

Notfall Rettungsmed
<https://doi.org/10.1007/s10049-025-01560-1>
Angenommen: 6. Mai 2025

© The Author(s) 2025



Die neue britische Leitlinie zur Rettung von Personen nach Verkehrsunfällen – Vorstellung und Diskussion

Maximilian Laun¹ · Lukas Breimeir^{1,2} · Stefan Foerch³ · Felix Girrba²

¹ Studentische Arbeitsgemeinschaft Notfallmedizin Augsburg, Medizinische Fakultät, Universität Augsburg, Augsburg, Deutschland

² Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Augsburg, Augsburg, Deutschland

³ Klinik für Unfallchirurgie, Orthopädie, Plastische und Handchirurgie, Universitätsklinikum Augsburg, Augsburg, Deutschland

Zusammenfassung

Verkehrsunfälle mit Kraftfahrzeugen stellen weltweit eine der häufigsten Todesursachen dar. Trotz notfallmedizinischer und feuerwehrtechnischer Fortschritte blieb der Prozess der Rettung von Traumatpatient:innen aus verunfallten Fahrzeugen in den letzten Jahrzehnten weitestgehend unverändert. Das rettungstechnische Vorgehen nach dem Prinzip einer „absoluten Bewegungsminimierung der Wirbelsäule“ wird jedoch zunehmend infrage gestellt. Der Nutzen einer potenziellen Verzögerung zeitkritischer Interventionen zugunsten der Vermeidung sekundärer Rückenmarksverletzungen konnte bisher nicht nachgewiesen werden. Die vorliegende Arbeit stellt die im November 2024 veröffentlichten Empfehlungen des Consensus-Statements zu „Extrication following a Motor Vehicle Collision“ der Faculty of Pre-Hospital Care (FPHC) des Royal College of Surgeons of Edinburgh vor und vergleicht sie mit den aktuellen Leitlinien und Empfehlungen aus Deutschland und Dänemark. Im Zuge dessen werden relevante Aussagen für die Praxis hervorgehoben. Hierzu zählen die Durchführung einer (assistierten) Selbstbefreiung, die situationsangepasste Kommunikation mit Betroffenen sowie die Anwendung von Hilfsmitteln zur Unterstützung von Ersthelfenden und Einsatzkräften bei der Auswahl einer effizienten Befreiungsmethode.

Schlüsselwörter

Notfallmedizin · Rettungsdienst · Immobilisierung · Polytrauma · Verkehrsunfall

Hintergrund

Für Betroffene, die nach einem Verkehrsunfall ihre Fahrzeuge nicht ohne fremde Unterstützung verlassen können, herrscht seit der Entwicklung von standardisierten Rettungstechniken vor über 70 Jahren das Prinzip der „absoluten Bewegungsminimierung der Wirbelsäule“. Ziel ist es dabei, mögliche sekundäre Rückenmarksverletzungen im Rahmen der Rettung aus dem Fahrzeug zu vermeiden. In der Praxis wird zwar die Auswahl der Befreiungsmethode an den Zustand der Vitalfunktionen ange-

passt [1], dies betrifft jedoch hauptsächlich Bewusstlose. In der Regel wird das Unfallfahrzeug durch die Feuerwehr technisch aufwendig vorbereitet, um einen möglichst schonenden Transport unter „absoluter Bewegungsminimierung der Wirbelsäule“ gewährleisten zu können [2]. Durch das zeitintensive Vorgehen werden jedoch unter Umständen lebensrettende medizinische Interventionen verzögert. Dies ist besonders bei primär nicht erkannten, zeitkritischen Verletzungen relevant. Darüber hinaus wird das Erreichen einer „absoluten Bewegungsminimierung der Wirbel-



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Infobox 1

Statistische Daten zu Verkehrsunfällen (weltweit und in Deutschland; [5, 6])

- Weltweit ca. 1,2 Mio. Verkehrstote pro Jahr, in Deutschland 2780 Verkehrstote im Jahr 2024
- Weltweit ca. 20–50 Mio. Verunfallte mit relevanten Verletzungen jährlich, häufig mit Langzeitfolgen. In Deutschland 50.300 Schwerverletzte im Straßenverkehr 2024
- Verkehrsunfälle somit häufigste Todesursache zwischen 5. und 29. Lebensjahr

Infobox 2

„The EXIT Project“ [8]

Das 2007 gegründete EXIT-Projekt untersucht die Befreiung von Verunfallten aus ihren Fahrzeugen mit dem Ziel der Entwicklung evidenzbasierter Empfehlungen für die rettungstechnische Praxis. Das EXIT-Projekt betont dabei die Notwendigkeit individueller Ansätze, um die notfallmedizinische Versorgung nach Verkehrsunfällen zu verbessern. Mittlerweile ist hieraus das Forschungsprojekt IMPACT entstanden. Für weiterführende Informationen den QR-Code scannen.



säule“ durch gängige Rettungstechniken zunehmend infrage gestellt: Im Hinblick auf sekundäre Rückenmarksverletzungen konnte weder ein Nutzen durch dieses rettungstechnische Vorgehen noch ein möglicher Schaden durch weniger schonendes Vorgehen hinreichend belegt werden [3, 4].

Die Relevanz des Themas wird zusätzlich durch die nachfolgend dargestellten Kennzahlen (■ Infobox 1) verdeutlicht.

Die Faculty of Pre-Hospital Care (FPHC) des Royal College of Surgeons of Edinburgh hat nun im November 2024 das Consensus-Statement „Extrication following a Motor Vehicle Collision“ [2] veröffentlicht (vgl. ■ Tab. 1). Das erklärte Ziel dieser Empfehlungen ist es, eine Hilfestellung für das Management von Traumapatient:innen zu geben, die nach einem Verkehrsunfall im verunfallten Fahrzeug eingeklemmt oder eingesperrt sind,

Tab. 1 Synopsis der Empfehlungen der FPHC. (Übersetzt nach [2]). NSA nicht selbständig aussteigend

