

Was bringt die Röntgen- und Ultraschalluntersuchung bei Lungenerkrankungen des Pferdes?

Heidrun Gehlen, Gabriele Niedermaier und Anna May

Klinik für Pferde, Tierärztliche Fakultät, Ludwig-Maximilians-Universität München

Zusammenfassung

Lungenerkrankungen gehören nach orthopädischen Problemen zu einer der häufigsten Erkrankungen des Pferdes. Obwohl dem Tierarzt eine Vielzahl von Untersuchungsmethoden zur Verfügung stehen, gestaltet sich die Diagnostik von Lungenerkrankungen in einigen Fällen schwierig. Bei vielen Lungenerkrankungen ist zwar zur Diagnosestellung weder die Röntgen- noch die Ultraschalluntersuchung der Lunge erforderlich, beide Methoden liefern aber wertvolle zusätzliche Informationen über Art und Schweregrad der Erkrankung. Bei einigen Erkrankungen sind diese weiterführenden bildgebenden Untersuchungstechniken sogar essentiell, um eine Diagnose zu stellen. Darüber hinaus ermöglichen beide Untersuchungsmethoden eine Kontrolle des Krankheits- und Therapieverlaufes. Bei Erkrankungen der tiefen Atemwege ist zunächst die Röntgenuntersuchung die Methode der Wahl um Art und Ausmaß der Lungenerkrankung in Kombination mit der klinischen und endoskopischen Untersuchung zu verifizieren. Bei zentral gelegenen Tumoren oder Abszessen liefert häufig erst die Röntgenuntersuchung die Diagnose, da bei diesen Pferden die Endoskopie unauffällig sein kann. Die Ultraschalluntersuchung dient als ergänzende Untersuchung zur Röntgenuntersuchung und hilft röntgenologische Verdachtsbereiche abzuklären. Bei Lungenerkrankungen, die mit Flüssigkeitsansammlungen einhergehen (z.B. Pleuropneumonie, Pleuritis), bei Erkrankungen mit peripher gelegenen Krankheitsprozessen der Lunge (z.B. *Rodococcus equi* Abszesse, Atelektasen) und bei Lungenerkrankungen die mit Fieber einhergehen ist die Ultraschalluntersuchung die Untersuchungsmethode der Wahl. In Fällen, in denen eine Biopsie der Lunge oder eine Punktion eines Lungen-Verdachtsbereiches angezeigt ist, dient die radiologische oder sonographische Bildgebung der sicheren Durchführung. Beide bildgebenden Untersuchungsmethoden haben ihre Vorteile und Grenzen bei der Diagnostik von Lungenerkrankungen des Pferdes. Im Idealfall sollte bei gezielten Fragestellungen ein kombinierter Einsatz angestrebt werden.

Schlüsselwörter: Pferd, Lungenerkrankungen, Radiographie, Sonographie, Diagnostik, Pulmologie, bildgebende Diagnostik

Use of radiographic and ultrasonographic examinations in horses with lung diseases

Lung diseases are most common in horses. Although there are a lot of different examination tools diagnosis is sometimes difficult. In most lung diseases neither radiographs nor sonograms of the lung are necessary for diagnosis. However both methods gives additional information about the form of disease as well as its severity and in some lung or thorax diseases the examinations could be required for the correct diagnosis. Both methods enables the veterinarian to control the progress of lung diseases as well as success of applied therapy. In diseases of the deep airways radiographs in combination with clinical and endoscopic findings are very helpful for diagnosis. Horses with deep pulmonary tumors or abscesses can show physiological endoscopy and only radiographs enables a diagnosis. Ultrasonography should be used supplementary to radiographs. In lung diseases which are accompanied by pleural effusion and in lung diseases with peripheral abscesses ultrasonography can provide further information. It should also be used in lung diseases attended by fever. Radiography as well as ultrasonography is also very helpful in taking biopsies or fine needle puncture of the lung. In conclusion both methods show advantages and disadvantages in the diagnostic approach to equine pulmonary diseases. A combination of both methods should be aspired.

Keywords: horse, lung disease, radiography, ultrasonography, diagnostic imaging

Einleitung

Lungenerkrankungen gehören zu den häufigsten internistischen Erkrankungen des Pferdes. Dementsprechend häufig ist der Tierarzt gefordert bei Pferden mit Lungenerkrankungen eine Diagnose mit Therapieempfehlungen zu erstellen.

Zur Diagnostik von Lungenerkrankungen stehen dem Tierarzt eine Vielzahl von Untersuchungen zur Verfügung. Neben dem Vorbericht, der klinischen Untersuchung mit Auskultation (z.B. Atemfrequenz und -typ, Zeichen für Dyspnoe) sowie Auskultation und Perkussion der Lunge in Ruhe, kann auch eine Belastungsprobe mit Erfassung der Beruhigungswerte von Herz- und Atemfrequenz sowie Auskultation der Lunge nach Belastung durchgeführt werden.

Als weiterführende Untersuchungen können arterielle Blutgase (in Ruhe und nach Belastung), eine endoskopische Untersuchung der tiefen Atemwege einschließlich Gewinnung und anschließender Analyse (mikroskopisch, bakteriologisch) von Tracheobronchialsekret (TBS), eine broncho-alveoläre Lavage (BAL), sowie eine röntgenologische und sonographische Thoraxuntersuchung durchgeführt werden.

In den meisten Fällen ist zur Diagnostik von Lungenerkrankungen neben der klinischen Untersuchung, eine Endoskopie mit TBS-Analyse sowie eventuell eine arterielle Blutgasanalyse ausreichend.

Eine röntgenologische oder sonographische Lungenuntersuchung kann darüber hinaus wertvolle diagnostische Informa-

tionen liefern (Butler et al. 2008). Diese Untersuchungen gestalten sich in der Fahrpraxis jedoch häufig schwierig, da die transportablen Röntgengeräte die üblicherweise in der Pferdepraxis benutzt werden häufig, aufgrund der nicht ausreichenden Leistung keine qualitativ guten Röntgenbilder liefern (Reef 1991).

Auch für eine sonographische Thoraxuntersuchung werden spezielle Schallköpfe und Geräte mit entsprechender Kapazität benötigt, die häufig in der Fahrpraxis ebenfalls nicht immer zur Verfügung stehen. Zur Durchführung solcher spezieller weiterführender Untersuchungen ist deshalb meist ein Transport des Pferdes in eine Klinik erforderlich. Es stellt sich somit die Frage, welchen zusätzlichen diagnostischen Wert eine Röntgen- oder Ultraschalluntersuchung der Lunge bietet und in welchen Fällen sie eventuell sogar erforderlich sind, um zu einer gesicherten Diagnose zu kommen. Dieser Aspekt soll in dem vorliegenden Beitrag diskutiert werden.

Röntgenuntersuchung der Lunge

Durchführung und Interpretation

Zur Durchführung einer radiologischen Lungenuntersuchung eines adulten Pferdes ist in der Regel eine stationäre Röntgenanlage erforderlich. Der Film-Fokus Abstand sollte ca. 1- 1,2 m betragen und es sollte ein Raster (Verhältnis 10:1 oder Vergleichbares beim digitalen Röntgen) verwendet werden. Ist kein



Abb. 1 Durchführung einer radiologischen Lungenuntersuchung eines adulten Pferdes. Der Film-Fokus Abstand sollte ca. 1- 1,2 m betragen. Ist kein Raster vorhanden sollte man zwischen Kassette und Patient etwas Platz lassen (sog. „air gap-Technik“).
Radiographic examination of the thorax in an adult horse using the air-gap-technique.

Tab. 1 Strahlenwerte zur röntgenologischen Darstellung der Lunge (kV = Kilovolt, mAs = Milliampere/ Sekunde).
X-rays used for radiographic examination of the lung.

	kV	mAs
adultes Pferd	120-125	16-24
Fohlen	83-90	12-16

Raster vorhanden sollte man zwischen Kassette und Patient etwas Platz lassen (sog. „air gap-Technik“, King 1981, Abb. 1). Es werden hohe kV und niedrige mAs Werte verwendet (Tab. 1).

Zur kompletten, überlappenden Darstellung des Thorax sind theoretisch insgesamt vier Aufnahmen mit großen Kassetten erforderlich (kaudo-dorsal, kaudo-ventral, kranio-ventral,

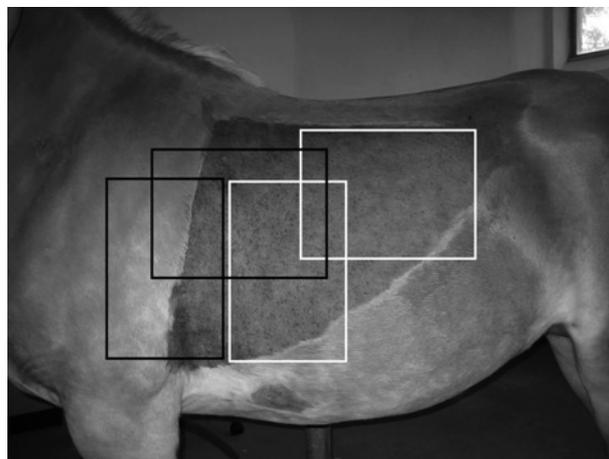


Abb. 2a Zur kompletten, überlappenden Darstellung des Thorax sind theoretisch insgesamt vier Aufnahmen mit großen Kassetten erforderlich: kaudo-dorsal, kaudo-ventral, kranio-ventral, kranio-dorsal.

For complete radiographic examination of the equine thorax 4 pictures are necessary: caudo-dorsal, caudo-ventral, cranio-ventral, cranio-dorsal.

