

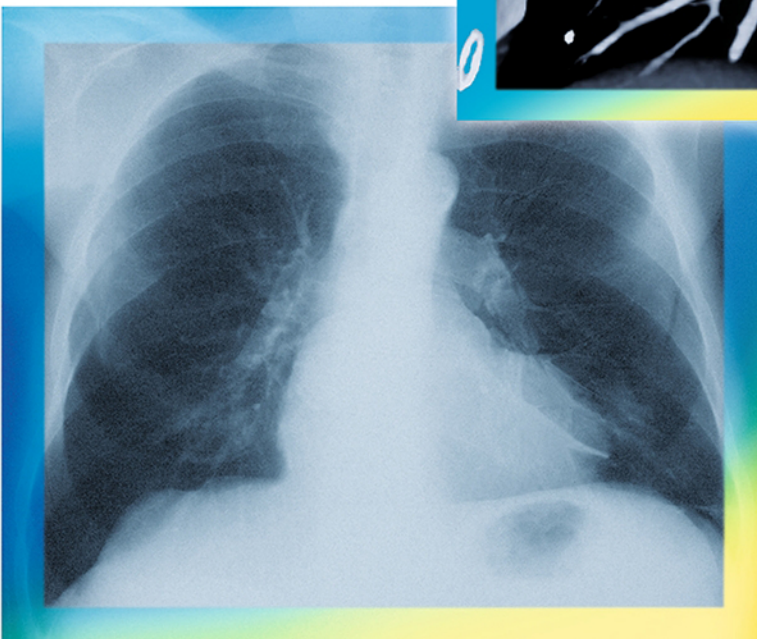
# Trainer Thoraxdiagnostik

Systematische kardiopulmonale Bildanalyse

Johannes Kirchner

2., unveränderte Auflage

 Online-Version in der eRef







# Trainer Thoraxdiagnostik

Systematische kardiopulmonale Bildanalyse

Johannes Kirchner

2., unveränderte Auflage

630 Abbildungen  
15 Tabellen

Georg Thieme Verlag  
Stuttgart · New York

Priv.-Doz. Dr. med. Johannes Kirchner  
Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie  
Allgemeines Krankenhaus Hagen gem. GmbH  
Grünstraße 35  
58095 Hagen

*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.

**Wichtiger Hinweis:** Wie jede Wissenschaft ist die Medizin 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.

1. Auflage 2010

1. englische Auflage 2011

1. türkische Auflage 2012

1. chinesisch-taiwanesishe Auflage 2015

© 2010, 2018 Georg Thieme Verlag KG  
Rüdigerstraße 14  
70469 Stuttgart  
Deutschland  
Telefon: + 49/(0)711/8931-0  
Unsere Homepage: [www.thieme.de](http://www.thieme.de)

Printed in Germany

Zeichnungen: Adrian Cornford, Reinheim-Zeilhard  
Umschlaggestaltung: Thieme Gruppe  
Umschlaggrafik: Martina Berge, Erbach  
Satz: Ziegler und Müller, Kirchentellinsfurt  
gesetzt auf APP/3B2, V. 9  
Druck: Aumüller Druck, Regensburg

DOI: 10.1055/b-006-149392

ISBN 978-3-13-242475-3

1 2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:  
eISBN (PDF) 978-3-13-242476-0

Geschützte Warennamen (Warenzeichen) werden **nicht** 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 Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

*Für Esther-Maria,  
Fridolin und Amanda-Lioba*

# Vorwort

Während Jean Paul Friedrich Richter (\* 1763 † 1825) die Vorrede als höchstes Vergnügen der Autorenschaft zelebrierte, wird das klassische Vorwort heute oft von der Kaufinteressenten werbenden vierten Umschlagseite verdrängt und weniger als Rechtfertigung für das in Umlauf Gesetzte verstanden. Einige Gedanken zu Konzeption und Sinn sowie notwendige Dankesworte möchte der Autor dennoch voranschicken.

Die Beschäftigung mit den Erkrankungen der Thoraxorgane – und somit zwangsläufig der Übersichtsaufnahme als deren Standarduntersuchung – ist ein wesentlicher Bestandteil ärztlichen Handelns. Für die Diagnostik von Herz und großen Gefäßen ist diese Aussage immer gültig geblieben; aber auch die pulmonalen Erkrankungen erlangen nach dem zwischenzeitlichen Niedergang der klassischen, überwiegend pathiologisch orientierten Lungenheilkunde wieder eine steigende Bedeutung in klinischer Praxis und Forschung.

Dieses aus der täglichen Arbeit als Lernender und Lehrender mit Studierenden, Weiterbildungsassistenten und klinischen Kollegen entstandene Buch soll dem Leser ermöglichen, die wichtigen im klinischen Alltag auftretenden Fragestellungen der Thoraxübersichtsaufnahme sicher zu beantworten. Immer ist man als Diagnostiker genötigt, seine Wertung gegenüber anderen, vorgefassten Meinungen zu verteidigen. Nichts ist schwieriger, als bereits bestehende falsche Auffassungen zu korrigieren; hier hilft oft nur die geduldige Überzeugungsarbeit der den „gefühlten“ Röntgenbefund ersetzenden sachlichen Analyse.

Der vorgelegte Trainer Thoraxdiagnostik will hierbei Aufmerksamkeit und Gefallen wecken für eine an morphologischen Einzelzeichen orientierte Befundung. Es soll nicht gesagt werden, dass die eher intuitive Befundung von Röntgenaufnahmen anhand von Engrammen falsch sein muss, sie setzt aber eine umfangreiche Erfahrung und langjährige intensive Begleitung während der Ausbildung voraus; Letztere ist durch Stellenverknappung und Facharztmangel rar geworden. Auch konstatiert man ein auffallendes Defizit an Fachbüchern mit schrittweise analysierendem Charakter; die gängigen Lehr- und Handbücher der Radiologie zeichnen sich wohl durch umfangreiche Schilderungen von Ätiologie, Pathophysiologie und Klinik aus, die eigentlichen Röntgenzeichen (welcher Befund steht für diese Krankheit?) werden jedoch meist knapp behandelt.

