

Empfehlungen zur Sonografieausbildung in der prähospitalen Notfallmedizin (pPOCUS): Konsensuspapier von DGINA, DGAI, BAND, BV-ÄLRD, DGU, DIVI und DGIIN^{1, 2}

Recommendations for Education in Sonography in Prehospital Emergency Medicine (pPOCUS): Consensus paper of DGINA, DGAI, BAND, BV-ÄLRD, DGU, DIVI and DGIIN

Autoren

Guido Michels^{1,a,g,*}, Clemens-Alexander Greim^{2,b,*}, Alexander Krohn^{3,a}, Matthias Ott^{3,a}, Doreen Feuerstein^{4,a}, Martin Möckel^{5,a}, Nikola Fuchs^{6,a}, Benedikt Friemert^{7,e}, Sebastian Wolfrum^{8,g}, Daniel Kiefl^{9,a}, Michael Bernhard^{10,b}, Florian Reifferscheid^{11,c}, Janina Bathe^{12,f}, Felix Walcher^{13,f}, Christoph F. Dietrich¹⁴, Alexander Lechleuthner^{15,d}, Hans-Jörg Busch^{4,g,#}, Dorothea Sauer^{16,a,#}

Institute

- 1 Notfallzentrum, Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Trier, Medizincampus der Universitätsmedizin Mainz, Trier, Deutschland
- 2 Klinik für Anästhesiologie, Intensiv- und Notfallmedizin, Klinikum Fulda, Fulda, Deutschland
- 3 Department für interdisziplinäre Akut-, Notfall- und Intensivmedizin (DIANI), Klinikum Stuttgart, Stuttgart, Deutschland
- 4 Zentrum für Notfall- und Rettungsmedizin, Universitäts-Notfallzentrum (UNZ), Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland
- 5 Notfall- und Akutmedizin, Zentrale Notaufnahmen und Chest Pain Units, Campus Virchow-Klinikum/Campus Charité Mitte, Charité – Universitätsmedizin Berlin
- 6 St.-Antonius-Hospital gGmbH, Klinik für Akut- und Notfallmedizin, Eschweiler, Deutschland
- 7 Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie, Rekonstruktive und Septische Chirurgie, Sporttraumatologie, Bundeswehrkrankenhaus Ulm, Ulm, Deutschland
- 8 Interdisziplinäre Notaufnahme, Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Kiel, Deutschland
- 9 Praxis Dr. Kiefl, Mühlheim am Main, Deutschland
- 10 Zentrale Notaufnahme, Universitätsklinikum Düsseldorf, Heinrich-Heine Universität, Düsseldorf, Deutschland
- 11 Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Kiel, Deutschland

- 12 Institut für Rettungs- und Notfallmedizin Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Kiel, Deutschland
- 13 Klinik für Unfallchirurgie, Universitätsmedizin Magdeburg, Magdeburg, Deutschland
- 14 Department für Allgemeine Innere Medizin DAIM, Kliniken Hirslanden Beau Site, Salem und Permanence, Bern, Schweiz
- 15 Institut für Notfallmedizin, Berufsfeuerwehr Köln, Stadt Köln, Köln, Deutschland
- 16 Zentrale Notaufnahme, Asklepios Klinik Wandsbek, Hamburg, Deutschland

* gleichberechtigte Erstautoren

gleichberechtigte Letztautoren

Schlüsselwörter

Notfallmedizin, prähospital, Sonografie, Ausbildung, Schock

Key words

emergency medicine, prehospital, sonography, training, shock

Bibliografie

Notarzt 2023; 39: 195–203

DOI 10.1055/a-2114-7667

ISSN 0177-2309

© 2023, Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Guido Michels

Notfallzentrum, Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Trier, Medizincampus der Universitätsmedizin Mainz Nordallee 1, 54292 Trier, Deutschland
g.michels@bbtgruppe.de

¹ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit und Verständlichkeit der Texte wird das generische Maskulinum als geschlechtsneutrale Form verwendet. Diese Form impliziert immer alle Geschlechter.

² Dieses Konsensuspapier wurde in den Zeitschriften *Notfall + Rettungsmedizin*, *Die Anaesthesiologie*, *Anästhesiologie & Intensivmedizin*, *Die Unfallchirurgie*, *Medizinische Klinik – Intensivmedizin und Notfallmedizin* und *NOTARZT* veröffentlicht.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Point-of-Care-Sonografie ist in der Akut- und Notfallmedizin ein fester Bestandteil der Diagnostik und Therapieeinleitung von kritisch kranken und verletzten Patienten. Während die Notfallsonografie im Rahmen der Zusatzweiterbildung für klinische Akut- und Notfallmedizin vorausgesetzt wird, wird diese für die prähospitalen Notfallmedizin lediglich im (Muster-)Kursbuch Allgemeine und spezielle Notfallbehandlung als Weiterbildungsinhalt definiert. Obwohl einige Fachgesellschaften in Deutschland bereits eigene Lernkonzepte für die Notfallsonografie etabliert haben, fehlt bis dato ein einheitliches nationales Ausbildungskonzept für den Einsatz der Notfallsonografie im prähospitalen Umfeld. Experten mehrerer Fachgesellschaften haben daher als Empfehlung für die notfallmedizinische Weiterbildung ein Kurskonzept für die spezielle Ausbildung in der prähospitalen Notfallsonografie erarbeitet, welche gleichermaßen zu deren Qualitätssicherung beitragen soll.

ABSTRACT

Point-of-care sonography is a precondition in acute and emergency medicine for the diagnosis and initiation of therapy for critically ill and injured patients. While emergency sonography is a mandatory part of the training for clinical acute and emergency medicine, it is not everywhere required for prehospital emergency medicine. Although some medical societies in Germany have already established their own learning concepts for emergency ultrasound, a uniform national training concept for the use of emergency sonography in the out-of-hospital setting is still lacking. Experts of several professional medical societies have therefore joined forces and developed a structured training concept for emergency sonography in the prehospital setting. The consensus paper serves as quality assurance in prehospital emergency sonography.

