

Leitfaden präklinische Notfallsonografie¹⁻⁴

Generelle Bemerkung zu diesem Skript:

Dieses Dokument bildet eine kompakte Zusammenstellung einer möglichen einfachen Vorgehensweise zur Umsetzung präklinischer point-of-care - Sonografien. Dieses Skript enthält die wichtigsten Fakten zum Thema, ersetzt mit seinem schlanken Format aber nicht das umfassende Literaturstudium und gewährt somit keine ausreichende Vollständigkeit um als einziges Lehrmittel verwendet zu werden.

Einige relevante Quellen sind im Anhang aufgeführt. Zur Erleichterung des Leseflusses sowie aufgrund der geringen Relevanz wird auf eine einzelne abschnittsweise Quellenangabe mehrheitlich verzichtet.

Autor: Dr. med. Jeff Huber

Inhalt

1	Grundlagen.....	2
2	Lunge	3
2.1	Hinweise für ein Lungenödem?	3
2.2	Pleuraerguss?.....	3
2.3	Pneumothorax?	4
3	Herz.....	5
3.1	Perikarderguss?.....	5
3.2	Zeichen einer Rechtsherzbelastung?.....	5
3.3	Mechanische Aktivität bei einer PEA?.....	5
4	Abdomen	6
4.1	Abdominales Aortenaneurysma?.....	6
4.2	Zeichen einer Hypovolämie?	6
4.3	Freie Flüssigkeit im Abdomen?.....	7
5	Quellen	7

