

# Sonographisches Schockraummanagement beim Trauma

## Etabliertes Verfahren beim Traumamanagement

Dieter von Ow, Joseph Osterwalder  
Zentrale Notfallaufnahme ZNA, Kantonsspital St.Gallen

Die Notfallsonographie hat sich in den letzten Jahren beim Traumamanagement im Schockraum etabliert [1], denn sie ist dank des fokussierten Einsatzes beim Notfallpatienten aussagekräftig und grundsätzlich an jedem Ort verfügbar. Zusätzlich sind die sonographische Verlaufsbeobachtung CEUS (Contrast-Enhanced UltraSound) [2] vor oder nach Embolisation [3] und die beliebige Wiederholbarkeit ohne kumulative Strahlenbelastung ein wichtiges Argument für die Notfallsonographie.

Die Notfallsonographie kommt sowohl beim I° als auch beim II° survey zum Einsatz. Die Begriffe des I° (primary) und II° (secondary) survey werden im ATLS® (advanced trauma life support), einem in vielen Notfallstationen der Welt praktizierten Konzept zur Versorgung (poly-)traumatisierter Patienten, verwendet [4].

Im I° survey sollen Hämoperitoneum, Perikardtamponade, massiver Hämothorax und Spannungspneumothorax unverzüglich diagnostiziert und therapiert werden. eFAST (extended Focussed Assessment with Sonography for Trauma) erkennt diese akuten und lebensbedrohlichen Zustände mit hoher Treffsicherheit [1, 5, 6, 7, 8] (Tab. 1). In jüngster Zeit sind im I° survey

**Die Notfallsonographie hat für das Management beim Trauma einen evidenten Stellenwert. eFAST und eFAST-plus tragen dazu bei, im I° survey, d.h. im Schockraum, Leben zu retten. CEUS unterstützt das behandelnde Team im II° survey, zielgerichtet weitere bildgebende Verfahren einzusetzen. Denn die Notfallsonographie und die Computertomographie beim Trauma sind sich ergänzende und nicht sich konkurrierende Verfahren - wie oft diskutiert.**

weitere Indikationen (eFAST-plus) dazugekommen [9]: Abschätzen der Magenfüllung, Erkennen des Hirnhochdruckes usw.

Im II° survey wird der Patient klinisch von Kopf bis Fuß untersucht, radiologisch abgeklärt und entsprechend operiert oder konservativ weiterbetreut. Die Notfallsonographie trägt wesentlich dazu bei, das richtige bildgebende Verfahren zu wählen: Contrast-Enhanced UltraSound (CEUS), Computertomographie, Angiographie usw.

### eFAST

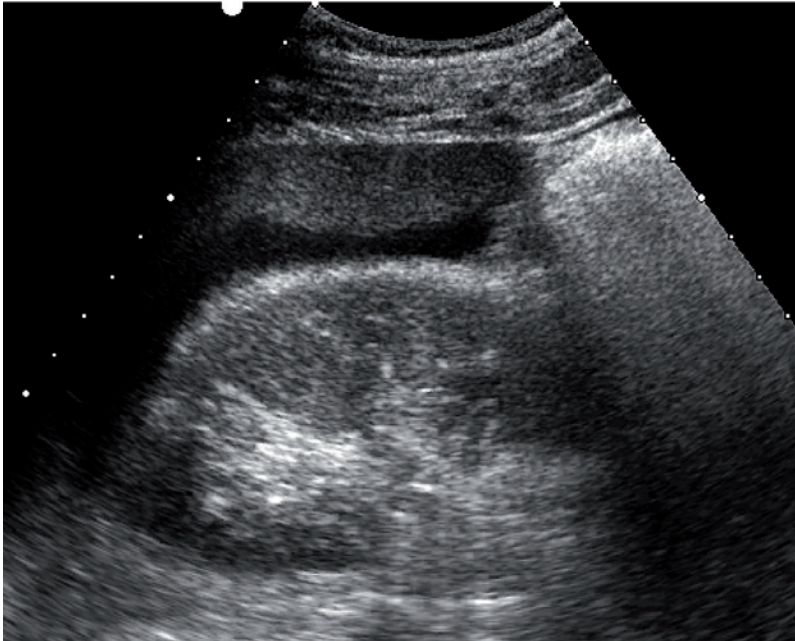
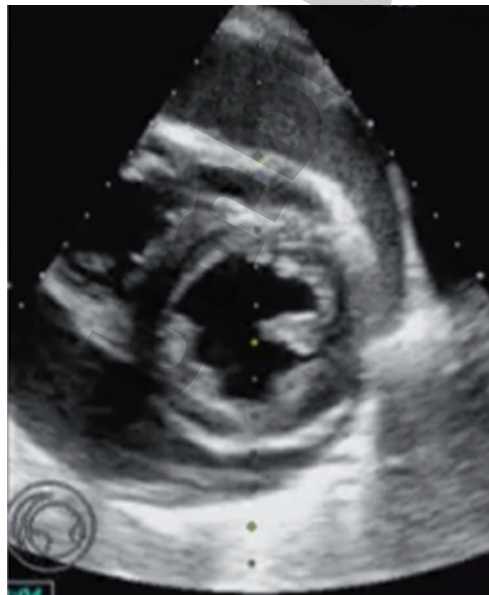
Mit FAST (Focussed Assessment with Sonography for Trauma) hat die Sonographie vor ca. 15 Jahren [12, 13] Einzug in den Schockraum gehalten und sich gut 5 Jahre später zu eFAST (extended Focused Assessment with Sonography for Trauma) weiter-