1	Alle Patient:innen mit Verletzungen sollten als zeitkritisch betrachtet werden. Feuerwehr und Rettungsdienst sollten zusammenarbeiten, um rasch einen individualisierten, auf die Patient:innen ausgerichteten Befreiungsplan zu entwickeln, dessen Hauptaugenmerk auf Minimierung der Zeit im Unfallfahrzeug liegt. [IV D]
2	Nichtmedizinisches Personal sollte dazu befähigt werden, über die Art der Befreiungsmethode zu entscheiden und diese vor dem Eintreffen von medizinischem Fachpersonal durchzuführen. [IV D]
3	Die Selbstbefreiung oder minimal unterstützte Befreiung sollte für alle Patient:innen, bei denen keine Kontraindikationen vorliegen, die Befreiungsmethode der ersten Wahl sein. [III D]
4	Zur Entscheidungsfindung im Kontext der Selbstbefreiung sollten Laienhelfer:innen ein geeignetes Hilfsmittel wie etwa U-STEP OUT verwenden. [IV D]
5	Patient:innen, die sich nicht selbständig befreien können, können von einer assistierten Selbstbefreiung profitieren. [IV D]
6	Bei Patient:innen, die bei vollem Bewusstsein sind und kein neurologisches Defizit haben, ist eine manuelle In-line-Stabilisierung im Fahrzeug nicht erforderlich. [IV D]
7	Wenn bei der Ersteinschätzung schwere neurologische Defizite festgestellt werden, sollten Verunfallte schnell und schonend befreit werden [IV D]
8	Zervikalstützen reduzieren Halsbewegungen. Sie sollten vor der Befreiung angelegt werden, wenn dies indiziert ist. Eine Abnahme sollte nach Abschluss der Befreiungsphase in Betracht gezogen werden. [III D]
9	Die Versetzung von Fahrzeugen sollte, auch mit Insassen, durchgeführt werden, wenn dadurch die Zeit bis zu deren Befreiung verkürzt werden kann. [IV D]
10	Rettungskräfte sollten beachten, dass klinische Untersuchungen die Zeit bis zur Befreiung verlängern können, und sollten diese daher auf ein Minimum reduzieren. [IV D]
11	Die rettungsdienstliche Behandlung von NSA-Patient:innen sollte sich auf notwendige, kritische Interventionen beschränken, um eine sichere Befreiung zu beschleunigen. [IV D]
12	Falls eine Beckenschlinge indiziert ist, sollte diese nach Abschluss des Befreiungsvorgangs angelegt werden. [IV D]
13	Die psychologischen Auswirkungen der Befreiungsmaßnahmen sollten berücksichtigt und unterstützende Maßnahmen umgesetzt werden. [III D]
14	Feuerwehren und Rettungsdienstorganisationen sollten für regelmäßige gemeinsame interprofessionelle Lern-, Austausch- und Fallbesprechungsmöglichkeiten sorgen. [IV D]

oder dieses aus anderen Gründen nicht ohne Unterstützung verlassen können (engl. „trapped“). Da für diese Patient:innen keine sinngemäße deutsche Übersetzung existiert, wird dieses Kollektiv nachfolgend als „NSA“ für nicht selbständig aussteigend bezeichnet.

Das Consensus-Statement basiert wesentlich auf den Erkenntnissen des EXIT-Projekts. Der Fokus dieses Projekts lag dabei auf der wissenschaftlichen Untersuchung des Befreiungsprozesses bis zum Erreichen einer adäquaten Behandlungssituation außerhalb des Unfallfahrzeugs, da für dieses Intervall nur sehr wenig Evidenz vorhanden war (■ Infobox 2). Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse und eines Scoping-Reviews [3] wurde im Rahmen eines Delphi-Verfahrens ein interprofessioneller Konsens gesucht [7].

Nachfolgend sollen die Empfehlungen des Consensus-Statements vorgestellt und

mit Bezug zu aktuellen Empfehlungen der S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung [9], den Empfehlungen der 2019 erschienenen dänischen Leitlinie zur Wirbelsäulenstabilisation [10] und der vfdB-Richtlinie „Technische-medizinische Rettung nach Verkehrsunfällen“ diskutiert werden [1]. Die im Consensus-Statement verwendeten Evidenzlevel (I–IV) und Empfehlungsgrade (A–D) sind mit aufgeführt (vgl. ■ Tab. 1) und orientieren sich an Shekelle et al. [11]. Eine vergleichende Übersicht zu den Empfehlungen der verwendeten Leitlinien findet sich in ■ Tab. 2.

Modus der Befreiung aus einem Unfallfahrzeug

Die FPHC setzt den Fokus noch deutlicher auf eine Minimierung der Prähospitalzeit als die bisher existierenden Empfehlungen und Leitlinien. Sowohl die S3-Leitlinie

Tab. 2 Vergleichende Übersicht der verwendeten Leitlinien				
Maßnahme	FPHC-Leitlinie [2]	S3-LL Polytrauma [9]	„Dänische Leitlinie“ [10]	vfdb-Richtlinie [1]
Entscheidung über die Art der Befreiungsmethode	Primär durch Feuerwehr und Rettungsdienst Wenn noch kein medizinisches Fachpersonal vor Ort ist: Entscheidung durch nichtmedizinisches Personal	Keine Empfehlung	Keine Empfehlung	Abstimmung zwischen den Verantwortlichen von Feuerwehr und Rettungsdienst in Abhängigkeit vom Vitalzustand
Modus der Befreiung aus einem Unfallfahrzeug	(Assistierte) Selbstbefreiung als Methode der ersten Wahl, wenn keine Kontraindikationen vorliegen	Keine Empfehlung	Selbstbefreiung, wenn durchführbar; auch bei Druckschmerzen über Processus spinosi, wenn kein neurologisches Defizit vorhanden ist Andernfalls assistierte Selbstbefreiung durchführen In Kombination mit anderen Devices und ggf. MILS	Keine konkrete Empfehlung; so schnell und so schonend wie möglich
Vorgehen bei Pat. mit neurologischem Defizit und/oder Druckschmerzen über Processus spinosi	Schnelle und schonende Befreiung mit der am schnellsten durchführbaren Methode Kein Fokus auf „absoluter Bewegungsvermeidung der Wirbelsäule“	Verzicht auf Stabilisierung der Wirbelsäule lediglich bei akuter Lebensgefahr („sofortige Rettung“)	Die bevorzugte Methode zur Wirbelsäulenstabilisierung ist die Vakuummatratze „Zeitkritische“ Stabilisierung bei kritischem ABC-Problem und/oder GCS < 15 mit dem situationsabhängig besten Device	Keine Empfehlung
MILS im Unfallfahrzeug	Keine MILS im Unfallfahrzeug notwendig bei Pat. ohne neurologisches Defizit oder mit isoliertem penetrierendem Trauma	Erste prähospitalen Maßnahme für einen Unfallverletzten, alternativ mittels Zervikalstütze	ABCDE-stabile Pat. können HWS selbst in der für sie komfortabelsten Position stabilisieren	Keine Empfehlung
HWS-Immobilisation mit einer Zervikalstütze	HWS-Immobilisation mit einer Zervikalstütze für den Zeitraum der Befreiung bei Pat. mit v.a. schwerwiegende HWS-Verletzung oder GCS < 15 mit Anzeichen einer erheblichen Begleitverletzung Entfernung der Zervikalstütze nach Befreiung bei fehlendem neurologischem Defizit	HWS-Immobilisation bei schneller und schonender Rettung vor Beginn der technischen Rettung Kombination aus Zervikalstütze und Vakuummatratze bietet effektivste Immobilisation der HWS	Keine Immobilisation der HWS mittels starrer Zervikalstütze, sondern primär mittels MILS und im Verlauf durch eine Vakuummatratze mit Kopffixierung	Keine Empfehlung
FPHC Faculty of Pre-Hospital Care, S3-LL S3-Leitlinie, vfdb Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V., GCS Glasgow Coma Scale, HWS Halswirbelsäule, MILS manuelle In-line-Stabilisierung (der HWS)				

