



Lungensonographie



In the spirit of #foamed, this script is shared under a creative commons license, allowing you to share and adapt this work in a non-commercial way, as long as you give appropriate credit to the original author.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

v20170313

Inhaltsverzeichnis

Allgemeines	3
Schallkopfwahl	3
Lungenschnitt	3
Darstellung der Pleura	3
Artefakte	4
A-Lines	4
B-Lines	4
Comet Tails	4
Lungenpuls	5
Spiegelbildphänomen	5
Diagnostik spezieller Krankheitsbilder	6
Pneumothorax	6
Lungenödem	7
Pleuraerguss	7
Infiltrate	7
Pulmonalarterienembolie (PAE)	7
Abbildungsverzeichnis	8

Allgemeines

Da die Lunge physiologischerweise mit Luft gefüllt ist – und Luft einen schlechten Schalleiter darstellt – kann das Lungenparenchym im physiologischen Zustand nicht direkt untersucht werden. Allerdings kommen unterschiedliche Artefakte zur Darstellung, die einen Rückschluss auf die im Lungenparenchym vorherrschenden Zustände erlauben.

Pleurablätter (Pleura visceralis und Pleura parietalis), Rippen, sowie die darüberliegenden Muskel- und Faszienschichten sind hingegen direkt visualisierbar.

Schallkopfwahl

Zur ausschließlichen Untersuchung der Pleura eignet sich am besten der Linearschallkopf (7 bis 10 MHz). Für alle anderen Untersuchungen im Bereich der Lunge ist die Verwendung des Abdomen- oder Konvexschallkopfes (2,5 bis 5 MHz) von Vorteil.

Lungenschnitt

Sofern nicht der Recessus costodiaphragmaticus auf Ergüsse und die Lunge auf Konsolidierungen hin untersucht wird, ist der Schallkopf immer quer zu den Rippen – also in craniocaudaler Ausrichtung – aufzusetzen, sodass links und rechts im Bild jeweils eine Rippe zu sehen ist. Um einen ersten Überblick zu erlangen, empfiehlt es sich im 3. oder 4. Interkostalraum (ICR) parasternal zu beginnen. Für einige spezielle Fragestellungen, auf die später eingegangen wird, ist es wichtig, dass der Schallkopf nicht nur senkrecht auf die Haut sondern vor allem auch senkrecht zur Pleura aufgesetzt wird, um eine uneingeschränkte Beurteilung zu ermöglichen.

Darstellung der Pleura

Pleura visceralis und Pleura parietalis werden sonographisch als eine gemeinsame echoreiche Linie dargestellt. Eine Abgrenzung beider Strukturen ist aufgrund der engen räumlichen Beziehung nicht möglich. Links und rechts im Bild findet sich jeweils eine Rippe, mit der charakteristischen dorsalen Schallauslöschung. Diese Anordnung der Strukturen im Bild bezeichnet man auch als sog. "Bat-Sign", da sie an eine fliegende Fledermaus erinnert.

Als physiologischer Befund zeigt sich im dynamischen Bild das sog. Pleuragleiten (= Lungengleiten), das durch das atemsynchrone Gegeneinander-verschieben der Pleurablätter entsteht und manchmal als "Ameisenlaufen" bezeichnet wird. Das sonographisch dargestellte Pleuragleiten ist Ausdruck der eng aneinander liegenden Pleurablätter und schließt somit das Vorliegen eines Pneumothorax – unterhalb des Schallkopfes – aus.



Abb. 1: Schallkopftypen.
Für die Untersuchung der Pleura wird ein Linearschallkopf (2) oder ein Konvexschallkopf (1) gewählt.



Abb. 2: Lungenschnitt in craniocaudaler Ausrichtung.
1: Rippen, 2: Pleuralinie, 3: dorsale Schallauslöschung.