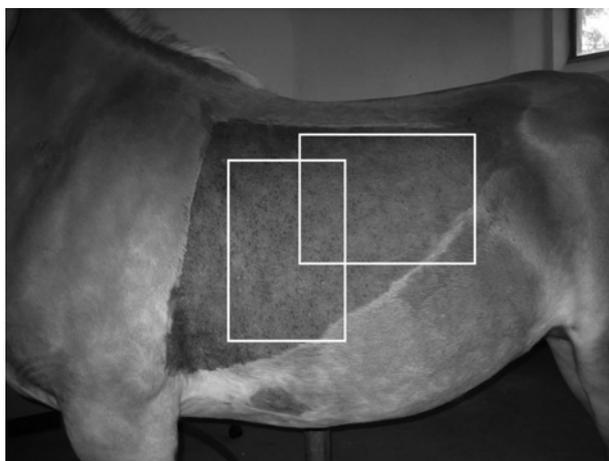


Abb. 2b In vielen Fällen reichen auch zwei Aufnahmen (kaudo-dorsale und kaudo-ventrale Aufnahme) aus, um die Lunge vollständig darzustellen.

In most cases two pictures gives enough informations (caudo-dorsal, caudo-ventral).

kranio-dorsal, Abb. 2a). Die Mitte der Röntgenkassette wird dabei folgendermaßen zentriert:

- kaudo-dorsal: 11. Rippe/ Sitzbeinhöcker
- kaudo-ventral: 7. Rippe/ Buggelenk
- kranio-dorsal: 5 Rippe/ Sitzbeinhöcker
- kranio-ventral: 2./3. Rippe/ Buggelenk

In vielen Fällen reichen auch zwei Aufnahmen (bei Fohlen eine) aus, um die Lunge vollständig darzustellen. Es werden dann die kaudo-dorsale und die kaudo-ventrale Aufnahme angefertigt (Abb. 2b).

Das Pferd sollte, falls möglich, die Vordergliedmaßen leicht nach vorne gestellt haben. Die Aufnahmen erfolgen bei maximaler Inspiration. Ein Vergleich von in- zu expiratorischen Röntgenbildern kann in einigen Fällen sinnvoll sein. Um Veränderungen (z.B. Neoplasien) exakter zu lokalisieren bzw. einer Lungenseite zuzuordnen, ist es hilfreich Aufnahmen sowohl von der linken als auch von der rechten Thoraxseite anzufertigen.

Bei der Interpretation von Lungenröntgenaufnahmen sollte das Alter des Pferdes, seine Größe, der Thoraxumfang, die Atemphase sowie die Belichtung berücksichtigt werden, da alle diese Faktoren das Röntgenbild beeinflussen. So können beispielsweise Unterbelichtungen zu einer scheinbaren Lungenverdichtung führen und z.B. eine interstitielle Lungenerkrankung vortäuschen (Farrow 1986) und Überbelichtungen oder falsche Zentrierung können Lungenbefunde maskieren. Es sollte zusätzlich berücksichtigt werden, dass Befunde die röntgenologisch sichtbar sind auf Prozesse hindeuten können, die bereits vor längerer Zeit abgelaufen und klinisch nicht mehr relevant sind.

Physiologische Röntgenbefunde

Das Herz stellt sich im Röntgenbild als ein homogener heller Schatten dar. Beim Fohlen nimmt die Herzsilhouette einen größeren Raum im Thorax ein als beim adulten Pferd. Nach kau-

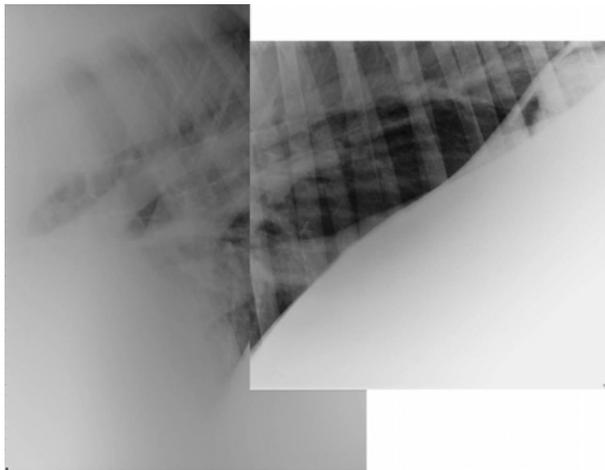


Abb. 3 Röntgenologischer Normalbefund einer gesunden Pferde- und Fohlenlunge eines adulten Pferdes im latero-lateralen Strahlengang. Beim adulten Pferd ist die Lunge gut belüftet und es liegt eine feine Gefäß- und Bronchienzeichnung vor
Radiograph of a healthy equine lung. Normal lung should appear lucent with well defined vascular structures.

do-dorsal verlaufen von der Herzbasis ausgehend der Aortenbogen (kann bei großen Pferden eine Breite von 8 cm erreichen), darunter die Aa. pulmonales und die Vv. pulmonales, die häufig nicht klar voneinander abgegrenzt werden können (Münzer 1979). Die V. cava caudalis ist zwischen der Vorwölbung der linken Vorkammer und dem Zwerchfell als kompakter heller Strang sichtbar (Abb. 3).

Bei gesundem Lungengewebe werden röntgenologisch nicht das Lungenparenchym, sondern ausschließlich die zentralen und peripheren Lungengefäße dargestellt. Bronchien sind,

abgesehen von den Stammbronchien nicht radiologisch schattengebend. Orthograd getroffene Gefäße stellen sich als runde, homogene Verschattungen dar, wohingegen orthograd getroffene größere Bronchialäste als Ringe mit zentraler, schwarzer Aufhellung (Luft) erkennbar sind. Das Lungeninterstitium ist normalerweise röntgenologisch nicht darstellbar, da zwischen den Nachbaralveolen nur sehr wenige elastische und kollagene Fasern und Muskelbündel liegen.

In den ersten Lebensstunden ist die Lunge zunächst aufgrund der unvollständigen Belüftung deutlich interstitiell verdichtet. Sie klart jedoch in den nächsten 24-48 Stunden mit zunehmender Aktivität des Fohlens deutlich auf (Nout et al. 2002). Es ist zu beachten, dass auch beim prämaturnen oder septikämischen Fohlen die Lunge interstitiell verdichtet ist (Toal und Cudd 1986). In diesen Fällen sollte eine röntgenologische Nachkontrolle durchgeführt werden um eine physiologische interstitielle Verdichtung differentialdiagnostisch abzugrenzen. Beim adulten Pferd ist die Lunge gut belüftet und es liegt eine feine Gefäß- und Bronchienzeichnung vor (Abb. 3). Mit zunehmendem Alter zeigt sich die Lunge häufig dichter und die Gefäße verlieren ihre feine Zeichnung. Zusätzlich sind die Hauptbronchien im Alter häufig aufgrund von Mineralisierungsprozessen prominenter sichtbar.

Pathologische Röntgenbefunde

Bei der röntgenologischen Beurteilung der Lunge werden die verschiedenen Lungenstrukturen (Pulmonalarterien, -venen, Interstitium, Bronchien, Alveolen) und die durch die Lunge überlagerten thorakalen Strukturen (Herz, Vena cava, Aorta) zunächst getrennt beurteilt (Kangstrom 1968). Mögliche Röntgenbefunde der Lunge sind:

- alveoläre Zeichnung/Verdichtung
- interstitielle Zeichnung/Verdichtung
- Bronchialzeichnung
- Pleuraerguß
- Pneumothorax
- Lungenabszess

Die interstitielle Zeichnung ist durch eine fleckig-marmorierte Verschattung des Lungenparenchyms (lokal oder flächig) und einen Verlust der feinen Gefäßzeichnung (Konturverlust) bzw. einer unscharfen Abgrenzung abweigender Gefäße gekennzeichnet.

Eine alveoläre Zeichnung tritt auf, wenn es durch Stauungsvorgängen zu einer Füllung der Alveolen mit Flüssigkeit und einer Verdichtung der Alveolen (air bronchogramm) kommt. Die Röntgenaufnahme zeigt dann eine homogene Verschattung der Lunge, bei der die Gefäße kaum zu identifizieren sind. Nur noch die Bronchien sind röntgenologisch luftführend und zeichnen sich als dunkelgraue bis schwarze Streifen über dem dichten Lungengewebe ab. Dieser Befund kann generalisiert bei einer Bronchitis (Sekretansammlung), bei einem Lungenödem oder auch lokal beim belastungsindizierten Lungenbluten (Blutansammlung) auftreten.

Die meisten Lungenerkrankungen gehen jedoch mit Befunden an verschiedenen Lungenstrukturen einher, d.h. es treten sowohl alveoläre als auch interstitielle Verdichtungen auf. Zu

den röntgenologisch erkennbaren Lungen-/Thoraxerkrankungen gehören:

- Pneumonien
- Lungenabszesse
- Acute respiratory distress syndrome
- COB
- Atelektasen
- Belastungsinduziertes Lungenbluten
- Lungenödem
- Pleuraerguss
- Pneumothorax/Pneumomediastinum
- Umfangsvermehrungen des Mediastinums/Neoplasien
- Zwerchfellhernie
- Rippenfrakturen/ Sternalfrakturen/ hypertrophische Osteopathie

Bronchitis

Bronchitiden und Bronchiolitiden führen lediglich zu einer geringgradigen Lungenverdichtung, die meist röntgenologisch nicht sichtbar ist.

Interstitielle Pneumonie

Bei der interstitiellen Pneumonie kommt es durch entzündliche Prozesse zu einer Verdichtung des Lungeninterstitiums und einer deutlichen interstitiellen Zeichnung (Abb. 4).