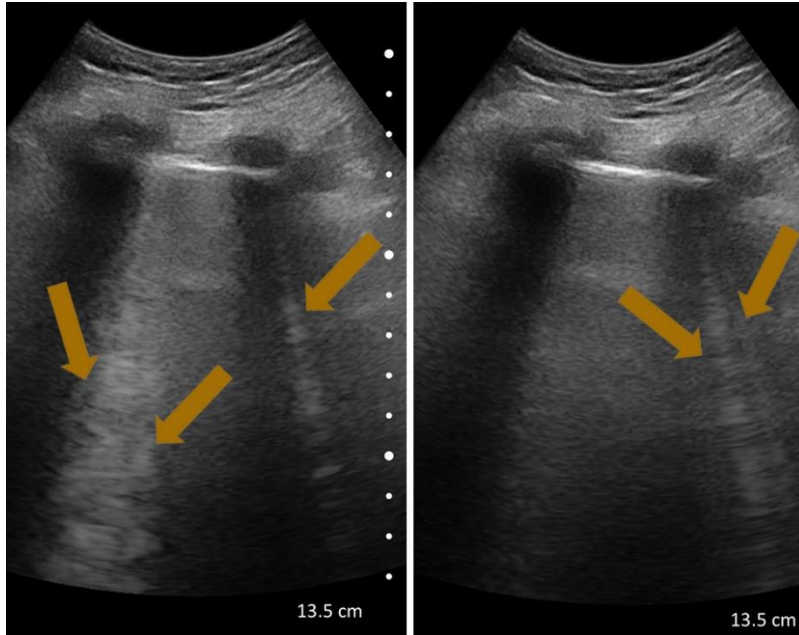
1 Grundlagen

- Die präklinische Notfallsonografie befasst sich anders als die strukturierte Organuntersuchung mit einer sehr gezielten Fragestellung (POCUS; point of care ultra-sonography).
- Die POCUS wird als *ergänzendes diagnostisches Tool*, zusätzlich zum klinischen Untersuch, eingesetzt.
- Der Zeitpunkt der Untersuchung soll bewusst gewählt werden. Nach Möglichkeit (Ausnahme: Reanimation) erfolgt die Sonografie während dem Transport (*«on the road»*).
- Die Untersuchung soll ab Beginn der Sonografie spätestens nach *3 Minuten* abgeschlossen sein.
- Folgende Fragestellungen stellen eine Indikation zur präklinischen POCUS dar:
 - Lunge
 - Hinweise für ein **Lungenödem**? Ja/Nein
 - **Pleuraerguss**? Ja/Nein
 - **Pneumothorax**? Ja/Nein
 - Herz
 - **Perikarderguss**? Ja/Nein
 - Zeichen einer **Rechtsherzbelastung**? Ja/Nein
 - **Mechanische Aktivität** bei PEA? Ja/Nein
 - Abdomen
 - abdominales **Aortenaneurysma**? Ja/Nein
 - Zeichen einer **Hypovolämie**? Ja/Nein
 - **freie Flüssigkeit im Abdomen**? Ja/Nein
- Es kann vorkommen, dass eine sonografische Untersuchung keine konklusiven Befunde liefert (technische Probleme, Patient bewegt, Lagerung ungünstig, Einstellung nicht möglich...). Dieser Fall erfordert eine Antizipierung: die fehlende Antwort der fokussierten Frage an POCUS verlangt die Abstützung auf die klinische Beurteilung und ein zügiges Klären des Procedere ohne Ultraschalluntersuchung.

2 Lunge

Lunge galt die Lunge als «nicht schallbar», da die Schallwellen von der Luft kaum reflektiert werden. Inzwischen gelingt jedoch durch die Interpretation von Artefakten eine breite Aussage zu konkreten Fragestellungen.

2.1 Hinweise für ein Lungenödem?



In der *anterioren Interkostalansicht (parasternal)* richtet man den Schallkopf in die Tiefe der Lunge. Erkennbar werden die Rippen (runde hypoechoogene «Kreise» mit dorsaler Schallauslöschung) und dazwischen die Pleura. Bei vermehrter Flüssigkeit in dieser Zone kommt es zu *kometenschweifartigen Schallverstärkungen*, welche als **B-Lines** identifiziert werden können.

Abbildung 1: B-Linien in der beidseitigen anterioren Interkostalansicht

Treten auf beiden Lungenhälften **mindestens 2 B-Linien pro ICR** auf, handelt es sich um ein **interstitielles Lungenödem**.

2.2 Pleuraerguss?

Zur Darstellung eines Pleuraergusses ist der Schallkopf im caudalen Thorax auf der hinteren Axillarlinie zu platzieren (Erguss ist schwerer als Luft). Gesucht wird eine hypoechoogene Flüssigkeitskolektion mit darin sichtbar schwimmender Lungenspitze. Durch die Atelektasen treten sogar Schallwellen durch die Lunge hindurch. Fehlen Pleuraergüsse, so werden die Schallwellen direkt an der Pleura totalabsorbiert, wodurch sich ein atemabhängiger Vorhang angrenzend an die Parenchymorgane Leber resp. Milz ergibt.

Fehlt im **Recessus costodiaphragmaticus** eine sichtbare **hypoechoogene Kollection**, ist ein relevanter Pleuraerguss sehr unwahrscheinlich.

2.3 Pneumothorax?

In der Beurteilung eines möglichen Pneumothorax gibt es verschiedene Hinweise.

Am proximalsten zum Schallkopf kann zwischen den Rippen die **Atemverschieblichkeit** der Pleura visceralis (in Abbildung 2 hell leuchtend) beobachtet werden. Dieses sogenannte Lungengleiten *schliesst einen Pneumothorax aus*.

Falls ein Lungenödem vorliegt und **B-Lines** beobachtet werden, ist damit ein Pneumothorax auf der betroffenen Seite *ebenfalls ausgeschlossen*.

Kommen weder ein Pleuragleiten noch B-Lines vor, geht die Untersuchung weiter.

Falls ein **Lungenpunkt** detektiert wird, ist ein *Pneumothorax bewiesen*. Der Lungenpunkt stellt die Grenze zwischen Pleura visceralis der Lunge und der Luft im Interpleuralraum dar und zeigt sich durch ein atemvariables Hin- und Hergleiten der Grenze zwischen Lunge und Luftartefakten (Abbildung 3).