Das vorgelegte Werk versteht sich somit als Ergänzung umfangreicherer Lehrbücher der Thoraxradiologie, gewissermaßen auch als Surrogat erfahrener Oberärzte, unter deren Anleitung wir Anfang der 90er-Jahre in der Radiologischen Klinik der Johann Wolfgang Goethe Universität in Frankfurt/Main unter ihrem damaligen Direktor Prof. Dr. Jürgen Kollath lernen durften. Hier möchte ich dankend meine akademischen Lehrer Herrn Prof. Dr. Dieter Liermann, Bochum, Herrn Priv.-Doz. Dr. Ulrich Lörcher, Wiesbaden, und Herrn Prof. Dr. Volkmar Jacobi, Frankfurt/Main, erwähnen.

Der Aufbau des Trainer Thoraxdiagnostik folgt weitgehend dem mittlerweile bewährten Doppelseitenprinzip, das Lehrtext mit erläuternden Grafiken den eigentlichen Abbildungen gegenüberstellt. Jedes Kapitel wird durch einige beispielhafte Übungsfälle abgeschlossen, die Appetit wecken sollen auf das Erforschen oder Anlegen eigener Fallsammlungen. Dem Leser wird auffallen, dass wir vollständig auf Literaturverweise verzichteten; dies geschah ganz bewusst, da eine Vertiefung des Gelesenen über den mittlerweile ubiquitär verbreiteten Internetzugriff auf die bekannten Suchmaschinen eine jeweils aktuellere und umfangreichere Information ermöglicht, als dies ein noch so ausgedehntes Literaturverzeichnis jemals vermöchte.

Die in jedes Kapitel sparsam eingestreuten historischen Anmerkungen dienen trotz der naturgemäßen Begrenztheit neben der Auflockerung des theoretischen Textes und Memohilfe auch dem ganz bewussten Erinnern an diejenigen, welche uns vorausgingen und unser heutiges Wissen ermöglichten.

Man wird dem Buch Lücken vorwerfen können, aber die Begrenzung auf das Wesentliche erscheint wichtiger als ein enzyklopädischer Ansatz: Eine atypische Pneumonie wird richtig erkannt, wenn man die Grundlage der infiltratypischen Verschattungen erlernt hat – auch ohne Raritäten wie z.B. das Erscheinungsbild einer Mucorpneumonie gesehen zu haben. So habe ich bewusst (aber teils schmerzvoll) auf besonders spektakuläre Fälle verzichtet, wollte ich doch dem Erkennen von alltäglichen Befunden Rechnung zollen. Gerade den gewöhnlichen Befunden, welchen in der wissenschaftlichen Literatur oft wenig Aufmerksamkeit gegeben wird, sollte breiter Raum eingeräumt werden. Als Beispiel möchte ich hier die Manifestationen der weit verbreiteten (Raucher-) Bronchitis nennen. Es zeigt sich eine auffallende Diskrepanz zwischen Häufigkeit der Verwendung von Termini wie „Peribronchitis“, „Zeichen der chronischen Bronchitis“, „bronchitische Zeichnungsvermehrung“ etc. im radiologischen Alltag und Definitionen dieser Schlüsselbegriffe im entsprechenden Schrifttum. Ich hoffe, gerade auch vor dem bedeutsamen sozioökonomischen Hintergrund dieser Veränderungen, einen Beitrag zur weiteren Begriffsklärung geleistet zu haben.

Die zu diesen Ergebnissen führenden Untersuchungen wären nicht möglich gewesen ohne die jahrelange enge Zusammenarbeit mit klinischen Kollegen; dankend erwähnen möchte ich an dieser Stelle den von mir sehr verehrten vormaligen Direktor der Klinik für Lungenheilkunde des Universitätsklinikums Frankfurt/Main, Herrn Prof. Dr. Jürgen Meier-Sydow, dem ich während meiner internistischen Ausbildung auf seiner Privatstation assistieren durfte. Ein ganz besonderer Dank gilt aber auch meiner lieben Frau Dr. Esther-Maria Kirchner, die mir als leitende Oberärztin der Abteilung für Hämatologie und Onkologie des Universitätsklinikums Herne/Bochum die anhaltende Verbindung zur Inneren Medizin erhielt und ohne deren Unterstützung und ausdauernden Ansporn das Schreiben dieses Buchs nicht möglich gewesen wäre.

Abschließend möchte ich den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Thieme Verlages danken, insbesondere Herrn Dr. Christian Urbanowicz, Frau Susanne Huiss M.A. sowie Herrn Rolf Zeller, dass sie sich vom vorgelegten Konzept anstecken ließen und das Projekt professionell und liebevoll begleitet haben sowie mit großem Engagement vorantrieben. Und nicht zuletzt gilt natürlich

mein ganz besonderer Dank dem Verleger Herrn Dr. h.c. Albrecht Hauff, der das unternehmerische Risiko trug und die Herausgabe meines Buches in Großformat und überaus reicher Ausstattung überhaupt erst ermöglichte.