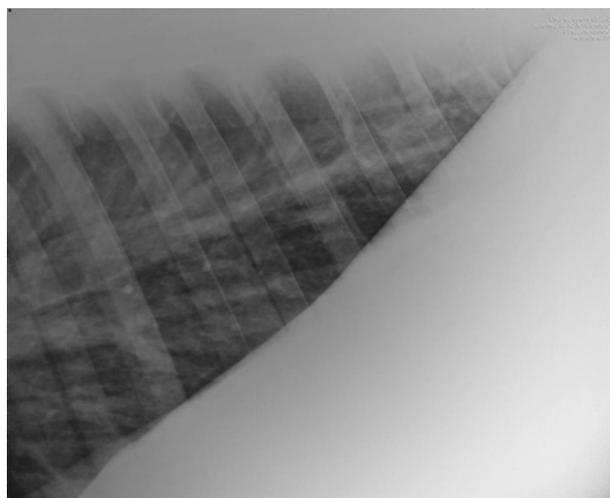
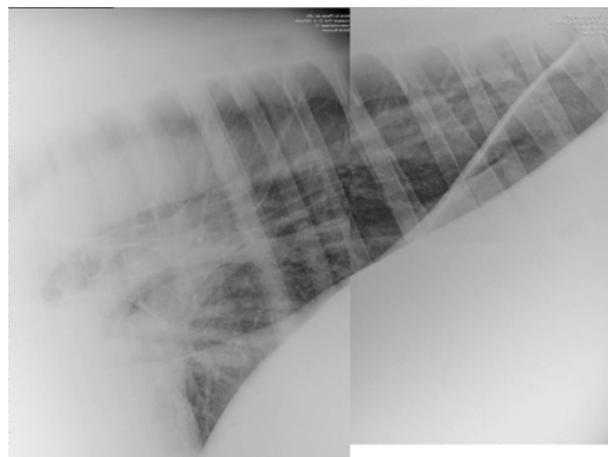


Abb. 4 Röntgenbild einer Lunge mit interstitieller Zeichnung: fleckig-marmorierete Verschattung des Lungenparenchyms und Verlust der feinen Gefäßzeichnung (Konturverlust) bzw. einer unscharfen Abgrenzung abzweigender Gefäße.
The radiograph demonstrates pulmonary interstitial infiltrates, characterized by a generalized increased lung opacity and an inability to visualize the fine vascular markings.

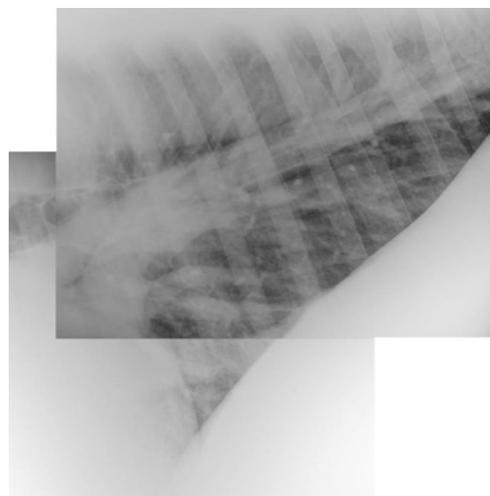
Chronisch obstruktive Bronchitis

Bei der chronisch obstruktiven Bronchitis ist die Strahlendurchlässigkeit des gesamten Lungenfeldes reduziert und es ist häufig eine Bronchienwandverdickungen röntgenologisch sichtbar (Klein und Offeney 1990, Abb. 5). Orthograd getroffene Bronchioli stellen sich als kleinste Ringe mit zentraler Aufhellung in der Lungenperipherie dar (Meschede 1999). Die Bronchienwandverdickung ist die Folge von peribronchialen Infiltrationen, die zu größeren Bronchiendurchmessern und einer

größeren Anzahl sichtbarer Bronchien führt. Im Falle eines Emphysems ist in diesen Arealen die Lunge weniger röntgendicht und das Interstitium wirkt häufig „honigwabenartig“.



a



b

Abb. 5a und b Röntgenbilder von Pferden mit COB. Die Strahlendurchlässigkeit des gesamten Lungenfeldes ist reduziert und es sind Bronchienwandverdickungen aufgrund peribronchialer Infiltrate röntgenologisch sichtbar.

Radiographs of horses with RAO. The lung field shows a generalized opacity and increased thickness of bronchial structures due to peribronchial infiltrates.

Belastungsinduziertes Lungenbluten

Das belastungsinduzierte Lungenbluten (EIPH = exercise induced pulmonary hemorrhage) wird normalerweise aufgrund von Epistaxis oder Blut bzw. Hämosiderophagen im Tracheobronchialsekret diagnostiziert. Röntgenologische Veränderungen sind auf den kaudo-dorsalen Lungenbereich beschränkt (Abb. 6). Es tritt dort eine deutliche interstitielle und alveoläre Verdichtung auf, die häufig auch den Randbereich der Lunge am Übergang zum Zwerchfell betrifft und zwischen 10 Tagen und mehreren Monaten sichtbar bleiben kann.

Infarkte/Embolien

Infarkte bzw. Embolien erscheinen als röntgenologische Verdichtung des Lungengewebes und treten besonders im kaudo-dorsalen Lungenbereich auf. Sie erscheinen häufig als ein dreieckiger Bereich mit gut abgesetzten Grenzen. Eine

Abgrenzung zum EIPH ist röntgenologisch nur im Rahmen von Verlaufsuntersuchungen möglich. Der Infarkt persistiert dabei unverändert, während beim EIPH Variationen auftreten und die Lungenverdichtung auch komplett verschwinden kann.

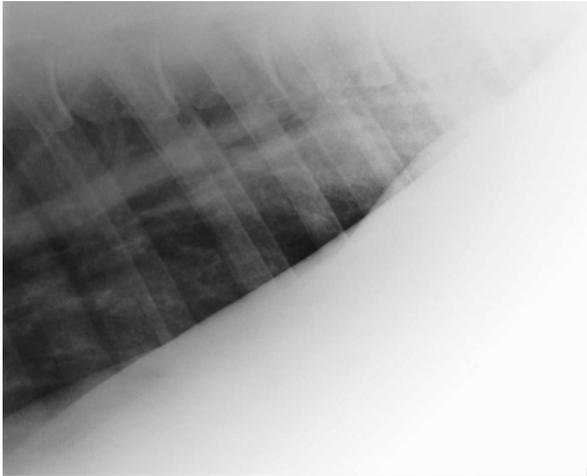


Abb. 6 Thoraxaufnahme eines Pferdes mit belastungsinduziertem Lungenbluten (EIPH = exercise induced pulmonary hemorrhage) und typischer röntgenologischer kaudo-dorsaler Verdichtung des Lungengewebes.
Radiograph of a horse with exercise induced pulmonary hemorrhage. Typical is the caudo-dorsal opacity with mixed interstitial and alveolar infiltrates.

Pulmonale Abszesse

Ursache für pulmonale Abszesse können bakterielle Pneumonien (z.B. *Rodococcus equi*, *Streptococcus equi equi*), eine Aspirations- oder Inhalationspneumonie sein. Es handelt sich dabei um flüssigkeits-, gas- und zellgefüllte Kavernen, die röntgenologisch verdichtet sind (Abb. 7, 8a und b, 9). Ist Gas beteiligt, befindet es sich dorsal in der Kaverne und erscheint röntgenologisch aufgehellt. Bei einer Ruptur kommt es zu einem Pneumothorax oder Pneumomediastinum.

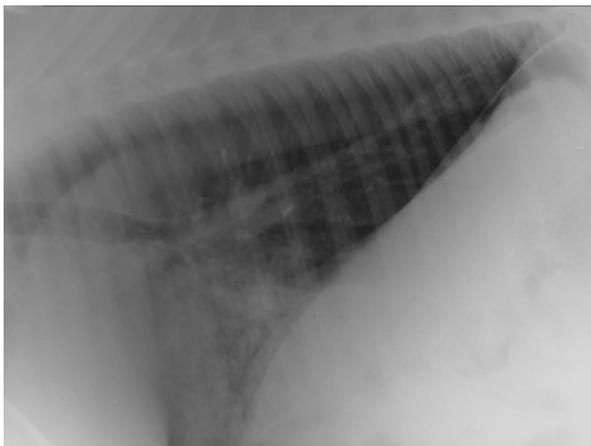


Abb. 7 Röntgenaufnahmen eines Fohlens mit einer Aspirationspneumonie aufgrund einer hgr. Gaumenspalte.
Thoracic radiograph of a foal with a severe aspiration-pneumonia due to a cleft palate.

Lungentumore

Primäre Lungentumore sind beim Pferd sehr selten. Wenn sie auftreten sind sie röntgenologisch meist als solitäre, gut abgegrenzte Masse/ Massen sichtbar (Abb. 10a, b). Am häufigsten tritt das Adenokarzinom auf gefolgt vom Granular Zell Tumor (*Sweeney und Gillette 1989, Parker et al. 1979*). Differentialdiagnostisch abzugrenzen sind Abszesse, pulmonale Fibrosen (Abb. 11), Granulome und das EIPH, die röntgeno-

logisch abzugrenzen sind Abszesse, pulmonale Fibrosen (Abb. 11), Granulome und das EIPH, die röntgeno-

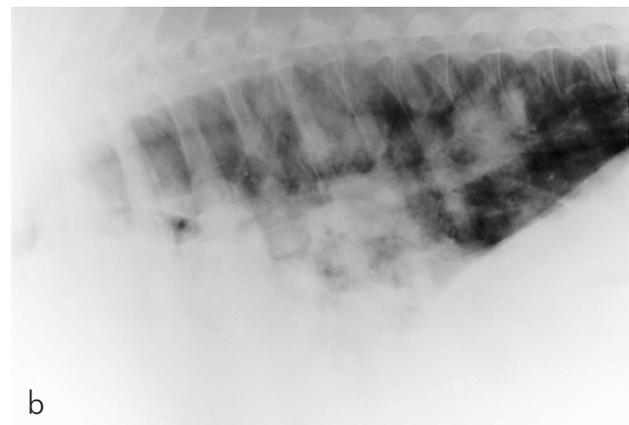
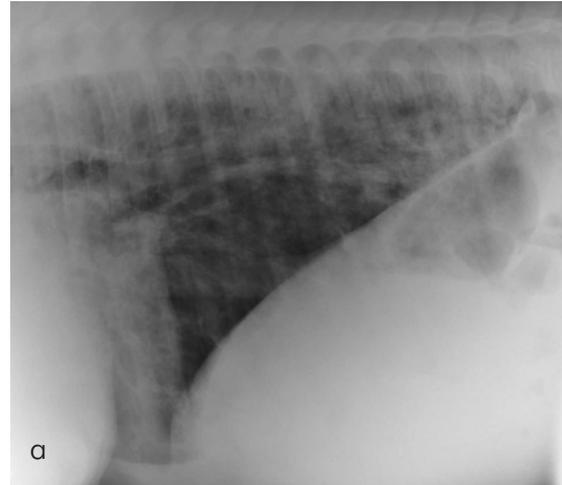


Abb. 8a und b Röntgenaufnahmen von Fohlen mit *Rodococcus equi* Infektion. Die flüssigkeits-, gas- und zellgefüllten Kavernen sind als röntgenologische Verdichtungen sichtbar.
Lateral views of the lung fields of foals with rhodococcus equi pneumonia. There are multiple circular opacities and round cavitated abscesses ("cottonball" opacity) visible.

