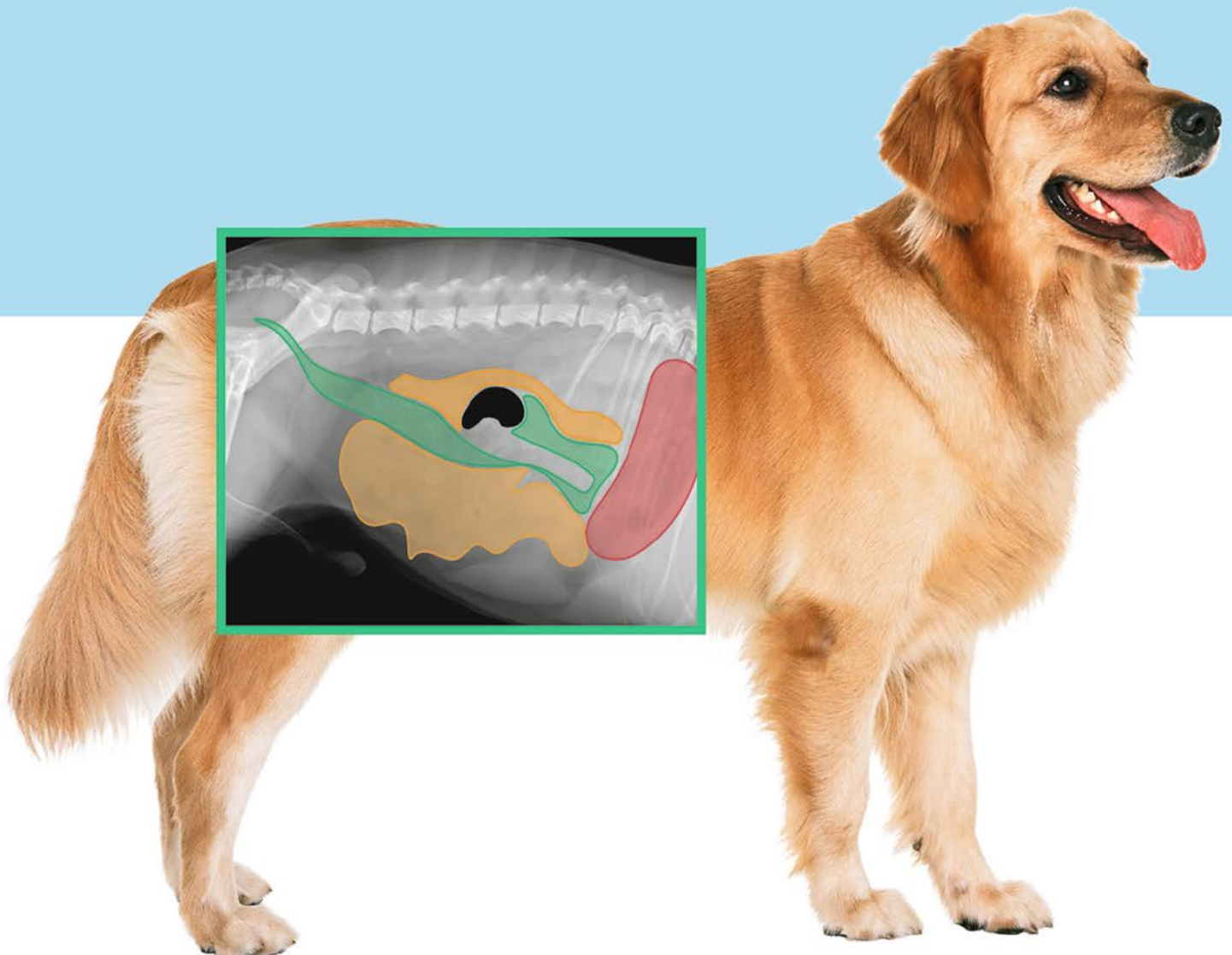


Röntgen Hund und Katze: Thorax und Abdomen

Röntgenbilder sicher befunden

Herausgegeben von
Kerstin von Pückler



Röntgen Hund und Katze: Thorax und Abdomen

Röntgenbilder sicher befunden

**Herausgegeben von
Kerstin von Pückler**

Unter Mitarbeit von
Charlotte Günther, Antje Hartmann

420 Abbildungen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart • New York

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Ihre Meinung ist uns wichtig! Bitte schreiben Sie uns unter:
www.thieme.de/service/feedback.html

© 2019 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstr. 14
70469 Stuttgart
Deutschland

Printed in Germany

Umschlaggestaltung: Thieme Gruppe
Verwendetes Foto: AdobeStock, ykordik
Zeichnungen: Christiane und Dr. Michael von Solodkoff, Neckargemünd
Satz: Sommer Media GmbH & Co. KG, Feuchtwangen
gesetzt aus Arbortext APP-Desktop 9.1 Unicode M180
Druck: Aumüller Druck GmbH & Co. KG, Regensburg
Redaktion: Dr. med. vet. Marion Drachsel, Berlin

DOI 10.1055/b-006-16 2303

ISBN 978-3-13-242538-5

1 2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:
eISBN (PDF) 978-3-13-242539-2
eISBN (epub) 978-3-13-242540-8

Wichtiger Hinweis: Wie jede Wissenschaft ist die Veterinärmedizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe **dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes** entspricht.

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

Vor der Anwendung bei Tieren, die der Lebensmittelgewinnung dienen, ist auf die in den einzelnen deutschsprachigen Ländern unterschiedlichen Zulassungen und Anwendungsbeschränkungen zu achten.

Geschützte Warennamen (Warenzeichen ®) werden nicht immer besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen oder die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Vorwort

Die Bildgebende Diagnostik gehört in der Tiermedizin seit vielen Jahren zur alltäglichen Praxis und ein großer Teil der Aufarbeitung klinischer Fälle stützt sich auf die Röntgenuntersuchung. Aus diesem Grund ist es besonders wichtig, dass die Röntgendiagnostik und die anschließende Bildinterpretation besonders genau und routiniert ausgeführt werden.

