

Kardiologie

<https://doi.org/10.1007/s12181-023-00609-0>

Angenommen: 21. März 2023

© Deutsche Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung e.V. Published by Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature - all rights reserved 2023

**Wissenschaftliche Leitung**  
Eckart Fleck, Berlin



# CME

## Zertifizierte Fortbildung

# Lungensonographie in der kardiologischen Intensiv- und Notfallmedizin (Teil 2)

Pneumothorax, Belüftungsstörungen und das BLUE-Protokoll

U. Böck<sup>1</sup> · A. Seibel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Klinik für Innere Medizin, Fachbereich Kardiologie und internistische Intensivmedizin, Marien-Hospital Marl, Katholisches Klinikum Ruhrgebiet Nord GmbH (KKRN), Marl, Deutschland

<sup>2</sup> Interdisziplinäre Intensivmedizin, DRK-Krankenhaus Kirchen, Kirchen, Deutschland

### Zusammenfassung

Die Lungensonographie (LUS) zeigt eine hohe diagnostische Sicherheit bei einer Vielzahl intensivmedizinisch relevanter Erkrankungen wie dem Pneumothorax, Atelektasen oder der Pneumonie. Neben einer bettseitigen und damit zeitnahen Diagnostik und der Möglichkeit einer unmittelbaren zielorientierten Therapie ist die Sonographie der konventionellen Röntgenaufnahme des Thorax u. a. hinsichtlich der Diagnosen Pneumothorax, Lungenödem oder Pleuraerguss überlegen und der Pneumonie zumindest ebenbürtig. Ein interstitielles Syndrom ist hinsichtlich der Genese unspezifisch und erlaubt eine Diagnosestellung erst unter Berücksichtigung des Verteilungsmusters der B-Linien, der Begleitbefunde, der Anamnese und des klinischen Bildes. Die Studienlage zum alleinigen Einsatz der LUS zum Nachweis oder Ausschluss einer Lungenembolie ist widersprüchlich und kann nicht empfohlen werden, mit LUS können aber bei unklarer Dyspnoe die Differenzialdiagnosen eingegrenzt und ggf. kann eine alternative Diagnose gestellt werden. Das BLUE-Protokoll ist ein weitgehend LUS-basierter Diagnosealgorithmus, der nach Studienlage trotz Limitationen bei 90 % der Patienten mit unklarer Dyspnoe innerhalb von 3 min die korrekte Diagnose zulässt.

### Schlüsselwörter

Atelektase · Pneumonie · Lungenembolie · Dyspnoe · Interstitielles Syndrom

**Online teilnehmen unter:**  
[www.springermedizin.de/cme](http://www.springermedizin.de/cme)

Für diese Fortbildungseinheit werden 3 Punkte vergeben.

### Kontakt

Springer Medizin Kundenservice  
Tel. 0800 77 80 777  
(kostenfrei in Deutschland)  
E-Mail:  
[kundenservice@springermedizin.de](mailto:kundenservice@springermedizin.de)

### Informationen

zur Teilnahme und Zertifizierung finden Sie im CME-Fragebogen am Ende des Beitrags.

### Video online

Die Online-Version dieses Beitrags (<https://doi.org/10.1007/s12181-023-00609-0>) enthält weitere Videos. Video 1: Lungenpunkt im B-Bild und M-Mode; Video 2: Dynamisches Airbronchogramm bei Pneumonie; Video 3: Fokales interstitielles Syndrom (AB-Profil nach Lichtenstein) bei Pneumonie.

## Lernziele

Nach der Lektüre dieses Beitrages ...

- kennen Sie den Stellenwert der Lungensonographie (LUS) beim Pneumothorax,
- sind Ihnen die Möglichkeiten der sonographischen Differenzialdiagnose von Dys- und Atelektasen bekannt,
- können Sie ein fokales von einem diffusen interstitiellen Syndrom unterscheiden,
- sind Ihnen die Grenzen der Lungensonographie in der Diagnostik der Lungenembolie klar,
- sind Sie mit dem BLUE-Protokoll als LUS-basierten Diagnosealgorithmus bei unklarer Dyspnoe vertraut.

## Einleitung

Der erste Teil dieser Fortbildung enthielt eine Einführung in die Lungensonographie (LUS) sowie die Beschreibung der typischen Artefakte und die Indikation zur LUS. Das interstitielle Syndrom (IS) mit Schwerpunkt auf dem diffusen IS kardialer Genese sowie die fehlende Standardisierung einer Quantifizierung einer pulmonalen Überwässerung wurden diskutiert. Der vorliegende zweite Teil stellt die Rolle der LUS bei primär nichtkardiologischen Erkrankungen wie Pneumothorax oder Belüftungsstörungen in den Vordergrund, die bei der Behandlung kardiologischer Intensivpatienten regelhaft zu beobachten sind. Abschließend wird ein LUS-basierter Diagnosealgorithmus bei unklarer Dyspnoe vorgestellt (BLUE-Protokoll).

## Pneumothorax

Die Erstbeschreibung der **sonographischen Diagnose** eines Pneumothorax erfolgte bei Pferden und datiert aus dem Jahr 1986 [1]. Die Anwendung am Menschen wurden erstmalig 1995 beschrieben, seitdem konnte eine Überlegenheit gegenüber der radiologischen Diagnostik mittels Röntgenaufnahme des Thorax nachgewiesen werden [2, 3].

Liegt ein Pneumothorax vor, wird man als ersten Hinweis auf eine pathologische Situation über den betroffenen Thoraxabschnitten zunächst kein Lungengleiten darstellen können, im M-Mode dokumentierbar als sog. **Stratosphärenzeichen** ([2]; Abb. 1). Falls

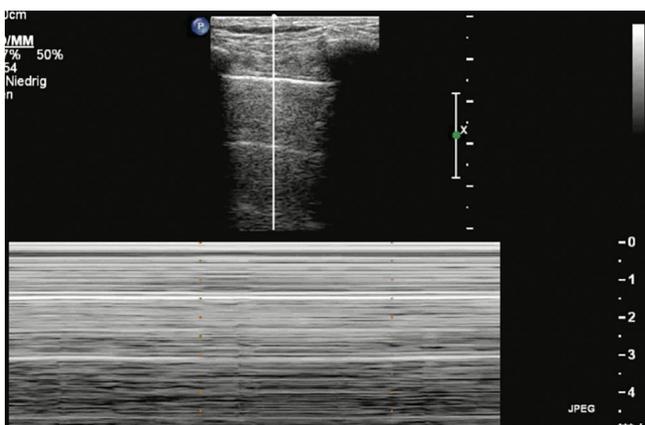


Abb. 1 ▲ Stratosphärenzeichen im M-Mode bei Pneumothorax

## Lung ultrasound in cardiological intensive care and emergency medicine (part 2). Pneumothorax, ventilation disorders and the BLUE protocol

Lung ultrasound (LUS) shows high diagnostic accuracy for a variety of critically ill conditions such as pneumothorax, atelectasis or pneumonia. In addition to bedside diagnosis and the possibility of immediate goal-directed therapy, LUS is superior to conventional chest X-ray in the diagnoses of pneumothorax, lung edema and pleural effusion and is at least equal in the diagnosis of pneumonia. An interstitial syndrome is non-specific with respect to the etiology and enables a diagnosis to be made only after taking into account the distribution pattern, concomitant findings, the medical history and the clinical picture. The evidence on the sole use of LUS for the detection or exclusion of pulmonary embolism is contradictory and cannot be recommended, but LUS can help narrow down differential diagnoses and an alternative diagnosis may be possible in unclear dyspnea cases. The BLUE protocol is a mostly LUS-based diagnostic algorithm which, despite limitations, has been shown in studies to enable the correct diagnosis to be made in 90% of patients with unclear dyspnea within 3 min.

### Keywords

Atelectasis · Pneumonia · Pulmonary embolism · Dyspnea · Interstitial syndrome

von der Pleura visceralis ausgehende B-Linien zu erkennen sind, schließt dies an der entsprechenden Position einen Pneumothorax aus [4].