Hagen

Johannes Kirchner



# Inhaltsverzeichnis



## 1 Herzinsuffizienz

1

<b>Allgemeines</b> .....	2	<b>Linksherzinsuffizienz</b> .....	32
Herzgröße .....	2	Exkurs: Pathophysiologie .....	32
Exkurs: Röntgenanatomie Herz .....	6	Umverteilung .....	34
<b>Linksherzvergrößerung – linker Ventrikel</b> .....	18	Interstitielles Ödem .....	36
Hypertoniekonfiguration .....	18	Alveoläres Ödem .....	38
Unterscheidung Druck-/Volumenbelastung .....	20	Rückbildung/chronische Stauung .....	42
Vorsicht bei Obstruktion .....	22	<b>Rechtsherzinsuffizienz</b> .....	44
Linker Vorhof .....	24	Vergrößerung des rechten Vorhofs .....	44
Vorhofkernschatten .....	24	Verbreiterung des Gefäßbands .....	44
Vorwölbung des Herzohrs .....	24	Aufweitung der Vena azygos .....	44
Aufspreizung der Karina .....	24	Verringerte Lungenstauung .....	46
<b>Rechtsherzvergrößerung – rechter Ventrikel</b> .....	26	CT-Untersuchung .....	46
Rechter Ventrikel .....	26	<b>Übungsfälle</b> .....	49
Rechter Vorhof .....	28		



## 2 Bronchitis

59

<b>Allgemeines</b> .....	60	Obstruktive Form .....	72
Trachea .....	62	Proliferative Form .....	72
Bronchien .....	62	<b>Bronchiektasen</b> .....	74
Bronchiolen/Bronchiolus terminalis .....	62	<b>Lungenemphysem</b> .....	78
<b>Akute Bronchitis</b> .....	64	Volumen pulmonum auctum („akutes Emphysem“) .....	78
<b>Chronische Bronchitis</b> .....	66	Altersemphysem .....	78
Peribronchiale Zeichnungsvermehrung .....	68	Emphysem im engeren Sinne .....	80
Mikronoduli .....	68	Begleitphänomene .....	84
Obstruktiver Fassthorax .....	70	Sonderformen .....	88
Pulmonal-arterielle Hypertonie .....	70	<b>Übungsfälle</b> .....	91
<b>Bronchiolitis</b> .....	72		



## 3 Pneumonie

101

<b>Allgemeines</b> .....	102	Pneumocystis-carinii-Pneumonie .....	124
<b>Alveoläre Pneumonie</b> .....	104	Pulmonale Aspergillose .....	128
Exkurs: alveoläres Muster .....	104	<b>Tuberkulose</b> .....	132
Lobärpneumonie .....	108	Primärtuberkulose .....	134
Herd-/Bronchopneumonie .....	116	Miliartuberkulose .....	136
<b>Interstitielle Pneumonie: Viruspneumonie</b> .....	122	Reaktivierung .....	138
Residuen .....	122	Abheilung .....	140
<b>Opportunistische Lungeninfektionen</b> .....	124	<b>Übungsfälle</b> .....	143



## 4 Bronchialkarzinom

155

<b>Allgemeines</b> .....	156	Herddetektion .....	174
<b>Zentrales Bronchialkarzinom</b> .....	158	Herdevaluation .....	180
Indirekte Zeichen .....	158	Computertomografische Stadieneinteilung .....	188
Direkte Zeichen .....	172	<b>Alveolarzellkarzinom</b> .....	190
<b>Peripheres Bronchialkarzinom</b> .....	174	<b>Übungsfälle</b> .....	193



## 5 Fibrosierende Lungenerkrankungen

203

<b>Allgemeines</b> .....	204	<b>Pneumokoniosen</b> .....	222
<b>Idiopathische Lungenfibrose (ILF)</b> .....	208	Allgemeines .....	222
Akute interstitielle Pneumonie (AIP), Hamman-Rich-Syndrom .....	212	Silikose .....	228
Differenzialdiagnose der idiopathischen Lungenfibrose .....	212	Asbestose .....	232
<b>Sarkoidose</b> .....	214	<b>Exogen-allergische Alveolitis</b> .....	234
Hilärer Befall (Stadium I) .....	216	<b>Strahlenpneumonitis und -fibrose</b> .....	238
Lungenbefall (Stadium II) .....	218	<b>Sonstige Fibrosen: Medikamente/Druck</b> .....	240
Fibrorestadium (Stadium III) .....	220	Medikamenteninduzierte Fibrose .....	240
		Druckfibrose .....	240
		<b>Übungsfälle</b> .....	243



