



NEONATALER POINT-OF-CARE ULTRASOUND

sehen, hören, fühlen, schallen



Leitfaden neonatale Lungensonographie

Klinik für Neonatologie der Charité – Universitätsmedizin Berlin

Version 1.0, Mai 2024

Korrespondenzadresse:

AG Neonataler Point-of-Care Ultrasound

Klinik für Neonatologie

Charité – Universitätsmedizin Berlin | Augustenburger Platz 1 | 13353 Berlin

Dr. med. Jan Sandig | jan.sandig@charite.de

Inhaltsverzeichnis

1. Rationale.....	3
2. Indikationen.....	3
3. Durchführung	4
4. Dokumentation	6
Minimaldokumentation	6
Pleura-ABC: Der Standarduntersuchungsbefund	6
5. Befunde	7
Pleura	7
A-Linien	9
B-Linien.....	10
Konsolidierungen	12
M-Mode	13
Lung point	14
Double lung point.....	15
Aerobronchogramm.....	16
Pleuraerguss.....	17
6. Funktionale Lungensonographie.....	18
Brat-Score.....	18
Surfactant.....	18
7. Differentialdiagnostik bei respiratorischen Erkrankungen	19
8. Literatur.....	20

Abkürzungsverzeichnis

BPD	Bronchopulmonale Dysplasie
MAS	Mekoniumaspirationssyndrom
RDS	Respiratory Distress Syndrome
TTN	Transiente Tachypnoe des Neugeborenen (wet lung)

Dieses Dokument wurde zur klinikinternen Nutzung zusammengestellt, um die Qualität und Vergleichbarkeit von lungensonographischen Untersuchungen in der Neonatologie zu erhöhen. Trotz aller Sorgfältigkeit bei der Dokumenterstellung, erfolgte kein Peer-Review-Prozess. Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Änderungen sind vorbehalten und unterliegen dem wissenschaftlichen Wandel. Es erfolgt eine Open Access Veröffentlichung unter der Lizenz [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

1. Rationale

Die Lungensonographie ermöglicht es dem Untersucher, durch die Deutung von Artefakten diagnostische Informationen zu generieren, die in der Behandlung von neonatologischen Patienten einen Nutzen bieten können. Sie bietet die Vorteile einer bettseitigen und rasch verfügbaren Untersuchung ohne die Anwendung von Röntgenstrahlen. Die Lungensonographie kann zur differenzierten Beurteilung von respiratorischen Erkrankungen des Neugeborenen eingesetzt werden ^{1,2}. Darüber hinaus sind durch die Anwendung von Scoring-Systemen (funktionale Lungensonographie) diagnostische Aussagen zur Vorhersage von akuten Situationen, wie Intubationswahrscheinlichkeit und Surfactantapplikation oder chronischen Erkrankungen, wie der Ausbildung einer Bronchopulmonalen Dysplasie, Gegenstand der aktuellen Forschung ³.

Im Vergleich mit der Röntgenuntersuchung weist die Lungensonographie eine höhere Sensitivität im Erkennen von Pleuraergüssen, Pneumothoraces und Lungenödemem auf, wobei die Spezifität jeweils vergleichbar bleibt ⁴.

Ein Problem der Lungensonographie besteht in der raschen Verbreitung auf der einen Seite und dem Mangel an verbindlichen Qualitätsstandards und etablierten Ausbildungsprogrammen auf der anderen Seite. Dies kann zu Fehlinterpretationen sowie Über- und Unterdiagnostik führen. Aus diesem Grund hat die „European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology“ in einem Positionspapier die Einführung von POCUS Stewardship Programmen vorgeschlagen ⁵.

Ziel dieses Dokuments ist daher die Definition von verbindlichen klinikinternen Standards zur Durchführung, Dokumentation und Interpretation von lungensonographischen Untersuchungen.

2. Indikationen

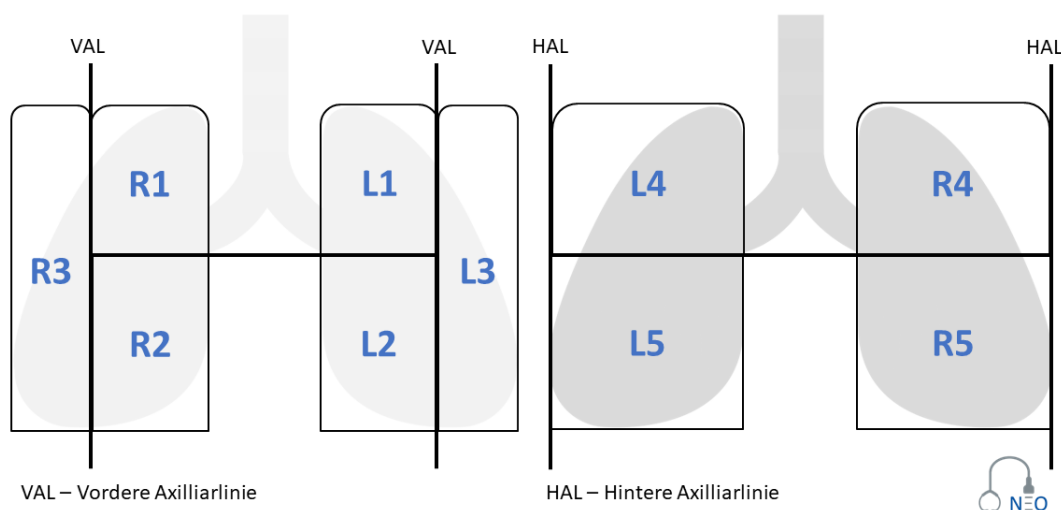
Tabelle 1 Indikationen der neonatalen Lungensonographie

	Zeitfenster	Fragestellung
Früh- und Reifgeborene mit Notwendigkeit einer Atemunterstützung	6h	Differenzierung resp. Erkrankungen (Tabelle 2)
Respiratorische Verschlechterung	sofort	z.A. Pneumothorax z.A. Pleuraerguss z.A. Atelektase
Frühgeborene nach Surfactantgabe	1h	z.A. Pneumothorax

3. Durchführung

Die Untersuchung erfolgt unter Zuhilfenahme eines angewärmten Ultraschallgels. Standarduntersuchungen sind: vordere und laterale Lungenabschnitte R1-3 und L1-3 in Rückenlage des Patienten, die jeweils systematisch von medial nach lateral in sagittaler Schallrichtung orthogonal zu den Rippen untersucht werden.

Bei Bedarf wird um die dorsalen Lungenabschnitte R4-5 und L4-5 ergänzt. Die Markierung der Ultraschallsonde zeigt in Richtung des Patientenkopfes (oben ist links im Bild). Bei Pathologien erfolgt darüber hinaus eine Darstellung in zweiter transversaler Ebene, parallel zu den Rippen im Interkostal-



raum mit Markierung in Richtung Patientenrechts.

