

Bildgebende Diagnostik

Röntgendiagnostik des Thorax - technische und interpretatorische Grundlagen

Eberhard Ludewig

(Univ.-Prof. Dr. med. vet. habil., Dipl ECVDI; FTA für Radiologie, FTA für Kleintiere)

Klinische Abteilung für Bildgebende Diagnostik, Department für Kleintiere und Pferde

Veterinärmedizinische Universität Wien (Vetmeduni Vienna), Veterinärplatz 1; A - 1210 Wien

TEL: +43 1 25077 5712, Email: eberhard.ludewig@vetmeduni.ac.at

Im Thorax finden sich Strukturen, die große Differenzen der Schwächung der Röntgenstrahlung aufweisen (Luft vs. Weichteile). Folglich bietet der Thorax als „Hochkontrastregion“ gute Voraussetzungen, um mit der Röntgenuntersuchung oder der Computertomographie strukturelle Veränderungen nachzuweisen. Im Unterschied zur Computertomographie kann die Röntgenuntersuchung am wachen Patienten durchgeführt werden. Insbesondere für die Untersuchung von Patienten mit eingeschränkter kardiorespiratorischer Funktion gibt es aufgrund der fehlenden Voraussetzungen für eine Allgemeinanästhesie keine Alternative zur Projektionsradiographie.

Indikationen (modifiziert nach Schwarz & Johnson 2008)

absolute Indikationen

- schwere akute und chronisch-rezidivierende Lungen- und Atemwegserkrankungen
- schweres Thoraxtrauma bzw. schweres Trauma anderer Regionen (insbesondere vor Narkose)
- bestehende kardiale und respiratorische Erkrankungen (insbesondere vor Narkose)
- Schock
- präoperative Metastasensuche
- Schluckbeschwerden
- Ösophaguserkrankungen
- Erkrankungen der Thoraxwand
- Komplikationen nach Thoraxchirurgie

relative Indikationen

- milde oder akute, spontan abklingende Lungen- und Atemwegserkrankungen
- geringgradiges Thoraxtrauma
- Trauma anderer Regionen ohne nachfolgende Narkose
- Status bei geriatrischen Patienten
- metabolische Erkrankungen
- postoperative Kontrolle nach Thoraxchirurgie
- präanästhetische Abklärung

Aufnahmetechnik

Projektion und Lagerung (Abb. 1, 2)

Für die Basisuntersuchung werden zwei Aufnahmen in zwei senkrecht zueinander stehenden Projektionsebenen benötigt. Auf diese Weise ist können Strukturen verlässlich räumlich zugeordnet werden. Während für die Wahl der Seite für die latero-lateralen Projektionen vordergründig persönliche Präferenzen ausschlaggebend sind, gibt es für die Wahl zwischen der ventro-dorsalen (VD) und dorso-ventralen (DV) Projektion „fachliche“ Argumente:

VD bei...

- ventral gelegenen pulmonalen Läsionen
- zum Nachweis von Pleuraergüssen

DV bei...

- dorsal gelegenen pulmonalen Läsionen



Röntgendiagnostik des Thorax: technische und interpretatorische Grundlagen

zur Bewertung der Kontur der Herzsilhouette
kardiorespiratorisch hochgradig eingeschränkten Patienten

Wichtig!

1. Die Projektion beeinflusst nachhaltig die Darstellbarkeit, die Lage, die Form/Kontur sowie die Größe thorakaler Strukturen (z.B. Herzsilhouette, Diaphragma, fokale Lungenbefunde) (Abb. 1, Abb. 2).
2. Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit (z.B. für Verlaufs- oder Therapiekontrollen) ist es notwendig, stets nach dem gleichen Protokoll vorzugehen.

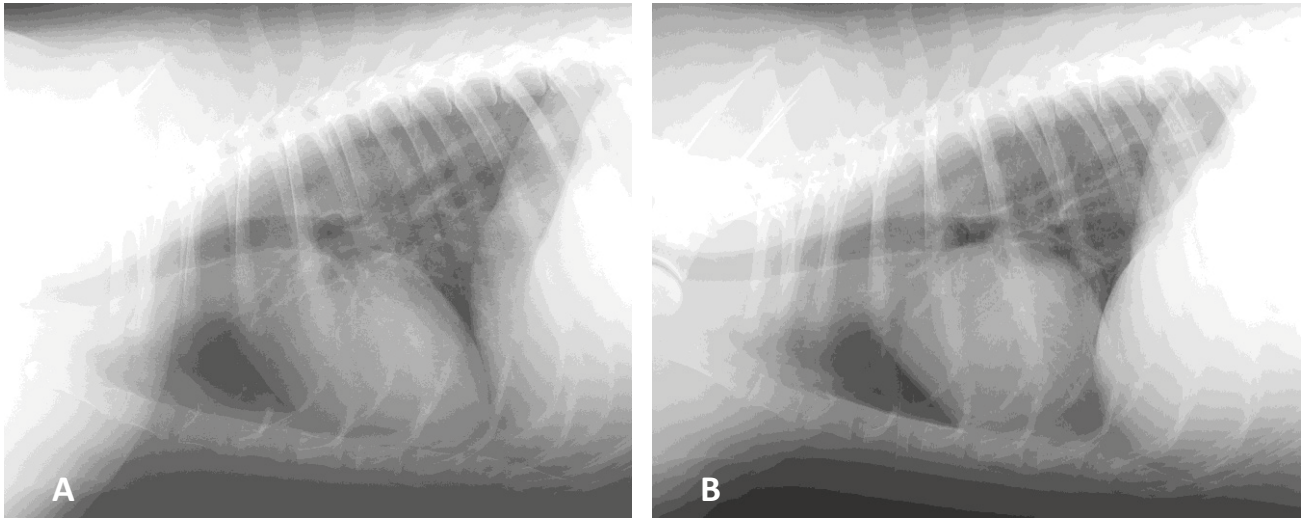


Abb. 1: Röntgenaufnahmen des Thorax eines Golden Retrievers in rechter (A) und linker (B) Seitenlage (Normalbefund). Durch die Schwerkraft kommt es zu Lageveränderungen thorakaler und abdominaler Organe. Markante Darstellungen der Herzsilhouette (A: länglich; B: abgerundet) und der Zwerchfellkontur (A: parallel verlaufende Pfeiler; B: kreuzende Pfeiler) sind die Folge. Als Faustregel kann weiterhin gelten; dass nur die oben liegende, gut belüftete Lunge wiedergegeben wird.

