

Einklemmungstrauma (Stand November 2002)

Allgemeines
Vorbemerkungen

Zeitmanagement
Organisation an der Einsatzstelle
Präklinische Diagnostik
Präklinische Therapie
Algorithmus
Zielklinik
Vorgaben zur Dokumentation
Kommentierung der QM-Empfehlungen
Literatur

Zusammengestellt von

Jens Hauke, OSA
Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin
Bundeswehrkrankenhaus Ulm

Allgemeines

Im Gegensatz zu anderen Einsatzindikationen im Rettungsdienst gibt es für das komplexe Geschehen des Einklemmungstraumas keine international anerkannten Algorithmen oder Leitlinien. National liegt nur eine aktuelle Stellungnahme der Arbeitsgemeinschaft Notfallmedizin der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie vor [12], die jedoch keinen Leitliniencharakter hat.

Datenmaterial im Sinne einer „Evidence-Based-Medicine“ zur Evaluierung verschiedener Algorithmen existieren nicht und sind mittelfristig auch nicht zu erwarten. Es konnte lediglich gezeigt werden, daß ein intensives, gemeinsames Training der beteiligten medizinischen und technischen Crew zu einem schnelleren und patientengerechteren Abarbeiten gestellter Einklemmungsszenarien führen kann [7].

Die Empfehlungen, die für den Bereich des „SAR Ulm 75“ erstellt wurden, haben daher, ebenso wie der Algorithmus der DGU, formal nur den Status eines „Expertenkonsensus“.

Vorbemerkungen

Die Häufigkeit des „Einklemmungstraumas“ innerhalb eines Traumakollektivs wird in der Literatur mit 15-20% angegeben, wobei eine steigende Tendenz zu verzeichnen ist [10, 14]. Hauptursache stellt im Bereich des „SAR Ulm 75“ mit 80% der Verkehrsunfall, gefolgt vom Arbeitsunfall mit nahezu 20% dar. Beim Verkehrsunfall selbst dominiert eindeutig der Pkw-Unfall, auf dessen Bewältigung sich die vorliegenden Empfehlungen primär beziehen. Im Gesamtkollektiv des „Einklemmungstraumas“ nimmt der Lkw-Unfall gegenüber dem Pkw-Unfall quantitativ eine untergeordnete Rolle ein, stellt jedoch ungleich höhere Anforderungen an technische und medizinische Einsatzkräfte, zumal verunfallte Lkw-Insassen im Vergleich zu Pkw-Insassen doppelt so häufig eingeklemmt sind [11].

Die Empfehlungen, die für die Rettung eingeklemmter Pkw-Insassen gelten, lassen sich jedoch in ihren Grundzügen auch auf vergleichbare Einsatzsituationen am Lkw-Führerhaus oder beim Arbeitsunfall übertragen.

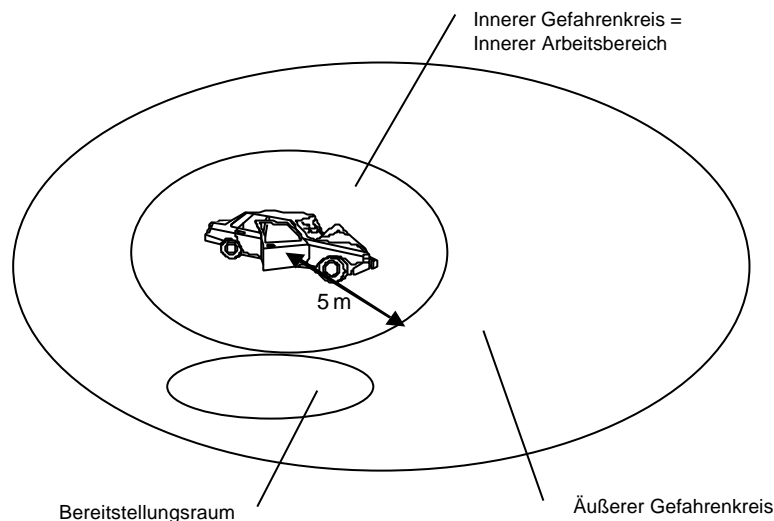
Zeitmanagement

QM-Ziel: *Die präklinische Stabilisierung von eingeklemmten, traumatisierten Patienten sollte zum frühestmöglichen Zeitpunkt, parallel zur technischen Rettung begonnen werden. Die Rettung muß zügig und schonend durchgeführt werden und von einem möglichst verzuglosen Transport in eine geeignete Klinik gefolgt sein.*

- **Auch beim eingeklemmten Traumapatienten gilt die Forderung, daß der Patient innerhalb von maximal 60 min (ab Alarmierung) adäquat notfallmedizinisch versorgt die Zielklinik erreichen sollte.**
- **Der Ablauf der technischen Rettung gliedert sich in Erstzugang, Versorgungsöffnung, Befreiungsöffnung und Befreiung des Patienten.**
- **Mit Etablierung des Erstzuganges kann und muß in enger Kooperation mit den technischen Rettungskräften erste qualifizierte notfallmedizinische Diagnostik und Therapie erfolgen.**

Organisation an der Einsatzstelle

QM-Ziel: *Die Anordnung von Personal und Material an der Einsatzstelle sollte einen optimal ineinander verzahnten Ablauf der notwendigen Arbeitsschritte von technischem und medizinischem Team ermöglichen. Dabei ist dem Eigenschutz der Rettungskräfte und dem Schutz des Patienten vor weiterer Traumatisierung Rechnung zu tragen.*



- In der Regel wird das technische Team durch den Einsatzleiter Feuerwehr, das medizinische Team durch den Notarzt geführt. Beide stehen für die Dauer der Rettungsmaßnahmen in engem Kontakt.
- Der innere Arbeitskreis (z.B.: Unfallfahrzeug + 5m Umkreis) deckt sich mit dem inneren Gefahrenkreis, der nur mit adäquater Schutzkleidung (Sicherheitsschuhe, Schutzjacke, Feuerwehrhelm, Kevlarhandschuhe) betreten wird.
- Im inneren Arbeitskreis sollte sich maximal folgendes Personal / Material befinden:
 - Notarzt mit 1-2 Rettungsassistenten
 - Maximal 5 technische Rettungskräfte mit konkretem Auftrag
 - Sauerstofftasche, Notfallrucksack, ggf. einzelne Module des Traumarucksacks
 - Unterbaumaterial und aktuell verwendetes hydraulisches Rettungsgerät
- Der Bereitstellungsraum schließt sich unmittelbar an den inneren Arbeitskreis an und befindet sich im äußeren Gefahrenkreis.
- Im Bereitstellungsraum sollte folgendes Personal / Material vorgehalten werden:
 - Trage mit vorbereiteter Vakuummatratze und Umbetttuch, Schaufeltrage, ggf. Traumarucksack, KED-System
 - Aktuell nicht benötigtes Rettungsdienst- und Feuerwehrpersonal
 - Aktuell nicht benötigtes Rettungsgerät, Strom- und Hydraulikaggregate, Beleuchtung, Brandschutz, Absperrung und sonstige Absicherungsmaßnahmen.
- Beim Pkw-Unfall mit eingeklemmtem Fahrer / Beifahrer (insbesondere mit „scharfen“ Airbags) agiert das medizinische Personal vorzugsweise von der Rücksitzbank aus.
- Beim Lkw-Unfall ist an den Einsatz eines Schnellbaugerüsts oder eines Drehleiterkorbes als Arbeitsbühne zu denken.

