

### 3 Lungen- und Pleurasonographie

ANDREAS LEMMER

#### Indikationen zur Lungen- und Pleurasonographie im Kindes- und Jugendalter

Grundsätzlich kann die Indikation zur Anwendung der Methode bei auszuschließendem gesundheitlichem Risiko großzügig und weit gestellt werden. Einige naheliegende Gründe sollen im Folgenden genannt werden:

- Dyspnoe ohne sichere klinische Erklärung zum Ausschluss einer Pneumonie bzw. Pleuritis oder einer Fehlbildung im Neugeborenenalter.
- Verlaufsbeurteilung beim Atemnotsyndrom im Neugeborenenalter
- Thoraxschmerzen zur Frage von Hinweisen auf eine entzündliche Ursache oder einer Embolie bei prädisponierten Jugendlichen
- Fieber unklarer Genese zur Ursachensuche im Thoraxbereich
- Verdacht einer Autoimmunerkrankung mit Suche nach Hinweisen auf eine Polyserositis
- Tumor- und Metastasensuche bei onkologischen Erkrankungen einschließlich der Verlaufsdiagnostik unter Therapie
- Postoperative Kontrollen nach Herzoperationen mit Chylothoraxrisiko
- Festlegung des Drainagezuganges bei ausgedehnten Ergüssen (Reissig et al. 2009)

#### Untersuchungstechnik

Die bei Schallsondenauflage im Bereich des Brustkorbes bereits nach kurzer Distance zu erreichenden Pleuraschichten sind am sichersten mit hochfrequenten Linearschallköpfen zwischen 8–14 MHz darstellbar. Die transversale Schnittebene wird in der Regel leicht geneigt gewählt, im Sinne einer rippenparallelen Auflage der Sonde in den Intercostalräumen bei syste-

matischer Nutzung aller Zwischenrippenräume dorsal, ventral und axillar sowie supra- und infraclavikulär. Durch Kippung der Schallsonde nach kranial und kaudal ist auch ein Teil der Pleura parietalis im Knochenschatten des Skelettes erreichbar. Die jeder Atembewegung folgende Pleura visceralis gelangt auch mit ihren im Rippenschatten liegenden Anteilen regelmäßig ins Schallfenster der Intercostalräume.

Trotz intermittierend störender Schallschatten durch Rippenreflexe erweist sich auch die longitudinale Schnittebene als nützlich, insbesondere zur Ermittlung der exakten topografischen Lage von pathologischen Pleura- und Lungenprozessen und deren kraniokaudaler Ausdehnung. Der Einsatz der Panoramabildtechnik erweist sich hier als besonders sinnvoll.

Die Notwendigkeit der Einbeziehung der gesamten Thoraxoberfläche erleichtert den Untersuchungsablauf bei sitzender Haltung des Patienten. Eine Diagnostik ist allerdings auch gut in liegender Position möglich, bei systematischem Ablauf in Rücken-, Bauch- und Seitenlage des Patienten. In liegender Körperhaltung ergibt sich zusätzlich eine wesentliche Indikation zum Einsatz von Convexsonden. Bei Auflage dieser Sonden im Bereich des Oberbauches mit nach thorakal gerichteter Schallausbreitung gelingt die Darstellung der dem Zwerchfell anliegenden Pleura- und Lungenanteile bzw. die Erfassung pathologischer Befunde in dieser Region. Curved-array-Sonden können auch im Rahmen der intercostalen Diagnostik sinnvoll eingesetzt werden, insbesondere bei ausgedehnten Lungenerkrankungen und Pleurabefunden mit einem hohen Tiefendurchmesser (Abb. 1).

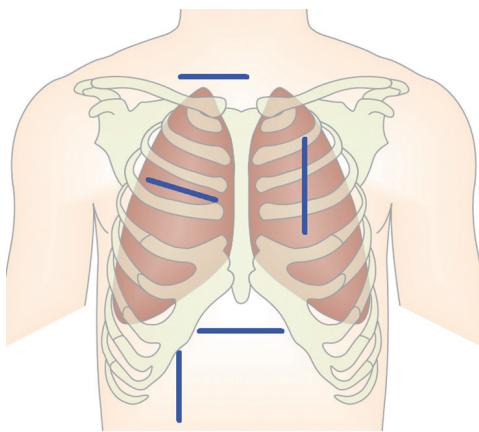


Abb. 1: Zugangswege und Schnittebenen bei der Sonographie von Lunge und Pleura

## Erkrankungen der Pleura

Ein unüberwindliches Hindernis für sich ausbreitende Schallwellen stellt im Bereich des Thorax in erster Linie die mit Luft gefüllte Lunge dar. Die die Lungenperipherie überziehenden Blätter der Pleura sowie der Pleuraspalt sind der sonographischen Darstellung gut, wenngleich nicht komplett zugänglich. Das Thoraxskelett ist vor allem verantwortlich für die Tatsache, dass wahrscheinlich nur etwa 70 % der Pleuragesamtfläche (Collins et al. 1972) für eine sonographische Darstellung erreichbar sind.