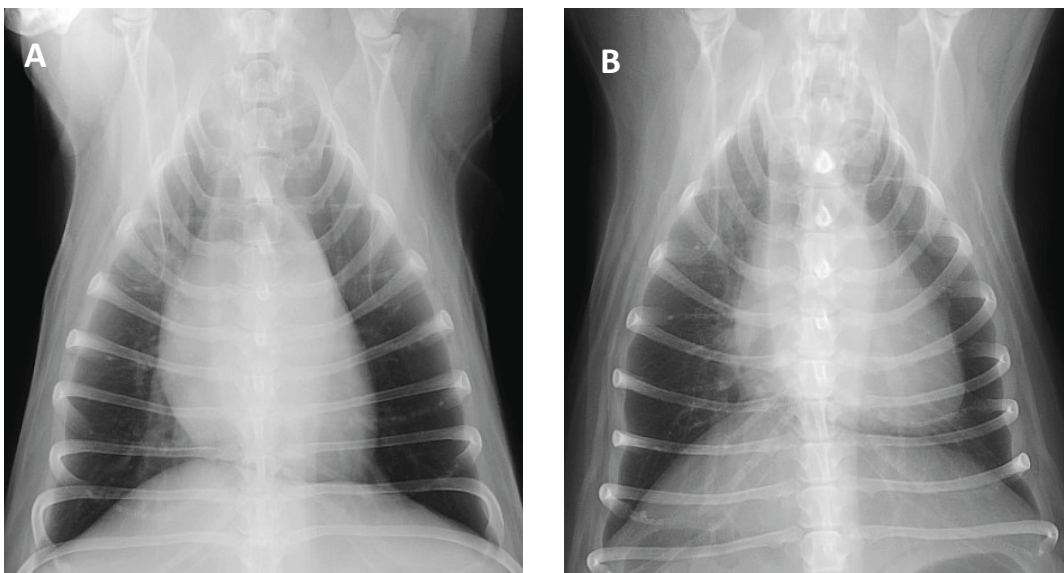


Abb. 2: Röntgenaufnahmen des Thorax eines Pekinesen (Normalbefund) in ventro-dorsaler (A) und dorso-ventraler (B) Projektion (Normalbefund). Der Schwerkrafteinfluss führt hier ebenfalls zu Unterschieden in der Abbildung der Herzsilhouette und der Zwerchfellkontur.

Bilder, bei denen der Patient um die Längsachse rotiert abgebildet wird, führen zu mehr oder weniger deutlichen Einschränkungen im Hinblick auf die Beurteilbarkeit. Bei seitlichen Aufnahmen muss darüber hinaus gewährleistet sein, dass das kraniale Lungenfeld nicht von den Vordergliedmaßen überlagert wird (Vordergliedmaßen im Winkel von ca. 45° zur Körperlängsachse nach vorn ziehen) und dass der Hals eine „neutrale“ Position einnimmt (Lagerungskeile unterlegen).

Wichtig!

1. Lagerungsfehler können zu Fehleinschätzungen beitragen.
2. Für eine korrekte Lagerung sind Erfahrung, ein gutes Auge und Lagerungskissen grundlegende Voraussetzungen.

Respirationsstadium

Thoraxaufnahmen sind aus zwei Gründen in der inspiratorischen Pause anzufertigen:

- A) Die Lunge erreicht dabei maximalen Kontrast. Die Darstellbarkeit kleiner Objekte wird dadurch verbessert (Abb. 3)
- B) Die „relative Bewegungslosigkeit“ trägt zur Schärfe der Abbildung bei.

Zusätzliche Aufnahmen während der Respiration bzw. auf dem Höhepunkt der Expiration können bei obstruktiven Atemwegserkrankungen bzw. Verdacht auf ein Lungenemphysem erforderlich sein.

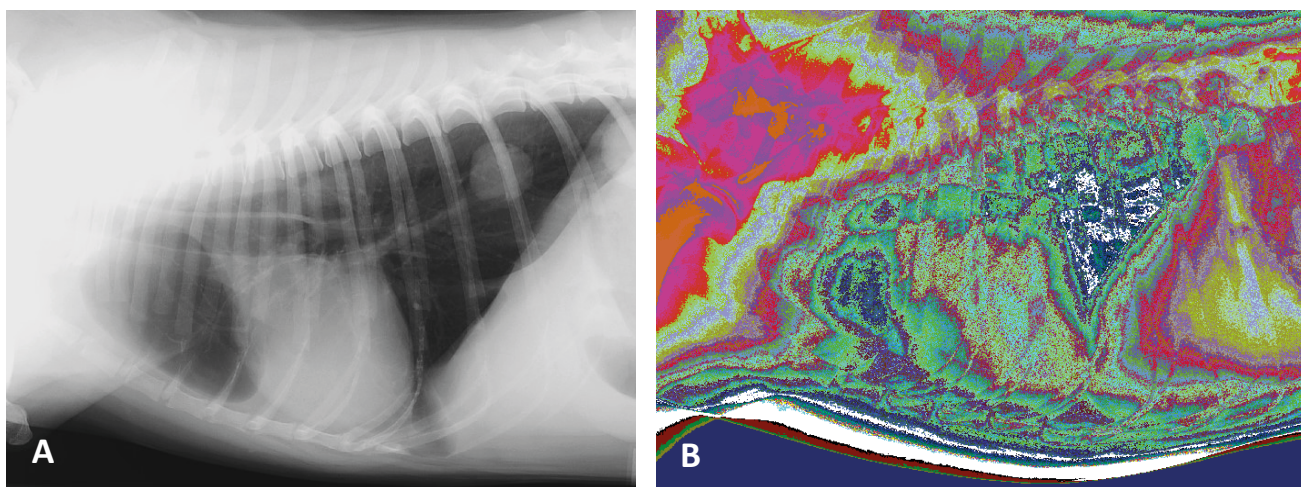


Abb. 3: Einfluss der Respiration auf den Kontrast.