Präklinische Diagnostik

QM-Ziel: *Die präklinische Diagnostik von eingeklemmten Traumapatienten muß zum frühestmöglichen Zeitpunkt einsetzen, weil sie eine wichtige Entscheidungsgrundlage für den weiteren Rettungsablauf darstellt. Mit Fortschreiten der technischen Rettung wird sie stufenweise so komplettiert, daß sie dem zu erwartenden hohen Schweregrad des Traumas gerecht wird.*

Folgende Lageerkundung wird erwartet:

Überblick:

- **Beurteilung der Eigengefährdung des Rettungsteams** (Absicherung der Unfallstelle, Gefahrgut, Kraftstoff, Airbags, etc.)
- **Ausdehnung der Unfallstelle und Zahl beteiligter Fahrzeuge / Verletzter**
- **Grobe Abschätzung von Unfallmechanismus und Gewalteinwirkung** (Fahrzeugdeformierung, Hochrasanztrauma, innerörtlicher Unfall, etc.)
- **Abstimmung mit anderen Rettungskräften**
- **Lagemeldung und Festlegen von Prioritäten**

Folgende diagnostische Maßnahmen werden erwartet:

Sofort:

- **Beurteilung der Vitalfunktionen Atmung, Puls, Bewußtsein (GCS), Pupillen**
- **Orientierende Untersuchung nach führender Verletzung („Bodycheck“ soweit zugänglich)**
- **Wertung, ob perakute Gefährdung vorliegt, die Crash-Rettung erfordert**

Dringlich:

- **Pulsoxymetrie, insbesondere im Verlauf nach Sauerstoffinsufflation / Intubation**
- **Blutdruckmessung**
- **Kapnometrie sofort bei Intubation**
- **Weitergehende kranio-kaudale Untersuchung nach Verletzungen unter teilweisem Entkleiden des Patienten (Aufschneiden soweit zugänglich)**
- **Beurteilung der Motorik aller Extremitäten (soweit zugänglich)**
- **Wertung, ob mit schwerwiegendem Wirbelsäulentrauma zu rechnen ist**

Später:

- **EKG-Monitor**
- **Tympanontemperatur**
- **Blutzuckermessung**
- **Komplette klinische Untersuchung des entkleideten Patienten einschließlich Beurteilung der Durchblutung frakturierter Extremitäten**
- **Wiederholte Kontrollen bereits erhobener Vitalparameter zur Therapie- und Verlaufskontrolle**
- **Genauere Information über Unfallhergang** (Kollisionsrichtung, Fahrzeugdeformierungen, Fremdeinwirkung, etc.)

Präklinische Therapie

QM-Ziel: *Das therapiefreie bzw. therapiearme Intervall sollte auch bei schwer zugänglichen, eingeklemmten Traumapatienten so kurz wie möglich gehalten werden. Mit Fortschreiten der technischen Rettung und Verbesserung der Arbeitsbedingungen für das medizinische Team wird die Therapie stufenweise so komplettiert, daß sie dem diagnostizierten Schweregrad des Traumas gerecht wird.*

Folgende therapeutische Maßnahmen werden erwartet:

Sofort:

- **Sicherung der Atemwege** (cave: HWS-Trauma)
- **Verbesserung der Atemmechanik**
- **Einleitung CPR** (wenn Gesamtumstände dies erfordern und zulassen)
- **HWS-Immobilisation**

Dringlich:

- **Sauerstoffinsufflation mindestens 8 l über Maske mit Reservoir**
- **Maskenbeatmung mit O₂-Demandventil** (bei anhaltender respiratorischer Insuffizienz)
- **Endotracheale Intubation unter HWS-Immobilisation** (strenge Indikationsstellung)
- **Druckverbände über zugänglichen stark blutenden Verletzungen**
- **Anlage von 1-2 großlumigen, periphervenösen Zugängen, gründlich fixiert(!)**
- **Adäquate Infusionstherapie** (in Abhängigkeit von Trauma und Kreislaufsituation)
- **Primär: Small-Volume-Resuscitation (HYPERHES) bei zu erwartendem größeren Volumenbedarf**
- **ATAR-Analgesie** (bei suffizienter Spontanatmung)

Vor Rettung:

- **Anlage KED-System** (bei V.a. Wirbelsäulentrauma und fehlender perakuter Gefährdung des Patienten)
- **Schienung frakturierter oberer Extremitäten** (ohne Rettung zu verzögern)
- **Verband zugänglicher offener Verletzungen** (ohne Rettung zu verzögern)
- **Wärmeerhalt und Splitterschutz durch Helm und Decke**

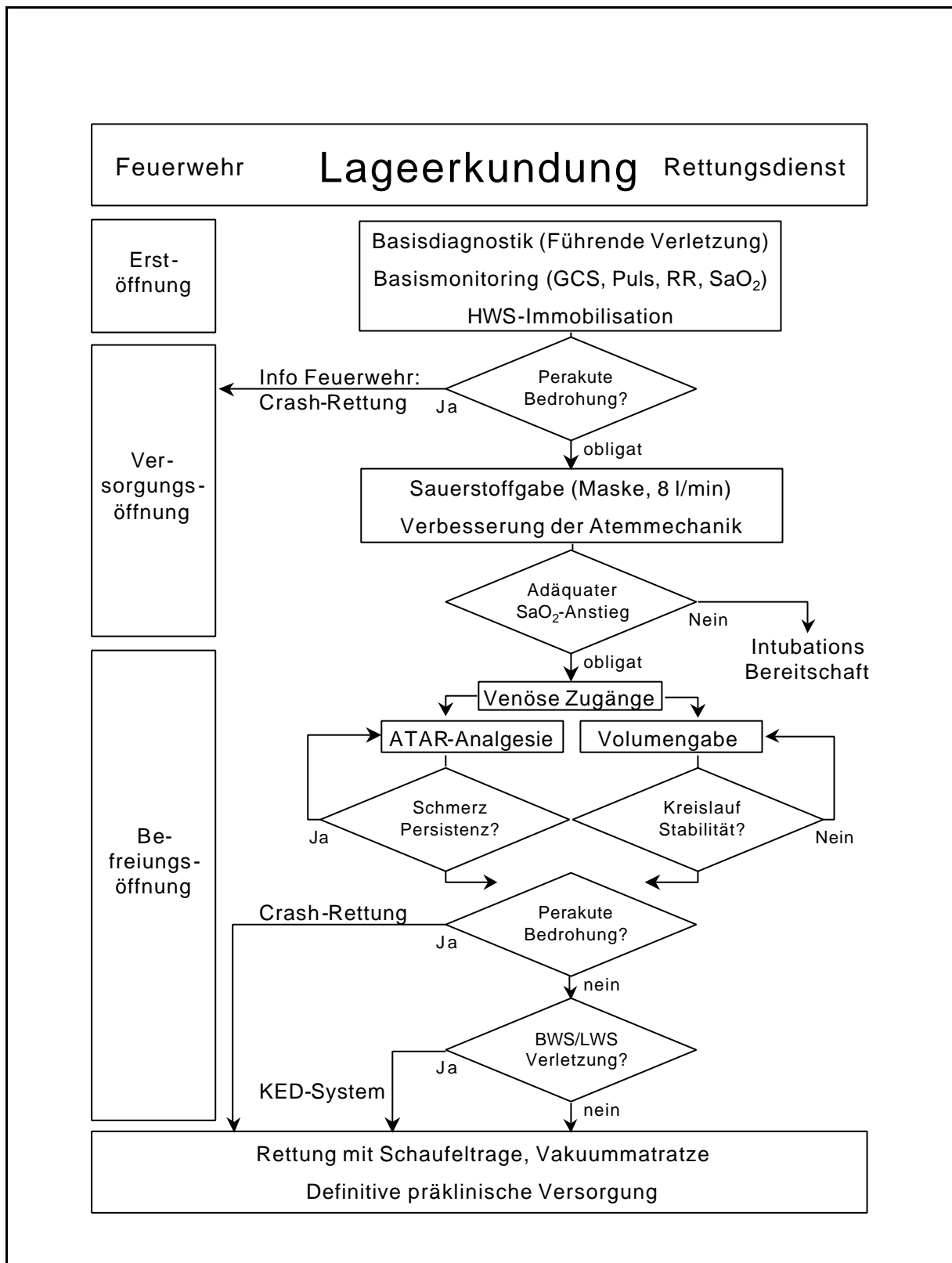
Rettung:

