

# ZERTIFIZIERTE FORTBILDUNG

[www.skverlag.de/zf](http://www.skverlag.de/zf)



## Präklinische Sonografie: Leitliniengestützte Indikationen und Anwendungen

Teilnahme online: 1. bis 31. Juli 2018

**äkn** ärztekammer  
niedersachsen

Zertifiziert von der Ärztekammer Niedersachsen mit 2 Punkten und damit auch für andere Ärztekammern anererkennungsfähig.



Anerkannt und zertifiziert vom Bildungsinstitut des DRK-Landesverbandes Rheinland-Pfalz.

### Kostenloses E-Learning für alle Abonnenten

Alle RETTUNGSDIENST-Abonnenten haben mit der Zertifizierten Fortbildung die Möglichkeit, einen Teil ihrer vorgeschriebenen jährlichen 30-Stunden-Fortbildung online zu absolvieren. Alles, was Sie dafür tun müssen: den folgenden Fortbildungsartikel lesen, auf [www.skverlag.de/zf](http://www.skverlag.de/zf) einloggen und die 10 Multiple-Choice-Fragen zum Artikel beantworten. Das Zertifikat über die erfolgreiche Teilnahme können Sie sich gleich anschließend herunterladen und der anererkennenden Stelle vorlegen. Am Jahresende stellen wir Ihnen dann noch ein vollständiges Jahreszertifikat zur Verfügung.

### Teilnahme per Smartphone oder Tablet!

Die App dafür kann über den Google Play Store oder den iTunes App Store kostenlos heruntergeladen werden. Die Links zu den Apps finden Sie unter [www.skverlag.de/zf](http://www.skverlag.de/zf)

Die Zertifizierte Fortbildung wird anerkannt von:



AGBF Niedersachsen



**Abb. 1:** Point-of-Care-Lungenultraschall bei einer 73-jährigen Frau mit kardialer Dekompensation. Beidseits zeigten sich auf den Thoraxhälften im Oberfeld multiple B-Linien als Hinweis auf ein generalisiertes Lungenödem.



Autoren:

**Dr. Christian Breitling**  
Klinik für Anästhesie  
und Intensivtherapie,  
Otto-von-Guericke  
Universität Magdeburg

**Dr. Domagoj Damjanovic**  
Klinik für Herz- und  
Gefäßchirurgie,  
Universitäts-  
Herzzentrum Freiburg-  
Bad Krozingen,  
Medizinische Fakultät,  
Albert-Ludwigs-Univer-  
sität Freiburg

**Tobias Schröder**  
Klinik für Anästhesie,  
Intensiv- und Notfall-  
medizin, Klinikum  
Frankfurt Höchst

**Dr. Hendrik Ilper**  
Abteilung für  
Anästhesie, Intensiv-  
und Rettungsmedizin,  
BG-Klinikum Hamburg

**Prof. Dr. med.  
Felix Walcher**  
Klinik für Unfall-  
chirurgie, Otto-von-  
Guericke-Universität  
Magdeburg

**PD Dr. Dr. med.  
Raoul Breikreutz**  
Klinikum Frankfurt  
Höchst  
Gotenstraße 6-8  
65929 Frankfurt a. M.  
raoul.breikreutz@  
gmail.com

## Präklinische Sonografie: Leitliniengestützte Indikationen und Anwendungen

Im Jahr 2001 begannen in Deutschland „Nicht-Spezialisten“, d.h. Ärzte außerhalb der klassischen Fachrichtungen, in denen Sonografie fest etabliert war, eigene und neuartige Ultraschalluntersuchungen am Behandlungsort durchzuführen. Dieses neue Vorgehen hatte therapeutische Konsequenzen. Die Sonografie mit portablen Geräten bietet als Erweiterung der körperlichen Untersuchung das einzige bildgebende Verfahren, das auch präklinisch verfügbar ist. Am Einsatzort oder während des Transports sind zusammen mit weiteren klinischen Informationen eine Reduktion wahrscheinlicher Differenzialdiagnosen oder sogar Diagnosen möglich. Das bedeutet, dass man schneller weiß, welches klinische Problem vorliegt. Ziel dieses Beitrags ist, einen Überblick über präklinisch geeignete sowie durch Leitlinien gestützte Sonografieverfahren zu schaffen.

### Einleitung

Die Notfallsonografie wird zur übergeordneten Verfahrensgruppe der sogenannten Point-of-Care Ultraschall-Verfahren (PoCUS) gezählt. PoCUS hat bereits Eingang in eine große Anzahl von Leitlinien und Empfehlungen gefunden und ermöglicht es, im Rahmen der Therapie kritisch kranker Patienten belastbare, rationale Entscheidungen zu treffen (1 – 6).

Diese Entwicklung wurde durch tragbare Ultraschallgeräte erst ermöglicht (7). Neue Untersuchungsformen wurden in sog. Point-of-Care „Ultraschallprotokollen“ definiert (8). Ab 2008 wurden Anteile davon in den deutschsprachigen Ländern curricular bei der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) für eine Subgruppe „Notfallsonografie“ zusammengefasst (9). Der Begriff war bereits in den USA als „Emergency Ultrasound“ eingeführt worden.

Das Training der Befunderhebung kann seitdem in Deutschland mit Kursen und durch einen Qualifizierungsweg mit Zertifizierungsstufen erlernt werden. Dabei kann, abhängig von individuellen Fähigkeiten, schon nach weniger als 50 Untersuchungen die Kompetenz zur Anwendung in Akutsituationen und zum Ausschluss oder zum Erkennen von pathologischen Befunden erworben werden (10). Davon abzugrenzen ist Diagnosesicherheit, die bei der Notfallsonografie nicht im Vordergrund steht. Die präklinische Sonografie ist eine Untergruppe der Notfallsonografie. Die Anwendungsmöglichkeiten reichen von der Versorgung Schwerverletzter bis hin zur erweiterten Untersuchung internistischer Patienten und sind interdisziplinär, das heißt unabhängig vom eigenen Fachgebiet und vor allem schon in der frühen Phase der Weiterbildung anwendbar (9, 11).

Eine umfassende und zeitaufwendige klinische Untersuchung und Sonografie durch einen Spezialisten ist präklinisch im Regelfall nicht möglich. Im Gegensatz dazu ist das zentrale Kennzeichen der Notfallsonografie die zielgerichtete Beantwortung akutmedizinischer Fragestellungen innerhalb eines sich aus der klinischen Situation ergebenden Zeitfensters von Sekunden bis wenigen Minuten (Abb. 1).