- A) Aufnahme in Inspiration: Die Strukturen der Lunge weisen einen hohen Kontrast auf. Die kaudodorsal gelegenen Rundherde sind deshalb gut abgrenzbar.
- B) Aufnahme in Expiration: Die Rundherde sind zur Umgebung schlechter abgrenzbar. Die Lunge erscheint in ihrer Transparenz gemindert, so dass der Verdacht auf eine weitere Lungenerkrankung aufkommt. Durch das kleinere Thoraxfeld entsteht der Eindruck, dass die Herzsilhouette vergrößert ist.

Belichtung

Zur Vermeidung von Bewegungsunschärfen darf die Belichtungszeit 0,02 (...0,05) Sekunden nicht übersteigen!

Der Thorax ist aufgrund des Luftgehaltes der Lungen eine Region mit hohem Kontrast. Abbildungstechniken, die den Kontrast betonen und dabei den Dynamikumfang senken sind daher eher nachteilig. Wirksame Maßnahmen, den Kontrast zu verringern und das Spektrum der Schwächungsdifferenzen im Bild unterzubringen (also den Dynamikumfang zu erhöhen) bestehen in:

... der Erhöhung des kV-Wertes („Hartstrahltechnik“)

Röntgendiagnostik des Thorax: technische und interpretatorische Grundlagen

... der Verwendung geeigneter Bildverarbeitungsalgorithmen bei der Verwendung digitaler Detektoren.

Algorithmus der Bildauswertung

Schritt 1

Fehlerhafte Befundungsergebnisse (falsch-positive oder falsch-negative) haben häufig ihre Ursache in einer schlechten Aufnahmetechnik. Bei der Auswertung wird daher in einem ersten Schritt die **Untersuchungstechnik** einer kritischen Bewertung unterzogen. Die Kriterien, die dabei beurteilt werden, sind:

- die Vollständigkeit der Untersuchung (Anzahl der Aufnahmen/Projektionen)
- die Wahl des Bildausschnittes
- die Qualität der Lagerung
- die Schärfe
- der Kontrast und der Bildumfang
- vorhandene Artefakte
- ggf. die Qualität der Kontrastmitteluntersuchung.

Schritt 2

Im zweiten Schritte, der **Befundung**, geht es darum, Abweichungen vom Normalbild zu erkennen und zu beschreiben. Das Problem besteht dabei darin, dass dabei Varianten (Einflüsse von Alter, Rasse, Konstitution, Individuum) und Funktionszustände (Respirationsstadium, Herzaktion, Schlucken) berücksichtigt werden müssen.

Es ist eine schlechte Angewohnheit, sich bei der Beurteilung von Röntgenaufnahmen mit dem ersten Eindruck zufrieden zu geben. Dies führt zu Fehlern, indem zum einen Veränderungen - weil sie nicht erwartet werden - übersehen werden bzw. zum anderen Beobachtungen überbewertet werden. In beiden Fällen geht der „Blitzdiagnostiker“ mit einer Erwartungshaltung zu Werke ([Abb. 4](#)).

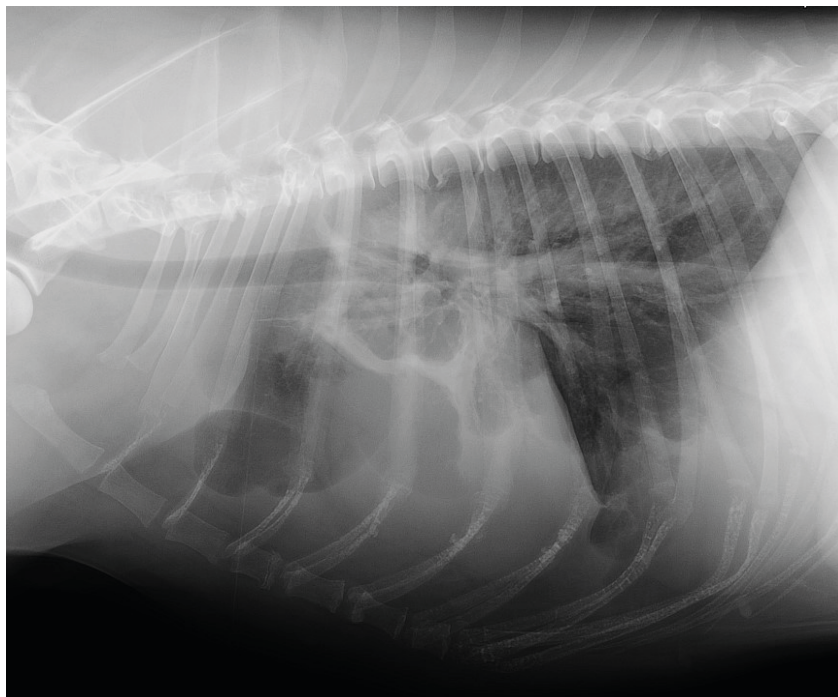


Abb. 4: Golden Retriever, männlich, 10 Jahre

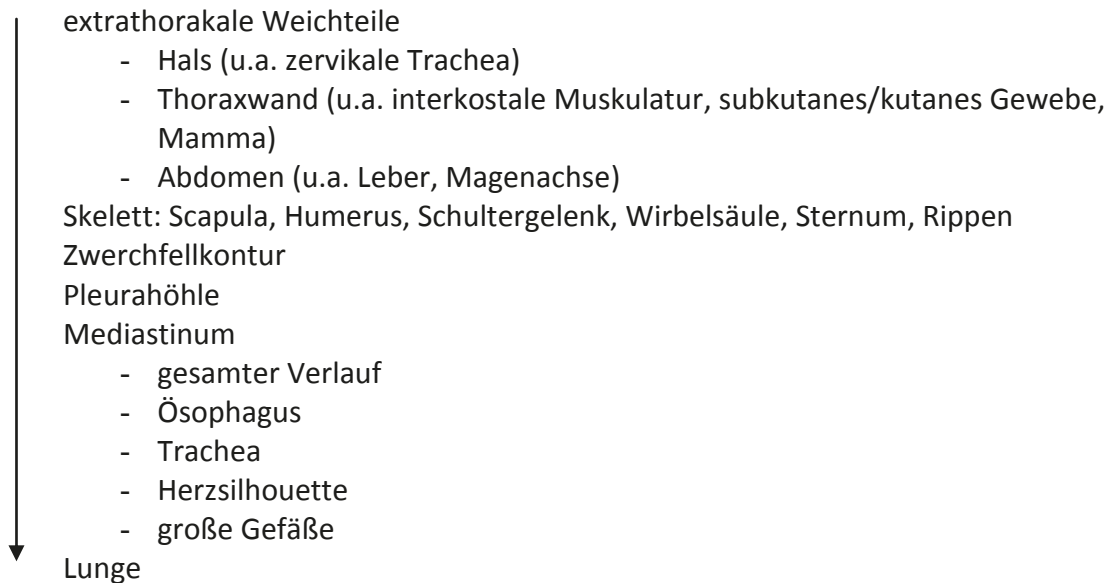
Der Hund wird in Seitenlage mit hochgradig reduziertem Allgemeinbefinden und Fieber vorgestellt. Welche abnormen Befunde können erhoben werden?

