

K.-G. Kanz¹ · G. Schmöller² · K. Enhuber² · G. Hölzl² · J. A. Sturm³ · W. Mutschler¹
und AG Notfall der DGU

¹Chirurgische Klinik und Poliklinik, Innenstadt-Klinikum, Universität München

²Berufsfeuerwehr München

³Klinikum Lippe-Detmold

Algorithmus für die Rettung von eingeklemmten Personen bei Verkehrsunfällen

Zusammenfassung

Die Rettung und Versorgung von eingeklemmten Personen bei Verkehrsunfällen erfordert eine enge Kooperation und Abstimmung zwischen den Einsatzkräften der Feuerwehr und des Rettungsdienstes, sowohl hinsichtlich der Prioritäten der medizinischen Versorgung wie auch in Bezug auf die Notwendigkeiten der technischen Rettung. Die Maßnahmen am Unfallort erfolgen im Wechsel und berücksichtigen sowohl die Sicherstellung der Vitalfunktionen und medizinische Regelversorgung als auch die sichere und schonende Rettung des eingeklemmten Patienten.

Der entwickelte Algorithmus ermöglicht ein prioritätenorientiertes koordiniertes Management am Einsatzort und stellt ein fachübergreifendes transparentes Behandlungskonzept dar, das sowohl in der Ausbildung als auch unter Einsatzbedingungen Anwendung findet. Die Konzeption beinhaltet auch die Prioritäten der ABC-Regel und ist kompatibel mit der Grundkonzeption des SPLS®- und ATLS®-Programms. Der Algorithmus wurde in praxisnahen Simulationen validiert und nach Überarbeitung im Rahmen eines nominalen Gruppenprozesses durch die Arbeitsgemeinschaft Notfallmedizin der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie verabschiedet.

Schlüsselwörter

Polytrauma · Rettung · Einklemmung · Verkehrsunfall · Leitlinien · Algorithmus

Die Rettung von eingeklemmten Personen bei Verkehrsunfällen erfordert eine exakte Abstimmung zwischen technischer Rettung durch die Feuerwehr und medizinischer Versorgung durch den Rettungsdienst. Insbesondere bei Unfällen auf Landstraßen und Autobahnen ist durch die hohe Gewalteinwirkung und die damit verbundene Fahrzeugdeformität mit potenziell schwerverletzten Patienten zu rechnen. Bei Einklemmung des Patienten gestaltet sich eine notwendige technische Rettung durch den Einsatz von hydraulischen Rettungsgeräten oft zeitaufwendig, gleichzeitig ist jedoch eine schnelle medizinische Versorgung des Patienten sicherzustellen. Für eine effektive Gesamtversorgung ist deshalb eine enge Kooperation und Koordination zwischen Feuerwehr und Rettungsdienst notwendig.

Der Einsatzleiter der Feuerwehr muss hierbei die medizinischen Prioritäten ebenso berücksichtigen wie der Notarzt die Belange der technischen Rettung. Ein dezidierter Algorithmus, der Einsatzkräften der Feuerwehr und des Rettungsdienstes als gemeinsames transparentes Handlungskonzept dienen kann, liegt bisher nicht vor. Angezeigt ist deshalb die Entwicklung eines fachübergreifenden Algorithmus für die technische Rettung von eingeklemmten Personen bei Verkehrsunfall zur Koordination von Einsatzkräften der Feuerwehr und des Rettungsdienstes am Unfallort.

Methodik

Im Rahmen eines interdisziplinären Konsensus der beteiligten Disziplinen Feuerwehr und Rettungsdienst wurden zunächst die jeweiligen Entscheidungskriterien und Interventionen definiert und prioritätenorientiert bewertet. Mittels eines klinischen Algorithmus (Abb. 1, 2) erfolgte eine entsprechende graphische Darstellung der Ergebnisse [3, 10]. Die Maßnahmen der technischen

© Springer-Verlag 2002

Stellungnahme der Arbeitsgemeinschaft Notfallmedizin der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie – M. Bardenheuer (Mannheim), M. Bayeff-Filloff (Rosenheim), A. Beck (Ulm), A. Biewener (Dresden), B. Bouillion (Köln), M. Holch (Dresden), K.-G. Kanz (München), C.K. Lackner (München), E. Lindhorst (Frankfurt), I. Marintshev (Halle), W. Mutschler (München), D. Nast-Kolb (Essen), M. Nerlich (Regensburg), U. Obertacke (Mannheim), A. Prokop (Köln), M. Reuter (Mainz), U. Schächinger (Regensburg), U. Schmidt (Hannover), T. Schuschke (Magdeburg), J.A. Sturm/Vorsitz (Detmold), C. Waydhas (Essen).