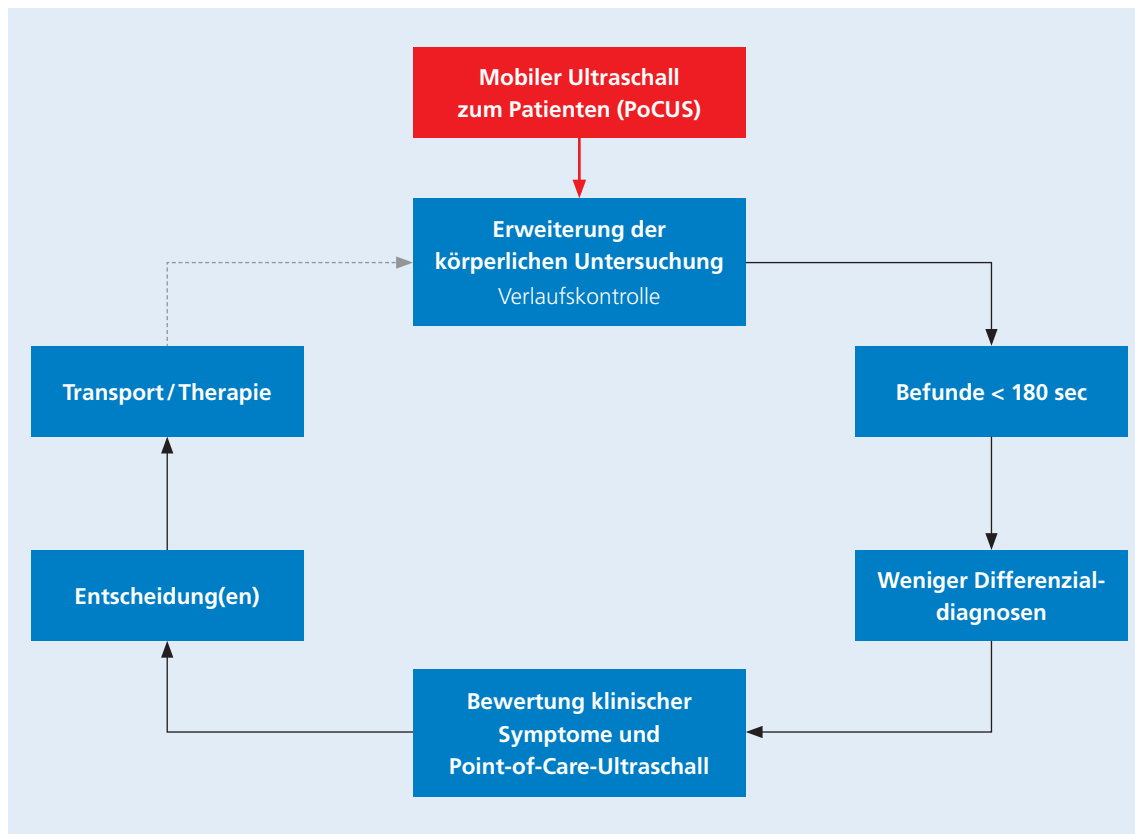
Befunde der Notfallsonografie führen unter Umständen auch zur Entscheidung für invasive Maßnahmen. Diese können gegebenenfalls sonografisch unterstützt und damit sicherer durchgeführt werden

(2, 6, 12). Während des Transports können Verlaufskontrollen mit wenig Aufwand erfolgen und ein Therapiemonitoring zulassen (Abb. 2).

#### Merke

Die präklinische Sonografie ist eine Untergruppe der Notfallsonografie und damit auch der Point-of-Care-Ultraschall-Verfahren. Sie ist eine gewinnbringende Erweiterung der körperlichen Untersuchung und kann u.a. dem Screening nach pathologischen Befunden, dem Ausschluss von Pathologien sowie der Entscheidungsfindung und Unterstützung interventioneller Verfahren dienen.

Trotz klarer Aussagen in Leitlinien, die den Einsatz von Ultraschall bei Notfällen und Untersuchungskonzepte empfehlen, wurde bisher noch keine flächendeckende Ausstattung von Notarztsatzfahrzeugen mit Ultraschallgeräten in Deutschland umgesetzt (13), was nicht nachvollziehbar ist. So ist z.B. die Diagnose eines Perikardergusses mittels Echokardiografie nach AHA- und ERC-Leitlinien eine Klasse-1-Empfehlung (2). Diese Leitlinien gelten selbstverständlich nicht nur für die klinische Versorgung und es bedarf dazu auch keiner weiteren Evidenz, die „präklinisch“ einen Nutzen aufzeigt, da der Zusammenhang der Kausalkette Nachweis Perikarderguss – Punktion – besseres Überleben bereits geklärt wurde. Dafür gibt es Einzelfallbeschreibungen und Daten aus prospektiven Studien



**Abb. 2:** Prozessablauf und Hauptelemente eines Kreislaufs der Anwendung von Point-of-Care Ultraschall, hier am Beispiel präklinische Notfallmedizin. Das Gerät wird zum Patienten gebracht. Es folgen Untersuchung und Interpretation beim Trainierten in meist weniger als drei Minuten. Nach Analyse, Entscheidungen für Therapie sowie ggf. Transport sollten Verlaufskontrollen vorgenommen werden. (Schema nach Breikreutz R und Breiting C)



**Abb. 3:** Verlaufskontrolle auf freie Flüssigkeit (E-FAST) im Abdomen mit einem mobilen Ultraschallgerät im Kitteltaschenformat während des Transports im RTW. Geräte dieser Größe können problemlos auch in beengten Verhältnissen und mit wenig Vorbereitungszeit eingesetzt werden.

(14, 15, 29, 30, 46). Zur Förderung dieses Themas definierte eine europäische Expertenkommission 2011 die „prähospitalen Sonografie“ als eines von fünf Top-Forschungszielen bei der präklinischen Versorgung kritisch Kranker (16).

Dieser Beitrag soll einen Überblick über geeignete klinische Fragen und Anwendungsmöglichkeiten der präklinischen Sonografie geben und diese Untergruppe definieren.

### E-FAST

Die E-FAST-Untersuchung gilt als Basiswissen bei Point-of-Care Ultraschallverfahren und ist im drei Länder übergreifenden Curriculum Notfallsonografie der führenden Ultraschallgesellschaften D, A, CH (i.e. DEGUM, ÖGUM, SGUM) sowie z.B. in der Fort- und Weiterbildung Orthopädie/Unfallchirurgie und Anästhesie (u.a. AFS-Modul 5) verankert. Sie ist wahrscheinlich das älteste Beispiel für eine strukturierte neuartige PoCUS-Methode und wurde 1996 erstmals für Traumapatienten beschrieben. Das Verfahren wurde auch „fokussierte Sonografie“ genannt, weil statt einer Organdiagnostik lediglich „fokussiert“ nach freier (intraabdomineller) Flüssigkeit gesucht wird. Nach einer Konsensuskonferenz wurde 1999 FAST als Focused Assessment with Sonography for Trauma

definiert. Damit sollte unterstrichen werden, nicht nur das intraperitoneale Abdomen, sondern auch andere Körperhöhlen wie das Perikard oder den Thorax beim instabilen Traumapatienten sonografisch zu untersuchen (17, 18).

Bei der erweiterten fokussierten Ultraschall-Untersuchung von Traumapatienten („extended“, E-FAST) wurde die FAST-Untersuchung um Ausschluss oder Verdachtsdiagnose eines Pneumo- oder Hämatothorax erweitert (19).

Mehr als 50% der Traumapatienten mit schweren abdominellen Verletzungen zeigen bei einer klinischen Untersuchung des Abdomens keine Auffälligkeiten oder sind bewusstlos und somit nicht sicher beurteilbar. Aus diesem Grund gehören bildgebende Verfahren in der frühen innerklinischen Diagnostik bei Schwerverletzten zum Standard. Neben einer Ganzkörper-Computertomografie wird auch die E-FAST-Untersuchung empfohlen (3, 17).

E-FAST als Untersuchungsmethode lässt sich mit einem tragbaren Ultraschallgerät nahezu überall anwenden. Sie kann in trainierter Hand in weniger als drei Minuten, auch parallel zu anderen Maßnahmen, angewendet werden. E-FAST ist eine Kombination von Anlotungen und Schnittbildern zum Ausschluss oder Nachweis von freier Flüssigkeit im Abdomen, Thorax oder Perikard sowie von Luft im Pleuraspalt, ohne dass damit eine differenzierte Organdiagnostik erfolgt. Während des prähospitalen Notfalltransports können zudem Verlaufskontrollen erfolgen.

Der Schwerpunkt der Methode liegt im schnellen Untersuchungsablauf und der Integration in den Prozessablauf der Traumaversorgung. Für die E-FAST-Untersuchung ist ein Schallkopf mit ausreichender Eindringtiefe (> 15 cm) auszuwählen. Bei den portablen Ultraschallgeräten ist üblicherweise mindestens ein Sektor- oder Curved Array-Schallkopf vorhanden. Bei Kindern kann, wegen der deutlich geringeren notwendigen Eindringtiefe, auch ein Linearschallkopf mit besserer Nahfeld-Auflösung verwendet werden.