## 6 Pleura

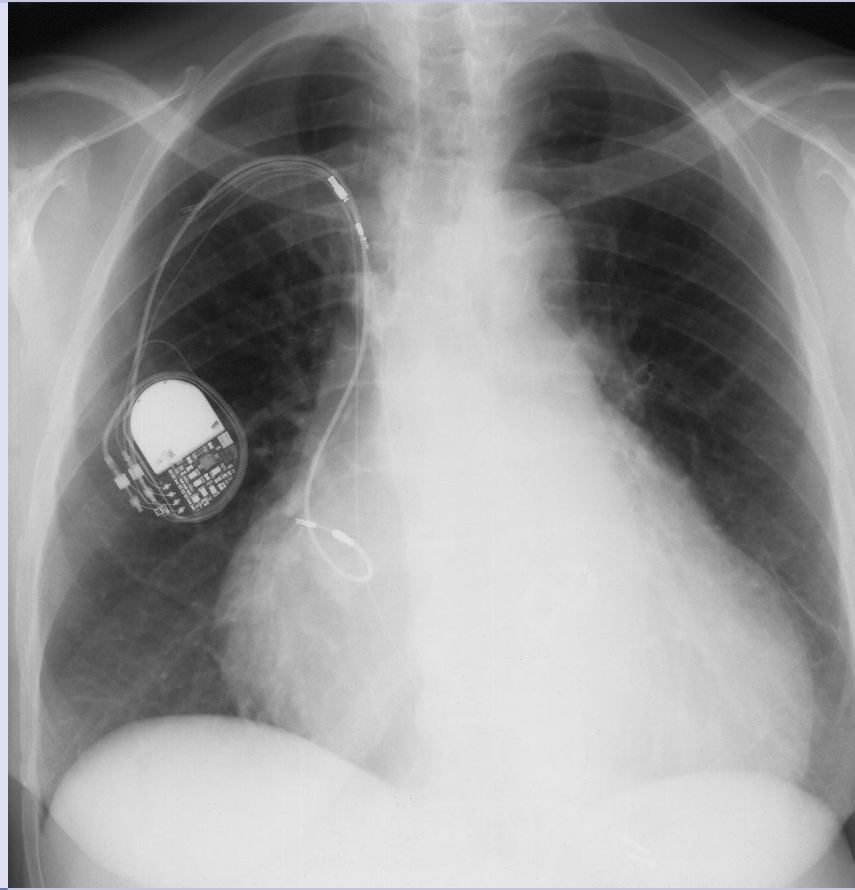
251

<b>Allgemeines</b> .....	252	<b>Pleurale Raumforderungen</b> .....	268
<b>Pleuraerguss</b> .....	258	<b>Pleuramesotheliom</b> .....	270
Exkurs: Zuordnung der Randwinkel auf der Seitenaufnahme ..	260	<b>Übungsfälle</b> .....	273
<b>Pneumothorax</b> .....	264		
Mediastinalemphysem .....	266		
Spannungspneumothorax .....	266		

## Sachverzeichnis

281

1



# Herzinsuffizienz

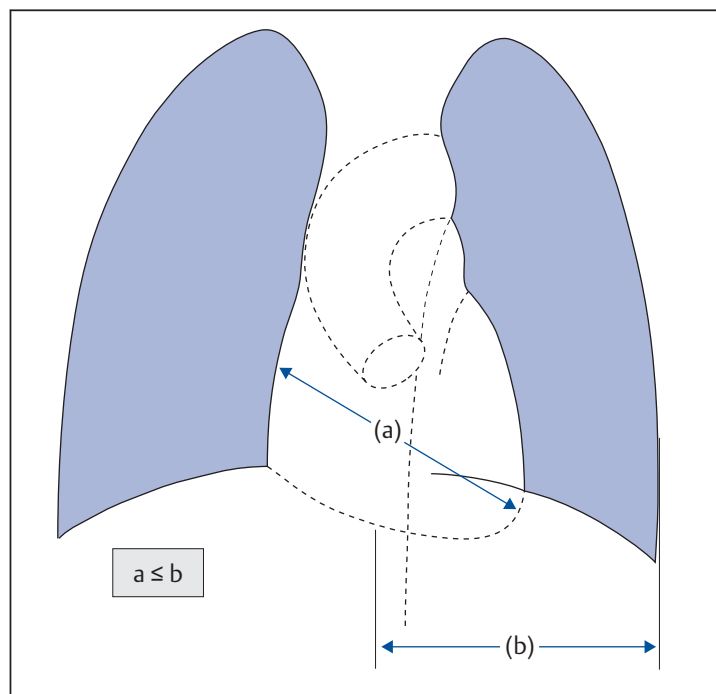
# Allgemeines

## Herzgröße

Anhand der Beurteilung der Thoraxübersichtsaufnahme sollte es auch dem Nicht-Radiologen möglich sein, eine Aussage zu treffen, ob Zeichen einer **Herzvergrößerung (Kardiomegalie)** oder **Herzschwäche (Herzinsuffizienz)** vorliegen. Bei Letzterer sind darüber hinaus Überlegungen anzustellen, ob eher ein Versagen des *rechten Herzens* mit Rückstau von Blut in den venösen Kreislauf (Rechtsherzinsuffizienz) oder des *linken Herzens* mit Rückstau des Blutes in den pulmonalen Kreislauf (Linksherzinsuffizienz) vorliegt.

Das Herzgewicht als Maß der Herzgröße hängt von Alter, Körpergewicht und Trainingszustand ab. Physiologisch können unter andauernder Belastung („Sportlerherz“) bis zu 500 g erreicht werden. Bei einem Herzgewicht von weniger als 250 g spricht man von einer *Herzatrophy* (Altersatrophy, aber auch Kachexie bei Tumorleiden, **Abb. 1.3**), bei mehr als 800 g vom *Cor bovinum* („Ochsenherz“, **Abb. 1.4**).

Generell gilt für die radiologische Beurteilung des Herzens anhand der Thoraxübersichtsaufnahme, dass die Herzkammern und großen Gefäße infolge der homogenen Abbildung im Kardiomedastinalschatten nur beurteilt werden können, wenn sie randbildend sind. So kann in der posterior-anterioren Projektion der rechte Ventrikel nicht beurteilt werden, da er physiologisch nicht randbildend ist. Die alleinige frontale Projektion erlaubt eine Herzvergrößerung nicht definitiv auszuschließen; hierfür ist mindestens eine weitere Projektion (Seitenaufnahme, Schrägprojektionen) nötig.



**Abb. 1.1** Abschätzung der Herzgröße nach Groedel. Der Messwert der Herzlängsachse soll die Breite des linken Hemithorax nicht überschreiten.

Als einfache Regel zur Beurteilung einer noch physiologischen Herzgröße gilt nach **Groedel**, dass die Herzlängsachse in den halben Thoraxquerdurchmesser passen soll (**Abb. 1.1**). Die Herzlängsachse wird hierzu durch eine Verbindungslinie zwischen Herzbasis (Mitte der rechten Vorhofbegrenzung) und Herzspitze definiert. Der Neigungswinkel dieser Längsachse ist gelegentlich nicht einfach zu bestimmen, da die anatomische Herzspitze oft nicht exakt markiert werden kann.