Polytrauma als auch die dänische Leitlinie empfehlen lediglich bei isoliertem penetrierendem Trauma explizit, zugunsten einer kurzen Prähospitalzeit auf eine Stabilisierung der Wirbelsäule zu verzichten [9, 10]. Diese Aussage wird durch eine retrospektive Analyse von Patient:innen mit isoliertem penetrierendem Trauma gestützt, in der die Gruppe, die eine Stabilisierung der Wirbelsäule erhielt, eine doppelt so hohe Sterblichkeit aufwies [12]. Die Empfehlung der FPHC deckt sich weitgehend mit der vfdb-Richtlinie, wonach sich die Rettungsmethode zwar „immer am Verletzungsmuster [...] orientieren“ soll, sich dabei aber „[...] auf die notwendigsten Maßnahmen, mit dem Ziel, den Verunfallten so schnell wie möglich einem geeigneten Traumazentrum zuzuführen“, beschränken

soll. Hierfür sollte eine Einsatzkraft der Feuerwehr damit beauftragt werden, die Rettungszeit zu überwachen [1].

Zusätzlich soll das Eintreffen des Rettungsdienstes nicht abgewartet werden, um sich über den Modus der Rettung aus dem verunfallten Fahrzeug abzustimmen (Empfehlung 2). Stattdessen soll anhand einfacher Algorithmen vorgegangen werden, mit deren Unterstützung auch nichtmedizinisches Personal dazu befähigt werden soll, über die am besten geeignete Befreiungsmethode entscheiden zu können (Abb. 1 und 2). Dieses Vorgehen steht im Gegensatz zur vfdb-Richtlinie, nach der „in Abhängigkeit des Patientenzustandes [...] die Rettungsmethode zwischen den Verantwortlichen von Feuerwehr und Rettungsdienst abge-

stimmt“ werden soll [1]. Begründet wird die Empfehlung der FPHC mit den Ergebnissen aus einer retrospektiven Analyse in einer überwiegend ländlichen Region in Großbritannien, nach der die Polizei in 52 % der Fälle vor dem Rettungsdienst eintraf, mit einer durchschnittlichen Verzögerung von rund 14 min bis zur Ankunft des Rettungsdienstes [13].

Selbstbefreiung als Methode der ersten Wahl

Die Empfehlung 3 stellt auf den ersten Blick eine wesentliche Neuerung in der prähospitalen Versorgung von Patient:innen nach Verkehrsunfällen dar.

Sie basiert auf der Erkenntnis, dass der Prozess der Selbstbefreiung sowohl zeit-

Extrication decision tool

Der Reihenfolge nach vorgehen, falls zutreffend entsprechend handeln.



Abb. 1 ◀ Hilfsmittel zur Auswahl der Befreiungsmethode. (Frei übersetzt nach [2]; bzgl. „U-STEP OUT“ vgl. **Abb. 2**. Mit freundlicher Genehmigung)

lich überlegen als auch mit den geringsten Bewegungen der Wirbelsäule verbunden ist [14, 15]. Gängige Rettungstechniken, die auf eine „absolute Bewegungsminimierung der Wirbelsäule“ abzielen, verzögern die Befreiung und verlängern das zeitliche Intervall, bis eine adäquate Behandlung durchgeführt werden kann. In einer Studie, in der ein standardisiertes Vorgehen zur technischen Rettung durchgeführt wurde, betrug die dafür benötigte Zeit im Median 30 min [16]. Im Rahmen der Erhebung wurden die feuerwehrtechnischen Maßnahmen allerdings in Reihe und nicht wie üblich parallel durchgeführt, mit dem Argument, dass die Sicherheit für das Behandlungsteam erst nach Absicherung des Kraftfahrzeugs und Schaffung eines Erstzugangs gewährleistet werden konnte. Dies benötigte im Median 8 min.

Zusätzlich legen Erkenntnisse aus biomechanischen Analysen nahe, dass etablierte Befreiungstechniken häufig nicht geeignet sind, das erklärte Ziel einer „absoluten Bewegungsminimierung der Wirbelsäule“ zu erreichen: In einer Untersuchung von Nutbeam et al. wurden drei Vorgehensweisen (Durchtrennung der B-Säule; Entfernung des Fahrzeugdachs; schnelle Rettung über die Seitentür) sowie die Selbstbefreiung (ohne medizinische Anweisungen) im Hinblick auf resultierende Bewegungen der Wirbelsäule untersucht.

Bei allen vier Varianten war eine Zervikalstütze angelegt. Die Selbstbefreiung war mit der schnellsten Rettungszeit und der geringsten Gesamtbewegung im Bereich der Hals- und Lendenwirbelsäule assoziiert. Die anderen Methoden waren dagegen allesamt mit ähnlichen Wirbelsäulenbewegungen verbunden [15]. Bei NSA-Patient:innen sollte deshalb die schnellste (lokal umsetzbare) Vorgehensweise ausgewählt werden [14].

Eine assistierte Selbstbefreiung soll in Betracht gezogen werden, wenn sich Verunfallte primär nicht ohne externe Unterstützung aus dem Fahrzeug befreien können. Bei einer assistierten Selbstbefreiung wird die verunfallte Person vorsichtig unterstützt, z. B. durch die Bereitstellung eines Arms als Hilfestellung. Die Autor:innen betonen jedoch, dass aktives Ziehen an oder unkontrolliertes Anheben von Traumatpatient:innen unter allen Umständen vermieden werden sollte. Durch eine solche assistierte Selbstbefreiung könnte eine zusätzliche Anzahl von Verletzten von den bereits erwähnten Vorteilen einer Selbstbefreiung profitieren, denn in einer retrospektiven Analyse lagen altersunabhängig bei ca. 40% der Patient:innen keine Verletzungen oder anderweitigen physiologischen Faktoren (GCS $\leq$ 12, systolischer Blutdruck $<$ 90 mm Hg) vor, die ein poten-

zielles Hindernis für eine Selbstbefreiung darstellen würden [17].

In der dänischen Leitlinie findet sich bereits der Modus der assistierten Selbstbefreiung, jedoch ggf. unter Anwendung einer manuellen In-line-Stabilisierung (MILS; [10]).