Flüssigkeiten folgen prinzipiell der Gravitation und der Anatomie von präformierten Räumen. Luft im Pleuraspalt hingegen steigt nach oben (in Rückenlage also nach ventral) auf. Zur Untersuchung sollte man in Rückenlage Luft ventral entlang der Medio-clavicular- oder vorderen Axillarlinie, Flüssigkeiten entsprechend entlang der hinteren Axillarlinie suchen (3, 5). Flüssigkeitsmengen sind mit Ultraschall bereits ab 5 – 50 ml, je nach Kavität nachweisbar. Sonografisch gelingt der Pleuraergussnachweis bereits ab 20 ml, bei intraabdomineller Flüssigkeit ab ca. 50 ml (17). Im Gegensatz dazu ist in liegender Position ein Erguss im Röntgen-Thorax erst ab einer Menge von ca. 50 – 100 ml zu erkennen.

Die Sensitivität und Spezifität für den sonografischen Nachweis freier intraabdomineller Flüssigkeit bei der FAST-Untersuchung liegt je nach Studie zwischen 64 und 98% bzw. 86 und 100 % (20). Aufgrund der hohen Spezifität stützt der positive Nachweis freier Flüssigkeit den begründeten klinischen Verdacht auf eine intraabdominelle Verletzung nach Trauma. Eine negative Untersuchung hingegen schließt eine Blutung nicht aus und bedarf immer der Verlaufsuntersuchung (Abb. 3). Als Sonderfall ist vorbestehender Aszites bei Trauma zu beachten.

### Merke

Innere Blutungen unterliegen zumeist einem dynamischen Prozess. Eine negative Erstuntersuchung für freie Flüssigkeit schließt eine Blutung nicht sicher aus! Geplant festgelegte Verlaufsuntersuchungen sind bei entsprechendem klinischen Kontext immer erforderlich.

Die durchschnittliche Untersuchungszeit ist mit  $19 \pm 5$  sec bei positivem Nachweis von Flüssigkeit, verglichen mit  $154 \pm 13$  sec bei einem negativen Befund, wesentlich kürzer (21). Der Ausschluss eines Pneumothorax ist in weniger als 30 Sekunden durch den trainierten Anwender realisierbar.

Der Mehrwert der E-FAST-Untersuchung beim präklinischen Trauma liegt im schnellen Nachweis freier Flüssigkeit, sodass eine Notfall-Laparotomie früher antizipiert und vorbereitet werden kann. Die Ergebnisse einer E-FAST-Untersuchung verändern in bis zu 30% der Fälle das Management des Notfallteams vor Ort und die Vorbereitung der aufnehmenden Klinik. Ein positiver Befund kann zu einer deutlichen Verkürzung der Zeit bis zur operativen oder interventionellen Versorgung führen. Die Auswahl der Zielklinik kann insbesondere in ländlichen Rettungsdienstbereichen mit langen Transportzeiten beeinflusst werden (22).

Die Verweildauer am Unfallort oder die Gesamtdauer der Rettung von polytraumatisierten Patienten sind wichtige, aber nicht die entscheidenden Variablen für das Überleben der Patienten. Vielmehr scheint die individuelle Versorgung und – bei positiven Befunden – die Durchführung von invasiven Maßnahmen einen Beitrag zur erfolgreichen Behandlung Schwerverletzter zu leisten (16, 23).

Bei entsprechendem Verletzungsmuster oder einwirkender Kinetik sind die Untersuchungszeit und die daraus resultierenden Maßnahmen gut investiert. Allerdings sollte die präklinische Sonografie möglichst nicht zu einer Verlängerung der Versorgungszeiten führen. Hierbei helfen ein standardisiertes Vorgehen sowie regelmäßiges Training und häufige Anwendung.

### Merke

E-FAST sollte auch bei vorhandenem CT im Schockraum leitliniengerecht standardmäßig im Rahmen des Primary Survey angewendet werden (3). Die dadurch vorhandene Routine und Expertise erleichtert auch die präklinische Anwendung von E-FAST. Bei räumlicher Trennung von CT und Schockraum erhöht eine E-FAST-Untersuchung die Patientensicherheit vor dem Transport zur Diagnostik.

Bei Verkehrsunfällen und in Zeiten konstanter Terrorgefahr ist ein Massenansturm von Verletzten jederzeit möglich (24). Solche Ereignisse sind unvorhersehbar und damit kaum prospektiv zu untersuchen. Unabhängig von der wissenschaftlichen Aufarbeitung wird PoCUS in der Realität von Streitkräften und Hilfsorganisationen bereits eingesetzt (25).

Bei Sichtung (Triage) kann die E-FAST-Untersuchung zur Einschätzung der Behandlungs- und Transportdringlichkeit eingesetzt werden. Sie kann dabei helfen, bei limitierten Ressourcen und bei um den Transport konkurrierenden Verletzungsmustern Prioritäten zu setzen und die Dringlichkeit der Versorgung anhand weiterer Variablen zu definieren (26). Insbesondere bei Patienten der Kategorie Gelb, das heißt aufgeschobene Behandlungspriorität, besteht mittels präklinischer Sonografie die Chance, in regelmäßigen Zeitintervallen eine Reevaluation durchzuführen und Entscheidungen im Transportmanagement zu unterstützen. E-FAST ist Teil des sogenannten CAVEAT-Protokolls (Chest-Abdomen-Vena cava or vascular Extremity in Acute Triage), das speziell für den Einsatz bei einem Massenansturm von Verletzten entwickelt wurde (25). Die ersten beiden Untersuchungsphasen innerhalb des Ablaufs des Anwendungsprotokolls nach CAVEAT beinhalten die E-FAST-Untersuchung. Die Untersuchung wird um die Beurteilung des Füllungszustandes der Vena cava inferior und je nach Patientenzustand, als Teil des Secondary Surveys, um die Untersuchung der Extremitäten ergänzt.

Wichtige Limitationen der E-FAST-Untersuchung sind, gerade in der frühen Phase nach Trauma oder bei Hypotonie, dass die Erstuntersuchung einen negativen Befund anzeigt, der Patient aber dennoch Blut verliert. Hier würde es sich um einen Fixierungsfehler handeln, da die E-FAST-Untersuchung weder retroperitoneale Blutungen noch Blutungen an den Extremitäten erkennt. Dazu kommt, dass Verletzungen von intraabdominellen Organen nicht oder erst verzögert zu einer relevanten Blutung führen können. Daher sind weitere E-FAST-Untersuchungen im Verlauf, die jederzeit durchgeführt werden können, zu planen. Besteht bei Patienten aufgrund von Grunderkrankungen ein Aszites, ein Pleuraerguss oder ein Perikarderguss, so ist keine sichere Differenzierung zwischen chro-

nischen Flüssigkeitsansammlungen und akuten Blutungen möglich. Bei Frauen im gebärfähigen Alter ist eine geringe Flüssigkeitsmenge im Douglas-Raum physiologisch. Bestehen Verwachsungen durch Entzündungen oder Operationen (z.B. Lebereingriff unmittelbar postoperativ), kann dies zu einer abnormen Verteilung der intraabdominellen Flüssigkeit und Luft und daher zu Fehleinschätzungen führen (17).

### Merke

Retroperitoneale Blutungen, Einblutungen in Extremitäten oder traumabedingte Dissektionen der Aorta werden durch die E-FAST-Untersuchung nicht erfasst. Verlaufsuntersuchungen nach negativem Erstbefund für E-FAST müssen eingeplant werden.

**Abb. 4:** Nach sonografischem Nachweis (FEEL-Untersuchung) eines kreislaufwirksamen Perikardergusses bei einem reanimationspflichtigen Patienten erfolgte eine ultraschallgestützte Punktion von subcostal. In Ermangelung eines Perikardpunktionssets wurde als Behelf ein zweilumiger zentraler Venenkatheter eingelegt und blutiger Perikarderguss abgezogen.