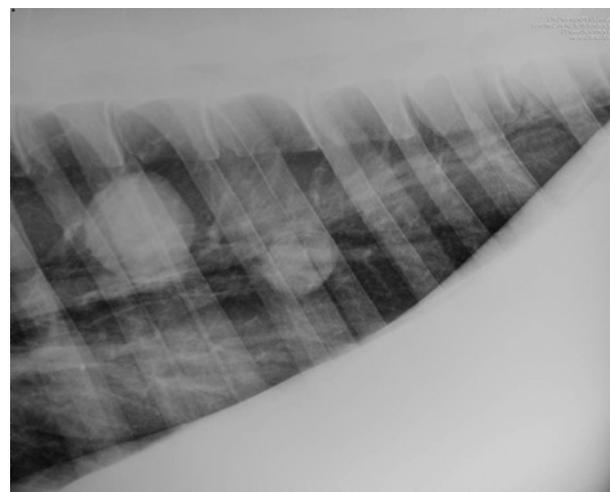


Abb. 9 Röntgenaufnahme eines Pferdes mit einer sehr seltenen Lungen-Echinococcose (*Echinococcus granulosus*).
Radiograph of a horse with the rare diagnosis of echinococcus granulosus.

logisch ähnlich aussehen können. Bei Verdacht auf ein tumoröses Geschehen sollte transendoskopisch und/oder transthorakal unter Röntgen- oder ultrasonographischer Kontrolle eine Biopsie entnommen werden.

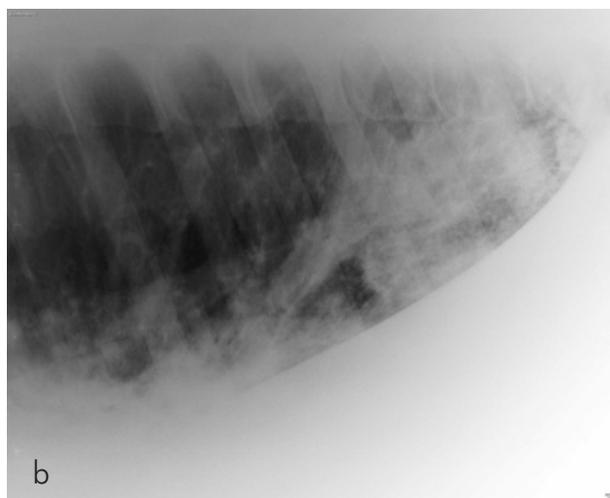
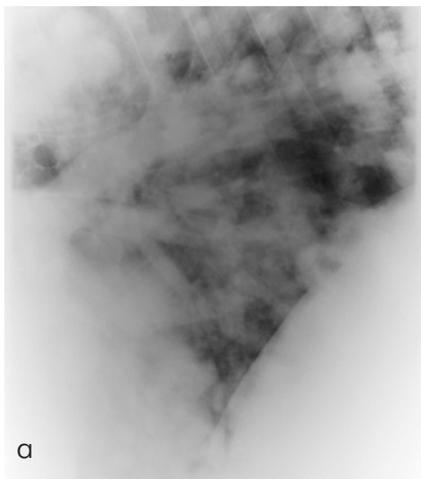


Abb. 10 a und b Lungentumore sind beim Pferd röntgenologisch meist als solitäre, gut abgegrenzte Masse sichtbar (Abb. 10a: Adenokarzinom, Abb. 10b: Granular Zell Tumor).
Radiograph of a horse with a lung tumor, visibel as a solid mass (Fig. 10a adeno carcinoma, Fig 10 b: granular cell tumor).

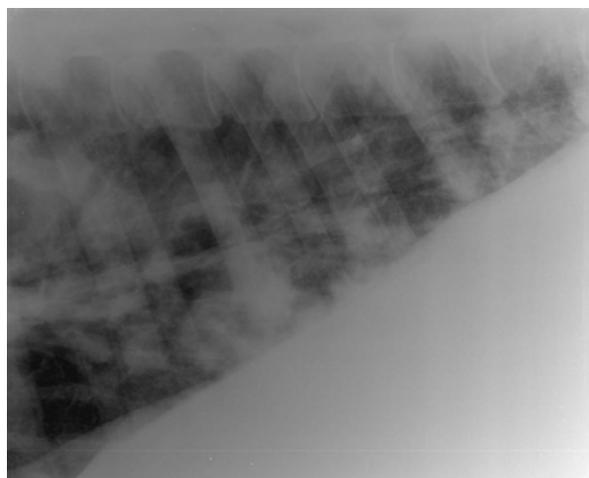


Abb. 11 Thoraxröntgenaufnahme eines Pferdes mit einer pulmonalen Fibrose (DD: Lungentumore, -abszesse).
Radiograph of a horse with a multinodular pulmonary fibrosis.

Pleuraerguss

Bei einem Pleuraerguss ist röntgenologisch der Flüssigkeitsspiegel als horizontale ventrale Verdichtung/Verschattung sichtbar, wobei der Spiegel häufig nicht ganz klar abgesetzt ist. Die Herzsilhouette, die Vena cava caudalis und das Zwerchfell sind in diesem Bereich dann nicht mehr abgrenzbar. Ursachen für einen Pleuraerguss können neben einer Pleuropneumonie auch eine Pleuritis, eine dekompensierte

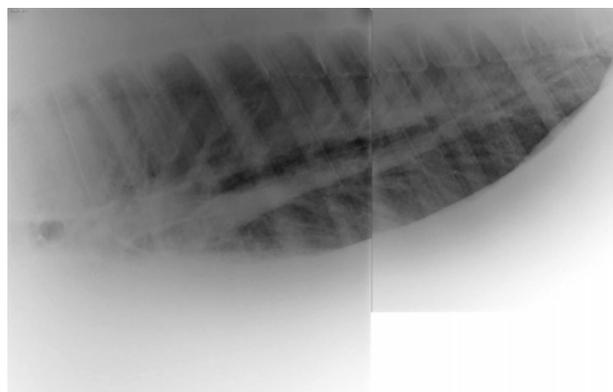


Abb. 12 Thoraxaufnahme eines Pferdes mit einem mgr. Pleuraerguss (ventrale Verdichtung) aufgrund eines thorakalen Lymphosarkoms.
Radiograph of a horse with a pleural effusion due to a thoracal lymphoma.

Herzinsuffizienz, ein Hämothorax oder mediastinale Tumore (z.B. Lymphosarkome) sein (Abb. 12). Da die Art der Flüssigkeit röntgenologisch nicht differenziert werden kann, sollte in diesen Fällen zusätzlich eine ultrasonographische Untersuchung durchgeführt werden. Nach Punktion und Ablassen des Ergusses sollte erneut ein Röntgenbild angefertigt werden, um die Lunge komplett zu beurteilen.

Pneumothorax

Freie Luft im Pleuralspalt sammelt sich schnell dorsal an und führt zu einem Lungenkollaps. Dieser kann ein- oder beidseitig auftreten. Besonders gut sichtbar ist er im dorso-kaudalen Lungenbereich. Röntgenologisch stellt sich die Lungengrenze retrahiert dar. Beim einseitigen Pneumothorax ist im nicht kollabierten Lungenflügel die Gefäßzeichnung deutlich sichtbar (Abb. 13a, b, c).

Pneumomediastinum

Beim Pneumomediastinum ist Luft als Grenze um mediastinale Strukturen herum sichtbar (Abb. 14). Beide Seiten der Trachea, der Ösophagus und Herzgefäße sind gut sichtbar. Ursache kann eine Tracheaverletzung oder, eine perforierende Wunde sein.

Lungenödem

Bei einem Lungenödem ist eine alveoläre Zeichnung durch Stauungsvorgängen und Füllung der Alveolen mit Flüssigkeit sichtbar. Die Röntgenaufnahme zeigt eine homogene Verschattung der Lunge, bei der die gestauten Gefäße schlecht abgegrenzt sind. Die Bronchien sind röntgenologisch luftführend und zeichnen sich als dunkelgraue bis schwarze Streifen über dem dichten Lungengewebe ab (Abb. 15).

Mediastinale Umfangsvermehrungen

Mediastinale Umfangsvermehrungen können als Verdichtungen sichtbar sein, die andere Strukturen (z.B. Trachea, Gefäße) verdrängen oder verschieben. Die häufigste Ursache ist ein Lymphosarkom (Scarratt und Chrisman 1998).