Existiert kein Lungenpunkt, wird als nächstes nach dem **Lungenpuls** gesucht. Dazu verwendet man den M-Mode mit der Zeitaufzeichnung des ICR. Durch die Pulsation der Gefässe zittert die Lunge, was sich im M-Mode in Linien über die ganze Tiefe auswirkt. Mit diesem Artefakt ist ein *Pneumothorax ausgeschlossen*.

Zeitgleich im M-Mode kann man den Verlauf unterhalb der Pleura in **Barcode-Sign** (anhaltende Linien als *Hinweis für einen Pneumothorax*) versus **Seashore-Sign** (strandähnliches inhomogenes Muster aufgrund der Luftartefakten, was *gegen einen Pneumothorax spricht*) differenzieren.

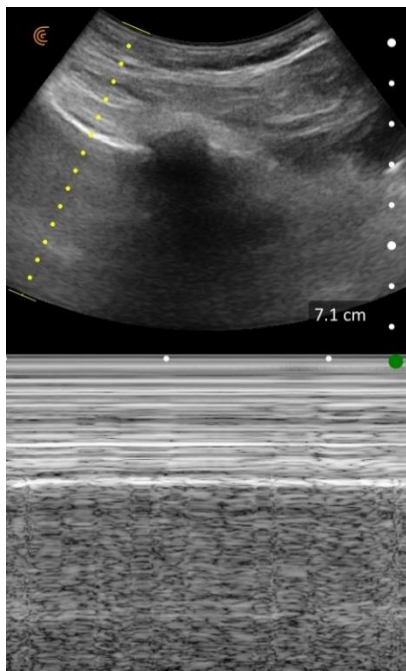


Abbildung 2: ICR im M-Mode mit heller Pleura und distalem Seashore-Sign

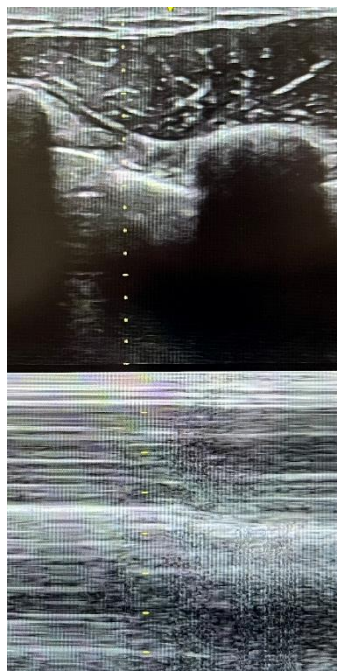


Abbildung 3: ICR im M-Mode mit Lungenpunkt auf Höhe der M-Linie; in der Zeitachse damit Wechsel von Barcode- zu Seashore-Sign

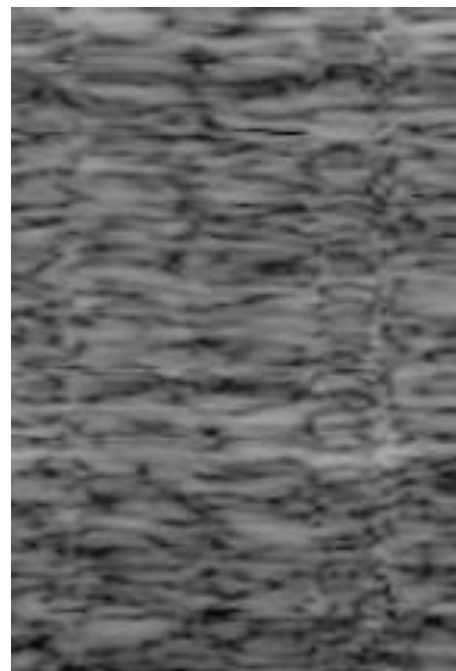


Abbildung 4: Vergrößerung der M-Mode-Aufnahme (Abb. 2) mit deutlichem Lungenpuls

3 Herz

Es gibt viele Möglichkeiten ein Herz sonografisch zu untersuchen. Eine einfache Beurteilung ist im **subxyphoidalen Schallfenster** möglich – ohne einen enormen Caseload an Erfahrung. Relevant dabei ist, dass der Schallkopf nicht verdreht wird. Orientierend bestätigt die Leber auf der linken Seite im Bild die korrekte Achse.