Artefakte

A-Lines

Als A-Lines bezeichnet man Reverberationsartefakte, die aufgrund von Reflexionen zwischen Schallkopf und Pleuralinie entstehen. Treffen die vom Schallkopf ausgesendeten Schallwellen auf die unter der Pleuralinie liegende luftgefüllte Lunge, kommt es zur Totalreflexion und die Schallwellen werden regelrecht vom Schallkopf erfasst und dargestellt. Allerdings kann es beim Übertritt der Schallwellen zwischen Haut und Schallkopf zu einer Teilreflexion kommen, weshalb in diesem Fall die Schallwellen noch einmal auf die Pleuralinie treffen, abermals reflektiert werden und nach genau doppelt so langer Zeit wieder am Schallkopf eintreffen. Dieser Effekt kann sich mehrmals wiederholen. Da das Bild entsprechend der Laufzeit des Schalls abgebildet wird ($s = vt$) und die teilreflektierte zweite Schallwelle nach doppelt so langer Zeit wieder am Schallkopf eintrifft, wird nach genau doppelter Schallkopf-Pleura-Distanz eine weitere – allerdings durch die Teilreflexion abgeschwächte – Pleuralinie dargestellt. Diese Artefakte treten immer dann auf, wenn sich unterhalb der Pleuralinie Luft befindet. A-Lines schließen einen Pneumothorax also nicht aus.



Abb. 3: A-Lines.
1: Pleuralinie, 2: A-Lines

B-Lines

B-Lines entstehen durch Flüssigkeitseinlagerungen in pleuranahen Alveolen und im Lungeninterstitium. Charakteristisch für diese scheinwerferartigen Artefakte ist der Ausgangspunkt an der Pleura visceralis und das Erreichen des unteren Bildschirmrandes bei entsprechender Tiefe. Diese bewegen sich entsprechend den Atembewegungen der Pleura visceralis. B-Lines sind ein hochsensitives Zeichen für interstitielle Flüssigkeit und treten bereits vor dem Übertritt der Flüssigkeit in die Alveolen (also bereits bei interstitiellem Lungenödem) und vor einem positiven Thoraxröntgen-Befund auf.

Da die Ausprägung der B-Lines direkt proportional zum Ausmaß der Flüssigkeitsansammlung ist, kann sonographisch eine semiquantitative Einteilung vorgenommen werden.

Achtung: B-Lines in der Sonographie haben nichts mit Kerley-B-Lines im Thoraxröntgen zu tun.

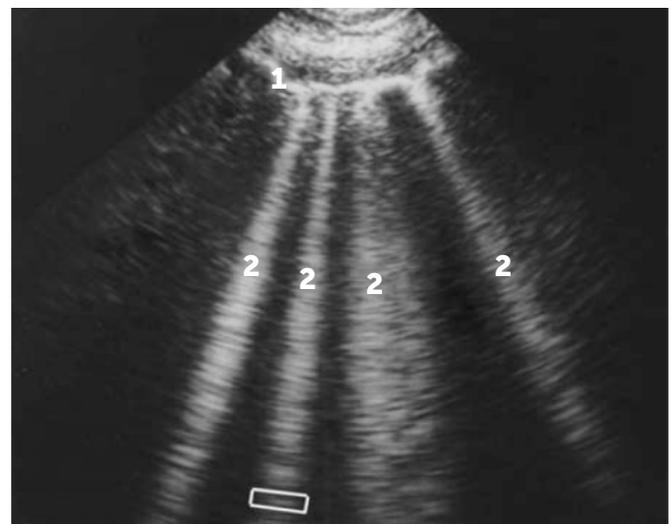


Abb. 4: B-Lines.
1: Pleuralinie, 2: B-Lines

Lungenpuls

Analog zum Pleuragleiten schließt auch der Lungenpuls das Vorliegen eines Pneumothorax aus. Beim Lungenpuls handelt es sich um auf Lunge und Pleura übertragene Schwingung, zu denen es aufgrund der rhythmischen Herzaktionen kommt. Die daraus entstehende rhythmische Verschiebung der Pleurablätter hat eine entsprechende Verschiebung der Grauwerte unterhalb der Pleuralinie zur Folge. Meist kann der Lungenpuls nur bei Apnoe beobachtet werden, da der Effekt möglicherweise durch das Pleuragleiten überlagert wird und dadurch nicht zur Darstellung kommt.