Dies gilt auch für den sog. **Lungenpuls**. Hierunter wird die Übertragung der kardialen Kontraktion und der arteriellen Pulsation im Lungengewebe auf die Lungenoberfläche verstanden, die bei Luft im Pleuraspalt sonographisch nicht mehr darstellbar ist. Der Lungenpuls kann als punktuelle Minimalvariante eines **Lungengleitens** verstanden werden. Auch wenn der Lungenpuls u. U. bereits im bewegten B-Bild erkennbar sein kann, erhöht die Darstellung im **M-Mode** bei synchroner EKG(Elektrokardiogramm)-Registrierung die Diagnosesicherheit und erleichtert die Dokumentation (Abb. 2). Ein nachweisbarer Lungenpuls schließt somit

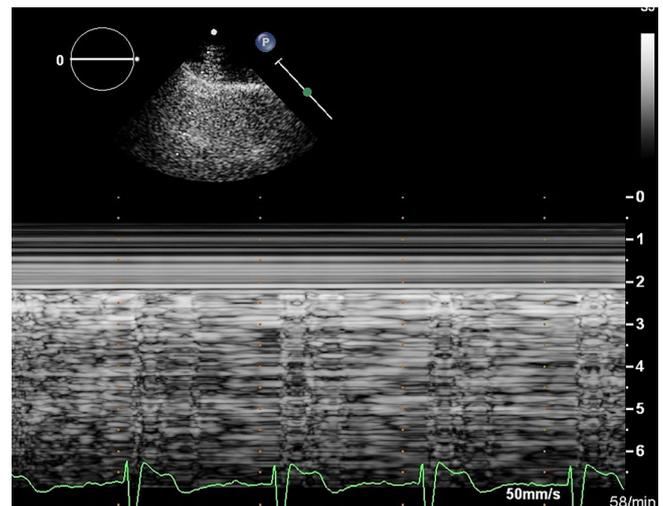
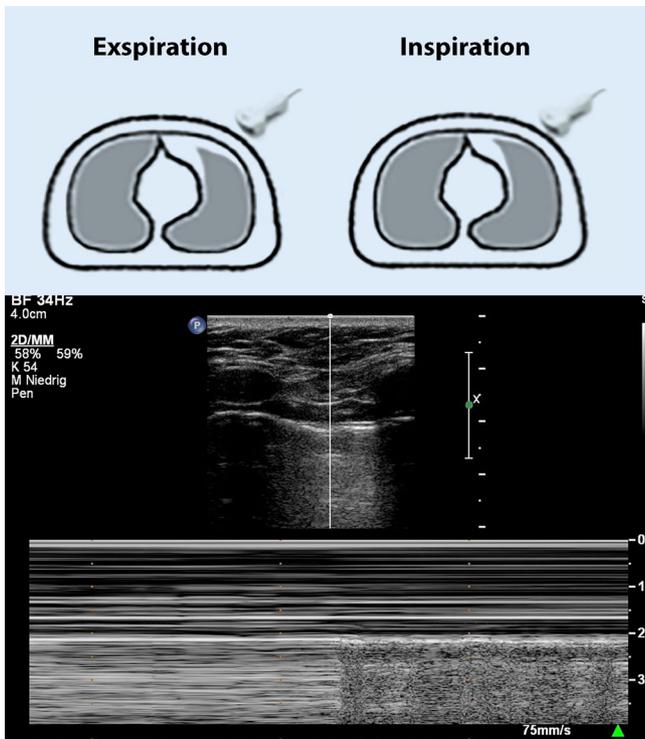


Abb. 2 ▲ Lungenpuls; EKG(Elektrokardiogramm)-synchrones Artefakt von zentral bis zur Pleuralinie reichend. (Aus [5]; mit freundl. Genehmigung © Börm Bruckmeier Verlag GmbH 2020. All Rights Reserved)

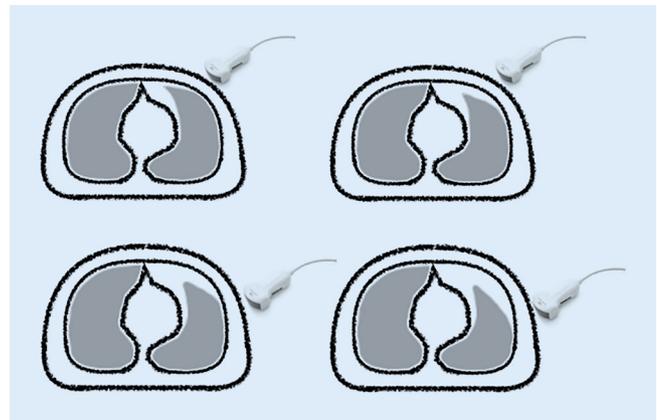


**Abb. 3** ▲ Lungenpunkt, Darstellung im M-Mode: Wechsel zwischen dem Stratosphären-Zeichen (*linke Seite*) und dem „seashore-sign“ (*rechte Seite*). (Aus [5]; mit freundl. Genehmigung © Börm Bruckmeier Verlag GmbH 2020. All Rights Reserved)

an der entsprechenden Anlotungsstelle einen Pneumothorax aus [4]. Wichtig ist, dass dieses im M-Mode nachweisbare Artefakt nur dann sicher als Lungenpuls interpretiert werden darf, wenn er erst an der Pleuralinie beginnt und von dort bis zum unteren Bildrand reicht.

Besteht ein **Komplettkollaps** einer Lunge, finden sich die oben beschriebenen Zeichen fehlendes Lungengleiten und Stratosphärenzeichen ubiquitär über dem entsprechenden Hemithorax, während alle anderen beschriebenen Artefakte fehlen.

Häufiger liegt jedoch ein nur **partieller Pneumothorax** vor, sodass über dem betroffenen Hemithorax sowohl die oben genannten Zeichen eines Pneumothorax im ventralen Bereich wie auch die Zeichen eines (lokalen) Normalbefundes „Lungengleiten“ und „seashore sign“ in dorsolateralen Anlotungen zu finden sind. Als **Lungenpunkt** wird die Position bezeichnet, an der atemabhängig die Zeichen eines Pneumothorax und eines Normalbefundes wechselhaft zur Darstellung kommen. Wird der Lungenpunkt mittels M-Mode dargestellt, findet sich ein charakteristischer Wechsel zwischen dem „seashore sign“ und dem Stratosphärenzeichen (**Abb. 3** und Video 1). Dies ist das einzig beweisende sonographische Zeichen eines Pneumothorax, während fehlendes Lungengleiten zwar grundsätzlich pathologisch, aber nicht beweisend für die Diagnose eines Pneumothorax ist [6].



**Abb. 4** ▲ *Oben*: anteriorer Lungenpunkt bei kleinem Pneumothorax, *unten*: lateraler Lungenpunkt bei größerem Pneumothorax

#### ► Merke

Der sonographische Ausschluss eines klinisch relevanten Pneumothorax ist durch den Nachweis von Lungengleiten am höchsten Punkt des Hemithorax relativ einfach.

Umgekehrt ist der definitive Nachweis eines Pneumothorax bei hierzu erforderlicher Darstellung des Lungenpunktes anspruchsvoller.

Bei einem partiellen Pneumothorax lokalisiert sich dieser entsprechend den physikalischen Eigenschaften im Raum nach oben, beim liegenden Patienten daher nach ventral. Ein größerer Pneumothorax kann im Liegen neben den ventralen Bereichen auch in die lateralen Thoraxwandabschnitte reichen (**Abb. 4**), sodass mit der Lokalisation des Lungenpunktes eine Semiquantifizierung eines Pneumothorax möglich ist [4]. Hierbei korreliert die Lage des Lungenpunktes mit der **Drainagepflichtigkeit**, die bei einer lateralen Lokalisation bei 90 %, bei anteriorer Lokalisation aber nur bei 8 % liegt [4].

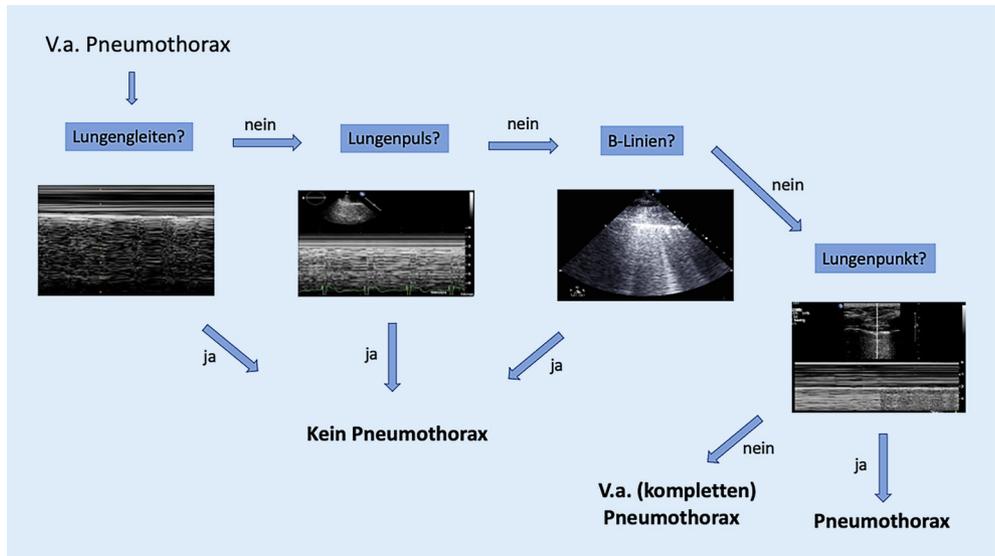
Die Konsensuskonferenz definierte einen ersten **Diagnosealgorithmus**, der hier modifiziert dargestellt ist (**Abb. 5**).