Im Sinne unserer Patienten und mit Berücksichtigung des Strahlenschutzes sollte

- anhand hochwertiger Bilder
- mit möglichst wenigen Aufnahmen
- eine routinierte Befundung mit
- detaillierter und auf den Fall abgestimmter Differenzialdiagnosenliste

erfolgen.

Dieses Buch soll bei der Interpretation von Röntgenbildern Hilfestellungen bieten. Als praxisnahes Buch konzipiert, eignet es sich sowohl für Studierende und Berufseinsteiger als auch für Erfahrenere, die ihren strukturierten Blick auf Röntgenbilder von Thorax und Abdomen überprüfen wollen.

Dem Buch liegt die Überzeugung zu Grunde, dass besonders zu Beginn der Arbeit mit Röntgenbildern, für eine konsistente Interpretation mit einer möglichst spezifischen Differenzialdiagnosenliste ein strukturiertes Vorgehen hilfreich ist.

Das Buch verzichtet an mehreren Stellen bewusst auf einzelne Erkrankungen oder Details, um dem Leser die Möglichkeit zu geben, zunächst einen Überblick über relevante Themen und eine allgemeine Herangehensweise zu bekommen. Anhand des Aufbaus der einzelnen Kapitel soll ermöglicht werden, im ersten Schritt das Erheben der Veränderung und im zweiten Schritt die strukturierte Interpretation an Beispielen nachzuvollziehen. Hierfür wird ein Schwerpunkt auf häufige Veränderungen gelegt. Sobald sich eine Routine in der Befundstruktur gebildet hat, kann es hilfreich sein für detailliertere Betrachtungen auf Quellen im Literaturverzeichnis zurück zu greifen.

In den Kapiteln 1–3 werden Grundlagen des Röntgen unter besonderer Berücksichtigung der Untersuchung von Thorax und Abdomen behandelt. Der Rest des Buches teilt sich in einen ersten Teil, der physiologische und pathologische Befunde am Thorax beschreibt und einen zweiten Teil, mit Normalbefunden und Veränderungen am Abdomen. Alle Kapitel schließen mit einer Zusammenfassung, Checkliste zur Bildbetrachtung oder speziellen Anmerkungen ab.

In den Abbildungen der Kapitel 4 bis 15 kommt eine **Farbkodierung** zum Einsatz, die im Folgenden genauer erläutert wird:

- physiologische Strukturen im Röntgenbild: gelb und blau
- pathologische Veränderungen: in der Regel rot
- flächige Veränderungen ausserhalb der Lunge: blau
- diffuse Veränderungen der Lunge: weiß
- fokale und multifokale Veränderungen der Lunge (nodulär und kavitär): rot
- flächige Infiltrate im Lungenparenchym: in der Regel grün
- Herzsilhouette: rot
- Arterien: rot
- Venen: blau
- Massen/Veränderungen des Magen-Darm-Traktes: rot
- Nieren: grün und gelb
- Harnblase: blau
- Pathologien am Harntrakt: rot

Der letzte Abschnitt des Buches besteht aus den Kapiteln 16–18. In Kapitel 16 werden Differenzialdiagnosenlisten als Flowcharts zusammengefasst. Diese bieten eine stufenweise Orientierung zu unterschiedlichen Themen. Sicherlich ergänzen sich diese „Listen“ mit wachsendem Erfahrungsschatz des Untersuchers und werden auch durch die Kombination mit „subjektiven Eindrücken“ mit der Zeit ergänzt.

Kapitel 17 zeigt beispielhaft Normalbefunde in Röntgenbildern auf und gibt zusätzlich die typischen Lokalisationen von Veränderungen wieder. Kapitel 18 nennt wichtige Quellen und weitere Literatur.

Der Aufbau des Buches folgt der Reihenfolge, in der die einzelnen anatomischen Strukturen während der Bildbetrachtung begutachtet werden. So kann das Buch auch als Nachschlagewerk während der Befundung zum Einsatz kommen. Die Leser können sich sowohl anhand der Lokalisation der Veränderung als auch anhand der Flowcharts und des Index im hinteren Teil des Buches orientieren um einzelne Fragen im Alltag zu klären.

Abschließend wünsche ich viel Freude und Erfolg beim Betrachten von Röntgenbildern und dass das Buch Sie beim Erarbeiten spannender Befunde unterstützen wird und damit eine praktische Hilfe im Alltag und in der Ausbildung darstellt.

Gießen, 2018

Kerstin von Pückler

Danksagung

Die Entstehung des vorliegenden Buches wäre ohne die Unterstützung durch Familie, Freunde und KollegInnen nicht möglich gewesen. Mein besonderer Dank gilt den beiden Mitautorinnen dieses Buches, Dr. Antje Hartmann und Dr. Charlotte Günther, die hochmotiviert mit mir an diesem Buch gearbeitet haben.

Frau Dr. Sandra Schmidt vom Thieme Verlag hat das Projekt ins Leben gerufen und unterstützt. Sie hat das Buch über einen weiten Weg begleitet - auch ihr gilt mein besonderer Dank. Eine weitere wichtige Hilfe waren Frau Dr. Nicola Schmidt, sowie Frau Dr. Marion Drachsel, die als Redakteurinnen dem Buch schließlich die wichtige Struktur verliehen haben.

Vielen Dank an alle MitarbeiterInnen des Schattauer und Thieme Verlages, ganz besonders an Frau Désirée Schwarz und Frau Dr. Carolin Frotscher für die wunderbare Zusammenarbeit und den „finalen Schliff“.

Außerdem herzlichen Dank an alle Helfer und Unterstützer, die mich motiviert und ermutigt haben. Danke an Dr. Bernd Tellhelm, dessen Begeisterung für die Radiologie und das Lehren immer eine Inspiration für mich ist. Ein weiterer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. Martin Kramer für die Erlaubnis, Bildmaterial aus der Klinik für Kleintiere der JLU Gießen einzubinden sowie Dr. Sebastian Schaub für die Unterstützung bei der Recherche von „besonderen Röntgenfällen“.