Spiegelbildphänomen

Aufgrund von Teilreflexion auf schiefen Grenzflächen und einem damit verbunden Laufzeitunterschied der Schallwellen kommt es zum Auftreten des Spiegelbildphänomens. Dieses Phänomen tritt bei der Untersuchung der Randwinkel auf. Hierbei durchdringen Schallwellen Leber bzw. Milz und Diaphragma und treffen auf die Pleura-Lungen-Grenze, wo ein Teil der Schallwellen zurück zum Schallkopf reflektiert wird. Der andere Teil wird entsprechend dem Reflexionsgesetz Richtung Leber bzw. Milz reflektiert (siehe Abb. 5). Ein Bruchteil der Schallwellen wird vom Leber- bzw. Milzparenchym zurück Richtung Diaphragma und dann zum Schallkopf zurückreflektiert. Dadurch entsteht ein Laufzeitunterschied (vgl. Kapitel A-Lines). Da allerdings die Schallwellen, die einen Umweg über die Leber genommen haben, wieder in dem Winkel am Schallkopf eintreffen, in dem sie ausgesendet wurden, wird das Leber- bzw. Milzparenchym im Bereich der Lunge dargestellt. Dieses Spiegelbildphänomen ist physiologisch. Ist der Bereich in dem die Lunge liegen sollte echofrei (also schwarz), handelt es sich um einen Pleuraerguss bzw. bei entsprechender Anamnese um einen Hämathorax.

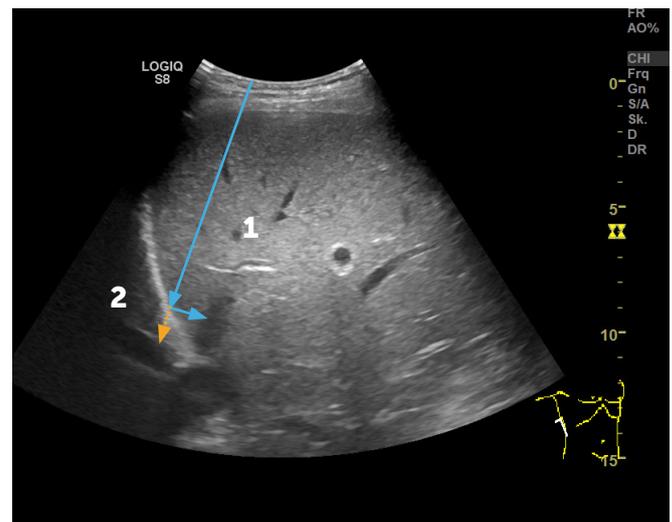


Abb. 5: Spiegelbildartefakt.
1: Leber, 2: Lunge, Blauer Pfeil: tatsächliche Schallausbreitung, Orange gepunkteter Pfeil: berechnete Schallausbreitung.

Diagnostik spezieller Krankheitsbilder

Pneumothorax

Ein Pneumothorax kann mit dem Vorhandensein des Pleuragleitens, des Lungenpulses und der B-Lines zwar ausgeschlossen werden, allerdings bedeutet ein Fehlen dieser Zeichen nicht automatisch, dass auch wirklich ein Pneumothorax vorliegt. Falsch positive Befunde können sich durch Vorliegen von Pneumomediastinum, ausgedehnten Lungenkontusion, subcutane Emphyseme, Lungenemphyseme und Pleurafixierung ergeben.

In der Mehrheit der Fälle, in denen ein tatsächlich vorliegender Pneumothorax lungenonographisch nicht nachgewiesen werden kann (falsch-negativer Befund), ist der Pneumothorax aufgrund der geringen Größe und damit geringen therapeutischen Konsequenz klinisch nicht relevant.

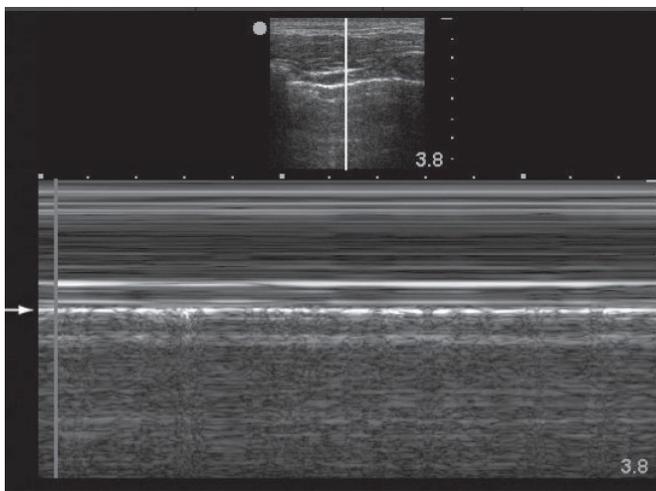


Abb. 6: M-Mode, Seashore-Sign.