### Konsolidierungen

Lungenareale mit reduziertem Luft- und vermehrtem Flüssigkeitsgehalt werden in der Ultraschalldiagnostik als Konsolidierung bezeichnet. Diese **substanzielle Verdichtung** des Lungparenchyms kann sonographisch dargestellt werden, soweit diese die Lungenoberfläche bzw. Pleura erreicht, was in 98 % der Fälle ist [4, 8].

Die häufigsten Konsolidierungen sind **primär nichtentzündliche Atelektasen**. Während der zugrunde liegende Pathomechanismus klinisch oder radiologisch kaum differenziert werden kann, bietet LUS gute Kriterien, die Ursache der Belüftungsstörung zu erkennen und somit eine zielführende Therapie zu definieren.

Zentrales Kriterium dieser Differenzierung ist das sog. **Airbronchogramm**, die sonographische Darstellung von Restlufteneinschlüssen im konsolidierten Lungparenchym, die je nach Ursache der Atelektase in Ausprägung und Verteilung variiert. Hierbei stellen sich die Luftpneumothorax als echogene punktförmige oder längliche Reflexe innerhalb der konsolidierten Lunge dar. Wichtig ist, dass



**Abb. 5** ◀ Pneumothorax-Diagnosealgorithmus. (Mod. nach [9]; mit freundl. Genehmigung © The European Society of Cardiology 2019. All Rights Reserved)

sich das lungensonographisch determinierte Airbronchogramm [9] in der Sensitivität und Aussagekraft von der radiologischen Terminologie des (Pneumo-)Bronchogramms unterscheidet und daher abzugrenzen ist.

Wenn sich die Position und Ausdehnung der darstellbaren bronchialen oder alveolären Restluft nicht verändert, handelt es sich um ein sog. **statisches Airbronchogramm**, das den Schluss zulässt, dass eine Behinderung der Ventilation in das betroffene Lungenareal als führende Pathologie vorliegt. Dagegen werden durch die nicht behinderte atemsynchrone Verschiebung der Luftmassen in den Atemwegen beim **dynamischen Airbronchogramm** auch die Restluftreflexe in den dargestellten Parenchymabschnitten sichtbar bewegt. Für eine diagnosesichere Beurteilung dieser Dynamik ist von großer Bedeutung, dass die Verschiebung des Airbronchogramms als eindeutige Bewegung *innerhalb* der Schallebene dargestellt werden kann.

**Dystelektasen**

Dystelektasen stellen sich sonographisch als hyperechogene oberflächennahe Konsolidierungen mit unregelmäßiger Begrenzung



**Abb. 6** ▲ Dystelektase

dar (Abb. 6). Diese **oberflächlichen Belüftungsstörungen**, die z.B. bei Intensivpatienten oftmals schon nach kurzer Zeit aufgrund der Rückenlagerung in den dorsolateralen Lungenabschnitten entstehen können, weisen in der Regel ein dynamisches Airbronchogramm auf. Auch wenn die Dystelektase nur als leichte Verlaufsform einer Atelektase anzusehen ist, sollte ihr Nachweis eine **Ursachenabklärung** (prolongierte Rückenlage, flache Spontanatmung z.B. bei Schmerz, Zwerchfellhochstand; bei beatmeten Patienten: inadäquat niedriger PEEP [positiver endexpiratorischer Druck]) und entsprechende therapeutische Konsequenzen (Mobilisierung, Oberkörperhochlagerung, Atemtherapie, Schmerztherapie, NIV [nichtinvasive Beatmung], PEEP-Anpassung) nach sich ziehen. Der Therapieerfolg kann sonographisch durch Nachweis rückläufiger Dystelektasen dokumentiert werden.

**Kompressionsatelektase**

Pleurale Flüssigkeitsansammlungen (Exsudat oder Transsudat) sind ein häufiger Befund sowohl in der Intensiv- wie auch Notfallmedizin. Differenzialdiagnostisch ist je nach Grunderkrankung, Anamnese und dem klinischen Bild immer auch ein Hämatothorax oder ein



**Abb. 7** ▲ Kompressionsatelektase bei relevantem Pleuraerguss



**Abb. 8** ▲ Obstruktionsatelektase bei endobronchialen Verschluss und Bronchialkarzinom

Pleuraempyem in Betracht zu ziehen. Ab einem kritischen **Ergussvolumen** kommt es zur Verdichtung des Lungengewebes und damit zur Kompressionsatelektase (**Abb. 7**), beginnend an den peripheren basalen Lungenabschnitten. Hierbei wird die alveoläre und bronchiale Belüftung, dem abnehmenden Druckgradienten folgend, von peripher nach zentral aus der Lunge verdrängt. Während sich die am stärksten komprimierten peripheren Lungenareale basal in der Regel damit ohne oder nur mit geringem Airbronchogramm darstellen, kann zentraler im Übergangsbereich zur belüfteten Lunge u. U. ein dynamisches Airbronchogramm nachgewiesen werden. Als therapeutische Konsequenz sollte je nach klinischer Situation unter Nutzen-Risiko-Abwägung, der Atelektasengröße sowie der pulmonalen Beeinträchtigung eine **Pleurapunktion** bzw. **Drainagenanlage** unter sonographischer Kontrolle erfolgen. Unter forcierter Inspiration kann u. U. eine Größenabnahme der Atelektase beobachtet werden.

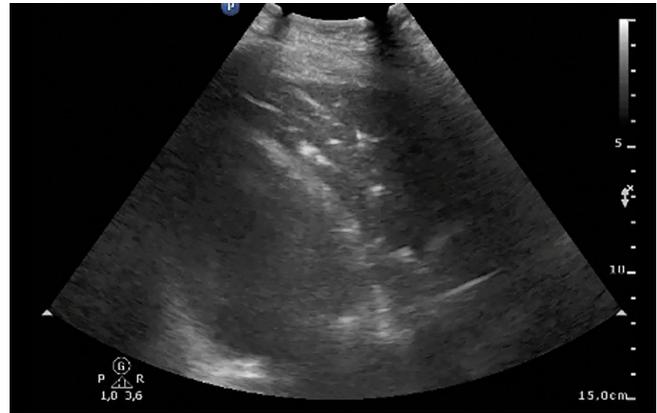
### Obstruktionsatelektasen

Diese entstehen peripher zumeist durch **Sekretverlegung**, im Bereich der zentralen zuführenden Atemwege können sie aber auch durch neoplastische Prozesse als Ursache entstehen.

Sonographisch sind sie durch ein relativ gleichmäßig über ein unförmiges Konsolidierungsareal verteiltes überwiegend statisches Airbronchogramm charakterisiert. Lediglich durch eine Änderung der Schallebene kann es zur Darstellung weiterer, benachbarter statischer Airbronchogramme kommen, ohne dass eine dynamische, gleitende Verschiebewegung oder Größenzunahme der Sonoreflexe zu erkennen ist.

Als therapeutische Konsequenz aus dem sonographischen Nachweis einer Obstruktionsatelektase lässt sich u. a. die Indikation zur **Bronchoskopie** ableiten.

Besteht ein vollständiger **Bronchialverschluss** über längere Zeit wird die alveoläre Restluft resorbiert (**Abb. 8**) mit nur noch geringem oder fehlendem Airbronchogramm. Die Atelektase schrumpft entweder zu einer nicht mehr rekrutierbaren sog. Plattenatelektase oder bildet die Grundlage für ein infektiöses Infiltrat. Die in diesem Stadium entlüfteten Bronchiolen füllen sich im Verlauf der Infektion mit Flüssigkeit, was im Sonogramm ab einer gewissen



**Abb. 9** ▲ Translobuläre Konsolidierung bei Lobärpneumonie („tissue sign“) parakardial

Menge als sog. **Fluidobronchogramm** erkennbar wird. Dieses stellt sich als längliche echoarme Strukturen mit echogener Wandung dar. Im Gegensatz zu Gefäßen finden sich in diesen keine Perfusionssignale (z. B. mittels Farbdoppler).