Fachgesellschaften und Zugehörigkeiten

- ^a Guido Michels, Alexander Krohn, Matthias Ott, Doreen Feuerstein, Nikola Fuchs, Daniel Kiefl, Martin Möckel, Dorothea Sauer: stellvertretend für die Deutsche Gesellschaft Interdisziplinäre Notfall- und Akutmedizin e.V. (DGINA), Berlin, Deutschland;
- ^b Clemens-Alexander Greim, Michael Bernhard: stellvertretend für die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI), Nürnberg, Deutschland;
- ^c Florian Reifferscheid: stellvertretend für die Bundesvereinigung der Arbeitsgemeinschaften der Notärzte Deutschlands e.V. (BAND), Berlin, Deutschland;

- ^d Alex Lechleuthner: stellvertretend für den Bundesverband der Ärztlichen Leiter Rettungsdienst Deutschland e.V. (BV-ÄLRD), Friedberg, Deutschland;
- ^e Benedikt Friemert: stellvertretend für die Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU), Berlin, Deutschland;
- ^f Janina Bathe, Felix Walcher: stellvertretend für die Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e.V. (DIVI), Berlin, Deutschland;
- ^g Hans-Jörg Busch, Sebastian Wolfrum, Guido Michels: stellvertretend für die Deutsche Gesellschaft für Internistische Intensivmedizin und Notfallmedizin e.V. (DGIIN), Berlin, Deutschland

Hintergrund

Die fokussierte Sonografie in der Intensiv- sowie klinischen Akut- und Notfallmedizin hat sich in den letzten Jahren zu einem elementaren bettseitigen Diagnostikum entwickelt [1–12]. Ermöglicht wurde dieses durch die zunehmende Verfügbarkeit von portablen und leistungsfähigen Ultraschallgeräten, durch welche die Sonografie als bildgebendes diagnostisches Verfahren ortsungebunden und zeitnah an den kritisch kranken oder verletzten Patienten herangerückt ist. Durch den frühzeitigen Einsatz einer fokussierten Sonografie als primäre Bildgebung werden diagnostische Schritte reduziert und die Zeit bis zur Diagnosefindung verkürzt [13–15].

Neben dem Einsatz in der Intensiv- und klinischen Akut- und Notfallmedizin findet die fokussierte Sonografie zunehmend auch in der prähospitalen Notfallmedizin Anwendung und wird in der aktuellen Literatur international als sog. Prehospital Point-of-Care Ultrasound bezeichnet [1–7]. Durch eine prähospital durchgeführte fokussierte Notfallsonografie können die wichtigsten zeitkritischen Diagnosen schnell und sicher gestellt werden. Ebenso erleichtert sie potenziell die differenzierte Einleitung akutthe-

rapeutischer Maßnahmen bereits am Einsatzort oder während des Transportes, z. B. die Entlastung eines Perikardergusses [16] oder eines Pneumothorax [17], die Differenzierung von Dyspnoe bedingt durch ein kardiales Lungenödem oder Pleuraergüsse bei Herzinsuffizienz. Hinsichtlich ihrer Durchführbarkeit und Effektivität ist die prähospitalen Notfallsonografie mit derjenigen auf der Intensivstation vergleichbar [8], nimmt ggf. auch Einfluss auf einsatztaktische Entscheidungen, z. B. auf die Wahl des Zielkrankenhauses, und kann besonders in suburbanen bzw. ländlichen Regionen mit längeren Transportzeiten prognostisch entscheidend sein [9,32].

Die sogenannte Point-of-Care-Ultraschallbildgebung (POCUS) integriert die fokussierte Sonografie in verschiedene Szenarien und untersucht „Points-of-Interest“ unter Berücksichtigung des klinischen Kontexts. Die Aufgabe von POCUS liegt darin, eine klinische Arbeitsdiagnose sonografisch zu untermauern und ggf. gezielte Maßnahmen einzuleiten. In der prähospitalen Notfallmedizin muss POCUS die besonderen Umstände, insbesondere das Zeit- und das Teammanagement berücksichtigen. Verschiedene Arbeitsgruppen sowie deutsche Fachgesellschaften haben bereits Unterrichtsformate und Lernkonzepte für die Anwendung der

Notfallsonografie erarbeitet [10–12, 18]. Ein einheitliches nationales Curriculum bzw. Ausbildungskonzept, welches die speziellen Besonderheiten der prähospitalen Notfallsonografie berücksichtigt, existiert bis dato jedoch nicht.

Aus diesem Grunde haben sich Experten der Deutschen Gesellschaft für interdisziplinäre Notfall- und Akutmedizin e.V. (DGINA, Arbeitsgruppe Sonografie in der klinischen Akut- und Notfallmedizin [SCAN]), der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI, Arbeitskreis Ultraschall in der Anästhesiologie und Intensivmedizin sowie Arbeitskreis Notfallmedizin), der Bundesvereinigung der Arbeitsgemeinschaften der Notärzte Deutschlands e.V. (BAND), des Bundesverbandes der Ärztlichen Leiter Rettungsdienst Deutschland e.V. (BV-ÄLRD), der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU), der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e.V. (DIVI, Sektion Notfall- und Katastrophenmedizin) und der Deutschen Gesellschaft für Internistische Intensivmedizin und Notfallmedizin e.V. (DGIIN, Sektion Akut- und Notfallmedizin) zusammengetan, um eine standardisierte Ausbildung in der prähospitalen Notfallsonografie zu erarbeiten und diese für künftige Weiterbildungsordnungen zu empfehlen.

In der prähospitalen Notfallmedizin sind die Faktoren Zeit und Team von elementarer Bedeutung. Die prähospitalen Sonografie soll in diesem Kontext diagnostische Informationen liefern, aus denen sich relevante Maßnahmen, wie zeitkritische Notfallinterventionen oder Modifikationen des Transportziels, ableiten lassen. Sie sollte jedoch nicht zu einer Verzögerung der Akutbehandlung oder der Behandlungsaufnahme oder -fortführung im Krankenhaus führen. Die Indikationsstellung zur prähospitalen Notfallsonografie muss daher immer unter Nutzen-Risiko-Abwägung, d. h. zwischen dem zu erwartenden diagnostischen bzw. therapeutischen Nutzen und der sich ggf. daraus ergebenden Prolongation der prähospitalen Versorgung (möglicher Schaden) erfolgen.

Der effektive Einsatz der prähospitalen Notfallsonografie setzt eine entsprechende Fachkompetenz des notfallmedizinischen Personals voraus, da eine telemedizinische Supervision in aller Regel noch nicht verfügbar ist. Um die Notfallsonografie in bestehende prähospitalen Versorgungsalgorithmen zu implementieren, bedarf es einer strukturierten Ausbildung, in welcher die Handlungskompetenz vermittelt und der Einsatz der Sonografie im Rettungsteam trainiert werden. Fehlbefunde können schwere unerwünschte Folgen haben und zu ungerechtfertigten Notfallinterventionen führen, die durch ein strukturiertes Training unter Einbeziehung des gesamten rettungsdienstlichen Teams minimiert werden können. Die Rolle der Teamarbeit, z. B. bei einer kardiopulmonalen Reanimation, erstreckt sich dabei auf den gesamten Arbeitsprozess einschließlich der Sonografie, um die akut- und notfallmedizinische Versorgung nicht zu verzögern oder gar negativ zu beeinflussen [13–15, 19, 20].