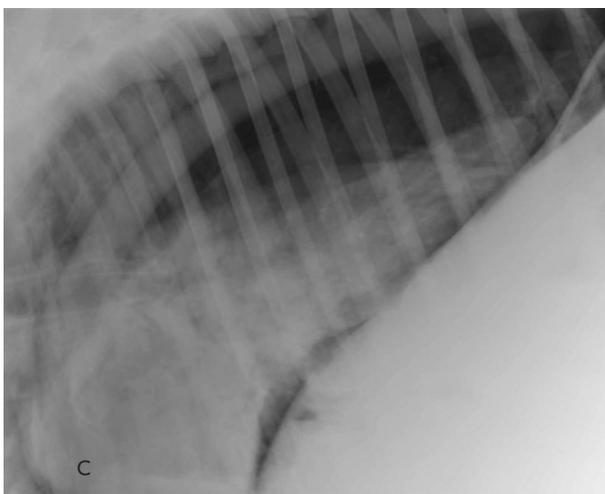
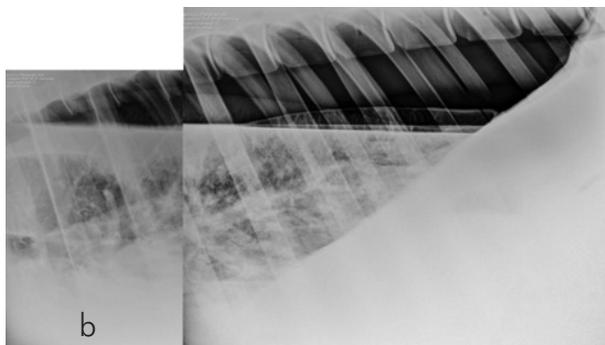
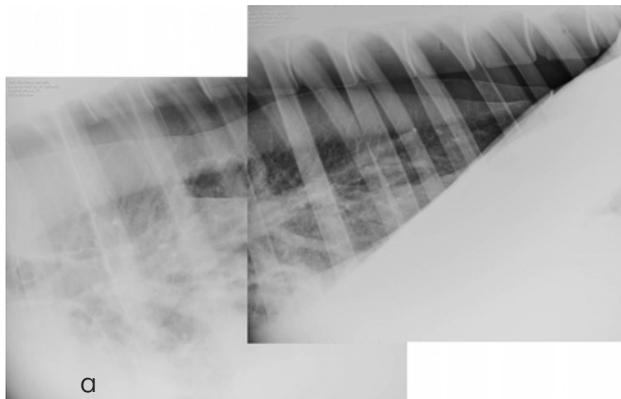


Abb. 13 a, b und c Röntgenologisch stellt sich beim Pneumothorax die Lungengrenze retrahiert dar. Beim einseitigen Pneumothorax ist im nicht kollabierten Lungenflügel die Gefäßzeichnung deutlich sichtbar (Abb. 13a: ggr., Abb. 13b: mgr. Abb. 13c: Pneumothorax bei einem Fohlen).

Radiographs revealing the retracted lung lobes in horses with pneumothorax (13a: mild; 13b: moderate; 13c: pneumothorax in a foal).

Trachealkollaps/-stenose

Veränderungen der Trachea können angeboren (z.B. Miniature Ponies) oder traumatisch erworben sein. Sie sind endoskopisch und röntgenologisch detektierbar. Eine Röntgenuntersuchung sowohl in der In- als auch in der Expiration zeigt ungleiche Trachealdurchmesser

Zwerchfellhernie

Zwerchfellhernien können angeboren oder erworben (Trauma) sein und gehen meist mit Koliksymptomen und/oder Atembeschwerden einher. Röntgenologisch sind häufig Flüssigkeit im ventralen Thoraxbereich, gas-gefüllte Darmschlingen

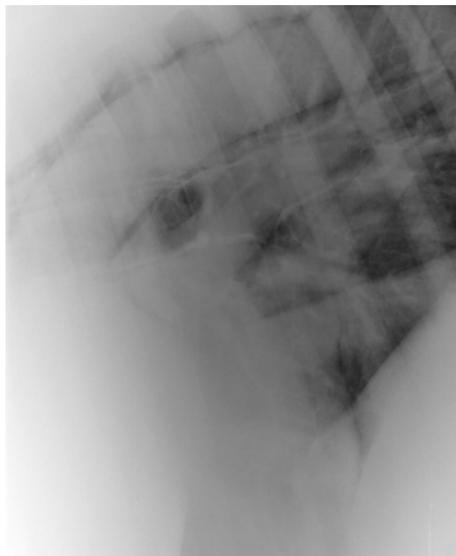


Abb. 14 Thoraxaufnahme eines Pferdes mit Pneumomediastinum nach einer Tracheaverletzung. Die Luft ist als Grenze um mediastinale Strukturen herum sichtbar. Beide Seiten der Trachea, der Ösophagus und die Herzgefäße sind gut sichtbar.

Radiograph of a horse with a pneumomediastinum. The free air in the mediastinum outlines both sides of the tracheal wall, the oesophagus and the cardiac vessels.

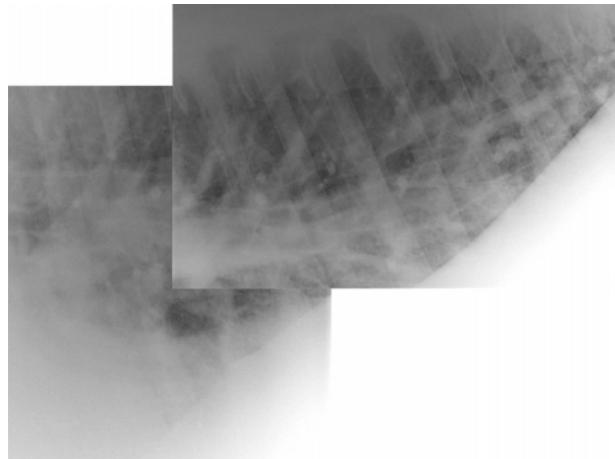


Abb. 15 Thoraxröntgenaufnahme eines Pferdes mit Lungenödem aufgrund einer dekompensierten Herzinsuffizienz. Röntgenologisch liegt eine homogene Verschattung der Lunge vor.

Radiograph of a horse with a pulmonary oedema due to cardiovascular decompensation.

gen vor dem Zwerchfell, eine verdichtete, nach kranial verlagerte Lunge und ein Pneumothorax sichtbar. Beidseitige Thoraxröntgenaufnahmen helfen die betroffene Zwerchfellseite aufzudecken. Eine ultrasonographische Untersuchung kann ergänzend die Art der verlagerten Strukturen aufdecken.

Rippenverletzungen

Rippenverletzungen können mit einem Pneumothorax, Hämorthorax und einer kollabierten Lunge einhergehen.

Ultraschalluntersuchung des Thorax

Technische Voraussetzungen und Vorbereitung des Patienten

Für die sonographische Untersuchung des Thorax kann ein tragbares Ultraschallgerät mit einem Linear- oder Sektorschallkopf (Frequenz von 5-7,5 MHz) verwendet werden. Bei gravierenden Pleuraergüssen oder sehr adipösen Pferden kann auch ein 2,5-3,5 MHz Schallkopf zur Anwendung kommen. Die Untersuchung findet im B-Mode statt. Der zu untersuchende Bereich sollte großflächig geschoren, mit Alkohol entfettet und mit Ultraschallkontaktgel versehen werden. Ein Rasieren ist meist nicht erforderlich (Abb. 16). Häufig ist auch eine sonographische Untersuchung ohne vorheriges Scheren möglich (Reef 1998). Es ist dann jedoch erforderlich das Fell in regelmäßigen Abständen mit Alkohol anzufeuchten. Zum Schutz der empfindlichen Schallkopfmembran sollte dieser mit einem Einmalhandschuh versehen werden.



Abb. 16 Durchführung der sonographischen Untersuchung des Thorax (von kaudal nach kranial und von dorsal nach ventral) bei einem Fohlen.

Sonographic examination of the thorax (from caudal to the cranial and from dorsal to the ventral aspect).

Sonographische Normalbefunde

Zur vollständigen sonographischen Untersuchung des Thorax werden beide Thoraxseiten innerhalb der Interkostalräume von dorsal nach ventral und von kaudal nach kranial systematisch geschallt. Als Orientierung dient dabei die anatomische Begrenzung der Lunge. Die normale Lunge ist vom 15. bzw. 16 bis zum 3. Interkostalraum sichtbar. Es wird eine Eindringtiefe von 10- 15 cm gewählt. Die kraniale mediastinale Region wird im Bereich des 3. Interkostalraumes auf der rechten Thoraxseite geschallt (Reimer 1990). Normales Lungengewebe ist gut belüftet. Ultraschallwellen werden durch belüftetes Lungengewebe nicht übertragen sondern reflektiert. Aus diesem Grunde ist es bei gesundem Lungengewebe nur möglich, die Oberfläche der Lunge (Pleura) darzustellen. In der Tiefe sind sogenannte Wiederholungsechos (reverberation echos) sichtbar. Die Pleuraoberfläche sollte glatt, regelmäßig, ohne Unterbrechungen und in allen Bereichen atemsynchron nach ventral (Inspiration) und dorsal (Expiration) beweglich sein (Reef 1991). Im ventralen Thoraxbereich ist die ventrale Lungengrenze mit dahinterliegendem Zwerchfell darstellbar (Abb. 17).



Abb. 17 Ultrasonographisches Bild einer gesunden Lunge mit den typischen Wiederholungsechos (We). Die Pleura (P) stellt sich als durchgehende, hyperechogene (weiße) Linie dar. Sichtbar ist die ventrale Lungengrenze (Lg, blauer Pfeil) sowie das dahinterliegende Zwerchfell (Zw).

Ultrasonographic image of a healthy lung with typical reverberation echos (We). The pleura is visible as a hyperechogenic white line (P) and behind the ventral aspect of the lung (Lg) the diaphragm (Zw) is visible.

Pathologische sonographische Lungenerkrankungen

Bei der sonographischen Untersuchung der Lunge können verschiedene pathologische Befunde erhoben werden, die durch Veränderungen der Lungenoberfläche (Pleura) oder eine fehlende Belüftung der peripheren Lunge sichtbar werden. Mögliche Sonographiebefunde der Lunge sind:

- Kometenschweifechos
- Pleuraeinbrüche
- Pleuraerguss
- konsolidierte Lunge
- Atelektasen
- Lungenabszess
- Verklebungen
- (Lungenödem)

Zu den sonographisch erkennbaren Lungen-/Thoraxerkrankungen gehören:

- Pneumonien
- periphere Lungenabszesse
- Atelektasen

Kometenschweifechos

Unregelmäßigkeiten im Bereich der Pleuraoberfläche werden ultrasonographisch als sogenannte „Kometenschweifechos“

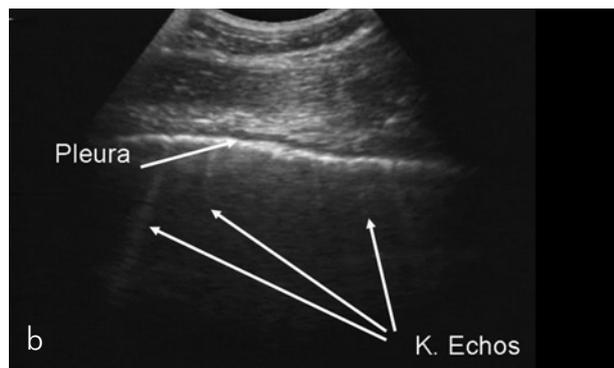
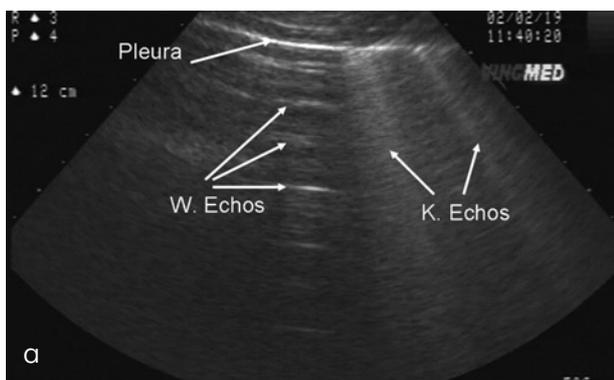


Abb. 18a Ultrasonographisches Bild einer partiell (im dorsalen Bereich) gesunden Lunge mit den typischen Wiederholungsechos (We) und durchgehender, hyperechogener Pleura. Zusätzlich sind im ventralen Lungenbereich (rechts im Bild) Unterbrechungen der Pleura (Pleuraeinbrüche) mit dahinterliegenden pathologischen Kometenschweifechos (K. echos) sichtbar.
Ultrasonographic image of a partial (dorsal aspect) healthy lung with typical reverberation echos (We) and normal pleura. Additionally in the ventral aspect of the lung (right side of the picture) collapses of the pleural surface with comet tails are visible.

