Aus dem Department für Bildgebende Diagnostik

der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Institut/Klinik für Kleintiere

(Leiter: o. Univ.-Prof. Dr.med.vet. Eberhard Ludewig, Dipl.ECVDI)

Abdominal/Thoracic Focused Assessment with Sonography for Trauma - Leitlinie für Ultraschalluntersuchungen beim Kleintier in der Zentralen Notambulanz der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

Vorgelegt von

Florian Lein

Wien,12.10.2022

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis III
Abbildungsverzeichnis V
1. Einleitung 1
2.1 Point of Care Ultrasonography – POCUS 2
2.2 AFAST – Abdominal Focused Assessment with Sonography for Trauma 2
2.2.1 Indikationen 2
2.2.2 Lagerung und Patientenvorbereitung 3
2.2.3 Ablauf 4
2.2.4 Limits und Fallstricke des AFAST 6
2.2.5 Klinische Integration – Der Abdominal Fluid Score (AFS) 6
2.3 Thoracic Focused Assessment with Sonography for Trauma. 8
2.3.1 Indikationen 8
2.3.2 Patientenlagerung und Vorbereitung 8
2.3.3 Ablauf 9
2.3.4 Limits und Fallstricke des TFAST 10
2.3.5 VetBLUE als Erweiterung des TFAST 10
2.4 Das Equipment 11
3. Methodik 12
3.1 Patienten 12
3.2 Untersuchung 12
4. Ergebnisse 15
4.1 AFAST 15
4.1.1 Diaphragmatikohepatisch 16
4.1.2 Splenorenal 17
4.1.3 Cystocolisch 17
4.1.4 Hepatorenal-Umbilikal 18
4.1.5 Hepatorenal-5th 18
4.1.6 Abdominal Fluid Score - AFS 19
4.2 POCUS Gallenblase 19
4.3 POCUS Leber und Milz 21
4.4 AFAST – Wandtafeln 21
4.5 TFAST 24
4.5.1 DH 24
4.5.2 Chest Tube Site – CTS 25
4.5.3 Pericardial Site 26
4.5.3.2 PCS – Längsachse 27

4.6 VetBLUE 27
4.7 TFAST – Wandtafeln 28
5. Diskussion 30
5.1 Klinischer Hintergrund und Zielstellung dieser Arbeit 30
5.2 FAST als Grundgerüst 30
5.3 Erweiterung durch POCUS Leber, GB, Milz und HB 30
5.4 VetBLUE 31
5.5 Herz 31
5.6 Gestaltung der Befund-Formulare 31
5.7 Schlussfolgerung 32
6. Zusammenfassung 33
7. Extended Summary 34
8. Literaturverzeichnis 35

Abkürzungsverzeichnis

AFAST	Abdominal Focused Assessment with Sonography for Trauma
AIS	alveolärinterstitielles Syndrom
CC	Cystocolisch – Untersuchungspunkt des AFAST
CTS	Chest Tube Site – Untersuchungspunkt des TFAST
DH	Diaphragmatikohepatisch – Untersuchungspunkt des AFAST und TFAST
FF	Freie Flüssigkeit
FAST	Focused Assessment with Sonography for Trauma
GB	Gallenblase
GBWO	Gallenblasenwandödem
HB	Harnblase
HR	Hepatorenal – Untersuchungspunkt des AFAST
HR5th	5. Punkt Hepatorenal – Untersuchungspunkt des AFAST
HRU	Hepatorenal Umbilikal – Untersuchungspunkt des AFAST
IKR	Interkostalraum
LA/Ao	kardiologischer Parameter; Verhältnis von linkem Atrium zu Aorta
PCS	Pericardial Site – Untersuchungspunkt des TFAST
PE	Pleuraerguss
PKE	Perikarderguss
POCUS	Point of Care Ultrasonography
PPL	Pleuropulmonale Linie
PTX	Pneumothorax
SR	Splenorenal - Untersuchungspunkt des AFAST
SR5th	5. Punkt Splenorenal – Untersuchungspunkt des AFAST
SRU	Splenorenal Umbilikal – Untersuchungspunkt des AFAST
TFAST	Thoracic Focused Assessment with Sonography for Trauma
VCC	Vena cava caudalis
VetBLUE	Veterinary Bedside Lung Ultrasound Examination
VPOCUS	Veterinary Point of Care Ultrasonography

ZNA	Zentrale Notambulanz der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Befundformular AFAST 13
Abbildung 2 Formular für die TFAST-Untersuchung beim Kleintier 14
Abbildung 3 Schematische Darstellung eines Hundes in rechter Seitenlage Untersuchungspunkte des AFAST: DH-Diaphragmatikohepatisch, SR- Splenorenal, CC-Cystocolisch, HRU- Hepatorenal-Umbilikal 15
Abbildung 4 Schematische Darstellung eines Hundes in rechter Seitenlage Untersuchungspunkte des AFAST: DH-Diaphragmatikohepatisch, SR- Splenorenal, CC-Cystocolisch, HRU- Hepatorenal-Umbilikal 16
Abbildung 5 Physiologisches Bild in DH
Die Leber besitzt ein grobkörniges homogenes Parenchym mit Blutgefäßen. Die von der Leber-Lungen-Grenze. Die Gallenblase ist intakt als runde anechogene Struktur mit dünner Wand erkennbar 16
Abbildung 6 Pathologie in DH
Hochgradiger partikelreicher Aszites separiert die Leberlappen und retrahiert die Leber von der Leber-Lungen-Grenze. Die Gallenblase ist intakt als runde anechogene Struktur mit dünner Wand erkennbar. 16
Abbildung 7 Physiologisches Bild in SR
Linke Niere, Milz und Magen in SR, keine FF erkennbar 17
Abbildung 8 Pathologie in SR
Peritoneale FF kranial der linken Niere 17
Abbildung 9 Physiologisches Bild in CC
Distal der HB ist die Beinmuskulatur erkennbar. Deutlicher Reverberationsartefakt (Rauschen) in der HB. Keine FF erkennbar. 17
Abbildung 10 Pathologie in CC
Kranial der HB ist eine geringe Menge FF als anechogenes Dreieck erkennbar. 17
Abbildung 11 Physiologisches Bild in HRU
Es sind mehrere Darmschlingen und das dazwischenliegende Gekröse erkennbar, keine FF 18
Abbildung 12 Pathologie in HRU
Mittelgradig FF zwischen quer getroffenen Darmschlingen. 18
Abbildung 13 Physiologisches Bild in HR5th
Darstellung der rechten Niere und Leber, keine Auffälligkeiten 18
Abbildung 14 Pathologie in HR5th
Die rechte Niere wird aufgrund des hochgradigen Aszites von der Leber retrahiert. 18
Abbildung 15 DH eines Hundes mit Herztamponade
Deutliches GBWO. Die VCC ist breit ohne den physiologischen „Bounce“. Bei einem solchen Befund muss eine kardiogene Ursache überprüft werden. 20
Abbildung 16 Ultraschallbild der Leber mit dilatierten Lebervenen - **„Tree trunk sign“** .. 20
Abbildung 17 Der Perikarderguss bereits in DH als **„Racetrack sign“** erkennbar. Kranial der Leber sind geringe Mengen FF erkennbar. Die Flüssigkeit im Herzbeutel wurde anschließend mit TFAST bestätigt und punktiert. 20
Abbildung 18 Milzneoplasie bei einem Hund mit AFS 4
Die FF hat sich bei der Punktion als Blut herausgestellt. Die Milz war von mehreren großen Knoten/Tumoren durchsetzt. 21

Abbildung 19 AFAST beim Kleintier mit physiologischen Ultraschall-Bildern 22
Abbildung 20 AFAST beim Kleintier mit pathologischen Ultraschall-Bildern 23
Abbildung 21 Schematische Darstellung der Untersuchungspunkte des TFAST
DH – Diaphragmatikohepatisch; CTS – Chest Tube Site; PCS – Pericardial Site 24
Abbildung 22 DH - Darstellung des Herzens, Physiologisches Bild 24
Abbildung 23 PE dargestellt über die DH-Ansicht
(zur Verfügung gestellt von K. Hittmair) 24
Abbildung 24 CTS-Ansicht physiologisch 25
Abbildung 25 CTS-Ansicht physiologisch, Strukturen beschriftet 25
Abbildung 26 B-Linien als "Vorhang" 25
Abbildung 27 PCS der Kurzachse von links.
Das Perikard stellt sich als hyperechogene Linie um das Herz dar. Es ist keine Flüssigkeit
im Herzbeutel erkennbar. 26
Abbildung 28 Das Herz desselben Hundes in PCS rechtsseitig
Die rechte Herzkammer (rechts im Bild) darf nicht mit FF verwechselt werden. 26
Abbildung 29 PCS einer Katze mit hochgradig FF in Thorax und Abdomen 26
Abbildung 30 PCS in Längsachse von rechts
Die rechte Hauptkammer ist schallkopfnah, die linke Herzhälfte distal im Bild erkennbar.
Die Mitralklappe kann ebenfalls zwischen linker Kammer und linkem Vorhof gesehen
werden. 27
Abbildung 31 PCS in Längsachse von links
Das linke Atrium und die linke Herzkammer sind gut zu erkennen. Es ist keine FF im
Herzbeutel. 27
Abbildung 32 TFAST beim Kleintier mit physiologischen Ultraschall-Bildern 28
Abbildung 33 TFAST beim Kleintier mit pathologischen Ultraschall-Bildern 29

1. Einleitung

Die bildgebende Diagnostik ist ein wichtiger Teilbereich der Veterinärmedizin. Die steigenden Ansprüche der TierbesitzerInnen an AllgemeinpraktikerInnen in der Praxis führen dazu, dass Röntgen- und Ultraschall-Untersuchungen und teilweise Schnittbildverfahren zunehmend von Nicht-Radiologen im veterinärmedizinischen Bereich durchgeführt und ausgewertet werden.
Der Ultraschall bietet gerade in der Notfallmedizin mehrere Vorteile gegenüber anderen bildgebenden Modalitäten und wird daher teilweise als direkte Erweiterung der klinischen Untersuchung angesehen. Als nicht-invasive Untersuchungstechnik ohne Strahlenbelastung für Patient und UntersucherIn ist der Ultraschall direkt im Behandlungszimmer einsetzbar und zudem schnell verfügbar.
Um die Aufarbeitung von Notfallpatienten zu vereinfachen, ohne sich einer vorherigen radiologischen Ausbildung unterziehen zu müssen, wurde 2004 von Boysen et al. erstmals ein standardisiertes Protokoll für die sonographische Aufarbeitung vorgestellt. Mittels AFAST (Abdominal Focused Assessment with Sonography for Trauma) konnte mit wenigen vordefinierten Punkten eine reproduzierbare einfache Abdomensonographie für Traumapatienten etabliert werden. Wenig später wurde diese Methode um die Untersuchung des Thorax mittels TFAST (Thoracic Focused Assessment with Sonography for Trauma) erweitert. Ziel dieser Untersuchungen war allgemein die Suche nach freier Flüssigkeit (FF) oder freiem Gas in Körperhöhlen.
Diese Untersuchungstechnik wurde fortwährend weiterentwickelt und kann mittlerweile viel mehr Informationen in derselben kurzen Untersuchungszeit liefern. Neben AFAST und TFAST werden Untersuchungsgänge wie der VetBLUE (Veterinary Bedside/Brief Lung Ultrasound Examination) sowie die symptomorientierte Organ- oder Organgruppen-Untersuchung (POCUS – Point of Care Ultrasonography) durchgeführt. Unter dem Begriff VPOCUS (Veterinary Point of Care Ultrasonography) oder auch Global FAST (GFAST) werden diese Untersuchungen zusammengefasst und beschreiben die komplette sonographische Aufarbeitung eines (Notfall-)Patienten.

Diese Arbeit soll aufzeigen, was eine notfallsonographische Untersuchung beinhaltet und letztendlich ein Untersuchungsprotokoll ergeben, welches die Notfallsonographie für Ultraschall-AnfängerInnen erleichtert.
Dieses Untersuchungs-Schema soll zudem als Anleitung für die Notfallsonographie an der zentralen Notambulanz der Veterinärmedizinischen Universität Wien dienen.
StudentInnen, JungtierärztInnen sowie TierärztInnen, welche sich neu mit dieser Thematik auseinandersetzen möchten, sollen anhand dieser Kurzanleitung in der Lage sein, eine Notfallsonographie durchzuführen und die wichtigsten Befunde gesammelt an Dritte übermitteln zu können.

2. Literaturübersicht

2.1 Point of Care Ultrasonography – POCUS

Unter POCUS versteht man eine zielgerichtete Ultraschalluntersuchung einzelner Organe oder Organsysteme.
POCUS wird neben dem notfallmedizinischen Bereich auch noch in anderen Gebieten angewendet. Über POCUS Muskuloskeletal, Auge, Reproduktionstrakt männlich und weiblich, Herz, Milz, Leber, Niere etc. kann jedes Organ oder Organsystem als Einzelnes oder in Kombination betrachtet werden (Lisciandro 2021a).
Über die Kombination von AFAST und TFAST mit POCUS können an den jeweiligen Untersuchungspunkten der Notfallsonographie zusätzliche Informationen über das Erkennen von freier Flüssigkeit (FF) hinaus gewonnen werden.
Untersuchungsgänge wie AFAST, TFAST und VetBlue werden von manchen Autoren unter dem Begriff „Veterinary POCUS“ (VPOCUS) zusammengefasst (Pelchat et al. 2020).

2.2 AFAST – Abdominal Focused Assessment with Sonography for Trauma

AFAST bietet über definierte Untersuchungspunkte eine standardisierte und reproduzierbare Abdomen-Ultraschall-Untersuchung von Kleintieren.

2.2.1 Indikationen

Aufgrund des geringen Zeitaufwandes (3-5 Minuten) lässt sich AFAST in Notfallsituationen und auch im tierärztlichen Alltag sehr gut anwenden (Şen et al. 2021).