Zum Schluss ein herzliches Dankeschön an meinen Ehemann Tassilo, meinen Sohn Vincent und meine restliche Familie: für die Urlaubsreisen, die Abende, Nächte, Wochenenden und Feiertage durch die das Projekt uns begleitet hat und die Freiräume, die Ihr geschaffen habt, damit die Idee zu einem Buch werden konnte.

Gießen, 2018

Kerstin von Pückler

Farbkodierung der Kapitel 4–15

- physiologische Strukturen im Röntgenbild: gelb und blau
- pathologische Veränderungen: in der Regel rot
- flächige Veränderungen ausserhalb der Lunge: blau
- diffuse Veränderungen der Lunge: weiß
- fokale und multifokale Veränderungen der Lunge (nodulär und kavitär): rot
- flächige Infiltrate im Lungenparenchym: in der Regel grün
- Herzsilhouette: rot
- Arterien: rot
- Venen: blau
- Massen/Veränderungen des Magen-Darm-Traktes: rot
- Nieren: grün und gelb
- Harnblase: blau
- Pathologien am Harntrakt: rot

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5	5.2 Pathologische Befunde	33
Danksagung	6	5.2.1 Mediastinale Massen	33
Farbkodierung der Kapitel 4–15	6	5.2.2 Mediastinaler „Shift“	35
Anschriften	9	5.2.3 Reduzierte Sichtbarkeit mediastinaler Strukturen	36
		5.2.4 Verbesserte Sichtbarkeit mediastinaler Strukturen:	

Teil 1

Grundlagen und Untersuchung der Organe

1 Physikalische Grundlagen	12	6 Herz	43
<i>Kerstin von Pückler</i>		<i>Kerstin von Pückler</i>	
1.1 Röntgenstrahlen	12	6.1 Physiologische Befunde	43
1.2 Röntgenröhre	12	6.1.1 Messung des Vertebral Heart Score (VHS)	43
1.3 Artefakte	13	6.1.2 Die „Herzuhr“	45
2 Patientenlagerung und Aufnahmetechnik	15	6.2 Mögliche pathologische Befunde	46
<i>Kerstin von Pückler</i>		6.2.1 Veränderte Position	46
2.1 Vorbereitung	15	6.2.2 Fokale Veränderungen	47
2.2 Durchführung	15	6.2.3 Generalisierte Veränderungen	48
2.2.1 Thoraxröntgen	16	6.3 Häufige kardiologische Erkrankungen bei Hund und Katze	49
2.2.2 Abdomenröntgen	18	6.3.1 Kardiomyopathie bei Katzen	49
2.2.3 Zusätzliche Projektionen	18	6.3.2 Dilatative Kardiomyopathie	51
3 Befundaufbau	21	6.3.3 (Degenerative) Mitralklappeninsuffizienz	51
<i>Kerstin von Pückler</i>		6.3.4 Kongenitale Herzerkrankungen	52
3.1 Einleitung	21	7 Gefäße	56
3.2 Strukturierte Befundung des Thorax	22	<i>Antje Hartmann</i>	
3.3 Beschreibung der Befunde	25	7.1 Einleitung	56
4 Normalanatomie des Thorax	26	7.2 Physiologische Befunde der großen Gefäße	56
<i>Kerstin von Pückler</i>		7.2.1 Aorta	56
4.1 Einleitung	26	7.2.2 V. cava caudalis (VCC)	56
4.2 Extrathorakale Strukturen	26	7.2.3 V. cava cranialis und V. azygos	57
4.2.1 Weichteilgewebe	26	7.2.4 Truncus pulmonalis	57
4.2.2 Knöcherne Strukturen	26	7.3 Pathologische Befunde der großen Gefäße	57
4.2.3 Zwerchfell	26	7.3.1 Dilatation des Aortenbogens	57
4.2.4 Abgebildete Anteile des Abdomens	28	7.3.2 Fokale Dilatation der Aorta descendens	60
4.3 Intrathorakale Strukturen	28	7.3.3 Veränderungen des Verlaufs der Aorta	60
4.3.1 Trachea	28	7.3.4 Veränderungen der Dichte der Aorta, Mineralisationen	61
4.3.2 Mediastinum	28	7.3.5 Verbreiterung der V. cava caudalis	61
4.3.3 Gefäße	28	7.3.6 Verschmälerung V. cava caudalis	61
4.3.4 Pleura	29	7.3.7 Veränderungen des Verlaufs der V. cava caudalis	61
4.3.5 Lungenparenchym	31	7.3.8 Verbreiterung des Truncus pulmonalis	62
4.4 Altersbedingte Normalbefunde	31	7.4 Physiologische Befunde der Lungengefäße	63
5 Mediastinum	32	7.4.1 Kraniale lobäre Lungengefäße	63
<i>Kerstin von Pückler</i>		7.4.2 Kaudale lobäre Lungengefäße	64
5.1 Anatomie und physiologische Befunde	32	7.5 Pathologische Befunde der Lungengefäße	64
5.1.1 Anatomie	32	7.5.1 Reduzierter Gefäßdurchmesser/Hypovaskularität	64
5.1.2 Physiologische Befunde	32	7.5.2 Vergrößerter Gefäßdurchmesser	65

Anschriften

Herausgeber

Dr. med. vet. Kerstin **von Pückler**
Dipl. ECVDI; Fachtierärztin für Radiologie und andere
bildgebende Verfahren
Justus-Liebig-Universität Gießen
Klinik für Kleintiere
Frankfurter Str. 108
35392 Gießen

Mitarbeiter

Dr. med. vet. Charlotte **Günther**
Fachtierärztin für Radiologie und andere bildgebende
Verfahren;
Fachtierärztin für Chirurgie der Klein- und Heimtiere
Tierklinik Hofheim GbR
Katharina-Kemmler-Str. 7
65719 Hofheim
Deutschland

Dr. med. vet. Antje **Hartmann**
Dipl. ECVDI; Fachtierärztin für Radiologie und andere
bildgebende Verfahren
Tierklinik Hofheim GbR
Katharina-Kemmler-Str. 7
65719 Hofheim
Deutschland

Teil 1

Grundlagen und Untersuchung der Organe

1	Physikalische Grundlagen	12
2	Patientenlagerung und Aufnahmetechnik	15
3	Befundaufbau	21
4	Normalanatomie des Thorax	26
5	Mediastinum	32
6	Herz	43
7	Gefäße	56
8	Lunge	67
9	Abdomen und angrenzende Strukturen	89
10	Magen-Darm-Trakt	111
11	Leber.	137
12	Biliäres System	140
13	Pankreas.	141
14	Milz.	143
15	Harnwege.	146

1 Physikalische Grundlagen

Kerstin von Pückler

1.1 Röntgenstrahlen

Röntgenstrahlung wird zu den **ionisierenden Strahlen** gezählt. Ionisierende Strahlung verursacht eine Energieübertragung bei Interaktion mit Materie bzw. Gewebe. Durch die Interaktion der Röntgenstrahlen mit unterschiedlichen Elementen entstehen die typischen „Röntgenzeichen“ im Röntgenbild.