Röntgendiagnostik des Thorax: technische und interpretatorische Grundlagen

Antwort:

Flüssigkeit ist in der Pleurahöhle und im Mediastinum vorhanden. Darüber hinaus ist der Wirbelkörper von Th3 verkürzt. Mit hoher Wahrscheinlichkeit handelt es sich um eine Spontanfraktur. Diese kann auf einer Neoplasie basieren.

Das Lesen der Aufnahmen erfolgt nach einem Plan. Damit wird sichergestellt, dass Nichts vergessen wird:



Für jede Struktur muss entschieden werden, ob Veränderungen im Hinblick auf die folgenden Kriterien vorhanden sind:

1. Lage
2. Größe
3. Form und Kontur
4. Dichte
5. Anzahl
6. Architektur
7. Funktion

Wichtig!

1. „Der größte Fehler bei der Interpretation von Röntgenaufnahmen besteht darin, sofort nach Veränderungen zu suchen, die anhand der klinischen Untersuchung erwartet werden. Dadurch werden viele andere Informationen des Röntgenbildes übersehen.“ (Morgan und Wolvekamp 1995)
2. Zeitdruck erhöht die Häufigkeit an diagnostischen Fehlern beträchtlich!

Schritt 3

Ziel der **Interpretation** ist es, die vorher gemachten Beobachtungen zu bewerten:

- spezifisches vs. unspezifisches Befundmuster?
- klinische Signifikanz vs. zufälliger Befund?

Schritt 4

Im folgenden Schritt wird die **Diagnose** (unter Angabe des Sicherheitsgrades) formuliert bzw. eine **Liste von Differenzialdiagnosen** (Wichtung) erarbeitet. Alle verfügbaren Informationen zum Patienten (Signalement, Anamnese, Ergebnisse der klinischen und paraklinischen Untersuchung) werden herangezogen. Je nach Fragestellung kann es sinnvoll sein, auch Ausschlussdiagnosen zu formulieren.



Schritt 5

Abschließend kann es notwendig sein, Vorschläge für eine **weiterführende Diagnostik** bzw. den **Behandlungsplan** zu machen.

Wichtig!

Die Interpretation von Röntgenaufnahmen ist ein Prozess, bei dem es darum geht, systematisch nach einem für die jeweilige Region aufgestellten „Fahrplan“ die Aufnahmen zu lesen und diese Beobachtungen zu bewerten.

Ein systematisches Vorgehen soll dabei sicherstellen, dass...

- die Befunde vollständig erfasst werden und
- die Unabhängigkeit von Assoziationen zu klinischen Befunden oder früher diagnostizierten Fällen gewahrt wird.

Literatur

Hartung K, Ludewig E, Tellhelm B. Röntgenuntersuchung in der Tierarztpraxis. Enke, 2010.

Morgan JP, Doval J, Samii V. Lagerungstechniken in der Röntgendiagnostik beim Hund. Schlütersche, 1998.

Morgan JP, Wolvekamp P. Röntgenatlas der Traumatologie bei Hund und Katze. Schlütersche, 1995.

Schwarz T, Johnson V. BSAVA Manual of Canine and Feline Thoracic Imaging. British Small Animal Veterinary Association, 2008.

RÖNTGENDIAGNOSTIK DES THORAX: MEDIASTINUM

Kerstin von Pückler

Justus-Liebig-Universität

Gießen, D

Das Mediastinum teilt den Thorax längs in zwei Thoraxhälften. Das ventrale Mediastinum liegt dabei etwas mehr auf der linken Seite. Obwohl es auf beiden Seiten von Pleura überzogen wird ist es teilweise unterbrochen und Flüssigkeiten oder Gas können von einem Hemithorax in den anderen gelangen. Eine weitere Unterteilung des Mediastinum in einen kranialen, mittleren und kaudalen Abschnitt ist möglich. Der kraniale Abschnitt des Mediastinum steht mit den Faszien der Halsmuskulatur in Kontakt. Das kraniale Mediastinum enthält das neben der Trachea und dem Ösophagus Gefäße und Lymphknoten und das Thymus.

Im mittleren Abschnitt des Mediastinum befinden sich das Herz sowie die Bifurkation der Trachea und die tracheobronchialen Lymphknoten.

Das kaudale Mediastinum enthält die nach kaudal ziehenden großen Gefäße (z.B. Aorta, Vena cava caudalis) und den Ösophagus. Über den Durchtritt der Gefäße durch das Zwerchfell steht es auch mit dem Retroperitoneum in Verbindung.

Die meisten Strukturen lassen sich durch die Silhouettierung mit dem umliegenden Weichteilgewebe nicht abgrenzen.

Sichtbare Organe: Trachea, Herzsilhouette, Vena cava caudalis und Aorta

Nicht sichtbare Organe: Sternale, kraniale mediastinale und tracheobronchiale Lymphknoten, Gefäße wie der Truncus brachiocephalicus und abzweigende Gefäße, Vena cava cranialis, Ösophagus, Nerven

Pathologische Befunde lassen sich anhand der Veränderung der typischen „Röntgenzeichen“ wie Größe, Form, Position, Dichte und Anzahl einer Struktur erkennen.

Generell kann unterschieden werden, ob eine verminderte oder erhöhte Dichte vorliegt. Eine Dichteminderung entsteht durch Gaseinschlüsse.