3.1 Perikarderguss?

Der Pericarderguss komprimiert aufgrund des niedrigsten Füllungsdrucks als erstes den rechten Vorhof. Für die POCUS ist der Pericarderguss jedoch dann relevant, wenn er die Hämodynamik beeinflusst. Ab dann würde sich um das Herzen ein **hypoechogener Randsaum** zeigen.

3.2 Zeichen einer Rechtsherzbelastung?

Selten sieht man einen Thrombus der LE direkt im rechten Herzen. Hinweisend auf eine Volumenüberladung im kleinen Kreislauf respektive eine Rechtsherzbelastung ist eine Dilatation des rechten Ventrikels. Im Eye-Balling zeigt sich eine Volumenüberladung, sobald **in der Diastole der rechte Ventrikel grösser als der linke Ventrikel** erscheint.

3.3 Mechanische Aktivität bei einer PEA?

Eine pulslose elektrische Aktivität bedeutet eine detektierbare Stromaktion ohne tastbare Pulse. Um Pulse zu palpieren, ist ein minimaler Druck nötig. Liegt der durch minimalen Auswurf generierte Blutdruck unterhalb der palpierbaren Grösse, beurteilen wir die Situation klinisch als PEA.

Sonografisch kann die Herzaktivität jedoch auch ohne messbare Pulse identifiziert werden. Man spricht dann von einer **Pseudo-PEA**, welche eine angepasste Behandlung verdient.

Die sonografische Beurteilung der Herzaktivität soll erst begonnen werden, wenn die Reanimation nach ALS installiert ist (offener Airway mit zufriedenstellender Beatmung, organisierte Thoraxkompression, regelmässige Rhythmusanalyse mit installierten Defi-Pads, liegender Zugang mit algorithmenkonformer Medikamentengabe). Die Sonografie soll die Kompression, die Analyse oder die Defibrillation weder verzögern noch unterbrechen. Als idealer Zeitpunkt wird die Rhythmusanalyse betrachtet: Während der Analyse (Beatmung / Pulstastung / Rhythmusbeurteilung delegiert) wird ein kurzes Video der Herzsonografie aufgezeichnet und dieses während dem folgenden Zyklus analysiert.

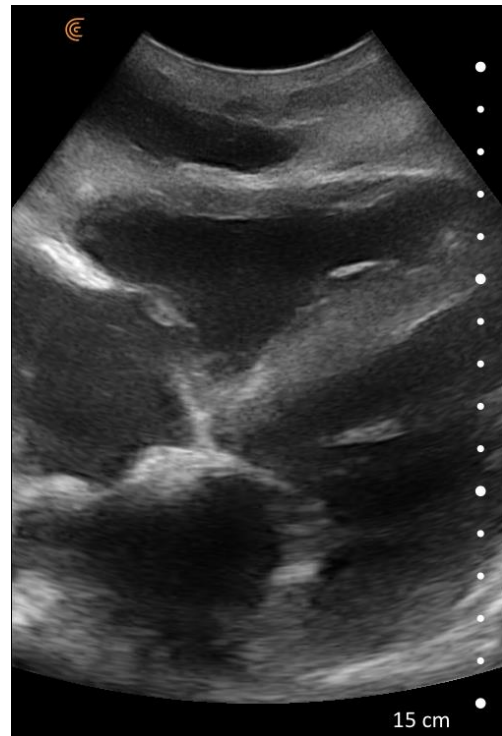


Abbildung 5: Herz im subkostalen 4-Kammerblick (S4C)

4 Abdomen

4.1 Abdominales Aortenaneurysma?

Das Aufsuchen der Aorta abdominalis gestaltet sich am einfachsten im **Oberbauch-Querschnitt**, von wo aus man langsam nach kaudal schwenkt und die Aorta verfolgt.