Indikationen zur Durchführung eines AFAST sind:

- Stumpfes oder penetrierendes Trauma
- Instabile oder akut kollabierte Patienten
- Akutes Abdomen/ abdominelle Schmerzen
- Atemnot
- Verdacht auf FF im Abdomen
- Verdacht auf Perikarderguss (PKE) und Pleuraerguss (PE)
- Postoperative/Postinterventionelle Kontrolle bei Patienten mit Blutungs-/ Infektions-/ Dehiszenz-Risiko
- Fieber unbekannter Genese
- Anämie
- Koagulopathien
- Peritonitis

- Präanästhetisches Screening
- Jährliche Routineuntersuchung

(Milley et al. 2017, Lisciandro 2021b)

2.2.2 Lagerung und Patientenvorbereitung

Abhängig von der klinischen Präsentation des Tieres muss individuell evaluiert werden, ob eine Umlagerung durchgeführt werden kann. Um Stress und gegebenenfalls Schmerzen zu vermeiden ist es daher möglich eine Notfallsonographie auch ohne Umlagerung in jeder Position durchzuführen. FAST-Untersuchungen können stehend, in rechter oder linker Seitenlage, Brust-Bauch-Lage oder modifizierter sternaler Lage getätigt werden. Bei der modifizierten sternalen Lage befindet sich der Thorax des Tieres aufrecht, während die Hinterbeine und damit das Abdomen zur UntersucherIn gewandt sind.
Rechte oder linke Seitenlage wird für einen AFAST bevorzugt (Boysen und Lisciandro 2013, Lisciandro und Lisciandro 2021a). Notfallpatienten sollten grundsätzlich nicht in Rückenlage verbracht werden. Über den Druck der Bauchorgane auf Zwerchfell und *Vena cava caudalis* (VCC) können sich in dieser Position Atemprobleme oder die Kreislaufsituation von Patienten rapide verschlechtern und bedeuten zusätzlichen Stress für die Tiere (Boysen et al. 2003, 2004, Lisciandro 2011, Boysen und Lisciandro 2013, Boysen 2014, Milley et al. 2017, Curtis und Odunayo 2020, Şen et al. 2021).

Ein Scheren des Fells ist generell nicht notwendig. Bei Hunderassen mit sehr dichter Unterwolle können kleine Areale an den Untersuchungspunkten geschoren werden. In den meisten Fällen genügt es, das Fell zu scheiteln und die Stelle mit Alkohol zu befeuchten. Alkohol sollte nicht bei Patienten benutzt werden, welche defibrilliert werden sollen, da es hierbei sonst zu Verbrennungen kommen kann. Die Applikation von Ultraschallgel ist bei Verwendung von Alkohol zumeist nicht notwendig (Lisciandro et al. 2009, Boysen 2014, McMurray et al. 2016, Curtis und Odunayo 2020, Şen et al. 2021).

2.2.3 Ablauf

AFAST beinhaltet 4 Punkte, mit welchen man eine standardisierte und reproduzierbare Untersuchung des Abdomens durchführen kann. Sofern es der Zustand des Patienten erlaubt, sollte dieser für die Sonographie in rechte Seitenlage verbracht werden. In rechter Seitenlage werden die Untersuchungspunkte wie folgt bezeichnet:

Diaphragmatikohepatisch – DH

Splenorenal – SR

Cystocolisch – CC

Hepatorenal Umbilikal – HRU

Benötigt man die Darstellung der rechten Niere und damit des rechtsseitigen Retroperitonealraumes, kann man die sogenannte „Hepatorenale 5. Ansicht“ (HR5th) als zusätzlichen Untersuchungspunkt anschließen.

2.2.3.1 Diaphragmatikohepatisch – DH

Den Startpunkt bei AFAST als auch TFAST bildet die DH-Ansicht, von manchen Autoren auch Subxyphoid-Site genannt (Boysen 2014).Die Sonde wird hierzu in longitudinaler Schallrichtung direkt kaudal des Xyphoids platziert.

Mittels DH kann man Aussagen über das Vorhandensein von peritonealer FF, PE und PKE treffen. Durch die Integration von POCUS können Leber-, Lungen- und Gallenblasenpathologien erkannt, sowie die VCC auf ihren Füllungszustand untersucht werden (Lisciandro 2020, 2021c, Şen et al. 2021).

Die Gallenblasenwand ist eine Struktur, welche bei verschiedenen lebensbedrohlichen Zuständen mit einem Gallenblasenwandödem (GBWO) reagieren kann. Ist die normalerweise schmale GB-Wand verdickt mit einer hyperechogenen inneren und äußeren Begrenzung sowie einem hyperechogenen Zwischenraum, liegt ein GBWO („Halo sign“) vor. Ursachen für ein GBWO können sein:

Potenziell lebensbedrohlich

- Perikarderguss/Herztamponade
- Kongestives Herzversagen
- Hochgradige Hypalbuminämie
- Anaphylaktischer Schock

Andere Ursachen

- Pankreatitis
- Cholangiohepatitis
- Cholezystitis

- Intensive Wiederbelebung
- Immunmediierte Hämolytische Anämie
- Post Bluttransfusion

(Lisciandro 2014, Şen et al. 2021)

Die Betrachtung der VCC und des Herzens mittels TFAST sollten nach Erkennen eines GBWO durchgeführt werden, um kardiogene Ursachen auszuschließen. Akutes Rechtsherzversagen wird deutlich durch ein GBWO, eine gestaute VCC und gestaute Lebervenen. Das Bild der gestauten Lebervenen wird auch als „Tree trunk sign“ bezeichnet (Lisciandro 2014, 2020, 2021d, Lisciandro und Lisciandro 2021a).

2.2.3.2 Splenorenal – SR

Für die splenorenale Ansicht wird die Sonde in longitudinaler Richtung kaudodorsal am linken Rippenbogen platziert und die Region der linken Niere wird untersucht. Als Zielorgane in dieser Region dienen die linke Niere und die Milz, wodurch in einem Bild sowohl Peritonealraum als auch Retroperitonealraum auf FF untersucht werden können (Boysen und Lisciandro 2013). Schließt man die Organbeurteilung des POCUS mit ein, können diverse Veränderungen der linken Niere und Nebenniere, der Milz, des linken Ureters und der großen Gefäße erkennbar werden (Lisciandro 2021d).

2.2.3.3 Cystocolisch – CC

Die Sonde wird an der CC-Ansicht im Inguinalbereich mit Schallrichtung zum Tisch/zur Unterlage angesetzt. So erhält man das Bild der Harnblase (HB) anliegend an die Bauchwand. Bereits geringe Mengen FF sammeln sich an dieser Stelle und bilden ein hypoechogenes dreieckiges Areal in der sogenannten CC-Tasche (Kontaktpunkt der kranialen Harnblase mit der Bauchwand). Gleichzeitig kann die HB, das Kolon und bei intakten weiblichen Tieren der Uterus untersucht werden (Lisciandro 2021d).
Die Größe der HB kann gemessen und die Füllmenge berechnet werden. Über wiederholte Untersuchungen ist somit die Berechnung der Volumenänderung und dadurch die Ermittlung der Urinproduktion über die Zeit möglich (Lisciandro und Fosgate 2017).

2.2.3.4 Hepatorenal-Umbilikal – HRU/ Splenointestino-Umbilikal – SIU

Dieser Untersuchungspunkt wurde seit der Entwicklung des AFAST stetig umbenannt. Zunächst wurde er als Hepatorenal – HR bezeichnet (Boysen und Lisciandro 2013). Da allerdings weder die Niere noch die Leber an diesem Punkt dargestellt wurden, wurde der Punkt in HRU umbenannt (Lisciandro 2020). In aktuellen Publikationen wird nun von Spleno-Intestino-Umbilikal (SIU) gesprochen, was die Zielorgane (Dünndarm und Milz)

besser in die Bezeichnung der Ansicht einbindet (Lisciandro 2021d, Lisciandro und Lisciandro 2021a).
Unabhängig von der Benennung wird mit dieser Ansicht die tiefste Stelle des Abdomens in rechter oder linker Seitenlage untersucht, indem die Sonde lateral des Nabels parallel zur Unterlage an der Bauchwand angesetzt wird. FF zwischen den Darmschlingen und gegebenenfalls um die Milz kann sichtbar werden. Zudem bietet diese Ansicht die Möglichkeit, Veränderungen der Darmschlingen und der Milz zu erkennen (Lisciandro 2021d).

2.2.3.5 Hepatorenaler 5. Punkt – HR5th

Ist es notwendig den Retroperitonealraum der rechten Seite zu überprüfen, kann man einen 5. Punkt zum AFAST hinzufügen. Hier dienen Leber und rechte Niere als Zielorgane und ebenso wie in SR kann hier peritoneale und retroperitoneale FF erkannt werden. Pathologien der Leber, der rechten Niere und Nebenniere und der großen Gefäße der rechten Seite können hierbei mittels POCUS erkannt werden (Lisciandro 2021d).

2.2.4 Limits und Fallstricke des AFAST

Kenntnisse über mögliche Limitationen oder Fallstricke sind bei jeder Ultraschalluntersuchung von Bedeutung, um Fehldiagnosen zu vermeiden. Ultraschall-Artefakte spielen hierbei in der Notfallmedizin eine sehr große Rolle und sollten daher den untersuchenden TierärtzInnen bekannt sein. Spiegelbild-, Tangentialschatten- und Nebenkeulenartefakte treten bei AFAST-Untersuchung am häufigsten auf. Große Gefäße oder prominente Wände gastrointestinaler Organe können freie Flüssigkeiten vortäuschen (Lisciandro 2021e).

2.2.5 Klinische Integration – Der Abdominal Fluid Score (AFS)

Der AFS ist ein Hilfsmittel, um die Verteilung und Menge von FF im Abdomen zu semiquantifizieren. Jedem der 4 Standard-Ansichten des AFAST wird hierbei ein Zahlenwert zugeordnet (FF vorhanden=1, FF nicht vorhanden=0) und anschließend addiert, um den AFS zu bestimmen. Retroperitoneale FF und ein positiver Befund des HR5th werden auf die gleiche Weise dokumentiert, werden aber nicht in die Berechnung des AFS aufgenommen.
Im speziellen Fall Hämaskos kann mittels AFS zwischen „Small Bleeder“ (AFS 1-2) und „Big Bleeder“ (AFS 3-4) unterschieden werden. Diese Unterteilung kann im klinischen Kontext Prognosen in Hinblick auf die Entwicklung einer Anämie ermöglichen oder als Entscheidungshilfe dienen, ob eine chirurgische Intervention nötig ist (Lisciandro et al. 2009, Lisciandro 2011). Angewendet werden kann der AFS in rechter und linker

Seitenlage des Patienten. In aktuellen Publikationen wird der AFS adaptiert, sodass FF genauer quantifiziert werden kann. Lisciandro (2021b) beschreibt die Unterteilung des Scorings in 0, 0,5 und 1 zur besseren Einschätzung der Menge an FF. Dadurch ändert sich die Charakterisierung der Hämaskos-Patienten. „Small-Volume Bleeder“ haben nun einen AFS von 0,5-2,5, während „Big-Volume Bleeder“ weiterhin einem AFS von 3-4 zugeordnet werden.

2.3 Thoracic Focused Assessment with Sonography for Trauma.

TFAST ist eine standardisierte und reproduzierbare Ultraschalluntersuchung des Thorax. In durchschnittlich 3 Minuten (Lisciandro et al. 2008) kann der Brustkorb auf das Vorhandensein von freier Flüssigkeit oder freiem Gas untersucht werden.

2.3.1 Indikationen

- Stumpfes und penetrierendes Trauma
- Nicht-Trauma-Patienten mit Schwäche, Kollaps, „Geht's nicht gut" und verändertem Atemmuster
- Atemnot
- Lungenkontusion
- Lungenblutung
- Lungenödem
- Pneumothorax (PTX)
- Pleuraerguss (PE)
- Perikarderguss (PKE)
- Monitoring

(Lisciandro 2021f)

2.3.2 Patientenlagerung und Vorbereitung

TFAST kann in rechter oder linker Seitenlage oder in sternaler Lage/stehend durchgeführt werden. Da TFAST oft direkt kombiniert mit AFAST in Seitenlage angewendet wird, empfiehlt es sich die Untersuchung des ipsilateralen Hemithorax in Seitenlage durchzuführen und das Tier anschließend für die Sonographie des kontralateralen Hemithorax in sternale Position zu bringen (Boysen 2014, Lisciandro 2021f).

Die Rückenlage ist für Notfallpatienten ungeeignet und sollte daher vermieden werden (Boysen et al. 2004, Lisciandro 2011, Boysen und Lisciandro 2013, Boysen 2014, Milley et al. 2017, Curtis und Odunayo 2020, Şen et al. 2021).

Ein Scheren des Fells ist auch für den TFAST zumeist nicht notwendig. Es genügt das Fell zu scheiteln und mit Alkohol zu befeuchten. Zur besseren Ankopplung kann Ultraschallgel verwendet werden, wird aber in den meisten Fällen nicht zusätzlich benötigt (Lisciandro et al. 2009, Boysen 2014, McMurray et al. 2016, Curtis und Odunayo 2020, Şen et al. 2021).

2.3.3 Ablauf

Für die Durchführung eines TFAST sind 5 Untersuchungspunkte beschrieben:

- Diaphragmatikohepatisch – DH
- Chest Tube Site – CTS
- Pericardial Site – PCS (längs)
- Pericardial Site – PCS (quer)
- Chest Tube Site – CTS der kontralateralen Seite

.

2.3.3.1 Diaphragmatikohepatisch – DH

Die DH-Ansicht ist sowohl Teil des AFAST als auch des TFAST.

Mittels DH kann man Aussagen über das Vorhandensein von peritonealer FF, PE und PKE treffen. Durch die Integration von POCUS können Leber-, Lungen- und Gallenblasenpathologien erkannt, sowie die VCC auf Volumenüberladung oder Hypovolämie untersucht werden (Lisciandro et al. 2008, 2017, Dicker et al. 2020, Lisciandro 2020, 2021c, 2021f).

2.3.3.2 Chest Tube Site – CTS

Für CTS wird die Sonde in longitudinaler Schallrichtung kaudodorsal über der 7.-10. Rippe platziert.

Physiologisch kann man so zwei im Querschnitt getroffene Rippen mit deren distalen Schallschatten darstellen. Zwischen den Rippen ist die sogenannte pleuropulmonale Linie (PPL), der Kontaktpunkt von Pleura parietalis und Pleura viszeralis, als sich leicht bewegende hyperechogene Linie sichtbar. Diese Bewegung der PPL wird als Pleuragleiten bezeichnet. Distal davon befindet sich die luftgefüllte Lunge, was sich an Reverberationsartefakten (Wiederholungsartefakten), parallelen horizontalen A-Linien welche sich nicht bewegen, erkennen lässt.

Ist kein Pleuragleiten erkennbar, liegt ein Pneumothorax (PTX) vor. Außerdem können andere Pathologien wie Rippenfrakturen, Lungenkonsolidierungen oder Lungenödem erkannt werden (Lisciandro 2011). Die CTS-Ansicht wird bei TFAST auf beiden Hemithoraces durchgeführt.