Kontraindikationen

Die Autor:innen führen weiter aus, dass eine Selbstbefreiung ebenfalls für Kinder sowie für Patient:innen mit Nacken- bzw. Rückenschmerzen, mit unspezifischen neurologischen Symptomen oder Zeichen eines zentromedullären Syndroms geeignet sei. Es werden lediglich zwei Kontraindikationen für die Selbstbefreiung genannt: die Unfähigkeit der Verunfallten, medizinische Anweisungen adäquat zu befolgen und/oder verletzungs- bzw. zustandsbedingt kurzzeitig auf mindestens einem Bein stehen zu können. Die dänische Leitlinie ist in ihrem Algorithmus zur Wirbelsäulenstabilisation etwas restriktiver, empfiehlt jedoch ebenfalls keine Immobilisation bei Patient:innen, die einen normalen Händedruck haben und bei denen die Dorsalextension und Flexion der Füße nicht beeinträchtigt ist. Es wird gleichzeitig gefordert, dass die Patient:innen bei Palpation der Processus spinosi keinen Druckschmerz aufweisen

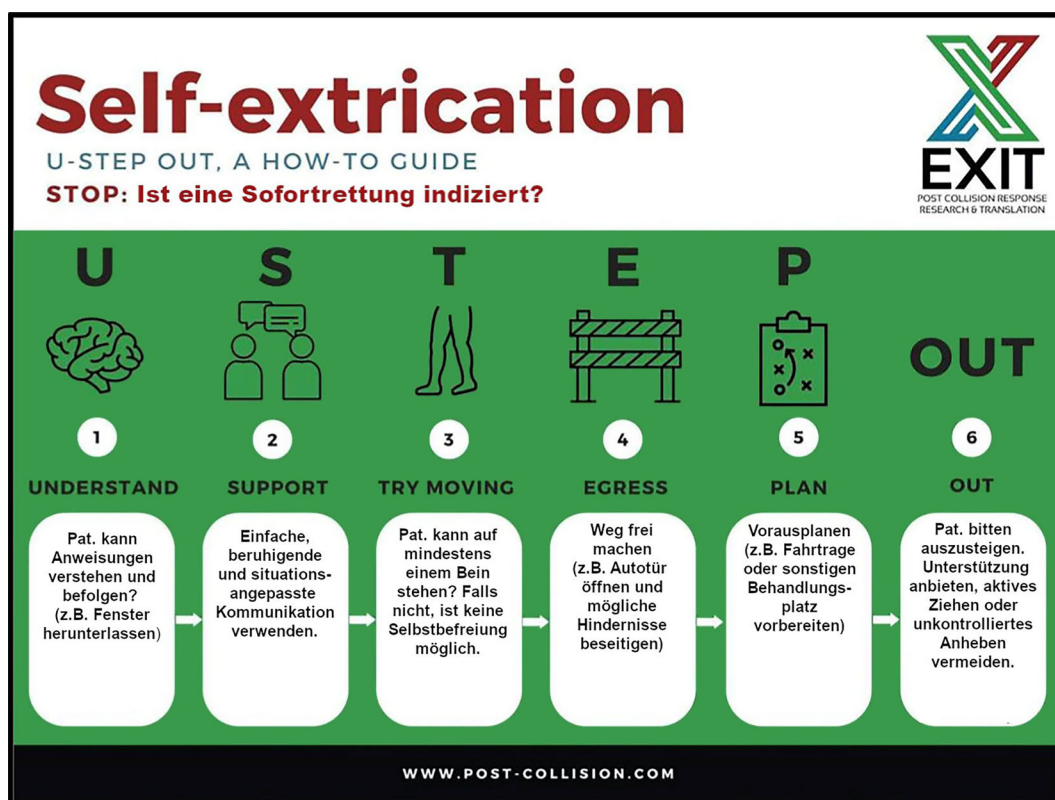


Abb. 2 ◀ Hilfsmittel zur Durchführung einer Selbstbefreiung: „U-STEP OUT“. (Frei übersetzt nach [2]. Mit freundlicher Genehmigung)

und in einer „zügigen Untersuchung“ kein sensorisches Defizit an Armen und Beinen zeigen [10]. Liegt kein sensorisches Defizit bei Patient:innen mit einer GCS von 15 vor und ist ein Druckschmerz über der Wirbelsäule das einzige Symptom, empfiehlt auch die dänische Leitlinie eine Selbstbefreiung aus dem Fahrzeug laut Algorithmus [10], ohne dass dies im Leitlinientext weiter ausgeführt wird. Fraglich ist hierbei die Validität einer „zügig“ durchgeführten, neurologischen Untersuchung bei im Fahrzeug eingesperrten oder eingeklemmten Patient:innen. Zusätzlich wird es in dieser Situation in den wenigsten Fällen möglich sein, die Wirbelsäule vollständig auf Druckdolenz zu untersuchen. Insofern kann die Empfehlung der FPHC als sinnvolle Weiterentwicklung der dänischen Leitlinie gesehen werden. Einsatzkräften ohne rettungsdienstliche bzw. medizinische Expertise soll das Akronym „U-STEP OUT“ die Entscheidung für oder gegen die Durchführung einer Selbstbefreiung erleichtern (▣ Abb. 2 und 3).

Befreiungsmodus bei schweren neurologischen Defiziten

Rückenmarksverletzungen nach Verkehrsunfällen sind insgesamt selten (0,71 % der Patient:innen), kommen jedoch bei NSA-Patient:innen signifikant häufiger vor. In einer retrospektiven Analyse des TARN (Trauma Audit and Research Network) zeigte sich außerdem eine signifikant erhöhte 30-Tage-Sterblichkeit und Verletzungsschwere bei NSA-Patient:innen. Gleichzeitig war eine Verletzung des Rückenmarks in 50 % der Fälle mit weiteren, potenziell lebensbedrohlichen Verletzungen assoziiert [18]. Diese Daten decken sich mit einer Analyse aus dem deutschen Traumaregister, nach der das Vorliegen anderer schwerer Verletzungen als Prädiktor für Rückenmarksverletzungen identifiziert werden konnte [19].

NSA-Patient:innen benötigen deshalb auch häufiger Interventionen zur Sicherung der Vitalfunktionen. Die adäquate Durchführung von Maßnahmen zur Blutstillung, Oxygenierung und Kreislaufstabilisierung wird jedoch deutlich erschwert, solange sich die Verunfallten noch in ihren Fahrzeugen befinden. Um sekundäre

Rückenmarksschäden zu minimieren, ist eine Optimierung von Oxygenierung und Perfusion aber essenziell. Da die oben genannten Techniken, die auf eine Minimierung der Wirbelsäulenbewegungen fokussieren, vorrangig zeitintensiv sind, gleichzeitig aber die Bewegung an der Wirbelsäule nicht effektiv verringern, leiten die Autor:innen der FPHC aus diesen Erkenntnissen (im Sinne des ABCDE-Ansatzes) ab, dass eine zügige Rettung aus dem Fahrzeug auch bei Patient:innen mit neurologischen Defiziten vor dem Ziel der absoluten Minimierung von Wirbelsäulenbewegungen zu priorisieren ist [2].

Die S3-Leitlinie Polytrauma empfiehlt im Gegensatz dazu ausschließlich bei akuter Lebensgefahr, im Sinne einer „sofortigen Rettung“ auf eine Immobilisation der Wirbelsäule zu verzichten [9]. Die (nicht aktualisierte) S1-Leitlinie zu Verletzungen der thorakolumbalen Wirbelsäule empfiehlt lediglich die „Rettung und Lagerung möglichst unter vorsichtigem axialem Längszug“ [20].