- **Mit KED-System und Schaufeltrage achsengerecht nach hinten aus Pkw** (bei V.a. Wirbelsäulentrauma und fehlender perakuter Gefährdung des Patienten)
- **Ohne KED-System, aber mit HWS-Immobilisation und ggf. Schaufeltrage möglichst achsengerecht nach hinten aus Pkw** (Crush-Rettung aus medizinischer Indikation)
- **Mit KED-System und Schaufeltrage achsengerecht über Arbeitsplattform aus Lkw**
- **Lagerung auf vorbereitete Trage mit Vakuummatratze, Umbetttuch und ggf. MAST**

Nach Rettung:

- **Definitive Erstversorgung aller übrigen Verletzungen**
- **Narkoseeinleitung und endotracheale Intubation unter HWS Immobilisation** (übliche Indikationsstellung, übliches Vorgehen)
- **Anlage von Thoraxdrainage** (übliche Indikationsstellung)
- **Zügige Transportvorbereitung**

Algorithmus



Ablaufschema technische und medizinische Rettung bei eingeklemmtem Pkw-Insassen [8].

Zielklinik

QM-Ziel: *Traumapatienten mit Einklemmung sollten (schnellstmöglich) der für sie geeigneten Klinik zugeführt werden. Die Wahl von Zielklinik und Transportmittel richten sich nach dem Verletzungsmuster des Patienten und einsatztaktischen Gesichtspunkten. Generell sollten sie dem überdurchschnittlich hohen Schweregrad des Traumas gerecht werden.*

- Die Kriterien für Transportmittel und Zielklinik sind den spezifischen Verletzungskapiteln (z.B.: QM-Empfehlungen Schädel-Hirn-Trauma) zu entnehmen.
- Um Zeitverzug bei der Disposition des Transportzieles zu vermeiden, sollten führendes Verletzungsmuster und vorgeschlagene Zielklinik möglichst frühzeitig, in der Regel noch vor Befreiung des Patienten der Rettungsleitstelle über Funk mitgeteilt werden (Fremdleitstelle) bzw. via Handy angemeldet werden (RLST Ulm).

Vorgaben zur Dokumentation

QM-Ziel: *Alle diagnostisch, therapeutisch, prognostisch und forensisch relevanten Aspekte der Traumaversorgung sollten, soweit präklinisch erhebbar, strukturiert dokumentiert werden.*

- Folgende unfallspezifische Fakten sollten dokumentiert werden:
 - Unfallmechanismus (Verkehrsunfall, Arbeitsunfall, etc.)
 - geschätzte Dauer der Einklemmung bzw. Zeitpunkt der Befreiung
- Bei Verkehrsunfällen:
 - Unfallmechanismus (frontal, seitlich, Überschlag, mit / ohne Fremdeinwirkung, etc.)
 - Beteiligte Fahrzeuggattungen (Lkw, Pkw, Kleinwagen, etc.)
 - Sitzposition im Unfallfahrzeug (Fahrer, Beifahrer, etc.)
 - Einsatz von Rückhaltesystemen (angeschnallt, Airbag ausgelöst, etc.)
- Einsatz von Hilfsmitteln bei der Rettung (Stiff-Neck, KED-System, Schaufeltrage, etc.)
- Die verletzungsspezifischen Aspekte der Dokumentation sind den jeweiligen Kapiteln zu entnehmen.
- Wegen der besseren Übersichtlichkeit und Struktur im Vergleich zu „Belegleserprotokollen“ sollte ein Original-DIVI-Protokoll verwendet werden.

Kommentierung der QM-Empfehlungen

Zeitmanagement

QM-Ziel:	<i>Die präklinische Stabilisierung von eingeklemmten, traumatisierten Patienten sollte zum frühestmöglichen Zeitpunkt, parallel zur technischen Rettung begonnen werden. Die Rettung muß zügig und schonend durchgeführt werden und von einem möglichst verzuglosen Transport in eine geeignete Klinik gefolgt sein.</i>
➤	Auch beim eingeklemmten Traumatpatienten gilt die Forderung, daß der Patient innerhalb von maximal 60 min (ab Alarmierung) adäquat notfallmedizinisch versorgt die Zielklinik erreichen sollte.
➤	Der Ablauf der technischen Rettung gliedert sich in Erstzugang, Versorgungsöffnung, Befreiungsöffnung und Befreiung des Patienten.
➤	Mit Etablierung des Erstzuganges kann und muß in enger Kooperation mit den technischen Rettungskräften erste qualifizierte notfallmedizinische Diagnostik und Therapie erfolgen.

Der Grundsatz der „Golden Hour of Trauma“, wonach die präklinische Traumaversorgung den Transport des Patienten in die Zielklinik nicht „unnötig verzögern“ sollte, hat in der unfallchirurgischen Literatur neuerdings wieder an Aktualität gewonnen. In ihrem Algorithmus für die präklinische Versorgung bei Polytrauma fordert die Arbeitsgemeinschaft Notfallmedizin der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie, daß die präklinische Versorgungszeit den Zeitraum von insgesamt 20 Minuten nicht übersteigen sollte [13]. Angesichts des zusätzlichen Zeitbedarfs für die Befreiung des eingeklemmten Patienten kann diese Forderung - wenn überhaupt - nur erfüllt werden, wenn technische Rettung und medizinische Versorgung zeitgleich ablaufen. Dazu bedarf es enger Abstimmung der medizinischen Maßnahmen mit der technischen Rettung, die überwiegend nach folgendem Schema abläuft [2]:

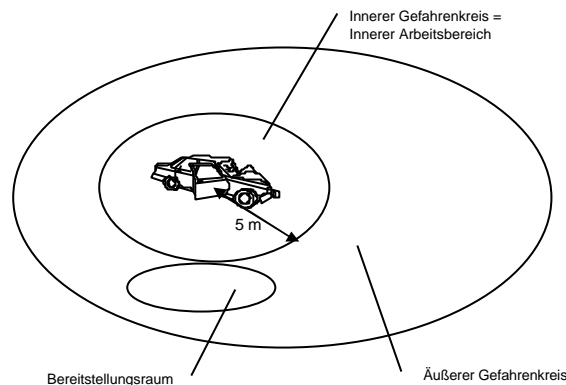
Nach der obligatorischen *Lageerkundung*, die idealerweise in enger Kooperation von Feuerwehr und Rettungsdienst stattfindet, erfolgt die *Erstöffnung* des Fahrzeuges, soweit dies noch nicht durch Ersthelfer geschehen ist. Dazu wird in der Regel eine Fondtür oder eine Heckklappe, im ungünstigeren Falle ein ausreichend dimensioniertes Fenster gewählt. Ein qualifizierter Rettungsdienstmitarbeiter begibt sich sofort in das Fahrzeug und leitet dort erste diagnostische und therapeutische Schritte ein. Dabei ist dem Eigenschutz größter Stellenwert beizumessen.