2.3.3.3 Pericardial Site – PCS

PCS lässt über das Schallfenster auf das Herz und den ventralen Thoraxbereich die Beurteilung von PE, PKE und Volumenstatus des Patienten zu (Lisciandro 2011).

Sowohl die Längsachse (4-Kammer-Blick) als auch die Kurzachse des Herzens werden betrachtet (Boysen et al. 2003, Lisciandro 2011, Boysen und Lisciandro 2013, Armenise et al. 2019). Klappenveränderungen sowie andere morphologische Anomalien des Herzens können erkannt werden. Größenverhältnisse der Herzkammern werden ersichtlich. Kardiologische Messungen wie das Verhältnis von linkem Atrium zu Aorta (LA/Ao) können durchgeführt werden (Lisciandro 2020).

2.3.4 Limits und Fallstricke des TFAST

TFAST ist im Vergleich zu AFAST anspruchsvoller (Lisciandro 2011). Das physiologische Lungenschall-Bild und das B-Bild eines Pneumothorax stellen sich im Standbild identisch dar und können nur im bewegten Bild anhand des Pleuragleitens unterschieden werden (Dicker et al. 2020, Boysen 2021, Dicker 2021). Der M-Mode des Ultraschallgerätes kann bei dieser Unterscheidung hilfreich sein. Bei gesunder Lunge zeigt der M-Mode das sogenannte „Sea-Shore-Sign“. Strukturen proximal der PPL bewegen sich nicht und bilden im M-Mode parallele Linien ab. Distal der PPL sind durch leichte Bewegungen die Bildpunkte verwaschen und es entsteht das Bild eines „Sandstrandes“. Ein PTX lässt durch ein fehlende Pleuragleiten ein „Barcode-Sign“ entstehen. Durch fehlenden Kontakt zur Lunge wird im M-Mode keine Atembewegung registriert, was sich in durchgängig parallelen Linien als „Barcode“ darstellen lässt. TFAST kann erschwert sein bei hechelnden Hunden und adipösen Tieren. Bei Vorliegen eines subkutanen Emphysems ist der Ultraschall nicht aussagekräftig (Lisciandro 2011).

2.3.5 VetBLUE als Erweiterung des TFAST

Veterinary Brief/Bedside Lung Ultrasound Examination kann als eigenständiger Lungenultraschall angewendet werden. Über jeweils 4 Untersuchungspunkte (kaudodorsal, perihilär, medial und kranial) je Hemithorax und zusätzlich mit der DH-Ansicht kann nahezu die komplette Lunge sonographisch untersucht werden (Lisciandro et al. 2017).

Die grundlegende Fragestellung des VetBLUE ist die Unterscheidung von „Wet vs Dry Lung“ (feuchte oder trockene Lunge) (Lisciandro und Lisciandro 2021a, 2021b). Das Ultraschall-Bild der physiologisch „trockenen“ Lunge ist gekennzeichnet durch parallele horizontale A-Linien distal der PPL.
„Feuchte Lunge“ ist gekennzeichnet durch B-Linien. B-Linien werden durch den sogenannten Ring-Down-Artefakt erzeugt, welcher entsteht, wenn Flüssigkeit in Gas gefangen ist und über Oszillation ein stetiges Signal an das Ultraschallgerät zurückwirft

(Avruch und Cooperberg 1985). Liegen viele B-Linien vor, spricht man von einer progressiv feuchten Lunge. Wenige B-Linien sprechen eher für eine progressiv trockene Lunge (Lisciandro et al. 2014, Lisciandro und Lisciandro 2021b).
B-Linien sind ein Zeichen des sogenannten alveolärinterstitiellen Syndroms (AIS). Dabei handelt es sich im Nicht-Trauma-Fall zumeist um ein interstitielles Lungenödem. Liegt ein Trauma vor, muss bei B-Linien zunächst von einer Lungenkontusion ausgegangen werden (Lisciandro 2011, Lisciandro et al. 2014, Dicker et al. 2020).

Als Erweiterung des TFAST kann VetBLUE zur klinischen Integration genutzt werden, um beispielsweise durch einen „B-Line-Score“ die Verteilung von Lungenveränderungen zu bestimmen (Lisciandro und Lisciandro 2021b).

2.4 Das Equipment

Eine Notfallsonographie kann mit jedem Ultraschallgerät durchgeführt werden, welches über eine Konvex- oder Mikrokonvex-Sonde verfügt und ein B-Bild erzeugen kann (Curtis und Odunayo 2020). Kleinere Systeme wie Handhelds bieten den Vorteil der Mobilität und können zu immobilen oder instabilen Patienten verbracht werden. Sie haben allerdings den Nachteil geringerer Bildqualität und Auflösung gegenüber leistungsstarken Standgeräten (Deacon et al. 2021). Diese Technologie wird allerdings stetig weiterentwickelt und findet bereits ihre Anwendung in der Humanmedizin (Malik et al. 2021).

Für die Herstellung des Sondenkontaktes zur Haut wird Alkohol verwendet. Bei schlechter Ankopplung oder geplanter wiederholter Untersuchung kann das Untersuchungsfeld geschoren und Ultraschallgel zur besseren Darstellung aufgetragen werden (Boysen 2014).

3. Methodik

3.1 Patienten

Die Anwendbarkeit von AFAST und TFAST wurde an Patienten der Zentralen Notambulanz der Veterinärmedizinischen Universität evaluiert. Diese Patienten wurden wegen unterschiedlichen Symptomatiken sowie Vorberichten vorgestellt.
Über einen Zeitraum von 3 Monaten wurden sieben Hunde und vier Katzen notfallsonographisch untersucht.

3.2 Untersuchung

Die Untersuchungspunkte von AFAST und TFAST wurden wie in der Literatur beschrieben (Lisciandro 2021b, 2021c) mit einem portablen VINNO D5vet (Ultraschall-Laptop) durchgeführt. Für die Untersuchungen wurde eine Mikrokonvex-Sonde im Frequenzbereich 6,5-11 MHz benutzt.

AFAST bestehend aus DH, SR, CC, HRU und der zusätzlichen HR5th-Ansicht wurde bei jedem Patienten angewendet.

TFAST mit beidseitiger CTS und einseitigen PCS-Ansichten für den Quer- und Längsschnitt des Herzens wurde symptom- bzw. verdachtsorientiert angeschlossen.

Die Beurteilung der VCC sowie Point-of-Care-Untersuchungen von Leber, Gallenblase (GB) wurde abhängig von den ersten Befunden der Notfallsonographie angeschlossen.

Bei Hunden mit blutiger FF im Abdomen (durch Punktion bestätigt) wurde besonderer Wert auf die Untersuchung der parenchymatösen Organe Leber und Milz gelegt um Neoplasien dieser Strukturen als Ursache auszuschließen.

VetBLUE wurde bei Patienten mit respiratorischer Symptomatik mit oder ohne Trauma-Vorbericht angewendet. Untersuchungstechnik und Beurteilung wurde nach Dicker et al. (2020) durchgeführt.

Auf Grundlage dieser Untersuchungen wurden Formulare entwickelt, um die strukturierte Durchführung und gleichzeitige Befund-Dokumentation zu erleichtern.

Für die strukturierte Durchführung und übersichtliche Dokumentation der Befunde wurde folgendes Formular für AFAST entwickelt (Abb. 1).

Tierhalter: _____ TA:_____

Name des Tieres: _____ ID: _____

AFAST Kleintier

	AFS			Auffälligkeiten	
	0	0,5	1		
Diaphragmatico-hepatisch	☐	☐	☐	PKE ☐ PE ☐	
Splenorenal/ Hepatorenal	☐	☐	☐	FF retrop. ☐	
Cystocolisch	☐	☐	☐		
Hepatorenal/Splenorenal Umbilikal	☐	☐	☐		
5. Hepatorenal/ 5. Splenorenal	☐	☐	☐	FF retrop. ☐	

PKE – Perikarderguss PE – Pleuraerguss FF – freie Flüssigkeit

AFS: 0☐ 0,5☐ 1☐ 1,5☐ 2☐ 2,5☐ 3☐ 3,5☐ 4☐

POCUS Leber-Gallenblase: **nicht bestimmt ☐**

Unauffällig ☐ Halo Sign ☐ Auffällig:_____

POCUS Milz: **nicht bestimmt ☐**

Unauffällig ☐ Auffällig:_____

Punktatanalyse:

Blut ☐ **Urin ☐** **Transs. ☐** **Exs.☐** **Lymphe ☐**

Sonstiges:

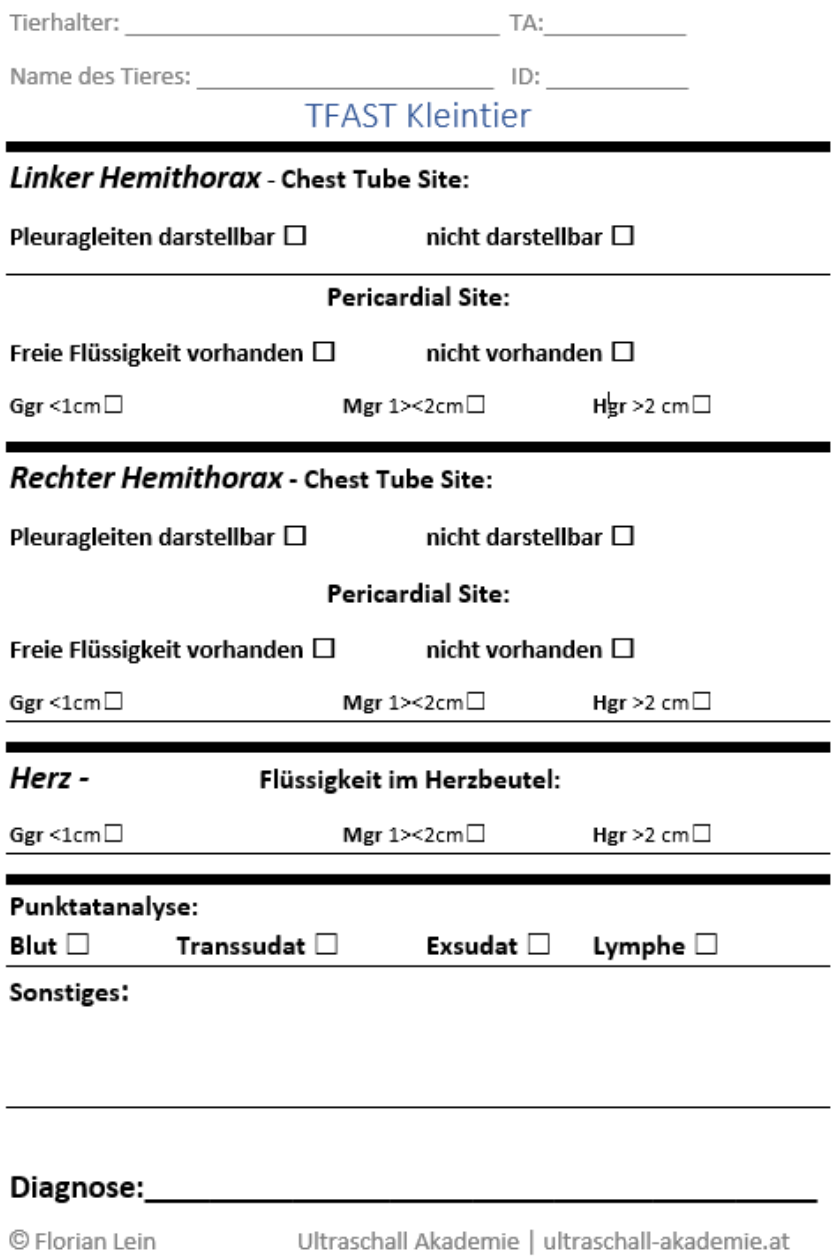
_____

Diagnose:_____

© Florian Lein Ultraschall Akademie | ultraschall-akademie.at

Abbildung 1 Befundformular AFAST (©F. Lein)

Als Anleitung für die Untersuchung und gleichzeitig für die vereinfachte Befund-Dokumentation wurde für den TFAST ein Formular entwickelt (Abb. 2).



Tierhalter: _____ TA:_____

Name des Tieres: _____ ID: _____

TFAST Kleintier

Linker Hemithorax **- Chest Tube Site:**

Pleuragleiten darstellbar ☐ **nicht darstellbar ☐**

Pericardial Site:

Freie Flüssigkeit vorhanden ☐ **nicht vorhanden ☐**

Ggr <1cm☐ **Mgr 1><2cm☐** **Hgr >2 cm☐**

Rechter Hemithorax **- Chest Tube Site:**

Pleuragleiten darstellbar ☐ **nicht darstellbar ☐**

Pericardial Site:

Freie Flüssigkeit vorhanden ☐ **nicht vorhanden ☐**

Ggr <1cm☐ **Mgr 1><2cm☐** **Hgr >2 cm☐**

Herz - **Flüssigkeit im Herzbeutel:**

Ggr <1cm☐ **Mgr 1><2cm☐** **Hgr >2 cm☐**

Punktatanalyse:

Blut ☐ **Transsudat ☐** **Exsudat ☐** **Lymphe ☐**

Sonstiges:

Diagnose:_____

© Florian Lein Ultraschall Akademie | ultraschall-akademie.at

Abbildung 2 Formular für die TFAST-Untersuchung beim Kleintier (©F. Lein)

Zusätzlich wurden Wandtafeln erstellt, welche die Untersuchungspunkte mit physiologischen sowie pathologischen Ultraschall-Bildern verknüpfen.

4. Ergebnisse

Im Zuge dieser Arbeit wurden elf Tiere über einen Zeitraum von 3 Monaten notfallsonographisch untersucht. Dabei handelte es sich um sieben Hunde und vier Katzen:

- 1 Hund in Agonie
- 3 Hunde mit Verdacht FF im Abdomen (ohne Traumavorbericht)
- 1 Hund mit palpabler Umfangsvermehrung im Abdomen
- 2 Hunde mit Kreislaufschwäche
- 1 Katze mit Verdacht auf Fremdkörper
- 1 Katze mit palpabler Umfangsvermehrung im Abdomen
- 2 Katzen mit vermindertem Allgemeinbefinden und undulierendem Abdomen

4.1 AFAST

Die Untersuchungspunkte des AFAST sind schnell an verschiedenen Patienten oder am selben Patienten in Form von seriellen Untersuchungen zu reproduzieren. Abbildung 3 und Abbildung 4 veranschaulichen die Ansatzstellen der Sonde im AFAST mit den Zielorganen des jeweiligen Untersuchungspunktes.