**Tab. 1** Im vorliegenden Artikel besprochene Indikationen der Notfallsonographie, geordnet nach I° survey (eFAST, eFAST-plus) und II° survey (CEUS) des Traumamanagements. Zusammengefasst sind ebenfalls Sensitivität (Sens) und Spezifität (Spez) der jeweiligen Indikationen/Fragen.

	Frage	Sens	Spez	Literatur; Bemerkung
<b>eFAST</b>				
Hämoperitoneum	vorhanden?	36-99%	88-93%	[1]; Indikation Notoperation belegt [5]
Perikarderguss	vorhanden?	56-100%	87-10%	[6]
Hämothorax	vorhanden?	96%	99-100%	[7]; Besser als Röntgenbild
Pneumothorax	vorhanden?	86-98%	28-75%	[8]; Besser als Röntgenbild
<b>eFAST-plus</b>				
Magen	Retention?			
Hirndruck	erhöht?	91-99%	92-96%	[10, 11]; ≥4.8mm „Papillendurchmesser“
<b>CEUS</b>				
Organblutung	vorhanden?	87-96%	92-98%	[2, 3]; mit Kontrolle nach Embolisation

**Tab. 2** Mit eFAST in der Erstbeurteilung abzuklärende Fragen

• Hämato-peritoneum vorhanden?	Notoperation* notwendig?
• Perikarderguss vorhanden?	Perikarddrainage* sofort notwendig?
• Hämothorax vorhanden?	Thoraxdrainage* sofort notwendig?
• Pneumothorax vorhanden?	Thoraxdrainage sofort notwendig?
	*Zweihöhleneingriff notwendig?
	*Thorako-abdomales CT notwendig?

**Abb. 1** Blut zwischen Niere und Milz.**Abb. 2** Perikarderguss, Kompression (Tamponade) des rechten Ventrikels.

entwickelt [14]. Die Notwendigkeit für diese Zusatzuntersuchung - adjunct im ATLS®[4] - ergab sich aus dem Wissen, dass der hämorrhagische Schock mit 30-40% die zweithäufigste Todesursache beim Trauma ist und dass 20-40% der dafür

verantwortlichen Abdominalverletzungen klinisch nicht erkannt werden [15, 1].

Für eine komplette eFAST-Untersuchung werden die tiefen interkostalen Schrägschnitte rechts und links, der mediane Schnitt des kleinen Beckens, der subxyphoidale Schnitt, die subkostalen Schnitte rechts und links sowie die antero-lateralen Thoraxlängsschnitte rechts und links benötigt. Technische Voraussetzung ist lediglich ein Konvexschallkopf (2-5MHz); für die Thoraxlängsschnitte kann auch ein Linearschallkopf verwendet werden und für das transthorakale Schallfenster des Herzens eignet sich eine Kardiosonde, falls es von subkostal schwierig ist [16].