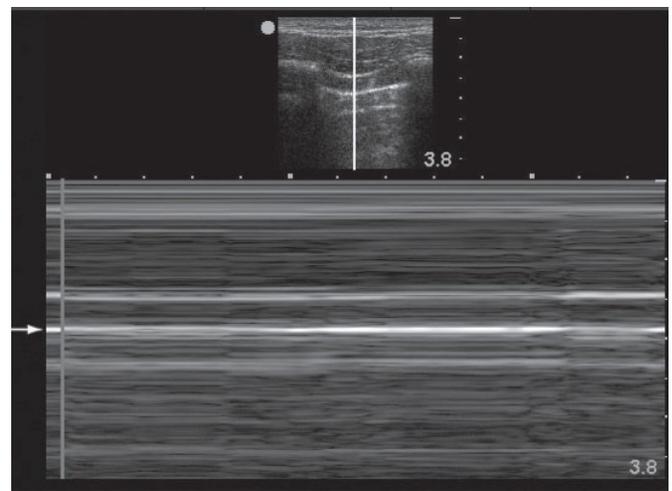


Abb. 7: M-Mode, Barcode-Sign.

Wird der M-Mode-Strahl zwischen zwei Rippen gelegt, stellt sich regelrechtes Lungengleiten durch das sog. „Seashore-Sign“ dar (siehe Abb. 6). Dabei werden die über der Pleuralinie liegenden Strukturen zeitlich abgebildet und als „Sky“ bezeichnet.

Durch das Pleuragleiten wird das vom Schallkopf ausgesendete Signal diffus gestreut und tiefer liegende Strukturen werden granuliert dargestellt, was als „Beach“ bezeichnet wird. Liegt ein Pneumothorax vor, kommt es zu keiner Interaktion der beiden Pleurablätter und zu keiner diffusen Streuung, weshalb auch unterhalb der Pleura parietalis ein linienartiges Muster zu sehen ist, was als „Barcode-Sign“ bezeichnet wird (siehe Abb. 7). Der sog. Lungenpunkt ist zu 100% spezifisch für das Vorliegen eines Pneumothorax (Beweis des Pneumothorax). Dabei handelt es sich um die Darstellung von Pleuragleiten und „nicht-Pleuragleiten“ in einem Bild. Dieser Punkt stellt somit den ersten Berührungspunkt zwischen kollabierter Lunge und Pleura parietalis dar (siehe Abb. 8).

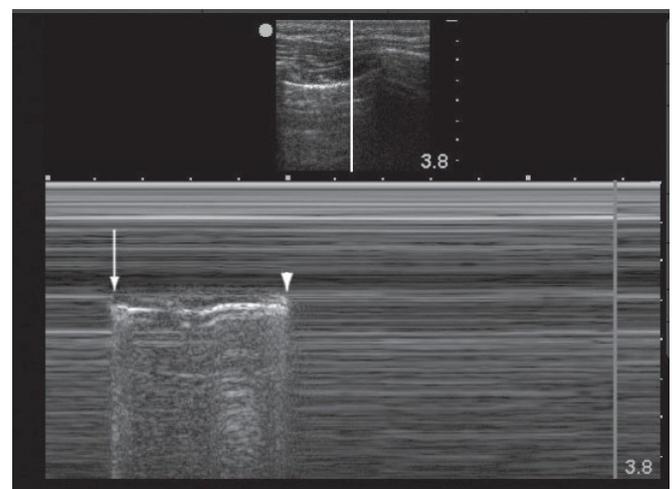


Abb. 8: M-Mode. Lung Point.

