur Verfügung? Die Entscheidung zur Alarmierung eines RTH sollte sehr früh im Einsatzgeschehen getroffen werden, um Zeit für den Patienten zu gewinnen (**Golden Hour – Golden Period**). Wird erst am Ende der vor Ort Versorgung des Patienten die Entscheidung getroffen, einen RTH Transport durchführen zu wollen, ist der Zeitvorteil eines luft- vs. bodengebunden Transports nicht mehr gegeben. Anders verhält es sich, wenn eine medizinische Versorgung in weit entfernte Versorgungszentren oder Spezialzentren (z. B. Verbrennungschirurgie, Neurochirurgie) angestrebt wird. Daher sollte diese Entscheidung so früh wie möglich getroffen werden, um keine Zeitverluste an der Einsatzstelle in Kauf nehmen zu müssen.

Die Traumakinematik (Kap. 15.5) ist ein weiterer wesentlicher Aspekt, den es beim Betreten der Einsatzstelle zu beachten gilt. Durch das **Lesen der Unfallstelle** und möglicher Deformitäten an Fahrzeugen und anderen Gegenständen, mit denen der Patient während des Unfallereignisses Kontakt hatte, aber auch das Erkennen der Beschaffenheit des Bodens, auf dem der Patient aufgekommen ist, geben einen wertvollen Hinweis auf potenzielle Traumata. Diese kurze Vorüberlegung zu möglichen Verletzungsmustern lässt im weiteren Verlauf der Versorgung auch

Maßnahmen zu, die lediglich wegen der erkannten Traumakinematik getroffen worden sind und nicht wegen eines tatsächlichen Befunds am Patienten (KISS-Schema, [Kap. 31.6.1](#)).

## Merke

Das Wissen über **Traumakinematik** ist zur Beurteilung von Traumapatienten essenziell.

## Initiale Beurteilung (Primary Survey)

### Erster Eindruck

Der Ersteindruck (erster Blick; General Impression) wird während der ersten Kontaktaufnahme mit dem Traumapatienten durchgeführt. Hier soll ein **Überblick** vom Patienten, dessen Atemwege/Atemqualität, Kreislauffunktion (Puls) und Ansprechbarkeit (neurologischer Status) **innerhalb von 15–30 Sek.** erfasst werden. Darüber hinaus soll Ausschau nach offensichtlichen Blutungen gehalten werden. Fällt eine externe Blutung auf, soll diese sofort durch äußeren Druck und weitere blutstillende Maßnahmen (Blutungskontrolle) kontrolliert werden.

Anschließend wird der **Gesamtzustand** des Patienten bewertet und festgelegt, ob der Patient sich jetzt oder in Kürze in einem potenziell kritischen Zustand befinden könnte. Der Ersteindruck muss dem ganzen Team als kurze Ansage mitgeteilt werden (kritisch, potenziell kritisch, nicht kritisch), sodass jedes Teammitglied die nächsten Schritte antizipieren kann. An dieser Stelle sollte auch die Entscheidung getroffen werden, ob ein RTH für den Transport in das geeignete Zielkrankenhaus (ländliche Einsatzstelle; SHT-Patient; Verbrennungsbett) notwendig ist und auch dann alarmiert werden.

## Initiale Untersuchung (ABCDE)

Die initiale Untersuchung umfasst prioritätenorientierte Untersuchungs- und Behandlungsschritte, die nach Möglichkeit zügig aber konzentriert abgearbeitet werden sollten:

- **A** – Atemwegsmanagement und HWS-Stabilisierung
- **B** – Belüftung der Lungen/Atemqualität (Ventilation)
- **C** – Kreislauffunktion und Blutungskontrolle
- **D** – neurologische Defizite (Erhebung eines neurologischen Status)
- **E** – entkleideten Patienten untersuchen und Wärmeerhalt (Temperaturkontrolle)

A: Atemwegsmanagement und HWS-Stabilisierung (Airway)

Zunächst sollte sofort die Halswirbelsäule durch **manuelle In-Line-Fixierung** stabilisiert werden. Anschließend müssen die Atemwege untersucht werden. Sollte der Patient mit dem Untersucher sprechen können, kann das behandelnde Team davon ausgehen, dass kein Atemwegsproblem vorliegt. Gibt der Patient aber lediglich schnarchende Atemgeräusche von sich, können mittels **Trauma-Jaw-Thrust** oder **Trauma-Chin-Lift** die Atemwege freigemacht werden. Das Überstrecken der HWS ist bei Traumapatienten obsolet und stellt einen Kunstfehler dar.