Derzeit finden sich in der Literatur zahlreiche Protokolle und Abkürzungen für die POCUS-Verfahren in der Notfall- und Akutmedizin, die sich in der Regel an primär traumatologischen oder nicht traumatologischen Fragestellungen orientieren. In der Weiterbildung für die prähospitalen Notfallmedizin sind diese bislang jedoch nicht detailliert hinterlegt. Aus diesem Grund hat die Arbeitsgruppe Sonografie in der klinischen Akut- und Notfallmedizin (SCAN) der DGINA für die prähospitalen Notfallsonografie den Be-

► **Tab. 1** Etablierte Protokolle der klinischen Notfallsonografie, die sich in modifizierter Form auf den prähospitalen Einsatz übertragen lassen.

Bezeichnung	Abkürzung	Referenz
Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma	eFAST	[22]
Rapid Ultrasound in Shock and Hypotension	RUSH	[23, 24]
Rapid Assessment of Competency in Echocardiography	RACE	[25]
Focused Assessed Transthoracic Echocardiography	FATE	[26]
Focused Echocardiography Evaluation in Emergency Life Support	FEEL	[27]

griff prähospitaler SCAN bzw. prähospitaler POCUS, abgekürzt pPOCUS, vorgeschlagen. Darauf basierend wird in der vorliegenden Publikation deren systematische Anwendung empfohlen und ein Kurskonzept für die Ausbildung in pPOCUS vorgestellt. Die Inhalte der zahlreichen bereits vorliegenden Einzelprotokolle für die Notfallsonografie sollen in pPOCUS abgebildet und in einem eigenen Kurscurriculum zusammengeführt werden. Damit soll flächendeckend auch ein Beitrag für die Qualitätssicherung in der vielerorts bereits praktizierten prähospitalen Notfallsonografie geleistet werden.

Analog zu der für die Zusatzweiterbildung Intensivmedizin und für die Zusatzweiterbildung Klinische Akut- und Notfallmedizin bereits geforderten Handlungskompetenz in der Durchführung sonografischer Untersuchungen [21] könnte das Ausbildungskonzept pPOCUS die Grundlage dafür bilden, um die prähospitalen Notfallsonografie in der aktuell gültigen Weiterbildungsordnung für die Zusatzweiterbildung Notfallmedizin perspektivisch zu konkretisieren.

Ausbildungskonzept für die prähospitalen Notfallsonografie

Die Notfallsonografie kann in mehrere Anwendungsbereiche unterteilt werden, die sich inhaltlich auf die prähospitalen Notfallmedizin übertragen lassen (► **Tab. 1**). Die zugehörigen Protokolle fokussieren auf primär traumatologischen oder nicht traumatologischen bzw. internistischen Akut-Fragestellungen oder adressieren das Atemwegsmanagement. Die vollumfängliche Kenntnis dieser in der Klinik angewandten Vorgehensweise und deren fallbezogene Zusammenführung sind wichtig, um die Notfallsonografie in der prähospitalen Situation zielgerichtet einsetzen zu können.

Fokussierte Sonografie bei traumatologischen Patienten

Klinischer Einsatz

Für die Traumaversorgung wurde das sog. Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST) bzw. Ende der 1990er-Jahre Focused Abdominal Sonography for Trauma entwickelt. Durch die erweiterte FAST-Untersuchung, sog. Extended bzw. eFAST, sollen, neben der Suche nach freier intraabdomineller Flüssigkeit als Zeichen einer Verletzung von Gefäßen oder parenchymatöser Organe, auch der Hämato-/Pneumothorax und die Perikardtamponade nachgewiesen bzw. ausgeschlossen werden. Eine negative FAST-Untersuchung schließt abdominelle Traumafolgen nicht aus [28] und soll daher wiederholt durchgeführt oder ggf. durch eine radiologische Schnittbildgebung mittels Computertomografie ergänzt werden. Insbesondere im Rahmen der Schwerverletztenversorgung bei Erwachsenen sollte eine eFAST-Untersuchung nach stumpfem und/oder penetrierendem Thorax- und/oder Abdominaltrauma durchgeführt werden [29].

Prähospitaler Einsatz

Obwohl sich die S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung primär auf die Schockraumversorgung bezieht, lässt sich eFAST unter der Voraussetzung eines erfahrenen Anwenders/einer erfahrenen Anwenderin in der Sonografie und im Hinblick auf eine mögliche Transportzieländerung auch auf die prähospitalen Situation übertragen [29–32]. Die Zeit bis zur Krankenseinlieferung kann durch die prähospitalen Anwendung von eFAST signifikant verkürzt werden [5]. Die prähospitalen eFAST-Untersuchung kann zudem die Zeit bis zur CT-Untersuchung oder bis zum Eintreffen im Operationssaal bei Patienten mit Abdominaltrauma erheblich verkürzen [4, 5]. In der Diagnostik eines traumatisch bedingten Pneumothorax zeigte die prähospitalen Thoraxsonografie im Rahmen einer retrospektiven Single-Center-Studie, anders als erwartet, nur eine geringe Sensitivität von 28% (95%-Konfidenzintervall (KI): 19–37%) und eine Spezifität von 98% (95%-KI: 97–99%) [33], sodass zu dieser Ausschlussdiagnostik noch keine endgültige Empfehlung ausgesprochen werden kann [34].

EMPFEHLUNG

Eine fokussierte Sonografie im Sinne eines eFAST kann bei stumpfem und/oder penetrierendem Thorax- und/oder Abdominaltrauma – möglichst ohne Zeitverzögerung – prähospital erfolgen.

Fokussierte Sonografie bei nicht traumatologischen Patienten

Klinischer Einsatz

Bei der sogenannten ABC-Notfallsonografie (A: Abdomen, B: Brustkorb/Thorax, C: Cor/kardiovaskulär) werden diverse bereits vorliegende Protokolle eingesetzt [35,36]. Die Leitsymptome Dyspnoe, Thoraxschmerz, abdominelle Beschwerden und Hypotension können hierdurch differenzialdiagnostisch eingegrenzt werden [35]. Das Weißbuch „Versorgung kritisch kranker, nicht-

traumatologischer Patienten im Schockraum“ befürwortet vor diesem Hintergrund eine frühzeitige Anwendung der Notfallsonografie bei Schockraumpatienten [37].

Da die sonografische Evaluation der V. cava inferior (VCI) oftmals zur Beurteilung des Volumenstatus herangezogen wird [38], sollte insbesondere bei hämodynamisch instabilen Patienten die ABC-Notfallsonografie um die fokussierte Gefäßsonografie der VCI und ggf. um die sonografisch gesteuerte Gefäßpunktion zur Anlage von Venenzugängen erweitert werden (sog. ABC-Plus-Notfallsonografie).