Man unterscheidet in der Projektionsradiografie 5 unterschiedliche **Dichten**: Gas-, Fett-, Weichteil-, Mineral- und Metaldichte. Es ist nicht möglich, unterschiedliche Weichteilgewebe oder Flüssigkeiten anhand ihrer Dichte zu unterscheiden, da sie die Röntgenstrahlung in ähnlichem Ausmaß abschwächen.

Röntgenstrahlen, die in der bildgebenden Diagnostik eingesetzt werden, bestehen nur zu einem geringen Teil aus den sog. **charakteristischen Röntgenstrahlen**. Den größten Anteil am „Nutzstrahlenbündel“ haben sog. **Bremsstrahlen**. Physikalisch betrachtet handelt es sich bei Röntgenstrahlung um eine **elektromagnetische Wellenstrahlung**.

1.2 Röntgenröhre

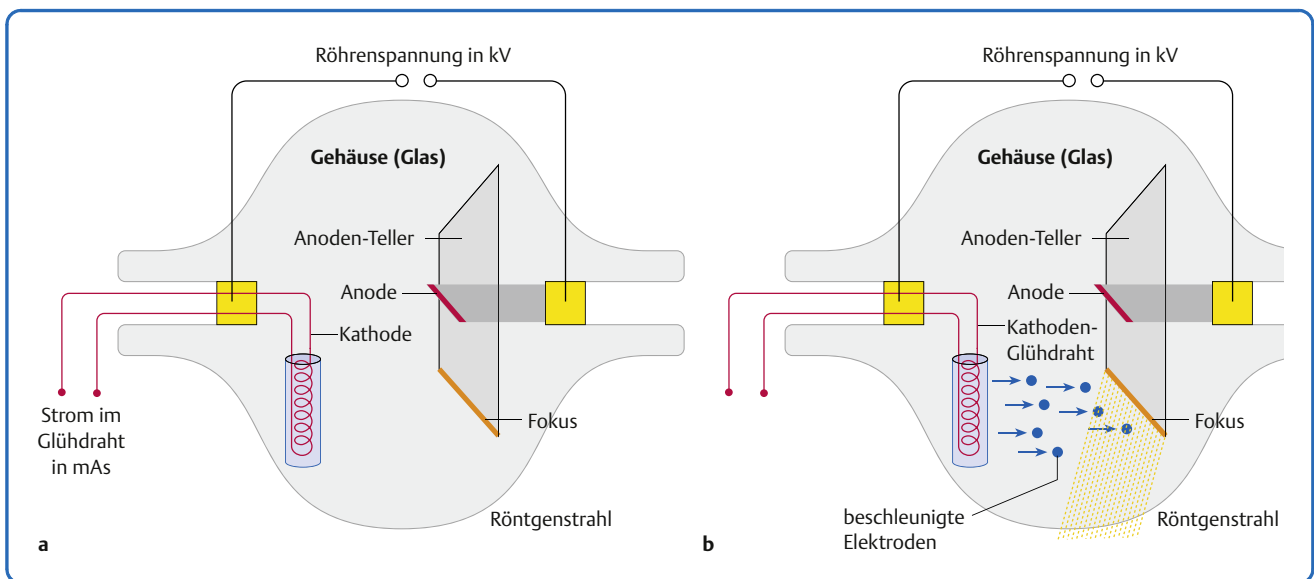
Die wichtigsten Bestandteile der Röntgenröhre (► Abb. 1.1) sind die Kathode und die Anode (► Abb. 1.1a). Sie werden vom Gehäuse der Röntgenröhre in einem Vakuum umgeben. Die **Kathode** repräsentiert den „Glühdraht“ und besteht i. d. R. aus

1 oder 2 Wolframdrähten, die von einem definierten Strom durchflossen werden können. Die **Anode** besteht üblicherweise aus einem sog. Anodenteller. Diese Scheibe aus einer Wolframlegierung rotiert während der Entstehung der Röntgenstrahlen, um Hitze gleichmäßig und damit möglichst „materialschonend“ über den Anodenteller zu verteilen.

Zur Herstellung von Röntgenstrahlen müssen 3 besondere Einstellungen beachtet werden:

- die Stärke des Stroms, der durch den Kathodendraht fließt
- die Dauer dieses Stromflusses
- die Spannung, die zwischen Kathode und Anode angelegt wird

Der Strom fließt mit den zuvor vom Untersucher am Gerät angewählten Milliampere durch den Kathodendraht in einer definierten Zeit, die in Sekunden ausgedrückt wird (Milliampere Sekunden, mAs). Dabei werden durch den **thermionischen Effekt** bei Erhitzen des Drahts Elektronen freigesetzt, die sich als Elektronenwolke um die Kathode sammeln. Diese Elektronen werden anschließend durch das Anlegen einer Spannung, die durch Einstellen der notwendigen Kilovolt bestimmt wird, vom Glühdraht zum Anodenteller beschleunigt (► Abb. 1.1b). Dort kommt es zu unterschiedlichen Interaktionen der Elektronen mit dem Anodenmaterial. Vorwiegend entstehen Bremsstrahlung und Wärme. Die Intensität der entstehenden Strahlung hängt dabei direkt von der angelegten Röhrenspannung und damit der Beschleunigung der Elektronen ab. Die Quantität der entstehenden Röntgenstrahlen hängt von der Dauer des Stromflusses am Glühdraht ab.