## Normalbefund

Die sonographisch sichere Identifizierbarkeit der Pleura beruht auf dem hohen Impedanzsprung zum schmalen flüssigkeitsgefüllten Pleuraraum bzw. zum subpleural gelegenen Fettgewebe. Eine Erkennbarkeit der erwähnten Schichten, einschließlich der Differenzierung der beiden Pleurablätter, erlauben hochfrequente Linearsonden. In deren Auflösungsvermögen liegt einerseits der die Pleurablätter trennende flüssigkeitsgefüllte schmale Pleuraspalt, andererseits erfassen sie aber auch die fei-

nen atemsynchronen Verschiebebewegungen der Pleura visceralis, an deren der Lunge zugewandten Fläche heftige, nicht völlig homogene Schallreflexionen durch die sich gleichermaßen ständig bewegende belüftete Lungenperipherie entstehen (Collins et al. 1972, Gryminski et al. 1976, Lichtenstein et al. 2000). Wie häufig an stark schallreflektierenden Zonen, kann es auch hier zu Artefakten im Sinne von Reverberationsechos kommen. Auf der dem Transducer zugewandten Seite der Pleura parietalis liegt eine, schon erwähnte, echoarme Fettgewebschicht von sehr unterschiedlicher Breite, bei starker Abhängigkeit vom Alter und Konstitutionstyp (Abb. 2 und Video 1).

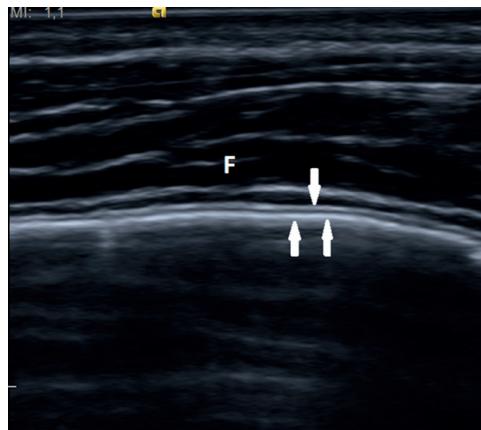


Abb. 2: Rippenparalleler Transversalschnitt mit Abbildung der Pleura visceralis (Doppelpfeil) sowie der Pleura parietalis (Einzelpfeil) mit dem angrenzenden subpleuralen Fettgewebe (F) und einem zwischen den Pleurablättern gelegenen schmalen echofreiem Pleuraraum

Die basalen, dem Diaphragma bzw. der Fascia phrenicopleuralis anliegenden Pleuraanteile sind einerseits als echogene Linie im jeweiligen Schnittbild gut erkennbar, aber in der Regel nicht als mehrschichtige Struktur darzustellen. Die für diese tiefe Schnittführung notwendigen Convexsonden erlauben eine derartige Detaildarstellung nicht (Abb. 3).

Kaum der umfassenden sonographischen Beurteilung zugänglich sind die mediastinalen Pleu-

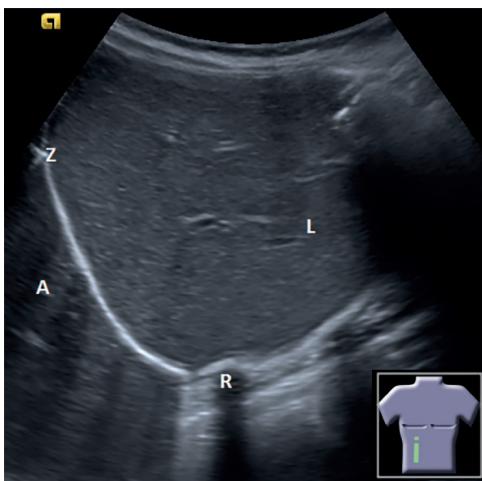
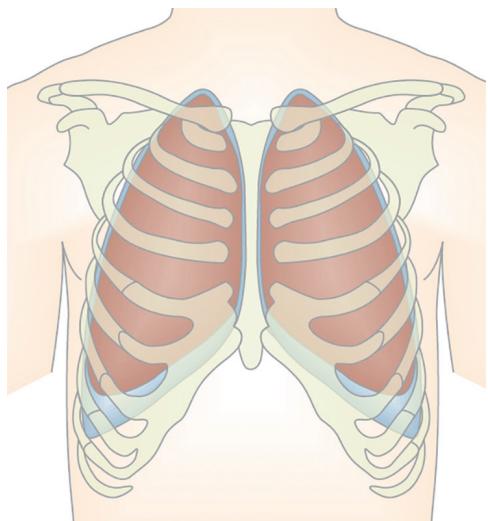
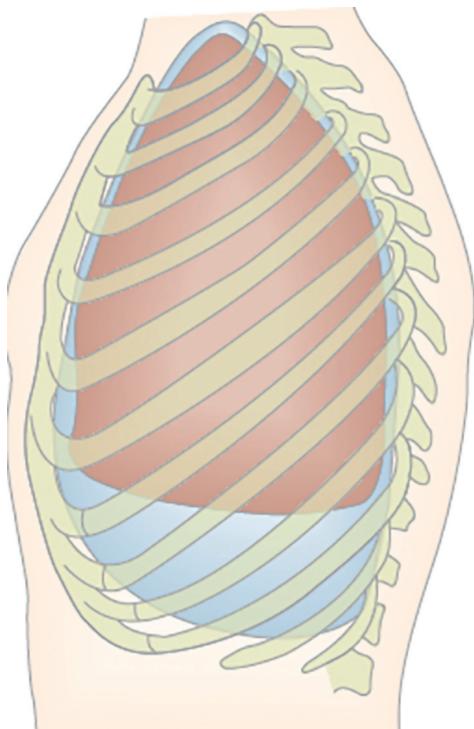