Lungenödem

Zur Diagnostik eines Lungenödems wird jeder Hemithorax in jeweils vier Quadranten eingeteilt. Die vertikalen Begrenzungen entsprechen von ventral nach dorsal der Linea parasternalis, der Linea axillaris anterior und Linea axillaris posterior. Die horizontale Trennlinie befindet sich in etwa in der Mitte des Brustkorbs. Jeder Quadrant wird mittels Abdomenschalkkopf auf das Vorliegen von B-Lines geprüft. Sind mindestens drei B-Lines gleichzeitig im Bild in einem Quadranten nachweisbar, ist der jeweilige Quadrant positiv. Der Nachweis von mindestens zwei positiven Quadranten pro Hemithorax gilt als beweisend für ein interstitielles Syndrom.

Die äußerst hohe Sensitivität von B-Lines als Zeichen eines interstitiellen Lungenödems erlaubt auch eine Beurteilung des Flüssigkeitsstatus des Patienten bei der Volumentherapie im Schock, sowie bei auf Intensivstationen.

Pleuraerguss

Der Nachweis eines Pleuraergusses ist sonographisch bereits ab 5 bis 20 ml möglich, wogegen ein positiver Thoraxröntgen-Befund erst ab 100 bis 300 ml zu erwarten ist. Als Diagnosekriterien kommen eine echofreie Lunge – also fehlendes Spiegelbildphänomen – sowie ein fehlendes Kulissenphänomen (engl. spine sign) in Frage. Beim Kulissenphänomen legt sich bei tiefer Inspiration die Lunge von cranial kommend wie ein Vorhang „über“ die dargestellten Strukturen.

Infiltrate

Durch Infiltrate kommt es sonographisch zur sog. „Hepatisation“. Mit zunehmenden Infiltraten verhält sich die Lunge mehr und mehr wie ein solides Organ, und weist sonographisch große Ähnlichkeiten zum Leberparenchym auf. Zusätzlich zeigt sich ein positives Bronchopneumogramm analog zum Thoraxröntgen. Auch baumartig verzweigte, echoreiche Konsolidierung sind typisch.

Pulmonalarterienembolie (PAE)

Als Zeichen einer PAE gelten subpleurale Konsolidierungsareale mit fehlender Durchblutung und eventuellem Begleiterguss. Die Konsolidierungsareale stellen sich als kleine, scharf begrenzte, dreieckförmige bis halbrunde Läsionen dar.

Die PAE gilt beim Vorliegen von mindestens zwei Läsionen als bestätigt. Eine Läsion und Begleiterguss machen eine PAE wahrscheinlich und eine einzige Läsion mit einem Durchmesser unter 5 mm ist zumindest verdächtig auf das Vorliegen einer PAE.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Schallkopftypen.	3
Abb. 2: Lungenschnitt in craniokaudaler Ausrichtung.	3
Abb. 3: A-Lines.	4
Abb. 4: B-Lines. Quelle: http://www.emcurious.com/blog-1/2014/11/13/ultrasound-leadership-academy-lung-ultrasound . Verwendung im Rahmen einer Creative-Commons Attribution 4.0 International License gestattet.	4
Abb. 5: Spiegelbildartefakt.	5
Abb. 6: M-Mode, Seashore-Sign. Quelle: Stone MB - J Emerg Trauma Shock (2008): Ultrasound diagnosis of traumatic pneumothorax. https://openi.nlm.nih.gov/detailedresult.php?img=P-MC2700565_JETS-01-19-g001&req=4	6
Abb. 7: M-Mode, Barcode-Sign. Quelle: Stone MB - J Emerg Trauma Shock (2008): Ultrasound diagnosis of traumatic pneumothorax. https://openi.nlm.nih.gov/detailedresult.php?img=P-MC2700565_JETS-01-19-g002&req=4	6
Abb. 8: M-Mode. Lung Point. Quelle: Stone MB - J Emerg Trauma Shock (2008): Ultrasound diagnosis of traumatic pneumothorax. https://openi.nlm.nih.gov/detailedresult.php?img=P-MC2700565_JETS-01-19-g003&req=4	6

Mitarbeit an diesem Skript:

Haar, Markus¹; Purkarthofer, David; Zechner, Peter²

¹ Autor der Erstausgabe; ² Korrektur und Vidierung