

4 Normalanatomie des Thorax

Kerstin von Pückler

4.1

Einleitung

Generell findet bei der Begutachtung von Röntgenbildern ein **Abgleich** der im Röntgenbild **vorhandenen Strukturen** mit den (durch Erfahrung des Untersuchers) **erwarteten Strukturen und Mustern** statt. Das bedeutet, dass eine Detektion pathologischer Veränderungen nur möglich ist, wenn der Untersucher in seinem Erfahrungsschatz oder in anderen Vorlagen einen Vergleich anstellen kann. Aus diesem Grund ist das Wissen über die Normalanatomie am Thorax essenziell.

4.2

Extrathorakale Strukturen

4.2.1 Weichteilgewebe

Je nach Ernährungszustand wird der Thorax von Weichteilgewebe (Muskulatur) und Fett, das vorwiegend entlang der Faszien und damit zwischen einzelnen Muskelbäuchen sichtbar ist, umgeben. Zur Einschätzung kann auch der Abstand zwischen den Procc. spinosi und der Hautoberfläche im laterolateralen Röntgenbild herangezogen werden.

Auf ventrodorsalen oder dorsoventralen Aufnahmen sollte der Weichteilmantel symmetrisch sein.

Cave

Strukturen im Weichteilgewebe können sich über das Lungenfeld projizieren. Daher sollte jede Läsion in 2 Ebenen aufgesucht werden (► Abb. 4.1). Am häufigsten treten Überlagerungen mit Brustwarzen oder Zubildungen in der Haut auf. Das Aufbringen von Kontrastmittel auf Weichteilzubildungen und erneute Röntgen identifizieren Überlagerungen zweifelsfrei.

Praxistipp

Für die Lokalisation von Strukturen am Thorax werden die **Rippen** (zählen!) als **Orientierungspunkt** benutzt.

4.2.2 Knöcherne Strukturen

Die knöcherne Begrenzung wird systematisch **von kranial nach kaudal** begutachtet. Dabei werden die Orientierung der Wirbelkörper, deren Anzahl sowie deren Kontinuität berücksichtigt. Hierbei hat es sich bewährt, die Wirbelsäule in „**Etagen**“ zu betrachten: Zunächst werden die Procc. spinosi, dann die Lamina mit dem Wirbelkanal und zuletzt Wirbelkörper und Zwischen-

wirbelspalten auf Anzahl, Begrenzung und Dichte überprüft. Die ventrale Begrenzung des Thorax wird durch das Sternum repräsentiert. Das Manubrium sterni ist längsgezogen im Vergleich zu den übrigen Sternebrae. Die insgesamt 8 Sternebrae sollten entlang einer Achse ausgerichtet sein. Die Rippen werden von proximal nach distal verfolgt und sollten gleichmäßig und glatt begrenzt sein. Die Konformation der Rippen ist stark rasseabhängig.

Cave

Eine Mineralisation der Rippenknorpel ist normal und kann bereits bei jungen Hunden auftreten. Bei älteren Tieren kann die Mineralisation so ausgeprägt sein, dass die Rippenknorpel als „schalenartige mineraldichte Strukturen“ über das Lungenfeld projiziert werden (► Abb. 4.2). Sie sollten nicht mit Lungenläsionen verwechselt werden.