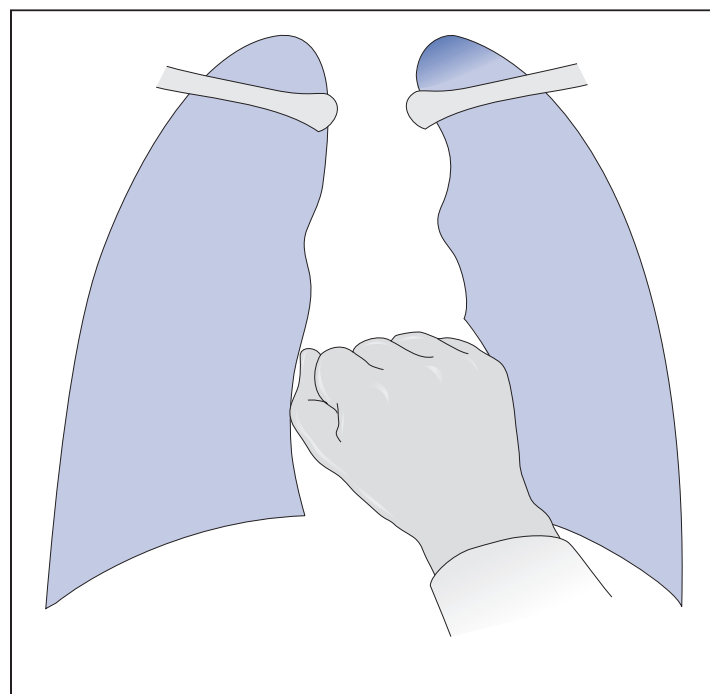
Vorsicht ist bei vermehrtem Thoraxquerdurchmesser, z. B. beim Fassthorax des Emphysematikers, geboten. Hier kann ein schon vergrößertes Herz noch normal groß erscheinen.



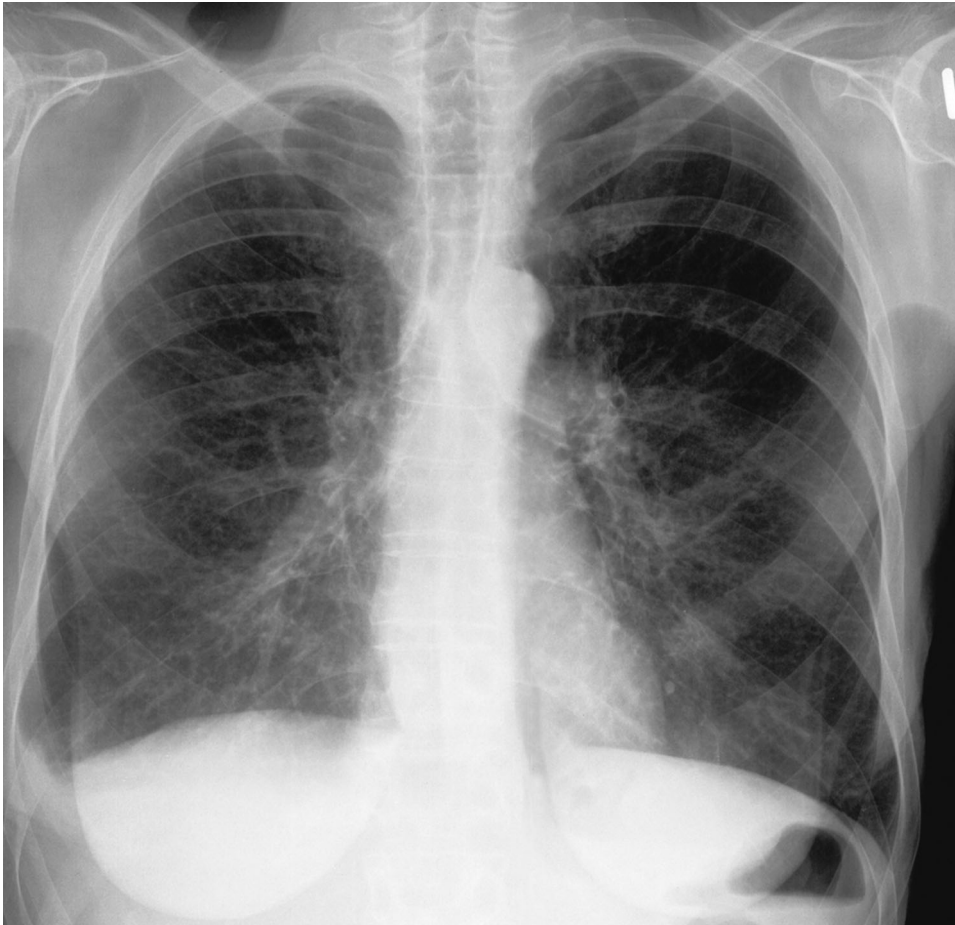
Eine nützliche (hier wörtlich zu nehmende) „Faustformel“ besagt, dass die geballte Faust in der frontalen Projektion den Herzschatten nahezu bedecken soll (**Abb. 1.2**).