► Abb. 1.1 Röntgenröhre.

a Schematische Darstellung einer Röntgenröhre mit ihren wichtigsten Bestandteilen Kathode und Anode.

b Die Elektronen (blau) werden durch Anlegen einer Spannung (kV) im Vakuum zur Anode hin beschleunigt.

! Merke
Die Intensität der Röntgenstrahlung hängt von der Röhrenspannung (in Kilovolt, kV) ab.

Aus Bremsstrahlung und Röntgenstrahlung entsteht das Nutzstrahlenbündel. Die Bremsstrahlung weist ein breites Spektrum von niedrig- und hochenergetischen Röntgenstrahlen auf. Dabei ist die größtmögliche Intensität die „kVp“ (kilovoltage peak). Hierbei wird ein Elektron mit maximal möglicher Beschleunigung von der Anode angezogen und gibt bei Interaktion mit dem Anodenmaterial seine Energie vollständig an die entstehende Bremsstrahlung weiter.

Mithilfe von in der Röhre platzierten **Filtern** (z. B. Aluminium) wird besonders niedrigerenergetische Strahlung vom Nutzstrahlenbündel entfernt. Dies dient der Reduktion der Strahlenbelastung des Patienten und verbessert die Bildqualität.

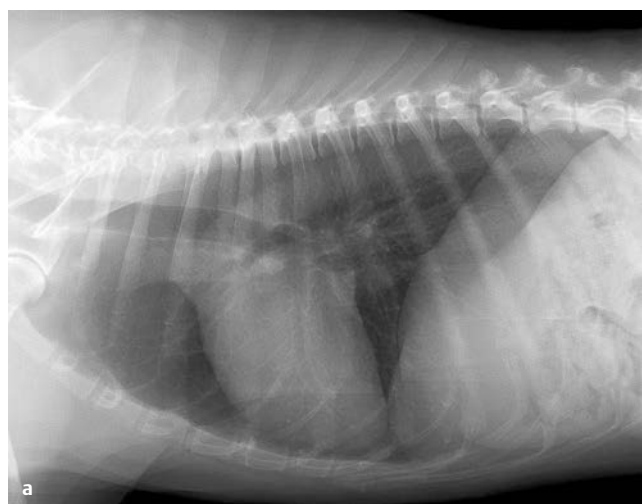
Bei der Anwendung von Röntgenstrahlen sollte man allerdings daran denken, dass es keinen homogenen, optimalen Nutzstrahl geben kann, sondern nur maximale Werte angegeben werden können.

! Merke
„Kilovolt (kV)“ bestimmen die Strahlenhärte und damit die sog. „Qualität“ und Durchdringungsfähigkeit der Röntgenstrahlen, während „Milliamperesekunden (mAs)“ die Strahlenmenge und damit die „Quantität“ bestimmen.

1.3 Artefakte

Artefakte sind als Strukturen definiert, die zwar im Röntgenbild sichtbar sind, jedoch keiner real existierenden Struktur entsprechen.

▶ Definition
Sinngemäß wird ein **Artefakt** definiert als „unbeabsichtigter künstlicher Kausalzusammenhang durch Fehler in der Datenerhebung oder Verarbeitung“.



▶ **Abb. 1.2** Laterale Röntgenaufnahme der Brustwirbelsäule eines Hundes: Durch Bewegung während der Belichtung kommt es zu „Doppelkonturen“ und zum Verwischen des Bildes.

Artefakte können anhand ihres Entstehungszeitpunkts in mehrere Kategorien unterteilt werden:

- Artefakte, die **vor der Belichtung** entstehen. Beim konventionellen Röntgen spielen hier v.a. die Lagerungsbedingungen der Röntgenfilme und Folien eine wichtige Rolle. Nur ein trocken und dunkel gelagerter Film kann ein optimales Bild aufnehmen. Im digitalen Röntgen sind besonders Installations- und Softwarefehler an Artefakten schuld.
- Artefakte, die **bei der Belichtung** entstehen. Falsch eingelegte Filme, unpassende Belichtungsparameter oder Bewegungen des Patienten (sog. Bewegungsartefakt) können eine große Rolle spielen.
- Artefakte, die **bei der Nachbearbeitung** oder **Lagerung** entstehen.

Eines der häufigsten Artefakte ist das **Bewegungsartefakt** (▶ **Abb. 1.2**). Durch physiologische Bewegung (Atmung, Herzschlag) oder durch Abwehrbewegungen des Patienten kommt es zu unscharfen Grenzen im Röntgenbild und Doppelkonturen. „Verwischte“ Areale machen eine verlässliche Befundung häufig unmöglich. Um Bewegungsartefakte zu vermeiden, sollten am Thorax kurze Belichtungszeiten eingesetzt werden. Optimal ist eine Belichtung bei maximaler Inspiration, da eine kurze „Be-



▶ **Abb. 1.3** Laterolaterale Röntgenaufnahmen des Thorax beim Hund: Beispiele für Überbelichtung (a) und Unterbelichtung (b).

wegungspause“ entsteht, wenn das Thoraxvolumen maximal ist.

Artefakte im konventionellen Röntgenbild sind häufig **Unter- oder Überbelichtung** der Aufnahme oder **fehlerhafte Film-entwicklung**. Die entstandenen Röntgenbilder sind entweder zu dunkel (Überbelichtung) oder zu hell (Unterbelichtung) (► Abb. 1.3). Bei der Filmentwicklung können Beschädigungen



► **Abb. 1.4** Beispiel für eine Farbschleierbildung. Die ventrodorsale Aufnahme des Beckens bei einem Hund zeigt durch Oxidation einen gleichmäßigen Farbschleier.

der Emulsion auf dem Film zu Kratzern, Knicken, dunklen Bereichen oder elektrostatischen Entladungen mit schwarzen Linien führen.

Ein häufiger Fehler bei der Entwicklung von Röntgenfilmen ist die **mangelhafte „Fixierung“** des entwickelten Films. Dies führt zur späteren Oxidation der Bilder mit Farbschleier. Die Bilder werden mit der Zeit immer weniger sichtbar (► Abb. 1.4).