Infobox 3

Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Zervikalstützen im Rahmen der Befreiung aus einem Unfallfahrzeug (nach [2])

1. Patient:innen mit dem Verdacht einer schwerwiegenden HWS-Verletzung (z. B. mit neurologischem Defizit) oder einem GCS-Wert < 15 in Verbindung mit Anzeichen einer erheblichen Begleitverletzung sollte vor Beginn und für den Zeitraum der Befreiung aus einem Unfallfahrzeug eine Zervikalstütze angelegt werden.
2. In diesem Kontext sollte die Zervikalstütze als ein Rettungsgerät betrachtet und, in Abwesenheit eines neurologischen Defizits, nach Abschluss des Befreiungsvorgangs wieder entfernt werden.
3. Lokale Protokolle sollten festlegen, ob eine Zervikalstütze im Rahmen der weiteren rettungsdienstlichen Versorgung und während des Transports angelegt sein muss.

Halswirbelsäulenimmobilisierung

MILS im Unfallfahrzeug

In der rettungsdienstlichen Ausbildung und Praxis erhalten Traumapatient:innen in der Regel ab dem ersten Zeitpunkt der Versorgung eine MILS der Halswirbelsäule (HWS). Die S3-Leitlinie Polytrauma äußert sich in diesem Kontext wie folgt: „Als erste prähospitalen Maßnahme für einen Unfallverletzten sollte die Immobilisierung der HWS manuell oder mit einer Zervikalstütze erfolgen, auch wenn es hierzu keinen hohen Evidenzlevel gibt“ [9]. Die Durchführung einer MILS im Unfallfahrzeug bindet jedoch personelle Ressourcen und kann dadurch möglicherweise zu einer längeren Befreiungszeit führen. Bengert und Blackham stellten schon im Jahr 2009 die Hypothese auf, dass kooperative Traumapatient:innen, die bei vollem Bewusstsein sind, selbst in der Lage seien, ihren Hals in einer bequemen Position zu halten. Die Stabilisierung der HWS bringe keinen zusätzlichen Nutzen, selbst wenn der Verdacht auf eine Wirbelkörperfraktur besteht [4]. Vielmehr sollten der individuelle Komfort und die psychische Betreuung der Betroffenen während der technischen Rettung im Vordergrund stehen.

Ebenso wird bereits im Leitlinientext der dänischen Leitlinie anerkannt, dass ABCDE-stabile Patient:innen ihre Wirbel-

säule automatisch selbst in der für sie komfortabelsten Position stabilisieren können – ohne weitere, konkrete Empfehlungen daraus abzuleiten. Insofern scheint auch diese Empfehlung der FPHC eine logische Weiterentwicklung zu sein.

Immobilisation mit starren Zervikalstützen

Pandor et al. verglichen im Rahmen eines systematischen Reviews drei Ruhigstellungstechniken bei vermutetem Trauma der HWS: (1) die Immobilisation der Wirbelsäule mittels Zervikalstütze und Spineboard bzw. Vakuummatratze, jeweils mit einer Kopffixierungsmöglichkeit, (2) die Immobilisation der HWS durch eine oder eine beliebige Kombination aus zwei der zuvor erwähnten Techniken und (3) keine Immobilisation. Es fand sich kein Hinweis darauf, dass eine Ruhigstellung hinsichtlich der Outcomeparameter Prävention neurologischer Verschlechterungen, sekundäre Wirbelsäulenverletzungen oder Tod einer nicht durchgeführten Immobilisation überlegen ist. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass eine umfangreichere Ruhigstellung der HWS mit vermehrtem Unbehagen und stärkeren Schmerzen assoziiert ist [21]. Starre Zervikalstützen reduzieren zwar die maximale Beweglichkeit der HWS, allerdings zeigte eine weitere Untersuchung von Nutbeam et al., dass die Anlage einer Zervikalstütze im Unfallfahrzeug vor anschließender Selbstbefreiung nicht zu einer Reduktion der Gesamtbewegung der HWS führt [22].

Die S3-Leitlinie empfiehlt, die „schnelle Rettung“ und „schonende Rettung“ in Verbindung mit einer angelegten Zervikalstütze durchzuführen. Es wird betont, dass die „effektivste Immobilisation“ der Wirbelsäule durch eine Kombination aus Zervikalstütze und Vakuummatratze erreicht werden kann. Lediglich bei vermutetem Schädel-Hirn-Trauma kann die Stabilisierung der HWS alternativ durch eine Vakuummatratze ohne Anlage einer Zervikalstütze erfolgen [9]. Die dänische Leitlinie empfiehlt, dass die HWS erwachsener Traumapatient:innen *nicht* mit einer starren Zervikalstütze stabilisiert werden sollte [10]. Stattdessen wird bei entsprechender Indikation die Durchführung einer MILS oder die Verwendung einer Vakuumma-

tratte mit Kopffixierungsmöglichkeit empfohlen.

Ein Teil der in der dänischen Leitlinie aufgeführten möglichen Komplikationen von Zervikalstützen (verlängerter Aufenthalt in der Notaufnahme, Druckulzera und verschlechterte Lungenfunktion) tritt jedoch eher bei längerer Anwendung auf [23]. Mit Erreichen der Fahrtrage stehen nach Abschluss der Befreiung aus einem Fahrzeug alternative Möglichkeiten zur Ruhigstellung der Wirbelsäule zur Verfügung (z. B. Vakuummatratze mit Kopffixierungsmöglichkeit). Die Empfehlungen der FPHC gehen damit im Vergleich zur S3-Leitlinie Polytrauma und der dänischen Leitlinie zur Wirbelsäulenstabilisation (■ Infobox 3) vor dem Hintergrund der verfügbaren Evidenz einen Kompromiss ein.

Versetzung von Fahrzeugen

Analog zur in *Empfehlung 9* beschriebenen feuerwehrtechnischen Vorgehensweise schließt auch die vfdb-Richtlinie das Bewegen von Unfallfahrzeugen nicht aus [1]. Lebensrettende Maßnahmen überwiegen hierbei mögliche forensische Interessen.

Untersuchung und Behandlung vor und während der Befreiung

Die frühzeitige Identifikation lebens- bzw. gliedmaßenbedrohender Verletzungen („life- and limb-threatening injuries“ [LLTI]) gehört unangefochten zu den primären Zielen einer professionellen Traumaversorgung. Es ist jedoch höchst anspruchsvoll, alle LLTI im Rahmen der Ersteinschätzung zu erkennen, insbesondere bei polytraumatisierten und instabilen Patient:innen. Die klinische Aussage- und Vorhersagekraft der Erstuntersuchung wird daher aktuell, auch bei hoher klinischer Expertise, lediglich als moderat bis niedrig eingestuft. Dies erscheint innerhalb eines Fahrzeugs mit begrenztem Zugang zu den Traumapatient:innen noch zusätzlich erschwert zu sein. So lag in einer Studie die Sensitivität der prähospitalen klinischen Untersuchung durch ärztliche Traumapatient:innen für die Detektion von LLTI abhängig von der betroffenen Körperregion bei 24–70% [24]. Dabei wurde die höchste Sensitivität für die Detektion

von LLTI des Kopfes und der Extremitäten identifiziert.