Abbildung 1 Lungenabschnitte der neonatalen Lungensonographie-Untersuchung

Bei der Untersuchung der dorsalen Lungenabschnitte wird der Patient im Anschluss an die Untersuchung der ventralen und lateralen Abschnitte sanft gedreht. Aufgrund des fehlenden Effekts der Schwerkraft ist postnatal eine Untersuchung der dorsalen Lungenabschnitte meist nicht notwendig. Bei kritisch-kranken Neugeborenen ist zudem die Belastung durch die Untersuchung auf ein Minimum zu reduzieren.

Ultraschallgeräteeinstellungen

- Nutzung des Hochfrequenz-Linearschallkopfs oder Hockey-Stick-Schallkopfs
- Tiefe 4-5 cm
- Fokus Pleuralinie
- Preset Lunge voreinstellen (siehe Tabelle 1)

Da es sich bei der Lungensonographie um eine Artefaktsonographie handelt, bedarf es einer besonderen Beachtung der Einstellungen des Ultraschallgerätes. Durch die Nutzung eines falschen Presets könnten sonst wichtige Befunde nicht erfasst werden, was zu Fehlinterpretationen führen kann. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über unterschiedliche Einstellungsmöglichkeiten, modifiziert nach ⁶.

Tabelle 2 Technische Aspekte der Ultraschallgeräteinstellungen

	Effekt	Empfehlung
Fokuspunkt	Je mehr Fokuspunkte, desto schlechter die Bildwiederholungsrate	Ein Fokuspunkt auf Pleura
Harmonics	A-/B-Linien-Reduktion (Harmonisierung)	aus
Spectral Reduction Imaging (SRI)	Reduktion von „Spectral Noises“/Störgeräuschen/Flecken, Bild wird weicher, Anatomie/Details beibehalten, erhöht Kontrast	An, Ziel 2-3
Time-gain compensation (TGC)	= distance gain compensation Je tiefer die Ultraschall-Wellen eindringen, desto abgeschwächer das Signal -> sondennah echoreich, sondenfern echoarm -> Anpassung via Schieberegler	Treppe von oben (links) nach unten (rechts)
Spatial compounding function (SCF)	Pulswellen gerade oder schräg von Sonde transmittiert-> Einfluss auf B-Linien-Darstellung -> chaotisch/schräg, Rippenschatten erloschen	aus
Edge Enhancement	Verbessert Grau-Differenz zw. unterschiedlichem Gewebe	Erhöhung bis gute Differenzierung A-Linien/Pleura
Dynamic Range	Abstand max. und min. Amplitude darstellbar niedrig = großer Kontrast / geringe Auswahl Grautöne	Niedrig zur Darstellung von B-Linien, Pleuragleiten Hoch zur Differenzierung von Konsolidierungen

4. Dokumentation

Die Befunddokumentation einer lungensonographischen Untersuchung ist unter einem geeigneten digitalen Dokumentationsbogen durchzuführen.

Minimaldokumentation

- Speicherung eines **Videoclips pro Lungenabschnitt** in sagittaler Ausrichtung
- Markierung des aktuell untersuchten Lungenabschnitts mit **Piktogramm** oder Beschriftung R1-3(-5), L1-3(-5)
- Bei Pathologien: Speicherung eines weiteren Videoclips in Transversalebene

Pleura-ABC: Der Standarduntersuchungsbefund

Ein Untersuchungsbefund umfasst die Bereiche: Anamnese, Vorbefunde, Befund und Beurteilung. Als systematische Befundung wird das Vorgehen anhand des Schemas **Pleura-ABC** empfohlen.

Jeder Untersuchungsbefund beschreibt für jeden Lungenabschnitt die Aspekte:

- **Pleura** 1. Pleuragleiten darstellbar/nicht darstellbar 2. Morphologie glatt/verdickt
- **A-Linien** darstellbar/nicht darstellbar
- **B-Linien** darstellbar/nicht darstellbar
- **Konsolidierungen** darstellbar/nicht darstellbar
- Besonderheiten z.B. Lung point, Double lung point
- Pleuraerguss in laterale Lungenabschnitte
- Benennung nicht untersuchter Lungenabschnitte

Beispielbefund

Rechts:

ventral-apikal: Pleuragleiten darstellbar, Pleura glatt, A-Linien darstellbar, keine B-Linien darstellbar, keine Konsolidierungen darstellbar.

ventral-basal: Pleuragleiten darstellbar, Pleura glatt, A-Linien darstellbar, keine B-Linien darstellbar, keine Konsolidierungen darstellbar.

lateral: Pleuragleiten darstellbar, Pleura glatt, A-Linien darstellbar, konfluierende B-Linien darstellbar, keine Konsolidierungen darstellbar. Kein Pleuraerguss darstellbar.

Links:

ventral-apikal: Pleuragleiten darstellbar, Pleura glatt, A-Linien darstellbar, keine B-Linien darstellbar, keine Konsolidierungen darstellbar.

ventral-basal: Pleuragleiten darstellbar, Pleura glatt, A-Linien darstellbar, keine B-Linien darstellbar, keine Konsolidierungen darstellbar.

lateral: Pleuragleiten darstellbar, Pleura glatt, A-Linien darstellbar, keine B-Linien darstellbar, keine Konsolidierungen darstellbar. Kein Pleuraerguss darstellbar.

Nicht untersuchte Bereiche: rechts und links dorsal-apikal, dorsal-basal

Beurteilung: unauffälliger Lungensonographiebefund

5. Befunde

Pleura

Beschreibung

Die Pleura stellt sich als echoreiche horizontale Linie unterhalb der Rippen und Interkostalmuskulatur dar. Dabei sind zwei Aspekte der Pleura zur Befundung von Bedeutung:

1. **Pleuragleiten:** Darstellung einer atemsynchronen Bewegung der Pleura. Bei ruhiger Atmung kann ggf. das Pleuragleiten nicht gut visualisiert werden. Hier sollte zusätzlich eine Untersuchung im M-Mode (siehe Abschnitt M-Mode) durchgeführt werden
2. **Morphologie der Pleura:** Die Pleura kann glatt und gut abgrenzbar oder verdickt als rau, verwaschen und teilweise unterbrochen dargestellt werden. Gelegentlich finden sich kleine echoarme pleuranahe subpleurale Konsolidierungen