Prähospitaler Einsatz

Die ABC-Notfallsonografie ist auch auf die prähospitalen Versorgung nicht traumatologischer kritisch kranker Patienten übertragbar [39–41]. Im Hinblick auf den hohen Anteil der prähospitalen zu versorgenden nicht traumatologischen Notfallpatienten am gesamten prähospitalen Notfalleinkommen stellt sie ein Kernelement der prähospitalen Notfallsonografie dar.

EMPFEHLUNG

Bei nicht traumatologischen Patienten sollte sich die prähospitalen fokussierte Notfallsonografie auf die Ursachenabklärung eines Kreislaufschocks und auf die Differenzialdiagnostik der beiden Leitsymptome Thoraxschmerz und Dyspnoe konzentrieren.

Fokussierte Echokardiografie bei kardiopulmonaler Reanimation

Klinischer Einsatz

In den aktualisierten Leitlinien des European Resuscitation Council (ERC) zur kardiopulmonalen Reanimation (CPR) wird die Bedeutung der Notfallsonografie im Rahmen des Periarrest-Managements hervorgehoben [42]. Zudem wird zur Zertifizierung von Cardiac-Arrest-Zentren eine 24/7-Verfügbarkeit der Notfallsonografie vorausgesetzt [43].

Während der CPR sollte die Anwendung von POCUS nach dem sog. FEEL-Algorithmus (FEEL: Focused Echocardiography Evaluation in Life Support) [27] nur durch ausreichend erfahrene Anwender bzw. Anwender-Teams erfolgen. Unnötige und längere Unterbrechungen während der Thoraxkompressionen sollten vermieden werden (max. 10 s während der Rhythmusanalyse) [44–46].

Prähospitaler Einsatz

Da die gezielte Versorgung von Patienten mit außerklinischem Kreislaufstillstand bereits vor Ort beginnt, sollte eine fokussierte Sono-/Echokardiografie (Focused Echocardiography Evaluation in Life Support – FEEL) in der Peri-Reanimationsphase zum Abschluss bzw. Nachweis von reversiblen Ursachen eines Kreislaufstillstandes möglichst prähospital veranlasst werden [27]. Das FEEL-Konzept kann als ein wesentliches Element der prähospitalen fokussierten Sonografie bei nicht traumatologischen Patienten verstanden werden, da sowohl eine fokussierte Abdomensonografie (Hypovolämie, freie Flüssigkeit), eine fokussierte Thoraxsonografie (Hypovolämie, Hämatothorax, Pneumothorax) und

eine fokussierte Echokardiografie (Perikarderguss, linksventrikuläre Dysfunktion, Rechtsherzbelastung) durchgeführt werden können. Da im prähospitalen Setting oftmals nur ein Arzt/eine Ärztin als Teamleader fungiert und im Wesentlichen das Atemwegsmanagement übernimmt, kann die zusätzliche Aufgabe des Sonografers/der Sonografeurin ggf. durch ein Teammitglied übernommen werden [47,48]. Sofern kein schneller Transport in ein Cardiac-Arrest Zentrum umsetzbar ist, kann die Sonografie gerade im Hinblick auf den Ausschluss bzw. Nachweis reversibler Ursachen wertvolle Informationen liefern. Da die POCUS-Untersuchung weder die Basisreanimation behindern noch die No-Flow-Zeiten verlängern sollte, kommt es bei ihrer Anwendung im Rahmen der CPR ganz besonders auf einen Team Approach an, dessen Fokus es sein muss, die ohnehin erforderlichen Unterbrechungen für die Notfallsonografie zu nutzen und im Team darauf zu achten, dass während der maximal 10 Sekunden dauernden Untersuchungsphasen ein Loop zur späteren Analyse und ggf. Dokumentation aufgezeichnet wird.

EMPFEHLUNG

Die fokussierte Echokardiografie sollte im Rahmen der kardiopulmonalen Reanimation zum Ausschluss bzw. Nachweis von reversiblen Ursachen des Kreislaufstillstandes (Hypovolämie, Perikarderguss, linksventrikuläre Dysfunktion, Rechtsherzbelastung, Pneumothorax) idealerweise auch prähospital implementiert und im Rahmen von Reanimationsszenarien trainiert werden.

Fokussierte Sonografie im Atemwegsmanagement

Klinischer Einsatz

Im Atemwegsmanagement kann die Sonografie eine endotracheale Intubation erleichtern, indem anatomische Prädiktoren für eine schwierige Intubation vor der Intubationsmaßnahme erfasst werden (z. B. Darstellung von Epiglottis und Stimmbändern) [49, 50].

Prähospitaler Einsatz

In der prähospitalen Notfallmedizin wird es in den meisten Fällen jedoch eher darauf ankommen, die erfolgreiche endotracheale Intubation und die effiziente Ventilation der Lungen beispielsweise durch die sonografische Tubusdarstellung und das Pleuragleiten zu verifizieren, auch wenn dieses Vorgehen bislang keinen Eingang in die AWMF-Leitlinie „Prähospitaler Atemwegsmanagement“ gefunden hat [51]. Als sicherer Nachweis der endotrachealen Tubuslage darf POCUS nur ergänzend zur obligaten Kapnografie eingesetzt werden, d. h. die fokussierte Sonografie der Atemwege darf die obligate Kapnografie nicht ersetzen. Ebenfalls könnte die Sonografie künftig im Rahmen der Notfallkoniotomie zur Lokalisation der Krikothyroid-Membran zum Einsatz kommen [52, 53].

EMPFEHLUNG

Im Rahmen des prähospitalen Atemwegsmanagements kann die fokussierte Sonografie zum Nachweis bzw. zum Ausschluss einer ösophagealen Fehlintonation oder im Rahmen einer Notfallkoniotomie herangezogen werden [54, 55]. Angesichts fehlender Evidenz ist die Sonografie im Atemwegsmanagement aktuell nur als fakultativer Bestandteil der prähospitalen Notfallsonografie zu bewerten.

Zusammenführung der Protokolle im pPOCUS-Ausbildungskonzept

Das 16-stündige pPOCUS-Ausbildungskonzept (8 Stunden E-Learning-Modul und 8 Stunden Präsenzkurs) richtet sich primär an Ärzt*innen, die in der prähospitalen Notfallmedizin tätig sind oder werden wollen, um eine standardisierte Qualität im Bereich der Akutversorgung zu gewährleisten [21] (► Tab. 2).

Aufgrund der zunehmenden Professionalisierung des Berufsbilds des Notfallsanitäters wird die international bereits geübte teambasierte Sonografie auch für das deutsche Rettungswesen favorisiert, sodass eine Einbeziehung von Notfallsanitäter*innen in die praktische Durchführung der prähospitalen Notfallsonografie angestrebt werden soll [56–62]. Das Ausbildungskonzept pPOCUS steht daher auch der Einbindung von Notfallsanitäter*innen offen gegenüber.