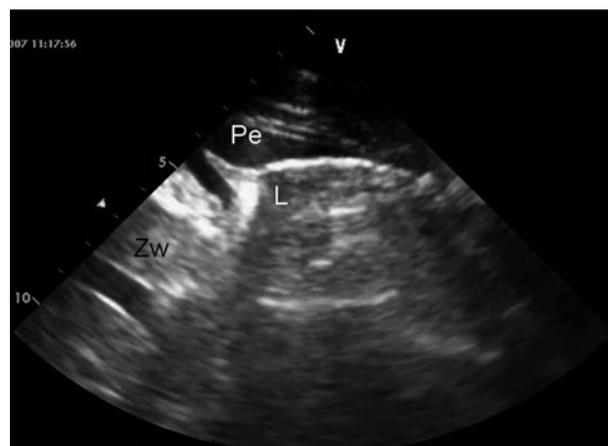


Abb. 19 Ultrasonographisches Bild einer Lunge mit einem geringgradigen Pleuraerguss (Pe), der sich hypoechogen (schwarz) darstellt. Die Lunge (L) zeigt im ventralen Bereich eine Atelektase sowie eine deutliche Verdickung der Pleura. Die unbelüftete ventrale Lunge (Atelektase) ist als hyperechogener (weißer) Zipfel sichtbar, der sich atem-synchron bewegt. Hinter dem Pleuraerguss ist das Zwerchfell (Zw) als Muskelband sichtbar.
Ultrasonographic view of a mild pleural effusion visible as a hypoechogenity. The lung (L) shows atelectasis (hyperechogenic) in the ventral aspect and a thickened pleura. The diaphragma (Zw) is visible behind the pleural effusion.

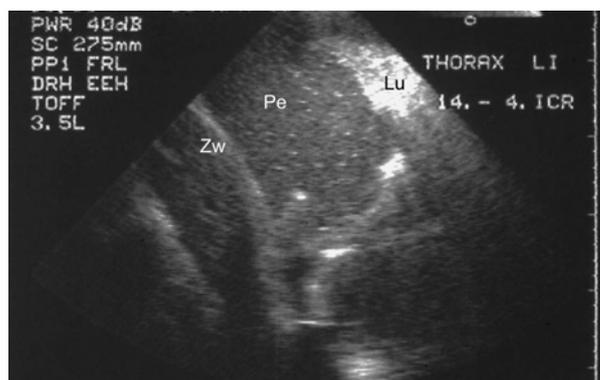


Abb. 20 Ultrasonographisches Bild einer Lunge mit einem deutlichen hyperechogenen Pleuraerguss (Pe) aufgrund einer Blutung (Hämothorax).
Ultrasonographic picture of a lung with a hyperechogenic pleural effusion (Pe) due to a haemothorax.

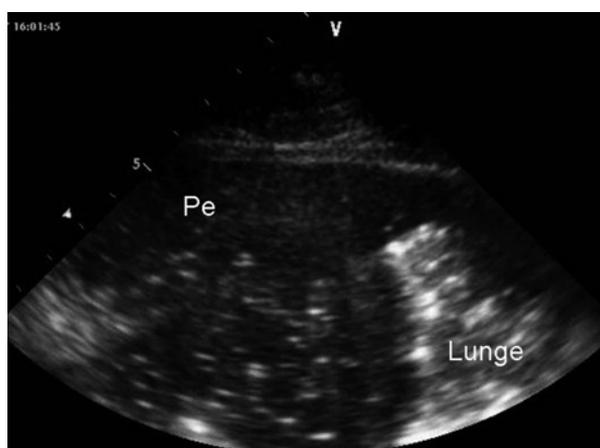


Abb. 21 Ultrasonographisches Bild einer Lunge mit einem deutlichen Pleuraerguss (Pe), der zusätzlich hyperechogene (weiße) Spots als Zeichen für Gasechos (z.B. bei Anaerobierinfektion) aufweist.
Ultrasonographic picture of a severe pleural effusion with additional hyperechogenic spots as a sign of an anaerobic bacterial infection.

dargestellt. Sie können insbesondere in den ventralen Lungenbereichen sonographisch dargestellt werden (Abb. 18a). Schmale Kometenschweifechos können im Frühstadium einer Pneumonie auftreten. Sie können auch Zeichen einer stattgehabten Infektion der tiefen Atemwege darstellen. Zur Beurteilung der Bedeutung dieses Befundes ist deshalb das klinische Bild entscheidend (z.B. Fieber bei Pneumonie). Treten die Kometenschweifechos stark gehäuft oder breitflächig auf (Abb. 18 b), deutet dies, insbesondere auch in Zusammenhang mit vermehrter Pleuraflüssigkeit, auf einen größeren Defekt hin und sollte als gravierender Befund gewertet werden. Beim neugeborenen Fohlen können schmale vereinzelte Kometenschweifechos physiologischerweise auftreten.

Pleuraerguss

Normalerweise befindet sich nur sehr wenig Flüssigkeit in der Thoraxhöhle, so dass ultrasonographisch keine oder nur sehr wenig Flüssigkeit darstellbar ist. Im Rahmen von entzündlichen bzw. entzündlich-infektiösen Prozessen kann es jedoch zu deutlich vermehrten Flüssigkeitsansammlungen im Thorax (Pleuraerguss) kommen (Abb. 19). Dabei zeigt sich die ventrale Lungengrenze meist atelektatisch (Rantanen et al. 1981). Mit Hilfe der Sonographie kann die Art der Flüssigkeit

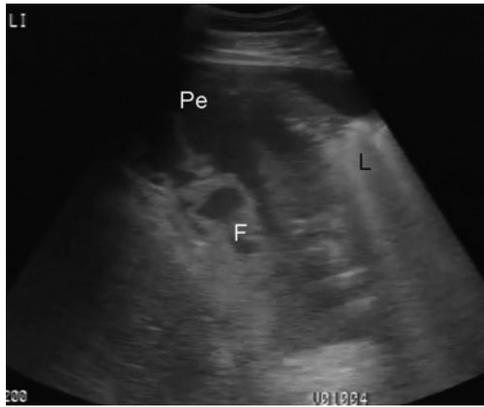


Abb. 22 a Ultrasonographisches Bild einer Lunge (L) mit einem deutlichen Pleuraerguss (Pe), der zusätzlich fibrinartige, hyperechogene Einlagerungen (F) aufweist.
Horse with a pleural effusion (Pe) and hyperechogenic fibrin structures (F) due to inflammation.

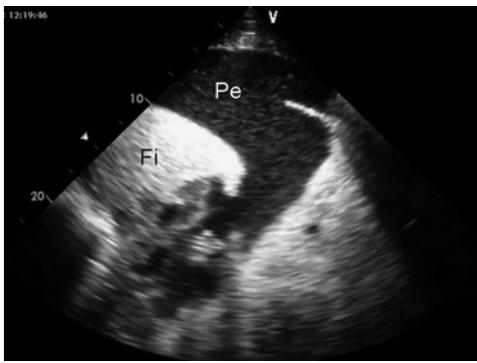


Abb. 22 b Ultrasonographisches Bild eines Thorax mit einem deutlichen Pleuraerguss (Pe) und hochgradigen fibrinösen, hyperechogenen Einlagerungen (Fi) im ventralen Thoraxbereich. Die ventrale Lungenspitze zeigt sich atelektatisch mit angrenzender Konsolidierung der übrigen ventralen Lungenregion.
Sonogram of the thorax from a horse with a pleural effusion containing fibrin. The ventral aspect of the lung shows atelectasis and pulmonary congestion.

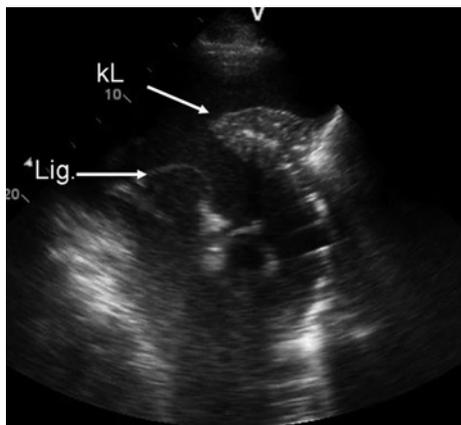


Abb. 23 Ultrasonographisches Bild einer Lunge mit einem deutlichen Pleuraerguss (Pe), der sich hypoechogen (schwarz) darstellt. Die Lunge zeigt im ventralen Bereich eine Konsolidierung (kL) mit angedeuteter Bronchialgefäßbaumzeichnung. Das Ligamentum pericardio-diaphragmaticum (Lig.) ist im Pleuraerguss als hyperechogenes (weißes) Band sichtbar.
Sonogram of a thorax with severe pleural effusion (Pe). The lung shows pulmonary congestion in the ventral aspect. The Ligamentum pericardio-diaphragmaticum (Lig.) is also visible.