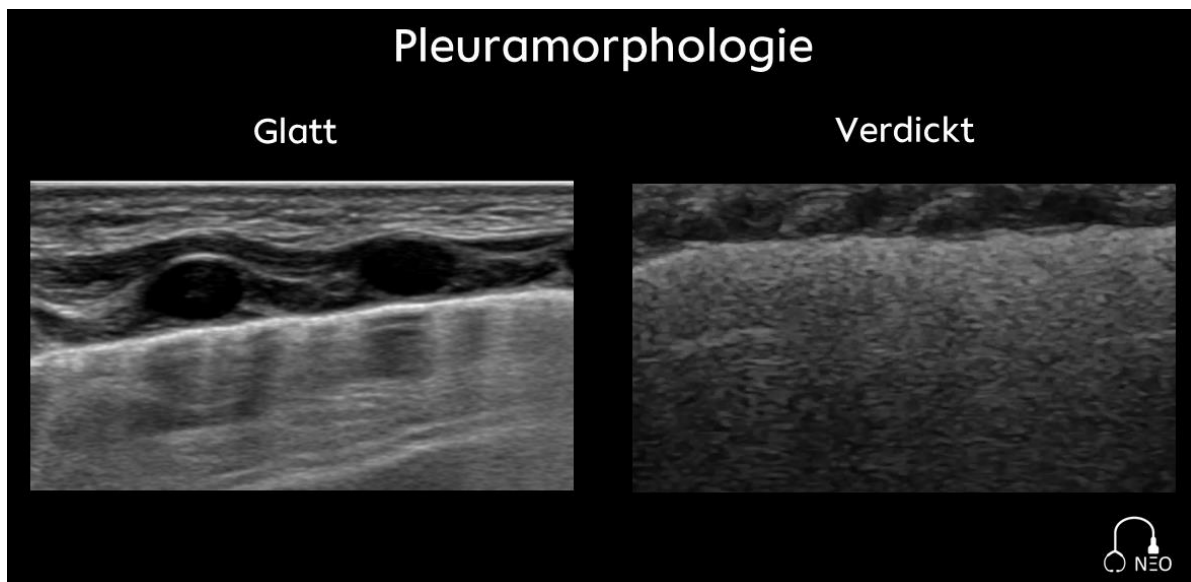


Abbildung 2 Pleuramorphologie

Ätiologie

Ein Pleuragleiten kann dargestellt werden, wenn beide Pleurablätter anliegend sind und sich Pleura visceralis und parietalis gegeneinander verschieben. Das Gleiten wird durch die Bewegung geringer Mengen Flüssigkeit im Pleuraspalt erzeugt.

Vorkommen

1. Pleuragleiten vorhanden, wenn Pleura visceralis und parietalis anliegend. Im Bereich von Konsolidierungen ggf. Darstellung eines Lung pulses (atemsynchrones Pulsieren der Pleuralinie). Fehlendes Pleuragleiten weist auf einen Pneumothorax hin, kann auch bei starker Überblähung vorkommen (differentialdiagnostisch müssen weitere Artefakte, wie A-Linien, B-Linien und Konsolidierungen beachtet werden)
2. Glatt: Normalbefund, TTN
verdickt: RDS, MAS, BPD

A-Linien

Beschreibung

Echoreiche horizontale Wiederholungsartefakte (Reverberationsartefakte), die sich in einem äquidistanten Abstand zwischen Schallkopf und Pleura mehrfach in die Tiefe des Bildes fortsetzen.

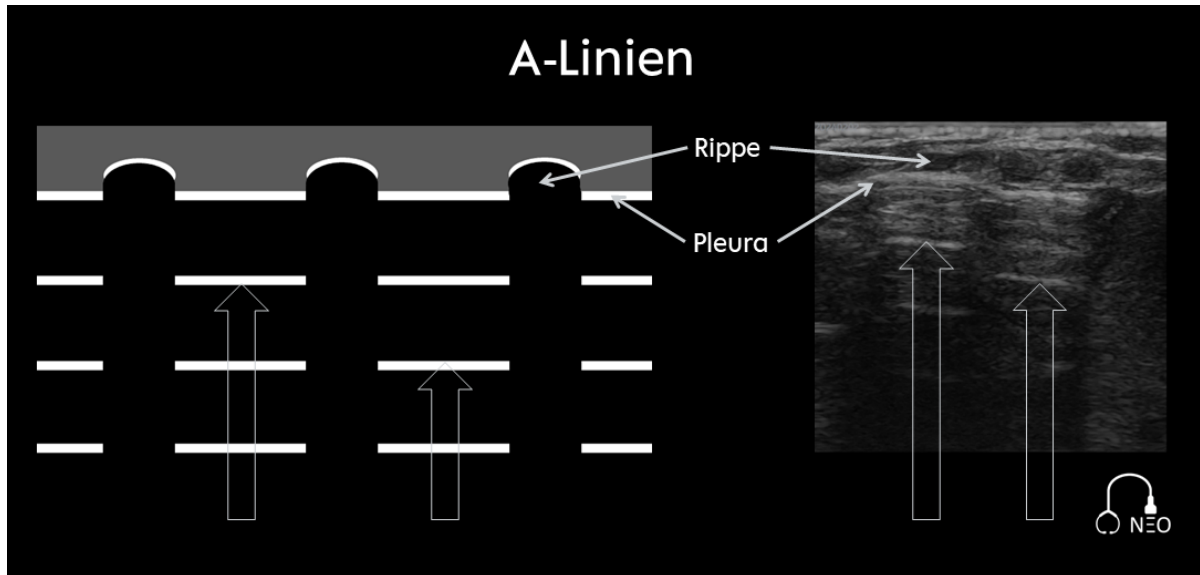


Abbildung 3 A-Linien

Ätiologie

A-Linien entstehen durch einen starken Impedanzsprung an der Grenzfläche zwischen Pleura und der luftgefüllten Lunge. Durch eine Teilreflexion am Schallkopf werden erneut einige Schallwellen reflektiert, die in der Folge erneut auf die Pleura treffen und ebenfalls reflektiert werden. Schallwellen, die nach wiederholten Reflexionen zum Schallkopf zurückkehren, werden vom Ultraschallgerät daher in der „Tiefe“ der Lunge angezeigt, weil das Gerät eine Zeitdifferenz in Tiefe umrechnet.

Vorkommen

Gesunde (luftgefüllte) Lungenabschnitte, Pneumothorax

B-Linien

Beschreibung

Als B-Linien bezeichnet man vertikale echoreiche „laserartige“ Ring-Down-Artefakte, die von der Pleura visceralis ausgehen und eine atemsynchrone horizontale Bewegung aufweisen. B-Linien löschen A-Linien teilweise aus. In der Literatur wird eine Reihe unterschiedlicher Arten von B-Linien unterschieden. Vereinfacht differenzieren wir zwei Formen:

1. **Nicht-konfluierende B-Linien:** Einzeln darstellbare B-Linien im Interkostalraum
2. **Konfluierende B-Linien:** Ausfüllen des gesamten Interkostalraumes „weiße Lunge“