Freies Gas im kranialen Mediastinum führt zu einer verbesserten Kontrastierung der kranialen mediastinalen Organe- und Strukturen. Bei einer verbesserten Abgrenzbarkeit der äußeren Trachealwand spricht man von einem „tracheal stripe sign“. Gleichzeitig werden Gefäße wie zum Beispiel die Vena cava cranialis deutlich sichtbar.

Liegt eine erhöhte Dichte vor, sollte zwischen einer fokalen und generalisierten Veränderung unterschieden werden.

Generalisierte und diffuse Dichteanstiege liegen meist in Verbindung mit einer Volumenzunahme des Mediastinum vor. Sie sind ein Hinweis auf Flüssigkeitsansammlungen oder diffuse Entzündungsprozesse. Freies Gas im mittleren Mediastinum verdeutlicht den Kontrast zwischen Organstrukturen an der Herzbasis.

Mediastinale Massen können anhand ihrer Lokalisation weiter differenziert werden.



Weiterhin sollte differenziert werden, ob die Masse von einer lokalisierten Struktur ausgeht (z.B. Thymus oder Lymphknoten) oder ob die Veränderung ein Prozess aus der Lunge, in das Mediastinum ausbreitet,

Erhöhte Dichte:

Generell kommt es zu einer reduzierten Sichtbarkeit aufgrund eines fehlenden Kontrastes. Die Hauptursachen hierfür sind neben Flüssigkeit und Entzündungen (Mediastinitis) Masseneffekte, die entweder durch Veränderung der mediastinalen Organe, der Organe in der Umgebung oder mangelhafte Ventilation der angrenzenden Lungenlappen (Gas als Kontrastgeber fehlt) verursacht werden.

Reduzierte Dichte:

Ursache eines Pneumomediastinum ist eine Penetration des Mediastinum oder der Halsfaszien (mit denen es in Verbindung steht) von innen oder von außen.

Häufige Ursache eines Pneumomediastinum beim Hund sind Bissverletzungen.

Weitere Ursachen für ein Pneumomediastinum sind die Perforation des Ösophagus oder der Trachea durch Traumata, Fremdkörper oder nekrotische Prozesse.

Durch die Druckverhältnisse im Thorax kann bei Tieren mit fenestriertem Mediastinum (Hund, Katze) aus einem Pneumomediastinum ein Pneumothorax entstehen. Infolge eines primären Pneumothorax allerdings werden die Blätter des Mediastinums an einander gedrückt- Gas kann nicht eintreten.

Literatur bei der Verfasserin

Dr. Kerstin von Pückler

Klinik für Kleintiere JLU

Frankfurter Str. 108

35392 Gießen

Kersitn.h.pueckler@vetmed.uni-giessen.de

RÖNTGENDIAGNOSTIK DES THORAX: PLEURA UND BRUSTWAND

Kerstin von Pückler

Justus-Liebig-Universität

Gießen, D.

Die Pleura wird in einen parietalen (Brustwandoberfläche) und viszeralen (Lungenoberfläche) Anteil unterteilt. Diese Begrenzung der Lungenlappen ist in der Regel nicht eindeutig sichtbar. In Fällen, in denen die Pleura an der Begrenzung von Lungenlappen senkrecht getroffen wird, kann sie als feine weichteildichte Linie sichtbar werden. Aus diesem Grund können sogenannte „Pleurafissuren“ auf geringgradig schrägen Projektionen deutlicher wahrgenommen werden. Diese Linien repräsentieren in der rechtsanliegenden Thoraxaufnahme die Abgrenzung zwischen kranialem und kaudalem Anteil des linken Spitzenlappen bzw. linkem Spitzenlappen und Zwerchfelllappen, während auf der linksanliegenden Aufnahme diese Begrenzungen zwischen dem rechten kranialen und rechten medialen bzw. rechtem medialen und Zwerchfelllappen sichtbar werden können.

Erst wenn Veränderungen der Dichte und des Volumens der Pleuralspalt vorliegen wird dieser deutlicher sichtbar.

Solche Veränderungen sind häufig entweder Gas- oder Flüssigkeitsansammlung.

Gasansammlungen im Pleuralspalt werden als „Pneumothorax“ bezeichnet und führen dazu, dass die Lungenlappen mit der typischen Lungenzeichnung nicht bis an die Brustwand heranreichen und von einem homogen gasdichten Saum umgeben sind.

Eine Sonderform des Pneumothorax stellt der sog. „Spannungspneumothorax“ dar, der sich durch den Gaseinstrom mit einem Ventil-Effekt auszeichnet und so in kurzer Zeit extreme Ausmaße annehmen kann.

Die Ansammlung von Flüssigkeit im Pleuralspalt wird als „Pleuraerguss“ oder „Liquidothorax“ bezeichnet. Die unterschiedliche Qualität des Ergusses lässt sich alleine anhand der Röntgenuntersuchung nicht oder nur sehr eingeschränkt beurteilen. Anhand der Pathogenese lassen sich neben einem (modifizierten) Transsudat, ein Pyothorax, Chylothorax, Hämorthorax unterscheiden.

Je nach Ausprägung der Veränderung im Pleuralspalt wird das Volumen der Lungenlappen verringert und führt zu einer erhöhten Dichte im Zuge einer Atelektase.

Bei Veränderungen der Brustwand handelt es sich häufig um solitäre Massen, die von den Rippen, der Muskulatur, der Unterhaut oder der Pleura ausgehen können.

Eine strukturierte Betrachtung der Brustwand und der umliegenden Strukturen ist daher unerlässlich. Aufgrund der Überlagerung im Röntgenbild sollten mindesten 2 zu einander orthogonale Ebenen geröntgt werden. Falls eine Region in den Standard- Röntgenbildern besonders auffällig erscheint können zusätzliche Tangentialaufnahmen angefertigt werden oder es sollte zur Ergänzung entweder eine Ultraschalluntersuchung oder eine computertomografische Untersuchung angeschlossen werden.