Für eine optimale Kontrastdarstellung sollte im konventionellen Röntgen auf die Anwendung einer passenden Film-Folien-Kombination geachtet werden, während in der digitalen Radiografie auf die Anwendung passender Algorithmen (Software-Voreinstellungen) sowie den Einsatz von veterinärmedizinischer Software geachtet werden sollte.

Unterbelichtung ist auch in **digitalen Röntgenbildern** möglich. Hierbei entsteht ein schlechtes „Signal-zu-Rausch-Verhältnis“ und die Bilder bekommen eine generalisierte Körnigkeit, welche die Befundung kleiner Strukturen sehr schwierig machen kann (► Abb. 1.5).

Sowohl für das Röntgen des Thorax als auch für das Abdomen ist eine hervorragende Bildqualität entscheidend.

! Merke

Um Bewegungsartefakte zu vermeiden, sollte die kurze (!) Belichtung bei der Thoraxröntgenaufnahme in maximaler Inspiration erfolgen.



► **Abb. 1.5** Kopf einer Katze im laterolateralen Strahlengang: Durch Unterbelichtung (a) entsteht im digitalen Röntgen ein körniges Bild, das im Vergleich zum optimal belichteten Bild (b) deutlich weniger Details erkennen lässt.

2 Patientenlagerung und Aufnahmetechnik

Kerstin von Pückler

2.1 Vorbereitung

Zur Vorbereitung der Röntgenaufnahme gehört das Bereitlegen von Lagerungs- bzw. Positionierungshilfen wie Schaumstoffkeilen und Sandsäcken. Weiterhin sollte sichergestellt werden, dass die Belichtungswerte dem Patienten angepasst sind. Für Röntgenbilder des Thorax bedeutet dies kurze Belichtungszeiten (Milliamperesekunden, mAs) bei gleichzeitig höherer Röhrenspannung (Kilovolt, kV). Die Belichtung sollte durch das Erstellen einer Belichtungstabelle an die jeweilige Röntgenanlage und den Detektor sowie den Patienten (Größe/Ernährungszustand) angepasst werden.

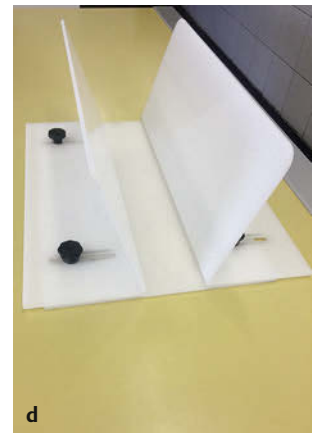
Falls der Zustand des Patienten es zulässt, ist es im Sinne des Strahlenschutzes für das Personal sinnvoll, Röntgenbilder in **Sedation** oder **Narkose** anzufertigen. Die Vorteile sind zum einen die Möglichkeit zur korrekten Lagerung mithilfe von Lagerungskissen und zum anderen die Möglichkeit, durch die Beatmung des Patienten eine maximale Ausdehnung der Lunge

(maximale Inspiration) für die Röntgenaufnahme zu erreichen. Damit werden beste Voraussetzungen für die Beurteilung der Lungenstruktur im Röntgenbild geschaffen.

2.2 Durchführung

In Hinblick auf den **Strahlenschutz** des Personals und des Patienten sind mehrere Punkte zu betrachten:

- Der Ablauf der Untersuchung sollte standardisiert und strukturiert sein. Im Röntgenraum sind nur die Personen anwesend, die für die Durchführung der Aufnahmen absolut notwendig sind. Schwangere Personen und Minderjährige haben keinen Zutritt als Tierbegleitperson.
- Anstatt den Patienten „von Hand“ zu positionieren, sollten, wo immer möglich, **Lagerungshilfen** zum Einsatz kommen. Hierzu gehören Kissen, Sandsäcke, Schwämme, Schaumstoffe, Bänder und Bandagen (► Abb. 2.1).



► **Abb. 2.1** Lagerungshilfen zur Stabilisierung des Thorax.

- a Schaumstoffkeile.
b Schaumstoffkeile.
c Sandsäcke.

- d Plastikwannen.
e Schaumstoffwanne.
f Schaumstoffwanne.
g Decken.

- Wann immer sinnvoll, v.a. aber bei besonders unruhigen Patienten, sollte eine **Sedation** oder **Narkose** durchgeführt werden.
- In allen Fällen kommen **Kassettenhalter** zum Einsatz. Ein manuelles Positionieren des Detektors ist nicht zulässig.
- Während der Röntgenexposition sollte das helfende Personal neben einer **Röntgenschürze** auch einen **Schilddrüsenschutz**, **Handschuhe** und ggf. **Bleiglasbrillen** tragen.
- Der Röntgenstrahl wird so eng wie möglich und so weit wie nötig eingeblendet.

2.2.1 Thoraxröntgen

Zunächst werden Lagerungskissen bereitgelegt. Der Detektor wird für die entsprechende Aufnahme vorbereitet. Im konventionellen Röntgen bedeutet das, dass ein Film-Folien-System ausgewählt wird. Bei indirekten digitalen Röntgenanlagen wird die Kassette für den Patienten ausgewählt, während in der direkten digitalen Radiografie lediglich die passende Voreinstellung (Algorithmus) angewählt wird. Für kleine Hunde und Katzen sind Formate bzw. Einblendungen in einer Größe von 18 cm × 24 cm bzw. 24 cm × 30 cm ausreichend. Für größere Tiere wird das Format 30 cm × 43 cm gewählt. Bei der Auswahl ist darauf zu achten, dass der kaudale Anteil des Lungenfeldes bei maximaler Inspiration vollständig abgebildet wird. Das bedeutet, dass der Detektor den Bereich zwischen der Apertura thoracis cranialis und der caudalen Endplatte von L1 abdecken sollte.

Ab eine Objektdicke von ca. 10–15 cm kommt ein Röntgenraster zum Einsatz, um die Bildqualität durch Abfangen der im Patienten entstehenden Streustrahlung zu verbessern. Gebräuchliche Raster sind 8:1- oder 12:1-Raster.