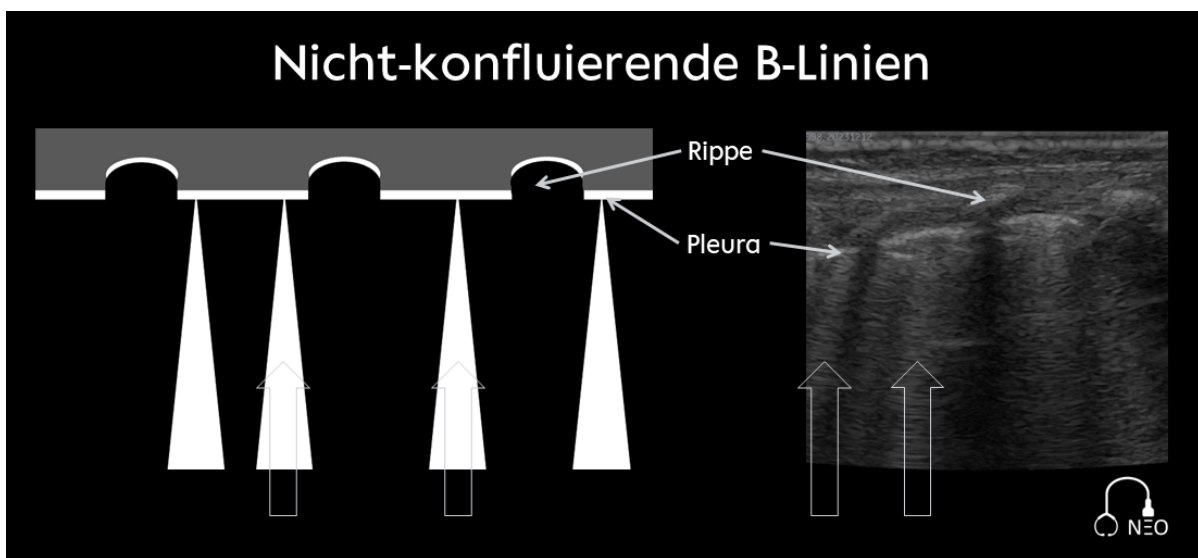


Abbildung 4 Nicht-konfluierende B-Linien

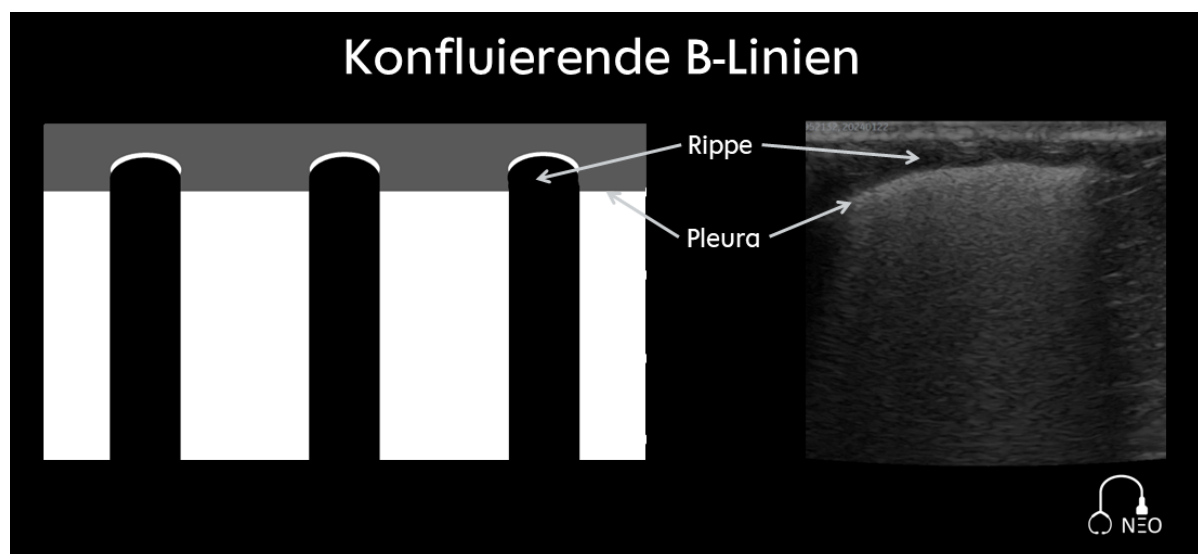


Abbildung 5 Konfluierende B-Linien

Ätiologie

B-Linien sind Artefakte, die entstehen, wenn die Ultraschallwellen auf interstitielle Flüssigkeitsansammlungen (postnatale Adaptation, TTN, RDS), entzündliche Prozesse wie Infiltrate (Pneumonie) oder eine veränderte Lungenarchitektur mit verdickten Interlobularsepten (BPD) treffen. Dabei werden die Schallwellen nach Kontakt mit der Flüssigkeit erneut multipel an den belüfteten Grenzflächen reflektiert und anschließend mit differentem zeitlichem Abstand zum Schallkopf zurückgesendet, weshalb ein vertikales Artefakt erzeugt wird, was ebenfalls in die „Tiefe“ der Lunge projiziert wird. Ein zunehmendes konfluierendes B-Linienmuster („weiße Lunge“) entsteht, wenn sich das Verhältnis von Luft und Flüssigkeit (Air/Liquid-Ratio) hin zur Flüssigkeit verschiebt.

Vorkommen

1. Nicht-konfluierende B-Linien:

- Postnatal physiologisch bis 4. Lebensstunde bei Reifgeborenen⁷, bei Frühgeborenen Persistenz über Tage, pathologisch: ≥ 2 B-Linien im Interkostalraum⁸
- TTN, RDS, Pneumonie, MAS

2. Konfluierende B-Linien: RDS, Pneumonie, MAS, BPD, TTN in basalen Lungenabschnitten (siehe Double lung point)

Konsolidierungen

Beschreibung

Als Konsolidierungen bezeichnet man unterhalb der Pleura beginnende echoarme gewebeähnliche, verdichtete Strukturen mit einer Tiefe von >5mm. Es ist oberhalb der Konsolidierung keine Pleuralinie abgrenzbar. Unterhalb der Konsolidierung werden keine A-Linien dargestellt. Innerhalb einer Konsolidierung können echoreiche kleine rundliche Artefakte abgeleitet werden, die als Aeorobronchogramm bezeichnet werden (Siehe Abschnitt Aerobronchogramm).