Währenddessen stabilisiert die technische Rettung das Fahrzeug und schafft eine *Versorgungsöffnung*, einen verbesserten Zugang zum Patienten, der weiterreichende Diagnostik und Therapie ermöglicht und insbesondere mehr Bewegungsfreiheit für das medizinische Team bietet. Dies erfolgt durch möglichst splitterarmes Entfernen der Fenster und Abnahme des Daches, wobei aus medizinischer Sicht der kompletten Dachentfernung gegenüber einem teilweisen Aufklappen im Frontsitzbereich der Vorzug zu geben ist.

Wenn die Zugänglichkeit des Patienten von hinten und von oben gewährleistet ist, konzentriert sich die technische Rettung auf die eigentliche *Befreiungsöffnung*. Nach Entfernung der gleichseitigen Tür wird die seitliche Begrenzung des Fußraumes aufgetrennt und herausgehoben, störende Pedale abgetrennt und der gesamte Vorderwagen zur Freilegung des Beinraumes en block hochgedrückt. Das früher weit verbreitete Herausbiegen des Lenkrades aus dem Fahrgastraum mittels Kette und Spreizer ist zwischenzeitlich aufgegeben worden, da es zusätzlich zur bekannten Airbagproblematik auch starke Verspannungen im Armaturenbereich mit unkontrollierbarer Splitterentwicklung der verwendeten Kunststoffe verursacht.

Wenn der Beinraum vollständig befreit ist, kann der Patient wirbelsäulengerecht nach hinten oben aus dem Fahrzeug gerettet werden, um nach den gängigen notfallmedizinischen Kriterien weiterversorgt zu werden.

QM-Ziel: *Die Anordnung von Personal und Material an der Einsatzstelle sollte einen optimal ineinander verzahnten Ablauf der notwendigen Arbeitsschritte von technischem und medizinischem Team ermöglichen. Dabei ist dem Eigenschutz der Rettungskräfte und dem Schutz des Patienten vor weiterer Traumatisierung Rechnung zu tragen.*



- In der Regel wird das technische Team durch den Einsatzleiter Feuerwehr, das medizinische Team durch den Notarzt geführt. Beide stehen für die Dauer der Rettungsmaßnahmen in engem Kontakt.
- Der innere Arbeitskreis (z.B.: Unfallfahrzeug + 5m Umkreis) deckt sich mit dem inneren Gefahrenkreis, der nur mit adäquater Schutzkleidung (Sicherheitsschuhe, Schutzjacke, Feuerwehrhelm, Kevlarhandschuhe) betreten wird.
- Im inneren Arbeitskreis sollte sich maximal folgendes Personal / Material befinden:
 - Notarzt mit 1-2 Rettungsassistenten
 - Maximal 5 technische Rettungskräfte mit konkretem Auftrag
 - Sauerstofftasche, Notfallrucksack, ggf. einzelne Module des Traumarucksackes
 - Unterbaumaterial und aktuell verwendetes hydraulisches Rettungsgerät
- Der Bereitstellungsraum schließt sich unmittelbar an den inneren Arbeitskreis an und befindet sich im äußeren Gefahrenkreis.
- Im Bereitstellungsraum sollte folgendes Personal / Material vorgehalten werden:
 - Trage mit vorbereiteter Vakuummatratze und Umbettuch, Schaufeltrage, ggf. Traumarucksack, KED-System
 - Aktuell nicht benötigtes Rettungsdienst- und Feuerwehrpersonal
 - Aktuell nicht benötigtes Rettungsgerät, Strom- und Hydraulikaggregate, Beleuchtung, Brandschutz, Absperrung und sonstige Absicherungsmaßnahmen.
- Beim Pkw-Unfall mit eingeklemmtem Fahrer / Beifahrer (insbesondere mit „scharfen“ Airbags) agiert das medizinische Personal vorzugsweise von der Rücksitzbank aus.
- Beim Lkw-Unfall ist an den Einsatz eines Schnellbaugerüsts oder eines Drehleiterkorbes als Arbeitsbühne zu denken.

Der wichtigste zu klärende Gesichtspunkt im Rahmen einer Lageerkundung und während des kompletten anschließenden Einsatzes ist die Eigengefährdung des Rettungsteams. Die möglichen Gefahrenquellen werden systematisch einem äußeren und einem inneren Gefahrenkreis zugeordnet:

Zu dem inneren Gefahrenkreis zählen instabile oder scharfkantige Wrackteile, nicht ausgelöste Sicherheitssysteme wie Airbags und Gurtstraffer, auslaufende Chemikalien, wie Batterie-säure, Bremsflüssigkeit und Öl, sowie Kurzschluß- und Brandgefahr insbesondere bei auslaufendem Kraftstoff. Die Abwehr dieser Gefahren übernimmt üblicherweise die Feuerwehr, die das Wrack sichert und stabilisiert, Brandschutz herstellt, die Batterie abklemmt und auslaufende Flüssigkeiten bindet. Darüber hinaus muß jeder, der an dem Fahrzeug arbeitet, sich selbst adäquat schützen. Das beinhaltet bereits im Vorfeld robuste Rettungsdienstbekleidung, Sicherheitsschuhe mit rutsch- und säurefesten Sohlen, Feuerwehrhelm und insbesondere

Versorgung bei Einklemmungstrauma

Schutzhandschuhe (z.B. Kevlar) zusätzlich zu den üblichen Einmahandschuhen. Der Patient muß mittels Decke und Feuerwehrhelm ebenfalls gegen umherfliegende Teile und Splitter geschützt werden.

Zu dem äußeren Gefahrenkreis werden Umwelteinflüsse und insbesondere der fließende Verkehr gezählt. In der Praxis liegt hier das größte Gefahrenpotential, das durch hinreichend weiträumige Absperrungen schleunigst minimiert werden muß. Wenn professionelle Verkehrsabsicherung durch die Polizei einsetzt, bedeutet dies nicht notwendigerweise einen Zugewinn an Sicherheit, weil häufig von einer freigegebenen Gegenfahrbahn oder einer provisorischen Vorbeileitung an der Unfallstelle unverändert erhebliche Gefahren ausgehen.

Auf benötigtes Personal und Material muß jederzeit schnell zugegriffen werden können, ohne daß sich die Einsatzkräfte angesichts des knappen Raumangebotes gegenseitig behindern. Dieses Ziel läßt sich nur durch eine intelligente Dislozierung der beteiligten Kräfte erreichen. Analog zur Gliederung in äußeren und inneren Gefahrenkreis lassen sich auch ein äußerer und ein innerer Arbeitsbereich definieren:

Im inneren Arbeitsbereich, der das Unfallfahrzeug selbst sowie einen ca. 5 Meter messenden Aktionsradius umfassen kann [7] und auch als „gelbe Zone“ bezeichnet wird [12], sollte sich die Zahl der Rettungskräfte auf eine absolut notwendige Mindestzahl beschränken. Auf rettungsdienstlicher Seite sind 1 Notarzt und 2 Rettungsassistenten bzw. -sanitäter als ausreichend anzusehen, auf Feuerwehrseite sollte ein ähnlich kleiner Personenkreis angestrebt werden. Gleiches trifft auf die Auswahl des medizinischen Instrumentariums zu. Sperrige Ausstattungsgegenstände wie Trage, Vakuummatratze und Schaufeltrage sind möglichst außerhalb des Aktionsradius vorzubereiten und erst gezielt zur Befreiungsphase heranzuführen. Die Versorgungswege von Feuerwehr und Rettungsdienst sollten sich hier zudem nicht kreuzen, um Stolperfallen durch Hydraulikschläuche und Rettungsdienstmaterial zu minimieren.