Hinweis: Der Ablauf der technischen Rettung von eingeklemmten Personen bei Verkehrsunfall ist in einem Videofilm dargestellt, der über die Berufsfeuerwehr München zum Selbstkostenpreis erhältlich ist.

Dr. Karl-Georg Kanz
Chirurgische Klinik und Poliklinik,
Klinikum Innenstadt, Universität München,
Nussbaumstraße 20, 80336 München,
E-Mail: kanz@ch-i.med.uni-muenchen.de

K.-G. Kanz · G. Schmöller · K. Enhuber
G. Hölzl · J. A. Sturm · W. Mutschler

Algorithm for extrication and medical care in vehicular trauma

Abstract

The rescue and treatment of trapped persons in car accidents requires a close cooperation and coordination between firefighters and medical personell. Priorities of medical care as well as aspects of extrication should be considered equally. Procedures on scene should follow a sequence securing life support and careful rescue of the trapped patient.

The developed algorithm allows for prioritized and coordinated management and represents a transparent guide for both teams, during training as well as practical application. The concept incorporates the ABC priorities for polytrauma management and also the structure of the ATLS®-programme. The algorithm was validated in simulated scenarios and was by affirmed by the German Trauma Surgeons Task Force on Emergency Care under the regulations of a nominal group process via resolution.

Keywords

Blunt major trauma · Multiple trauma ·
Extrication · Emergency medical service ·
Practice management guideline · Algorithm

Rettung und medizinischen Versorgung werden hierbei ohne gegenseitige Behinderung oder Gefährdung im Wechsel zwischen den verschiedenen Einsatzkräften der Feuerwehr und des Rettungsdienstes durchgeführt.

Im Rahmen von praktischen Einsatzsimulationen wurde der entwickelte Handlungsablauf an zur Verschrottung anstehenden Personenkraftwagen umfangreich getestet. Hierbei zeigte sich, dass bei Anwendung des Algorithmus die technische und medizinische Rettung von eingeklemmten Personen regelrecht und fehlerfrei durchführbar ist. Das entwickelte Konzept zur technischen Rettung von eingeklemmten Personen wurde im Rahmen eines nominalen Gruppenprozesses [8] durch die Arbeitsgemeinschaft Notfallmedizin der DGU überarbeitet und verabschiedet.

Ergebnisse

Bei der Rettung des Unfallverletzten ist neben der Sicherstellung der Vitalfunktionen insbesondere bei Frontalunfällen wegen der hohen Inzidenz von Wirbelsäulenverletzungen [9] auf einen sorgfältigen und schonenden Einsatz von modernen Rettungsmitteln zu achten. Obwohl in der Regel der Einsatz und die Anwendung der Rettungsgeräte durch Feuerwehrleute oder auch Rettungssassistenten erfolgt, trägt der Notarzt vor Ort, in Rücksprache mit dem Einsatzleiter der Feuerwehr, die medizinische Verantwortung für den Patienten.

Bei Eintreffen am Unfallort erfolgt gleichzeitig mit den Absicherungs- und Brandschutzmaßnahmen eine kurze Lageerkundung durch den Einsatzleiter der Feuerwehr und den Notarzt. Hierbei wird der Zugang zum Patienten festgelegt. Der Einsatzort selbst wird in einen Arbeitsbereich 5 m um das Fahrzeug (gelbe Zone) und in einen Bereitstellungsbereich ausserhalb (blaue Zone) eingeteilt. Feuerlöscheinrichtungen, hydraulischer Rettungssatz mit Schere, Spreizer, Zylinder, Stützwinkel und gegebenenfalls Zugketten sowie die Ausrüstung des Rettungsdienstes werden im Bereitstellungsbereich platziert. Im Arbeitsbereich befinden sich nur das direkt am Patienten und Fahrzeug tätige Personal mit den hierfür notwendigen Gerätschaften.

Besteht eine unmittelbare und nicht sofort kontrollierbare äußere Gefährdung z. B. durch Feuer oder drohenden

Absturz des Fahrzeugs, muss nach Möglichkeit eine sofortige Rettung ohne vorherige Schienung der Wirbelsäule aus der Gefahrenzone durchgeführt werden.

Nach der Absicherung der Unfallstelle wird das Unfallfahrzeug gegen Wegrollen gesichert; dies kann im einfachsten Fall durch Betätigen der Feststellbremse erfolgen. Um Schaukelbewegungen beim Eindringen in das Fahrzeug oder ein Einknicken der Bodengruppe bei den Rüstarbeiten zu vermeiden, muss das Fahrzeug an den Übergangspunkten der A- und B-Säule zu den Schwellern mit Rüsthölzern unterbaut werden. Dadurch wird die Stabilität der Fahrgastzelle gesichert, die z. B. beim Entfernen des Daches aufgehoben wird [1].