Traumapatienten mit Dyspnoe, Schock oder Zeichen (Schmerz, Kontusionsmarken) einer stumpfen, respektive penetrierenden Verletzung von Thorax, Abdomen oder Becken werden im 1° survey, d.h. in den ersten Minuten nach Übernahme im Schockraum, nach ATLS® untersucht [4]. eFAST ist ein wichtiger Bestandteil dieser Erstbeurteilung und hilft folgende diagnostischen und therapeutischen Fragen schnell beantworten zu können (Tab. 2) [17]:

### Hämato-peritoneum vorhanden?

Ein echoarmes Band zwischen Leber und Niere (Abb. 1), um die Milz und/oder zwischen Milz und Niere, ein echoarmer Streifen zwischen Leber und «Pleuralinie», sowie echoarme Bereiche um die Blase (seitlich, vorne oder hinten) oder zwischen den Darmschlingen entspricht beim Traumapatienten intraperitoneal Blut - auch freie Flüssigkeit genannt. Bei Frauen ist freie Flüssigkeit,  $\leq 3$  cm antero-posterior gemessen, im Douglas normal. Selten ist das intraperitoneale Blut bereits koaguliert, d.h. unregelmässig echogen und von den umgebenden Strukturen schwer abzugrenzen.

### Notoperation notwendig? - Thorako-abdominales CT notwendig?

- Ein Patient im therapierefraktären hämorrhagischen Schock (ATLS®: non-responder [4]) mit sonographisch festgestelltem Hämato-peritoneum wird sofort einer Notoperation zugeführt.
- Ein Patient mit Hämato-peritoneum und kurzfristigem oder definitivem Therapieansprechen (transient-responder respektive responder [4]) kann z. B. mit einem Polytrauma-CT weiter abgeklärt werden.

### Perikarderguss vorhanden?

Ein echofreies oder echoarmes Band um die Ventrikel und Vorhöfe entspricht einem Perikarderguss. Hämodynamisch zunehmend relevant sind die Kompression des rechten Vorhofes, des rechten Ventrikels (Abb. 2) und das Vorwölben des Septums (D-sign) in den linken Ventrikel. Man spricht von Perikardtamponade.

### Perikarddrainage sofort notwendig?

- Ein Patient im therapierefraktären Schock mit sonographisch diagnostiziertem Perikarderguss muss umgehend entlastet werden.
- Ein Patient mit Schock und Perikarderguss, der kurzfristig auf Volumengabe anspricht, wird fokussiert echokardiographisch untersucht: Tamponadezeichen führen zur Entlastung.

### Hämothorax vorhanden?

Ein echofreier oder echoarmer Raum (wie eine Klausmütze mit der Spitze im recessus costodiaphragmaticus) direkt an das Zwerchfell (ein von zwei echoreichen Streifen begrenztes echoarmes Band) angrenzend, bedeutet beim Traumapatienten Blut im Pleuraraum. In diesen Hämothorax kann die komprimierte Lunge als flottierender und pulsierender «Zipfel» (Atelektase) hineinragen. Ein massiver Hämothorax führt zur Druckerhöhung im Mediastinum mit Kompression der vena cava und damit zu einer Behinderung des venösen Rückstroms in das rechte Herz.

### Thoraxdrainage sofort notwendig?

- Ein Patient mit Schock und sonographisch festgestellten Pleuraergusses hat einen hypovolämischen und (!) ev. auch einen obstruktiven Schock! Die - sonographisch gesteuerte - Thoraxdrainage gibt Hinweise über tatsächlich verlorenes Blut und beseitigt die Obstruktion sofort.
- Im Gegensatz zum Thoraxröntgenbild kann sonographisch auch wenig pleurale Flüssigkeit, und damit eine Pleura-/Lungenverletzung, detektiert werden.

### Pneumothorax vorhanden?

Fehlendes «Lungengleiten» (= Vor- und Rückwärtsbewegung der «Pleuralinie») und fehlende Kometenschweifartefakte (= echoreicher Strahl von der «Pleuralinie» aus senkrecht in das belüftete Lungenparenchym hinein) sprechen beim Traumapatienten für einen Pneumothorax. Gesucht wird der Pneumothorax an den, auf die aktuelle Lagerung des Patienten bezogenen, ventralen Thoraxstellen. Dort sammelt sich, den physikalischen Gesetzen folgend, die Luft an. Differentialdiagnostisch ist auch an eine Emphysem-Bulla zu denken.