Notfallmedizinische Maßnahmen verzögern die Befreiung Verunfallter aus ihren Fahrzeugen [25]. Daher sollte diesbezüglich eine kritische Schaden-Nutzen-Abwägung getroffen werden, und vor Abschluss der Rettungsmaßnahmen sollten nur Interventionen durchgeführt werden, die entweder zeitkritisch sind oder zu einer schnelleren Befreiung beitragen. Explizit sind hier z. B. die Verabreichung von Analgetika zur Ermöglichung einer assistierten Selbstbefreiung oder die Applikation von Tranexamsäure genannt. Eine weiterführende Versorgung, wie etwa die Durchführung einer Notfallnarkose, sollte erst nach Erreichen einer adäquaten Versorgungssituation mit 360°-Zugang zu den Trauma-patient:innen erfolgen.

Die körperliche Untersuchung, beispielsweise von Thorax und Wirbelsäule, wird in der S3-Leitlinie an verschiedener Stelle empfohlen [9]. Ein genauer Untersuchungszeitpunkt wird hierbei allerdings nicht definiert, sodass die Empfehlungen der FPHC diesbezüglich im Einklang mit bestehenden Leitlinien sind.

Anlage einer Beckenschlinge

Solange sich die Verunfallten noch innerhalb eines Fahrzeugs befinden, sollte auf die Anlage einer Beckenschlinge verzichtet werden, da dies zu einer Verlängerung der Befreiungszeit und zu einer inadäquaten Positionierung der Beckenschlinge führen kann. Bei begründetem Verdacht auf ein schweres Beckentrauma sollte vielmehr eine schnelle Rettung mit anschließender Anlage einer Beckenschlinge forciert werden [2]. Auch die S3-Leitlinie Polytrauma legt den Fokus auf eine frühzeitige und fachgerechte Anlage [9]. Dies ist im Unfallfahrzeug nicht adäquat durchführbar und erscheint vor abgeschlossener Befreiung aus diesem von daher auch nicht sinnvoll.

Minimierung psychischer Auswirkungen von Befreiungsmaßnahmen

Basierend auf Interviews von NSA-Patient:innen werden verschiedene Lösungsansätze präsentiert, um ein potenzielles psychisches Trauma, das in Zusammen-

hang mit der technischen Rettung aus einem Unfallfahrzeug entstehen kann, zu verringern [26]. Erstmals werden in einer medizinischen Leitlinie auch die negativen Auswirkungen von Bild- und Videoaufnahmen durch Schaulustige oder Rettungskräfte thematisiert.

Kommunikation an der Einsatzstelle

Betroffene empfanden es als hilfreich und beruhigend, wenn die Teammitglieder untereinander in einer professionellen, ruhigen Art und Weise kommunizierten. Eine angepasste Kommunikation mit den Verunfallten während des gesamten Befreiungsprozesses, unter Erläuterung der einzelnen Schritte, wurde als positive Erfahrung beschrieben. Die Autor:innen empfehlen, eine Einsatzkraft als „Befreiungs-Buddy“ zu bestimmen, die als zentrale Ansprechperson für die Betroffenen dient. Hingegen führte eine kommunikative Vernachlässigung zu negativen Erfahrungen, wie z. B. einem Gefühl von Kontrollverlust.

Körperliche Bedürfnisse

Übereinstimmend mit der S3-Leitlinie Polytrauma wird betont, dass Schmerzen während des Befreiungsprozesses potenziell traumatisierend sind und zügig behandelt werden sollten [9].

Emotionale Bedürfnisse

Bild- oder Videoaufnahmen der Unfallstelle (angefertigt durch Schaulustige oder Rettungskräfte) in sozialen Medien können auf Betroffene retraumatisierend wirken. Als besonders negativ wurden Situationen erlebt, bei denen Angehörige zuerst über derartige Kanäle vom Unfallereignis erfahren haben. Zudem sollte es Verunfallten situationsangemessen ermöglicht werden, mit ihren Angehörigen Kontakt aufzunehmen. Es wird abschließend hervorgehoben, dass keiner der Befragten Einwände gegen die Anfertigung von Aufnahmen für interne Aus- und Fortbildungszwecke hatte.

Interprofessionelle Lern-, Austausch- und Fallbesprechungsmöglichkeiten

Die adäquat koordinierte Befreiung von NSA-Patient:innen nach einem Verkehrsunfall erfordert eine effektive Kommunikation und interprofessionelles Training [16]. Interdisziplinär entwickelte lokale Protokolle und Arbeitsanweisungen, klar definierte Ansprechpersonen und die Möglichkeit zur Fallbesprechung optimieren die Zusammenarbeit am Einsatzort. Regelmäßige interprofessionelle Trainings und Fallbesprechungen erscheinen ebenfalls vor dem Hintergrund der Befreiung Verunfallter aus ihren Fahrzeugen empfehlenswert.

Zusammenfassende Diskussion

Das Consensus-Statement der FPHC enthält zahlreiche, relevante Empfehlungen für die bisher nur wenig erforschte Initialphase zur Rettung von Traumapatient:innen nach Verkehrsunfällen. Dabei lassen sich folgende übergeordnete Prinzipien identifizieren: (1) Minimierung der Zeit bis zur Befreiung Verunfallter aus dem Unfallfahrzeug und damit (2) eine kürzestmögliche Prähospitalzeit, (3) (assistierte) Selbstbefreiung aus dem Fahrzeug wann immer umsetzbar und (4) Vermeidung eines potenziellen psychischen Traumas, das mit der Durchführung der technischen Rettung assoziiert sein kann. Insbesondere das Prinzip der Minimierung der prähospitalen Zeit ist vor dem Hintergrund der aktuell verfügbaren Evidenz sinnvoll und ein seit mehreren Jahren propagiertes Prinzip, besonders bei instabilen Traumapatient:innen.

Die dänische Leitlinie zur Wirbelsäulenstabilisation erregte nach ihrer Publikation viel Aufsehen und löste eine anhaltende, teils emotional geführte Diskussion über die korrekte Immobilisierung verunfallter Patient:innen im Rettungsdienst aus. Die kürzlich publizierten Empfehlungen der FPHC erscheinen auf den ersten Blick als plötzlicher Paradigmenwechsel in der Versorgung von Traumapatient:innen nach Verkehrsunfällen und scheinen radikal mit den bisherigen Empfehlungen und Lehrmeinungen zu brechen, indem der Fokus auf eine selbständige Rettung der Verunfallten aus ihren Fahrzeugen, wann immer