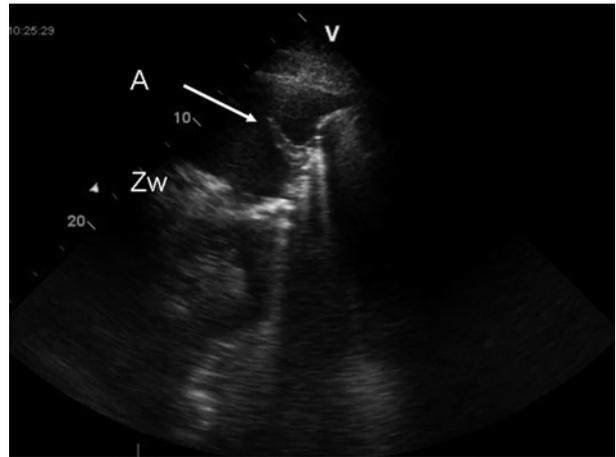


Abb. 24 Ultrasonographisches Bild einer Lunge mit einem Pleuraerguss und einer Lungenatelektase (A) im ventralen Bereich.
Sonogram of a lung with pleural effusion and atelectasis (A) in the ventral aspect.

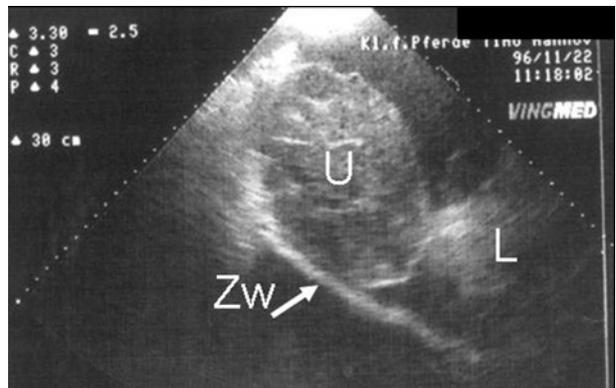


Abb. 25 Ultrasonographisches Bild einer Lunge mit einer unmittelbar ans Zwerchfell (Zw) grenzenden, hyperechogenen Umfangsvermehrung (U) im ventralen Bereich. Post mortem wurde ein Lymphosarkom diagnostiziert.
Sonogram of a lung with a hyperechogenic mass (U) near to the diaphragm (Zw) which was diagnosed as a lymphosarcoma post mortem.

beurteilt werden (echogen/ anechogen). Ist sie echogen kann dies auf Blutbeimengungen (Abb. 20) oder Zelledritus hinweisen. Auch Fibrinbeimengungen oder Gasechos (z.B. bei Infektion mit Anaerobiern) können sichtbar sein (Abb. 21). Im Verlaufe einer Entzündung im Thorax kommt es häufig zu echokardiographisch sichtbarer Fibrinbildung (Abb. 22 a, b). Neben der Diagnostik kann die Sonographie auch bei der Therapie hilfreich sein, indem z.B. unter Ultraschallkontrolle eine Thoraxpunktion bzw. -drainage durchgeführt wird und die Entwicklung des Flüssigkeitspiegels beurteilbar ist.

Konsolidierte Lunge

„Konsolidierte Lungenbezirke“ sind unbelüftete Lungenbereiche aufgrund von Flüssigkeit oder zellulären Infiltraten. Wegen der sonographischen Ähnlichkeit zum Lebergewebe spricht man auch von einer „Hepatisation der Lunge“. Diese konsolidierten Lungenbezirke sind in der Regel in den kranio-ventralen Lungenbereichen lokalisiert, können aber auch im gesamten Lungenfeld auftreten. Vereinzelt sind in diesen Lungenarealen die Bronchien samt Aufzweigung deutlich sichtbar (Abb. 23). Ursache können nekrotisch-degenerative Lungenveränderungen im Rahmen von Pneumonien sein.

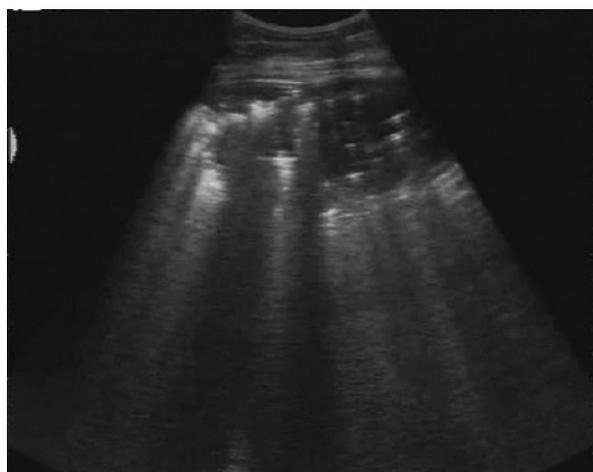
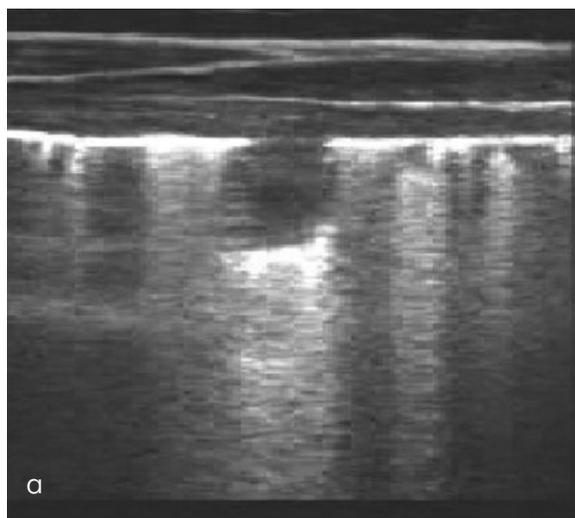


Abb. 26 a, b Ultrasonographische Bilder verschiedener Lungenareale mit pleuranahen Abszessen unterschiedlicher Größe und Ausmaß. Diese sind an den Pleuraeinbrüchen mit nachfolgendem hypoechoischem Lungenbereich erkennbar.

Sonogram of different lung areas with abscesses of different shapes and sizes near to the pleura.

Kompressions-Atelektasen

Bei atelektatischen Lungenbezirken handelt es sich um unbelüftetes Lungengewebe aufgrund starker Kompression (z.B. massiver Thoraxerguß oder Pneumothorax). Betroffen sind meist die kranio-ventralen Lungenbereiche, die sich sonographisch hyperechogen und spitz zulaufend darstellen (Abb. 24). Im Gegensatz zu konsolidiertem Lungengewebe liegen hier keine Infiltrate des Gewebes vor. Bei massiven Thoraxergüssen ohne konsolidierte Lungenbereiche sollte stets auch an ein tumoröses Geschehen (z.B. Lymphosarkom) gedacht werden (Abb 25).

Verklebungen

Verklebungen der Lunge treten meist in den ventralen Lungenarealen nach schweren, entzündlichen Lungenerkrankungen auf. Typischerweise ist durch die Verklebung eine unabhängige in- und expiratorische Bewegung der Lunge nicht mehr sichtbar.

Lungenabszesse

Lungenabszesse sind sonographisch gut darstellbar wenn sie sich im Bereich der Lungenoberfläche (pleuranah) befinden. Sie stellen sich meist als gut umschriebene, direkt unter der Pleura oder die Pleura mit einbeziehende konsolidierte und

flüssigkeitsgefüllte Areale dar (Abb. 26a, b). Mit Hilfe der Sonographie kann der Therapieverlauf, durch regelmäßiges Monitoring der Abzessgrößen kontrolliert werden. Möglich ist auch eine sonographisch kontrollierte Punktion der Abzesse.

Pneumothorax

Bei einem Pneumothorax ist sonographisch freie Luft zwischen Lunge und Thoraxwand sichtbar, die sich nicht atemsynchron bewegt. Die Abgrenzung zum Lungengewebe ist jedoch schwierig (Targhetta et al. 1993).

Lungenödem

Bei einem Lungenödem kann sonographisch eine diffuse, verstärkte Echogenität des Lungengewebes festgestellt werden. Sonographisch stellt sich das Lungengewebe wie Schneegebirge dar, als Folge der Kombination aus teilweise belüftetem Lungengewebe und dem Ödem.

Diskussion

Obwohl in der Praxis bei einem Großteil der Lungenuntersuchungen weder die Röntgen- noch die Ultraschalltechnik zum Einsatz kommt, erweitern beide bildgebende Verfahren die differentialdiagnostische Abgrenzung bei Atemwegserkrankungen erheblich. Zudem werden beide Untersuchungsmethoden zur Kontrolle des Krankheitsverlaufes und der Therapie empfohlen (Farrows 1981a, Shaftoe 1984, Cudd 1985, Hillidge 1987).

Insbesondere wenn Patienten auf die Behandlung einer Lungenerkrankung nicht oder nur unzureichend ansprechen, wenn Patienten Fieber unbekannter Herkunft zeigen, zusätzlich apathisch sind, abmagern oder die klinische bzw. endoskopische Untersuchung unklare oder auffällige Befunde liefert (z.B. abweichende/ schmerzhaftige Perkussionsbefunde), ist die weiterführende radiologische und sonographische Untersuchung des Thorax beim Pferd zu empfehlen (Kangstrom 1968, Parker et al. 1979). In einigen Fällen sind es sogar die einzigen nicht-invasiven Untersuchungsmethoden, um eine sichere Diagnose in Bezug auf eine Lungen- bzw. Thoraxerkrankung (z.B. bei Neoplasien oder Thoraxergüssen) zu stellen (King 1981). In Tabelle 2 ist der sinnvolle Einsatz der Röntgen- und Ultraschall Diagnostik bei verschiedenen Lungenerkrankungen aufgeführt. Beide Methoden haben ihre Vor- und Nachteile (Tab. 2).