Außerhalb dieses Aktionsradius, in der „blauen Zone“ [12], halten sich die übrigen Einsatzkräfte mit ihrem Material auf Abruf bereit. Essentiell ist dort die Anordnung der Einsatzfahrzeuge, um das berüchtigte „gegenseitig Zuparken“ zu vermeiden. Während für die Feuerwehrfahrzeuge spezifische Fahrzeugabmessungen und Länge der Versorgungsleitungen maßgeblich sind, benötigen die Rettungsdienstfahrzeuge freie Belade- und Abfahrtsmöglichkeiten.

Versorgung bei Einklemmungstrauma

Präklinische Diagnostik

QM-Ziel: *Die präklinische Diagnostik von eingeklemmten Traumapatienten muß zum frühestmöglichen Zeitpunkt einsetzen, weil sie eine wichtige Entscheidungsgrundlage für den weiteren Rettungsablauf darstellt. Mit Fortschreiten der technischen Rettung wird sie stufenweise so komplettiert, daß sie dem zu erwartenden hohen Schweregrad des Traumas gerecht wird.*

Folgende Lagerkundung wird erwartet:

Überblick:

- **Beurteilung der Eigengefährdung des Rettungsteams** (Absicherung der Unfallstelle, Gefahrgut, etc.)
- **Ausdehnung der Unfallstelle und Zahl beteiligter Fahrzeuge / Verletzter**
- **Grobe Abschätzung von Unfallmechanismus und Gewalteinwirkung** (Fahrzeugdeformierung, Hochrasanztrauma, innerörtlicher Unfall, etc.)
- **Abstimmung mit anderen Rettungskräften**
- **Lagemeldung und Festlegen von Prioritäten**

Folgende diagnostische Maßnahmen werden erwartet:

Sofort:

- **Beurteilung der Vitalfunktionen Atmung, Puls, Bewußtsein (GCS), Pupillen**
- **Orientierende Untersuchung nach führender Verletzung („Bodycheck“ soweit zugänglich)**
- **Wertung ob perakute Gefährdung vorliegt, die Crash-Rettung erfordert**

Dringlich:

- **Pulsoxymetrie, insbesondere im Verlauf nach Sauerstoffinsufflation / Intubation**
- **Blutdruckmessung**
- **Kapnometrie sofort bei Intubation**
- **Weitergehende kranio-kaudale Untersuchung nach Verletzungen unter teilweisem Entkleiden des Patienten (Aufschneiden soweit zugänglich)**
- **Beurteilung der Motorik aller Extremitäten (soweit zugänglich)**
- **Wertung ob mit schwerwiegendem Wirbelsäulentrauma zu rechnen ist**

Später:

- **EKG-Monitor**
- **Tympanontemperatur**
- **Blutzuckermessung**
- **Komplette klinische Untersuchung des entkleideten Patienten einschließlich Beurteilung der Durchblutung frakturierter Extremitäten**
- **Wiederholte Kontrollen bereits erhobener Vitalparameter zur Therapie- und Verlaufskontrolle**
- **Genauere Information über Unfallhergang** (Kollisionsrichtung, Fahrzeugdeformierungen, Fremdeinwirkung, etc.)

Je nach Eintreffen der Rettungsmittel finden eine oder mehrere Lagerkundungen statt, idealerweise in enger Abstimmung mit dem Einsatzleiter der Feuerwehr, gegebenenfalls getrennt.

Zunächst ergeben sich keine Unterschiede zu Unfällen ohne eingeklemmte Personen:

Ein Überblick über die Gesamtausdehnung der Unfallstelle ist unerlässlich, kann jedoch vor allem nachts Schwierigkeiten bereiten. Zahl und Art der beteiligten Fahrzeuge vermitteln bereits eine grobe Vorstellung über die Zahl der potentiell Verletzten, die dann durch Sichtung, Befragung und unter Zuhilfenahme von Indizien (z.B. leere Kindersitze) präzisiert wird. Leider klärt sich die genaue Zahl der Beteiligten und Verletzten nicht selten erst im Verlauf der weiteren Behandlungsmaßnahmen an der Unfallstelle auf.

Der Zustand der Unfallfahrzeuge läßt erste Rückschlüsse auf Unfallmechanismus und umgesetzte kinetische Energie zu. Auch wenn Autoren (zu Recht) in Frage stellen, ob medizinisches Rettungspersonal in der Lage ist, den Zustand der Unfallfahrzeuge so qualifiziert zu begutachten, daß Rückschlüsse auf das Ausmaß der zu erwartenden Verletzungen gerechtfertigt sind.

Versorgung bei Einklemmungstrauma

tigt sind [21, 23], soll die Faustregel nicht unerwähnt bleiben, wonach bei Fahrzeugdeformierungen über 50 cm bzw. Verschiebungen der Fahrzeugachse um mehr als 30 cm mit schwerwiegenden Verletzungen zu rechnen ist. Zumindest kann und muß das Ausmaß der Einklemmung und der technische Aufwand zur Rettung abgeschätzt werden. Bei mehreren gleichzeitig eingeklemmten Patienten sind Prioritäten festzulegen und die Rettungsleitstelle muß frühzeitig über Zahl und Art weiterer benötigter Rettungsmittel informiert werden. Mit Abschluß der Lageerkundung sollten die vorhandenen Rettungskräfte konkret den Patienten und Einsatzabschnitten zugeordnet und mit klaren Aufträgen ausgestattet sein.

Wenn nicht eine größere Zahl schwer verletzter Patienten gleichzeitig zu versorgen ist, begibt sich nach Abschluß der Lageerkundung der Notarzt in das Fahrzeug zum eingeklemmten Patienten und verbleibt dort für die Dauer der gesamten weiteren Rettungsmaßnahmen. Er überprüft zunächst die Vitalfunktionen Bewußtsein, Atmung und Puls zum Ausschluß einer perakuten Gefährdung und schließt dann eine orientierende körperliche Untersuchung von cranial nach kaudal („Bodycheck“) an. Hierbei ist besonderes Augenmerk auf Verletzungen und Einklemmungen im Bereich der unteren Extremitäten zu richten, was schwierig sein kann, wenn streng von der hinteren Sitzreihe aus operiert wird, um ein Hantieren im Auslösbereich der Airbags zu vermeiden.

Auf der Basis der erhobenen Befunde kann nun das konkrete Vorgehen am Unfallfahrzeug mit dem Einsatzleiter der Feuerwehr festgelegt werden. Es ist insbesondere zu klären, ob die technische Rettung wie oben dargestellt ablaufen soll, oder ob auf einzelne Schritte verzichtet werden kann oder muß.