Literatur bei der Verfasserin



Röntgendiagnostik des Thorax - Herz-Kreislauf-Erkrankungen

Eberhard Ludewig

(Univ.-Prof. Dr. med. vet. habil., Dipl ECVDI; FTA für Radiologie, FTA für Kleintiere)

Klinische Abteilung für Bildgebende Diagnostik, Department für Kleintiere und Pferde

Veterinärmedizinische Universität Wien (Vetmeduni Vienna), Veterinärplatz 1; A - 1210 Wien

TEL: +43 1 25077 5712, Email: eberhard.ludewig@vetmeduni.ac.at

Bei Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems dient die Röntgenuntersuchung der Eingangsdiagnostik und zur Kontrolle des Therapieerfolges. Neben dem Nachweis morphologischer Veränderungen der Herzsilhouette (Größe, Form/Kontur) besteht der Wert der Röntgenuntersuchung darin, Zeichen der Dekompensation (Veränderungen der Lungenzeichnung, Pleuraerguss) nachzuweisen und diese zu quantifizieren. Nur selten sind Befundmuster vorhanden, die eine ätiologische Einordnung erlauben (z.B. bei PDA, HCM). In den meisten Fällen führt die zusammenfassende Beurteilung von Herzsilhouette und extrakardialen thorakalen Befunden zu einer Verdachtsdiagnose, die der weiteren Sicherung durch die Echokardiographie bedarf.

Beurteilung der Herzsilhouette

Die Herzsilhouette setzt sich dem Perikard, der Flüssigkeit in der Perikardhöhle, dem Myokard (inkl. Epi- und Endokard), den Ursprüngen großer Gefäße und Blut zusammen. Röntgenologische Zeichen einer Herzerkrankung können sich durch Veränderungen der Größe sowie von Form und Kontur bemerkbar machen.

1. Lage

Lageveränderungen ergeben sich bei Erkrankungen der Lunge (einseitige Volumenzunahmen oder -abnahmen), im Zusammenhang mit mediastinalen Massen oder durch Erkrankungen der Pleura (einseitige oder fokale Ergüsse bzw. Massen, Adhäsionen).

2. Größe

Die Größe des Herzschatens kann in Abhängigkeit von der Herzaktion und der Respirationsphase leicht variieren. Ebenso variiert das Erscheinungsbild in Abhängigkeit von der Lagerung. Eine relativ gute Größenbeurteilung besteht durch die Messung der Herzgröße zur Vergleichsmessungen an der Brustwirbelsäule (Vertebral heart score (VHS) nach *Buchanan*) (*Abb. 1*).

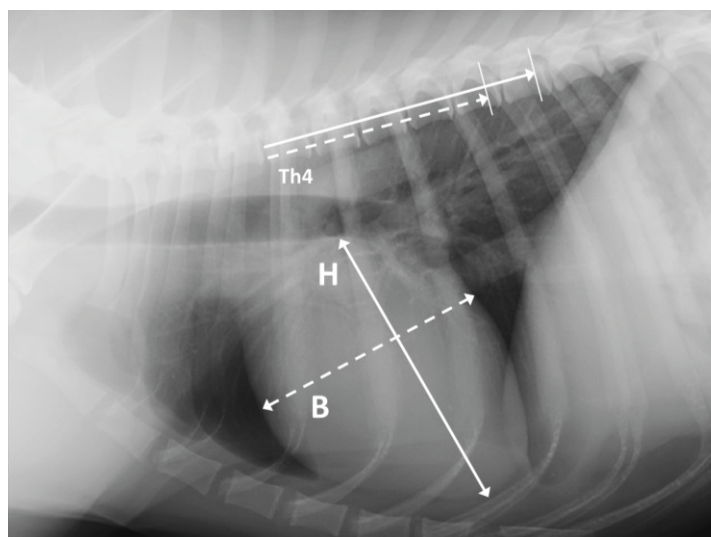


Abb. 1. VHS-Schema nach *Buchanan* zur Beurteilung der Größe der Herzsilhouette

Normalwerte (H + B): viele Hunderassen bis 10,5 Wirbelkörperlängen (WKL); Katze bis 7,8 WKL

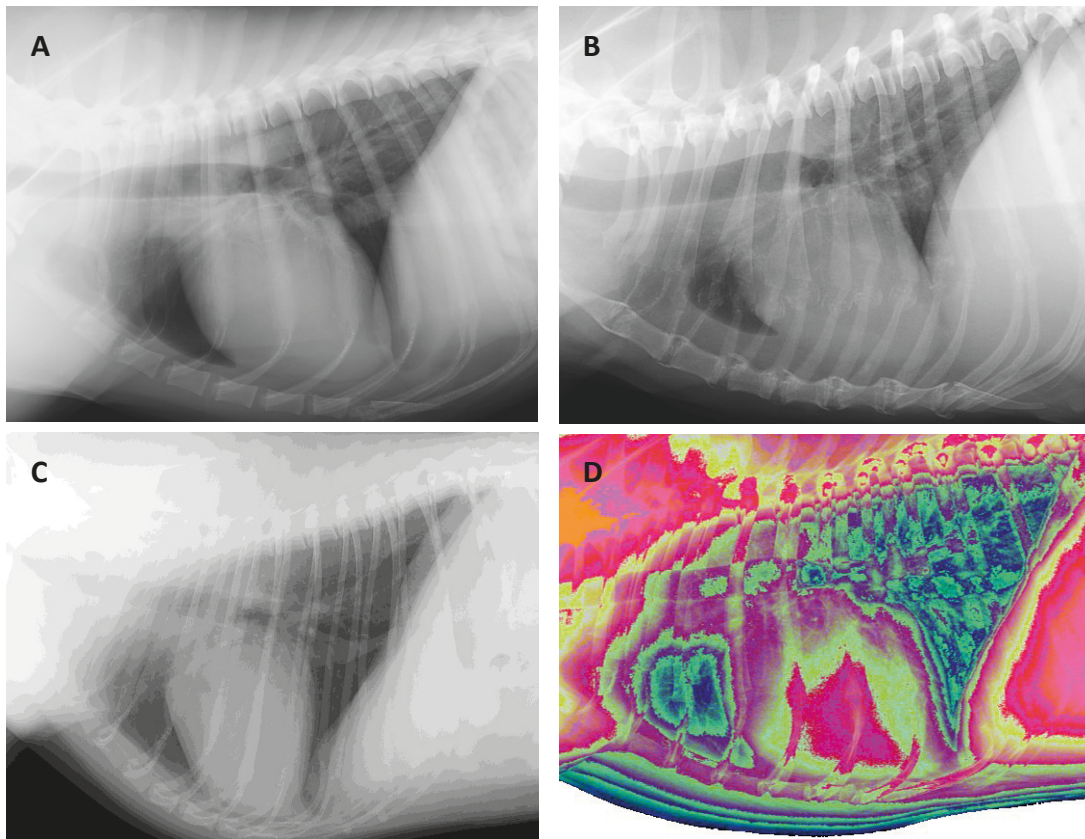


Abb. 2. Unterschiede im Aussehen der Herzsilhouette Abhängigkeit von Rasse und Ernährungszustand. Die Tiere haben keine Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems oder der Lunge. A. Münsterländer, ml, 5 Jahre; B. Dackel, ml, 7 Jahre (Adipositas); C. Zwergschnauzer, wbl, 3 Jahre; D. WHWT, wbl, 10 Jahre