Nun kann der gefahrlose Zugang zum Patienten erfolgen. Häufig gelingt dies über eine der Türen des Fahrzeuges. Lassen sich diese nicht öffnen, werden zur Sicherstellung der ersten medizinischen Versorgung zunächst die Scheiben möglichst splitterfrei entfernt. Scheiben in Gummidichtungen werden nach Durchschneiden der Dichtungen als Ganzes entfernt, geklebte oder versenkbar Scheiben werden abgeklebt und mit einem Federkörner angekörnt. Verbundglasscheiben können mit Spezialwerkzeugen (Glasmaster) gesägt werden. Die Türen können anschließend mit wenigen Handgriffen mittels hydraulischer Schere und Spreizer entfernt werden.

Bei bereits ausgelöstem Airbag ist ein direkter Kontakt mit dem durch die hohe Aktivierungsenergie erhitzten Airbag-Modul zu vermeiden. Für einen Zeitspanne von etwa 2 min besteht bei Kontakt die Gefahr von Verbrennungen. Ein nicht ausgelöster Airbag stellt eine nicht zu unterschätzende Gefährdung für das Rettungspersonal dar [2]. Das übliche Abklemmen der Batterie bietet keine ausreichende Sicherheit für das Rettungspersonal. Einerseits verwenden noch einige Fahrzeughersteller Spannungserhaltungssysteme, die eine Aktivierung des Airbag bis zu 20 min möglich machen. Andererseits rüsten mehrere Hersteller ihre Fahrzeuge mit 2 Batterien aus, welche in unterschiedlichen Bereichen montiert sind und in der Rettungsphase häufig noch nicht zugänglich sind. Zudem wird durch die Unterbrechung der Stromversorgung auch eine elektrische Sitzverstellung inaktiviert und damit die Rettung des Patienten möglicherweise erschwert.