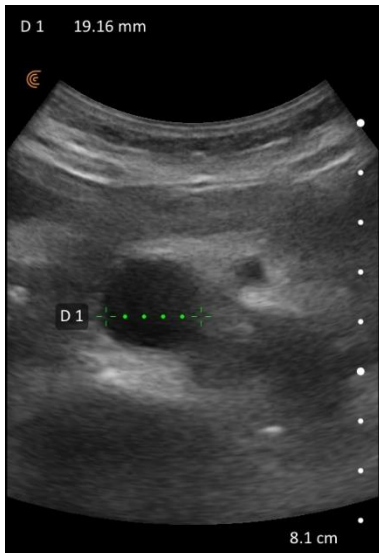


Abbildung 6: Aorta im Oberbauch-Querschnitt

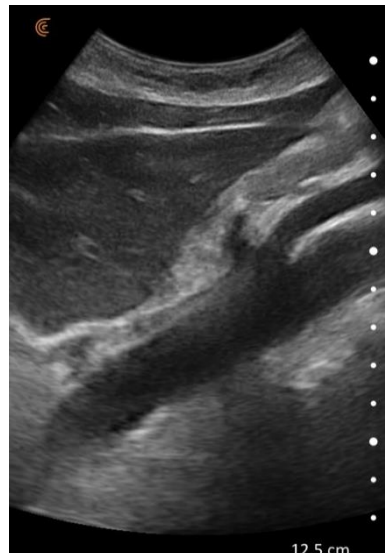


Abbildung 7: Aorta im Längsschnitt zur Übersicht

Durch die Rotation des Schallkopfs in die Longitudinalachse ergibt sich ein Überblick über eine grosse Strecke der Aorta. Ausmessen sollte man die Bauchaorta jedoch im Querschnitt, da dort der grösste Durchmesser am sichersten erfasst wird.

Normwerte: Aortendurchmesser *suprarenal* <2.5cm, *infrarenal* <2cm.
Bei 2.5-3cm spricht man von einer Ektasie, **ab 3cm** von einem **Aneurysma**.

4.2 Zeichen einer Hypovolämie?

Eine mögliche Beurteilung des Preloads stellt die Ausmessung der Vena cava inferior dar. Idealerweise erfolgt die Beurteilung im **Oberbauch-Längsschnitt transhepatisch** mit Darstellung der Cavakollapsibilität, welche man im M-Mode 1-2cm caudal der Mündung der V. hepatica in die VCI über die Zeit aufzeichnet.

Ein Durchmesser der **VCI von <1cm** sowie **>40% Kaliberschwankung** in Spontanatmung sprechen für eine Hypovolämie.