Laterolateraler Strahlengang

Der Patient wird in **Seitenlage** verbracht. Bei tiefbrüstigen Hunden mit spitzer Thoraxkonformation werden Keile unter das Sternum gelegt, um eine Rotation des Thorax entlang der Längsachse zu vermeiden (► Abb. 2.2).

Es wird darauf geachtet, dass Sternum und Proc. spinosus der Wirbelsäule in einer einheitlichen horizontalen Ebene liegen. Dies wird durch Palpation der Knochenpunkte überprüft. Anschließend werden die Vordergliedmaßen so weit wie möglich nach kranial gebracht, um eine Überlagerung des kranialen Thorax mit dem Weichteilschatten des M. triceps brachii zu vermeiden. Die Position der Vordergliedmaßen kann durch den Einsatz von kleineren Sandsäcken optimiert werden (► Abb. 2.3). Abschließend wird der Zentralstrahl mithilfe des „Fokuskreuzes“ auf die Region kaudal des Schultergelenks gerichtet. Danach folgt die Kollimation (Anpassen) des Röntgenstrahls mithilfe der Blenden. Der gesamte Thorax von der Apertura thoracis cranialis bis zum 1. Lendenwirbelkörper wird abgebildet. Hierfür wird der hintere Rand des Rippenbogens bis zur Wirbelsäule palpirt und die Blenden werden ange-



► **Abb. 2.2** Positionierung eines tiefbrüstigen Hundes. Um die Rotation entlang der Längsachse des Thorax zu vermeiden, werden Schaumstoffkeile unter das Sternum gelegt.



► **Abb. 2.3** Die Positionierung der Vordergliedmaßen wird durch den Einsatz von Sandsäcken optimiert (hier am Beispiel eines Ellbogenröntgen dargestellt).

passt. Je nach Fragestellung und Größe des Patienten wird die Wirbelsäule in das Röntgenbild eingeschlossen.

Bei **intubierten Patienten** wird die Lunge mit einem Druck von ca. 15 mmHg gebläht und dann das Röntgenbild angefertigt. In Narkose kann innerhalb weniger Minuten eine Atelektase der Lungenlappen entstehen. Aus diesem Grund sollten Röntgenbilder so bald wie möglich nach Narkoseeinleitung erstellt werden. Zusätzlich sollten wechselnde Lagerungen beim Transport des Patienten (bevorzugt sternal) eingesetzt werden und eine Ventilation mit ausreichend hohem Druck angestrebt werden.

Die Kombination aus **2** zueinander senkrecht orientierten **Röntgenaufnahmen** ist als Minimum zu betrachten, um eine dreidimensionale Struktur korrekt zweidimensional abzubilden und beurteilen zu können. Eine Ausnahme stellt hier das Screening im Hinblick auf Metastasen dar. Hier ist eine Kombination aus rechts und links anliegender Aufnahme wichtig, um alle Lungenanteile ventiliert darstellen zu können, während die senkrecht orientierte ventrodorsale Aufnahme nur in einem geringen Prozentsatz zusätzliche Informationen bringt.

Ob eine rechts bzw. links anliegende Aufnahme oder eine Kombination aus mehreren Aufnahmen angefertigt wird, hängt von der Fragestellung ab. In Seitenlage wird der „oben liegende“, tischferne Lungenanteil deutlicher dargestellt, da dieser vollständig ventiliert ist. Aufgrund der Lagerung und des Drucks, der durch die mediastinalen Strukturen ausgeübt wird sind die „unten liegenden“, tischnahen Lungenanteile i. d. R.



► **Abb. 2.4** Korrekte Lagerung des Thorax einer Katze im lateralen Strahlengang: Die Rippenpaare überlagern sich vollständig und die Wirbelkörper werden orthograd abgebildet. Alle Anteile des Thorax wurden in das Röntgenbild eingeschlossen.

teilweise oder vollständig kollabiert. Durch das Fehlen des Kontrastgebers „Gas“ im kollabierten Lungenanteil fehlt auch die Abgrenzbarkeit der unterschiedlichen anatomischen Strukturen.

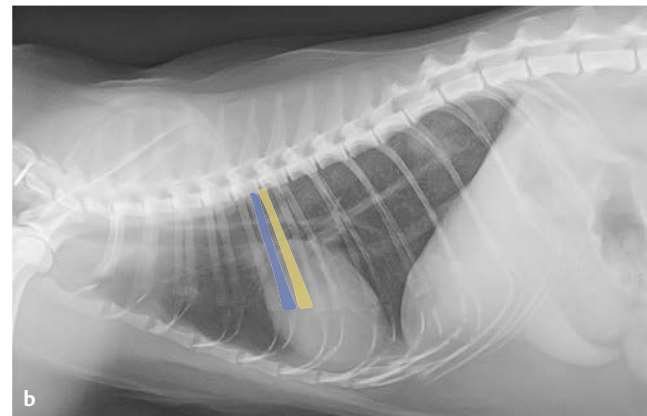
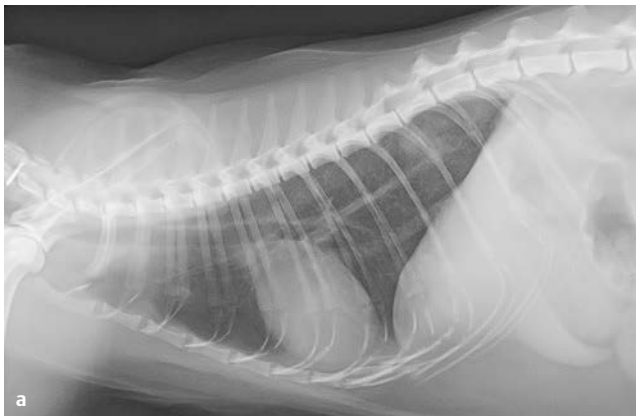
Im Anschluss werden die Röntgenaufnahmen in Hinblick auf Lagerung und Technik und damit ihre Auswertbarkeit überprüft. ► **Abb. 2.4** zeigt eine optimale Lagerung des Thorax bei einer Katze. In ► **Abb. 2.5** dagegen ist eine verkippte Aufnahme dargestellt.