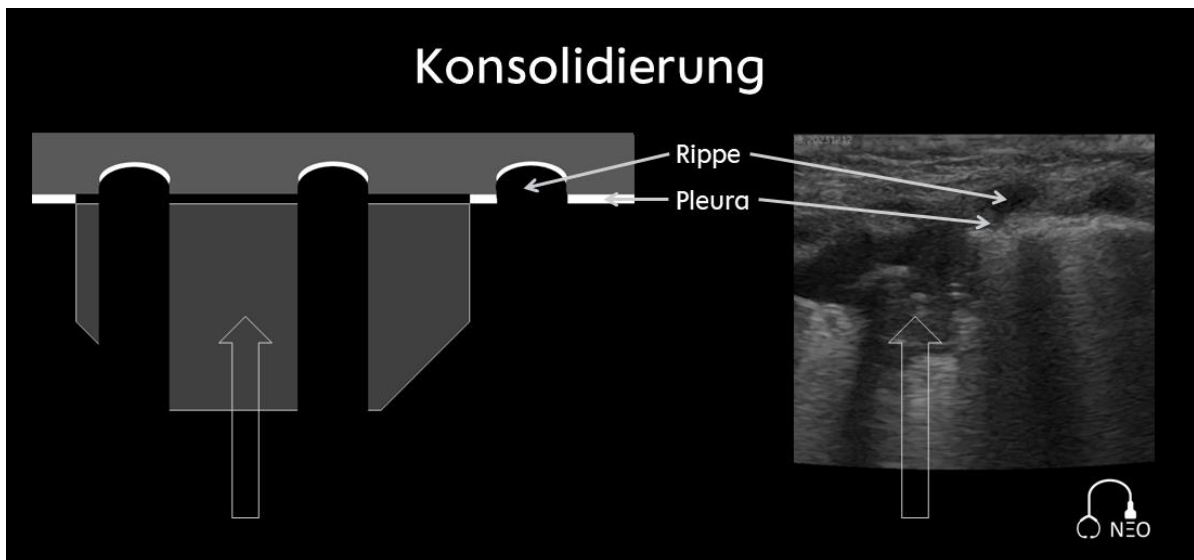


Abbildung 6 Konsolidierung

Ätiologie

Ein nicht-luftgefüllter Bereich unterhalb der Pleura ermöglicht es Schallwellen zu penetrieren und somit ein Bild zu generieren. An den Grenzflächen stellt sich der Impedanzsprung zwischen Geweb und Luft als echoreiche Grenzlinie dar, wobei dieses Phänomen im Bereich der Pleura nicht so stark ausgeprägt ist, was das Fehlen der Pleuralinie erklärt sowie keine Darstellung von Pleuragleiten ermöglicht.

Vorkommen

Pneumonie, Atelektase, Lungenblutung, MAS, (BPD, RDS)

M-Mode

Der M-Mode beschreibt eine Untersuchungstechnik des Ultraschallgerätes und wird über das Betätigen der Taste MM (M-Mode) aktiviert. Dabei wird ein Lungenabschnitt (symbolisiert über eine vertikale weiße Markierung auf Höhe eines Interkostalraumes) im B-Mode über einen Zeitabschnitt untersucht. Somit kann die Darstellung des Pleuragleitens oder des Lung pulse vereinfacht⁸ oder der Lung point identifiziert werden.

Da sich die schallkopfnahen Muskel- und Fettgewebe nicht atemsynchron bewegen, erzeugen sie bei zeitlicher Untersuchung im M-Mode jeweils horizontale echoreiche Linien. Die darunterliegenden Lungenabschnitte zeigen durch die Atemzüge vermehrte Wiederholungsartefakte unterhalb der Pleuralinie, weshalb hier in der zeitlichen Untersuchung eine verschwommene/ homogene Artefaktstruktur entsteht. Der Befund erinnert an das Bild eines Strandes (Seashore Sign) mit horizontal auf den Strand zulaufenden Wellen (Muskel- und Fettgewebe) und darunter liegendem Strand (homogene Artefakte). In Abgrenzung dazu fehlen bei einem Pneumothorax die Bewegungsartefakte unterhalb der Pleura, weshalb die hier vorherrschenden A-Linien konstante horizontale Linien im M-Mode erzeugen, was in Abgrenzung zum Seashore Sign als Stratosphere Sign (ehemals Barcode Sign, siehe Abbildung 6) bezeichnet wird und auf das Vorliegen eines Pneumothorax hinweisend sein kann⁹.

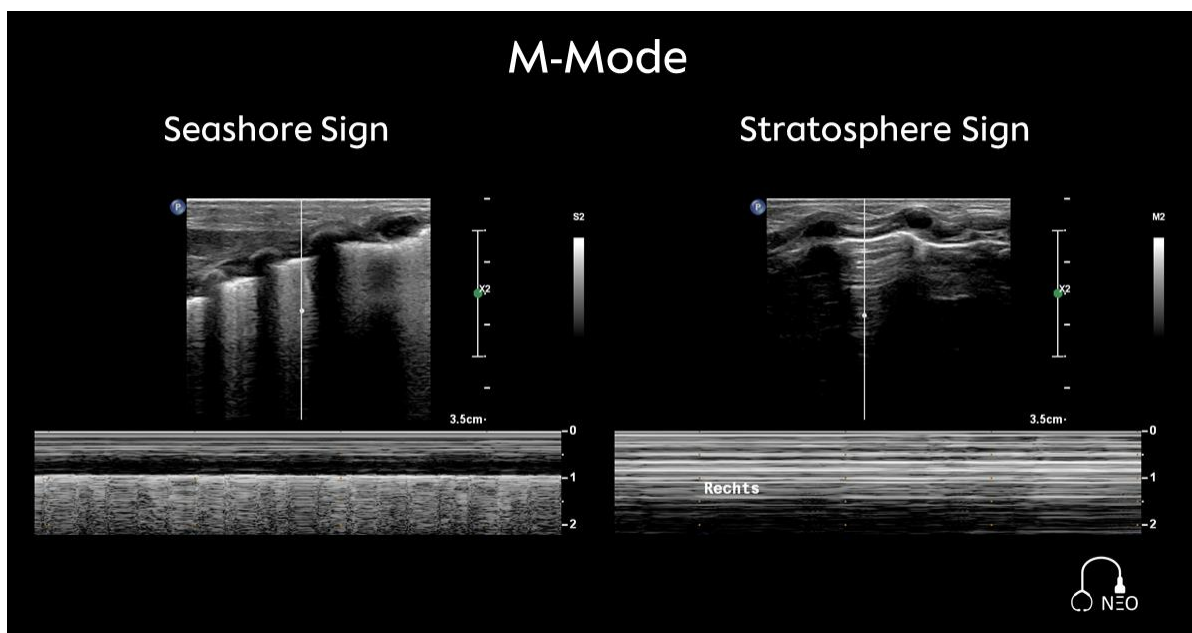


Abbildung 7 M-Mode Seashore und Stratosphere Sign (Barcode Sign)

Lung point

Der Lung point ist pathognomonisch für das Vorliegen eines Pneumothorax¹⁰. Er bezeichnet den Punkt, an dem auf der einen Seite die Pleura visceralis und parietalis anliegend sind (Pleuragleiten darstellbar, B-Linien) und auf der anderen Seite die beiden Pleurablätter durch Luft voneinander getrennt sind (Pleuragleiten nicht darstellbar, keine B-Linien).

Bei Hinweisen auf das Vorliegen eines Pneumothorax erfolgt die Untersuchung des Lungenabschnitts in der Transversalebene. Da Luft nach oben steigt, ist der Lung point zuerst in den ventralen Abschnitten darstellbar. Mit zunehmender Ausdehnung des Pneumothorax wandert somit der Lung point von ventral nach lateral in der Transversalebene und von apikal nach basal in der Sagittalebene. Daher ist bei jeder Dokumentation zwingend die anatomische Höhe der Lung point Darstellung anzugeben (Medioclavicularlinie, vordere Axillarlinie, mittlere Axillarlinie, hintere Axillarlinie).