## ALS-konformer Reanimationsultraschall nach FEEL-Konzept

Die Point-of-Care Ultraschall-Untersuchung des Herzens bei CPR, Hypotension bzw. Schock ist einer der Grundpfeiler, warum für die präklinische Notfallmedizin Ultraschall zu fordern ist, da nur so die Reanimationsleitlinien korrekt umgesetzt werden. Es handelt sich dabei nicht um eine vollständige Echokardiografie, also Organdiagnostik des Kardiologen,

sondern beschreibt v.a. den Prozess, mit Ultraschall in einer zeitkritischen Situation den aktuellen Zustand des Patienten besser verstehen zu können.

Nach der Auswertung des Deutschen Reanimationsregisters beträgt in Deutschland die Inzidenz für einen prähospitalen Herz-Kreislauf-Stillstand 33/100.000 Einwohner. Von den insgesamt 5.467 im Jahr 2016 registrierten Reanimationen waren ca. zwei Drittel kardial bedingt. Bei 23,6% aller Patienten bestand ein defibrillierbarer Rhythmus und bei 20,9% eine pulslose elektrische Aktivität (PEA). Insgesamt hatten 23,6% der Patienten eine traumatische, andere oder unklare Ursache für einen Herz-Kreislauf-Stillstand (27).

Nach den Leitlinien 2015 des European Resuscitation Council (ERC) soll bei allen Patienten mit instabilem Kreislauf oder mit Kreislaufstillstand, parallel zu den Basis- und erweiterten Wiederbelebungsmaßnahmen (Advanced Life Support, ALS), nach reversiblen Ursachen gesucht und diese therapiert werden (1). Dies gilt auch für Patienten mit sicherer oder vermuteter traumatischer Ursache (2).

Das ALS-konforme Vorgehen nach dem PoCUS-Protokoll der Fokussierten Echokardiografischen Evaluation bei Life support (FEEL) bietet die Möglichkeit, unmittelbar vor oder während einer Wiederbelebung therapierbare Ursachen innerhalb eines kurzen Zeitfensters von maximal 10 Sekunden aufzudecken (28, 29). Kognitiv werden folgende Fragen nacheinander abgearbeitet: Wandbewegungen? Perikarderguss (Perikardtamponade)? Zeichen der akuten Rechtsherzbelastung (RHB) oder Hypovolämie (mit Sweep zu Vena cava inferior)? Nur falls gute Wandbewegungen sichtbar sind und die Oxygenierung gut ist, dann kann das Zeitfenster verlängert werden und eine visuelle Beurteilung der Pumpfunktion vorgenommen werden.

Während der kardiopulmonalen Reanimation (CPR) ist die primäre Standardanlotung der subxiphoidale Vierkammerblick (4-KB) in Kombination mit einem Schwenk („sweep“) auf die Vena cava inferior oder umgekehrt.. Sollte innerhalb des kurzen Zeitfensters von maximal 10 Sekunden kein beurteilbares Sonogramm vorliegen, kann z.B. im Rahmen der nächsten Rhythmuskontrolle eine alternative Anlotung häufig über die parasternale kurze Achse (SAX) oder die lange Achse (LAX) versucht werden. Bei drohender kardiopulmonaler Reanimation oder nach CPR mit Spontankreislauf wird ähnlich vorgegangen, wobei das Zeitfenster dann abhängig von der klinischen Einschätzung größer sein kann.

Der subkostale 4-KB hat die höchste Erfolgsrate im Vergleich zu den anderen echokardiografischen Standardanlotungen, da er in Rückenlage in ca. 80% zu diagnostisch verwertbaren Sonogrammen führt (29). Als Schallkopf sind sowohl der Curved-Array-Schall-



kopf als auch der Sektor-Schallkopf nutzbar. Die voreingestellte Bildtiefe sollte mindestens 25 cm betragen. In einer Studie mit präklinischer FEEL-Untersuchung durch Notärzte gelang in 96% der Fälle eine ausreichende Visualisierung des Herzens (29). Es wurden in dieser Studie insgesamt 230 Notfälle eingeschlossen. Bei  $n = 100$  Patienten wurde eine Reanimation und bei  $n = 130$  wurden bei unklaren Schockzuständen verschiedene Interventionen durchgeführt.

Bei ungefähr einem Drittel der Patienten mit einer Asystolie im EKG und bei mehr als der Hälfte der Patienten mit einer PEA zeigten sich koordinierte Wandbewegungen.

In einer Studie mit 793 Patienten, die präklinisch oder in der Notaufnahme reanimiert wurden und eine FEEL-Untersuchung erhielten, lag die Rate an Patienten mit Rückkehr des Spontankreislaufs (Return of spontaneous circulation, ROSC) bei initial nachweisbaren Wandbewegungen bei 50% (30). Ohne nachweisbare Wandbewegungen war die ROSC-Rate ebenso wie der Anteil an Überlebenden bis zur Krankenhausentlassung deutlich geringer. Der initiale Nachweis von Wandbewegungen war in dieser Studie der beste unabhängige Prädiktor für das Überleben von Patienten. Eine „echte“ PEA oder Asystolie war mit einer deutlich schlechteren Prognose vergesellschaftet.

### Merke

Die Unterscheidung zwischen einer sogenannten echten und einer „pseudo“-pulslosen elektrischen Aktivität ist nur durch die Echokardiografie möglich. Damit kann mittels Echokardiografie der Befund elektromechanische Dissoziation exakter für die klinische Situation beschrieben werden: echte EMD ohne Wandbewegungen oder Pseudo-EMD mit Wandbewegungen bei jeweils vorhandenem EKG-Rhythmus.

Der Nachweis von Wandbewegungen bei CPR deutet auf eine höhere Überlebenschance hin.

Obwohl die Sonografie das Herz, leicht zu erkennende pathologische Befunde und sogar dessen schätzbare Funktion sichtbar machen kann, darf der fehlende Nachweis von kardialen Wandbewegungen nicht als alleiniges Kriterium für einen Abbruch der Reanimation herangezogen werden. Da der Herzstillstand nicht monokausal kardial sein muss, sondern auch Folge einer anderen Pathologie (z.B. Hypoxie bei Fehlintubation) sein kann, sollten vor Entscheidung zum Abbruch einer Reanimation immer nach ABCD-Schema alle Optionen geprüft und alle zur Verfügung stehenden Informationen herangezogen werden.

Der Nachweis einer behandelbaren Ursache mittels FEEL war in Studien mit einer höheren Überlebens-

rate vergesellschaftet (29, 30). So wurden unerwartet Perikardergüsse während der CPR nachgewiesen. Diese waren bei insgesamt acht reanimationspflichtigen und vier kreislaufinstabilen Patienten nachweisbar. Bei sieben Patienten wurde eine Perikardiozentese durchgeführt. Alle Patienten mit einer PEA bei symptomatischen Perikardergüssen und einer erfolgreichen Perikardiozentese hatten unmittelbar ROSC und überlebten bis zur Krankenhausentlassung.

Bei mehreren Patienten misslang eine Perikardpunktion mangels geeigneten Materials (29). Das Erkennen und Therapieren dieser behandelbaren Ursache verlangt, neben dem Vorhandensein eines Ultraschallgeräts, auch entsprechendes Material und Training, um eine Perikardpunktion durchführen zu können (Abb. 4).

Wegen der möglichen Koagelbildung im Perikard ist eine Perikardpunktion bei traumatischen Reanimationen nur eingeschränkt zu empfehlen. Nur falls eine Thorakotomie nicht möglich ist, sollte trotzdem eine Perikardpunktion durchgeführt werden (2). Die Indikationsstellung zur Durchführung einer Clamshell-Thorakotomie könnte bei unklaren oder unsicheren Befunden, insbesondere nach stumpfen Traumata, durch die Notfallsonografie erleichtert werden.