Technische Rettung bei Verkehrsunfall I

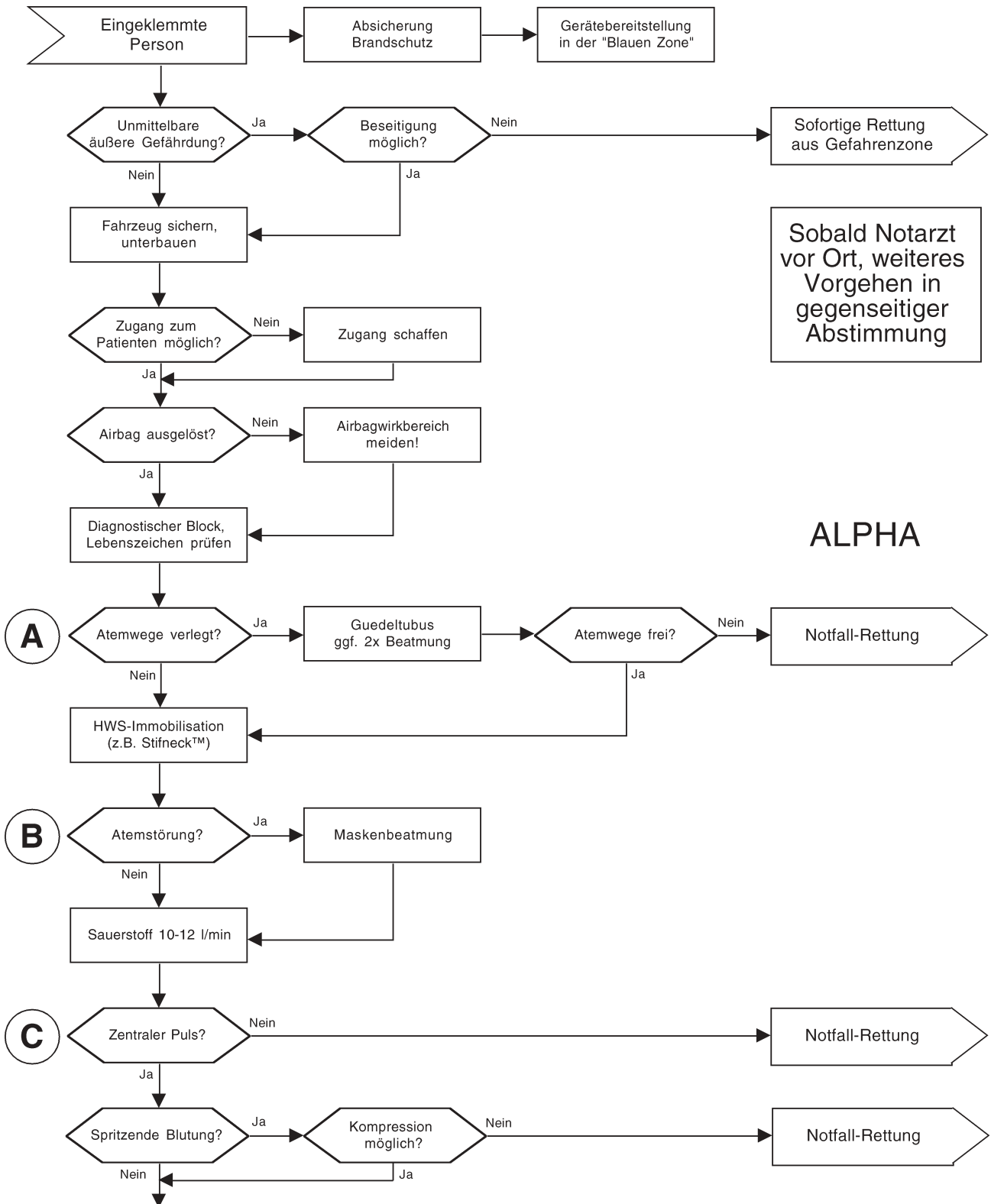
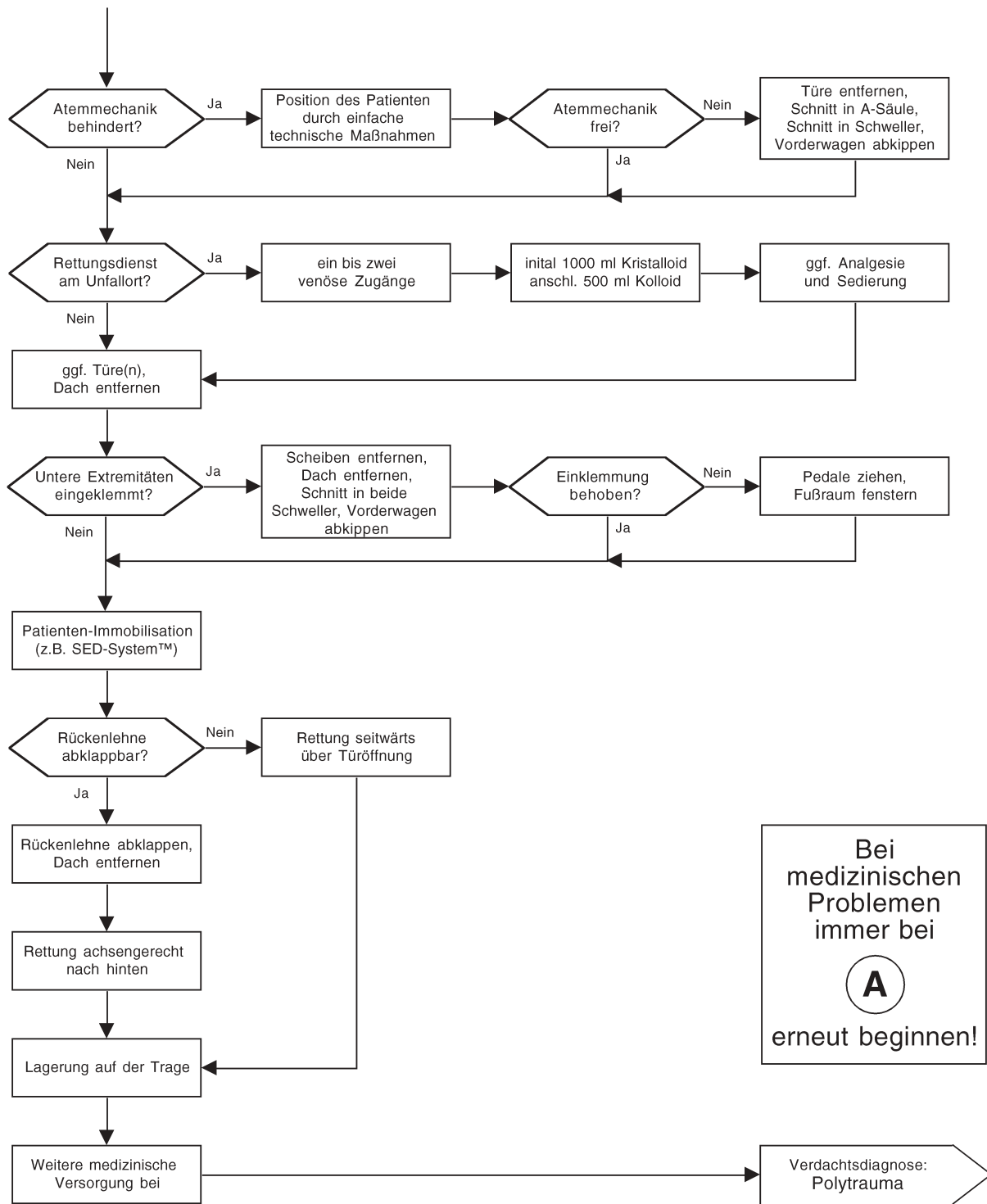