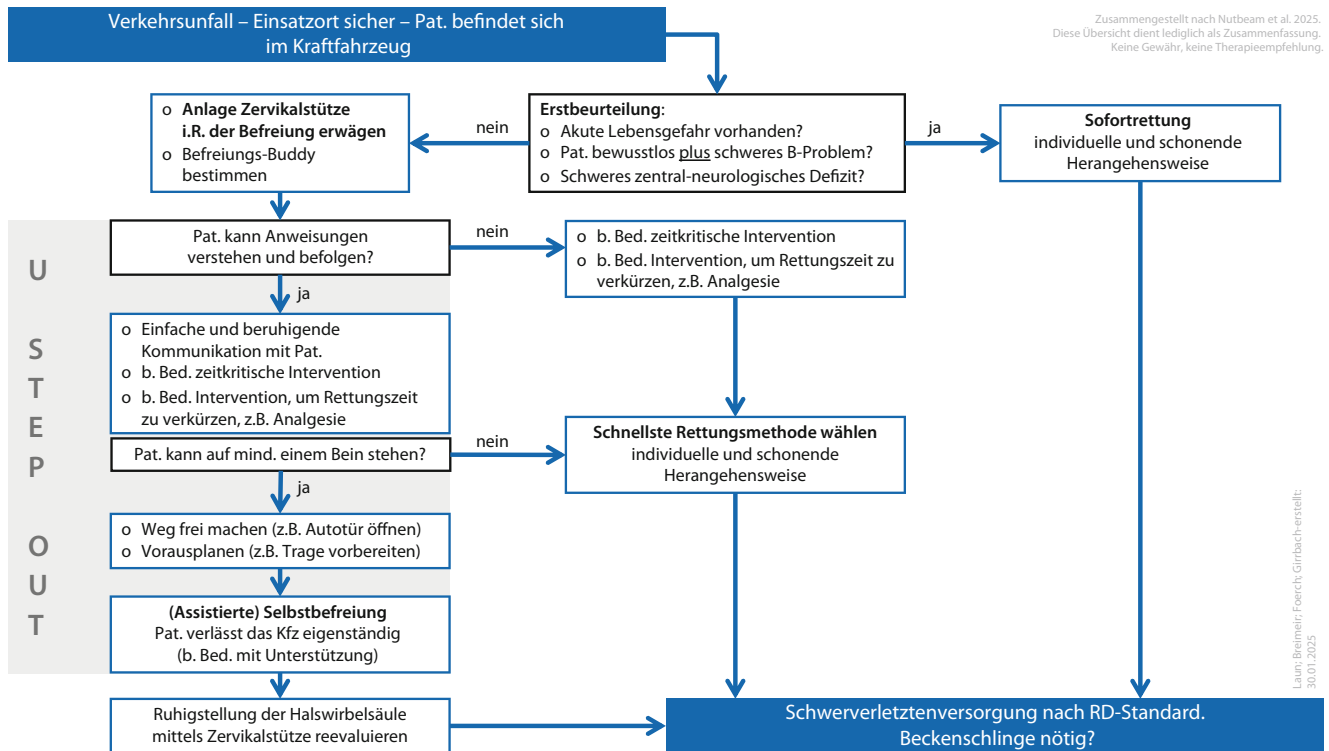


Abb. 3 ▲ Zusammenfassung der Empfehlungen zur Befreiung Verunfallter aus einem Kraftfahrzeug. (Eigene Darstellung nach Nutbeam et al. [2])

möglich, gesetzt wird. Die Empfehlungen sind jedoch bei genauerer Betrachtung lediglich eine, unter Beachtung neuerer Evidenz, notwendige Weiterentwicklung bisheriger Leitlinien, die dieses Prinzip bereits vor einigen Jahren erwähnten [10]. In einem 2022 publizierten systematischen Review wurde in diesem Kontext herausgearbeitet, dass verunfallte Patient:innen ohne Vorliegen harter Risikofaktoren für eine Wirbelsäulenschädigung keine routinemäßige Immobilisation benötigen. Im Zuge dessen wurde die „Immo-Ampel“ als Entscheidungshilfe vorgestellt [27].

Auch wenn die FPHC-Leitlinie auf Basis eines systematischen Reviews erstellt wurde, fällt auf, dass der Erstautor der Leitlinie an 10 der 14 aufgeführten Literaturstellen beteiligt war, davon bei neun Arbeiten als Erstautor. Das erwähnte systematische Review wurde ebenfalls vom Erstautor der Leitlinie verfasst und ist bisher nur in einer Preprint-Version verfügbar, die bisher kein Peer-Review-Verfahren durchlaufen hat (Stand 31.03.2025; [3]). Dies stellt einerseits eine wesentliche Limitation der Aussagekraft der FPHC-Leitlinie dar und verdeutlicht andererseits den weiteren Forschungsbedarf auf diesem Gebiet.

Nicht zuletzt stellt sich die Frage nach der Übertragbarkeit auf das deutschsprachige Rettungsdienstsystem. Da die zur Immobilisierung und Rettung aus Unfallfahrzeugen angewandten Techniken jedoch europaweit vergleichbar sind und auch im deutschsprachigen Raum im Wesentlichen von rettungsdienstlichem und feuerwehrtechnischem Fachpersonal durchgeführt werden, sind die Empfehlungen der FPHC-Leitlinie genauso auf den deutschsprachigen Rettungsdienst übertragbar und relevant. Nicht zuletzt weil die S3-Leitlinie Polytrauma nur wenige Aussagen bezüglich dieser ersten Versorgungsphase beinhaltet, liefert die Leitlinie der FPHC einen wichtigen, evidenzbasierten Beitrag für die Praxis im deutschsprachigen Raum.

Nichtsdestotrotz sind dringend weitere Studien notwendig, um das Vorgehen zur Rettung von Personen aus verunfallten Pkw auf wissenschaftlich fundiertere Evidenz zu stellen.

Fazit für die Praxis

- Spinale Traumata sind selten, schwerwiegende bzw. zeitkritische Begleitverletzungen dagegen häufig. Daher sollte die Be-

freiungszeit so kurz wie möglich gehalten werden.

- Klinische Untersuchungen und Diagnostik sollten vor Abschluss der Befreiung auf ein notwendiges Minimum beschränkt werden.
- Etablierte Befreiungstechniken (im Rahmen einer klassischen technischen Rettung) sind zeitintensiv und gehen mit mehr Bewegungen im Bereich der Wirbelsäule einher.
- Eine (assistierte) Selbstbefreiung ist schnell, sicher und effektiv. Hilfsmittel wie „U-STEP OUT“ können Einsatzkräfte bei der Durchführung unterstützen.
- Zervikalstützen sollten als ein Rettungsgerät betrachtet und deren Notwendigkeit nach Abschluss des Befreiungsvorgangs kritisch reevaluiert werden.
- Die orientierende Kommunikation durch einen Befreiungs-Buddy kann das Wohlbefinden von Betroffenen verbessern und psychischen Traumata vorbeugen.
- Interprofessionelle Trainings standardisierter Kommunikations- und Rettungsmethoden sollten etabliert werden.