### Thoraxdrainage sofort notwendig?

- Ein Patient im Schock und sonographischem Verdacht auf Pneumothorax hat bis zum Beweis des Gegenteils einen Spannungspneumothorax, der unverzüglich entlastet werden muss.
- Im Gegensatz zum liegenden Thoraxröntgenbild kann sonographisch auch ein ventral gelegener Pneumothorax und damit eine Pleura-/Lungenverletzung erkannt werden.

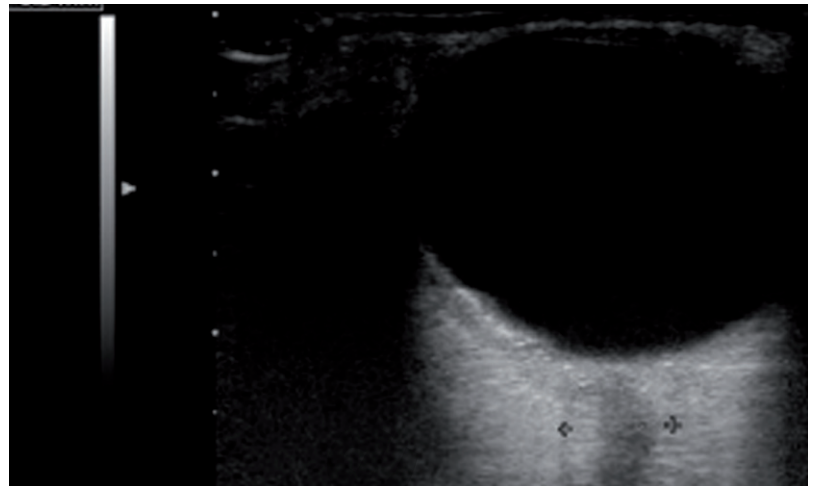


Abb. 3 Optikus-Nervenscheide verbreitert.

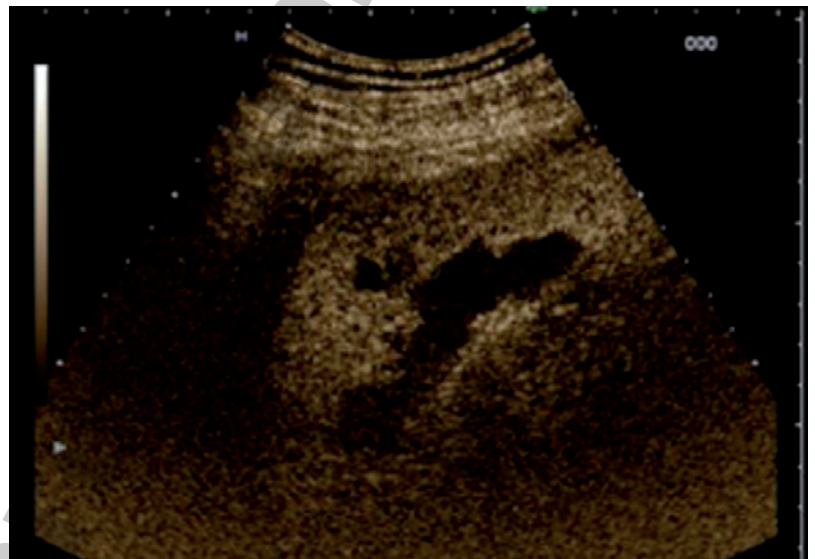


Abb. 4 CEUS - Milzhämatom

### eFAST-plus

Die Notfallsonographie im Schockraum umfasst neben dem eFAST sonographisch gesteuerte Interventionen (Einlage von Venenverweilkatetern), hämodynamisches Monitoring (Verhalten/Weite der Vena cava inferior, Grösse/Funktion der Herzhöhlen usw.) und in jüngster Zeit sind im 1° survey weitere diagnostische und therapeutische Fragen dazugekommen [9, 18], die im Folgenden an zwei Beispielen erläutert werden (Tab. 3):

Tab. 3 Zwei Beispiele für im eFAST-plus abzuklärende Fragen

• Magen: Retention?	Magensonde sofort notwendig?
• Hirndruck erhöht?	Computertomographie notwendig? Hirndruckmessung notwendig?