Trotz aller Bemühungen, Maße für normale Herzgrößen zu finden, gibt es jedoch Grauzonen. Die Thoraxform übt großen Einfluss auf das Aussehen der Herzsilhouette aus. Die phänotypische Vielfalt ist bei Hunden - bedingt durch die Vielzahl existierender Rassen - viel größer als bei Katzen (*Abb. 2*). Die Bewertung ist objektiver, wenn beide Projektionsebenen einbezogen werden. Der Untersucher muss sich darüber im Klaren sein, dass eine normale Herzgröße eine Herzerkrankung nicht ausschließt. Ein zu großer Herzschatten kann auch durch die Einlagerung von Fett in das Perikard oder das Mediastinum bzw. durch Erkrankungen der Perikardhöhle (z.B. bei peritoneo-perkardialen Hernien, Perikarderguss) entstehen.

3. Form und Kontur („Uhrzeigeranalogie“)

Um sich einen Überblick über die Lage der Herzkammern zu verschaffen, kann man sich an einem Zifferblatt orientieren (*Abb. 3, 4*).

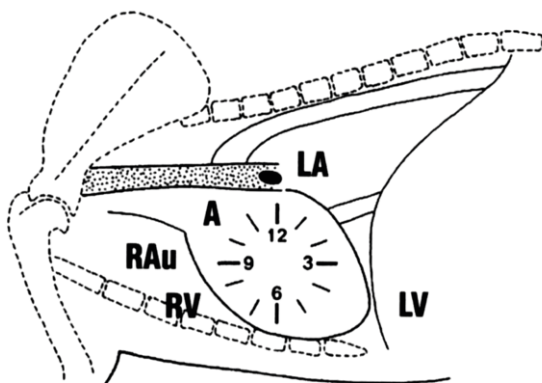


Abb. 3. Zifferblattanalogie bei lateralen Aufnahmen (modifiziert nach Schwarz & Johnson, 2008)

- LA (linkes Atrium): 12 bis 2 Uhr
- LV (linker Ventrikel): 2 bis 5 Uhr
- RV (rechter Ventrikel): 5 bis 9 Uhr
- RAu (rechter Aurikel): 9 bis 10 Uhr
(inkl. Große Pulmonalarterien)
- A (Aortenbogen): 10 bis 11 Uhr



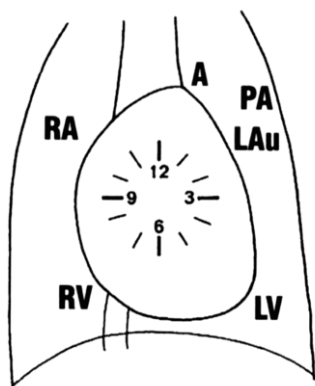


Abb. 4. Zifferblattanalogie bei ventro-dorsalen Aufnahmen (modifiziert nach Schwarz & Johnson, 2008)

A (Aortenbogen): 11 bis 1 Uhr
 PA (Pulmonalarterie): 1 bis 2 Uhr
 LAu (linker Aurikel): 2.30 bis 3 Uhr
 LV (linker Ventrikel): 3 bis 5 Uhr
 RV (rechter Ventrikel): 5 bis 9 Uhr
 RA (rechtes Atrium): 9 bis 11 Uhr

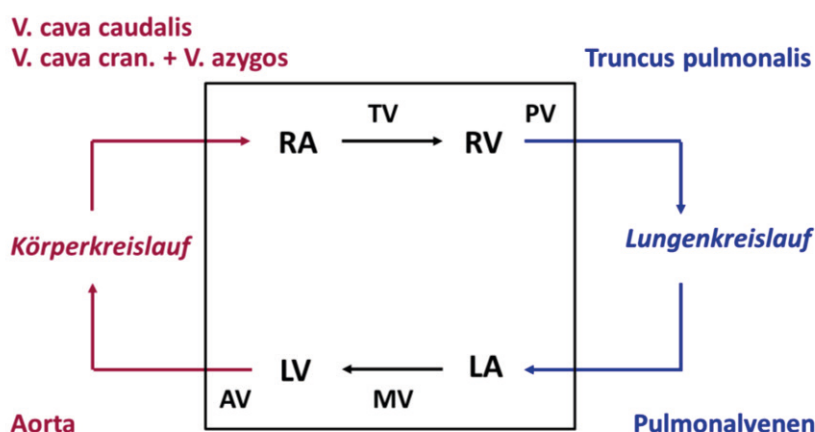
4. Dichte (insbesondere Perikardhöhle, Koronargefäße)

Dichteveränderungen (Gasansammlungen in der Perikardhöhle, Mineralisation von Koronargefäßen) sind selten.

Röntgenologische Zeichen der Dekompensation

Die röntgenologische Bewertung kardiologischer Funktionsmerkmale stützt sich neben der Beschreibung des Herzschattens auf die Analyse der Morphologie...

- der Lunge (einschließlich der pulmonalen Gefäße)
- großer Gefäße (Truncus pulmonalis, Vena cava caudalis, Aorta)
- des Pleuralspaltes
- ggf. abgebildeter abdominaler Merkmale (z.B. Kontrast des Abdomens, Lebergröße)



Zeichen einer Linksherzinsuffizienz

Bei einer Linksherzinsuffizienz ist das Herz nicht in der Lage, das von der Lunge zurückkehrende Blut, in den systemischen Kreislauf zu transportieren. Dies hat den Rückstau von Blut in die Pulmonalvenen sowie das Lungenparenchym zur Folge.