Die durchgeführte Diagnostik wird durch ein Basismonitoring im Unfallfahrzeug ergänzt. An erster Stelle steht die Pulsoxymetrie, die sowohl einen Herzfrequenzmonitor, als auch eine Überwachung der Oxygenierung des Patienten bietet. Damit liefert sie kontinuierlich wichtige Entscheidungskriterien für das weitere Atemwegsmanagement. Nachteilig erweist sich gelegentlich die Anfälligkeit gegenüber Streulicht und Bewegungsartefakten, vorallem bei stark zentralisierten Patienten.

An zweiter Stelle steht die manuelle Blutdruckmessung. Zusammen mit der Herzfrequenz gilt der Blutdruck weiterhin als wichtiger Indikator für den Volumenstatus des Patienten, selbst wenn junge Traumapatienten im Stadium der Einklemmung noch relativ gut kompensieren können. Die manuelle Messung ist zunächst oszillometrischen Verfahren (Propaq-Monitor) vorzuziehen, weil sie handlicher, schneller und artefaktfreier funktioniert und auch besser für venöse Stauungen zur Venenpunktion verwendet werden kann.

Ein EKG-Monitor erscheint in der Frühphase beim eingeklemmten Patienten primär entbehrlich. Der Aufwand durch zusätzliche Kabel und, im Vergleich zum Pulsoxymeter, deutlich unhandlichere Geräte, bei hoher Anfälligkeit für Bewegungsartefakte, steht in der Regel in keinem Verhältnis zur Relevanz der erhobenen EKG-Befunde. Ausnahmen können stark zentralisierte Patienten, bei denen die Pulsoxymetrie versagt, alte Traumapatienten und schwer thoraxtraumatisierte Patienten darstellen.

Der wichtigste und beste Monitor ist der Notarzt, der kontinuierlich am Patienten verbleibt. Er kann insbesondere Veränderungen des Neurostatus oder der Atemmechanik deutlich besser registrieren als jegliches apparative Monitoring und die notwendige Therapie einleiten.

Versorgung bei Einklemmungstrauma**Präklinische Therapie**

QM-Ziel: *Das therapiefreie bzw. therapiearme Intervall sollte auch bei schwer zugänglichen, eingeklemmten Traumapatienten so kurz wie möglich gehalten werden. Mit Fortschreiten der technischen Rettung und Verbesserung der Arbeitsbedingungen für das medizinische Team wird die Therapie stufenweise so komplettiert, daß sie dem diagnostizierten Schweregrad des Traumas gerecht wird.*

Folgende therapeutische Maßnahmen werden erwartet:

Sofort:

- **Sicherung der Atemwege** (cave: HWS-Trauma)
- **Verbesserung der Atemmechanik**
- **Einleitung CPR** (wenn Gesamtumstände dies erfordern und zulassen)
- **HWS-Immobilisation**

Dringlich:

- **Sauerstoffinsufflation mindestens 8 l über Maske mit Reservoir**
- **Maskenbeatmung mit O₂-Demandventil** (bei anhaltender respiratorischer Insuffizienz)
- **Endotracheale Intubation unter HWS-Immobilisation** (strenge Indikationsstellung)
- **Druckverbände über zugänglichen stark blutenden Verletzungen**
- **Anlage von mindestens 2 großlumigen, peripheren Zugängen, gründlich fixiert(!)**
- **Adäquate Infusionstherapie** (in Abhängigkeit von Trauma und Kreislaufsituation)
- **Primär: Small-Volume-Resuscitation (HYPERHES) bei zu erwartendem größeren Volumenbedarf**
- **ATAR-Analgesie** (bei suffizienter Spontanatmung)

Vor Rettung:

- **Anlage KED-System** (bei V.a. Wirbelsäulentrauma und fehlender perakuten Gefährdung des Patienten)
- **Schienung frakturierter oberer Extremitäten** (ohne Rettung zu verzögern)
- **Verband zugänglicher offener Verletzungen** (ohne Rettung zu verzögern)
- **Wärmeerhalt und Splitterschutz durch Helm und Decke**

Rettung:

- **Mit KED-System und Schaufeltrage achsensgerecht nach hinten aus Pkw** (bei V.a. Wirbelsäulentrauma und fehlender perakuter Gefährdung des Patienten)
- **Ohne KED-System aber mit HWS-Immobilisation und ggf. Schaufeltrage möglichst achsensgerecht nach hinten aus Pkw** (Crush-Rettung aus medizinischer Indikation)
- **Mit KED-System und Schaufeltrage achsensgerecht über Arbeitsplattform aus Lkw**
- **Lagerung auf vorbereitete Trage mit Vakuummatratze, Umbettuch und ggf. MAST**

Nach Rettung:

- **Definitive Erstversorgung aller übrigen Verletzungen**
- **Narkoseeinleitung und endotracheale Intubation unter HWS Immobilisation** (übliche Indikationsstellung, übliches Vorgehen)
- **Anlage von Thoraxdrainage** (übliche Indikationsstellung)
- **Zügige Transportvorbereitung**

Eine zentrale Rolle spielt das therapeutische Stufenschema zur Beseitigung von Atemfunktionsstörungen. Es beinhaltet neben dem Freimachen und Freihalten der Atemwege und Verbesserungen der Atemmechanik durch Entfernen beengender Gurte, Kleidung oder Gegenstände obligat die Sauerstoffgabe. Zur Insufflation bieten Einmalmasken mit Reservoirbeutel gegenüber Nasensonden oder -brillen den Vorteil höherer inspiratorischer Sauerstoffanteile (bis 80%) und besserer Fixierbarkeit an dem Kopf des Patienten. Bei ungenügender Wirkung der Maßnahmen kommt vorübergehend auch eine assistierende Maskenbeatmung mittels Ambubeutel mit Sauerstoffreservoir oder Demandventil in Frage. Der Goldstandard zur definitiven Sicherung von Oxygenation und Ventilation ist zweifellos die endotracheale Intubation [15]. Die Intubationsbedingungen beim eingeklemmten Patienten sind jedoch oftmals so

Versorgung bei Einklemmungstrauma

schlecht, daß die Intubation selbst erhebliche Gefahren für den Patienten bergen kann. Da jede Intubation beim eingeklemmten Patienten als potentiell schwierige Intubation anzusehen ist, sollte die Möglichkeit alternativer Atemwege wie Larynxmaske und Koniotomie [18] zur Verfügung stehen („kleine Eingriffstasche“ griffbereit).

Je eingeschränkter der Zugang zum Patienten ist, desto härter sollte die Indikation sein. Nach jedem Rettungsschritt muß eine Neubeurteilung erfolgen, die neben dem Zustand des Patienten und der Zugänglichkeit des Kopfes zur direkten Laryngoskopie auch die Zugangsmöglichkeiten für Helfer zur Assistenz bei der Intubation, zum BURP und zur manuellen Inline-Stabilisation der HWS berücksichtigt. Gerade unter diesen schwierigen Bedingungen ist das Kapnometer zur Verifikation der Tubuslage unentbehrlich, weil die Pulsoxymetrie zu träge auf Fehlintubationen reagiert und alle weiteren Kriterien Fehlinterpretationen zulassen. Im Vorfeld der Intubation liefert die Pulsoxymetrie jedoch wertvolle Entscheidungskriterien zur Indikationsstellung, indem sie notärztliche Befunde objektiviert und damit zur Effektivitätskontrolle der notärztlichen Stufentherapie beiträgt. Wenn sich mit nichtinvasiven Maßnahmen bereits die Sauerstoffsättigung jenseits hypoxischer Werte (z.B. >94%) stabilisieren läßt, kann die Intubation gegebenenfalls auf einen günstigeren Zeitpunkt verschoben werden.