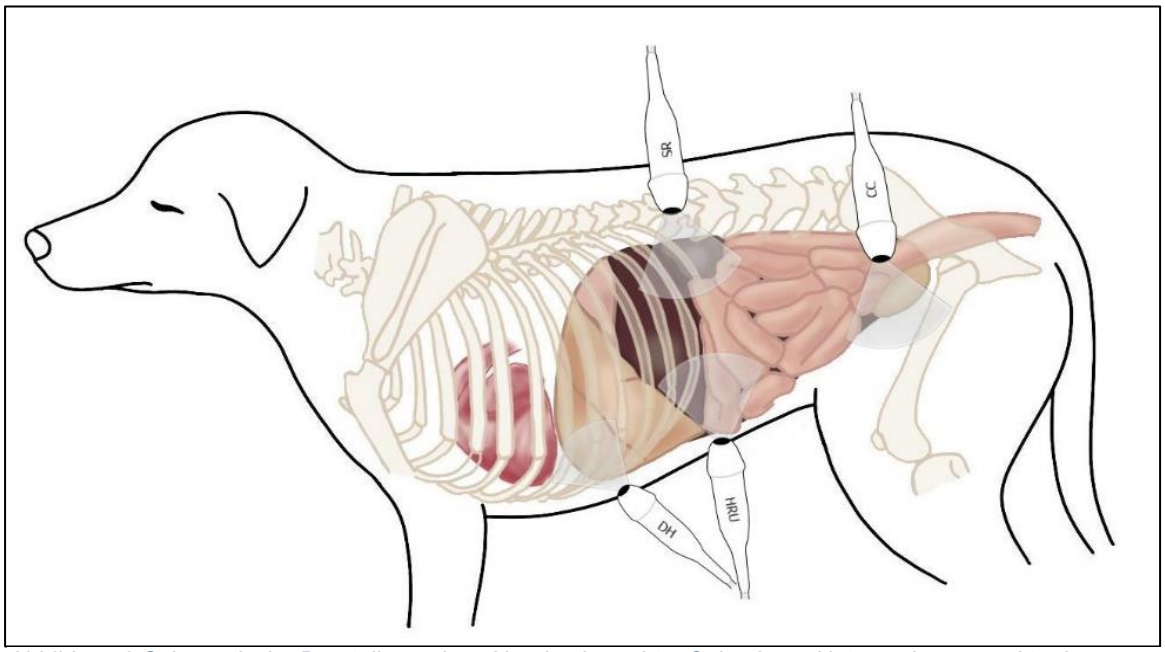


Abbildung 3 Schematische Darstellung eines Hundes in rechter Seitenlage, Untersuchungspunkte des AFAST: DH-Diaphragmatikohepatisch, SR- Splenorenal, CC- Cystocolisch, HRU- Hepatorenal-Umbilikal, (©F. Lein)

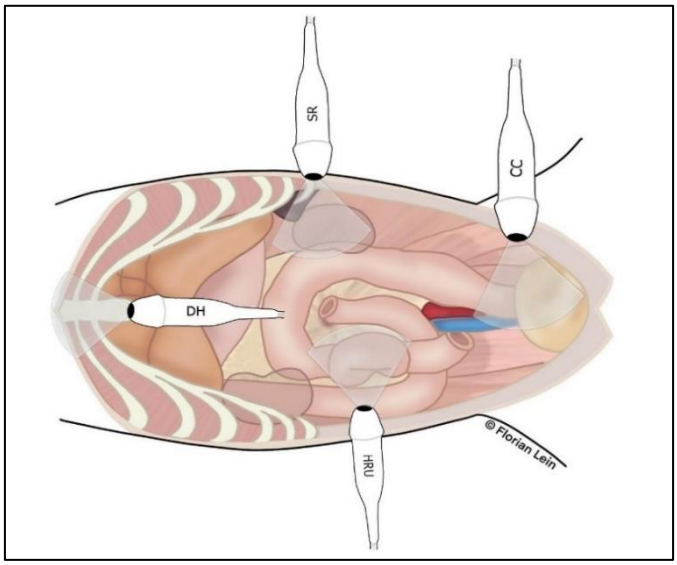


Abbildung 4 Schematische Darstellung des Abdomens eines Hundes in rechter Seitenlage, Sicht von ventral, Untersuchungspunkte des AFAST: DH - Diaphragmatikohepatisch, SR- Splenorenal, CC- Cystocolisch, HRU- Hepatorenal-Umbilikal, (©F. Lein)

4.1.1 Diaphragmatikohepatisch

Physiologisch ist in der DH-Ansicht die Leber mit der kranial davon gelegenen hyperechogenen Leber-Lungen-Grenze zu erkennen. Leicht rechtsseitig der Medianen stellt sich die GB dar (Abb. 5). Liegt FF vor, ist diese als hypo- oder anechogene Bereiche kranial der Leber oder zwischen den Leberlappen und der GB sichtbar. Hochgradige Mengen an FF retrahieren die Leber vom Zwerchfell und können auch die einzelnen Leberlappen voneinander separieren (Abb. 6).

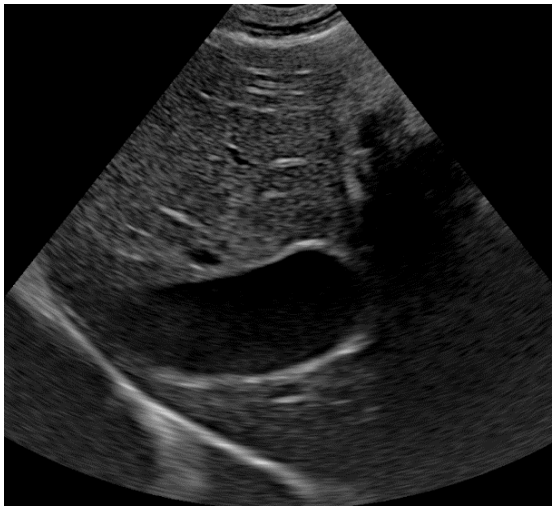


Abbildung 5 Physiologisches Bild in DH Die Leber besitzt ein grobkörniges homogenes Parenchym mit Blutgefäßen. Die Gallenblasenwand ist dünn und der Inhalt der GB anechogen. (©F. Lein)

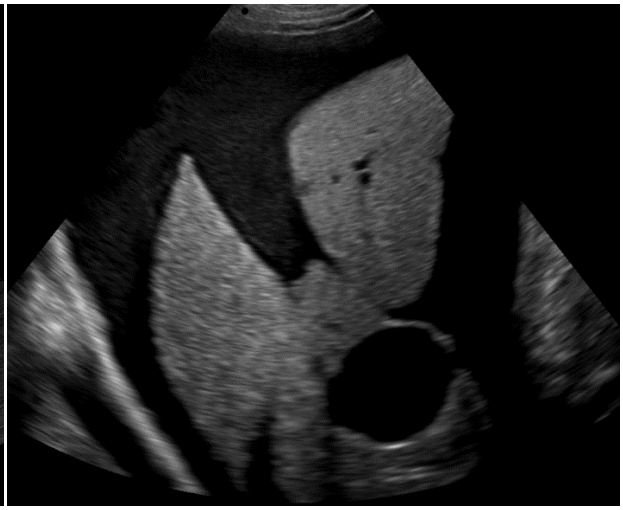


Abbildung 6 Pathologie in DH Hochgradiger partikelreicher Aszites separiert die Leberlappen und retrahiert die Leber von der Leber-Lungen-Grenze. Die Gallenblase ist intakt als runde anechogene Struktur mit dünner Wand erkennbar. (©F. Lein)

4.1.2 Splenorenal

Die Zielorgane in SR sind die linke Niere und die *Extremitas dorsalis* der Milz. Physiologisch liegen diese Organe nahe beieinander (Abb. 7). Liegt FF vor, befinden sich geometrisch geformte hypo- oder anechogene Bereiche zwischen Niere, Milz und dem Bindegewebe des Bauchraumes (Abb. 8)

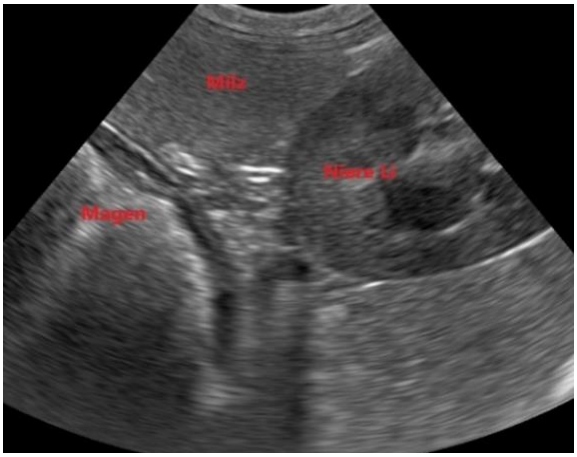


Abbildung 7 Physiologisches Bild in SR
Linke Niere, Milz und Magen in SR, keine FF erkennbar. (©F. Lein)

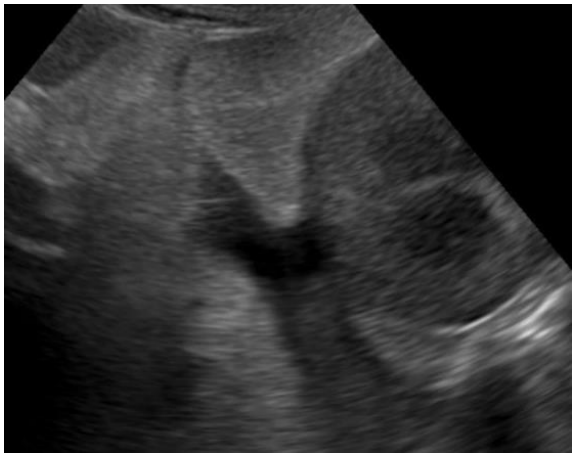


Abbildung 8 Pathologie in SR
Peritoneale FF kranial der linken Niere. (©F. Lein)

4.1.3 Cystocolisch

Durch die Ausrichtung der Sonde wie in Abb. 2 aufgezeigt, erzielt man das Bild der HB anliegend an die Bauchwand und gegebenenfalls ist distal der Bauchwand die Beinmuskulatur darstellbar (Abb. 9). In dieser Ansicht kann die HB auf Intaktheit untersucht werden. FF bildet sich bereits bei kleinen Mengen als hypo- oder anechogenes Areal am kranialen Pol der HB ab (Abb. 10)

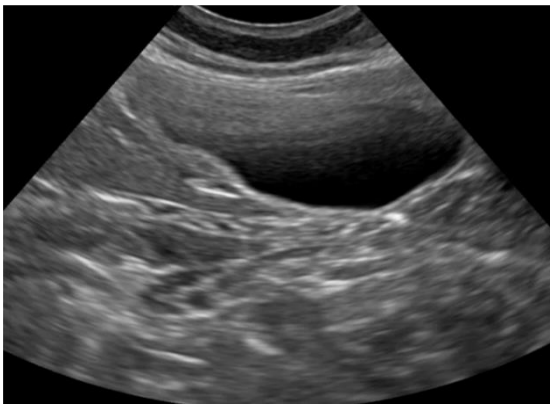


Abbildung 9 Physiologisches Bild in CC
Distal der HB ist die Beinmuskulatur erkennbar. Deutlicher Reverberationsartefakt (Rauschen) in der HB. Keine FF erkennbar. (©F. Lein)

Abbildung 10 Pathologie in CC
Kranial der HB ist eine geringe Menge FF als anechogenes Dreieck erkennbar. (©F. Lein)

4.1.4 Hepatorenal-Umbilikal

Um HRU zu generieren wird die Sonde mit geringem Druck paramedian des Nabels an die Bauchwand angelegt. Physiologisch können in diesem Bereich die Darmschlingen und gegebenenfalls die Milz dargestellt werden (Abb.11). FF folgt der Schwerkraft und legt sich (wenn vorhanden) in diesem Bereich zwischen die Darmschlingen (Abb. 12).

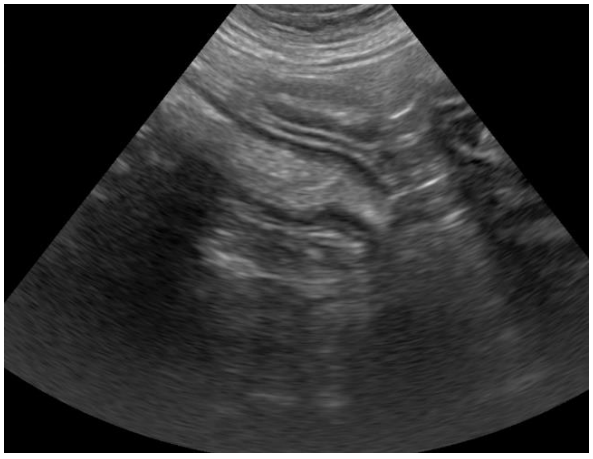


Abbildung 11 Physiologisches Bild in HRU
Es sind mehrere Darmschlingen und das dazwischenliegende Gekröse erkennbar, keine FF. (©F. Lein)

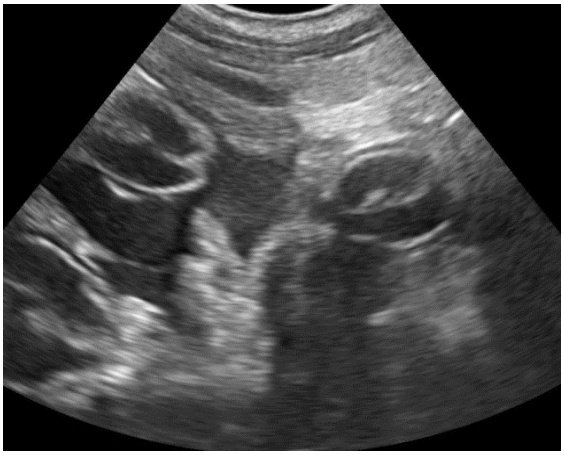


Abbildung 12 Pathologie in HRU
Mittelgradig FF zwischen quer getroffenen Darmschlingen. (©F. Lein)

4.1.5 Hepatorenal-5th

Die rechte Niere und die rechte Leber dienen als Zielorgane dieser Ansicht (Abb. 13). Bei vermehrter FF kann die Niere von der Leber retrahiert werden (Abb. 14). Es ist zu beachten, dass sowohl FF in HR5th als auch FF retroperitoneal nicht in die Berechnung des AFS einbezogen wird.