Voraussetzung für die Teilnahme am pPOCUS-Kurs sind die praktische Erfahrung in der prähospitalen Notfallmedizin von mehr als 6 Monaten sowie die Teilnahme am E-Learning-Modul des Kurses. Das E-Learning-Modul hat propädeutischen Charakter und vermittelt technische und physikalische Grundlagen der Sonografie sowie die theoretischen Hintergründe der pPOCUS-Anwendung.

Die Inhalte des pPOCUS-Ausbildungskonzepts umfassen 4 obligate Module (Thorax, Abdomen, Herz und Gefäße) und ein fakultatIVES Modul (Larynx, Trachea). Die Module unterteilen sich in einen theoretischen und einen praktischen Teil (► Tab. 2).

Die praktischen Übungen erfolgen zum einen an Probanden (Simulationspatienten und Patienten mit Pathologien), zum anderen an Sonografiesimulatoren und in entsprechend simulierten Situationen (z. B. Unfälle, häusliche Umgebung).

Für jede der 4 Trainingsstationen (Thoraxsonografie, optional plus Larynx-/Tracheasonografie; Abdomensonografie; Echokardiografie; Gefäßsonografie mit Punktionsimulation) mit maximal 5 Teilnehmern steht im Rahmen des Hands-on-Trainings ein/eine Tutor*in zur Verfügung. Die/der Tutor*in sollte über die Zusatzweiterbildung Notfallmedizin und mindestens 1 Jahr Erfahrung in der Notfallsonografie sowie über regelmäßige Einsatzerfahrung im Notarzdienst verfügen. Die Kursleiter des pPOCUS-Curriculums sind Fachärzt*innen mit notfallmedizinischer Zusatzbezeichnung und sollten bei mindestens 5 Sonografiekursen (z. B. SIN-, DEGUM- oder AFS-Kursen) als Tutor*in mitgewirkt haben sowie praktische Erfahrung von mindestens 2 Jahren in der Notfallsonografie nachweisen. Aus lehrdidaktischen und Qualitätssicherungs-

► **Tab. 2** Modulare Kursanteile der prähospitalen Notfallsonografie im pPOCUS-Konzept; die mit (X) gekennzeichneten Lerninhalte sind als fakultative Kompetenzen zu werten.

Module	Inhalte	Szenarien			
		Trauma	Non-trauma	Reanimation	Atemwegsmanagement
Adomensonografie	Sonoanatomie der abdominalen Organe		X		
	Anlotstellen und Standardschnitte	X	X		
	1. freie Flüssigkeit/Aszites	X	X		
	2. Harnstau/Harnverhalt		X		
	3. Ileus		(X)		
Thoraxsonografie	Sonoanatomie von Thorax und Lunge	X	X	X	
	Anlotstellen und Standardschnitte	X	X	X	
	1. Hämatothorax/Pleuraerguss	X	X		
	2. interstitielles Syndrom/Lungenödem		X		
	3. Pneumothorax	X	X	X	
Echokardiografie	Sonoanatomie des Herzens	X	X	X	
	Anlotstellen und Standardschnitte	X	X	X	
	1. Perikarderguss	X	X	X	
	2. linksventrikuläre Dysfunktion		X	X	
	3. Rechtsherzbelastung		X	X	
Gefäßsonografie	Sonoanatomie der Gefäße	X	X	X	
	Anlotstellen und Standardschnitte	X	X	X	
	1. Beurteilung der V. cava inferior	X	X	X	
	2. akuter peripher-arterieller Verschluss		X		
	3. sonografisch gesteuerte Gefäßpunktionen	X	X		
	4. Aortenaneurysma/-dissektion		X		
Larynx-Tracheasonografie (Erweiterungsmodul)	Sonoanatomie des Larynx und des kranialen Teils der Trachea		(X)		X
	Anlotstellen und Standardschnitte		(X)		X
	1. Intubationskontrolle bzw. Ausschluss einer ösophagealen Fehlintubation		(X)		X
	2. sonografisch gesteuerte Punktion des Lig. cricothyroideum (Koniotomie)		(X)		(X)

gründen sollten die Kursleiter an mindestens einem pPOCUS-Kurs pro Jahr teilnehmen.

Nach erfolgreich absolviertem pPOCUS-Kurs (schriftliche Lernkontrolle anhand von Multiple-Choice-Fragen mit einer Bestehensgrenze von 60%) kann von der jeweiligen Fachgesellschaft ein Zertifikat bezüglich der Zusatzqualifikation pPOCUS ausgestellt werden.

Die pPOCUS-Kurse sollen von Ärzt*innen der beteiligten Fachgesellschaften dieses Konsensuspapiers veranstaltet werden, die auf eine mehrjährige Expertise in der fokussierten Sonografie verweisen können. Zusätzlich sollten sie über eine Weiterbildungsermächtigung für die Zusatzweiterbildungen Notfallmedizin (nicht flächendeckend vorhanden) oder Klinische Akut- und Not-

fallmedizin verfügen und regelmäßig in der prähospitalen oder klinischen Notfallversorgung tätig sein, alternativ soll eine Facharztweiterbildung in den Gebieten Innere Medizin, Anästhesiologie (plus AFS-Zertifikat der DGAI) oder Chirurgie vorliegen.

Über die Zulassung/Anerkennung eines geplanten pPOCUS-Kurses entscheidet der/die (stellvertretende) Sprecher*in der Arbeitsgruppe Sonografie in der klinischen Akut- und Notfallmedizin (SCAN) der DGINA, alternativ der Arbeitsgemeinschaft Ultraschall der DGU, des Arbeitskreises Ultraschall in der Anästhesiologie und Intensivmedizin der DGAI oder der Sektion Akut- und Notfallmedizin der DGIIN.

Die von der DGAI bereits in der anästhesiologischen Weiterbildung genutzten E-Learning-Modulkurse AFS (anästhesiefokussier-

te Sonografie) Notfallsonografie und PFE (perioperative fokussierte Echokardiografie) Grundkurs transthorakale Echokardiografie, verbunden mit den assoziierten Präsenzkursen werden als gleichwertig zum pPOCUS-Kurs einschließlich Lernerfolgskontrolle eingestuft [63,64]. Änderungen im pPOCUS-Kurskonzept werden zwischen allen beteiligten Fachgesellschaften des vorliegenden Konsensuspapiers abgestimmt.