Bei echokardiografischen Zeichen einer Rechts-herzbelastung und klinischem Verdacht auf eine akute Lungenarterienembolie (LAE) oder sichtbaren Thromben wäre eine Lysetherapie zu erwägen. Hier kann die FEEL-Untersuchung zu einem rationaleren und früheren Einsatz der Lysetherapie führen. Zu beachten ist hierbei, dass eine rechtsventrikuläre Dilatation, wenn auch nicht so ausgeprägt wie bei einer LAE, auch als Folge eines Herz-Kreislauf-Stillstands auftreten kann. Der Verdacht auf eine akute Rechts-herzbelastung sollte wegen der Unsicherheit der Größenbeurteilung im subkostalen 4-KB auch in einer weiteren Schnittebene bestätigt werden (31).

### Merke

Die Notfallsonografie führt durch den Nachweis bisher verdeckter behandelbarer Ursachen zu „neuen“ invasiven Prozeduren, auf die der Notarzt vorbereitet sein muss.

Insgesamt führte die FEEL-Untersuchung in mehr als 50% der Fälle zu einer Änderung im Management. Dazu zählten neben invasiven Maßnahmen auch Medikamentengaben oder die Auswahl der Zielklinik (29).

Um ein ALS-konformes Vorgehen zu ermöglichen und um die Unterbrechung für die Echokardiografie zu minimieren, ist eine gute Vorbereitung und Kommunikation im Behandlungsteam notwendig und sollte trainiert werden.

**Merke**

Das Team, der Untersucher und das Gerät müssen bei Einsatz während CPR gut vorbereitet und der Prozess muss trainiert worden sein! Ausreichende Eindringtiefe und richtiges Preset, ausreichend Ultraschallgel auf Schallkopf oder Patienten, keine aktivierte Freeze-Funktion, sowie Aufnahmebereitschaft und ausreichend Speicherkapazität sind Grundvoraussetzungen zur Durchführung der FEEL-Untersuchung.

Der erste Schwerpunkt der FEEL-Untersuchung liegt auf der Integration in den Ablauf des ALS, sodass Unterbrechungen der Thoraxkompressionen, in der eine Betrachtung des Herzens in Echtzeit ermöglicht wird, nur 5 – 10 Sekunden andauern dürfen. Der zweite Schwerpunkt liegt bei der Interpretation des Untersuchungsergebnisses und sollte getrennt davon trainiert werden. Eine Dokumentation, z.B. ein gespeicherter Loop, ist für die Interpretation nach Wiederaufnahme der Thoraxkompression wie auch für die Übergabe im Krankenhaus sehr empfehlenswert.

Die visuelle Einschätzung, „Eye-balling“ des trainierten Anwenders, wird für die Beurteilung der Pumpfunktion genutzt. Die Methode hat außerhalb der CPR eine gute Genauigkeit. Sie ist schnell, in weniger als 10 Herzzyklen, mit dem „trainierten Auge“ und ohne aufwendige Messungen durchzuführen, um einen verlässlichen Eindruck zu erhalten (4). Hier wird der Blick auf folgende Strukturen gelenkt: Systolische Einwärtsbewegung des Myokards, Zunahme der Wanddicke und die Bewegung des anterioren Mitralsegels (32). Mit Eye-balling wird zunächst bei CPR und offensichtlich schlagendem Herzen lediglich die Einschätzung der Pumpfunktion in die Kategorien „hochgradig eingeschränkt“ oder „eher nicht eingeschränkt“ vorgenommen. Zu beachten ist, dass das Ziel die zerebrale Gewebs-oxygenierung ist und die Pumpfunktion zu einem

ausreichenden mittleren Blutdruck führen sollte, der nicht allein mit Eye-balling des Herzens beurteilt werden kann. Die Blutdrucksteuerung bedarf weiterer Messtechniken.

Die Suche nach der Ursache einer Einschränkung der Pumpfunktion muss im weiteren Verlauf erfolgen (2, 27). Nur bei großer Erfahrung und abhängig von der klinischen Frage und dem Kontext kann der Untersucher während der E-FAST-Untersuchung oder bei Schock eine quantitative Einschätzung der Pumpfunktion parallel zum Untersuchungs-Protokoll vornehmen. Dies wäre eher, nach den Qualifikationsanforderungen für die Notfallechokardiografie, einem dafür ausgebildeten Facharzt zu überlassen.

**Merke**

Bei FEEL erfolgt zuerst die Überprüfung, ob das Herz schlägt und ob (leicht erkennbare) Pathologien vorliegen. Ggf. kann eine erste Einschätzung der Pumpfunktion bei schlagendem Herz in „eher nicht eingeschränkt“ oder „hochgradig eingeschränkt“ erfolgen. Die Berechnung der kardialen Pumpfunktion ist weder Bestandteil der E-FAST- noch der FEEL-Untersuchung.

**Cave**

Bei Verwendung eines Curved-Array-Schallkopfes mit Abdomen-Preset droht aufgrund der niedrigen Bildrepetitionsfrequenz eine Unterschätzung der Pumpfunktion.

**Dyspnoe**

Lungensonografie (LUS) „akut“ ist für die Point-of-Care Anwendung in der Präklinik von hoher Bedeutung, da Dyspnoe und akute schwere Dyspnoe zu den wichtigsten Leitsymptomen bei Notfällen gehören. Bei dieser PoCUS-Variante geht es um die stethoskop-ähnliche Untersuchungsmethode, mit der der physiologische Status besser verstanden werden kann, und nicht um Organschnittbilder.

Daher bieten sich drei Verfahren der LUS für die präklinische Sonografie an und sollen hier vorgestellt werden: Abhängig von der klinischen Frage kann gezielt 1. entweder nach extravasalen pulmonalen Flüssigkeitsansammlungen (z.B. Lungenödembildung), 2. nach Pleuraergüssen gesucht oder 3. ein Pneumothorax (PTX) ausgeschlossen oder belastbare Hinweise für die Verdachstdiagnose PTX gesucht werden.

Eine („finale“) Diagnose wird mit Point-of-Care LUS nicht angestrebt, da sich die Diagnose erst aus dem klinischen Kontext mit anderen Befunden ergibt. Mit LUS kann eine Differenzierung zwischen pulmonalen und extrapulmonalen Ursachen des Leitsymptoms Dyspnoe erfolgen (33). Die stethoskop-artige

**Tab. 1: Charakteristische Phänomene und Artefakte der Lungensonografie (5)**

<b>Lungengleiten</b>	Darstellung der atemsynchronen Verschiebung der viszeralen entlang der parietalen Pleura
<b>B-Linien</b>	von der Pleura visceralis ausgehende, bis ans untere Bildschirmende ziehende und sich atemsynchron bewegende vertikale echoreiche Reverberations-artefakte
<b>Lungenpuls</b>	Darstellung der pulssynchronen Bewegung der Pleura visceralis
<b>Lungenpunkt</b>	Pleura visceralis erscheint und verschwindet atemsynchron im Bild → Wendepunkt zwischen noch anhaftendem und bereits von der Thoraxwand abgelöstem Lungengewebe



Untersuchungsdauer beträgt, wenn sie trainiert wurde, weniger als 60 Sekunden.

Der Thorax lässt sich durch anatomische Landmarken in Quadranten unterteilen. Die Begrenzungen sind nach medial das Sternum, als mittlere Unterteilung die vordere und nach dorsal die hintere Axillarlinie. Die horizontale Unterteilung kann durch die Mamillarlinie erfolgen. Durch Untersuchung einzelner Quadranten oder Regionen kann eine Beurteilung der Lunge im Seitenvergleich erfolgen. Pro Untersuchungsposition benötigt der ausgebildete Untersucher nur wenige Sekunden zum Nachweis von charakteristischen Phänomenen oder Befunden wie Lungengleiten, B-Linien und dem Lungensplett (Tab. 1) (5).

Die stethoskop-artige Untersuchungsmethode ist ein praktisches Verfahren, das anhand von Leitlinien als Point-of-Care Lungensonografie entwickelt wurde (34). Sie ist der klinischen Auskultation, insbesondere bei lauten Umgebungsgeräuschen, wie sie in der Präklinik oftmals nicht zu vermeiden sind, ähnlich, aber im Erkenntnisgewinn überlegen. Lediglich akustische Phänomene wie Giemen und Brummen sind nicht visuell abzubilden.