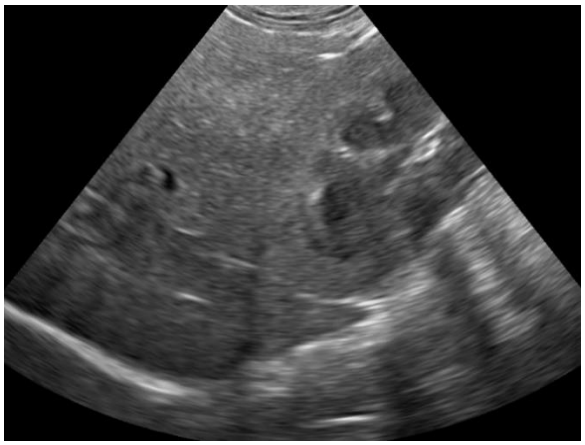


Abbildung 13 Physiologisches Bild in HR5th
Darstellung der rechten Niere und Leber (©F. Lein)

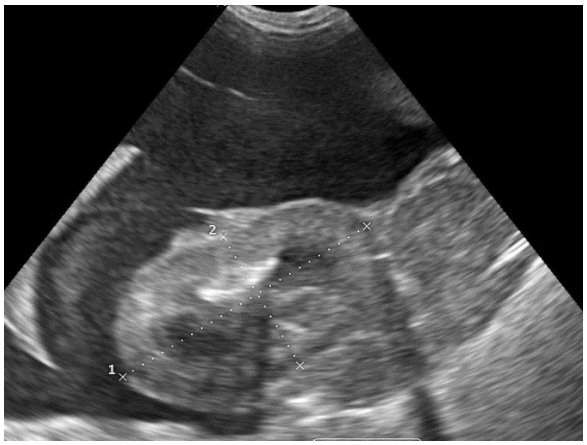


Abbildung 14 Pathologie in HR5th
Die rechte Niere wird aufgrund des hochgradigen Aszites von der Leber retrahiert. (©F. Lein)

Die 4 Hauptansichten (DH,SR,CC und HRU) lassen sich bei jedem Patienten zuverlässig und schnell reproduzieren und liefern Informationen über das Vorhandensein von FF und mit steigender Erfahrung und Sicherheit der UntersucherIn im Ultraschall wird die gleichzeitige Beurteilung der Organe ermöglicht. Über die Erweiterung der Untersuchung mit HR5th wird der zweite Retroperitonealraum zugänglich gemacht.

4.1.6 Abdominal Fluid Score - AFS

Der AFS ist ein praktisches Hilfsmittel für die schnelle Befundübermittlung und Dokumentation. Zudem ermöglicht der AFS bei seriellen Untersuchungen eine genauere Verlaufskontrolle und Prognosestellung von stationären Patienten.

4.2 POCUS Gallenblase

Die Gallenblase kann simultan bei der Durchführung der DH-Ansicht untersucht werden. Im akuten Notfall ist vor allem das Vorhandensein eines GBWO zu überprüfen. Liegt ein GBWO vor, sollte ein TFAST durchgeführt werden, um auf kardiale Ursachen zu untersuchen. Über die Darstellung der VCC kann auf eine mögliche Flüssigkeitsintoleranz (gestaute VCC) hin überprüft werden. Die Abbildungen 15, 16 und 17 stellen mögliche Befunde im Fall eines akuten Herzbeutelergusses dar.

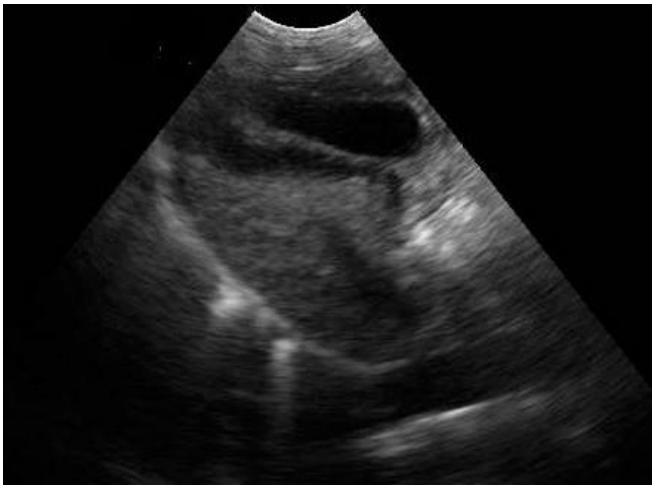


Abbildung 15 DH eines Hundes mit Herztamponade.
Deutliches GBWO. Die VCC ist breit ohne den physiologischen „Bounce“. Bei einem solchen Befund muss eine kardiogene Ursache überprüft werden. (©F. Lein)

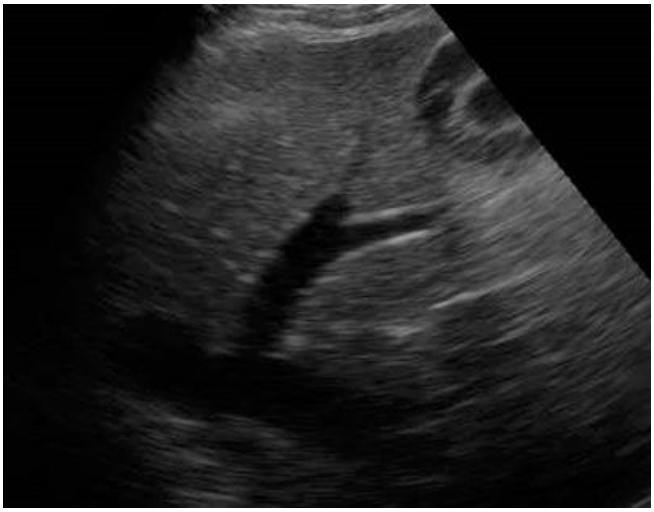


Abbildung 16 DH eines Hundes mit Herztamponade.
*Ultraschallbild der Leber mit dilatierten Lebervenen -**„Tree trunk sign“** (©F. Lein)*

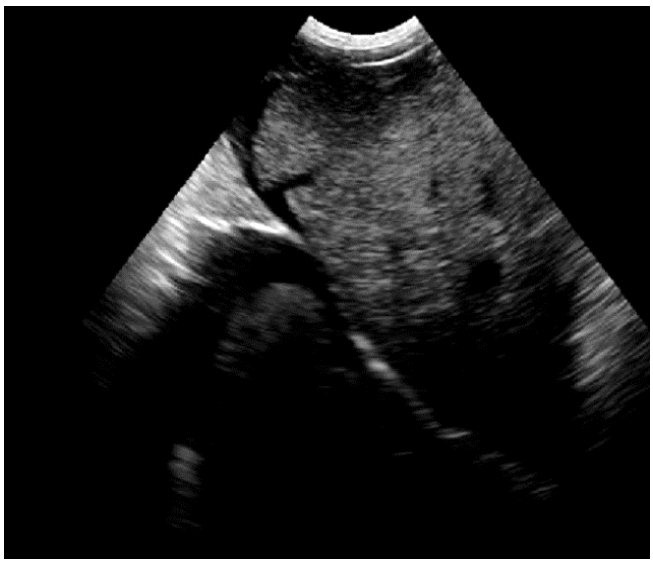


Abbildung 17 DH eines Hundes mit Herztamponade.
*Der Perikarderguss ist bereits in DH als **„Racetrack sign“** erkennbar. Kranial der Leber sind geringe Mengen FF erkennbar. Die Flüssigkeit im Herzbeutel wurde anschließend mit TFAST bestätigt und punktiert. (©F. Lein)*

4.3 POCUS Leber und Milz

Bei Vorliegen von FF, welche sich durch eine Punktion als Blut bzw. blutiges Exsudat herausstellt, sollte die FAST-Untersuchung um das Screening von Leber und Milz erweitert werden. Vor allem bei älteren Hunden besteht eine höhere Wahrscheinlichkeit für diese Organe Neoplasien auszubilden, welche durch Traumata oder aufgrund ihrer Größe und Durchblutung rupturieren können.

In der DH-Ansicht kann die Leber durch fächernde und schaukelnde Bewegungen der Sonde gemustert werden.

Die Milz liegt kaudal der Leber und des Magens entlang des linken Rippenbogens. Große Neoplasien folgen meist der Schwerkraft und können im ventralen Bereich des Abdomens aufgefunden werden (Abb. 18)

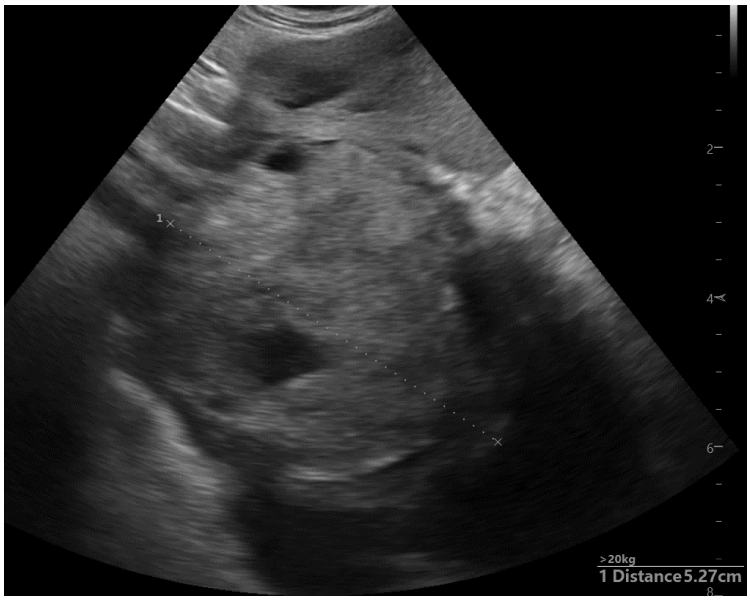


Abbildung 18 Milzneoplasie bei einem Hund mit AFS 4.
Die FF hat sich bei der Punktion als Blut herausgestellt. Die Milz war von mehreren großen Knoten/Tumoren durchsetzt. (©F. Lein)

4.4 AFAST – Wandtafeln

Um die AFAST-Untersuchung anschaulich zu gestalten und bei der Durchführung zu unterstützen, wurden im Zuge dieser Arbeit Wandplakate über Physiologie (Abb. 19) und Pathologie (Abb. 20) gestaltet.

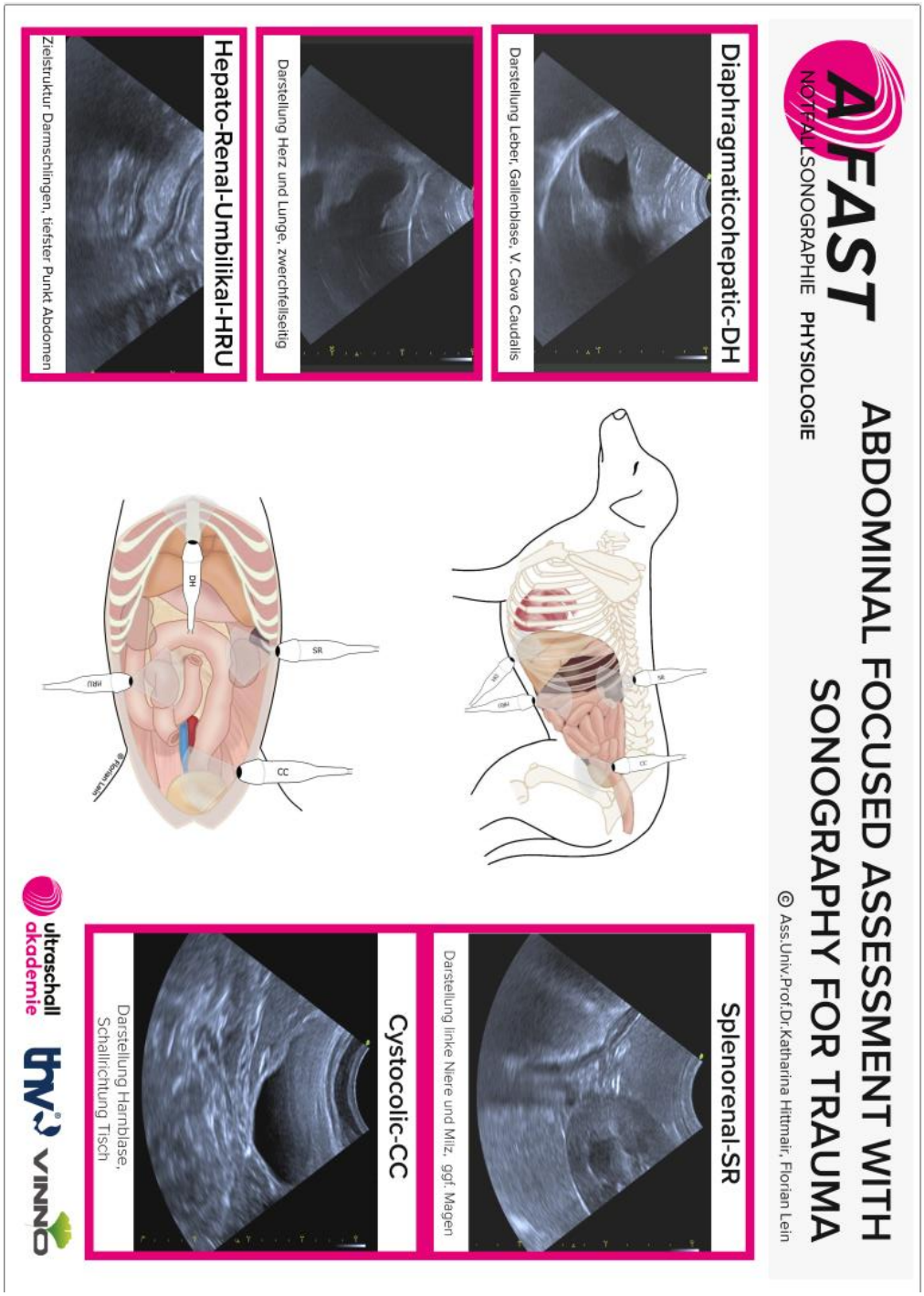


Abbildung 19 AFAST beim Kleintier mit physiologischen Ultraschall-Bildern (©F. Lein)