## Achtung

**Das Überstrecken der Halswirbelsäule ist obsolet.**

Im weiteren Verlauf des Atemwegsmanagements kann zum Freihalten der Atemwege der Gebrauch von Oropharyngealtuben oder Larynx tuben bis zur Durchführung der endotrachealen Intubation notwendig sein. Sollte die (endotracheale) Intubation nicht möglich sein (Klassifikation nach Mallampati IV oder nach Cormack/Lehane IV), ist eine Koniotomie notwendig und muss durchgeführt werden, **wenn alternative Atemwegshilfen versagen.**

B: Belüftung der Lungen/Atemqualität (Breathing)

Im nächsten Schritt wird die Atmung untersucht: Atemfrequenz, Atemtiefe, Auskultation der Lungen, Inspektion und Palpation des Thorax auf Instabilität und das Vorhandensein von gestauten Halsvenen müssen hier überprüft werden. Als Maßnahmen steht an erster Stelle die

Sauerstoffgabe mittels Sauerstoffmaske mit Reservoir und 15 l/Min. Flow. Sollte dies nicht ausreichen – v. a. wenn der Patient **brady- oder tachypnoeisch** ist – muss der Patient assistiert beatmet werden, um eine ausreichende Sauerstoffversorgung herzustellen. Der Erfolg kann durch das Ablesen der Sauerstoffsättigung kontrolliert werden.

C: Kreislauffunktion und Blutungskontrolle (Circulation)

Spätestens jetzt sollte aktiv nach möglichen **äußeren Blutungen** gesucht werden und wenn vorhanden gestillt werden (äußerer Druck, Druckverband, iTClamp<sup>®</sup>, Tourniquet). Die Kreislaufsituation kann sehr gut durch die Hautfarbe (Blässe, Marmorierung), Hauttemperatur (kalte Extremitäten) und Feuchtigkeitsgrad (klamm-feuchte Haut als Zeichen eines Schockgeschehens) beurteilt werden. Des Weiteren sollte der **periphere Puls** (A. radialis) getastet werden.

## Merke

Als Faustformel gilt, dass der **systolische Blutdruck** mindestens **80 mmHg** beträgt, wenn periphere Pulse tastbar sind. Im Alter nimmt dieser Wert zu.

Die **Überprüfung der Rekapillarierungszeit** (physiologisch < 2 Sek.) ist ebenfalls eine schnell und einfach durchführbare Maßnahme, um sich Klarheit über die Kreislaufverhältnisse zu verschaffen. Neben der Anlage eines oder mehrerer Venenverweilkanülen zur Medikamenten- und Volumengabe, muss auch nach nicht **sichtbaren, inneren Blutungsquellen** gesucht werden. Dazu wird das Abdomen über alle vier Quadranten abgetastet und nach Abwehrspannung oder lokalen Resistenzen gesucht. Das Becken und die Oberschenkel gelten als weitere große Blutungsräume und müssen in diesem Untersuchungsgang berücksichtigt werden. Vor allem das Becken sollte bei Verdacht eines schweren Traumas, bei Hinweisen aus der Traumakinematik, mit einer **Beckenschlinge** versorgt werden, um eine innere Blutung kontrollieren zu können.

## Achtung



Sollte der Zustand des Traumapatienten nach der Kreislaufuntersuchung weiterhin schlecht sein, kann der **Primary Survey unterbrochen** und der Patient transportfertig gemacht werden. Im RTW können dann die fehlenden Untersuchungen nachgeholt werden.

D: Neurologischer Status (Disability)

Die **Glasgow Coma Scale (GCS)** sollte erhoben werden. Gerade hiermit kann während der weiteren Versorgung durch stetige Reevaluierung ein **Verlaufprofil** erstellt werden. Die Pupillenkontrolle zur Identifikation einer Hirndrucksymptomatik und auch die Glukosemessung zum Ausschluss einer Hypoglykämie sind Maßnahmen, die an dieser Stelle durchgeführt werden sollen.