#### ► Merke

Die sonographische Differenzierung von Dystelektase, Kompressionsatelektase und Obstruktionsatelektase bietet die Möglichkeit einer entsprechenden Differenzialtherapie: Optimierung der Ventilation, Pleurapunktion oder Bronchoskopie.

### Pneumonie

LUS weist für die Diagnose Pneumonie eine dem Thoraxröntgen in 2 Ebenen ähnlich hohe Diagnosesicherheit auf und sollte daher bei Kindern und Schwangeren als Methode der Wahl in Betracht gezogen werden [10, 11]. Auch wenn die aktuelle S3-Leitlinie zur ambulant erworbenen Pneumonie LUS als alleinige diagnostische Methode nur empfiehlt, wenn eine Thoraxröntgenaufnahme nicht zeitnah zur Verfügung steht [12], ist der diagnostische Nutzen in der ambulanten Diagnostik und Verlaufskontrolle erwiesen [13].

Humorale und zelluläre Abwehrmechanismen führen zu einer vermehrten Flüssigkeitsansammlung und damit zu Verdrängung der alveolären Luft (vgl. Teil 1, Abb. 2 und Video 1). Sonographisch stellt sich die pneumonisch veränderte Lunge mit leberähnlicher Textur dar, in Analogie zum pathologischen Befund einer Lobärpneumonie wird von einer **Hepatisation** gesprochen. Im Sonogramm ist eine unregelmäßige Verteilung des in der Regel dynamischen Airbronchogramms (s. Video 2) im Infiltrat zu erkennen, das damit ein Unterscheidungskriterium gegenüber der Obstruktionsatelektase ist. Im weiteren unbehandelten Verlauf einer Pneumonie wird auch hier die **alveoläre Restluft** weitgehend resorbiert, sodass kaum noch Airbronchogramm nachweisbar ist. Die Darstellung eines Fluidobronchogramms ist möglich.

Eine **pneumonische Infiltration** kann einen kompletten Lungenlappen („translobulär“, „tissue sign“, **Abb. 9**) oder häufiger diesen nur partiell („nicht-translobulär“, **Abb. 10**) betreffen [4]. Hat das Infiltrat Kontakt zur Pleura, findet sich in letzterem Fall sonographisch eine subpleurale Konsolidierung, die sich pleurafern



Abb. 10 ▲ Bakterielle Pneumonie mit „shred“ oder „fractal sign“

unschärf von der gesunden und belüfteten Lunge abgrenzt („shred“ oder „fractal sign“ [4]). Die von diesem Grenzbereich ausgehenden **Kometenschweifartefakte** können per definitionem nicht als B-Linien bezeichnet werden, da sie nicht von der Pleuralinie ausgehen.

► **Merke**

LUS weist für die Pneumonie eine ähnlich hohe Detektionsrate wie eine Thoraxröntgenaufnahme in 2 Ebenen auf.

**Pneumonietypische Komplikationen** wie subpleurale Einschmelzungen, Abszedierungen und Pleuraempyeme können mittels LUS ebenfalls gut diagnostiziert werden.

LUS ist in diesem Kontext auch als zuverlässige Methode der **Therapiekontrolle** geeignet, da sich auch geringe Veränderungen des Infiltrats unmittelbar darstellen lassen. So findet eine erfolgreiche Therapie ihre Entsprechung im Sonogramm zunächst in einer Zunahme des Airbronchogramms, im Verlauf dann in einem Abschmelzen der Konsolidierung und einer sichtbaren Ausdehnung der Belüftungsgrenze nach peripher.

Differenzialdiagnostisch wichtig ist, dass in der Frühphase einer Pneumonie oder anderer Pathologien **B-Linien** vermehrt auftreten können, auch wenn diese Entitäten noch zu keiner sonographisch sichtbaren Belüftungsstörung des Parenchyms geführt haben. Diese regional verstärkt auftretenden B-Linien finden sich somit (peri)fokal als Ausdruck des tiefer im Parenchym liegenden reaktiven Prozesses. Eine lokale/einseitige B-Linien-Häufung („A/B-Profil“ [8] bzw. „fokales interstitielles Syndrom“ [14]) kann also auf einen zentraler gelegenen nicht-subpleuralen Infektfokus hinweisen, ohne dass die Konsolidierung selbst direkt darstellbar ist („peripherer Alarm“, [14]). Auch nach Wiederbelüftung eines vormals pneumonisch infiltrierten Areals können u.U. noch Wochen nach klinischer Ausheilung entsprechende regionale B-Linien-Häufungen nachweisbar sein.

Folglich ist bei Nachweis einer fokalen B-Linien-Häufung immer ein entzündlicher Prozess der Pleura und/oder des angrenzenden

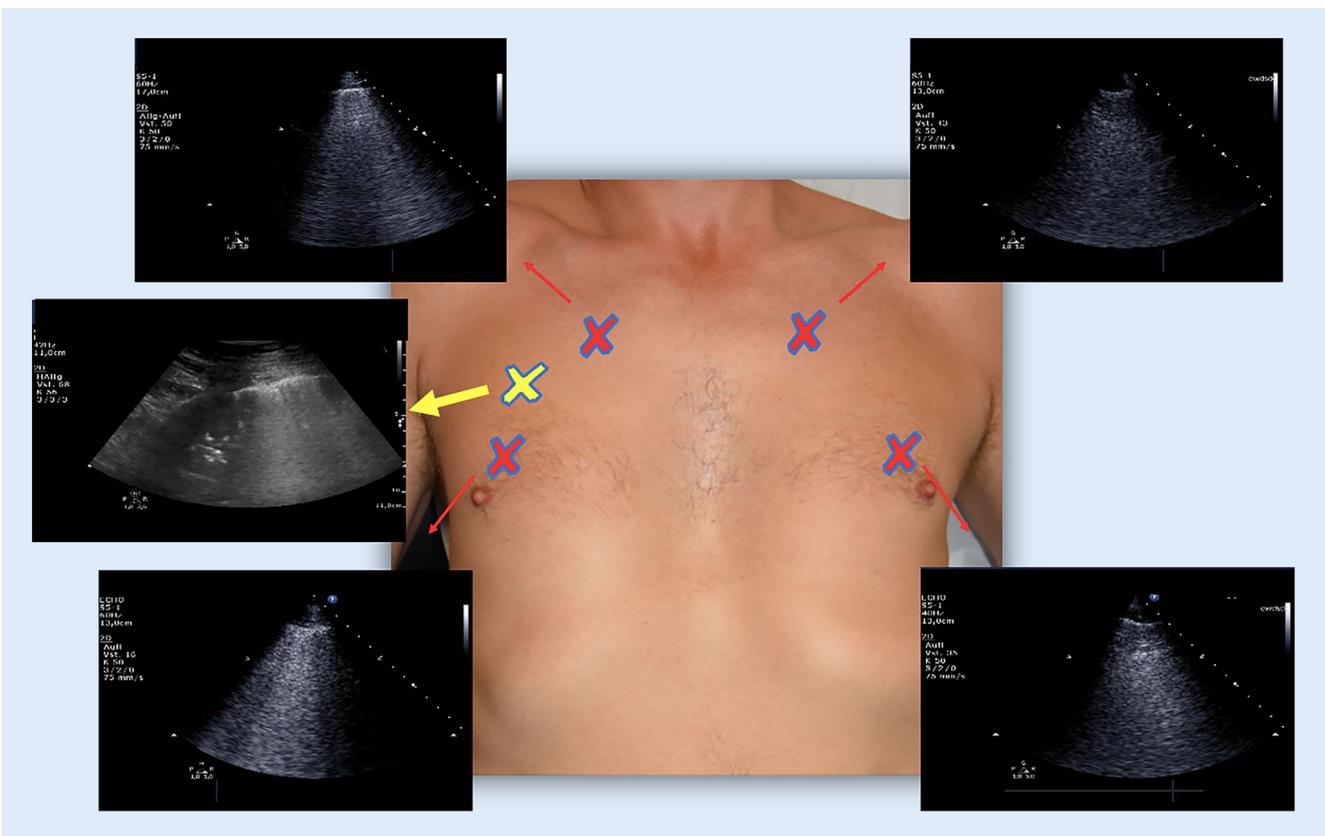


Abb. 11 ▲ Fokale auf den rechten Hemithorax begrenzte B-Linien-Häufung an den BLUE-Points rechts bei Pneumonie („A/B“-Profil). Der direkte Konsolidierungsnachweis gelang zwischen den BLUE-Points (s. Video 3)

Lungenparenchyms in Betracht zu ziehen (s. Kasuistik). Da aber auch andere Ursachen wie eine Lungenkontusion vergleichbare pathologische Befunde erzeugen können, setzt eine zielführende Differenzialdiagnostik und die zeitliche Verortung im Krankheitsverlauf immer eine entsprechende Anamneseerhebung und eine komplett durchgeführte LUS im Seitenvergleich voraus. Sollten andere die klinische Situation erklärende Befunde wie ein kardial bedingtes Lungenödem oder ein Pneumothorax bereits durch Untersuchung an den sog. **BLUE-Points** (s. Abschnitt BLUE-Protokoll) ausgeschlossen und sollte die klinische Wahrscheinlichkeit für eine Pneumonie entsprechend hoch sein, ist eine systematische Untersuchung des betroffenen Hemithorax zur Detektion pneumonietypischer Befunde zu empfehlen.