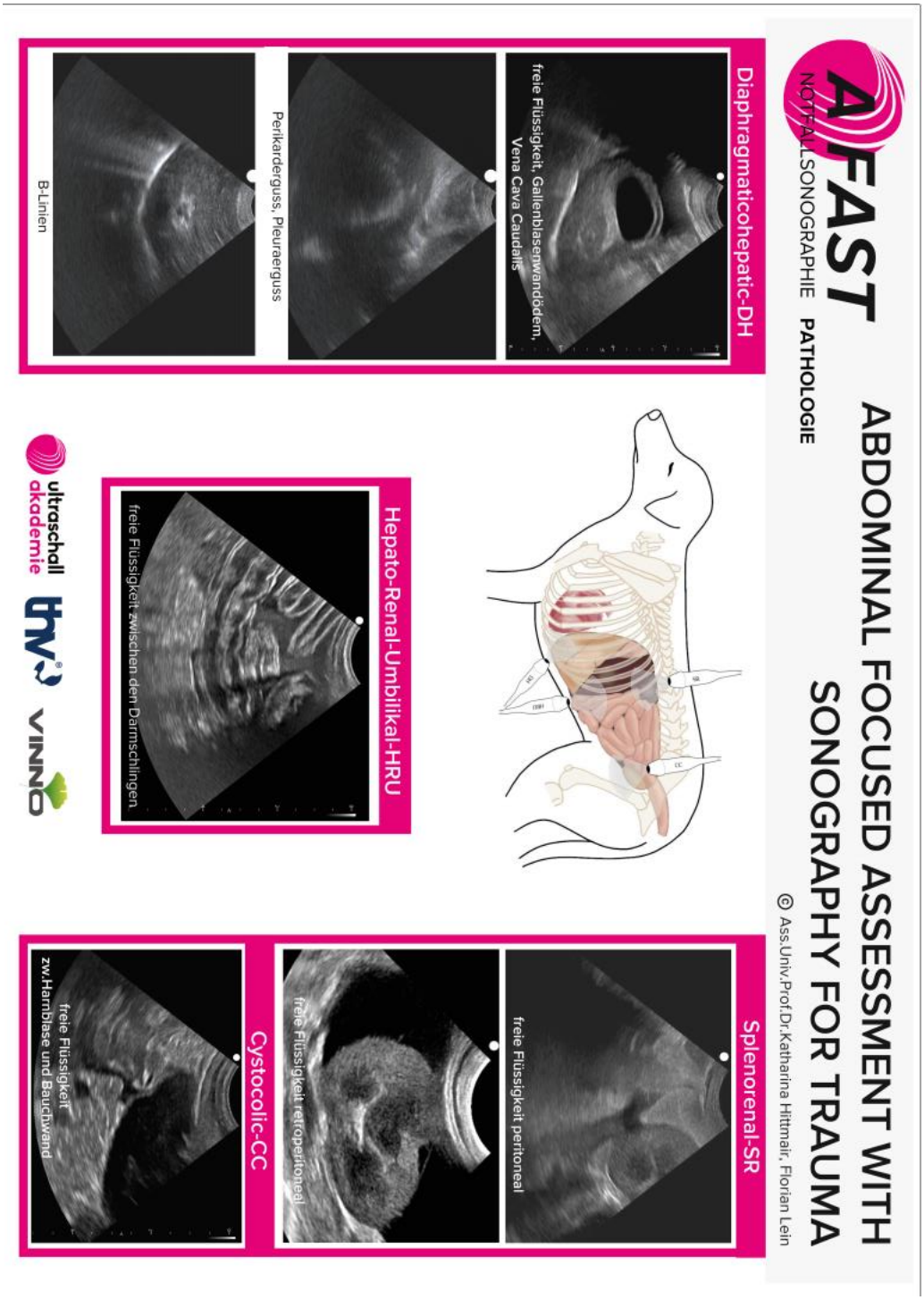


Abbildung 20 AFAST beim Kleintier mit pathologischen Ultraschall-Bildern (©F. Lein)

4.5 TFAST

Die Untersuchungspunkte des TFAST können vereinfacht in Abb. 21 betrachtet werden. Das Tier befindet sich in rechter Seitenlage oder kann als stehend angesehen werden.

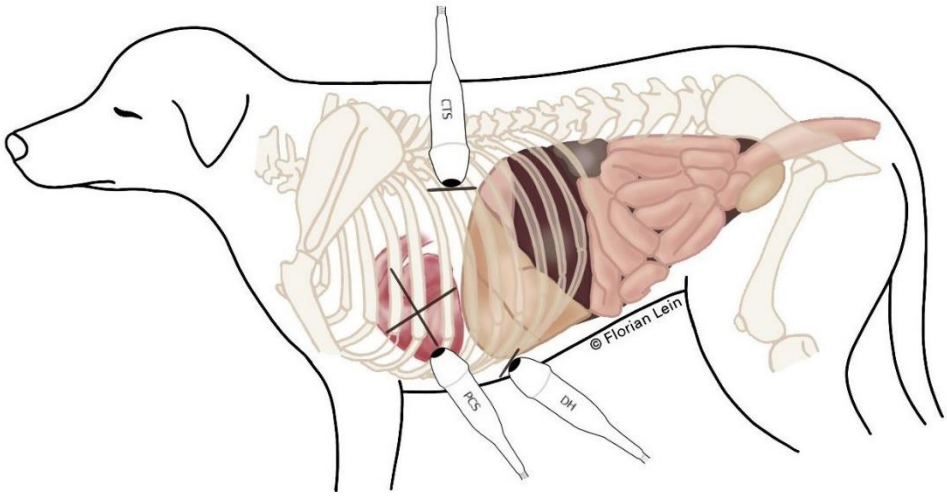


Abbildung 21 Schematische Darstellung der Untersuchungspunkte des TFAST. DH – Diaphragmatikohepatisch; CTS – Chest Tube Site; PCS – Pericardial Site (©F. Lein)

4.5.1 DH

DH ist sowohl ein Teil des AFAST als auch des TFAST. Der thorakale Teil dieses Untersuchungspunktes ermöglicht Aussage über das Vorhandensein von PE, PKE und Lungenveränderungen.
Das Herz erscheint im Bild, wenn man durch kraniales Schwenken der Sonde den Kontaktpunkt zwischen Herzspitze und Zwerchfell auffindet (Abb. 22).Ein PE stellt sich

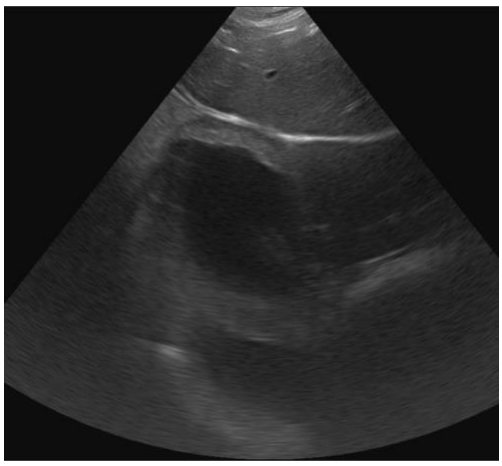


Abbildung 22 DH - Darstellung des Herzens, Physiologisches Bild (©F. Lein)

Abbildung 23 PE dargestellt über die DH-Ansicht (©K. Hittmair)

ähnlich wie FF im Abdomen als geometrische (eckige) hypoechogene Areale dar (Abb. 23), während sich ein PKE kreisrund um das Herz sammelt (Abb. 17).

Lungenveränderungen wie Konsolidierungen oder B-Linien können gegebenenfalls in DH gesehen werden.

4.5.2 Chest Tube Site – CTS

Um die CTS-Ansicht zu generieren, wird die Sonde longitudinal über zwei Rippen im kaudodorsalen Bereich des Thorax platziert.

Abb. 24 und Abb. 25 zeigen die zu sehenden Strukturen und Artefakte.

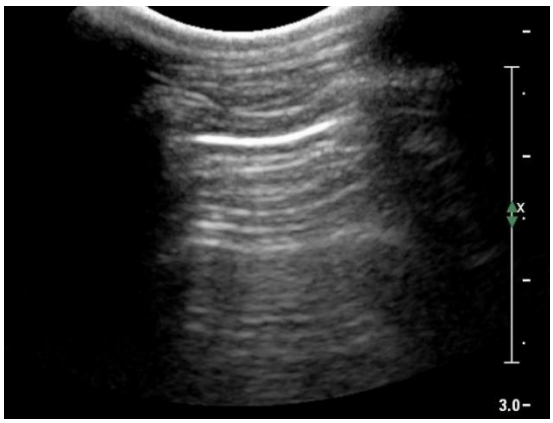


Abbildung 24 CTS-Ansicht physiologisch (©F. Lein)

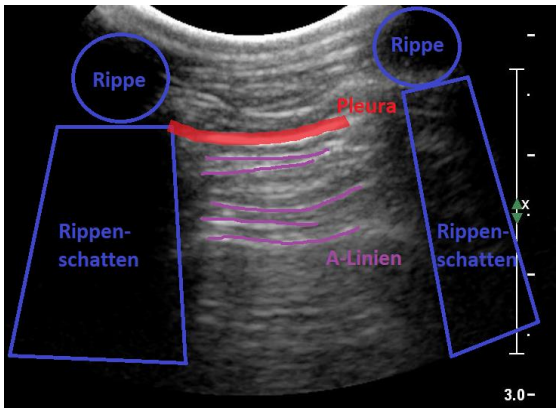


Abbildung 25 CTS-Ansicht physiologisch, Strukturen beschriftet (©F. Lein)

Bewegungen an der PPL signalisieren das Pleuragleiten. Ist kein Pleuragleiten erkennbar, liegt ein PTX vor.
Andere Pathologien wie B-Linien (Abb. 26) oder Lungenkonsolidierungen können ebenfalls in CTS gesehen werden.

Abbildung 26 B-Linien als "Vorhang"(©K. Hittmair)

4.5.3 Pericardial Site

4.5.3.1 PCS- Kurzachse

Schallt man das Herz von links parasternal, befindet sich die linke Herzkammer schallkopfnah und die rechte Herzkammer schallkopffern (Abb. 27). Wird das Herz von rechts parasternal geschallt, befindet sich die rechte Herzkammer schallkopfnah (Abb. 28).

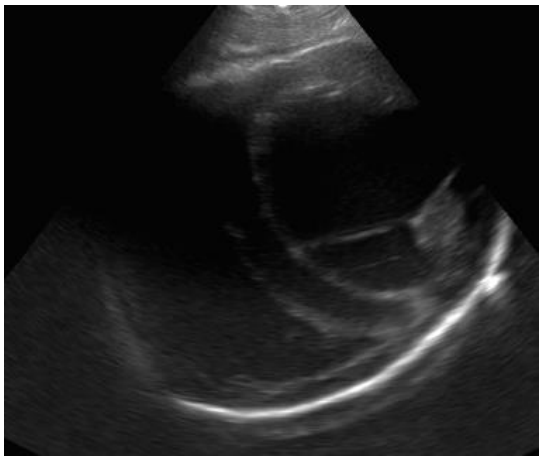


Abbildung 27 PCS der Kurzachse von links. Das Perikard stellt sich als hyperechogene Linie um das Herz dar. Es ist keine Flüssigkeit im Herzbeutel erkennbar. (©F. Lein)

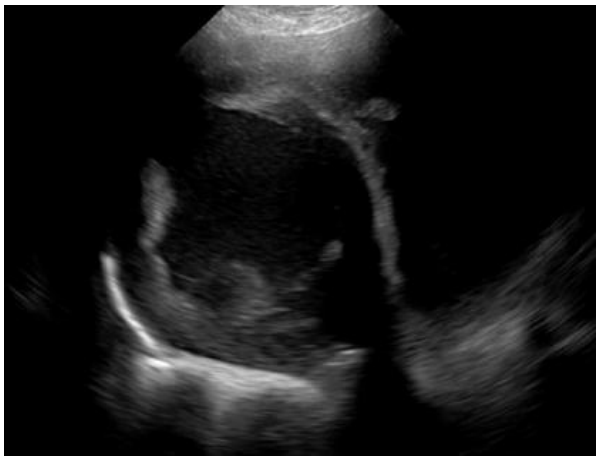


Abbildung 28 Das Herz desselben Hundes in PCS rechtsseitig. Die rechte Herzkammer (rechts im Bild) darf nicht mit FF verwechselt werden. (©F. Lein)

Diese Ansicht ist sehr gut geeignet, um FF im Herzbeutel zu detektieren. Durch leichte Bewegungen der Sonde nach kranial und kaudal kann der ventrale Bereich des Thorax auf FF in der Pleurahöhle untersucht werden (Abb. 29)

Abbildung 29 PCS einer Katze mit hochgradig FF in Thorax und Abdomen (©F. Lein)

4.5.3.2 PCS – Längsachse

Die Darstellung der Längsachse ist bei links parasternaler (Abb. 30) und rechts parasternaler Schallkopfposition (Abb. 31) unterschiedlich.

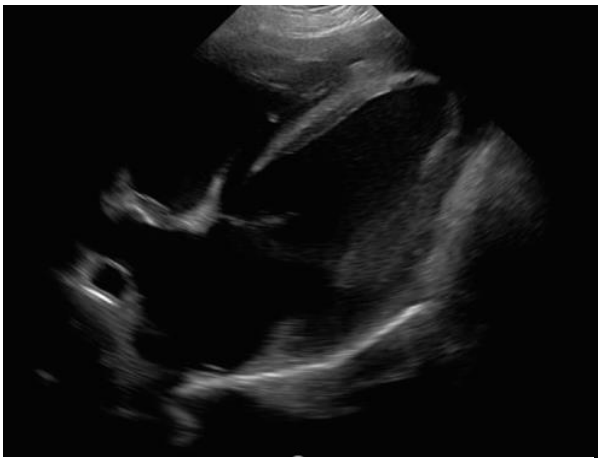


Abbildung 30 PCS in Längsachse von rechts. Die rechte Hauptkammer ist schallkopfnah, die linke Herzhälfte distal im Bild erkennbar. Die Mitralklappe kann ebenfalls zwischen linker Kammer und linkem Vorhof gesehen werden. (©F. Lein)

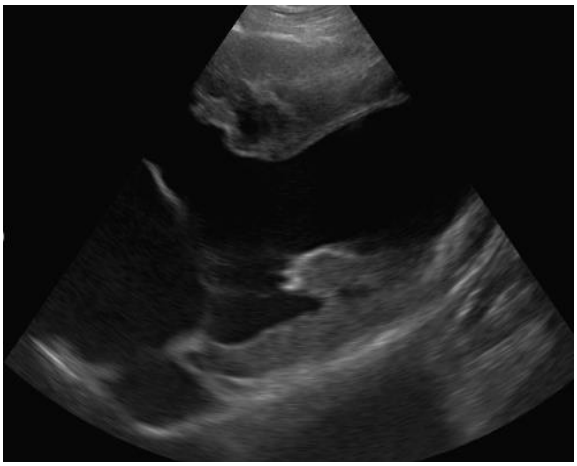


Abbildung 31 PCS in Längsachse von links. Das linke Atrium und die linke Herzkammer sind gut zu erkennen. Es ist keine FF im Herzbeutel. (©F. Lein)

Die PCS-Ansicht dient in erster Linie der Bestätigung und dem Ausschluss von thorakaler und perikardialer FF.