Abb.1 ▲ Technische Rettung bei Verkehrsunfall I

Technische Rettung bei Verkehrsunfall II



* Bei Behinderung der Atemmechanik durch die Einklemmung werden zunächst einfache technische Maßnahmen angewandt, wie Verschiebung des Sitzes, der Abklappung der Rückenlehne oder Veränderung des Lenkrades.

Abb.2 ▲ Technische Rettung bei Verkehrsunfall II

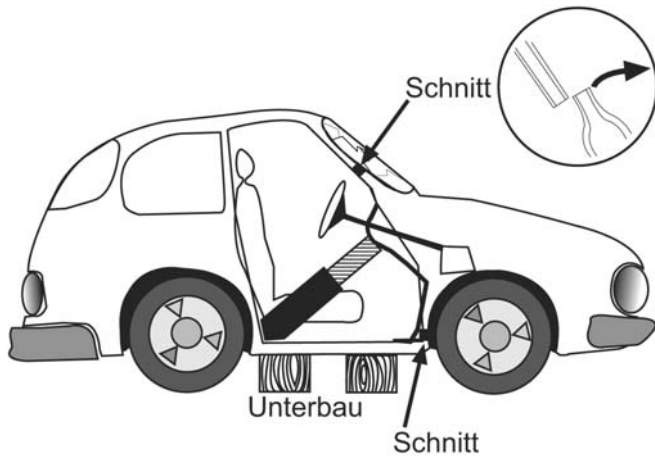


Abb. 3 ◀ **Durchtrennung der A-Säule**

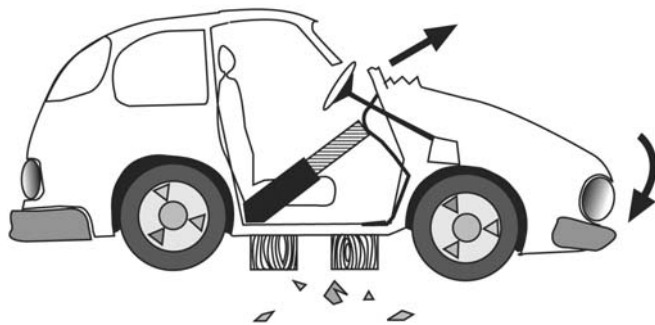


Abb. 4 ◀ **Abkipfung des Vorderwagens**

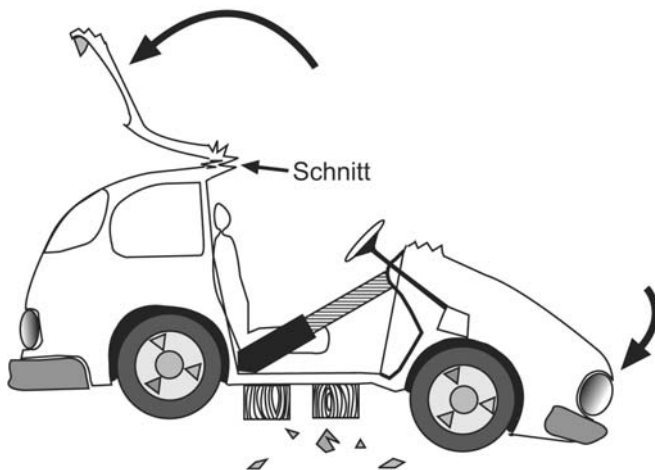


Abb. 5 ◀ **Abklappen des Fahrzeugdaches**

Bereits Fahrzeuge der unteren Mittelklasse können mit bis zu 10 verschiedenen Airbags ausgerüstet sein. Der Einsatz von Airbag-Rückhaltesystemen ist derzeit leider nur für den Fahrerairbag am Lenkrad sinnvoll durchführbar und bietet Schutz vor sekundärer Auslösung. Ohne diese Vorsichtsmaßnahme sollte sich der Retter zum Eigenschutz nicht zwischen dem Lenkrad und dem Patienten positionieren. Für die weiteren Airbags existie-

ren derzeit keine geeigneten Systeme, bei Rüstarbeiten sollten deshalb vom Rettungspersonal nach Möglichkeit alle Wirkbereiche gemieden werden.