#### ► Cave

Eine Diagnosestellung sollte nur nach komplett durchgeführter Untersuchung unter Berücksichtigung des klinischen Bildes und der Anamnese erfolgen (Abb. 11).

Eine Erregerdiagnose ist sonographisch naturgemäß nicht möglich. Für die COVID-19-Pneumonie wurden aber vergleichsweise spezifische Befunde (z. B. „light beam“, „waterfall sign“) beschrieben, die für die bakterielle Pneumonie nicht bekannt sind. Diesbezüglich sei auf die entsprechende Literatur verwiesen [15].

## Lungenembolie

Emboliebedingte Konsolidierungen sind typischerweise triangular, scharf begrenzt, pleural basiert und zeigen im Farbdoppler oder der Kontrastmittelsonographie eine aufgehobene Perfusion. In der TUSPE-Studie betrug die mittlere Größe  $16 \times 12$  mm, in 66 % waren diese posterobasal lokalisiert und in 49 % war ein kleiner reaktiver Pleuraerguss mit dem Befund vergesellschaftet. Die **Sensitivität** für LUS betrug in dieser Untersuchung 74 % [16]. In Kombination mit der Venenkompressionssonographie und der Echokardiographie konnte diese auf 92 % gesteigert werden [17]. Nicht alle Autoren sprechen dem Konsolidierungsnachweis eine diagnostisch entscheidende Bedeutung zu. Im **BLUE-Protokoll** bleiben potenziell emboliebedingte Konsolidierungen unberücksichtigt, da sie bei anteriorer Lokalisation mit einer 18-mal höheren Wahrscheinlichkeit als entzündlichen Ursprungs interpretiert werden [8]. Da jedoch auch der Nachweis mehrerer embolietypischer Konsolidierungen in dorsalen Lungenabschnitten bestenfalls den Verdacht auf stattgehabte periphere Embolien ohne zeitlichen Bezug erlauben und zudem eine hohe Untersucherexpertise und die vollständige und zeitintensive Untersuchung der Lungenoberfläche bedingen, kann LUS als alleinige Methode weder zum Nachweis, aber insbesondere nicht zum Ausschluss einer Lungenembolie empfohlen werden. Konsequenterweise wird LUS in den aktuellen ESC (European Society of Cardiology)-Leitlinien 2019 zur Lungenembolie nicht erwähnt [7]. Sowohl die Konsensuskonferenz wie auch die aktuelle AWMF (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V.)-Leitlinie erwähnen LUS aber als mögliche Technik bei Verdacht auf Lungenembolie in speziellen Konstellationen wie der einer Schwangerschaft [9, 18]. Bei **pleuritischen Thoraxschmerzen** ist

eine auf den Schmerzbereich fokussierte LUS in Kombination mit dem Wells-Score hinsichtlich des Ausschlusses einer Lungenembolie der Kombination aus Wells-Score und D-Dimere überlegen [19].

#### ► Cave

Trotz der widersprüchlichen Datenlage zur diagnostischen Sicherheit der LUS für die Lungenembolie können bei akuter Dyspnoe hiermit wichtige Differenzialdiagnosen ausgeschlossen oder eine definitive Diagnose kann unterstützt werden.

## „Acute respiratory distress syndrome“

Das „acute respiratory distress syndrome“ (ARDS) stellt einen relevanten intensivmedizinischen Befund dar. Neben extrapulmonalen Auslösern wie Sepsis, Polytrauma oder Intoxikation stellt die Pneumonie einen wesentlichen Trigger des ARDS dar.

Sonographisch zeigen sich die Charakteristika eines **fokalen interstitiellen Syndroms** mit einer lokal betonten B-Linien-Häufung eng benachbart neben scheinbar gesunden Arealen ohne B-Linien-Nachweis („**spared areas**“; Abb. 12). Daneben finden sich Pleurairregularitäten, Pleuraverdickungen, subpleurale Konsolidierungen, Pleuraergüsse und ein reduziertes oder aufgehobenes Lungengleiten [20, 21]. Diese sonographischen Befunde lassen eine Differenzierung zum kardial bedingten Lungenödem zu [21]. Weniger scharf ist die Abgrenzung zur infektiösen Pneumonie, die als Auslöser eines ARDS sonographisch noch nachweisbar sein oder im Rahmen einer Beatmungstherapie erneut auftreten kann. Die Berücksichtigung des klinischen Bildes und laborchemischer Parameter erleichtern in dieser Situation die Interpretation lungensonographischer Befunde. Bei diagnostiziertem ARDS erlaubt LUS mittels eines spezifischen Score-Systems in guter Korrelation mit der Computertomographie (CT) eine Differenzierung zwischen einem fokalen und einem ubiquitär bestehenden ARDS mit unterschiedlichem Rekrutierungspotenzial, was praktische therapeutische Konsequenzen haben kann [22].

In der aktuell in Überarbeitung befindlichen neuen **ARDS-Definition** wird neben dem bisher ausschließlich radiologischen Nachweis möglicherweise auch ein lungensonographischer Konsolidierungsnachweis zur Diagnosestellung ausreichend sein ([23].

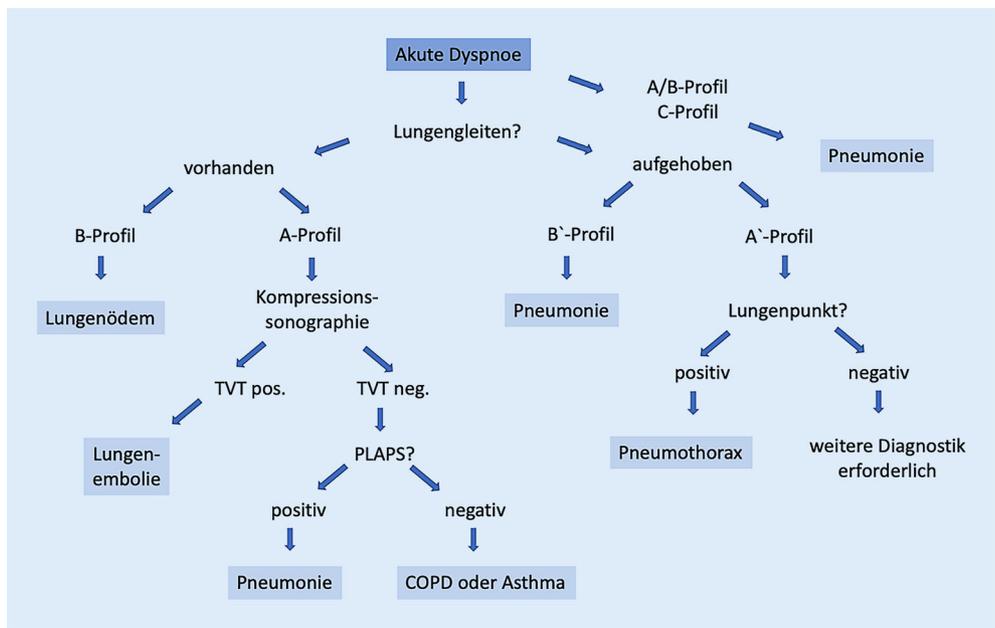


Abb. 12 ▲ Sonographischer Befund bei „acute respiratory distress syndrome“ (ARDS) mit sog. „spared areas“

**Tab. 1** Befundprofile und diagnostische Sicherheit des BLUE-Protokolls für verschiedene Erkrankungen. (Mod. nach Lichtenstein, [8])