Eine Befundung von Herzerkrankungen oder strukturellen Veränderungen am Herzen sollte nicht mittels FAST, sondern über eine echokardiographische Untersuchung durchgeführt werden.

4.6 VetBLUE

VetBLUE hat sich im Umfeld des akuten Notfalls als nicht praktikabel herausgestellt. Statt VetBLUE wird zum Zweck der kompletten Lungenbeurteilung auf andere Modalitäten (beispielsweise Röntgen) zurückgegriffen.

4.7 TFAST – Wandtafeln

Poster über die Untersuchungspunkte des TFAST mit gleichzeitiger Darstellung von physiologischen Ultraschallbildern (Abb. 32) und möglichen pathologischen Befunden (Abb. 33) sollen die Durchführung dieser Untersuchung unterstützen.

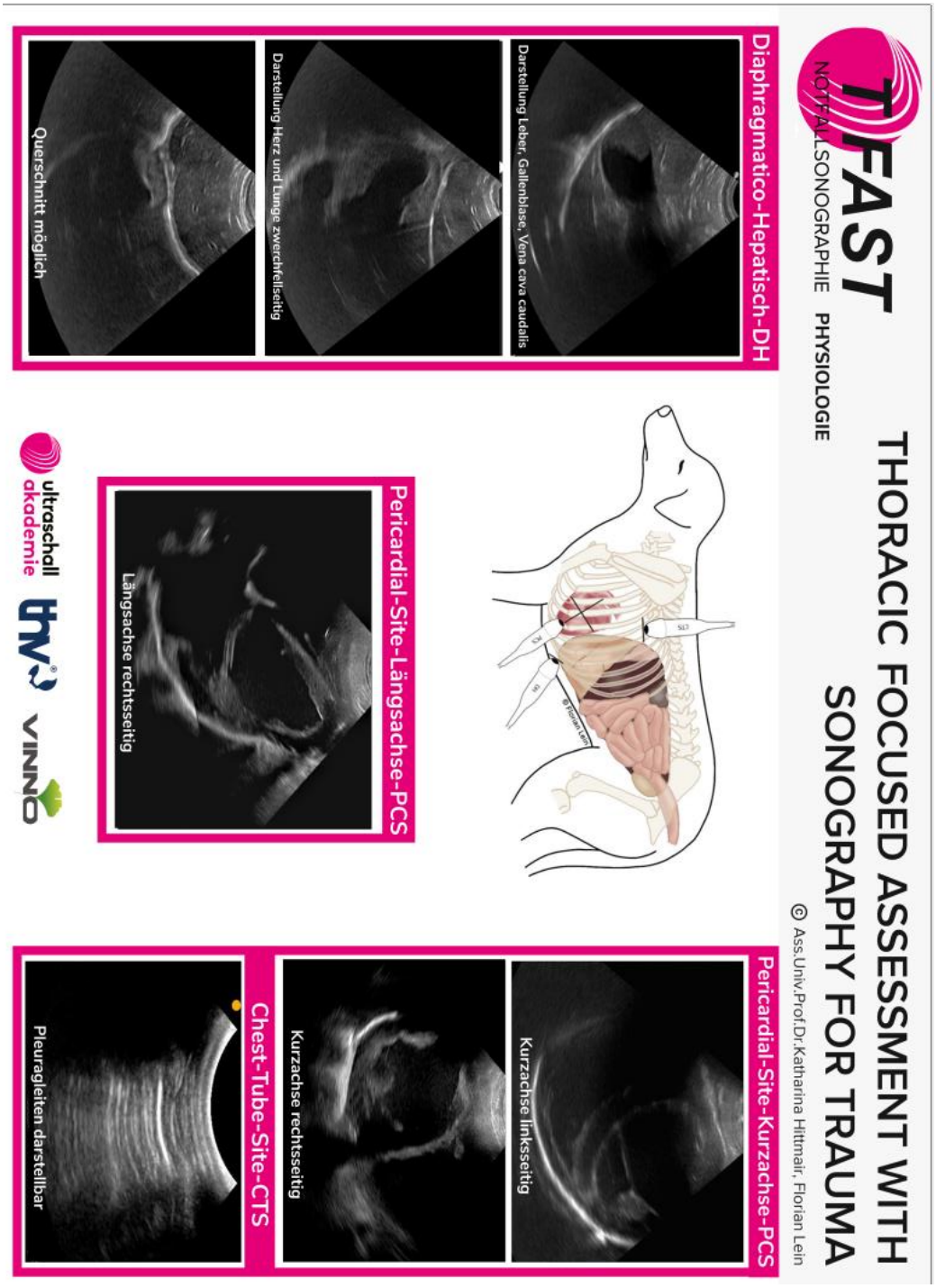


Abbildung 32 TFAST beim Kleintier mit physiologischen Ultraschall-Bildern (©F. Lein)

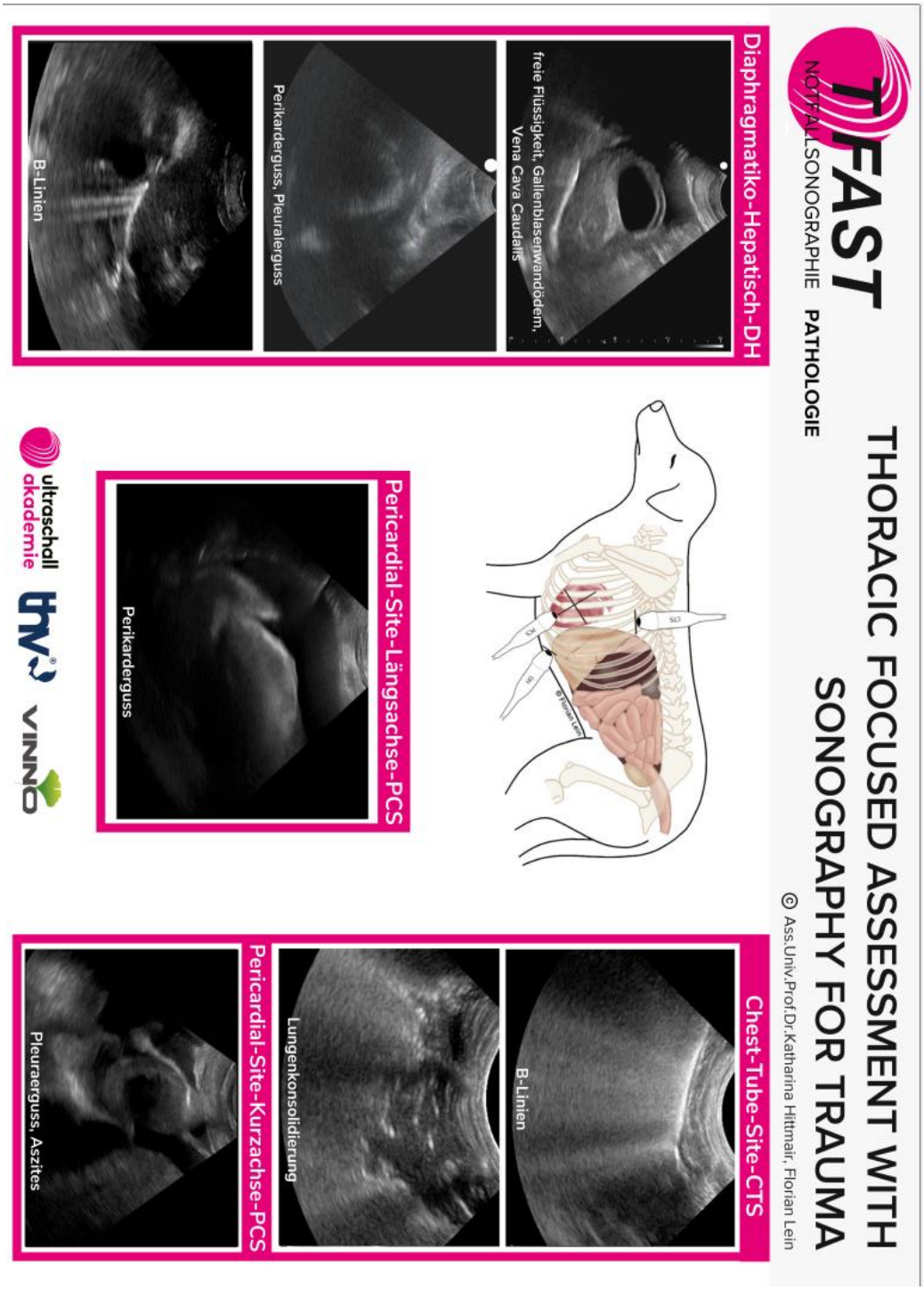


Abbildung 33 TFAST beim Kleintier mit pathologischen Ultraschall-Bildern (©F. Lein)

5. Diskussion

5.1 Klinischer Hintergrund und Zielstellung dieser Arbeit

Untersuchungsschemata der Notfallsonographie wie GFAST und VPOCUS enthalten die Teilbereiche AFAST, TFAST, VetBLUE und POCUS. Diese Untersuchungstechniken werden in umfangreichen Werken wie „Point of Care Ultrasound Techniques for the Small Animal Practitioner“ (Lisciandro 2021a) auf mehreren hundert Seiten zusammengefasst. Ziel dieser Arbeit war, die verschiedenen Teilbereiche der Notfallsonographie im Notdienst anzuwenden und einen Untersuchungsgang für die Zentrale Notambulanz der Veterinärmedizinischen Universität Wien zu entwickeln, welcher mit geringem Trainingsaufwand von Nicht-RadiologInnen und Ultraschall-AnfängerInnen angewendet werden kann. In diesem Untersuchungsgang sollte der Focus darauf gelegt sein, akut lebensbedrohliche Situationen zu erkennen oder Indikationen für eine Spezialistenkonsultation zu erhalten. Zusätzlich sollten Lehrmaterialen zur Veranschaulichung und Befund-Dokumentation dieser Notfallsonographie erstellt werden.

5.2 FAST als Grundgerüst

Der AFAST mit seinen vier akustischen Schnittfenstern bietet eine klar definierte Anwendung von Ultraschall, mit welcher FF zuverlässig erkannt werden kann (Ma et al. 1995, McMurray et al. 2016, Lisciandro 2020).

Die TFAST-Untersuchung lässt sich sehr gut in den Notdienst integrieren und ist schnell und zuverlässig bei der Diagnostik von FF in Pleuraspalt und Perikard (Lisciandro et al. 2008, Lisciandro 2021c). Die Darstellung des Lungengleitens über die CTS-Ansicht des TFAST hat sich als schnelles und einfaches Ausschlusskriterium für einen PTX herausgestellt (Boysen 2021). Während der praktischen Testphase der Notfallsonographie wurde kein Patient mit einem PTX vorgestellt. Somit konnte die Funktionalität des TFAST bei Vorliegen eines PTX nicht evaluiert werden. Lungenveränderungen in Form eines AIS konnten zuverlässig mittels TFAST erkannt werden. Lungenkonsolidierungen wurden während der Evaluierungsphase nicht beobachtet. Eine zusätzliche Evaluierung des TFAST fokussiert auf respiratorische Symptomatik mit größerer Stichprobenzahl ist hierbei in Betracht zu ziehen.

5.3 Erweiterung durch POCUS Leber, GB, Milz und HB

Diese Organe sind leicht zugänglich und abgesehen von der Milz unmittelbar während eines AFAST darstellbar. Die Milz als oberflächliches und leicht zu verfolgendes Organ kann bei Bedarf (beispielsweise bei Vorliegen eines Hämaskos) zur Gänze nach Neoplasien abgesucht werden. Akut lebensbedrohliche Zustände der genannten Organe

liegen im Fokus dieser Investigation. Die Untersuchung auf Raumforderungen in Leber und Milz, das Vorhandensein eines GBWO als Hinweis auf potenzielles akutes Schockgeschehen (kardiogen oder anaphylaktisch), sowie Schäden an der Harnblase bei Vorliegen von urinhaltigem Aszites sind das Hauptziel dieser Erweiterung. Diese Pathologien können die initiale weitere Diagnostik, Prognose und anschließend Therapie wesentlich verändern und sind im Gegenzug mit geringem Ausmaß an Training gut zu erkennen.

5.4 VetBLUE

Eine Evaluierung von Lungenveränderungen mittels VetBLUE hat sich im akuten Notfall als nicht sinnvoll herausgestellt. Aufgrund der routinierten Auswertung von Lungenröntgen durch die TierärztInnen der ZNA wurden röntgenologische Untersuchungen dem VetBLUE im Akutfall vorgezogen. Stabilere Patienten zeigten nur geringe Auffälligkeiten in dieser Untersuchungstechnik während der Testphase. Die geringe Zahl an Patienten mit respiratorischer Symptomatik während der Testphase gestaltet eine Evaluierung des VetBLUE und dessen Anwendbarkeit in der ZNA in dieser Arbeit als problematisch. Eine weitere Untersuchung mit adäquater Stichprobengröße wäre hierbei anzuraten.

5.5 Herz

Eine Diagnosestellung von Herzerkrankungen mittels Notfallsonographie ist abzulehnen und sollte stattdessen über eine vollständige kardiologische Untersuchung durchgeführt werden (Loughran 2021). Die Sonographie des Herzens im hier dargestellten Untersuchungsgang erfordert keine perfekte Darstellung der kardiologischen Herzschnitte. Grund dafür ist die Gestaltung des Untersuchungsganges als Einstiegsmöglichkeit in das Diagnostikum Ultraschall, welcher abhängig von den Fertigkeiten der SonographerIn erweitert werden kann. Erweiterbar ist die Notfallsonographie des Herzens beispielsweise über einen POCUS Herz, welcher die kardiologischen Schnittebenen sowie kardiologische Messungen wie das Verhältnis des linken Atriums zur Aorta (LA/Ao) beinhaltet. Derartige Schalltechniken und Herzuntersuchungen sollten erst nach speziellen Weiterbildungen und Trainings angewendet werden, um Fehldiagnosen zu vermeiden.