4.2.3 Zwerchfell

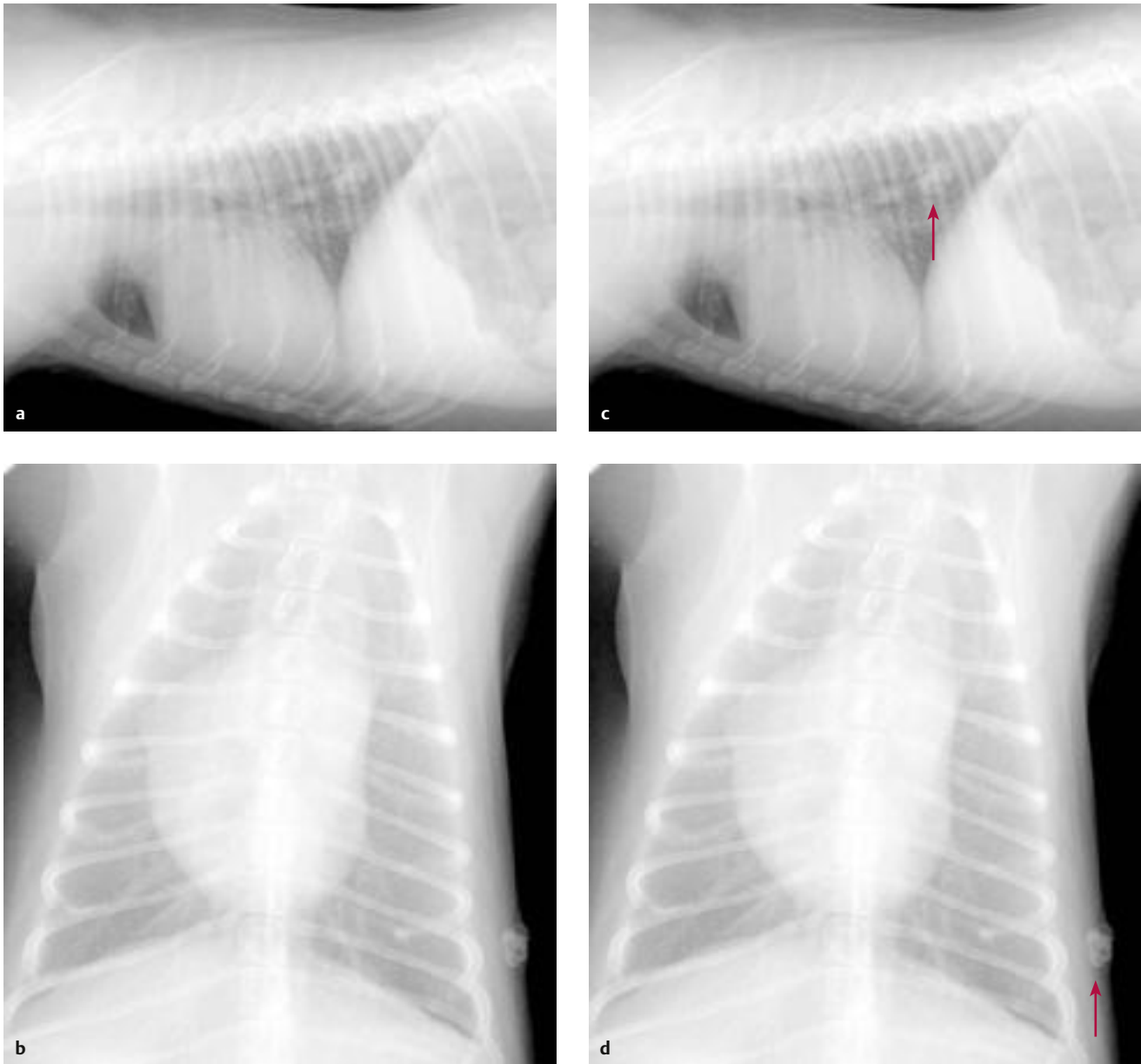
Die physiologische Zwerchfellkontur sollte über den gesamten Verlauf nachvollziehbar und gleichmäßig scharf begrenzt sein; das Zwerchfell reicht mit seiner kaudodorsalen Begrenzung in laterolateralen Röntgenaufnahmen in voller Inspiration beim Hund bis zum 12. Brustwirbelkörper und bei der Katze häufig etwas weiter kaudal.

Der jeweils dem Tisch anliegende **Zwerchfellpfeiler** projiziert sich etwas weiter kranial als der oben liegende Anteil. In **rechts anliegenden Röntgenaufnahmen** silhouettiert die V. cava caudalis mit dem weiter kranial liegenden Zwerchfellpfeiler, während in **links anliegenden Aufnahmen** ein Überkreuzen der V. cava caudalis mit dem kranialen Zwerchfellpfeiler sichtbar ist. Anhand dieses Merkmals lassen sich rechts und links anliegende Thoraxaufnahmen unterscheiden (► Abb. 3.4).