Diagnose	LUS-Profile	Sonomorphologisches Bild	Sensitivität (%)	Spezifität (%)
		BLUE-Points, PLAPS, TVT		
Lungenödem	B-Profil	Lungengleiten positiv pathologische B-Linien beidseits (> 2/ICR) positiv	97	95
COPD oder Asthma	A-Profil + TVT negativ + PLAPS negativ	Lungengleiten positiv A-Linien positiv (ggf. betont)	89	97
Lungenembolie	A-Profil + TVT positiv	Lungengleiten positiv Kompressionssonographie positiv	81	99
Pneumothorax	A'-Profil + Lungenpunkt nachweisbar	Lungengleiten negativ A-Linien positiv, oft betont B-Linien negativ Konsolidierung negativ	88	100
Pneumonie	A/B-Profil	Fokale/einseitige pathologische B-Linien positiv	14,5	100
	A-Profil + TVT negativ + PLAPS positiv	A-Profil TVT negativ PLAPS: Konsolidierung und/oder Erguss positiv	42	96
	Kombination aller Profile	–	89	94

*COPD* chronisch obstruktive Lungenerkrankung, *ICR* Intercostalraum, *LUS* Lungensonographie, *PLAPS* „posterolateral and/or pleural syndrome“, *TVT* tiefe Venenthrombose



**Abb. 13** ◀ Dichotomer Diagnosealgorithmus des BLUE-Protokolls. *COPD* chronisch obstruktive Lungenerkrankung, *PLAPS* „posterolateral and/or pleural syndrome“, *TVT* tiefe Venenthrombose. (Mod. nach [8])

**Pleuraerguss**

Die Sonographie des Pleuraergusses ist seit Jahrzehnten etabliert und darf als bekannt vorausgesetzt werden. Erst die Ultraschalldarstellung erlaubt eine **sichere Punktion** und Drainage auch kleinerer Ergüsse (z. B. zu diagnostischen Zwecken bei Verdacht auf Neoplasie [NPL] oder Empyem). Klinisch relevant ist eine **Verlaufs kontrolle** von Pleuraergüssen unter Therapie mit Diuretika oder Nierenersatztherapie.

**BLUE-Protokoll: ein Diagnosealgorithmus bei akuter Dyspnoe**

Lichtenstein definierte mit dem BLUE-Protokoll [8] einen dichotomen Diagnosealgorithmus für die akute Dyspnoe und deckt damit die im klinischen Alltag relevanten Diagnosen weitgehend ab (Tab. 1; Abb. 13). Hierbei werden primär ausschließlich lungensonographische Befund an den 4 BLUE-Points und den beiden PLAPS („posterolateral and/or pleural syndrome“-)Points (s. Teil 1, Abb. 3) erhoben.

Nur bei ubiquitärem Nachweis des sog. A-Profil in der Differenzialdiagnose einer Lungenembolie sollte eine **fokussierte Kompressionssonographie** (V. femoralis communis, distale V. femoralis

Ein 52-jähriger Patient wird mit akutem Vorderwandinfarkt aufgenommen. Außerklinisch erfolgt eine ca. 12-minütige Reanimation bei Kammerflimmern mit initialer Laienreanimation. Echokardiographisch zeigt sich eine höhergradig reduzierte systolische Funktion (EF [Ejektionsfraktion] um 30%) bei Vorderwandhypobis-akinesie, lungensonographisch besteht das Bild eines diffusen interstitiellen Syndroms an allen 4 BLUE-Points, das in Zusammenschau mit dem klinischen Bild als Lungenödem bei kardiogenem Schock zu interpretieren ist. In der Koronarangiographie zeigt sich ein proximaler RIVA (Ramus interventricularis anterior)-Verschluss, der interventionell behandelt werden kann. Am dritten Tag der stationären Behandlung zeigt sich in der Lungensonographie lediglich eine fokale B-Linien-Häufung am „lower“ BLUE-Point rechts sowie in der rechten vorderen und mittleren Axillarlinie. In der hinteren Axillarlinie stellt sich am PLAPS-Point eine Konsolidierung mit dynamischem Airbronchogramm dar, die als Pneumonie interpretiert wird. Unter antibiotischer Therapie können in den nächsten 7 Tagen eine Größenabnahme der Konsolidierung und zunehmende Wiederbelüftung dokumentiert werden. Bei der Entlassung des neurologisch komplett unauffälligen Patienten besteht am rechten PLAPS noch ein fokales interstitielles Syndrom mit Pleurairregularitäten.

superficialis, V. tibialis anterior, V. jugularis interna, V. subclavia, ggf. mediale V. femoralis superficialis und V. poplitea) ergänzt werden.

Die persönlichen Erfahrungen zeigen, dass hiermit eine zeitnah realisierbare Eingrenzung der möglichen Differenzialdiagnosen auch unter Alltagsbedingungen mit LUS realistisch ist. Unter Studienbedingungen konnte für das BLUE-Protokoll eine hohe diagnostische Sicherheit nachgewiesen werden (Tab. 1).

Kritisch anzumerken ist, dass anamnestische und klinische Kriterien unberücksichtigt bleiben. Auch wenn der starre Diagnosealgorithmus für einen Großteil der Patienten eine korrekte Diagnosestellung ermöglicht, verliert das BLUE-Protokoll bei bestimmten Konstellationen an **diagnostischer Schärfe**. Hierzu gehören beispielhaft Patienten mit interstitieller Erkrankung, kürzlich durchgemachter Pneumonie (Differenzialdiagnose: neu aufgetretene Pneumonie, ARDS) oder mit Lungenembolie, die ihren Ursprung in tiefen Venen haben, die nicht im BLUE-Protokoll berücksichtigt werden wie die proximale und mediale V. femoralis superficialis.

Insbesondere bei Verdacht auf **Lungenembolie** ist die Anwendung des leitliniengerechten Diagnosealgorithmus mit Berücksichtigung klinischer (PESI [Pulmonary Embolism Severity Index Score]), laborchemischer und bildgebender Kriterien zu bevorzugen. Hierbei hat u.a. die Echokardiographie eine wichtige Rolle in der **Risikostratifizierung**, da der Nachweis einer Rechtsherzbelastung auch bei niedrigem Risikoscore (PESI I–II) prognostisch relevant ist [24].

## Limitationen der Lungensonographie

Eine wesentliche Limitierung der Methode ist, dass nur solche Pathologien sonographisch direkt erfasst werden können, welche die **Lungenoberfläche** bzw. die **Pleura** erreichen. Für pneumonische Veränderungen trifft dies zwar in den allermeisten Fällen zu, die Ausdehnung eines pneumonischen Prozesses nach zentral kann aber somit unterschätzt werden. Eine ausschließlich zentrale Pneumonie kann der sonographischen Darstellung auch komplett entgehen.

Die **B-Linien** als wichtigste Artefakte der LUS und Marker des interstitiellen Syndroms sind unspezifisch und bei sehr unterschiedlichen Lungenveränderungen wie einer Infektion, Linksherzinsuffizienz, Lungenkontusion, aber auch chronisch interstitieller Lungenerkrankung pathologisch vermehrt. Insbesondere bei letztgenannter Krankheitsentität ist die Diagnose einer kardial bedingten Überwässerung nur mit Vorsicht und oft erst durch **sequenzielle Verlaufuntersuchungen** zu stellen. Die Interpretation darf immer nur unter Würdigung des klinischen Bildes, Berücksichtigung der Anamnese und Vorerkrankungen sowie weiterer u.U. sonographischer Befunde erfolgen.

### Fazit für die Praxis

- Die Lungensonographie (LUS) ist hinsichtlich eines Pneumothorax deutlich sensitiver als eine Thoraxröntgenaufnahme im Liegen.
- Der bettseitige Nachweis von Belüftungsstörungen unterschiedlicher Genese kann direkte therapeutische Konsequenzen haben.
- Das primär unspezifische interstitielle Syndrom muss unter Berücksichtigung u. a. des Verteilungsmusters der B-Linien, des klinischen Bildes und der Vorerkrankungen interpretiert werden.
- LUS weist für die Pneumonie eine dem Thoraxröntgen ähnlich hohe Diagnosesicherheit auf und sollte bei Kindern und Schwangeren und bei fehlender Möglichkeit einer radiologischen Bildgebung als Methode der Wahl in Betracht gezogen werden.
- Die Datenlage zur diagnostischen Sicherheit der LUS bei Lungenembolie ist widersprüchlich, mit LUS können aber bei unklarer Dyspnoe die Differenzialdiagnosen eingegrenzt oder es kann eine alternative Diagnose gestellt werden.
- Bei unklarer Dyspnoe lässt der weitgehend LUS-basierte Diagnosealgorithmus des BLUE-Protokolls trotz Limitationen bei einem Großteil der Patienten innerhalb weniger Minuten eine korrekte Diagnosestellung zu.