Eine erste Beurteilung sollte immer im B-Mode (Brightness-Mode) als 2-D-Schnittbild im Echtzeitmodus vorgenommen werden. Der M-Mode (Motion-Mode) kann bei unklaren Befunden des B-Mode zur weiteren Analyse oder zu Dokumentationszwecken hilfreich sein.

### **COPD oder kardiale Dekompensation?**

Bei ca. 10% der präklinischen Notfalleinsätze ist Dyspnoe das Leitsymptom, das zur Alarmierung des Rettungsdienstes führt. Menschen mit Luftnot haben in fast 40% der Fälle eine exazerbierte COPD oder eine dekompensierte Herzinsuffizienz (35).

Eine klinische Unterscheidung zwischen kardial bedingter interstitieller Flüssigkeitsansammlung oder einer Infektexazerbation anhand von Anamnese, Auskultation und körperlicher Untersuchung ist bei multipel vorerkrankten Patienten nicht verlässlich. Die verzögerte Diagnose und Therapie einer dekompensierten Herzinsuffizienz ist mit einer erhöhten Mortalität und Morbidität verbunden (8).

B-Linien-Artefakte sind ein früh auftretender Hinweis auf das Versagen der alveolar-kapillären Basalmembran. Mehr als drei B-Linien pro untersuchtem Interkostalraum (ICR) in mindestens zwei Regionen je Hemithorax entsprechen „multiplen B-Linien“ und weisen, wenn bilateral auf dem Thorax nachgewiesen, auf ein generalisiertes Lungenödem hin (Abb. 1). Sie korrelieren mit dem Stadium der Herzinsuffizienz der New York Heart Association (NYHA) (36). Bei einer exazerbierten COPD hingegen ist dieser Befund nicht zu sehen (8).

### **Merke**

Multiple B-Linien sind praktisch zur Differenzierung eines Ödems, z.B. des kardialen Lungenödems. Sie sind auch bei anderen Ursachen nachzuweisen, die durch Störung der Permeabilität der Lunge verursacht werden (z.B. toxisches Lungenödem, eine beidseitige Pneumonie oder ein ARDS). Der klinische Kontext mit Anamnese, körperlicher Untersuchung und anderen Befunden muss einbezogen werden.

### **Pneumothorax ausschließen oder Verdacht erhärten?**

Fast zwei Drittel aller traumatischen Todesfälle in Berlin ereigneten sich 2010 im Bereich der Präklinik (23). Retrospektiv wurde erkannt, dass häufige vermeidbare Todesursachen unerkannte Thoraxverletzungen und nicht oder nur insuffizient entlastete Pneumothoraces waren. Das frühestmögliche Erkennen und Behandeln eines Spannungspneumothorax ist lebensrettend. Dem gegenüber steht eine in fast 25% der Fälle unnötige Nadeldekompression des Thorax (37).

Eine Diagnose nur anhand von klinischen Symptomen und Untersuchungsbefunden wie Auskultation oder Perkussion zu stellen, kann fehleranfällig sein. Hier kann LUS sehr gut helfen, diese diagnostische Lücke, insbesondere bei akut „instabil“ Kranken zu schließen (5). Ein Pneumothorax liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit vor, wenn bei typischer klinischer Symptomatik charakteristische sonografische Befunde oder Phänomene fehlen, d.h. hauptsächlich Formen des Lungengleitens oder wandernde B-Linien.

### **Cave**

Die sonografische Diagnose eines Pneumothorax ist zwar möglich, der aber dazu erforderliche Nachweis des Lungenpunkts nimmt regelmäßig mehrere Minuten in Anspruch. Weiterhin ist der Lungenpunkt bei vollständig kollabierter Lungenhälfte sowie mediastinalem oder posteriorem Pneumothorax nicht nachweisbar.

### **Merke**

Bei fehlendem Lungengleiten, fehlendem Lungensplett und/oder fehlenden B-Linien kann abhängig von der klinischen Symptomatik auch ohne Nachweis eines Lungenpunkts von einem Pneumothorax ausgegangen und dieser therapiert werden (5).

In einer Metaanalyse von 28 Studien mit sonografischem Nachweis eines Pneumothorax betrug die Sensitivität 87% und die Spezifität 99%. Sie war damit der konventionellen a.p.-Röntgenaufnahme des Thorax überlegen. Notfallmediziner erzielten dabei die höchste Sensitivität und Spezifität (38).

**Merke**

Ein unmittelbarer Handlungsbedarf zur Entlastung eines Pneumothorax ergibt sich aus folgenden Kriterien: klinischer Zustand des Patienten, längere Transportzeit, geplante Interventionen (z.B. Beatmung) und geplanter Transport im Hubschrauber.

**Pleuraerguss punktieren oder intubieren?**

Der Ausschluss oder Nachweis von Pleuraergüssen gehört mit zu den häufigsten Fragen der Akut- und Intensivmedizin. Die Untersuchungsmethode ist in Leitlinien etabliert, Basiswissen der Lungensonografie, Bestandteil der E-FAST-Untersuchung und eines der leichtesten Point-of-Care Ultraschallverfahren (3, 5, 34). Der Befund Pleuraerguss lässt sich präklinisch sonografisch leicht erheben stellen.

Bei Dyspnoe sollte immer ein Screening nach Pleuraergüssen durchgeführt werden, da eine unmittelbare Entlastungspunktion möglich ist. Eine Notfallentlastungspunktion sollte klinisch nach Risiko-Nutzen-Abwägung in Betracht gezogen werden. Die Punktion sollte nur nach vorheriger sonografischer Kontrolle des Punktionsortes, Festlegung der Punktionsrichtung und Nadelführungstechnik, idealerweise unter kontinuierlicher sonografischer Sicht, erfolgen.

**Hypovolämie oder Hypervolämie? Die „Auskultation“ der Vena cava inferior**

Die PoCUS-Untersuchung der Vena cava inferior (VCI) kann von hohem Interesse sein und wird bisher im Rahmen der körperlichen Untersuchung von

Notfallpatienten nicht erfasst. Dieses Verfahren ist leider noch recht unbekannt. Man kann aber die VCI faktisch mit dem Ultraschallkopf „auskultieren“ und sie visuell sehr gut beurteilen.

Es gibt drei Hauptindikationen für das Screening der VCI in der präklinischen Notfallmedizin: Trauma, Kollapszustände und V.a. auf kardiale Dekompensation.

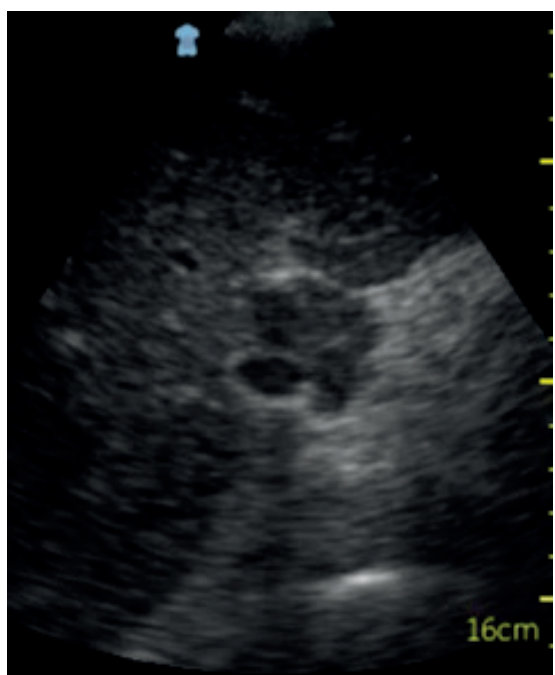
Die VCI ist relativ leicht transhepatisch, subdiaphragmal und 2 cm, d.h. kurz vor Einmündung in den rechten Vorhof sonografisch beurteilbar. Sie wird im Querschnitt sicherer dargestellt. Im Längsschnitt kann wegen der Gefahr des paramedianen Anschnitts fehlerhaft interpretiert werden (ggf. nicht darstellbar bei Hypovolämie, falsch kleiner Durchmesser bei Normalbefund würde zu fälschlicher Interpretation einer Hypovolämie führen). Die Anlotung und Beurteilung der VCI im Querschnitt kann in weniger als 30 Sekunden realisiert werden.