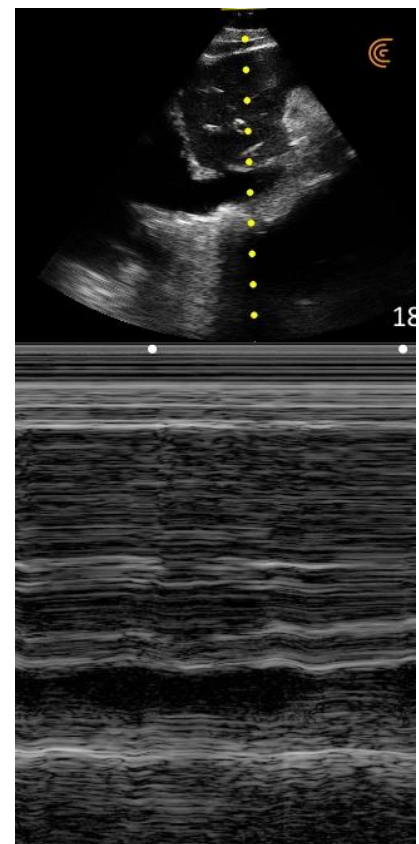
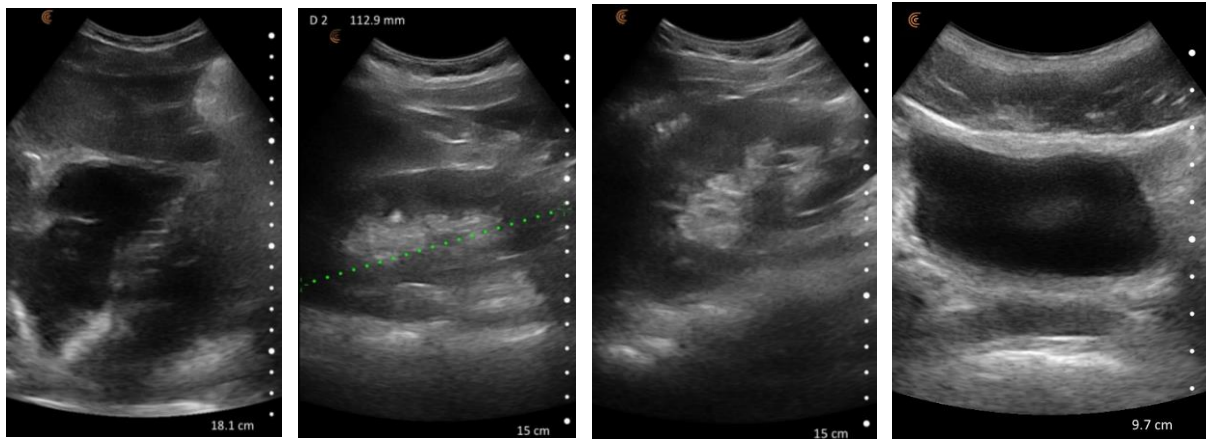


Abbildung 8: VCI im Längsschnitt, M-Mode zur Darstellung von Kaliberschwankungen

4.3 Freie Flüssigkeit im Abdomen?

Freie Flüssigkeit wird an 4 Positionen gesucht (3 davon sind im Abdomen):

- Epigastisch transversal mit nach kaudaler Abkippung: ein **Pericarderguss** zeigt sich als hypoechoenen Randsaum um das Herzen.
- Beginnend auf der vorderen Axillarlinie rechts auf Höhe des thorakoabdominalen Übergangs erhält man ein Schallfenster in den **Morison-Pouch**, wo sich freie Flüssigkeit als Saum zwischen Niere und Leber präsentieren würde.
- Den **Koller-Raum** untersucht man mit der Schallkopfposition links in der hinteren Axillarlinie auf Höhe der untersten Rippen und achtet sich dabei auf einen hypo- bis anechoenen Erguss zwischen Milz und Niere.
- Suprapubisch sucht man sagittal und median quer nach kaudal anguliert im **Douglasraum** (zwischen Harnblase und Rektum) freie Flüssigkeit, welche sich als hypoechogene Zone präsentieren würde.



Abbildungen 9-12: Ansicht von Herz, Morison, Koller und Douglas (v.l.n.r.)

Der Benefit im Ausschluss freier Flüssigkeit wird als gering bewertet. Eine Kinematik auf das Abdomen mit entsprechender Klinik verlangt einen zügigen Transport in ein geeignetes Spital. **Diese Priorität soll sich nicht ändern, wenn keine freie Flüssigkeit detektiert wird.** Diese Untersuchung soll deshalb ausschliesslich «on the road» erfolgen und **nicht zum Downgrading** verwendet werden.

5 Quellen

1. SGAR. Essential Emergency Ultrasonography. In: usabcd; 2022.
2. Schuler L, Aschwanden F, von Atzigen L, von Wyl R. *Sono-Skript*. 2. Auflage.; 2022.
3. Banholzer J, Banholzer P. *Sonographie Basics*. 2. Auflage.; 2015.
4. Hofer M. *Sono Grundkurs*. 9. Auflage.; 2018.

Abbildungen: Sonografien von Jeff Huber