Eine Fehlauslösung des Airbag ist prinzipiell auch durch Interferenzen im Rahmen des Betriebes von Funkgeräten und Funktelefonen möglich. Deshalb ist die Verwendung von mobilen Kommunikationseinrichtungen nur in ausreichendem Abstand in der Bereitstellungszone gestattet.

Nachdem ein Zugang zum Patienten geschaffen ist, erfolgt die medizinische Grundversorgung durch Immobilisation der Halswirbelsäule und O₂-Gabe [7]. Eine sofortige Notfallrettung aus dem Fahrzeug wird bei nicht beherrschbarer Verlegung der Atemwege, Pulslosigkeit und nicht kontrollierbarer Blutung ohne vorheriger Schienung der Wirbelsäule durchgeführt.

Ist die Atemmechanik des Patienten durch die Einklemmung behindert, wird zunächst versucht durch einfache technische Maßnahmen wie Verschiebung des Sitzes, Abklappung der Rückenlehne oder Veränderung des Lenkrades die Position des Patienten zu verändern.

Kann die Behinderung der Atemmechanik nicht behoben werden, ist eine umgehende Entlastung durch Abkipfung des vorderen Anteils des Fahrzeuges angezeigt. Dies geschieht durch den Einsatz der hydraulischen Rettungsschere und Rettungszylinders. Zu diesem Zeitpunkt wird wegen der Dringlichkeit bewusst auf ein Entfernen der Frontscheibe oder des Daches verzichtet. Nach Unterbauung des Fahrzeuges wird die A-Säule der Einklemmungsseite etwa 10 cm oberhalb des Armaturenbrettes durchtrennt. Weiterhin wird die A-Säule direkt über dem Schweller parallel zum Schweller durchtrennt (Abb. 3). Danach erfolgt der Einsatz des Rettungszylinders, dieser wird mit obliquen Stützwinkeln diagonal in der Türöffnung eingebracht, um durch Verschiebung und Abkipfung des Vorderwagens die Behinderung der Atemmechanik schnellstmöglich zu beheben. Hierdurch bewegt sich das Lenkrad vom Patienten weg nach oben und vorn (Abb. 4). Ein Vorteil dieser Methode besteht neben der schonenden Rettung darin, dass bei nicht ausgelöstem Airbag nur geringe Beschleunigungen auf das Lenkrad bzw. die Auslöseeinheit einwirken [5].

Falls der Rettungsdienst bereits vor Ort ist, erfolgt nun die Einleitung der Infusionstherapie mit 1–2 venösen Zugängen und gegebenenfalls eine Analgesie und Sedierung durch den Notarzt. Der Zugang zum Patienten erfolgt über die Fahrzeugtüren, die gegebenenfalls entfernt werden.

Um einen erweiterten Zugang zum Patienten zu schaffen, kann das Fahrzeugdach nach hinten abgeklappt werden. Nach Unterbauung des Fahrzeuges