Bei Trauma kann der endexpiratorische Durchmesser der VCI zum frühen Erkennen eines Schockzustandes, noch vor messbarer Hypotonie, eingesetzt werden. Ein Durchmesser von weniger als einem Zentimeter zeigt bei spontan atmenden Patienten eine relevante Hypovolämie an (Abb. 5 a) (26, 39). Dies gilt auch für Kollapszustände, z.B. aufgrund einer Exsikkose, die im klinischen Alltag häufig sind.

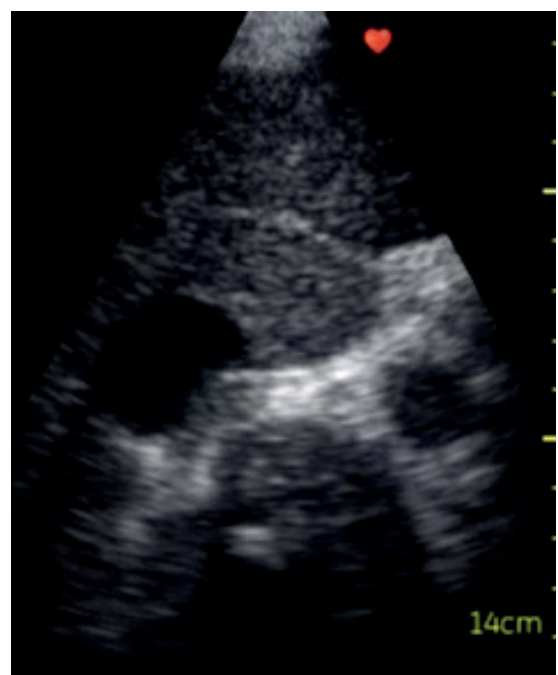
Bei Herzinsuffizienz würde ein Durchmesser der VCI von mehr als 2,5 cm, Verlust der Pulsatilität und eine geringe oder aufgehobene Atemvariabilität, zusammen interpretiert, hoch sensitiv auf eine erhöhte Vorlast hinweisen (Abb. 5 b) (4).

In der Praxis kann durch Screening der VCI (Anlotung transversal) „binär“ in Hypo- oder Hypervol-

**Abb. 5a:** Vena cava inferior (VCI), kurze Achse (SAX) im Epigastrium. VCI klein, im bewegten Clip pulsierend, atmenvariabel, kollabierend, mit maximalem endexpiratorischen Durchmesser von knapp 1 cm (s. Skalierung des Sonogramms)



**Abb. 5b:** VCI, im dynamische Clip nicht pulsierend oder atmenvariabel, mit einem maximalen endexpiratorischen Durchmesser von > 2,5 cm (Vscan, GE)



ämie unterschieden und damit unterschiedliche Therapiestrategien angewendet werden.

### Merke

Die VCI dient dem Screening nach Hypo- oder Hypervolämie. Sie wird durch Einschätzung der Größe, Pulsatilität und respiratorischer Variabilität mittels „Eye-balling“ beurteilt.

## Schwieriger Venenstatus?

Ein interessantes PoCUS-Konzept für die präklinische Notfallmedizin ist die ultraschall-geführte Punktion und Anlage eines Venenverweilzugangs.

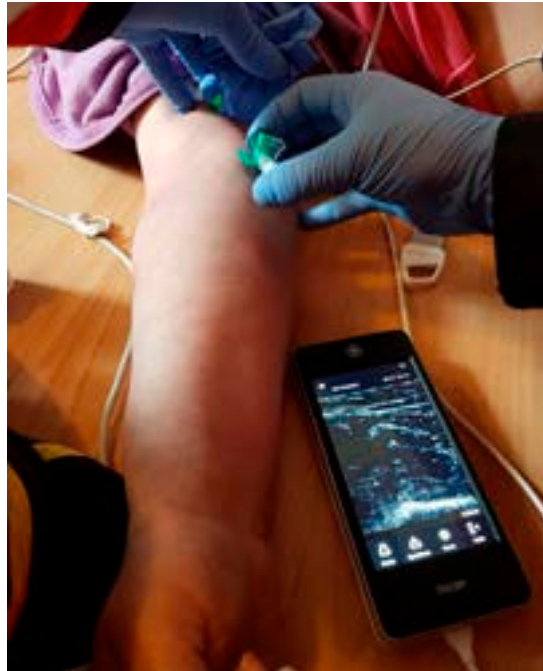
Bei schwierigen Venenverhältnissen kann die Anlage auch großlumiger peripherer Venenverweilkanülen durch eine Visualisierung der Gefäße und Führung der Nadel mittels Ultraschall vereinfacht werden (Abb. 6). Dies ist innerklinisch bei zentralen Venenkanülierungen bereits empfohlener Standard und kann auch bei peripheren venösen und arteriellen Kanülierungen den Patientenkomfort verbessern, da bei Kindern oder adipösen Patienten Mehrfachpunktionen oder arterielle Fehlpunktionen vermieden werden können (6). Die Zeitdauer ist bei Trainierten nicht länger als bei der konventionellen Punktion und die Erfolgsrate ist höher (40). Es gelten die üblichen hygienischen Vorgaben zur Anlage eines periphervenösen Zugangs. Obwohl die Methode zunächst einfach wirkt, ist ein Training am Phantom und die regelmäßige Anwendung bei „nicht-schwierigen“ Venenverhältnissen zum Aufrechterhalten der Fertigkeiten eine Grundvoraussetzung, um diese Technik bei Notfällen und unter Zeitdruck anzuwenden.

### Merke

Der Schallkopf sollte aus hygienischen und technischen Gründen mit einem Überzug (z.B. unsteriler Handschuh wie in Abb. 6 oder besser steriler Überzug) vor direktem Kontakt mit Blut oder Desinfektionsmittel geschützt werden. Außerdem kann somit eine Kontamination der Punktionsstelle mit Ultraschallgel vermieden werden. Zur verbesserten Ankopplung an die Hautoberfläche kann Haut-Desinfektionsmittel verwendet werden, wobei nicht durch einen „Desinfektionsmittelsee“ punktiert werden darf. Voraussetzungen für eine erfolgreiche Kanülierung sind: epifasziale (= subkutane) Venen, Tiefe kleiner 1 cm, Durchmesser bei Stauung mindestens 3 mm, vorheriges Training des Anwenders.

## Schwierige Intubation: Lagekontrolle?

Seit dem Erscheinen der ERC-Leitlinien 2015 besteht die Möglichkeit („Secondary option“) als Alternative zur direkten Laryngoskopie eine Fehlintonation auch



**Abb. 6:** Ultraschall-gestützte Anlage einer peripheren Venenverweilkanüle mit einem Linearschallkopf. Dadurch gelang die problemlose Anlage einer 18 G Venenverweilkanüle am Oberarm rechts. Die Patientin hatte aufgrund des schlechten peripheren Venenstatus und der Notwendigkeit regelmäßiger Krankenhauseinweisungen einen Port.