E: Entkleidung (Exposure)

Wenn es die Zeit zulässt, sollte ein Traumapatient spätestens im RTW vollständig entkleidet werden, um mögliche **verdeckte Verletzungen** zu finden. Abschließend muss aber einer Hypothermie entgegengewirkt werden und auf einen konsequenten Wärmeerhalt geachtet werden. Durch eine **Hypothermie** wird das Gerinnungssystem des Patienten erschöpft und die Blutstillung beeinträchtigt.

Erweiterte Beurteilung (Secondary Survey)

Der Secondary Survey findet bei kritisch kranken Patienten im RTW auf dem Transport in das Zielkrankenhaus statt. Lässt es der Zustand des Patienten zu (nicht kritisch), kann dieser auch noch an der Einsatzstelle durchgeführt werden. Nach einem schnellen Reassessment im ABCDE und das Ergänzen fehlenden Monitorings (etCO<sub>2</sub>, SpO<sub>2</sub>, RR, EKG), wird die **SAMPLER-**

**Anamnese** (Kap. 17.1.5) erhoben:

- **S** – Symptome
- **A** – Allergien
- **M** – Medikation (Dauer- und Bedarfs- sowie Eigenmedikation)
- **P** – Patientenvorgeschichte
- **L** – letzter Stuhl- und Urinabgang; letzte Flüssigkeits- und Essenaufnahme

- **E** – Ereignisse kurz vor dem Notfallgeschehen
- **R** – Risikofaktoren

Darüber hinaus kann nun eine detaillierte **Kopf-bis-Fuß-Untersuchung** stattfinden, wenn es der Zustand des Patienten erlaubt.

## Transport

Während des Transports in ein geeignetes Krankenhaus sollte alle 5–10 Min. ein **Reassessment mittels ABCDE** durchgeführt werden, um frühzeitig Veränderungen zu erkennen und Interventionsmaßnahmen durchführen zu können. Die **Auswahl eines nächstgelegenen, geeigneten Krankenhauses** ist von entscheidender Bedeutung für das Überleben des Patienten, denn das nächstgelegene Hospital muss für den Traumapatienten nicht unbedingt das richtige Krankenhaus sein.

### 31.9.3 Small Volume Resuscitation (SVR)

Bei Traumapatienten treten häufig **große Volumenverluste** innerhalb kurzer Zeit auf. Obwohl es gelingt, diese Patienten nach schwerem Volumenmangelschock in die Klinik zu transportieren, versterben sie im weiteren Verlauf an Komplikationen (z. B. Lungenversagen), deren Ursache vermutlich Durchblutungsstörungen und daraus resultierende Organschäden im Rahmen des Primärereignisses sind. Ein entsprechend großer Blutverlust führt zu **Hypotonie** mit nachfolgender **Minderperfusion der Organe** sowie zu einer **Gewebsazidose** mit nachfolgendem Kapillarschaden und Zytokinausschüttung. Diese Störungen im Bereich der Mikrozirkulation wirken sich bei eingeleiteter Therapie nicht sofort aus. Es kommt jedoch in den folgenden Tagen zu Organstörungen bis zum Organversagen.

Das **optimierte Volumenmanagement** im Rettungsdienst versucht, Störungen im Bereich der Mikrozirkulation zu verhindern. Ein mögliches Behandlungskonzept **war** die Small Volume Resuscitation (SVR), die eine Kombination aus kolloidaler und hyperosmolarer, kristalloider Lösung ist. Ergänzt wird das Konzept durch die differenzierte Gabe von kristalloiden und kolloiden Lösungen. Durch die Verwendung der SVR-Lösungen kommt es zu einer Mobilisation von Flüssigkeit aus dem Extravasal- in den Intravasalraum und einer optimierten Rheologie (Fließeigenschaft des Blutes). Seit April 2014 ist HyperHAES<sup>®</sup> nach einem Feststellungsbescheid

des Bundesamtes für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) nicht mehr verkehrsfähig, da der pharmazeutische Hersteller auf die Zulassung verzichtet hat. Risikoanalysen ergaben, dass durch HAES-haltige Arzneimittel die Mortalität steigt.