Intensive psychische Betreuung des Patienten durch Ansprache, Körperkontakt und ständige Anwesenheit eines Helfers ist zwar unerläßlich, aber nicht ausreichend, wenn der Patient Angst und Schmerzen hat. Zur Vermeidung streßinduzierter Folgeschäden und vor allem vor schmerzhaften Manipulationen während der Rettungsphase und Lagerung ist eine zusätzliche Analgosedierung nötig. Wegen der geringen Gefahr der Atemdepression bietet sich bei spontanatmenden Patienten die ATAR-Analgesie an. Unter Intubationsbereitschaft und nach obligater Atropingabe zur Vagusdämpfung und insbesondere zur Salivationsprophylaxe, wird Ketamin in subnarkotischer Dosierung intravenös (0,25 - 0,5 mg/Kg KG S-Ketamin) verabreicht [1], das mit einem kurzwirksamen Benzodiazepin (z.B.: Midazolam in mehreren Schritten a 1mg) kombiniert werden kann. Wegen der Gefahr der Atemdepression sollte das Benzodiazepin umso zurückhaltender verwendet werden, je älter die Patienten und je schlechter zugänglich sie sind.

Wenn beim eingeklemmten Patienten, üblicherweise in halbsitzender Position, eine Intubation mit Narkoseeinleitung nötig wird, bietet sich wegen der relativen Kreislaufneutralität die Vertiefung der Ketamin/ Midazolam Analgosedierung oder eine Kombination aus Midazolam und Etomidate an. Bei günstigen Verhältnissen kann die Intubation nach üblichen Einleitungsdosen in Apnoe erfolgen. Bei ungünstigeren Rahmenbedingungen empfiehlt sich jedoch das „Herantitrieren“, bis der Patient die Laryngoskopie toleriert, gefolgt von einer Intubation unter erhaltener Spontanatmung. Die Verwendung von Muskelrelaxantien im Rahmen der Narkoseeinleitung beim eingeklemmten Patienten wird kontrovers diskutiert [17]. Während Muskelrelaxantien generell die Intubationsbedingungen deutlich verbessern, können sie jedoch durch die resultierende Apnoe auch unnötig unter Zugzwang setzen. Unstrittig ist nur, daß zur präklinischen Einleitung derzeit ausschließlich das kurzwirksame Succinylcholin in Frage kommt. Im Rahmen der Narkoseaufrechterhaltung nach erfolgter Intubation und sicher verifizierter Tubuslage können neben Ketamin und Midazolam dann auch Opiate (Fentanyl) und längerwirksame, nichtdepolarisierende Muskelrelaxantien (Vecuronium) eingesetzt werden.

Eine zielgerichtete Volumenersatztherapie beginnt mit der Begrenzung weiterer Blutverluste, indem starke äußere Blutungen durch Druckverbände gestillt werden. Darüber hinaus muß der Zeitraum bis zur Befreiung des Patienten bereits zur Volumenersatztherapie genutzt werden, um nicht wertvolle Zeit zu verlieren. Zu diesem Zweck sind mindestens 2 großlumige Zugänge erforderlich, die primär an unverletzten oberen Extremitäten plaziert werden. Die Punktion der V. jugularis ext. gestaltet sich aufgrund der anzulegenden HWS-Immobilisationskrawatte meist problematisch, eine zentrale Venenpunktion in eingeklemmter,

Versorgung bei Einklemmungstrauma

halbsitzender Position wird nicht empfohlen. Unabhängig vom Punktionsort sollten die Zugänge im Hinblick auf die bevorstehende Rettungsphase optimal fixiert werden. Wenn aufgrund des Verletzungsmusters ein größerer Blutverlust offenkundig ist oder die Kreislaufverhältnisse bereits instabil sind, muß sofort zügig und massiv infundiert werden, zumal eine suffiziente Analgosedierung zusätzlich für den Wegfall sympathoadrener Kompensationsmechanismen des halbsitzenden Patienten sorgt. Die Hälfte des gesamten präklinisch applizierten Volumens wird in der Regel bereits im eingeklemmten Zustand appliziert. Dabei kommen sowohl kristalline als auch kolloidale Lösungen zur Anwendung. Hierbei gilt folgende Faustregel: Je ausgeprägter der geschätzte Volumenmangel, desto höher der primäre kolloidale Volumenanteil (maximal 2/3 der Gesamtinfusionsmenge). Mit der Einführung hyperonkotisch hyperosmolarer Lösungen (Small Volume Resuscitation) eröffnen sich neue Möglichkeiten, die Perfusion bei Patienten im hämorrhagischen Schock schnell wiederherzustellen, wovon wahrscheinlich Schädelhirn-Traumatisierte besonders profitieren können [27]. Daher sollte die Schocktherapie immer primär mit HYPERHES begonnen werden.

Eigene Untersuchungen zur Hypothermie bei Traumapatienten haben gezeigt, daß insbesondere alte und eingeklemmte Patienten unabhängig von der Jahreszeit mit einer hohen Wahrscheinlichkeit hypotherm aufgefunden werden [9]. Zwar sind aktive Erwärmungsmaßnahmen am Patienten nicht sinnvoll, eine weitere Auskühlung sollte allerdings verhindert werden. Zusätzlich zu einer Decke, die auch vor Splintern schützt, ist in Absprache mit der Feuerwehr an Halogenstrahler zu denken, die Licht und Wärme produzieren.

Die HWS-Immobilisation muß so früh wie möglich zum Einsatz kommen, um Sekundärschädigungen zu vermeiden. Zusätzlich kann zur eigentlichen Rettung aus dem Fahrzeug ein Korsett (Kendrick Extrication Device KED, Spencer Extrication Device SED, Russell Extrication Device RED) eine sinnvolle Ergänzung darstellen [16]. Es bietet eine zusätzlich verbesserte Immobilisation der HWS, wie auch der übrigen Wirbelsäulenabschnitte. Außerdem wird das Herausheben des Patienten durch gut dimensionierte Tragegriffe deutlich erleichtert. Aufgrund der Anordnung des Gurtzeuges wird das Korsett vorzugsweise von oben oder von seitlich links hinter den Patienten eingeführt, was am besten nach erfolgter Versorgungsöffnung gelingt. Nach erfolgter Befreiungsöffnung wird der Patient bei möglichst flacher Rücklehne nach hinten aus der Sitzposition herausgehoben und auf einer ungeteilt untergeschobenen Schaufeltrage gelagert. Hierbei erscheint es vorteilhaft, die Schaufeltrage entgegen der üblichen Konventionen „verkehrt herum“ zu benutzen: Während die sparsam ausgeprägten Schaufeln des Fußteiles für den im Korsett stabilisierten Oberkörper völlig ausreichen, profitieren frakturierte, instabile Beine von den langstreckigen Schaufeln des Oberkörperteiles. Mit der Schaufeltrage kann der Patient schließlich bequem und schonend aus dem Fahrzeug herausgehoben und auf einer bereitgestellten Trage mit Vakuummatratze und Umbettuch gelagert werden.

Die weitere präklinische Versorgung unterscheidet sich nicht mehr von dem üblichen Vorgehen bei Traumapatienten. Sie findet witterungsabhängig bevorzugt in einem freigehaltenen RTW statt. Bei Unfällen mit mehreren Verletzten setzt das eine wachsame Einsatzleitung voraus, die verhindert, daß alle Rettungsfahrzeuge mit anderen, leichter zugänglichen Patienten, belegt werden.