Korrespondenzadresse

PD Dr. med. habil. Felix Girrnbach, DESAIC
Klinik für Anästhesiologie und Operative
Intensivmedizin, Universitätsklinikum
Augsburg
Stenglinstraße 2, 86156 Augsburg, Deutschland
felix.girrnbach@uk-augsburg.de

Funding. Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. M. Laun, L. Breimeir, S. Foerch und F. Girrnbach geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autor/-innen keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen. Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

1. vfdb. Merkblatt (2020) Technische-medizinische Rettung nach Verkehrsunfällen. vfdb
2. Nutbeam T, Fenwick R, Haldane C (2024) Extrication following a motor vehicle collision: a consensus statement on behalf of The Faculty of Pre-hospital Care, Royal College of Surgeons of Edinburgh
3. Nutbeam T (2024) Extrication of patients trapped following a motor vehicle collision: a systematic scoping review of the literature. medRxiv. <https://doi.org/10.1101/2024.06.10.24308701> (2024.06.10.24308701)
4. Bengler J, Blackham J (2009) Why do we put cervical collars on conscious trauma patients? Scand J Trauma Resusc Emerg Med 17:44. <https://doi.org/10.1186/1757-7241-17-44>
5. World Health Organization (2023) Global Status Report on Road Safety 2023, 1. Aufl. World Health Organization, Geneva
6. Statistisches Bundesamt Unfallbilanz 2024: 59 Verkehrstote weniger als im Vorjahr. <https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2025/>

The new British guideline for extrication following a motor vehicle collision—presentation and discussion

Traffic accidents involving motor vehicles are one of the most common causes of death worldwide. Despite advances in emergency medicine and fire and rescue service equipment, the process of extricating trauma patients from their vehicles has remained largely unchanged in recent decades. However, the rescue procedure based on the principle of ‘absolute minimisation of spinal movement’ is increasingly being called into question. The benefit of potentially delaying time-critical interventions in favor of avoiding secondary spinal cord injuries has not yet been proven. This paper presents the recommendations of the Consensus Statement on ‘Extrication Following a Motor Vehicle Collision’ published in November 2024 by the Faculty of Pre-Hospital Care (FPHC) of the Royal College of Surgeons of Edinburgh and compares them with the current guidelines from Germany and Denmark. In this context, relevant and practice-changing statements are emphasized. These include the implementation of (assisted) self-extrication, appropriate communication with patients and the use of aids to support first responders and emergency services in selecting the most appropriate rescue method.

Keywords

Emergency medicine · Emergency medical services · Immobilization · Multiple trauma · Traffic accident

- 02/PD25_075_46241.html. Zugriffen: 27. März 2025
7. Nutbeam T, Fenwick R, Smith JE (2022) A Delphi study of rescue and clinical subject matter experts on the extrication of patients following a motor vehicle collision. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 30:41. <https://doi.org/10.1186/s13049-022-01029-x>
8. Nutbeam T, Fenwick R (2025) The EXIT. Project (Im Internet: <https://post-collision.com/exit>)
9. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e. V. S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung. AWMF Regist 187-023
10. Maschmann C, Jeppesen E, Rubin MA (2019) New clinical guidelines on the spinal stabilisation of adult trauma patients—consensus and evidence based. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 27:77. <https://doi.org/10.1186/s13049-019-0655-x>
11. Shekelle PG, Woolf SH, Eccles M (1999) Clinical guidelines: developing guidelines. BMJ 318:593–596. <https://doi.org/10.1136/bmj.318.7183.593>
12. Haut ER, Kalish BT, Efron DT (2010) Spine immobilization in penetrating trauma: more harm than good? J Trauma 68:115–120. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3181c9ee58> (discussion 120–121)
13. Leaman A, Nutbeam T (2018) Response times by the police and ambulance services at motor vehicle crashes in the West Mercia region. Trauma 20:255–257. <https://doi.org/10.1177/1460408617700674>
14. Nutbeam T, Fenwick R, May B (2022) Assessing spinal movement during four extrication methods: a biomechanical study using healthy volunteers. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 30:7. <https://doi.org/10.1186/s13049-022-00996-5>
15. Nutbeam T, Fenwick R, May B (2021) The role of cervical collars and verbal instructions in minimising spinal movement during self-extrication following a motor vehicle collision—a biomechanical study using healthy volunteers. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 29:108. <https://doi.org/10.1186/s13049-021-00919-w>
16. Nutbeam T, Fenwick R, Hobson C (2014) The stages of extrication: a prospective study. Emerg Med J 31:1006–1008. <https://doi.org/10.1136/emj-2013-202668>
17. Nutbeam T, Kehoe A, Fenwick R (2022) Do entrapment, injuries, outcomes and potential for self-extrication vary with age? A pre-specified analysis of the UK trauma registry (TARN). Scand J Trauma Resusc Emerg Med 30:14. <https://doi.org/10.1186/s13049-021-00989-w>
18. Nutbeam T, Fenwick R, Smith J (2021) A comparison of the demographics, injury patterns and outcome data for patients injured in motor vehicle collisions who are trapped compared to those patients who are not trapped. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 29:17. <https://doi.org/10.1186/s13049-020-00818-6>
19. Häske D, Lefering R, Stock J-P (2022) Epidemiology and predictors of traumatic spine injury in severely injured patients: implications for emergency procedures. Eur J Trauma Emerg Surg Off Publ Eur Trauma Soc 48:1975–1983. <https://doi.org/10.1007/s00068-020-01515-w>
20. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e. V. S1-Leitlinie Verletzungen der thorakolumbalen Wirbelsäule (2018) Registernummer. AWMF, S 187–31
21. Pandor A, Essat M, Sutton A (2024) Cervical spine immobilisation following blunt trauma in pre-hospital and emergency care: A systematic review. PLoS ONE 19:e302127. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0302127>
22. Nutbeam T, Fenwick R, May B (2022) Maximum movement and cumulative movement (travel) to inform our understanding of secondary spinal cord injury and its application to collar use in self-extrication. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 30:4. <https://doi.org/10.1186/s13049-022-00992-9>
23. Abram S, Bulstrode C (2010) Routine spinal immobilization in trauma patients: What are the advantages and disadvantages? Surgeon 8:218–222. <https://doi.org/10.1016/j.surge.2010.01.002>

24. Wohlgemut JM, Marsden MER, Stoner RS (2023) Diagnostic accuracy of clinical examination to identify life- and limb-threatening injuries in trauma patients. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 31:18. <https://doi.org/10.1186/s13049-023-01083-z>
25. Nutbeam T, Fenwick R, Hobson C (2015) Extrication time prediction tool. *Emerg Med J Emj* 32:401–403. <https://doi.org/10.1136/emered-2013-202864>
26. Nutbeam T, Brandling J, Wallis LA (2022) Understanding people's experiences of extrication while being trapped in motor vehicles: a qualitative interview study. *Bmj Open* 12:e63798. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-063798>
27. Häske D, Blumenstock G, Hossfeld B (2022) The Immo Traffic Light System as a Decision-Making Tool for Prehospital Spinal Immobilization—A Systematic Review. *Dtsch Arzteblatt Int* 119:753–758. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2022.0291>

Hinweis des Verlags. Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.