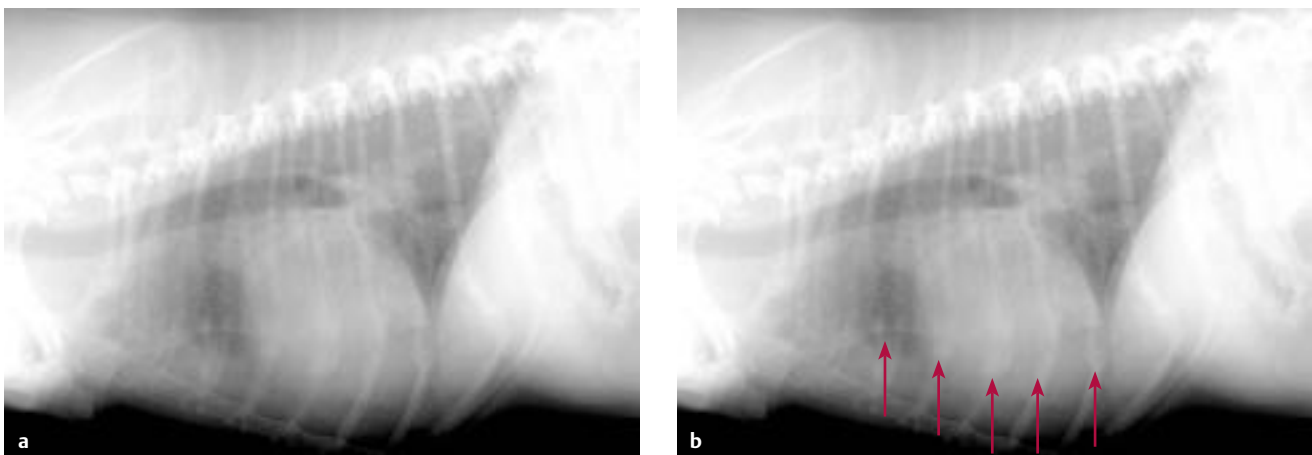
Das Zwerchfell ist in der **laterolateralen Aufnahme** moderat konvex, v.a. im ventralen Anteil, nach kranial in den Thorax gewölbt. Der Winkel zwischen Wirbelsäule und dorsaler Zwerchfellkontur verläuft spitz.

In der **ventrodorsalen Röntgenaufnahme** liegt die Zwerchfellkuppel bei inspiratorischen Aufnahmen beim Hund ungefähr auf Höhe des 8. Rippenpaares. Das Zwerchfell wölbt sich dabei auf der rechten Seite etwas weiter nach kranial als auf der linken Seite und weist damit eine asymmetrische kraniale Begrenzung auf.

Kaudal und ventral des Zwerchfells liegt das falciforme Fettgewebe und sorgt damit für einen deutlicheren Kontrast als das dorsal gelegene Lebergewebe.



► **Abb. 4.1** Laterolaterale (a, c) und ventrodorsale (b, d) Aufnahmen des Thorax eines Hundes. Eine mineraldichte Zubildung in der Unterhaut projiziert sich in der laterolateralen Aufnahme über das Lungenfeld (Pfeil) (c) und kann in der 2. Ebene der Unterhaut zugeordnet werden (Pfeil) (d).



► **Abb. 4.2** (a) Laterolaterale Thoraxaufnahme eines älteren Hundes. (b) Deutliche spangenartige Mineralisation der Rippenknorpel als Normalbefund (Pfeile).

4.2.4 Abgebildete Anteile des Abdomens

Bei den abgebildeten Anteilen des Abdomens wird auf den peritonealen Kontrast geachtet. Weiterhin sollte der Verlauf der Bauchwand abgeschätzt werden und sowohl Leber als auch Magenachse sollten auf eine physiologische Konformation überprüft werden.

4.3

Intrathorakale Strukturen

4.3.1 Trachea

Die Trachea verläuft in einem Winkel von ca. 10–20° (bis maximal 30°) zur Brustwirbelsäule nach kaudal bis zur Herzbasis. Dort teilt sie sich in der Carina in die Hauptstammbronchien auf. Die Carina liegt i. d. R. auf Höhe des 4.–5. Interkostalraums. Durch die Gasfüllung ist das Lumen der Trachea abgrenzbar. Die äußere Begrenzung der dorsalen Tracheawand ist physiologisch nicht sichtbar. In Seitenlage kann eine gebeugte Kopfhals-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 in Abhängigkeit von den Atemphasen geringgradig variieren. Zusätzlich sind rassespezifische Varianten des Durchmessers bekannt. Um dieser Variabilität Rechnung zu tragen, wurde der **Trachea-Index** entwickelt. Hier wird der Durchmesser des Thorax in einer Verbindungslinie zwischen dem Zentrum des Manubrium sterni und dem 1. Rippenköpfchen mit dem Durchmesser der Trachea verglichen (► Abb. 4.3).