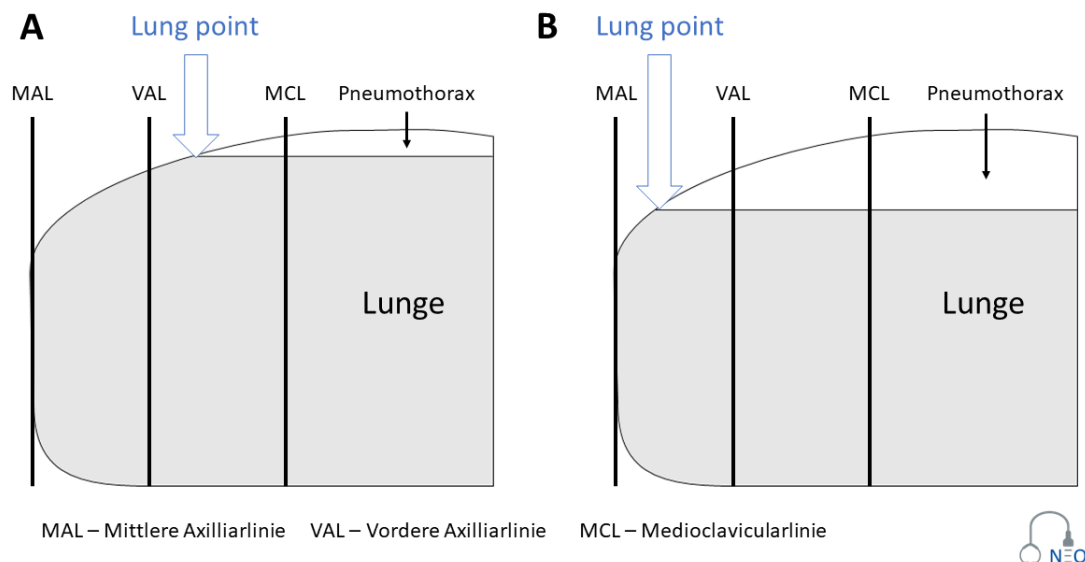


Abbildung 8 Schematische Darstellung des Lung point bei kleinem (A) und großem (B) Pneumothorax in der Transversalebene

Double lung point

Der Double lung point beschreibt eine Differenz des sonographischen Bildes mit konfluierenden B-Linien in den basalen Lungenabschnitten und nicht-konfluierenden B-Linien oder A-Linien in den apikalen Lungenabschnitten. Er ist das Korrelat zur postnatalen rascheren Flüssigkeitsretention in den oberen Lungenabschnitten, verglichen mit den basalen Regionen. Er weist auf das Vorliegen einer Transienten Tachypnoe des Neugeborenen (wet lung) hin. Allerdings wurde in einer Metaanalyse nur eine Sensitivität von 38% innerhalb der ersten 24h ¹¹ beschrieben, insgesamt lag die Sensitivität bei 48%.

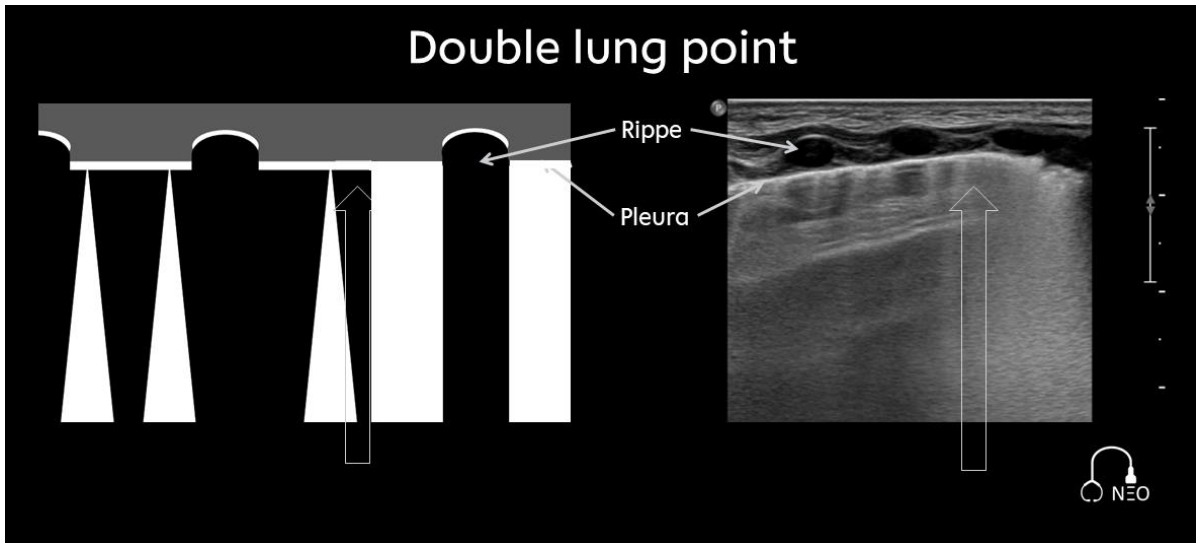


Abbildung 9 Double lung point

Aerobronchogramm

Ein Aerobronchogramm bezeichnet kleine echoreiche Artefakte innerhalb einer Konsolidierung. Dabei können diese vereinzelt oder zusammenhängend verzweigend nachgewiesen werden. Analog zum Aerobronchogramm der Röntgen-Thoraxuntersuchung wird dieses Artefakt durch Luftein-schlüsse innerhalb einer luftleeren Struktur (z.B. Infiltrate, Dystelektase) hervorgerufen.

Man unterscheidet ein statisches (keine Bewegung der Artefakte) und ein dynamisches Aerobronchogramm (Artefakte bewegen sich). Die Unterscheidung in dynamische und statische Aerobronchogramme können Hinweise zur Differentialdiagnose der Lungenpathologie bieten, in der Neonatologie sind diese jedoch nicht ausreichend erforscht.