### Magen: Retention?

Eine inhomogene Raumforderung (oft mit Spiegelbildung, d.h. mit echoreichem dorsalem «Bo-



den» und echoarmem ventralem Anteil) und mehrschichtiger Hülle entspricht dem gefüllten Magen. Diese Retention des Magens kann am besten vom tiefen interkostalen Schrägschnitt links mit Kippung der Sonde nach ventral - bezogen auf die Milz - eingesehen werden.

#### Magensonde sofort notwendig?

> Ein Traumapatient mit Dyspnoe, Schock und/oder Bewusstseinsstörung und Magen-Retention benötigt eine Magensonde, insbesondere wenn eine Intubation/Beatmung vorgesehen oder bereits erfolgt ist.

#### Hirndruck erhöht?

Wenn der Durchmesser der Optikus-Nervenscheide  $\geq 4.8$  mm beträgt, ist der Hirndruck erhöht. Die Messung erfolgt am geschlossenen Auge durch das Oberlid und den Augensulcus (Schallfenster); [9, 10, 19].

#### Computertomographie notwendig? Hirndruckmessung notwendig?

> Ein Patient mit Schädelhirntrauma, Bewusstseinsverminderung und Verdickung der Optikus-Nervenscheiden muss computertomographisch weiter abgeklärt werden oder, falls keine direkte Operationsindikation besteht, eine Hirndruckmessung und -therapie erhalten.

#### CEUS

Das sonographische Management beim Trauma hat im II° survey vorwiegend die Aufgabe, okkulte Blutungen solider Organe (Niere, Milz, Leber) zu entdecken [2]. Die Notfallsonographie bedient sich dabei der Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) und stellt folgende Fragen:

#### Organblutung (Niere, Milz, Leber) vorhanden?

Die fehlende Anfärbung mit Kontrastmittel im Nieren-, Milz- oder Leberparenchym spricht für einen Perfusionsausfall im betroffenen Parenchym. Diese Perfusionsausfälle nach stumpfen Traumen entsprechen Hämatomen und sind entweder unter der Kapsel (subkapsulär) oder im Parenchym.

Ev. kann auch ein Kontrastmittel-»Jet« in einem Bereich fehlender Kontrastmittelanfärbung beobachtet werden: das ist eine aktive Blutung in ein Hämatom.

#### Bildgebendes Verfahren (Angiographie)? Hospitalisation Indikation?

- Ein Traumapatient mit Nieren-, Milz- oder Leberparenchymhämatom und noch aktiver Blutung benötigt eine Angiographie mit der Möglichkeit zur Embolisation.
- Ein Traumapatient mit Parenchymhämatom mit/ohne Embolisation muss hospitalisiert,

immobilisiert und intensivmedizinisch (nur initial) überwacht werden. - Eine CEUS-Kontrolle vor Remobilisation wird empfohlen.

- Ein Traumapatient mit fehlendem Nachweis eines Organhämatoms (CEUS) oder einer anderen Verletzung kann ambulant versorgt werden [20].