Abb. 3: Darstellung der basalen, dem Zwerchfell (Z) anliegenden Reflexlinie der Pleura bei Nutzung eines nach thorakal gekippten Oberbauchlängsschnittes mit Abbildung der Leber (L), einzelner Rippenschatten (R) und eines Spiegelartefaktes (A)



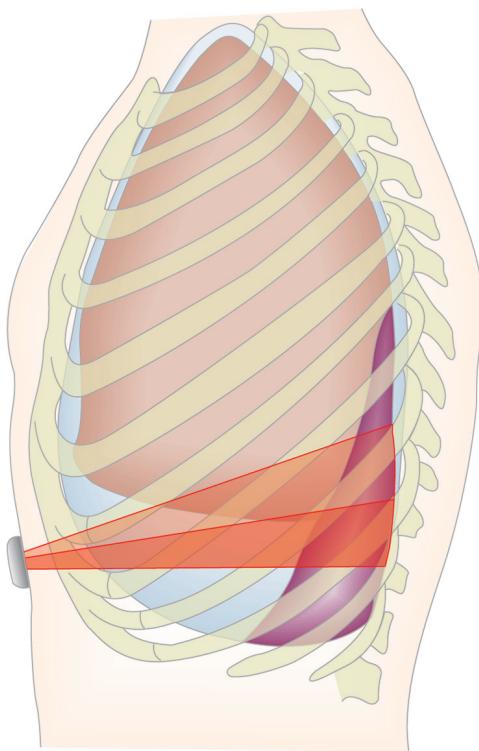
raregionen aufgrund des Sternums als Schallhindernis. Allein ein großer Thymus im jungen Säuglingsalter kann bisweilen als Schallfenster in dieser Region dienen.



### Pleuraergüsse und deren Volumen

Gerade im Kindes- und Jugendalter kann die Sonographie als sensibelste Bildmethode zum Ergussnachweis gelten. Während Ergussvolumina unter 100 ml häufig röntgenologisch nicht erfassbar sind, entgehen bereits wenige Milliliter dem sonographischen Nachweis nicht (Mathis et al. 2005, Reissig et al. 2007), insbesondere bei Nutzung der schwerekraftabhängigen Sammlung von kleinen Flüssigkeitsmengen in den basalen Rezessus costodiaphragmaticae (Abb. 4 und 5) der den gesamten Thoraxinnenraum auskleidenden Pleura parietalis in sitzender oder liegender Haltung des Patienten. Da die Frage einer Punktion der Pleura zur Entlastung eher von klinischen als von sonographischen Kriterien abhängig zu machen ist, kommt der Volumenkalkulation eines Ergusses kaum eine überragende Bedeutung zu.

Abb. 4 und 5: Die den Thorax auskleidenden Flächen der Pleura parietalis (hellblau) überschreiten insbesondere kaudal deutlich die Lungengrenzen und bilden Sammelräume für Ergüsse



**Abb. 6:** Schematische Darstellung der Abbildung von Pleuraergüssen und deren Breite bei subxiphoidal aufgesetzter Schallsonde in Abhängigkeit vom Einschallwinkel

Nach eigenen Erfahrungen bewährt sich aber die Ellipsoidformel trotz der Formabweichung vieler Ergüsse. Das punktierte Volumen korreliert in der Regel annähernd mit der errechneten Menge. Von Interesse ist oft die Volumenentwicklung unter konservativer Behandlung, dafür ist die wiederholte Durchmesserermittlung von Ergüssen in immer wieder gleicher Körperhaltung des Patienten in jeweils unterschiedlichen Schnittebenen eine bewährte Methode, um einen positiven oder negativen Trend zu erfassen.