FAZIT

pPOCUS kann einen wesentlichen Beitrag zu einer zügigen und zielgerichteten Behandlung und Zuweisung von Notfallpatient*innen von der Einsatzstelle bis in die aufnehmenden Kliniken bieten. Es ist daher ausdrücklich zu begrüßen, dass flächendeckend arztbesetzte Rettungsmittel mit leistungsfähigen portablen Sonografiegeräten ausgerüstet werden. Wie bei allen zusätzlichen Maßnahmen ist jedoch auch das Risiko beinhaltet, den Fokus für eine so kurz wie mögliche Prähospitalzeit zu verlieren. Daher ist es unbedingt erforderlich, dass sowohl die einzelnen Untersuchungstechniken und -protokolle als auch Teamaspekte durch deren Integration in die verschiedenen Einsatzsituationen trainiert werden. Kursformate wie das vorgeschlagene, aber auch andere für die prähospitalen Notfallversorgung anwendbare Algorithmen müssen daher in die Fort- und Weiterbildung von Notärztinnen und Notärzten und perspektivisch die der Notfallsanitäter Eingang finden.

Einhaltung ethischer Richtlinien

G. Michels ist Past-Sprecher der Arbeitsgruppe Kardiopulmonale Reanimation (AG42), Sprecher des Cluster A: Kardiovaskuläre Akut- und Intensivmedizin und Sprecher des Arbeitskreises Mechanische Kreislaufunterstützung (AK-MCS) der Arbeitsgruppe Interventionelle Kardiologie der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie e.V. (DGK); er ist Sprecher der Arbeitsgruppe Sonografie in der klinischen Akut- und Notfallmedizin (SCAN) der Deutschen Gesellschaft für interdisziplinäre Notfall- und Akutmedizin e.V. (DGINA); er ist Hauptherausgeber der Zeitschrift „Intensiv- und Notfallbehandlung“ (Dustri-Verlag); er erhielt gelegentlich Honorare für Vortragstätigkeiten von Getinge, Orion Pharma und AOP Orphan Pharmaceuticals Germany GmbH sowie Drittmittel von der Kardiologischen Versorgungsforschung der DGK e.V. (DGK-ZfKVf) und Getinge. Die Interessenkonflikte stehen in keinem Zusammenhang mit dem vorliegenden Konsensuspapier.

C.-A. Greim ist Past-Sprecher des Arbeitskreises Ultraschall der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI). Die Interessenkonflikte stehen in keinem Zusammenhang mit dem vorliegenden Konsensuspapier.

M. Möckel ist Chair des Research Komitees der European Society for Emergency Medicine (EUSEM) und Mitglied in der Sektion Strukturen klinische Akut- und Notfallmedizin der DIVI. Er ist Mitglied des Arbeitskreises Notfallmedizin der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin e.V. (DEGUM) und Kursleiter Stufe III. Er erhält öffentliche Förderung (BMBF, BMG und Innovationsfonds) für zahlreiche Projekte zur Versorgungsforschung in

der Akut- und Notfallmedizin. Zusätzlich bestehen Forschungs Kooperationen mit Roche Molecular Diagnostics und Vortrags- bzw. Beratertätigkeit für Bayer Healthcare, BRAHMS GmbH, Roche, Alexion, EMCREG, Boehringer Ingelheim, Daiichi Sankyo, Sanofi und Radiometer. Die Interessenkonflikte stehen in keinem Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit.

B. Friemert ist Präsident der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU) sowie Präsident der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie e.V. (DGOU). Die Interessenkonflikte stehen in keinem Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit.

S. Wolfrum ist Sprecher der Sektion Akut- und Notfallmedizin der DGIIN e.V. Er hat keine Interessenkonflikte.

D. Kiefl war Mitglied des Vorstandes der Deutschen Gesellschaft für Interdisziplinäre Akut- und Notfallmedizin e.V. (DGINA). Er hat keine Interessenkonflikte.

M. Bernhard ist Schriftführer des wissenschaftlichen Arbeitskreises Notfallmedizin und zweiter Sprecher des wissenschaftlichen Arbeitskreises Zentrale Notaufnahme der DGAI. Zudem ist er Leiter der Arbeitsgruppe Schockraum der DGINA. Er hat keine Interessenkonflikte.

F. Reifferscheid ist Vorstandsvorsitzender der Bundesvereinigung der Arbeitsgemeinschaften der Notärzte Deutschlands e.V. (BAND). Die Interessenkonflikte stehen in keinem Zusammenhang mit dem vorliegenden Konsensuspapier.

J. Bathe ist Sprecherin der Sektion Notfall- und Katastrophenmedizin der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e.V. (DIVI). Die Interessenkonflikte stehen in keinem Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit.

F. Walcher ist Präsident der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e.V. (DIVI). Die Interessenkonflikte stehen in keinem Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit.

C.F. Dietrich war EFSUMB Präsident, WFUMB Vice President und Vorsitzender des Publikationskomitees der WFUMB. Beratertätigkeit: Hitachi, Siemens, Mindray, Youkey. Vortragshonorare: Hitachi, Siemens und Mindray, Supersonic, GE, Bracco, Abbvie. Die Interessenkonflikte stehen in keinem Zusammenhang mit dem vorliegenden Konsensuspapier.

A. Lechleuthner ist Vorstandsvorsitzender des Bundesverbandes der Ärztlichen Leiter Rettungsdienst Deutschland e.V. (BV-ÄLRD). Die Interessenkonflikte stehen in keinem Zusammenhang mit dem vorliegenden Konsensuspapier.

H.-J. Busch ist stellvertretender Sprecher der Sektion Akut- und Notfallmedizin (DGIIN) sowie stellvertretender Sprecher der Sektion Reanimation und Postreanimationsbehandlung der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin e.V. (DIVI). Honorare für Vortragstätigkeiten von Zoll, Getinge, BrainCool. Die Interessenkonflikte stehen in keinem Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit.

D. Sauer ist stellvertretende Sprecherin des Arbeitskreises Sonografie in der klinischen Akut- und Notfallmedizin (SCAN) der Deutschen Gesellschaft für interdisziplinäre Notfall- und Akutmedizin e.V. (DGINA). Die Interessenkonflikte stehen in keinem Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit.

A. Krohn, M. Ott, D. Feuerstein und N. Fuchs geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren. Alle Patienten, die über Bildmaterial oder anderweitige Angaben innerhalb des Manuskripts zu identifizieren sind, haben hierzu ihre schriftliche Einwilligung gegeben.

Interessenkonflikt

Die Autor*innen haben keine im Zusammenhang mit dem vorliegenden Konsensuspapier bestehenden Interessenkonflikte.