#### Literatur

- 1 Jehle D, Heller MB. Ultrasonography in Trauma – The FAST Exam. ACEP 2003
- 2 Catalano O, Aiani L, Barozzi L, et al. CEUS in abdominal trauma; multicenter study. *Abdom Imaging* 2008; 34: 225-234
- 3 Dormagen J, Meyerdieks O, Gaarder C, et al. Contrast-Enhanced Ultrasonographie of the Injured Spleen after Embolisation – Comparison with Computed Tomography. *Ultraschall in Med* 2011; 32: 485-491
- 4 Advanced Trauma life Support for Doctors. ATLS® student course manual. American College of Surgeons Committee on Trauma. 8th edition, Chicago 2008
- 5 Melniker LA. The Value of Focused Assessment with Sonography for Trauma Examination for the Need for Operative Intervention in Blunt Torso Trauma: A Rebuttal to "Emergency Ultrasound-based Algorithms for Diagnosing Blunt Abdominal Trauma (Review).", from Cochrane Collaboration. *Publ. Springer-Verlag* 2009
- 6 Zehtabchi S, Sinert R. Chest Trauma. In: Evidence-based emergency medicine. Edited by Rowe BH. Blackwell Publishing 2009: 370
- 7 Ma OJ, Mateer JR. Trauma ultrasound examination versus chest radiography in the detection of hemothorax. *Ann Emerg Med* 1997; 29: 312-316
- 8 Wilkerson RG, Stone MB. Sensitivity of bedside ultrasound and supine anteroposterior chest radiographs for the identification of pneumothorax after blunt trauma. *Acad Emerg Med* 2010; 17: 11-17
- 9 DEGUM-Arbeitskreis Notfallsonographie: Vorschlag für ein 3-Länderübergreifendes Ausbildungskonzept und Curriculum Notfallsonographie. Version 23.2.2010
- 10 Rajajee V, Vanaman M, Fletcher JJ et al. Optic Nerve Ultrasound for the Detection of Raised Intracranial Pressure. *Neurocrit Care* 2011; Jul 19 [ahead of print]
- 11 Soldatos T, Chatzimichail K, Papatheanasiou M, et al. Optic nerve sonography: a new window for the non-invasive evaluation of intracranial pressure in brain injury. *Emerg Med J* 2009; 26(9): 630-634
- 12 Rozycki GS, Shackford SR. Ultrasound, What Every Trauma Surgeon Should Know. *J Trauma* 1996; 40: 1-4
- 13 Scalea TM, Rodriguez A, Chiu WC et al. Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST): Results from an International Consensus Conference. *J Trauma* 1999; 46: 466-472
- 14 Kirkpatrick AW, Sirois M, Laupland KB, et al. Hand-Held Thoracic Sonography for Detection Post-Traumatic Pneumothoraces: The Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma (EFAST). *J Trauma* 2004; 57: 288-295
- 15 Sauaia A, Moore FA, Moore EE, et al. Epidemiology of Trauma Deaths: A Reassessment. *J Trauma* 1995; 38: 185-193
- 16 Osterwalder JJ. Notfallsonographie. In: Strunk H, Fröhlich E, Wild K. *Klinikleidfaden Sonographie*. Common Trunk. Elsevier; Urban und Fischer. 2. Auflage, München 2011
- 17 Osterwalder JJ. Update FAST. *Praxis* 2010; 99(25): 1545-1549
- 18 Körner M, Krötz MM, Degenhart C, et al. Current Role of Emergency US in Patients with Major Trauma. *RadioGraphics* 2008; 28: 225-244
- 19 Hauser D. Fallserie: Korrelation des sonographisch gemessenen n. opticus-Durchmessers mit dem Be-

fund des cranio-cerebralen Computertomogramms.  
Persönliche Mitteilung 2011

- 20 Mattle J. Fallserie: Contrast-enhanced ultrasonography (CEUS) der Nieren, Milz und Leber als Kriterium für die stationäre Aufnahme oder ambulante Entlassung von Patienten mit stumpfem Bauchtrauma. Persönliche Mitteilung 2010



#### Korrespondenz

Dr. med. Dieter von Ow  
Zentrale Notfallaufnahme ZNA  
Kantonsspital St.Gallen  
9007 St.Gallen  
dieter.vonow@kssg.ch

#### Autorenerklärung

Der Autor gibt an, dass für diese Arbeit keine Interessenkonflikte bestehen.

#### Emergency ultrasound in the resuscitation room in trauma patients

Emergency ultrasound is established in the management of trauma patients in the resuscitation room, it is everywhere available and can be repeated as often as necessary. eFast helps in the 1° survey (first examination of advanced trauma life support, ATLS®) to identify a hemoperitoneum, a pericardial tamponade or a big haemothorax. Among other things with eFast a retention of the stomach oder a elevation of intracranial pressure can be detected. Emergency ultrasound contributes significant to select the appropriate imaging method in the II° survey: CEUS, CT, angiography, etc. Ultrasound and other imaging methods do not compete, they complement one another.

#### Key words

Emergency ultrasound – eFAST – eFAST-Plus – ATLS® – first examination – second examination – CT in polytrauma – pericardial tamponade – raised intracranial pressure – organ bleeding

Umbruchkopie