Als Schnittebenen haben sich bewährt:

- Die transversale Ebene in liegender Haltung bei Auflage der Sonde unterhalb des Sternum und nach thorakal gerichtetem Schallstrahl. Ergüsse bilden sich dorsokranial der

vom Schallstrahl durchdrungenen Oberbauchorgane sichelförmig ab, ihre Breite variiert einerseits in Abhängigkeit von deren Menge, aber auch vom Einschallwinkel (Abb. 6 und 7). Bei voluminösen Ergüssen liegen die basalen Lungenanteile im Zentrum des Ergusses. Komprimiert und gasfrei imponieren sie in dieser Schnittebene dann oft als „winkende Hand“ (Abb. 8 und Video 2)

- Die longitudinale Ebene in liegender Haltung bei Sondenauflage im Oberbauch mit dreieckförmiger Darstellung des Ergusses oberhalb der Zwerchfelllinie (Abb. 9)
- Die longitudinale Schnittebene bei thorakal aufgelegter Sonde unter Bevorzugung der Axillarlinien in sitzender Haltung unter Inkaufnahme störender Rippenschatten bei guter Beurteilbarkeit der kraniokaudalen Ergussausdehnung und gleichzeitiger Erfassung der anliegenden Lungenanteile sowie Anteilen des Zwerchfells bzw. der Oberbauchorgane (Abb. 10)
- Die rippenparallele Transversalebene am gesamten Thorax zur Erfassung auch schmaler Ergüsse in variabler Höhe (Abb. 11)



**Abb. 7:** Schmale beidseitige Pleuraergüsse (E) im Sinus phrenicocostalis zwischen den Blättern der Pleura parietalis (Pfeile), Wirbelkörperreflex (W) bei Transversalschnitt im Bereich des Epigastriums und nach thorakal gekippter Schallsonde



Abb. 8: „Die winkende Hand“, die basalen, komprimierten Anteile der rechten Lunge (L) bewegen sich in einem voluminösen Erguss (E) bei subxiphoidalem Transversalschnitt



Abb. 9: Longitudinales Schnittbild rechter Oberbauch mit Abbildung eines schmalen oberhalb des Zwerchfells (Z) gelegenen Ergusses (E) und des subphrenisch gelegenen rechten Leberlappens (L) sowie der rechten Niere

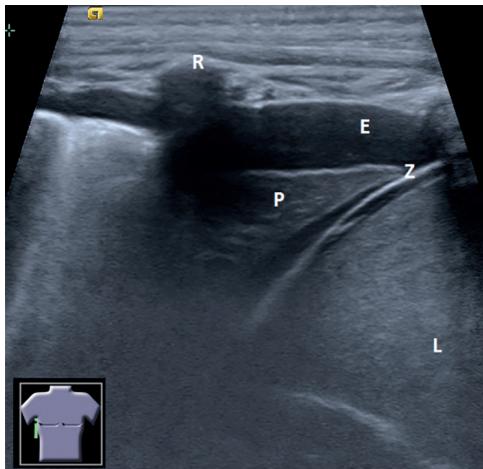


Abb. 10: Thorakales longitudinales Schnittbild etwa in der mittleren Axillarlinie bei Unterlappenpneumonie (P) und Pleuraerguss (E), Rippen (R) innerhalb der Schnittebene führen zu Schallauslösungsphänomenen; kaudal des Zwerchfells Abbildung von Teilen der Leber (L)

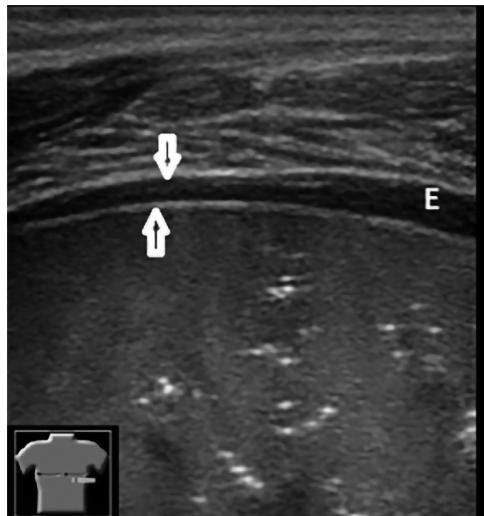


Abb. 11: Schmaler echofreier Erguss (E) zwischen beiden Pleurablättern (Pfeile) bei Pneumonie, thorakales Transversalschnittbild im Intercostalraum