Die begonnenen Maßnahmen wie Atemwegssicherung, Analgosedierung und Volumengabe werden fortgeführt und gegebenenfalls durch weitere intravenöse Zugänge, Blutstillung und Immobilisation der unteren Extremitäten, Einsatz von Schockhose und Vakuummatratze, Narkoseeinleitung und Intubation sowie Anlage von Thoraxdrainagen komplettiert. Eine weitere Diagnostik unter optimierten Untersuchungsbedingungen ist unerlässlich, zumal aufgrund moderner Rückhaltesysteme oftmals nur noch diskrete äußere Zeichen auf schwerwiegende innere Verletzungen hinweisen [20].

Sonderfall: Crash-Rettung

In der Feuerwehrliteratur stellt die Crash-Rettung einen Sonderweg für den Fall akuter äußerer Gefahr, insbesondere durch Feuer, dar [2]. Um das Leben des Patienten zu retten, wird er, auch unter Inkaufnahme zusätzlicher Schäden, schnellstmöglich befreit und beispielsweise mit Hilfe des Rautek-Rettungsgriffes aus dem Gefahrenbereich gebracht.

Aus notfallmedizinischer Sicht läßt sich der Begriff jedoch weiter fassen. Wenn sich eine per-akute Vitalbedrohung des Patienten abzeichnet, die nicht im eingeklemmten Zustand zu beherrschen ist (z.B.: zunehmende einseitige Pupillenerweiterung bei bewußtlosem Patienten), muß die Abwägung zwischen zügiger und schonender Rettung zugunsten der zeitsparenden Variante ausfallen. Das kann in der Praxis bedeuten: Minimale Versorgungsöffnung, Verzicht auf Dachabnahme, frühzeitige Konzentration auf die Befreiungsöffnung, Verzicht auf aufwendige Immobilisationen außer HWS, möglichst achsengerechte Rettung durch Heckklappe, Fondtür oder Heckfenster mit Hilfe einer Schaufeltrage und vieler Helfer.

Literatur

1. Adams, H.A., H.P. Reiffen: Der Einsatz von (S)-Ketamin im Rettungsdienst. Notarzt 13 (1997): 121-125
2. Arnold, N., K. Prokoph: Einsatz: Verkehrsunfall - eingeklemmte Person. Prinzipien patientengerechter Rettung, 1. Aufl. Stumpf & Kossendey, Edewecht 1998
3. Chaloun, M., M. Helm: Der eingeklemmte Pkw-Insasse aus Sicht der technischen Rettung. Notarzt 17 (2001): 70-72
4. Dierks, U., H. Gronel, J. Maidel: Airbags – Stand der Technik mit Information für Rettungsdienste. Notarzt 17 (2001): 67-69
5. Duchene, J.: Probleme bei der Rettung von Unfallopfern aus PKWs mit moderner Sicherheitstechnik. Rettungsdienst 20 (1997): 428-433
6. Eisele, C.: Der eingeklemmte Lkw-Insasse aus Sicht der technischen Rettung. Notarzt 17 (2001): 73-75
7. Ersson, A., M. Lundberg, C.O. Wramby, H. Svensson: Extrication of entrapped victims from motor vehicle accidents: the crew concept. Eur. J. Emerg. Med. 6 (1999): 341-347
8. Hauke, J., M. Helm, L. Lampl: Der eingeklemmte Pkw-Insasse aus Sicht des Notarztes. Notarzt 17 (2001): 47-52
9. Helm, M., J. Hauke, L. Lampl: Akzidentelle Hypothermie beim Traumapatienten. Anästhesist 44 (1995): 101-107
10. Helm, M., B. Hossfeld, J. Hauke, L. Lampl: Das Einklemmungstrauma aus notärztlicher Sicht – ein Überblick. Notarzt 17 (2001): 44-46
11. Kafka, G.: Der eingeklemmte Lkw-Insasse aus Sicht des Notarztes. Notarzt 17 (2001): 53-56
12. Kanz, K.G., G. Schmöller, K. Enhuber, G. Hölzl, J.A. Sturm, W. Mutschler: Algorithmus für die Rettung von eingeklemmten Personen bei Verkehrsunfällen. Unfallchirurg 105 (2002): 1015-1021
13. Kanz, K.G., J.A. Sturm, W. Mutschler: Algorithmus für die präklinische Versorgung bei Polytrauma. Unfallchirurg 105 (2002): 1007-1014
14. Lampl, L., M. Helm, J.W. Weidringer, K.H. Bock: Vorschläge zur notärztlichen Strategie bei Einklemmungstrauma. Akt. Traumatol. 24 (1994): 163-168
15. Lipp, M., A. Thierbach: Atemwegsmanagement beim traumatisierten Patienten. Notfall & Rettungsmedizin 1 (1998): 242-255
16. Mahoney, P.F., C.J. Carney: Entrapment, extrication and immobilization. Eur. J. Emerg. Med. 3 (1996): 244-246
17. Maier, B.: Notfallnarkose. Notfall & Rettungsmedizin 2 (1999): 313-322
18. Mutzbauer, T.S., M. Helm: Präklinisches Airway-Management bei Patienten mit Einklemmungstrauma. Notarzt 17 (2001): 57-62
19. Oberkinkhaus, J., S. Neuhauser: Gemeinsame Einsatzstrategien von Feuerwehr und Rettungsdienst bei Pkw-Unfällen. Rettungsdienst 20 (1997): 434-443
20. Rebel, A., K. Ellinger, K. Van Ackern: Neue Airbag-assoziierte Verletzungsmuster nach Verkehrsunfällen. Anästhesist 45 (1996): 359-362
21. Ros, S.P., C.A. Martens, B.E. Herman, B. Probst, L. Doan-Wiggins: Can emergency physicians correlate between vehicle damage and velocity change? Pediatr. Emerg. Care. 11 (1995): 277-279
22. Sanson, G., S. Di Bartolomeo, G. Nardi, P. Albanese, A. Diani, L. Raffin, C. Filippetto, A. Cattarossi, E. Scian, L. Rizzi: Road traffic accidents with vehicular entrapment: incidence of major injuries and need for advanced life support. Eur. J. Emerg. Med. 6 (1999): 285-291
23. Santana, Jr. J.R., R. Martinez: Accuracy of emergency physician data collection in automobile collisions. J. Trauma. 38 (1995): 583-586
24. Schollinski, L., C. Grill, E. Donner, M. Nerlich: Das Einklemmungstrauma aus Sicht des Unfallforschers. Notarzt 17 (2001): 63-66
25. Siegel, J.H., S. Mason-Gonzalez, P.C. Dischinger, K.M. Read, B.M. Cushing, M.C. Badellino, S. Goodarzi, J.E. Smialek, B.M. Heatfield, R.M. Robinson: Causes and costs of injuries in multiple trauma patients requiring extrication from motor vehicle crashes. J. Trauma 35 (1993): 920-931
26. Stürmer, K.M., K. Dresing, M. Blauth, F. Bonnaire, W. Braun, M. Meenen, H. Siebert, G. Suren, B. Wittner: Polytrauma – Leitlinien für die Unfallchirurgische Diagnostik und Therapie. Unfallchirurg 104 (2001): 902-912
27. Vassar, M., C. Perry, W. Gannaway, J. Holcroft: 7.5% sodium chloride / dextran for resuscitation of trauma patients undergoing helicopter transport. Arch. Surg. 126 (1991): 1065-1072