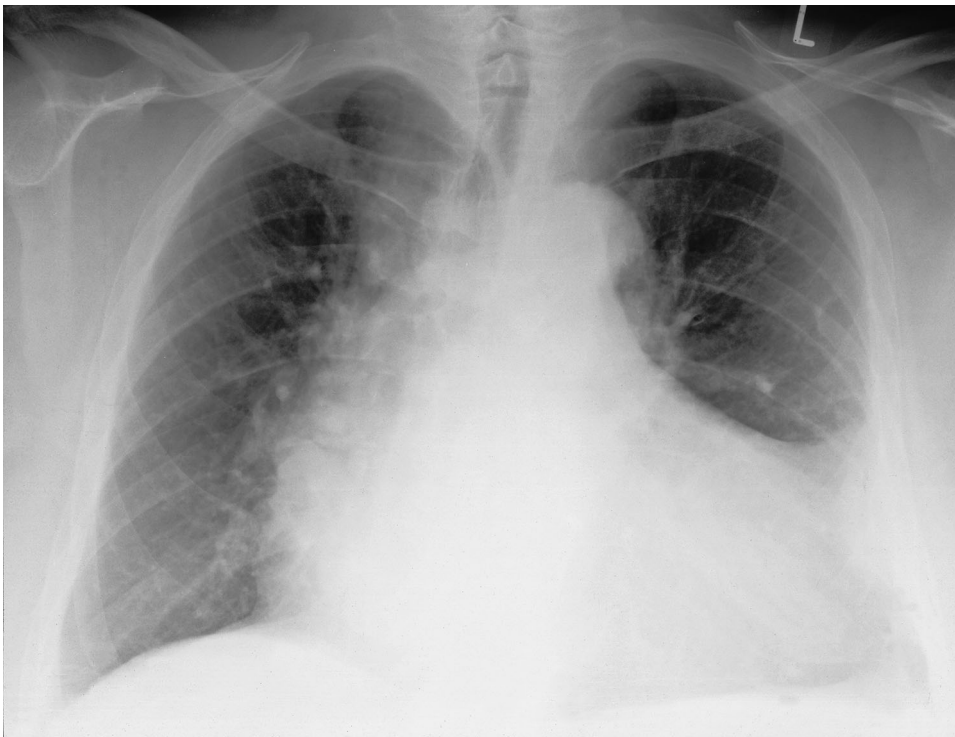
**Franz Maximilian Groedel**, \*1881 Bad Nauheim, †1951 New York. Apl. Professor für Radiologie, Frankfurt/Main; Gründer des Kerckhoff Institutes Bad Nauheim, Präsident der Dt. Röntgengesellschaft 1922; 1933 Emigration, Mitbegründer des American College of Cardiology. Definierte im 1909 erschienenen „Atlas und Grundriss der Röntgendiagnostik der Inneren Medizin“ wesentliche Grundlagen der Herzdiagnostik. Die 5. Auflage konnte 1933 aufgrund der jüdischen Religionszugehörigkeit Groedels nicht mehr erscheinen.



**Abb. 1.2** „Faustformel“ zur Abschätzung der Herzgröße. Die geballte Faust vermag die nicht vergrößerte Herzsilhouette in der posterior-anterioren Projektion zu verdecken.



**Abb. 1.3** Herzkachexie bei metastasiertem Kolonkarzinom. Herzlängsachse deutlich kleiner als linker Hemithorax. Diffuse bronchitische Zeichnungsvermehrung, kleiner Randwinkelerguss rechts.



**Abb. 1.4** Kardiomegalie ohne Dekompensationszeichen. Massiv global vergrößertes Herz (Cor bovinum) bei einem 59-jährigen Patienten mit dilatativer Kardiomyopathie. Bei pleuroperikardialer Verschwiegelung links ist die Herzlängsachse nur abzuschätzen, aber sicher größer als der Hemithorax links. Es liegen keine interstitiellen Muster (Kerley-Linien), Bronchialmanschetten oder eine Umverteilung der Lungenperfusion in die Oberfelder als Hinweise auf eine Dekompensation vor.

## Fehlerhafte Aufnahmetechnik

### Dezentrierung

Besondere Bedeutung für die regelrechte Beurteilung der Herzgröße hat die korrekte Zentrierung der Thoraxübersichtsaufnahme. Die Beurteilung erfolgt am Stand der Klavikel in Bezug zu den Dornfortsätzen der oberen Brustwirbelkörper. Letztere sollen mittig zu den medialen Klavikulaenden stehen (**Abb. 1.5**).

Eine Verdrehung in die **linksanteriore Schrägprojektion** (LAO = „left anterior oblique“) führt zu einer Verkleinerung der Herzsilhouette (**Abb. 1.9**), eine Verdrehung in die **rechtsanteriore Projektion** (RAO = „right anterior oblique“) zu einer Verbreiterung des Herzschattens (**Abb. 1.8**).

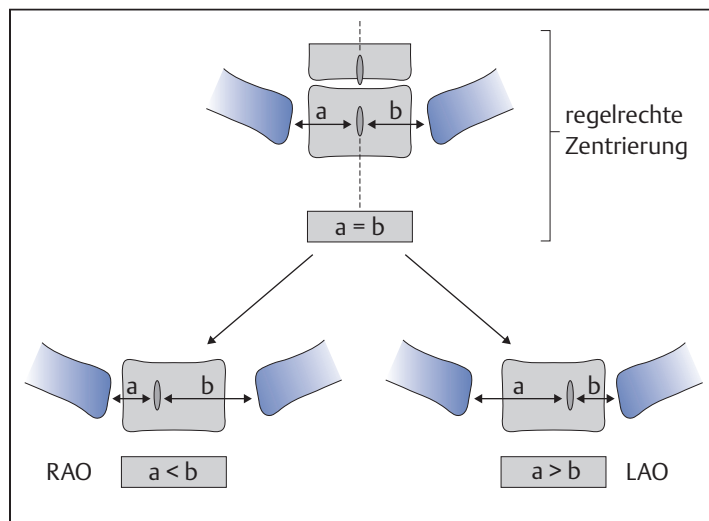
Als Merkhilfe kann der Vergleich der Herzachse mit einem Schiffsrumpf dienen. Bei Verdrehung der Herzlängsachse nach links (RAO) zeigt die Ansicht die „volle Breitseite“, bei Verdrehung nach rechts (LAO) den Bug (**Abb. 1.6**).