## Korrespondenzadresse

**Dr. U. Böck**

Klinik für Innere Medizin, Fachbereich Kardiologie und internistische Intensivmedizin, Marien-Hospital Marl, Katholisches Klinikum Ruhrgebiet Nord GmbH (KKRN)  
Hervester Str. 57, 45768 Marl, Deutschland  
Dr.U.Boeck@kkrn.de

**Dr. A. Seibel**

Interdisziplinäre Intensivmedizin, DRK-Krankenhaus Kirchen  
Bahnhofstr. 24, 57548 Kirchen, Deutschland  
armin.seibel@drk-kh-kirchen.de

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** Gemäß den Richtlinien des Springer Medizin Verlags werden Autoren und Wissenschaftliche Leitung im Rahmen der Manuskripterstellung und Manuskriptfreigabe aufgefordert, eine vollständige Erklärung zu ihren finanziellen und nichtfinanziellen Interessen abzugeben.

**Autoren.** **U. Böck:** A. Finanzielle Interessen: Vortragshonorare von: AstraZeneca, Novartis, Boehringer Ingelheim; – Reisekosten/Teilnehmergebühr: Abbott, Daiichi Sankyo, Medtronic. – B. Nichtfinanzielle Interessen: Leitender Oberarzt der Klinik für Innere Medizin Fachbereich Kardiologie und internistische Intensivmedizin, Marien-Hospital Marl, Katholisches Klinikum Ruhrgebiet Nord GmbH | Mitgliedschaften: DEGUM, DGK. **A. Seibel:** A. Finanzielle Interessen: Reise- und Übernachtungskosten für Referententätigkeit während des Hauptstadtkongresses Anästhesie und Intensivmedizin 2022 in Berlin von der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin (DGA). – Schulungsreferent für die Firma M.E.S. Medical Education Service, Wilsdorf. – Ehefrau ist Geschäftsführerin und Besitzerin der Firma M.E.S. Medical Education Service. – B. Nichtfinanzielle Interessen: Leitender Arzt für interdisziplinäre Intensivmedizin, DRK Krankenhaus Kirchen | DEGUM-Kursleiter Stufe III; Leiter des DEGUM-Arbeitskreises Notfallsonographie.

**Wissenschaftliche Leitung.** Die vollständige Erklärung zum Interessenkonflikt der Wissenschaftlichen Leitung finden Sie am Kurs der zertifizierten Fortbildung auf [www.springermedizin.de/cme](http://www.springermedizin.de/cme).

**Der Verlag** erklärt, dass für die Publikation dieser CME-Fortbildung keine Sponsorengelder an den Verlag fließen.

Für diesen Beitrag wurden von den Autor/-innen keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

## Literatur

- Ratanen NW (1986) Diagnostic ultrasound: diseases of the thorax. *Vet Clin North Am* 2:49–66
- Lichtenstein DA, Menu Y (1995) A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill. *Chest* 108:1345–1348
- Blaivas M, Lyon M, Duggal S (2005) A prospective comparison of supine chest radiography and bedside ultrasound for the diagnosis of traumatic pneumothorax. *Acad Emerg Med* 12:844–849. <https://doi.org/10.1197/j.aem.2005.05.005>
- Lichtenstein DA (2014) Lung ultrasound in the critically ill. *Ann Intensive Care* 4:1
- Böck Ulrich (2020) Lungensonografie pocketcard Set. Börm Bruckmeier. ISBN 978-3-89862-426-8.
- Lichtenstein D et al (2000) The “lung point”: an ultrasound sign specific to pneumothorax. *Intensive Care Med* 26:1434–1440
- Konstantinides S, Meyer G et al (2019) 2019 ESC guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European respiratory society (ERS): the task force for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism of the European society of cardiology (ESC). *Eur Heart J* 41:543–603
- Lichtenstein DA, Meziere GA (2008) Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest* 134:117–125. <https://doi.org/10.1378/chest.07-2800>
- Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, Melniker L, Gargani L, Noble VE, Via G, Dean A, Tsung JW, Soldati G, Copetti R, Bouhemad B, Reissig A, Agricola E, Rouby JJ, Arbelot C, Liteplo A, Sargsyan A, Silva F, Hoppmann R, Breikreutz R, Seibel A, Neri L, Storti E, Petrovic T (2012) Internationale evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med* 38:577–591. <https://doi.org/10.1007/s00134-012-2513-4>
- Chavez MA, Shams N, Ellington LE, Naithani N, Gilman RH, Steinhoff MC, Santosham M, Black RE, Price C, Gross M, Checkley W (2014) Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: a systematic review and meta-analysis. *Respir Res* 15:50. <https://doi.org/10.1186/1465-9921-15-50>
- Hu QJ, Shen YC, Jia LQ, Guo SJ, Long HY, Pang CS, Yang T, Wen FQ (2014) Diagnostic performance of lung ultrasound in the diagnosis of pneumonia: a bivariate meta-analysis. *Int J Clin Exp Med* 7:115–121
- AWMF (2021) S3-Leitlinie zur Behandlung von erwachsenen Patienten mit ambulant erworbener Pneumonie – Update 2021. [https://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/020-020l\\_S3\\_Behandlung-von-erwachsenen-Patienten-mit-ambulant-erworbener-Pneumonie\\_\\_2021-05.pdf](https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/020-020l_S3_Behandlung-von-erwachsenen-Patienten-mit-ambulant-erworbener-Pneumonie__2021-05.pdf). Zugriffen: 12.02.2023
- Rüttermann V (2020) Thoraxsonographie – eine wertvolle Ergänzung der Basisdiagnostik in der zeitnahen ambulanten Abklärung von Husten und Luftnot. *Internist* 61:13–20
- Volpicelli G, Gargani L (2016) Interstitielles Syndrom. In: Mathis G (Hrsg) *Bildatlas der Lungensonographie*, 6. Aufl. Springer, Berlin, S 53–59
- Seibel A et al (2020) Lungensonographie bei COVID-19. *Anaesthesist*. <https://doi.org/10.1007/s00101-020-00883-7>
- Mathis G, Blank W, Reissig A, Lechleitner P, Reuss J, Schuler A, Beckh S (2005) Thoracic ultrasound for diagnosing pulmonary embolism. a prospective multicenter study of 352 patients. *Chest* 128:1531–1538
- Mathis G (2006) Sonographie bei Lungenembolie: drei Fliegen auf einen Streich. *Pneumologie* 60:600–606
- AWMF S2-Leitlinie: Diagnostik und Therapie der Venenthrombose und der Lungenembolie. <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/065-002>. Zugriffen: 15.03.2023
- Nazerian P, Gigli C, Reissig A, Pivetta E, Vanni S, Fraccalini T, Ferraris G, Ricciardolo A, Grifoni S, Volpicelli G (2022) Retrospective analysis of the diagnostic accuracy of lung ultrasound for pulmonary embolism in patients with and without pleuritic chest pain. *Ultrasound J*. <https://doi.org/10.1186/s13089-022-00285-3>
- Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Grenier P, Rouby JJ (2004) Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology* 100:9–15. <https://doi.org/10.1097/0000542-200401000-00006>
- Copetti R, Soldati G, Copetti P (2008) Chest sonography: a useful tool to differentiate acute cardiogenic pulmonary edema from acute respiratory distress syndrome. *Cardiovasc Ultrasound* 6:16
- Costamagna A, Pivetta E, Goffi A, Steinberg I, Arina P, Mazzei A, Del Sorbo L, Veglia S, Davini O, Brazzi L, Ranieri M, Fanelli V (2021) Clinical performance of lung ultrasound in predicting ARDS morphology. *Ann Intensive Care* 11:51

- 
23. Gorman E, O’Kane C, McAuley D (2022) Acute respiratory distress syndrome in adults: diagnosis, outcomes, long-term sequelae and management. *Lancet* 400:1157–1170. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(22\)01439-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)01439-8)
  24. Sanchez O, Trinquart L, Planquette B, Couturaud F, Verschuren F, Caille V, Meneveau N, Pacouret G, Roy PM, Righini M, Perrier A, Bertoletti L, Parent F, Lorut C, Meyer G (2013) Echocardiography and pulmonary embolism severity index have independent prognostic roles in pulmonary embolism. *Eur Respir J* 42:681–688



## Lungensonographie in der kardiologischen Intensiv- und Notfallmedizin (Teil 2)

Zu den Kursen dieser Zeitschrift: Scannen Sie den QR-Code oder gehen Sie auf [www.springermedizin.de/kurse-die-kardiologie](http://www.springermedizin.de/kurse-die-kardiologie)

### ? Was ist bei der sonographischen Diagnostik des Pneumothorax zu berücksichtigen?

- Zum Ausschluss eines Pneumothorax an einer definierten Ableitungsposition müssen Lungengleiten und der Lungenpuls dokumentiert werden.
- Fehlendes Lungengleiten ist verdächtig, aber nicht beweisend für einen Pneumothorax.
- Der diagnostische Algorithmus des BLUE-Protokolls setzt zum Ausschluss eines Pneumothorax den Nachweis des Lungenpulses voraus.
- Ein kleiner ventral gelegener Pneumothorax kann mittels Röntgenaufnahme des Thorax leichter diagnostiziert werden als mittels Lungensonographie.
- Ein diffuses interstitielles Syndrom schließt einen drainagepflichtigen Pneumothorax in der Regel nicht aus.