Radiographie

Die Röntgenuntersuchung des Thorax gilt als Standarduntersuchung bei Erkrankungen der tiefen Atemwege und wird von einigen Autoren sogar als informativere Untersuchungsmethode im Vergleich zur Auskultation gesehen (Farrow 1981b). So können bei Pferden ohne oder nur mit geringgradigen Auskultationsbefunden röntgenologisch deutliche Veränderungen vorliegen. Bei der radiologischen Untersuchung kommt es jedoch zu einer Strahlenexposition für Mensch und Pferd, die nicht zu vernachlässigen ist (Reimer 1990).

Viele entzündliche Lungenerkrankungen haben zwar ähnliche radiologische Befunde, so dass eine exakte radiologische Diagnostik schwierig ist, in Kombination mit der klini-

Tab. 2 Lungenerkrankungen die mit der Röntgen- und/ oder Ultraschalluntersuchung diagnostizierbar sind.
Lung diseases which are detectable with radiographics or with sonography.

Röntgen	Ultraschall
Interstitielle Pneumonie	Pleuropneumonie
Lungenödem	Lungenatektase/ -konsolidierung
COB	-
EIPH	-
tiefe Lungenabszesse	oberflächliche Lungenabszesse
Lungentumore	kraniale mediastinale Tumore
tiefe Lungengranulome	oberflächliche Granulome
Zwerchfellhernie	Zwerchfellhernien
Pneumothorax	Pneumothorax
Lungenfibrose	periphere Lungenfibrose
Thoraxverletzungen	Thoraxverletzungen

schen und endoskopischen Untersuchung sind jedoch die meisten Lungenerkrankungen in Bezug auf Art und Ausmaß zu erfassen (King 1981). Darüber hinaus gibt es auch eine Vielzahl von Lungenerkrankungen, bei denen die radiologische Untersuchung erforderlich ist, um eine sichere Diagnose (in Kombination mit Klinik und Endoskopie) zu stellen. So sind beispielweise das belastungsinduzierte Lungenbluten, die interstitielle Pneumonie, die COB, das Lungenödem und tiefer gelegene Lungenabszesse oder -tumore radiologisch diagnostizierbar (Nout et al. 2002, King 1981). In einigen Fällen kann auch die endoskopische Untersuchung unauffällig verlaufen und erst die Röntgenuntersuchung Hinweise auf eine Lungenerkrankung liefern (z.B. unauffällige Endoskopie, Röntgenbild mit interstitieller, kaudo-dorsaler Verdichtung, Verdachtsdiagnose: Lungenbluten, Endoskopie nach Belastung bestätigt Verdachtsdiagnose). Beim adulten Pferd können nur seitliche Thoraxröntgenaufnahmen angefertigt werden, so dass das Mediastinum, der rechte apikale Lungenlappen und Lungenareale die von der Herzsilhouette überdeckt werden, radiologisch nicht beurteilbar sind. Auch wenn beide Thoraxseiten geröntgt werden ist es in einigen Fällen schwierig festzustellen, welche Lungen Seite bei Abszessen, Konsolidierungen oder Pleuraergüssen betroffen ist.

Sonographie

Verschiedene Lungenerkrankungen können mit einer vollkommen unauffälligen sonographischen Untersuchung einhergehen, wenn die Lungenperipherie nicht betroffen ist. Ein Normalbefund der Lunge in der Sonographie schließt somit eine Lungenerkrankung nicht aus. Eine sonographische Untersuchung des Thorax liefert jedoch wertvolle, ergänzende Informationen zur Röntgenuntersuchung bei bestätigten oder vermuteten Erkrankungen der tiefen Atemwege (Reef 1998, Reimer 1990).

Eine Differenzierung von rechts- oder linksseitigen pleuranahen Lungenbefunden ist sonographisch leichter und eindeutiger möglich als bei der Röntgenuntersuchung. Im Gegensatz zur Röntgenuntersuchung ist darüber hinaus auch die Exploration der kranialen mediastinalen Region (z.B. bei Verdach auf ein Lymphosarkom) möglich, indem

hinter dem Schulterblatt schräg nach kranial geschallt wird (Reef 1998).

Konsolidierungen der Lunge sowie die Aufdeckung von peripheren Zubildungen oder Abszessen in der konsolidierten Lunge sind mit Hilfe der Sonographie ebenfalls besser möglich als mit der Röntgenuntersuchung. Auch bei der Aufdeckung und Differenzierung von Lungengranulomen oder tumorösen Zubildungen die in Kontakt mit der Pleuraoberfläche stehen ist die Ultraschalluntersuchung hilfreicher. Bei tiefer in der Lunge gelegenen Prozessen ist die Ultraschalluntersuchung jedoch aufgrund der Abschwächung und Reflexion der Ultraschallwellen durch Luft ungeeignet (Reimer 1990, Reef 1998).

Bei Lungen- /bzw. Thoraxerkrankungen, die mit peripherer Flüssigkeitsbildung/ -ansammlung einhergehen, ist die Ultraschalluntersuchung in jedem Falle die diagnostische Untersuchungsmethode der Wahl. Sie ermöglicht auch die Aufdeckung von kleineren Pleuraergüssen, die radiologisch häufig übersehen werden oder gar nicht sichtbar sind (Rantanen et al. 1981). Liegt ein Pleuraerguss vor kann radiologisch weder die Flüssigkeit, noch das Lungenparenchym beurteilt werden. Die Sonographie hingegen ermöglicht auch eine Charakterisierung der Pleuraflüssigkeit (z.B. Blutkontrast, Fibrinbildung, Gasbildung). Zusätzlich ermöglicht die Sonographie die Aufdeckung von Verklebungen und/ oder zusätzlichen Herzbefunden (z.B. Perikarderguss). Feinnadelaspiration oder Biopsieentnahmen von kleinen Zubildungen (Ø 0,5 cm) oder Probengewinnung bei kleinen Pleuraergüssen sind ultraschallgeleitet sehr viel sicherer zu entnehmen als unter Röntgenkontrolle (Sweeney und Gillette 1989).

Fazit

Obwohl bei vielen Lungenerkrankungen zur Diagnosestellung weder die Röntgen- noch die Ultraschalluntersuchung der Lunge erforderlich ist, liefern beide Methoden wertvolle zusätzliche Informationen. Bei einigen Erkrankungen sind diese weiterführenden bildgebenden Untersuchungstechniken sogar erforderlich, um eine Diagnose zu stellen. Beide Methoden haben ihre Vorteile und Grenzen bei der Diagno-

stik von Lungenerkrankungen des Pferdes. Im Idealfall sollte bei gezielten Fragestellungen ein kombinierter Einsatz angestrebt werden um die jeweiligen Vorteile der beiden Methoden auszuschöpfen.

Literatur

- Butler J., Colles C. M., Dyson S. J., Kold S. E. und Poulos P. W. (2008) The thorax. In: Clinical Radiology of the horse. Wiley-Blackwell, 3rd. Edition, 603-649
- Cudd T. A. (1985) Administating amikacin sulfate as a treatment for severe respiratory infections. *Vet. Med.* 80, 99-103
- Farrow C. S. (1981a) Equine thoracic radiology. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 179: 776-781
- Farrow C. S. (1981b) Radiological aspects of inflammatory lung disease in the horse. *Vet Radiol.* 22, 107-114
- Hillidge C. J. (1987) Use of Erythromycin-Rifampin combination in treatment of *Rhodococcus equi* pneumonia. *Vet. Microbiol.* 14, 337-342
- Kangstrom L. E. (1968) The radiological diagnosis of equine pneumonia. *J. Am. Vet. Radiol. Soc.* 9, 80-88
- King G. K. (1981) Equine thoracic radiography. Part II. Radiographic patterns of equine pulmonary and pleural diseases using air-gap rareearth radiography. *Com. Con. Educ. Pract. Vet.* 3, 283-287
- Klein H. J. und Offeney F. (1990) Die differentialdiagnostische Bedeutung der röntgenologischen Thoraxuntersuchung beim Pferd. *Pferdeheilkunde* 6, 49-54
- Meschede A. (1999) Optimierung von digitalen lumineszenzradiographischen Lungenaufnahmen des Pferdes. *Vet. Med. Diss. Hannover*
- Münzer B. (1979) Röntgendiagnostik der Thoraxorgane beim Pferd. *Tierärztl. Praxis* 7, 475-488
- Nout Y., Hinchcliffe K., Smaii V. und Kohn C. (2002) Chronic pulmonary disease with radiographic interstitial opacity (interstitial pneumonia) in foals. *Equine Vet. J.* 34, 542-549
- Parker G. A., Novilla M. N. und Brown A. C. (1979) Granular cell tumour (myoblastoma) in the lung of a horse. *J. Comp. Pathol.* 89, 421-430
- Scarratt W. K. und Chrisman M. V. (1998) Neoplasia of the respiratory tract. *Vet Clin Nth Amer, Equine Pract.* 14, 451-473
- Rantanen N. W., Gage L. und Paradis M. R. (1981) Ultrasonography as a diagnostic aid in pleural effusion of horses. *Vet. Radiol.* 22, 211-216
- Reef V. B. (1998) Thoracic Ultrasonography. In: *Equine Diagnostic Ultrasound*. Saunders, 187- 214
- Reef V. B. (1991) The use of diagnostic ultrasound in the horse. *Ultrasound Quart.* 9, 1-34
- Reimer J. M. (1990) Diagnostic ultrasonography of the equine thorax. *Comp. Cont. Educ. Pract Vet.* 12, 1321-1327
- Sweeney C. R. und Gillette D. M. (1989) Thoracic neoplasia in equids: 35 cases (1967-1987). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 3, 374-377
- Targhetta R., Bourgeois J. M. und Chavagneux R. (1993) Ultrasonic signs of pneumothorax: Preliminary work. *J. Clin. Ultras.* 21, 245-250
- Toal R. L. und Cudd T. (1986) Equine neonatal thoracic radiography: a radiographic-pathologic correlation. *Proc. Am. Ass. Equine Vet. Educ.* 18, 178-181

Prof. Dr. Heidrun Gehlen, Dipl. ECEIM
Klinik für Pferde
Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München
Veterinärstr. 13
80539 München
h.gehlen@lmu.de