### Schlechte Inspiration

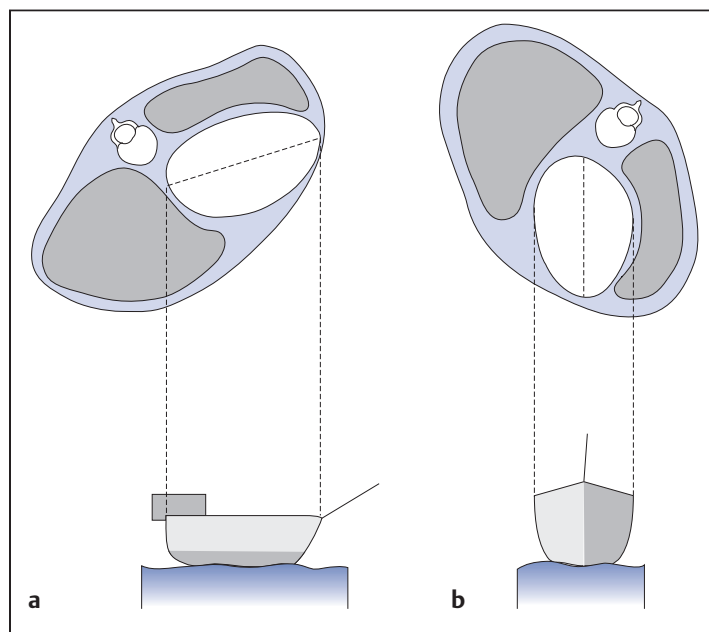
Bei schlechter Inspiration, die häufig beim adipösen Patienten, Aszitesbildung, aber auch bei Sprachunkundigen zu beobachten ist, kann die Größe des dann breitbasig aufsitzenden Herzens überschätzt werden (**Abb. 1.10**). Neben Rippenzählen (im rechten medialen Rezessus sollte die IX. oder X. Rippe abgrenzbar sein) hilft die Beurteilung der Zwerchfellform zur schnellen Orientierung bzgl. des Erkennens der schlechten Inspirationslage. Eine „Vogelschwingeform“ (**Abb. 1.7**) des Zwerchfells deutet auf eine Expiration hin. Beim Kind kann eine Stauchung der Trachea (S-Form) auftreten.

### Thoraxdeformität

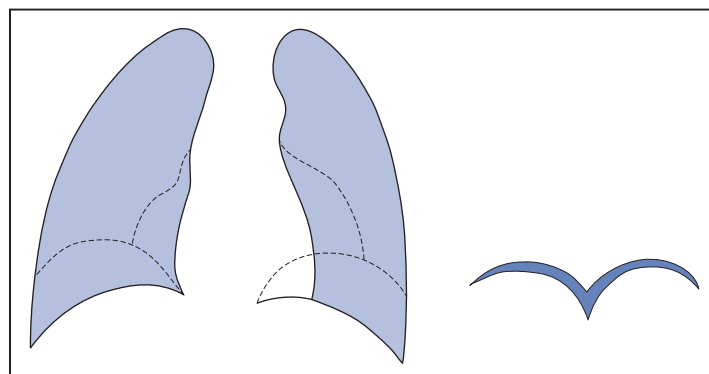
Neben der fehlerhaften Aufnahmetechnik können anatomische Besonderheiten zu einer Abnahme des Thoraxtieftendurchmessers mit Verlagerung der Herzachse führen, so z.B. bei Trichterbrust oder Flachrücken. Ähnliches gilt auch für einen Zwerchfellhochstand links (häufiger z.B. nach Bypass-Operation), der zu einer Rechtsrotation der Herzachse führt.



**Abb. 1.5** Korrekte Zentrierung in der posterior-anterioren Aufnahme. Die Dornfortsätze sollen mittig zwischen den medialen Klavikulaenden stehen.

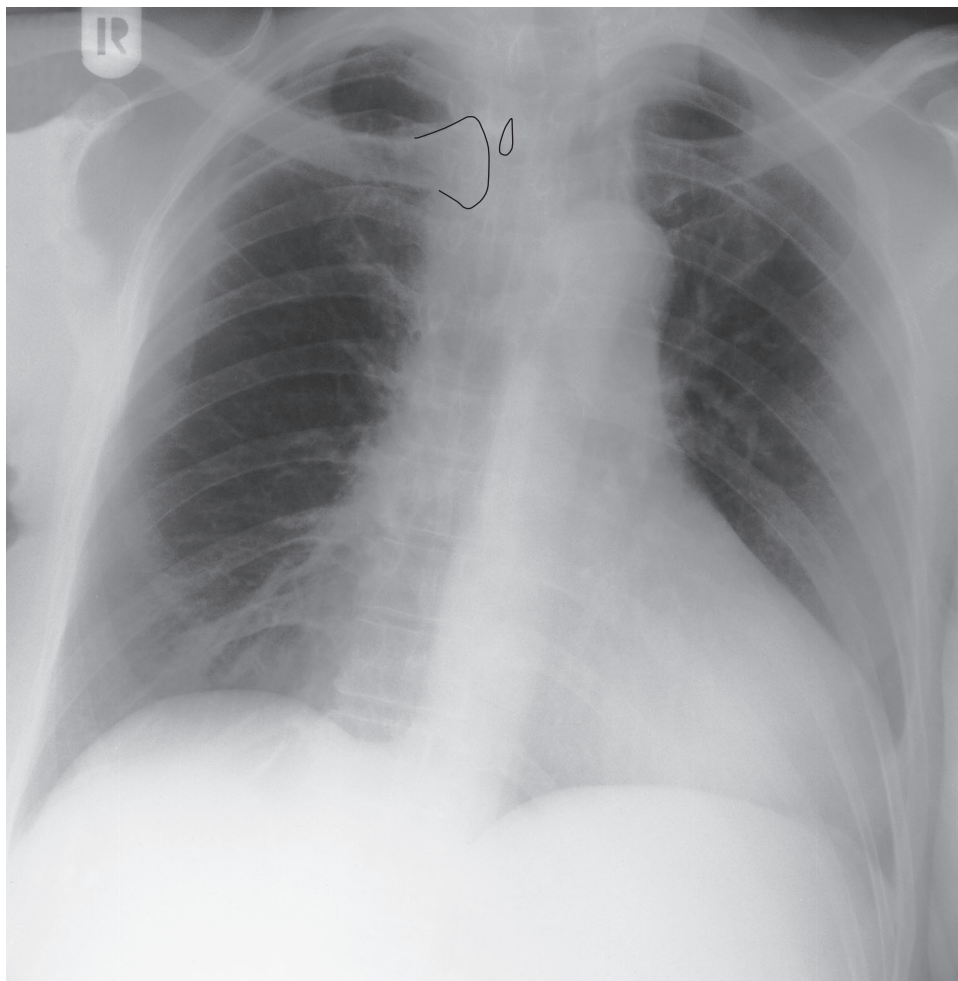


**Abb. 1.6** Effekt der Dezentrierung auf die Herzsilhouette. Die Verdrehung in den RAO vergrößert die Herzsilhouette („Breitseite“) und umgekehrt.