### ? Welche diagnostische Aussage ist beim Nachweis des Lungenpunktes am ventralen Thorax (z. B. am „upper“ Blue-Point) zu machen?

- Dieser Befund ist nicht beweisend für einen Pneumothorax.
- Der Befund ist statistisch mit einer höheren Wahrscheinlichkeit einer Drainagepflichtigkeit assoziiert als der Nachweis des Lungenpunktes am lateralen Thorax.
- Bei unauffälligem Thoraxröntgen im Liegen ist dieser Befund nicht beweisend für einen Pneumothorax.

- Dieser Befund besitzt eine sehr hohe Spezifität für die Diagnose Pneumothorax.
- Dieser Befund spricht für einen Totalkollaps der ipsilateralen Lunge.

### ? Welche Aussage zur Differenzialdiagnose der Konsolidierung mittels Lungensonographie ist möglich?

- Eine Kompressionsatelektase kann sonographisch nicht diagnostiziert werden.
- Das dynamische Airbronchogramm grenzt die Pneumonie von der Obstruktionsatelektase ab.
- Ein dynamisches Airbronchogramm spricht für eine zentral gelegene Bronchusobstruktion.
- Eine Kompressionsatelektase zeigt ein ubiquitäres statisches Airbronchogramm.
- Ein statisches Airbronchogramm schließt eine zentral gelegene Bronchusobstruktion als Ursache aus.

### ? Welche lungensonographischen Befunde sind bei Patienten mit akuter Dyspnoe diagnostisch wegweisend?

- Eine nur am rechten „lower“ BLUE-Point bestehende B-Linien-Häufung schließt bei einem schwer dyspnoischen Patienten eine relevante kardial bedingte pulmonale Überwässerung aus.
- Ein fokales interstitielles Syndrom anterior macht eine Lungenembolie sehr wahrscheinlich.

- Die Lungenembolie ist die häufigste Ursache eines A/B-Profiles bzw. eines fokalen interstitiellen Syndroms.
- Die fokale B-Linien-Häufung ist sehr spezifisch für eine entzündliche Pathologie.
- Lungenpunkt und Lungenpuls sind synonyme Bezeichnungen.

### ? Ein 27-jähriger Patient stellt sich seit 2 Tagen progredienter Luftnot vor. Welche Befundkonstellation korreliert mit welcher Diagnose?

- Beidseitiges Lungengleiten am PLAPS („posterolateral and/or pleural syndrome“)-Point schließt einen Pneumothorax aus.
- Der Nachweis einer einseitigen anterioren Konsolidierung (C-Profil) macht die Diagnose einer Lungenembolie sehr wahrscheinlich.
- Eine einseitige fokale B-Linien-Häufung (A/B-Profil) am „lower“ BLUE-Point kann ein indirektes Zeichen einer Pneumonie sein.
- Der fehlende Nachweis des Lungenpunktes schließt einen Pneumothorax aus.
- Bei einseitiger fokaler B-Linien-Häufung (A/B-Profil) am „lower“ BLUE-Point, aber fehlendem Nachweis einer Konsolidierung ist eine Pneumonie praktisch ausgeschlossen.

## Informationen zur zertifizierten Fortbildung

Diese Fortbildung wurde von der Ärztekammer Nordrhein für das „Fortbildungszertifikat der Ärztekammer“ gemäß § 5 ihrer Fortbildungsordnung mit **3 Punkten** (Kategorie D) anerkannt und ist damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

**Anerkennung in Österreich:** Für das Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) werden die von deutschen Landesärztekammern anerkannten Fortbildungspunkte aufgrund der Gleichwertigkeit im gleichen Umfang als DFP-Punkte anerkannt (§ 14, Abschnitt 1, Verordnung über ärztliche Fortbildung, Österreichische Ärztekammer (ÖÄK) 2013).

### Hinweise zur Teilnahme:

- Die Teilnahme an dem zertifizierten Kurs ist nur online auf [www.springermedizin.de/cme](http://www.springermedizin.de/cme) möglich.
- Der Teilnahmezeitraum beträgt 12 Monate. Den Teilnahmeschluss finden Sie online beim Kurs.
- Die Fragen und ihre zugehörigen Antwortmöglichkeiten werden online in zufälliger Reihenfolge zusammengestellt.

- Pro Frage ist jeweils nur eine Antwort zutreffend.
- Für eine erfolgreiche Teilnahme müssen 70% der Fragen richtig beantwortet werden.
- Teilnehmen können Abonnenten dieser Fachzeitschrift und e.Med- und e.Dent-Abonnenten.

**? Ein 65-jähriger Patient mit u. a. chronischer Herzinsuffizienz wird nach komplikativem abdominalchirurgischem Eingriff am 1. postoperativem Tag invasiv beatmet. Lungensonographisch besteht lediglich bilateral in der hinteren Axillarlinie an den PLAPS („posterolateral and/or pleural syndrome“)-Points eine B-Linien-Häufung (5/Interkostalraum). Wie ist dieser Befund zu interpretieren?**

- Dieser Befund schließt einen Pneumothorax bei dem Patienten aus.
- Der Befund ist unspezifisch und kann verschiedene Ursachen haben.
- Der Befund zeigt spezifisch eine kardial bedingte pulmonale Überwässerung an.
- Dieser Befund ist hochverdächtig auf eine beidseitige Pneumonie.
- Diese Befundkonstellation spricht gegen eine Lungenembolie.

**? Wie kann eine Lungenkonsolidierung charakterisiert werden?**

- Es handelt sich um Lungenbereiche mit normaler Belüftung.
- Lungenkonsolidierungen sind zumeist maligner Genese.
- Die Ursache der Konsolidierung kann mithilfe der Verteilung und Menge der Restluft im Parenchym eingegrenzt werden.
- Lungenkonsolidierungen treten besonders oft bei kardialer Stauung auf.
- Zentrale Lungenpathologien ohne Kontakt zur Pleura sind im Ultraschall in den meisten Fällen darstellbar.

**? Welche Aussage lässt sich zur diagnostischen Wertigkeit des dynamischen Airbronchogramms machen?**

- Ein dynamisches Airbronchogramm schließt eine Pneumonie aus.
- Ein dynamisches Airbronchogramm findet sich typischerweise in den basalen Abschnitten einer Kompressionsatelektase.
- Ein dynamisches Airbronchogramm ist charakteristisch für eine Obstruktionsatelektase.
- Eine Zunahme des Airbronchogramms weist auf eine Zunahme der Belüftung im betroffenen Lungenabschnitt hin.

- Die Dynamik eines Airbronchogramms ist wenig hilfreich für die Differenzialtherapie einer Atelektase.

**? Welche Rolle spielt die Lungensonographie in der Diagnostik bei Lungenembolie?**

- Die Lungensonographie ist nach der aktuellen Leitlinie der European Society of Cardiology fester Bestandteil des diagnostischen Algorithmus bei Verdacht auf Lungenembolie.
- Emboliebedingte Konsolidierungen finden sich gehäuft an den ventralen Lungenabschnitten.
- Die Kombination aus Lungensonographie, Echokardiographie und Venenkompressionssonographie kann die Sensitivität für die Diagnose Lungenembolie nach Studienlage auf über 90% steigern.
- Beim dyspnoischen Patienten, bei dem die Differenzialdiagnose Lungenembolie noch nicht ausgeschlossen wurde, macht die Sonographie der Lunge keinen Sinn.
- Emboliebedingte Konsolidierungen zeigen klassischerweise eine Hyperperfusion.

**? Wie ist das BLUE-Protokoll charakterisiert?**

- Das BLUE-Protokoll integriert anamnestiche und laborchemische Kriterien.
- Es basiert ausschließlich auf lungensonographischen Befunden.
- Eine orientierende Echokardiographie ist nicht in den Algorithmus integriert.
- Der Nachweis von Konsolidierungen ist Voraussetzung für die Diagnose Lungenembolie.
- Das Protokoll definiert 8 Untersuchungspunkte.