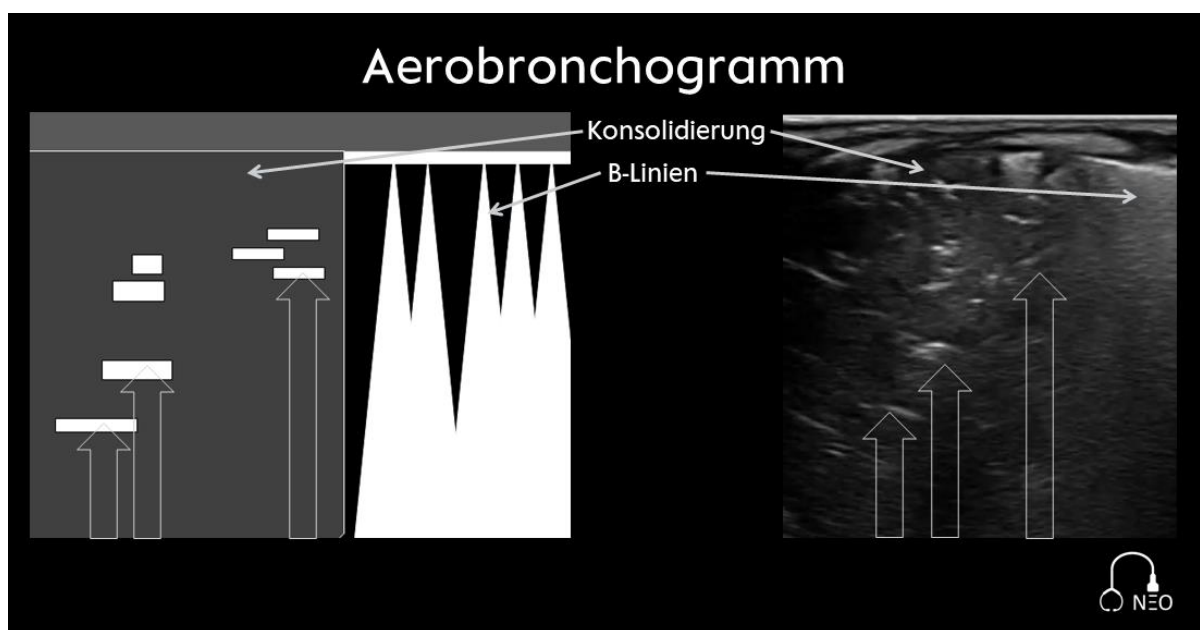


Abbildung 10 Aerobronchogramm im Transversalschnitt

Pleuraerguss

Die Lungensonographie ist eine sensitive Methode zur Darstellung bereits kleinster Mengen von intrapleuraler Flüssigkeit. Der Schwerkraft folgend ist die größte Menge der in Rückenlage gelagerten Neugeborenen daher im Recessus costodiaphragmaticus in etwa auf Höhe der hinteren Axillarlinie in der Sagittalebene (Flankenschnitt) zu detektieren¹². Anhand der in Abbildung 9 erhobenen Messgrößen kann eine Verlaufsbeurteilung erfolgen.

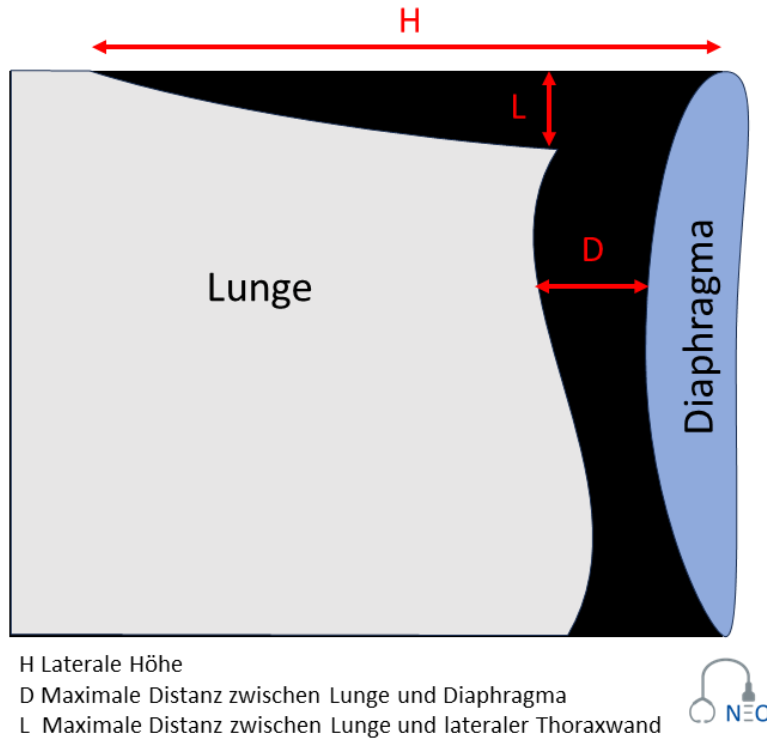


Abbildung 11 Messbereiche des Pleuraergusses im sagittalen Flankenschnitt

Darüber hinaus kann eine Messung der maximalen Distanz zwischen Lunge und lateraler Thoraxwand in der Transversalebene gemessen werden. Als Vergleichswert bietet sich hier eine transversale Schnittebene auf Höhe der Mamillen an oder ein transversaler Oberbauchschnitt der leicht nach kranial gekippt wird, um die Recessus diaphragmatici beidseits darzustellen.

Sonographisch kann sich der Erguss homogen echoarm oder komplex und inhomogen mit echoreichen Binnenartefakten, je nach Alter und Inhalt des Ergusses, darstellen. Dabei kann sonographisch nicht sicher zwischen Transsudat und Exsudat unterschieden werden, wobei sich Exsudate häufiger als komplexe Ergüsse und Transsudate eher als homogene echoarme Ergüsse darstellen lassen. Zur Abschätzung des Ergussvolumens gibt es keine aussagekräftigen Studien in der neonatalen Population.

Die sonographische Evaluierung eines Pleuraergusses ermöglicht eine zielgerichtete Punktion oder Anlage einer Pleuradrainage. Die Indikation zur Entlastung eines Pleuraergusses ist immer individuell in Abhängigkeit vom klinischen Zustand des Kindes zu stellen.

6. Funktionale Lungensonographie

Eine weitere Möglichkeit der Nutzung der Lungensonographie ist die Erhebung von semiquantitativen Lungensonographie-Scores. Dabei werden unterschiedliche Lungenareale nach dem lungensonographischen Befund bewertet und am Ende ein Gesamtscore erhoben.

Brat-Score

Etabliert ist die Methode nach Brat¹³. Jede Lungenhälfte wird in drei Zonen unterteilt (siehe Abbildung 10). Von jedem Lungenareal erfolgt eine videodokumentierte (cave Nutzung des Piktogramms) Untersuchung und anhand des Befundes eine Bewertung von 0-3. Die Summe aller Einzelabschnitte ergibt den Gesamtwert (Range 0 – 18).