## Merke

Die Initialtherapie des Volumenmangelschocks ist auch auf die Prävention von Sekundärkomplikationen ausgerichtet. **Aktuell (2015) werden durch die Fachgesellschaften balancierte Vollelektrolytlösungen empfohlen.**

### 31.9.4 Trauma und Reanimation

Eine durch Trauma bedingte Reanimation wird traditionell mit einer **äußerst schlechten Prognose** für den Patienten verbunden. Aktuell wird diese Ansicht in Deutschland immer kritischer hinterfragt. Die Datenlage hierzu erscheint allerdings noch heterogen und Überlebensraten sind davon abhängig, welche Grundgesamtheit als Patientengruppe statistisch herangezogen wurde.

Wesentlich erscheint es, zwei Patientengruppen voneinander zu unterscheiden:

- **Primär reanimationspflichtige Traumapatienten**
- **Während der Versorgung reanimationspflichtig** gewordene Patienten.

Bei der zweiten Patientengruppe muss neben dem sofortigen Beginn mit Reanimationsmaßnahmen die bis dahin getroffene Therapie kritisch hinterfragt werden – dies sollte strukturiert mittels eines **ABCDE-Reassessments** stattfinden und vorher durchgeführte invasive Maßnahmen auf Erfolg kontrolliert werden, um z. B. eine ösophageale Fehlintonation oder eine anteriore Entlastungspunktion mit einer zu kurzen Punktionsnadel auszuschließen.

Grundsätzlich stehen **potenziell reversible Ursachen** (vgl. ERC: 4H's und HITS), die zum Herz-Kreislauf-Stillstand geführt haben können, therapeutisch bei reanimationspflichtigen Traumapatienten im Vordergrund:

- Hypoxämie durch Verlegung der Atemwege
- Blutungsassoziierte Hypovolämie
- Spannungspneumothorax
- Perikardtamponade

Die **Therapiemaßnahmen**, um diese potenziell reversiblen Ursachen zu behandeln, müssen zügig und aggressiv umgesetzt werden:

- Es muss eine **ausreichende Sauerstoffversorgung** durch eine endotracheale Intubation oder einen alternativen Atemwege gesichert werden.
- Mögliche **Blutungsquellen** müssen sehr früh aktiv gesucht und kontrolliert werden.
- Blutende **Extremitätenverletzungen** können schnell und effizient mittels iTClamp<sup>®</sup> oder auch durch ein Tourniquet gestillt werden.
- Das **Becken** muss frühzeitig durch die Anlage eines Beckengurtes stabilisiert werden.

Ein möglicher **Spannungspneumothorax** muss auch frühzeitig in die Überlegung zur notfallmedizinischen Therapie gelangen und ggf. entlastet werden. Hier muss bedacht werden, dass eine Thoraxdrainage effektiver sein kann als eine anteriore Nadeldekompression.

## Merke

Eine Trauma-assoziierte **Reanimation** darf nicht abgebrochen werden, bevor der Patient nicht mit **bilateralen Thoraxdrainagen** versorgt wurde!

## Schlagwort

Polytrauma

Ursachen

- Einwirkung starker Gewalt auf den Körper mit lebensgefährlicher Verletzung verschiedener Körperregionen z. B. durch:
  - Verkehrsunfall (Einklemmungstrauma)
  - Betriebsunfall
  - Sturz aus großer Höhe

## Symptome

Die Symptome sind abhängig vom individuellen Verletzungsmuster und Verletzungsumfang der betroffenen Körperregionen. Die häufigsten Symptome sind:

- Schockzeichen: erhöhte AF; feuchte, kalte, blasse Haut; Lippen- und Akrenzyanose; verzögerte Rekapillarisation; peripher schlechter tachykarder Puls
- Starke Schmerzen
- Bewusstseinsstörungen bis Bewusstlosigkeit
- Dyspnoe
- Zeichen von Frakturen
- Anzeichen eines SHT, einer Thorax-, Abdominal-, Becken- und/oder Extremitätenverletzung

## Maßnahmen

### **Monitoring**

- AF, SpO<sub>2</sub>, Rekapillarisationszeit, Puls (peripher/zentral), RR, BZ, GCS, EKG, Temperatur

### **Basismaßnahmen und Lagerung**

- Freimachen und Freihalten der Atemwege
- Ausreichende Oxygenierung sicherstellen, z. B. initial O<sub>2</sub>-Gabe über Maske mit Reservoir 15 l/Min.