Ventrodorsaler Strahlengang

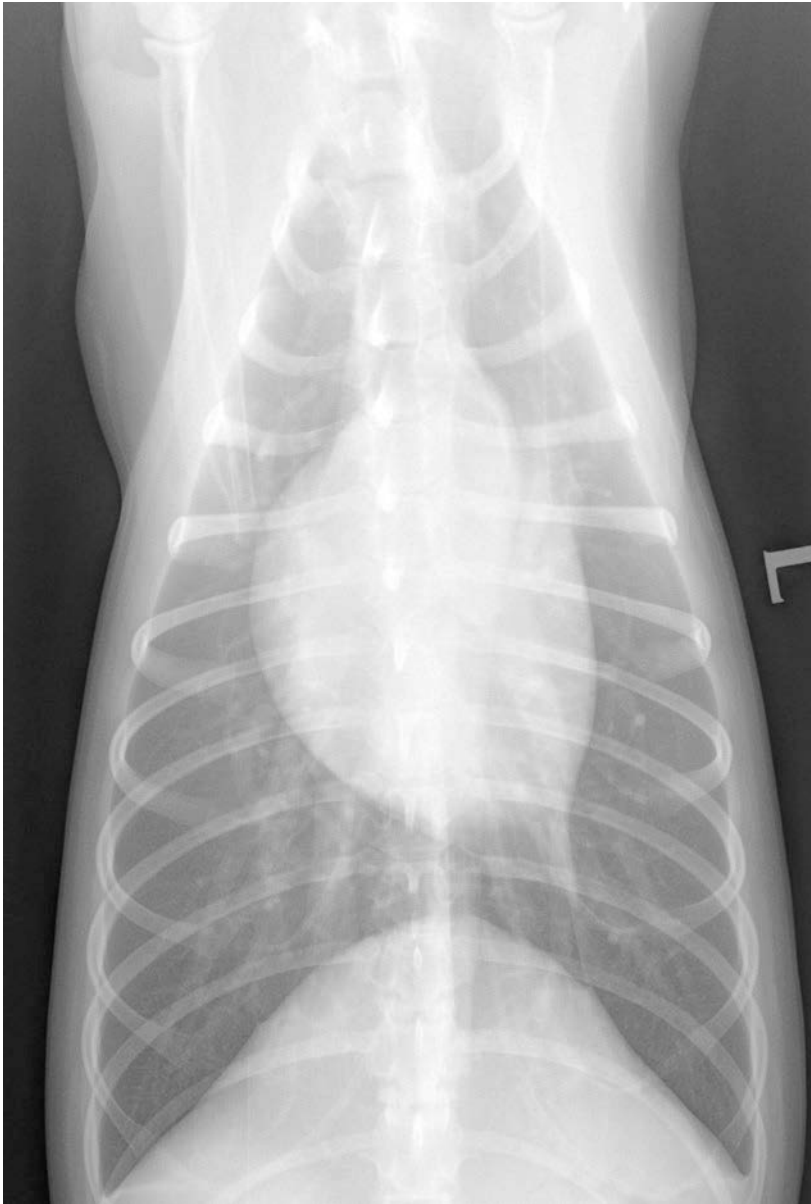
Im Anschluss an die laterolaterale Röntgenaufnahme folgt die ventrodorsale oder dorsoventrale Projektion.

Bei der Lagerung dieser Projektionen ist auf eine optimale Symmetrie zu achten. Das bedeutet, dass sich die Wirbelsäule senkrecht über das Sternum projiziert (► **Abb. 2.6**). ► **Abb. 2.7** zeigt eine verkippte Aufnahme.

Die **Belichtung** sollte so eingestellt werden, dass im digitalen Röntgenbild die Knochenstruktur ausreichend detailliert dargestellt wird, während die Struktur der Lungen ebenfalls sichtbar ist. Hierfür sind Algorithmen notwendig, die den besonders hohen „intrinsischen“ Kontrast (das heißt: der eigene Kontrast der Struktur) des Thorax mit knöchernen und gasgefüllten Strukturen berücksichtigen.



► **Abb. 2.5** (a) „Verkippte“ Aufnahme des Thorax einer Katze im laterolateralen Strahlengang. (b) Die Rippenpaare (farbig markiert) sind divergent, die Wirbelkörper entlang der Längsachse rotiert. Die gelbe und blaue Linie markieren ein gegenüberliegendes Rippenpaar und sollten bei einem guten Röntgenbild übereinanderliegen und nicht zu unterscheiden sein.



► **Abb. 2.6** Korrekte Lagerung des Thorax eines Hundes im ventrodorsalen Strahlengang: Die Wirbelsäule ist gerade und gestreckt, das Sternum überlagert sich vollständig mit der Wirbelsäule, die Rippenpaare sind symmetrisch ausgerichtet.

2.2.2 Abdomenröntgen

Die Schritte bei der Ausführung einer Abdomenröntgenaufnahme sind mit denen am Thorax vergleichbar. Nach der Vorbereitung der Lagerungshilfen wird der Patient zunächst in Seitenlage verbracht. Ob rechte oder linke Seitenlage notwendig sind, hängt von der Fragestellung bzw. vermuteten Erkrankung ab.

Bei der Lagerung des Abdomens sollte ebenfalls darauf geachtet werden, dass keine Längsachsenrotation besteht. Hier können Schaumstoffkeile am Thorax und Sandsäcke im Bereich der Hintergliedmaßen hilfreich sein.

2.2.3 Zusätzliche Projektionen

Je nach Fragestellung kann es notwendig sein, zur genaueren Beurteilung spezielle Projektionen oder Techniken anzuwenden. Hierzu gehören:

- **Schrägprojektionen:** Damit können Veränderungen im Thorax orthograd und damit im Röntgenbild deutlicher sichtbar dargestellt werden. Diese Sonderform der Projektion hat sich bei Pleuraveränderungen oder Veränderungen einzelner Lungenlappen als hilfreich erwiesen.