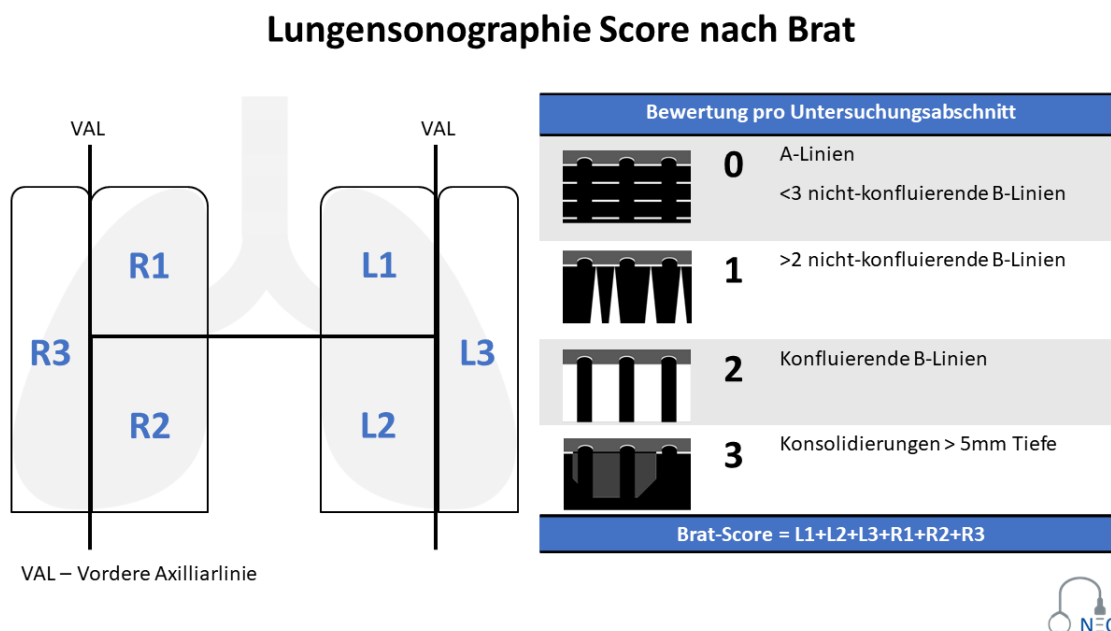


Abbildung 12 Lungensonographie-Score nach Brat

Surfactant

Die Empfehlungen zur Surfactanttherapie bei Frühgeborenen basieren auf der Basis eines anhaltenden Sauerstoffbedarfs über einen definierten Zeitraum¹⁴. Dabei ist darauf zu verweisen, dass die Sauerstoffsättigung nur ein Messwert im komplexen Zusammenspiel der postnatalen respiratorischen Adaptation ist.

Die ultraschallgestützte semiquantitative Lungenuntersuchung könnte hier einen Beitrag leisten, um Patienten zu differenzieren, die von einer Surfactantgabe profitieren könnten¹⁵.

Kriterien nach De Martino et al.

- Brat-Score > 8 (Sensitivität 82%, Spezifität 92%)¹⁵

7. Differentialdiagnostik bei respiratorischen Erkrankungen

Tabelle 3 bietet eine Übersicht zur Differenzierung unterschiedlicher respiratorischer Erkrankungen auf Basis der durch sie erzeugten Artefakte bei der systematischen lungensonographischen Untersuchung, modifiziert nach ^{8,16}.

Tabelle 3 Lungensonographische Befunde bei respiratorischen Erkrankungen des Neugeborenen

	Pleura	A-Linien	B-Linien	Konsolidierungen	Besonderheiten
Normalbefund	Pleuragleiten + Glatt	+	< 3 / ICR	-	
Pneumothorax	Pleuragleiten - Glatt	+	-	-	Immer Lung point in Transversal- und Sagittal- ebene suchen und Höhe dokumentieren
Transiente Tachypnoe des Neugeborenen	Pleuragleiten + Glatt	+	+	-	- Im Vergleich mit RDS in- homogenes Bild zwischen Abschnitten mit A-Linien und B-Linien, - Double lung point
Respiratory Distress Syndrom	Pleuragleiten + Verdickt, Subpleurale Konsolidierungen Unterbrochen,	(+)	++ Max. white lung (+++)	(+) Besonders basale & dorsale Lungenab- schnitte	Homogenes Bild über alle Lungenabschnitte
Pneumonie	Pleuragleiten + Glatt	+	+	+	Aerobronchogramm (dynamisch) Pleuraerguss möglich
Atelektase	Pleuragleiten + Glatt	+	+	+	Aerobronchogramm (statisch) Kein Pleuraerguss
Pulmonale Hämorrhagie	Pleuragleiten + Glatt	(+)	+	+	Fluid Bronchogramm Pleuraerguss möglich
Mekonium Aspirations Syndrom	Pleuragleiten + Verdickt, Unterbro- chen	(+)	+	+ / -	je nach Ausprägung, Ate- lektasen und inhomoge- nes Bild
Bronchopulmo- nale Dysplasie	Pleuragleiten + Verdickt, Subpleurale Konsolidierungen	+	+	Ja, besonders dorsale Lungenabschnitte	Inhomogenes Bild, unter- schiedliche Befunde

8. Literatur

1. Singh, Y. *et al.* International evidence-based guidelines on Point of Care Ultrasound (POCUS) for critically ill neonates and children issued by the POCUS Working Group of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). *Crit. Care* **24**, (2020).
2. Aichhorn, L. *et al.* The Role of Lung Ultrasound in the Management of the Critically Ill Neonate—A Narrative Review and Practical Guide. *Children* **8**, 628 (2021).
3. Zong, H. *et al.* The Value of Lung Ultrasound Score in Neonatology. *Front. Pediatr.* **10**, (2022).
4. Marini, T. *et al.* Lung Ultrasound: The Essentials. *Radiol. Cardiothorac. Imaging* **3**, (2021).
5. Osterwalder, J. *et al.* Emergency Point-of-Care Ultrasound Stewardship – A Joint Position Paper by EuSEM and EFSUMB and Endorsed by IFEM and WFUMB. *Ultraschall Med. - Eur. J. Ultrasound* **44**, 379–388 (2023).
6. Liu, J. *et al.* Specification and guideline for technical aspects and scanning parameter settings of neonatal lung ultrasound examination. *J. Matern. Fetal Neonatal Med.* **35**, 1003–1016 (2022).
7. Blank, D. A. *et al.* Lung ultrasound immediately after birth to describe normal neonatal transition: an observational study. *Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed.* **103**, F157–F162 (2018).
8. Schwarz, S. Pulmonary Sonography - Neonatal Diagnosis Part 2. *Ultraschall Med. Stuttg. Ger. 1980* **44**, 240–268 (2023).
9. Sandig, J., Bühner, C. & Czernik, C. Lungensultraschall in der Neonatologie zur Diagnostik eines Pneumothorax (Teil 2): Eine Praxisanleitung. *Z. Für Geburtshilfe Neonatol.* **225**, 105–110 (2021).
10. Lichtenstein, D., Mezière, G., Biderman, P. & Gepner, A. The 'lung point': an ultrasound sign specific to pneumothorax. *Intensive Care Med.* **26**, 1434–1440 (2000).
11. Raimondi, F. *et al.* A Multicenter Lung Ultrasound Study on Transient Tachypnea of the Neonate. *Neonatology* **115**, 263–268 (2019).
12. Schwarz, S. Pulmonary Sonography – Neonatal Diagnosis Part 1. *Ultraschall Med. - Eur. J. Ultrasound* **44**, 14–35 (2023).

13. Brat, R. *et al.* Lung Ultrasonography Score to Evaluate Oxygenation and Surfactant Need in Neonates Treated With Continuous Positive Airway Pressure. *JAMA Pediatr.* **169**, e151797 (2015).
14. Sweet, D. G. *et al.* European Consensus Guidelines on the Management of Respiratory Distress Syndrome: 2022 Update. *Neonatology* **120**, 3–23 (2023).
15. De Martino, L. *et al.* Lung Ultrasound Score Predicts Surfactant Need in Extremely Preterm Neonates. *Pediatrics* **142**, (2018).
16. Raimondi, F., Yousef, N., Migliaro, F., Capasso, L. & De Luca, D. Point-of-care lung ultrasound in neonatology: classification into descriptive and functional applications. *Pediatr. Res.* **90**, 524–531 (2021).



NEONATALER POINT-OF-CARE ULTRASOUND

sehen, hören, fühlen, schallen