Literatur

- [1] Ketelaars R, Reijnders G, van Geffen GJ et al. ABCDE of prehospital ultrasonography: a narrative review. *Crit Ultrasound J* 2018; 10: 17
- [2] Bøtker MT, Jacobsen L, Rudolph SS et al. The role of point of care ultrasound in prehospital critical care: a systematic review. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2018; 26: 51
- [3] Partyka C, Coggins A, Bliss J et al. A multicenter evaluation of the accuracy of prehospital eFAST by a physician-staffed helicopter emergency medical service. *Emerg Radiol* 2022; 29: 299–306
- [4] Gamberini L, Tartaglione M, Giugni A et al. The role of prehospital ultrasound in reducing time to definitive care in abdominal trauma patients with moderate to severe liver and spleen injuries. *Injury* 2021; 53: 1587–1595
- [5] Lucas B, Hempel D, Otto R et al. Prehospital FAST reduces time to admission and operative treatment: a prospective, randomized, multicenter trial. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2021; 48: 2701–2708. doi:10.1007/s00068-021-01806-w
- [6] Hoyer HX, Vogl S, Schiemann U et al. Prehospital ultrasound in emergency medicine: incidence, feasibility, indications and diagnoses. *Eur J Emerg Med* 2010; 17: 254–259
- [7] Amaral CB, Ralston DC, Becker TK. Prehospital point-of-care ultrasound: A transformative technology. *SAGE Open Med* 2020; 8: 2050312120932706
- [8] Brun PM, Bessereau J, Chenaitia H et al. Stay and play eFAST or scoop and run eFAST? That is the question! *Am J Emerg Med* 2014; 32: 166–170
- [9] Weillbach C, Kobiella A, Rahe-Meyer N et al. [Introduction of Prehospital Emergency Ultrasound into an Emergency Medical Service Area]. *Anaesthesist* 2017; 66: 21–27
- [10] Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin e.V. Basisausbildung Notfallsonographie. Im Internet: <https://www.degum.de/arbeitskreise/notfallsonographie/kurse-kurscurricula/basisausbildung-notfallsonographie.html>; letzter Zugriff: 25.01.2023
- [11] Weber SU, Seibel A, Sujatta S et al. AFS-Modul Notfallsonographie. *Anästhesie Intensivmedizin* 2020; 61: 547–552
- [12] Michels G, Zinke H, Möckel M et al. [Recommendations for education in ultrasound in medical intensive care and emergency medicine: position paper of DGIIN, DEGUM and DGK]. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2017; 112: 314–319
- [13] Huis In 't Veld MA, Allison MG, Bostick DS et al. Ultrasound use during cardiopulmonary resuscitation is associated with delays in chest compressions. *Resuscitation* 2017; 119: 95–98
- [14] Mosier JM, Stolz U, Milligan R et al. Impact of Point-of-Care Ultrasound in the Emergency Department on Care Processes and Outcomes in Critically Ill Nontraumatic Patients. *Crit Care Explor* 2019; 1: e0019
- [15] Zöllner K, Sellmann T, Wetzchewald D et al. U SO CARE-The Impact of Cardiac Ultrasound during Cardiopulmonary Resuscitation: A Prospective Randomized Simulator-Based Trial. *J Clin Med* 2021; 10: 5218
- [16] Byhahn C, Bingold TM, Zwissler B et al. Prehospital ultrasound detects pericardial tamponade in a pregnant victim of stabbing assault. *Resuscitation* 2008; 76: 146–148
- [17] Dewar ZE, Ko S, Rogers C et al. Prehospital portable ultrasound for safe and accurate prehospital needle thoracostomy: a pilot educational study. *Ultrasound J* 2022; 14: 23
- [18] Walcher F, Kirschning T, Brenner F et al. [Training in emergency sonography for trauma. Concept of a 1-day course program]. *Anaesthesist* 2009; 58: 375–378
- [19] Breikreutz R, Walcher F, Seeger FH. Focused echocardiographic evaluation in resuscitation management: concept of an advanced life support-conformed algorithm. *Crit Care Med* 2007; 35(5 Suppl): S150–S161
- [20] Breikreutz R, Walcher F, Seeger FH. ALS conformed use of echocardiography or ultrasound in resuscitation management. *Resuscitation* 2008; 77: 270–272
- [21] Bundesärztekammer. (Muster-)Weiterbildungsordnung 2018 in der Fassung vom 25.06.2022. Im Internet: <https://www.bundesaerztekammer.de/themen/aerzte/aus-fort-und-weiterbildung/aerztliche-weiterbildung/muster-weiterbildungsordnung>; letzter Zugriff: 21.06.2023
- [22] Matsushima K, Frankel HL. Beyond focused assessment with sonography for trauma: ultrasound creep in the trauma resuscitation area and beyond. *Curr Opin Crit Care* 2011; 17: 606–612
- [23] Perera P, Mailhot T, Riley D et al. The RUSH exam: Rapid Ultrasound in SHock in the evaluation of the critically ill. *Emerg Med Clin North Am* 2010; 28: 29–56
- [24] Bagheri-Hariri S, Yekesadat M, Farahmand S et al. The impact of using RUSH protocol for diagnosing the type of unknown shock in the emergency department. *Emerg Radiol* 2015; 22: 517–520
- [25] Millington SJ, Arntfield RT, Hewak M et al. The Rapid Assessment of Competency in Echocardiography Scale: Validation of a Tool for Point-of-Care Ultrasound. *J Ultrasound Med* 2016; 35: 1457–1463
- [26] Jakobsen LK, Bøtker MT, Lawrence LP et al. Systematic training in focused cardiopulmonary ultrasound affects decision-making in the prehospital setting – two case reports. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2014; 22: 29
- [27] Breikreutz R, Price S, Steiger HV et al. Focused echocardiographic evaluation in life support and peri-resuscitation of emergency patients: a prospective trial. *Resuscitation* 2010; 81: 1527–1533
- [28] Netherton S, Milenkovic V, Taylor M et al. Diagnostic accuracy of eFAST in the trauma patient: a systematic review and meta-analysis. *CJEM* 2019; 21: 727–738
- [29] Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU). S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung. Version 4.1, Stand: 31.12.2022, gültig bis: 30.12.2027, AWMF-Registernr. 187.023. Im Internet: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/187-023>; abgerufen am: 21.06.2023
- [30] Partyka C, Coggins A, Bliss J et al. A multicenter evaluation of the accuracy of prehospital eFAST by a physician-staffed helicopter emergency medical service. *Emerg Radiol* 2022; 29: 299–306
- [31] Walcher F, Kortüm S, Kirschning T et al. [Optimized management of polytraumatized patients by prehospital ultrasound]. *Unfallchirurg* 2002; 105: 986–994
- [32] Walcher F, Weinlich M, Conrad G et al. Prehospital ultrasound imaging improves management of abdominal trauma. *Br J Surg* 2006; 93: 238–242
- [33] Oliver P, Bannister P, Bootland D et al. Diagnostic performance of prehospital ultrasound diagnosis for traumatic pneumothorax by a UK Helicopter Emergency Medical Service. *Eur J Emerg Med* 2020; 27: 202–206
- [34] Santorelli JE, Chau H, Godat L et al. Not so FAST-Chest ultrasound underdiagnoses traumatic pneumothorax. *J Trauma Acute Care Surg* 2022; 92: 44–48