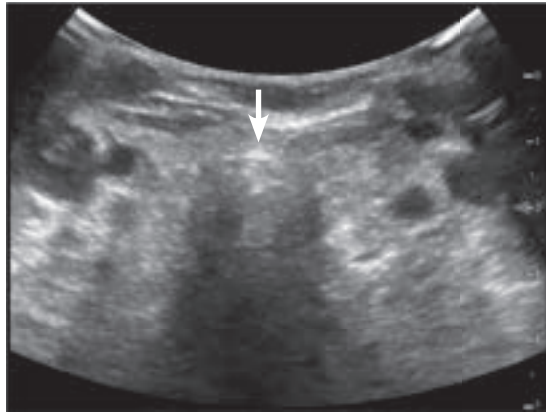
sonografisch nachzuweisen. Dies ist von hoher Relevanz für die präklinische (und klinische) Notfallmedizin, da diese Point-of-Care Ultraschallmethode Vorteile gegenüber der Laryngoskopie zur Bestimmung der Tubuslage hat. Sie bietet bereits innerhalb von 10 Sekunden ein Ergebnis und hat gegenüber der Kapnografie den Vorteil, dass für die Differenzialdiagnose mittels Ultraschall keine Beatmungen notwendig sind. Aufgrund der komplexen Begleitumstände sind präklinisch häufiger schlechte Intubationsbedingungen anzutreffen (41). Bei Reanimationen und massiven Bronchospasmen z.B. liefert die Kapnografie, der aktuelle Goldstandard zur Sicherung der endotrachealen Lage, eher keine verlässlichen Werte.

Es gibt dazu zwei Point-of-Care Ultraschall-Verfahren: 1. direkte Beurteilung der trachealen oder ösophagealen Lage durch Auflegen eines Schallkopfes transversal unterhalb des Krikoids und 2. die Beurteilung zum Ausschluss oder Nachweis einer endobronchialen Fehlintonation.

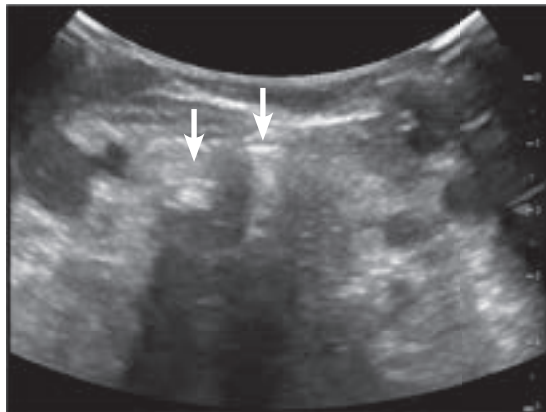
Bei einer ösophagealen Fehllage des Endotrachealtubus lässt sich neben der Trachea ein zweiter Luft-Mukosa-Übergang darstellen. Dieses sog. „double tract sign“ ist eine Blickdiagnose und zeigt eine Fehlintonation in den Ösophagus an (Abb. 7 b) (1, 42).

Der Ausschluss einer endobronchialen Fehllage des Endotrachealtubus per Auskultation kann bei der Notfallversorgung und lauter Umgebung oder zu geringen Atemhüben erschwert sein. Hier bietet die LUS mit Beurteilung von Lungengleiten sowie Lungenspul eine praktische Alternative (42 – 44). Sie ist auch hier schneller umsetzbar als die direkte Laryngoskopie (oder eine Bronchoskopie) und sogar während oder unmittelbar nach CPR gut anwendbar, wenn

**Abb. 7 a:** Hals-Sonografie beim Intubierten im Querschnitt unterhalb des Krikoids. Normale Intubation der Trachea, typische mediane, dorsale Schallauslöschung im Sonogramm. Ein Endotrachealtubus ist nicht abgrenzbar. Das Sonogramm sähe beim Nicht-Intubierten vergleichbar aus. Der Ösophagus kann, muss aber nicht regelmäßig sichtbar sein.



**Abb. 7 b:** Ösophagus enthält Endotrachealtubus, sodass im Sonogramm ein zweites Lumen mit dorsalem Schallschatten vergleichbar zur Trachea sichtbar wird (Mindray TE7, Abdomenschallkopf). Dies ist eine Blickdiagnose für eine ösophageale Fehlintonation und wurde „double tract sign“ (45) genannt.



beatmet wird (1). Cave: Bei Kindern kann Pendelluft eine Fehlintonation oder endobronchiale Fehlintonation maskieren (43, 44).

**Merke**

Die sonografische Tubuslagekontrolle ist ein neues Point-of-Care-Verfahren für klinische Situationen mit Zeitdruck.

**Zusammenfassung**

Die präklinische Sonografie als Teil der Notfallsonografie und verfügbarer PoCUS-Verfahren ermöglicht dem trainierten Anwender

- ein Screening bei Trauma auf Blutungen und behandlungsbedürftige Ursachen bei Kreislaufinstabilität. Damit können zügig rationale Entscheidungen bezüglich weiterer Therapie und Zielklinik(en) getroffen werden.
- den Nachweis oder Ausschluss behandelbarer Ursachen bei CPR.
- eine Differenzierung der wichtigsten Ursachen des Leitsymptoms Luftnot.
- eine Einschätzung des Volumenstatus anhand der Beurteilung der VCI.
- Unterstützung interventioneller Maßnahmen (Perikard-, Pleurapunktionen und auch die Anlage peripherenöser Zugänge).
- die Lagekontrolle des Tubus nach Intubation.

Literatur unter:  
www.skverlag.de/rd-lit

Die im Beitrag behandelten Anwendungsmöglichkeiten sind durch nationale sowie internationale Leitlinien (1 – 3, 6), Empfehlungen (4, 5) und andere Publikationen umfassend gestützt und begründen die Möglichkeiten und Notwendigkeit des Einsatzes in der präklinischen Notfallmedizin. Inwieweit die Umsetzung der Leitlinien gelingt, um damit eine flächendeckende Etablierung für die präklinische Sonografie zu realisieren, sollte anhand der in diesem Beitrag zusammengefassten Argumente, die Beschaffung von Ultraschallgeräten und die Ausbildung für die präklinische Sonografie weiter von den Kostenträgern gefordert werden.

**Danksagung**

Diese Publikation wurde mit Sachmitteln des Netzwerks Ultraschall in der Akut- und Intensivmedizin SonoABCD.org gefördert. Die stethoskop-artigen Untersuchungsmethoden der Lunge, der Vena cava inferior mit Herz von subkostal im 4-Kammer-Blick „sweep“ sowie das Airway Ultrasound Exam sind Point-of-Care-Ultraschallverfahren zur Erweiterung der körperlichen Untersuchung, „Sonoskopie“, die im bewegten Bild nicht publiziert werden können und nicht-kommerzielle Entwicklungen. Diese Verfahrensentwicklungen wurden 2007 von Dr. Breitkreutz vorgestellt. Diese neuen Verfahren sind über [www.yumpu.com/s/Wi7dsfjoaRyANzS4](http://www.yumpu.com/s/Wi7dsfjoaRyANzS4) einsehbar (Zugriff: 21. Juni 2018). Zugangskennungen zu weiteren E-Learnings zum Thema können über [media@sonoabcd-verlag.org](mailto:media@sonoabcd-verlag.org) des SonoABCD-Verlags angefordert werden.

Verantwortlich für den Inhalt und geprüft von:

<p><b>Frank Flake</b>                    ...weil Nähe zählt.</p>	<p><b>Kersten Enke</b>  <b>Daniel Spellerberg</b>                    DIE JOHANNITER                  Johanniter-Akademie</p>
<p><b>Gerald Fuhr</b>                    Arbeiter-Samariter-Bund</p>	<p><b>Ingo Lender</b>  </p>
<p><b>Mario Fancello</b>                    BI                  Bildungsinstitut                  des DRK-Landesverbandes Rheinland-Pfalz e.V.</p>	<p><b>Bernhart Idinger</b>                    WIENER ROTES KREUZ</p>
<p><b>PhDr. Christoph Redelsteiner</b>  </p>	<p>Verantwortlich für die Fachfragen:                  Dr. Gerrit Müntefering                  Facharzt für Chirurgie, Unfallchirurgie, Notfallmedizin,                  Moers</p>
<p><b>Jörg Gellern, Klinikum Oldenburg, Arbeitsgemeinschaft der Berufsfeuerwehren in Niedersachsen</b></p>	