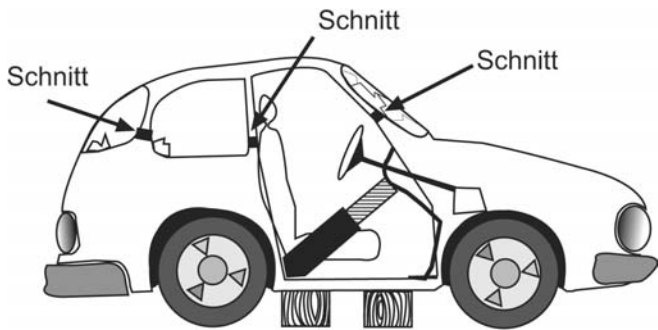


Abb. 6 ◀ **Entfernung des Fahrzeugdaches**

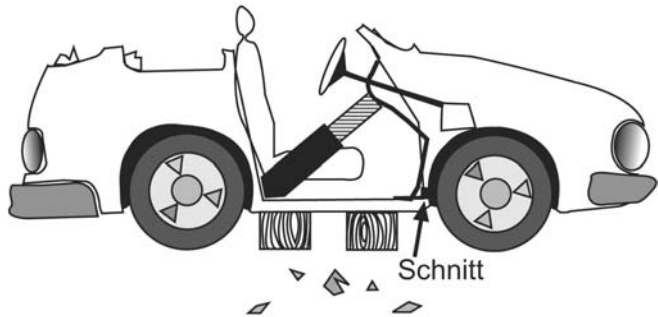


Abb. 7 ◀ **Schnitt der A-Säule oberhalb des Schwellers**

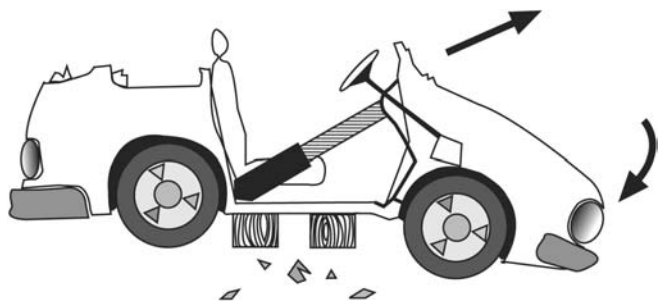


Abb. 8 ◀ **Abklappung des Vorderwagens**

werden die beiden A-Säulen oberhalb des Armaturenbrettes durchtrennt und die Dachhaut wird direkt vor den B-Säulen ebenfalls eingeschnitten. Dadurch kann der Vorderbereich des Fahrzeugdaches nach hinten geklappt werden (Abb. 5). Das Abklappen des Fahrzeugdaches ist durch den Einbau von Schiebedächern oder Verstärkungen der Fahrgastzelle in Bereich des Daches oft nicht möglich. Deshalb bietet es sich an, als Versorgungsöffnung das Fahrzeugdach durch Schneiden der A-, B- und C-Säulen vollständig zu entfernen (Abb. 6). Hierbei ist durch die Feuerwehr zu beachten, dass die C-Säulen an deren Fußpunkt geschnitten werden, um die Gasgeneratoren der vorhangförmigen Seitenairbags nicht zu beschädigen.

Zusätzlich ist anschließend im Verlauf der Patientenversorgung eine achsengerechte Rettung über das Heck des

Fahrzeugs ermöglicht. Müssen umfangreiche medizinische Maßnahmen wie endotracheale Intubation oder Thoraxdrainage noch im Fahrzeug durchgeführt werden, ist dieses Vorgehen im Gegensatz zum Abklappen des Vorderdaches von Vorteil, da dadurch ein uneingeschränkter Zugang zum Patienten gewährleistet ist.

Besteht eine Einklemmung im Bereich der unteren Extremitäten muss der Vorderwagen abgeklappt werden. Dies erfolgt nach Entfernung des Daches durch Schneiden beider A-Säulen direkt über dem Schweller (Abb. 7). Nach diagonalem Einsetzen des hydraulischen Rettungszylinders mit Stützwinkeln in die Einstiegsöffnung wird das Fahrzeug in Höhe der Schwellereinschnitte aufgeknickt. Hierdurch bewegt sich das Armaturenbrett vom Patienten weg nach oben und vorn (Abb. 8). Besteht nach Abklappung des Vorderwagens weiterhin eine Einklemmung des Patienten im Bereich der unteren Extremitäten wird der Kotflügel mit der Rettungsschere gefensert und der Fußraum aufgespreizt.

Die weitere Rettung und Versorgung erfolgt nun nach Immobilisation der Wirbelsäule durch die Anlage eines Systemes zur Patientenimmobilisation (Abb. 9). Es handelt sich hierbei um eine rigides Rettungskorsett (SED-System), das am Rumpf des Patienten angelegt wird und eine Immobilisation der gesamten Wirbelsäule unter Einschluss des Schädels ermöglicht [6]. Der Verletzte kann unter besonders schwierigen räumlichen Bedingungen, in denen keine Tragen zur Anwendung kommen können, ohne Gefährdung der Wirbelsäule aus dem Fahrzeug geborgen werden. Nach Anlegen einer HWS-Schiene wird das SED-System in geöffnetem Zustand hinter den Patienten geschoben. Durch Schließen der Gurte wird der Patient fixiert, die Stabilisierung erfolgt durch die eingearbeiteten Längsstäbe. Zusätzlich kann der Patient mit 2 Beingurten fixiert und gegen ein Herausrutschen aus dem Korsett gesichert werden. Bei Anlage über dem Becken wird durch das System zusätzlich eine Beckenfraktur komprimiert und stabilisiert.

Die Rettung des Patienten wird nach Abklappung der Rückenlehne ach-

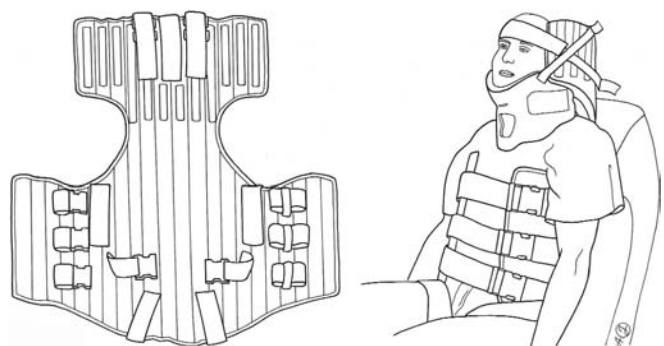


Abb. 9 ▶ **Rettungskorsett**

sengerecht über das Heck des Fahrzeugs durchgeführt, sie erfolgt seitwärts über die Türöffnung, wenn die Rückenlehne nicht abklappbar ist.