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 Verlaufs. Dies ist bei chondrodystrophen Hunden mit „tonnenförmiger“ Konformation des Brustkorbs am deutlichsten ausgeprägt.

Das Lumen der Trachea kann dorsal inzidentell durch eine sog. **redundante Trachealmembran** teilweise verlegt werden.

! Merke

Eine „**redundante Trachealmembran**“ ist i. d. R. klinisch nicht relevant.

📌 Praxistipp

Zur Darstellung eines **dynamischen Trachealkollapses** werden sowohl inspiratorische als auch expiratorische Aufnahmen angefertigt, um die Veränderung der Trachea bei verändertem intrathorakalem Druck darzustellen (► Abb. 4.4).

4.3.2 Mediastinum

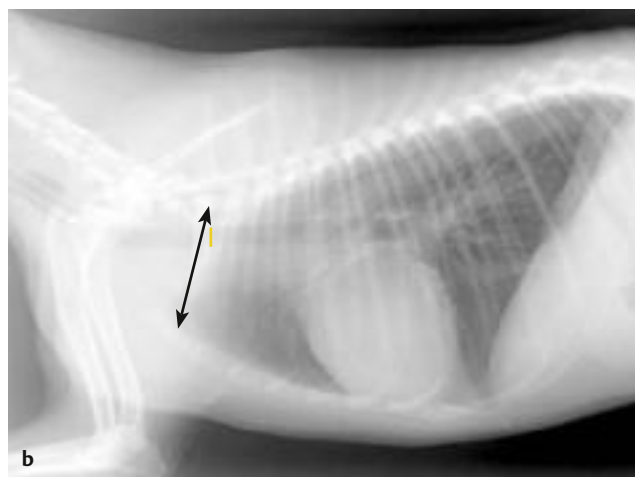
Das Mediastinum wird in kraniales, mittleres und kaudales Mediastinum unterteilt:

- Im **kranialen Mediastinum** sind physiologisch lediglich die Trachea und in manchen Fällen Anteile des Ösophagus sichtbar, falls dieser mit geringen Mengen Gas gefüllt ist. Bei jungen Tieren im Alter von bis zu 1 Jahr kann das Thymus sichtbar sein.
- Im **mittleren Mediastinum** sind die Herzsilhouette und die Bifurkation der Trachea erkennbar.
- Im **kaudalen Mediastinum** sind V. cava caudalis und Aorta descendens sichtbar. Weiterhin können Anteile des Ösophagus bei geringgradiger Gasfüllung physiologisch sichtbar sein.