- Starke Blutungen stillen.
- Offene Wunden nur steril abdecken, Fremdkörper in Wunde belassen.
- Immobilisation der Halswirbelsäule mit Stifneck<sup>®</sup> und zusätzliche Wirbelsäulenimmobilisation (Combi-Carrier<sup>®</sup>, Vakuummatratze, Spineboard<sup>®</sup>)
- Bewusstseinsklarer Patient: Lagerung je nach Befund (s. einzelne Krankheitsbilder), meist Flachlagerung v. a. bei Schockzeichen
- Bewusstloser Patient: Lagerung je nach Befund (s. einzelne Krankheitsbilder)
- Schienung von Frakturen unter achsengerechtem Längszug
- Umlagerung und Transport unter Immobilisation der Wirbelsäule
- Wärmeerhalt (s. auch Volumentherapie!)

## Erweiterte Maßnahmen

- i. v. Zugänge entsprechend Venenstatus, frühzeitig i. o. Zugangsweg (EZ-IO<sup>®</sup>) erwägen und ggf. Laborblutentnahme
- Volumentherapie: auf 39 °C vorgewärmte, balancierte Vollelektrolytlösung, permissive Hypotonie bei nicht stillbaren Blutungen
- Frühintubation und Beatmung (Narkose)
- Eventuell umgehende Entlastung des Spannungspneumothorax
- Keine zeitaufwendige Versorgung von Bagateltraumen an der Einsatzstelle
- Frühzeitige Organisation des Patiententransports in eine **geeignete** Klinik; Voranmeldung

## Medikamente und Dosierungsempfehlungen

- Analgosedierung: 0,1 mg Fentanyl<sup>®</sup> i. v. und Dormicum<sup>®</sup> 2–5 mg i. v.
- Idealerweise bietet sich zur Analgesie und gleichzeitigen Vasokonstriktion Ketamin an (z. B. 0,5–1 mg/kg KG Ketanest<sup>®</sup> langsam i. v. in Kombination mit 2–5 mg Dormicum<sup>®</sup>). **Cave:** keine Monoanästhesie (d. h. kein Ketanest<sup>®</sup> ohne Dormicum<sup>®</sup>!)
- Frühzeitige Narkoseeinleitung und Intubation mit Propofol<sup>®</sup> (kein Trapanal<sup>®</sup> wegen RR-Abfall) und Fentanyl<sup>®</sup>/Dormicum<sup>®</sup>

- Volumentherapie im hämorrhagischen Schock: balancierte Vollelektrolytlösung; permissive Hypotonie anstreben.
- Bei schweren Blutungen wird die Gabe Tranexamsäure: initial 2 g (15–30 mg/kg KG) oder 1 g als Aufsättigung über 10 Min. + 1 g über 8 Std.

## Wiederholungsfragen

1. Was ist der Unterschied zwischen einer direkten und einer indirekten Hirnschädigung ([Kap. 31.1.1](#))?
2. Was ist ein Hirnödem ([Kap. 31.1.1](#))?
3. Erklären Sie den Unterschied zwischen Pneumothorax und Spannungspneumothorax ([Kap. 31.3.2](#)).
4. Was ist bei einer Verletzung der Bauchorgane zu erwarten ([Kap. 31.4](#))?
5. Welches ist der am häufigsten übersehene Knochenbruch ([Kap. 31.5](#))?
6. Wie wird die geschlossene Fraktur einer Extremität versorgt ([Kap. 31.7.1](#))?
7. Was steht im Vordergrund der Versorgung einer Amputationsverletzung ([Kap. 31.8](#))?
8. Erklären Sie das Polytrauma-Management ([Kap. 31.9.1](#)).
9. Woran orientiert sich die Volumentherapie ([Kap. 31.9.3](#))?

## Auflösung des Fallbeispiels

### Verdachtsdiagnose

Thoraxtrauma, Beckenverletzung, Volumenmangelschock, Polytrauma.