5.6 Gestaltung der Befund-Formulare

Um eine strukturierte Notfallsonographie durchzuführen und die Befunde direkt dokumentieren zu können, wurden Befund-Formulare mit den wichtigsten Fragestellungen erstellt. Die Angabe des AFS ermöglicht dritten Personen eine schnelle Einschätzung der Menge an FF sowie eine einfache Dokumentation bei Verlaufskontrollen. Befunde der Leber, Gallenblase und der Milz können direkt

dokumentiert und gegebenenfalls nachfolgend durch Radiologen überbefundet werden. Das Formular für TFAST beschränkt sich auf die wesentlichen Kernaussagen des TFAST: Vorhandensein von FF in Perikard und Pleuralspalt mit Angaben zur Quantifizierung sowie die Darstellung des beidseitigen Pleuragleitens in CTS als Ausschlusskriterium eines PTX.
Boysen und Lisciandro (2013) und Lisciandro (2021g) haben bereits sogenannte Templates für AFAST, TFAST und VetBLUE erstellt und veröffentlicht. Diese Templates enthalten mehr Text und mehr Informationen als die in dieser Arbeit entwickelten Dokumente. Durch Priorisierung der Informationen und eine bessere Übersicht durch weniger Text, soll die Dokumentation erleichtert werden.
Um die Überweisung von Patienten zu vereinfachen und die Befunddokumentation zu komplettieren, lassen sich auf beiden Formularen ebenso Informationen zu Punktatanalysen einfügen. Eine Ultraschalluntersuchung liefert keine Aussage über die Qualität von FF, weshalb eine Punktion mit anschließender zytologischer Untersuchung durchgeführt werden sollte (Boysen et al. 2004, Milley et al. 2017).
Die hier erstellten Befund-Formulare wurden stichprobenartig getestet, benötigen jedoch noch weitere Versuche mit größerer Stichprobenzahl um die Anwendbarkeit ausreichend zu bestätigen.

5.7 Schlussfolgerung

Die Entwicklung eines notfallsonographischen Untersuchungsganges in Kombination mit unterstützenden Befund-Formularen und Anwendungshilfen als Ziel dieser Arbeit wurde erfüllt. Anhand des Anschauungsmaterials kann eine TierärztIn eine Notfallsonographie in Form eines standardisierten Screenings durchführen und verschiedene Befunde dieser Untersuchung anhand der beigefügten Formulare dokumentieren. Die Befundformulare können sowohl für die eigene Dokumentation und Verlaufskontrolle verwendet als auch im Überweisungsfall zur Informationsweiterleitung genutzt werden.

6. Zusammenfassung

Für die Entwicklung eines notfallsonographischen Untersuchungsgangs für die Zentrale Notambulanz der Veterinärmedizinischen Universität Wien (ZNA) wurden sieben Hunde und vier Katzen im Notdienst einer Notfallsonographie unterzogen. Abdominal Focused Assessment with Sonography for Trauma (AFAST) und Thoracic Focused Assessment with Sonography for Trauma (TFAST) sowie Veterinary Bedside Lung Ultrasonography (VetBLUE) und Point of Care Ultrasonography (POCUS) wurden bedarfsweise angewendet.
Eine strukturierte und standardisierte Notfallsonographie ist über die Anwendung des FAST-Schemas möglich. Mit den reproduzierbaren Untersuchungspunkten des AFAST und TFAST ist die initiale Beurteilung eines Patienten möglich und erlaubt ebenfalls eine zuverlässige Kontrolle durch serielle Untersuchungen. Der Abdominal Fluid Score unterstützt die Dokumentation und Verlaufskontrolle von Patienten durch eine semiquantitative Einschätzung von abdominaler freier Flüssigkeit.
AFAST lässt sich durch zielgerichtete Organbeurteilungen erweitern. Die Leber und die Milz sind vor allem bei Hunden mit Hämoabdomen genauer darzustellen, um vorrangig Neoplasien dieser Organe als Ursache zu erkennen. Bei Vorliegen von urinhaltiger freier Flüssigkeit sollte eine gezielte Sonographie der Harnblase angewendet werden. Bestimmte Pathologien wie ein Gallenblasenwandödem müssen als potenzielles kardiales Schocksymptom eine Untersuchung des Herzens mittels TFAST nach sich ziehen.
TFAST dient als zuverlässiges Diagnostikum zur Erkennung freier Flüssigkeit im Thorax in Form von Pleura- und Perikarderguss. Die Darstellung des Pleuragleitens in der CTS-Ansicht des TFAST kann als Ausschlusskriterium eines Pneumothorax verwendet werden.
VetBLUE konnte im Zuge dieser Arbeit nicht ausreichend getestet werden und wird daher vorerst nicht für die Durchführung an der ZNA empfohlen.
In dieser Arbeit wurde Anschauungsmaterial zur Durchführung von AFAST und TFAST erstellt. Übersichten mit Ultraschallbildern von Physiologie und Pathologie an den Untersuchungspunkten des AFAST und TFAST wurden angefertigt, um bei der Durchführung dieser Technik zu unterstützen. Zudem wurden Befundformulare für die übersichtliche Dokumentation von AFAST und TFAST erarbeitet.

7. Extended Summary

Abdominal/Thoracic Focused Assessment with Sonography for Trauma – Guideline for sonographic Examinations in Small Animals at the Central Emergency Unit of University of Veterinary Medicine Vienna

Seven dogs and four cats underwent a sonographic emergency assessment at the Central Emergency Unit of University of Veterinary Medicine Vienna (ZNA) to develop an ultrasonographic investigation procedure. Abdominal and Thoracic Focused Assessment with Sonography for Trauma (AFAST and TFAST) as well as Veterinary Bedside Lung Ultrasound Examination (VetBLUE) and Point of Care Ultrasonography (POCUS) were performed in these patients as needed.
FAST enables a structured and standardized sonographic examination. The easily reproduced views of AFAST and TFAST provide an initial assessment of patients and can also be used for reliable follow-ups in serial examinations. The Abdominal Fluid Score is useful for semiquantitative documentation and monitoring in patients with abdominal free fluid.
AFAST can easily be expanded by goal directed organ assessments. Hemoabdomen in dogs requires evaluation of the liver and spleen to rule out neoplasia of these organs as a cause of intraabdominal hemorrhage. An ultrasonographic examination of the bladder might be helpful in case of intraabdominal free urine. The finding of a gallbladder wall edema should always be followed by TFAST to rule out acute cardiac disease.
TFAST is reliable in detecting pleural and pericardial effusion. The projection of lung gliding in the TFAST Chest Tube Site can be used to accurately rule out pneumothorax.
VetBlue was not tested sufficiently in this study, further examinations are needed to prove its efficacy for the emergency setting.
Poster illustrations of AFAST and TFAST were created to assist with the examinations in an emergency setting. These images show the defined views of AFAST and TFAST, comparing physiological and pathological findings. Examination templates for AFAST and TFAST were also generated to support emergency sonographers. .

8. Literaturverzeichnis

Armenise A, Boysen RS, Rudloff E, Neri L, Spattini G, Storti E. 2019. Veterinary-focused assessment with sonography for trauma-airway, breathing, circulation, disability and exposure: a prospective observational study in 64 canine trauma patients. Journal of Small Animal Practice, 60(3):173–182.

Avruch L, Cooperberg PL. 1985. The ring-down artifact. Journal of Ultrasound in Medicine, 4(1):21–28.

Boysen SR. 2014. AFAST and TFAST in the intensive care unit. Small Animal Critical Care Medicine, Second Edition, 988–994.

Boysen SR. 2021. Lung Ultrasonography for Pneumothorax in Dogs and Cats. Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice, 51(6):1153–1167.

Boysen SR, Lisciandro GR. 2013. The use of ultrasound for dogs and cats in the emergency room AFAST and TFAST. Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice, 43(4):773–797.

Boysen SR, Tidwell AS, Penninck DG. 2003. Ultrasonographic findings in dogs and cats with gastrointestinal perforation. Veterinary Radiology and Ultrasound, 44(5):556–564.

Boysen SR, Rozanski EA, Tidwell AS, Holm JL, Shaw SP, Rush JE. 2004. Evaluation of a focused assessment with sonography for trauma protocol to detect free abdominal fluid in dogs involved in motor vehicle accidents. Journal of the American Veterinary Medical Association, 225(8):1198–1204.

Curtis B, Odunayo A. 2020. A Review on Abdominal Point-of-Care Ultrasound. Advances in Small Animal Medicine and Surgery, 33(12):1–3.

Deacon LJ, Reef VB, Leduc L, de Solis CN. 2021. Pocket-Sized Ultrasound Versus Traditional Ultrasound Images in Equine Imaging: A Pictorial Essay. Journal of Equine Veterinary Science, 104:103672.

Dicker SA. 2021. Lung Ultrasound for Pulmonary Contusions. Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice, 51(6):1141–1151.

Dicker SA, Lisciandro GR, Newell SM, Johnson JA. 2020. Diagnosis of pulmonary contusions with point-of-care lung ultrasonography and thoracic radiography compared to thoracic computed tomography in dogs with motor vehicle trauma: 29 cases (2017-2018). Journal of Veterinary Emergency and Critical Care, 30(6):638–646.

Lisciandro GR. 2011. Abdominal and thoracic focused assessment with sonography for trauma, triage, and monitoring in small animals. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care, 21(2):104–122.

Lisciandro GR. 2014. The Gallbladder Halo Sign: More than Canine Anaphylaxis & Hemoabdomen - a Canine Complication You MUST Know. Focused Ultrasound Techniques for the Small Animal Practitioner.

Lisciandro GR. 2020. Cageside Ultrasonography in the Emergency Room and Intensive

Care Unit. Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice, 50(6):1445–1467.

Lisciandro GR. 2021a. Point-of-Care Ultrasound Techniques for the Small Animal Practitioner. (GR Lisciandro, Hrsg). zweiter 2. WILEY Blackwell.

Lisciandro GR. 2021b. AFAST – Introduction and Image Acquisition. In: Lisciandro GR, Hrsg. Point-of-Care Ultrasound Techniques for the Small Animal Practitioner. Second Edi Second Edi. 57–110, Spicewood, Texas, USA: WILEY Blackwell;

Lisciandro GR. 2021c. TFAST Accurate Diagnosis of Pleural and Pericardial Effusion, Caudal Vena Cava in Dogs and Cats. Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice, 51(6):1169–1182.

Lisciandro GR. 2021d. AFAST Target-Organ Approach and Fluid Scoring System in Dogs and Cats. Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice, 51(6):1217–1231.

Lisciandro GR. 2021e. Artifacts and Pitfalls of the DH View. In: Lisciandro GR, Hrsg. Point-of-Care Ultrasound Techniques for the Small Animal Practitioner. 2nd 2nd. 79–84, Spicewood, Texas, USA: WILEY Blackwell;

Lisciandro GR. 2021f. TFAST – Introduction and Image Acquisition. In: Lisciandro GR, Hrsg. Point-of-Care Ultrasound Techniques for the Small Animal Practitioner. Second Edi Second Edi. 297–336, Spicewood, Texas, USA: WILEY Blackwell;

Lisciandro GR. 2021g. Goal - Directed Templates for Medical Records. In: Lisciandro GR, Hrsg. Point-of-Care Ultrasound Techniques for the Small Animal Practitioner. Second Edi Second Edi. 933–942, Spicewood, Texas, USA: WILEY Blackwell;

Lisciandro GR, Fosgate GT. 2017. Use of urinary bladder measurements from a point-of-care cysto-colic ultrasonographic view to estimate urinary bladder volume in dogs and cats. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care, 27(6):713–717.

Lisciandro GR, Lisciandro SC. 2021a. Global FAST for Patient Monitoring and Staging in Dogs and Cats. Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice, 51(6):1315–1333.

Lisciandro GR, Lisciandro SC. 2021b. Lung Ultrasound Fundamentals, “Wet Versus Dry” Lung, Signs of Consolidation in Dogs and Cats. Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice, 51(6):1125–1140.

Lisciandro GR, Lagutchik MS, Mann KA, Voges AK, Fosgate GT, Tiller EG, Cabano NR, Bauer LD, Book BP. 2008. Evaluation of a thoracic focused assessment with sonography for trauma (TFAST) protocol to detect pneumothorax and concurrent thoracic injury in 145 traumatized dogs. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care, 18(3):258–269.

Lisciandro GR, Lagutchik MS, Mann KA, Fosgate GT, Tiller EG, Cabano NR, Bauer LD, Book BP, Howard PK. 2009. Evaluation of an abdominal fluid scoring system determined using abdominal focused assessment with sonography for trauma in 101 dogs with motor vehicle trauma. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care, 19(5):426–437.

Lisciandro GR, Fosgate GT, Fulton RM. 2014. Frequency and number of ultrasound lung

rockets (B-lines) using a regionally based lung ultrasound examination named Vet BLUE (veterinary bedside lung ultrasound exam) in dogs with radiographically normal lung findings. Veterinary Radiology and Ultrasound, 55(3):315–322.

Lisciandro GR, Fulton RM, Fosgate GT, Mann KA. 2017. Frequency and number of B-lines using a regionally based lung ultrasound examination in cats with radiographically normal lungs compared to cats with left-sided congestive heart failure. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care, 27(5):499–505.

Loughran K. 2021. Focused Cardiac Ultrasonography in Cats. Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice, 51(6):1183–1202.

Ma OJ, Kefer MP, Mateer JR, Thoma B. 1995. Evaluation of Hemoperitoneum Using a Single- vs Multiple-view Ultrasonographic Examination. Academic Emergency Medicine, 2(7):581–586.

Malik AN, Rowland J, Haber BD, Thom S, Jackson B, Volk B, Ehrman RR. 2021. Correction to: The Use of Handheld Ultrasound Devices in Emergency Medicine. Current Emergency and Hospital Medicine Reports, 9(3):96–96.

McMurray J, Boysen S, Chalhoub S. 2016. Focused assessment with sonography in nontraumatized dogs and cats in the emergency and critical care setting. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care, 26(1):64–73.

Milley E, Boysen S, Stillion J. 2017. A general practitioner’s guide to FAST cageside ultrasound techniques. Companion Animal, 22:388–393.

Pelchat J, Chalhoub S, Boysen SR. 2020. The use of veterinary point-of-care ultrasound by veterinarians: A nationwide Canadian survey. Canadian Veterinary Journal, 61:1278-1282.

Şen Y, Başer Mİ, Kibar Kurt B, Bumin A. 2021. Novel ultrasonographic imaging technique in cat and dog intensive care patients: A-fast3. Ankara Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi, 68(3):311–320.