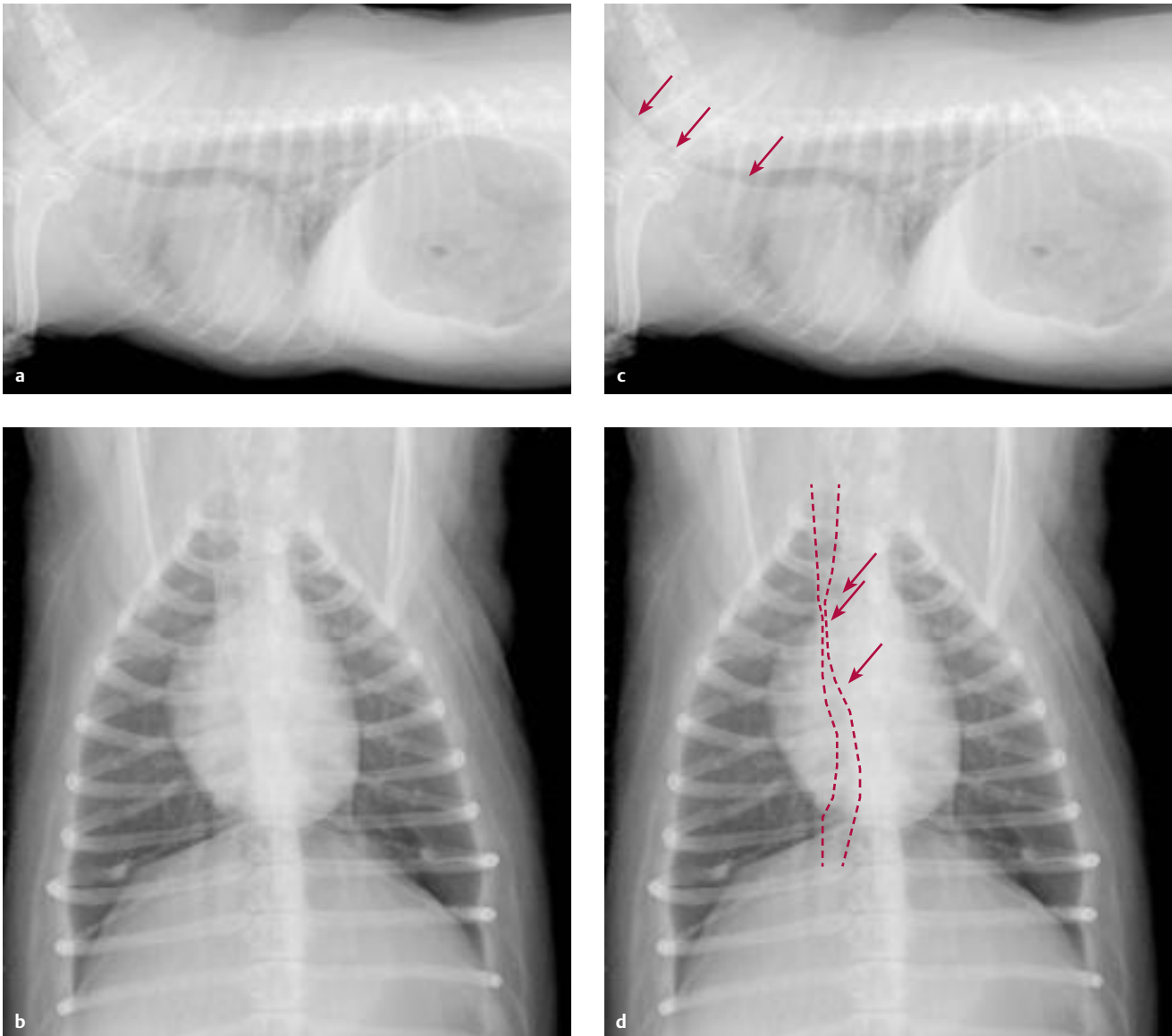
4.3.3 Gefäße

Sichtbare Gefäße schließen einerseits die **Aorta ascendens und descendens** sowie die **V. cava caudalis** ein. Beide Gefäße sollten i. d. R. den gleichen Durchmesser aufweisen, der den Durchmesser der Wirbelkörperhöhe der Wirbel auf derselben Höhe nicht überschreitet.

Weitere sichtbare Gefäße sind die **Pulmonalgefäße**, die durch die umgebende, luftführende Lunge eine deutliche Kontrastierung erfahren und hierdurch sichtbar werden. Pulmonalarterie und -vene zeigen einen parallelen Verlauf und weisen i. d. R. denselben Durchmesser auf.



► Abb. 4.3 (a, b) Messung des Trachea-Index: Die Höhe der Trachea im 1. Interkostalraum (gelbe Linie) wird ins Verhältnis zur Höhe des Brusteingangs (1. Rippenköpfchen bis Mitte des Manubrium sterni; Pfeil) gesetzt.



► **Abb. 4.4** Laterolaterale (a, c) und dorsoventrale (b, d) Röntgenaufnahmen eines Hundes in partieller Expiration. Im tief-zervikalen und kranialen intrathorakalen Bereich ist ein annähernd vollständiger Trachealkollaps sichtbar (Pfeile). (d) Die Linien zeigen den unregelmäßigen Verlauf des Tracheallumens mit hochgradiger Verengung.

Für alle Gefäße gilt, dass der Gefäßdurchmesser sich in der Peripherie verjüngt und das Gefäß eine homogene Weichteildichte aufweisen sollte.