Nach Lagerung des Patienten erfolgt die weitere medizinische Versorgung unter der Verdachtsdiagnose Polytrauma entsprechend dem Algorithmus für die präklinische Versorgung bei Polytrauma [4].

Diskussion

Der vorgestellte Algorithmus definiert die Maßnahmen der technischen Rettung und medizinischen Versorgung im Wechsel zwischen den verschiedenen Einsatzkräften der Feuerwehr und des Rettungsdienstes ohne gegenseitige Behinderung oder Gefährdung. In Anbetracht des Fehlens von entsprechender Evidenz erfolgten die Definition der Entscheidungskriterien und Interventionen sowie die Entwicklung des Algorithmus auf der Grundlage von Expertenmeinungen durch einen nominalen Gruppenprozesses. Die Anwendung des Algorithmus im Rahmen von praktischen Einsatzsimulationen zeigte, dass die technische und medizinische Rettung von eingeklemmten Personen regelrecht und fehlerfrei durchführbar ist. Eine prospektive Evaluation des Algorithmus unter tatsächlichen Einsatzbedingungen ist bisher noch nicht erfolgt.

Das entwickelte Handlungskonzept wird seit 1998 durch die Berufsfeuerwehr München bei Verkehrsunfällen zur Rettung von eingeklemmten Personen am Unfallort als Handlungsanweisung für die Einsatzkräfte eingesetzt. Der vorgestellte Algorithmus ist Lehrinhalt der Feuerwehrausbildung und bildet die Grundlage für den entsprechenden Übungsdienst der Einsatzkräfte der Feuerwehr und des Rettungsdienstes. Durch den Arbeitskreis Notfallmedizin und Rettungswesen der Universität München wird das beschriebene Vorgehen sowohl im praktischen Einsatztraining für Notärzte als auch im Rahmen des Studentenunterrichtes gelehrt und unter Simulationsbedingungen geübt. Die bisherige Anwendung durch Feuerwehrein-satzkräfte und Rettungsdienst- bzw. Notarztwagenbesatzungen und auch durch Medizinstudenten dokumentiert die Praktikabilität und Transparenz des Algorithmus.

Fazit für die Praxis

Bei Verkehrsunfällen erfordert die regelrechte Versorgung von eingeklemmten Personen eine gezielte Abstimmung von Feuerwehr und Rettungsdienst am Einsatzort. Der Algorithmus für die Rettung von eingeklemmten Personen bei Verkehrsunfällen ermöglicht durch die Festlegung von eindeutigen Prioritäten die transparente Koordination aller Einsatzkräfte am Unfallort und bietet damit gerade in schwierigen oder seltenen Einsatzsituationen eine fachübergreifende Entscheidungshilfe.

Literatur

1. Claussen V (1993) Hydraulische Rettungsgeräte: Patientengerecht eingesetzt! Brandschutz 47: 412–414
2. Dirks U (2001) Airbags – Stand der Technik mit Information für Rettungsdienste. Notarzt 17: 67–69
3. Kanz KG, Eitel F, Waldner H, Schweiberer (1994) Entwicklung von klinischen Algorithmen für die Qualitätssicherung in der Polytraumaversorgung. Unfallchirurg 97: 303–307
4. Kanz KG, Sturm JA, Mutschler W (2001) Algorithmus für die präklinische Versorgung bei Polytrauma. Unfallchirurg 105: im Druck
5. Kolb T (1995) Einsatzsituation: Muss die Lenksäule gezogen werden? Brandschutz 49: 181–182
6. Mahoney PF, Carney CJ (1996) Entrapment, extrication and immobilization. Eur J Emerg Med 3: 244–246
7. Meldon SW, Brant TA, Cydulka RK, Collins TE, Shade BR (1998) Out-of-hospital cervical spine clearance: agreement between emergency medical technicians and emergency physicians. J Trauma 45: 1058–1061
8. Neugebauer E (1999) Development of a consensus-assisted protocol – a new approach to improve study design. Eur J Surg Suppl 584: 7–11
9. Ruchholtz S, Nast-Kolb D, Waydhas C, Schweiberer L (1996) Das Verletzungsmuster beim Polytrauma. Unfallchirurg 99: 633–641
10. Waydhas C, Kanz KG, Ruchholtz S, Nast-Kolb D (1997) Algorithmen in der Traumaversorgung. Unfallchirurg 100: 913–921