- verbreiteter Pulmonalvenen im Vergleich zu den korrespondierenden Pulmonalarterien
- kardiogenes Lungenödem: vaskuläre, interstitielle oder alveoläre Zeichnung der Lunge
 Während beim Hund die alveolären Veränderungen im Hilusbereich am deutlichsten ausgeprägt sind und zur Peripherie hin in ihrer Schwere abnehmen, ist die Verteilung der pulmonalen Infiltrate bei der Katze außerordentlich variabel.
- Pleuraerguss: kommt bei der Katze als Zeichen einer Linksherzinsuffizienz vor

Zeichen einer Rechtsherzinsuffizienz

Bei einer Rechtsherzinsuffizienz kann das Herz das vom Körperkreislauf zurückkehrende Blut nicht in die Lunge pumpen. Es kommt zum Rückstau von Blut in den großen Kreislauf und in abdominale Viszera sowie zur Transudation von Flüssigkeit in die Pleural- und Peritonealhöhle.

- verbreiteter Pulmonalarterien im Vergleich zu den korrespondierenden Pulmonalvenen
- Dilatation der Vena cava caudalis
- Hepatomegalie
- Pleuraerguss

Häufige Fallstricke

1. Lagerungsfehler führen zum ungewöhnlichen Aussehen der Herzsilhouette. Dadurch können Form und Größe des Herzens nicht mehr hinreichend genau beurteilt werden.
2. Veränderungen der Halsposition haben Einfluss auf den Verlauf der Trachea. Mediastinale Raumforderungen bzw. Vergrößerungen des rechten Atriums können vorgetäuscht werden.
3. Zu helle Aufnahmen vermitteln den Eindruck einer Lungenverdichtung („Lungenödem“). Zu dunkle Aufnahmen können fälschlicherweise als Lungenemphysem oder hypovolämischer Zustand angesehen werden.
4. Bei Aufnahmen in Expiration wird durch das verkleinerte Lungenvolumen der Eindruck einer Kardiomegalie hervorgerufen.
5. Bei unscharfen Aufnahmen, die meist durch zu lange Belichtungszeiten (> 0,02 Sekunden) entstehen, kann das Lungenmuster nicht beurteilt werden.
6. Bei adipösen Tieren ist durch die Einlagerung von Fett in das Perikard und das Mediastinum die Herzsilhouette vergrößert.
7. Verkürzte Brustwirbel bzw. verminderte Breiten der Intervertebralspalten (z.B. im Zusammenhang mit Malformationen oder bei degenerativen Veränderungen) führen bei der Anwendung der VHS- Messung zur Überschätzung der Herzgröße.

Literatur

Dennis R, Kirberger RM, Wrigley RW, Barr FJ. Handbook of Small Animal Radiology and Ultrasound. Saunders, 2008.

Hecht S. Röntgendiagnostik in der Kleintierpraxis. Schattauer, 2012.

Muhlbauer MC, Kneller SK. Radiography of the Dog and Cat. Wiley-Blackwell, 2013.

Schwarz T, Johnson V. Manual of Canine and Feline Thoracic Imaging. British Small Animal Veterinary Association, 2008.



Röntgendiagnostik des Thorax: Trachea, Bronchien und Lunge

Kerstin von Pückler

Justus-Liebig-Universität

Gießen, D

Die Trachea verläuft in einem Winkel von ca. 10 bis 20 Grad (bis maximal 30 Grad) zur Brustwirbelsäule nach kaudal bis zur Herzbasis. Dort teilt sie sich in der Carina in die Hauptstammbronchien auf. Die Carina liegt in der Regel auf Höhe des 4. bis 5. Intercostalraumes. Durch die Gasfüllung ist das Lumen der Trachea abgrenzbar. Die äußere Begrenzung der dorsalen Tracheawand ist physiologisch nicht sichtbar. In Seitenlage kann eine gebeugte Kopf-Hals-Haltung zu einem undulierenden Verlauf der Trachea führen. Daher sollte überprüft werden, ob der Kopf beim Röntgen in einer neutralen Position ist. Der Durchmesser der Trachea kann Atemphasen-abhängig geringgradig variieren. Zusätzlich sind rassespezifische Varianten des Durchmessers bekannt. Um dieser Variabilität Rechnung zu tragen wurde der sogenannte „Trachea-Index“ entworfen. Hier wird der Durchmesser des Thorax in einer Verbindungslinie zwischen dem Zentrum des Manubrium sterni und dem ersten Rippenköpfchen mit dem Durchmesser der Trachea. In der ventrodorsalen oder dorsoventralen Röntgenaufnahme ist die Trachea weitgehend mit den Wirbelkörpern bzw. Sternebrae überlagert. Im kranialen Mediastinum zeigt sich häufig eine geringgradige rechtslaterale Deviation des Verlaufes. Dies ist bei chondrodystrophen Hunden mit „tonnenförmiger“ Konformation des Brustkorbes am deutlichsten ausgeprägt. Das Lumen der Trachea kann dorsal inzidentell durch eine sogenannte „redundante Trachealmembran“ teilweise verlegt werden.

Die Bronchien zeigen im Röntgen eine dünne gleichmäßig weichteildicht gezeichnete Wandung und verzweigen sich gleichmäßig in der Peripherie. Pathologische Veränderungen können entweder die Verengung oder Erweiterung des Lumens (Bronchiektasie) oder durch eine Verdickung der Bronchienwand gekennzeichnet sein. Die Verdickung der Bronchien wird im Röntgenbild mit den Begriffen „Donut“, Ringschatten oder „Tram-Linien“ beschrieben und als „Bronchiale Zeichnung“ zusammengefasst.

Bei der Beurteilung des Lungenparenchyms gibt es unterschiedliche Ansätze. Eine strukturierte und konservative Methode ist das unvoreingenommene Beschreiben der Läsionen um im Anschluss eine Einordnung in die Kategorien „interstitielle“, „alveoläre“ und „bronchiale“ Lungenzeichnung vorzunehmen. In Kombination mit der hauptsächlichsten Lokalisation der Veränderung lässt sich so häufig eine gewichtete Differentialdiagnosenliste erstellen.

Sonderfälle bei der Beschreibung und Zusammenfassung von Lungenzeichnungen bilden die „vesikuläre“ Zeichnung, die „lobäre“ Zeichnung und kavitäre Lungenläsionen.