4.3.4 Pleura

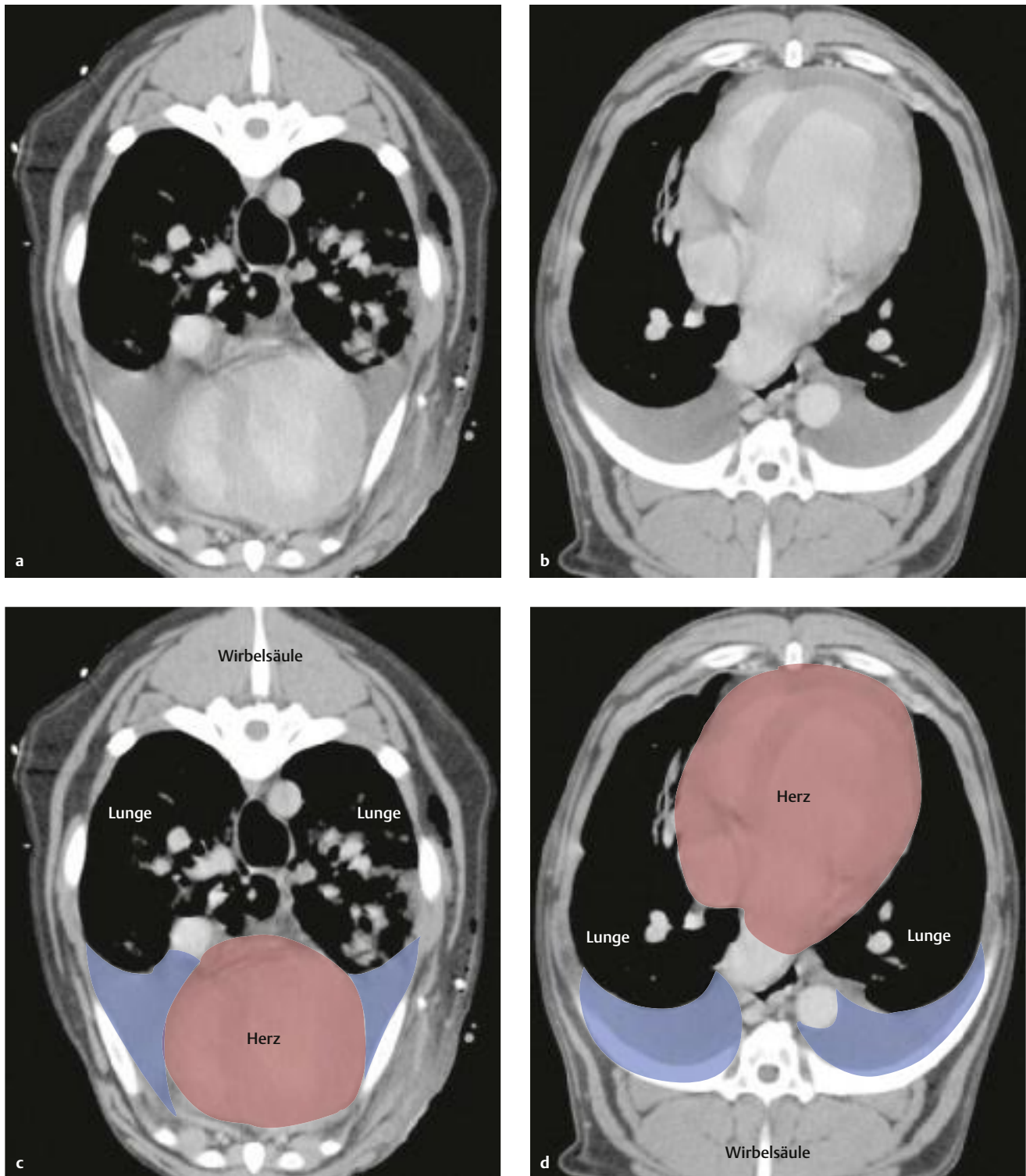
Die Pleura wird in einen **parietalen** (Brustwandoberfläche) und **viszeralen** (Lungenoberfläche) **Anteil** unterteilt. Diese Begrenzung der Lungenlappen ist für gewöhnlich nicht eindeutig sichtbar. In Fällen, in denen die Pleura an der Begrenzung von Lungenlappen senkrecht getroffen wird, kann sie als feine weichteildichte Linie sichtbar werden. Aus diesem Grund können sog. **Pleura-fissuren** auf geringgradig schrägen Projektionen deutlicher wahrgenommen werden. Diese Linien repräsentieren in der rechts anliegenden Thoraxaufnahme die Abgrenzung zwischen kranialem und kaudalem Anteil des linken Spitzenlappen bzw. linkem Spitzenlappen und Zwerchfelllappen, wäh-

rend auf der links anliegenden Aufnahme diese Begrenzungen zwischen dem rechten kranialen und rechten medialen bzw. rechten medialen und Zwerchfelllappen sichtbar werden können.