### Erstmaßnahmen

Der Atemweg des Patienten ist frei, die Atmung tachypnoeisch. Der periphere Puls ist nur sehr schwach tastbar und die Rekapillarierungszeit liegt bei 4 Sek. Die Haut des Patienten fühlt sich kühl und feucht an. Die Pupillen des Patienten sind isokor und reagieren adäquat auf Lichteinfall. Er hat Druckschmerzen im rechten Thorax und im dorsalen Hüftbereich. Das linke Knie ist stark blutverschmiert und schmerzempfindlich, der rechte Unterschenkel ist geschlossen frakturiert. Das Abdomen ist weich.

Der Patient erhält umgehend hoch dosiert Sauerstoff über eine Sauerstoffmaske mit Reservoirsystem. Der Notarzt legt vier periphere (G 18–G 14) Venenzugänge in beide Arme des Patienten. Nach Abnahme von Patientenblut werden insgesamt 2 000 ml balancierte Vollelektrolytlösung als Infusion angeschlossen.

Nachdem die Feuerwehr mit hydraulischem Rettungsgerät freien Raum (Entfernung des Daches) in dem Pkw geschaffen hat, steigt der Notarzt ein und der Patient wird noch im Pkw nach Gabe von 20 mg Hypnomidate und 0,3 mg Fentanyl orotracheal intubiert und beatmet (Tubus ID 8,5). Anschließend wird er durch die Feuerwehr befreit und auf die vorbereitete Vakuummatratze gelegt. Im Rettungswagen wird er weiter versorgt und stabilisiert. Eine Bülow-Drainage wird rechtsthorakal angelegt, da hier offensichtlich Frakturen vorliegen und das Atemgeräusch stark abgeschwächt ist. In der Folge wird der Patient der Besatzung des Rettungshubschraubers anvertraut und ins Klinikum geflogen.

## Klinik

In der Notaufnahme wird bei dem kreislaufstabilen Patienten eine Sonografie des Abdomens durchgeführt, die keinen Anhalt für freie Flüssigkeit ergibt. Die Röntgendiagnostik zeigt eine Rippenserienfraktur 4–8 rechts mit Hämatothorax, eine bimalleoläre Fraktur des oberen Sprunggelenks links mit Dislokation, eine perforierende Knieverletzung mit Knorpeldefekt links und eine Azetabulumfraktur links. Nach der Versorgung der Weichteilverletzungen im Gesicht werden die Frakturen noch am Unfalltag osteosynthetisch versorgt. Bei Aufnahme auf der Intensivstation ist der Patient weiter kreislaufstabil. Postoperativ treten keine wesentlichen Probleme auf, sodass der Patient am 3. postoperativen Tag extubiert werden kann.



# Diagnose

Rippenserienfraktur 4–8 rechts mit Hämatothorax, bimalleoläre Fraktur des oberen Sprunggelenks links, perforierende Knieverletzung links, Azetabulumfraktur links, Weichteilverletzungen im Gesicht.


## Weiterführende Literatur

 **DGA, 2014**

 DGA

S3-Leitlinie Intravasale Volumentherapie beim Erwachsenen AWMF-Leitlinien-Register 001/020 2014,

 **DGAI-Handlungsempfehlung, 2015**

 DGAI-Handlungsempfehlung

Prähospitale Notfallnarkose beim Erwachsenen 2015,

 **DGU, 2014**

 DGU

S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerstverletzten-Behandlung AWMF-Leitlinien-Register 012/019 2014,

 **NAEMT, 2012**



## Medizinwelten

Abrechnung

Akupunktur

Allgemeinmedizin

Chirurgie

Gynäkologie

Heilpraktiker

Homöopathie

Innere Medizin

Klinikleitfaden

Naturheilverfahren

Onkologie

Osteopathie

Psychiatrie

Psychosomatik

Psychotherapie

Pädiatrie

Rettungsdienst

Sprachtherapie

## Rechtliches

Impressum

Datenschutz

[User Guide](#)

[Elsevier AGB](#)

## Links

[Customer Service](#)

[Elsevier Portal](#)

[Elsevier Webshop](#)