- [35] Michels G, Hempel D. Integration der Ultraschall Diagnostik in die körperliche Untersuchung von kritisch Kranken: ABC-Notfallsongraphie. *Intensiv- und Notfallbehandlung* 2022; 47: 17–19
- [36] Michels G, Wolfrum S, Dodt C et al. [Treatment algorithm: Focused ultrasound and echocardiography]. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2022; 117: 466–468. German. doi:10.1007/s00063-022-00928-2
- [37] Bernhard M, Kumle B, Dodt C et al. Kurzversion: Versorgung kritisch kranker, nicht-traumatologischer Patienten im Schockraum. *Notfall Rettungsmed* 2022; 25(Suppl 1): 1–14
- [38] Adler C, Treskatsch S, Pfister R et al. [Estimation of Preload Dependence in Intensive Care – Step by Step]. *Dtsch Med Wochenschr* 2019; 144: 340–345
- [39] Kuttub HI, Flanagan E, Damewood SC et al. Prehospital Echocardiogram Use in Identifying Massive Pulmonary Embolism in Unidentified Respiratory Failure. *Air Med J* 2021; 40: 73–75
- [40] Ragaisyte E, Bardauskiene L, Zelbiene E et al. Evaluation of volume status in a prehospital setting by ultrasonographic measurement of inferior vena cava and aorta diameters. *Turk J Emerg Med* 2018; 18: 152–157
- [41] Zanatta M, Benato P, De Battisti S et al. Pre-hospital lung ultrasound for cardiac heart failure and COPD: is it worthwhile? *Crit Ultrasound J* 2018; 10: 22
- [42] Soar J, Böttiger BW, Carli P et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult advanced life support. *Resuscitation* 2021; 161: 115–151
- [43] Scholz KH, Busch HJ, Frey N et al. [Quality indicators and structural requirements for Cardiac Arrest Centers-Update 2021]. *Notf Rett Med* 2021; 13: 1–5
- [44] Bughrara N, Herrick SL, Leimer E et al. Focused Cardiac Ultrasound and the Periresuscitative Period: A Case Series of Resident-Performed Echocardiographic Assessment Using Subcostal-Only View in Advanced Life Support. *A A Pract* 2020; 14: e01278
- [45] Taylor B, Joshi B, Hutchison L et al. Echocardiography does not prolong peri-shock pause in cardiopulmonary resuscitation using the COACH-RED protocol with non-expert sonographers in simulated cardiac arrest. *Resusc Plus* 2020; 4: 100047
- [46] Michels G, Pfister R. Point-of-care ultrasound use in patients with cardiac arrest: More harmful than useful? *Resuscitation* 2018; 124: e21
- [47] Walcher F, Kirschning T, Müller MP et al. Accuracy of prehospital focused abdominal sonography for trauma after a 1-day hands-on training course. *Emerg Med J* 2010; 27: 345–349
- [48] Breikreutz R, Walcher F, Ilper H et al. Focused Echocardiography in Life Support: The Subcostal Window: What the Surgeon Should Know for Critical Care Applications. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2009; 35: 347
- [49] Gomes SH, Simões AM, Nunes AM et al. Useful ultrasonographic parameters to predict difficult laryngoscopy and difficult tracheal intubation – a systematic review and meta-analysis. *Front Med (Lausanne)* 2021; 8: 671658
- [50] Sotoodehnia M, Rafiemanesh H, Mirfazaelian H et al. Ultrasonography indicators for predicting difficult intubation: a systematic review and meta-analysis. *BMC Emerg Med* 2021; 21: 76
- [51] Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. (DGAI). S1-Leitlinie Prähospitaler Atemwegsmanagement. Version 1.0, Stand: 26.02.2019, gültig bis: 25.02.2024. AWMF-Registernr. 001–040. Im Internet: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/001-040.html>; letzter Zugriff: 21.06.2023
- [52] Cho SA, Kang P, Song IS et al. Performance time of anesthesiology trainees for cricothyroid membrane identification and characteristics of cricothyroid membrane in pediatric patients using ultrasonography. *Paediatr Anaesth* 2022; 32: 834–842
- [53] Lavelle A, Drew T, Fennessy P et al. Accuracy of cricothyroid membrane identification using ultrasound and palpation techniques in obese obstetric patients: an observational study. *Int J Obstet Anesth* 2021; 48: 103205
- [54] Adi O, Fong CP, Sum KM et al. Usage of airway ultrasound as an assessment and prediction tool of a difficult airway management. *Am J Emerg Med* 2021; 42: 263.e1–263.e4
- [55] Lema PC, O'Brien M, Wilson J et al. Avoid the Goose! Paramedic Identification of Esophageal Intubation by Ultrasound. *Prehosp Disaster Med* 2018; 33: 406–410
- [56] Zirnstein M, Koch S. Zur Akademisierung und Professionalisierung des Berufsbilds des Notfallsanitäters. Eine qualitative Untersuchung mittels Interviewanalyse von Mitarbeitern in der Notfall- und Rettungsmedizin. *Notfall Rettungsmed* 2022; 25: 260–270
- [57] Huang C, Morone C, Parente J et al. Advanced practice providers proficiency-based model of ultrasound training and practice in the ED. *J Am Coll Emerg Physicians Open* 2022; 3: e12645
- [58] Gonzalez JM, Crenshaw N, Larrieu-Jimenez P et al. Point-of-Care Lung Ultrasonography: A Clinical Update for the Emergency Nurse Practitioner. *Adv Emerg Nurs J* 2021; 43: 279–292
- [59] Humphries AL, White JMB, Guinn RE et al. Paramedic-Performed Carotid Artery Ultrasound Heralds Return of Spontaneous Circulation in Out-of-Hospital Cardiac Arrest: A Case Report. *Prehosp Emerg Care* 2023; 27: 107–111
- [60] Schoeneck JH, Coughlin RF, Baloesu C et al. Paramedic-performed Prehospital Point-of-care Ultrasound for Patients with Undifferentiated Dyspnea: A Pilot Study. *West J Emerg Med* 2021; 22: 750–755
- [61] Pietersen PI, Mikkelsen S, Lassen AT et al. Quality of focused thoracic ultrasound performed by emergency medical technicians and paramedics in a prehospital setting: a feasibility study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2021; 29: 40
- [62] Guy A, Bryson A, Wheeler S et al. A Blended Prehospital Ultrasound Curriculum for Critical Care Paramedics. *Air Med J* 2019; 38: 426–430
- [63] Greim CA, Weber SU, Göpfert M et al. Perioperative fokussierte Echokardiographie in der Anästhesiologie und Intensivmedizin. *Anästh Intensivmed* 2017; 58: 616–648
- [64] Greim CA, Weber SU, Göpfert M et al. Anästhesie-fokussierte Sonographie (AFS). *Anästh Intensivmed* 2020; 61: 532–552