Erst wenn Veränderungen der Dichte und des Volumens der **Pleural-spalts** vorliegen, wird dieser deutlicher sichtbar.

Zur Darstellung von geringen Mengen eines **Pleuraergusses** eignet sich eine ventrodorsal gelagerte Röntgenaufnahme, da sich die Flüssigkeit vorwiegend im kaudolateralen Anteil sammelt (tiefster Punkt) (► **Abb. 4.5**). Bei dorsoventralen Aufnahmen sammelt sich die Flüssigkeit im Bereich der Herzkontur und silhouettiert damit. Hierdurch kann ein geringer Pleuraerguss „unentdeckt“ bleiben.

Bei einem **hochgradigen Erguss** sollte der Patient so wenig wie möglich manipuliert werden, um eine sekundäre Lungenlappentorsion zu vermeiden. Hier wird meist eine dorsoventrale Aufnahme angefertigt, um eine eventuelle Seitenbetonung



► **Abb. 4.5** Computertomografische Bilder eines Patienten mit Pleuraerguss im Querschnitt auf Höhe der Herzsilhouette (rot): **(a, c)** In dorsoventraler Position sammelt sich die Flüssigkeit (blau) um die Herzsilhouette. **(b, d)** In ventrodorsaler Position sammelt sich die Flüssigkeit (blau) entlang des Rippenbogens.

des Ergusses festzustellen. Hieraus resultiert häufig eine Aufnahme, auf welcher der Thorax „vollständig weichteildicht“ verschattet ist und die Herzkontur lässt sich kaum abgrenzen. Ein praktikables weiterführendes Verfahren ist in diesem Fall der Ultraschall.

Zur Darstellung eines geringgradigen **Pneumothorax** eignet sich eine laterolaterale, dorsoventrale oder tangential Projektion (S. 18), da sich das Gas nach kurzer Lagerung am höchsten Punkt des Thorax ansammelt.

4.3.5 Lungenparenchym

Das Lungenparenchym sollte eine **gleichmäßige Dichte** aufweisen. Diese Dichte wird durch unterschiedliche Komponenten bestimmt: Der Hauptanteil der geringen Lungendichte wird durch die mit Gas gefüllten Alveolen repräsentiert. Die Alveolen werden einerseits durchblutet und andererseits von größeren Gefäßen und Bronchien überlagert, wodurch sich die Dichte der Lunge erhöht. Weiteren Einfluss auf die „Gesamtdichte“ nimmt der Ernährungszustand des Patienten – die Lunge besonders adipöser Tiere weist durch Überlagerung mit subkutanem und mediastinalem Fettgewebe eine erhöhte Dichte auf.

Das typische Lungenmuster setzt sich aus der Gefäßzeichnung und den Bronchien zusammen. Sowohl Gefäße als auch Bronchien nehmen in der Peripherie deutlich an Durchmesser ab.

4.4

Altersbedingte Normalbefunde

Mit zunehmendem Alter der Patienten schreitet die **Mineralisierung der kostochondralen Übergänge** fort. Bei älteren Hunden können hierdurch schalenartige Mineralisationen entstehen. Weiterhin werden die Trachealspangen und Bronchienwände deutlicher abgrenzbar und mineraldicht. Neben diesen Mineralisationen können sog. **pulmonale Osteome** auftreten. Diese stecknadelkopfgroßen Mineralisierungen befinden sich i. d. R. auf der Pleuraoberfläche, sind im Thoraxröntgenbild deutlich dichter als umgebende Weichteilstrukturen und dabei zufällig über den Thorax verteilt. Mit zunehmendem Alter kann eine diffuse teilweise interstitiell **erhöhte Röntgendichte** der Lunge beobachtet werden.

Besonders bei älteren Katzen ist eine zunehmende **kraniale Rotation der Herzsilhouette** zu verzeichnen, die häufig mit einem undulierenden Verlauf der Aorta ascendens auftritt. Man spricht in diesem Fall von einer „**Redundanz**“.