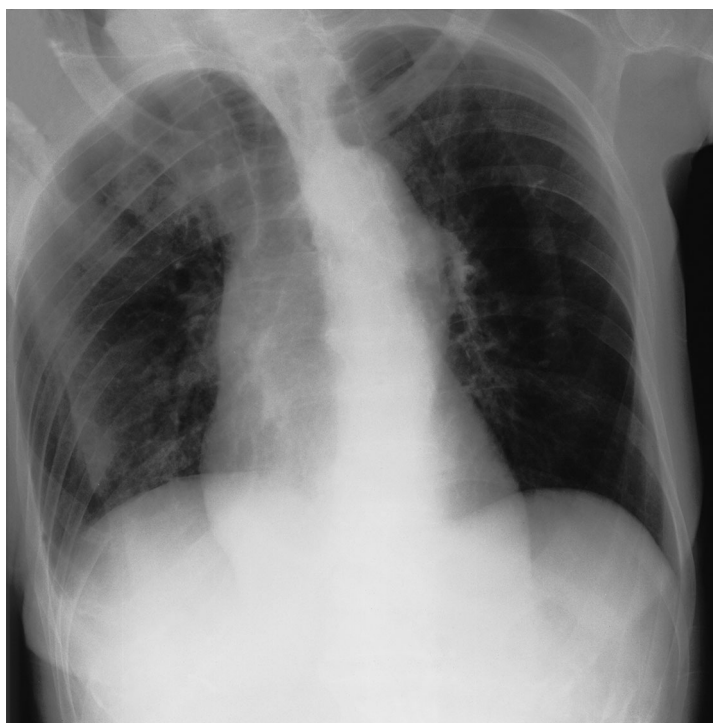


**Abb. 1.7** Einfluss der schlechten Inspirationslage. Die Minderung der Inspirationstiefe lässt sich an der Zwerchfellform mit zunehmender Buckelung abschätzen; bei Expiration ähnelt diese einer Vogelschwinge.





**Abb. 1.8 Verdrehung in RAO.** Bei in den vorderen rechten Querdurchmesser verdrehter Aufnahme zeigt sich eine vermeintliche Verbreiterung der Herzsilhouette.



**Abb. 1.9 Verdrehung in LAO.** Bei Verdrehung in den linksanterioren Schrägdurchmesser (mediales Klavikulaende steht über dem Dornfortsatz BWK III) erscheint die Herzgröße vermeintlich normal, die linke Lunge transparenter. NB: Altersemphysem, Tracheobronchiopathia calcarea.



**Abb. 1.10 Aufnahme in schlechter Inspiration.** Bei Aufnahme im Liegen infolge Aszitesbildung zeigt sich eine typische Vogelschwingenform des hoch stehenden Zwerchfells (im medialen rechten Randwinkel ist die VII. Rippe abgrenzbar). Entsprechend finden sich ein breitbasig aufsitzendes Herz und eine Stauchung der zentralen Gefäße mit Hilusunschärfe.

## Exkurs: Röntgenanatomie Herz

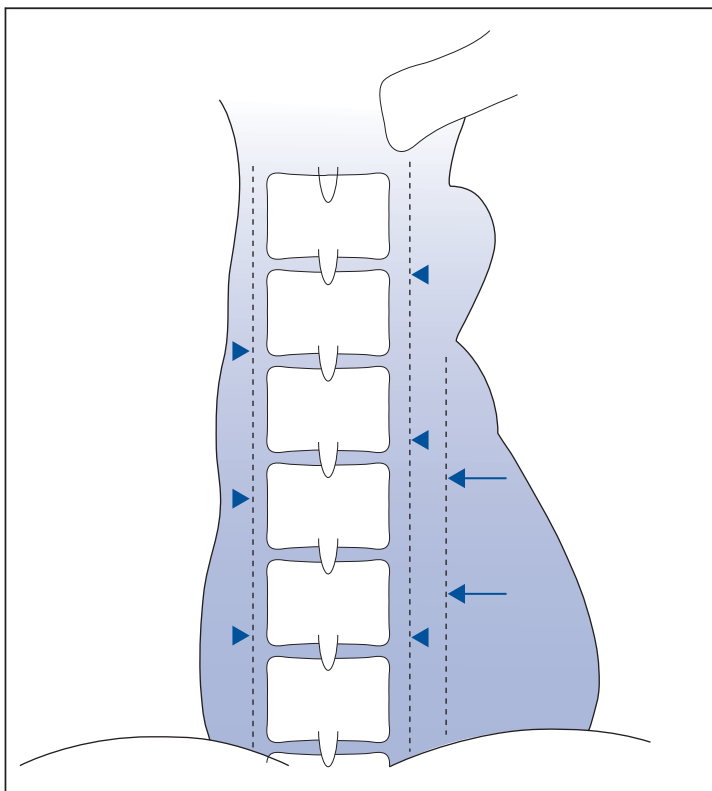
Im folgenden Exkurs soll die Röntgenanatomie der Kardiomedastinalsilhouette als Grundlage der Beurteilung von Herzvergrößerung oder -insuffizienz rekapituliert werden.

### Posterior-anteriore Projektion

Auf der Thoraxübersichtsaufnahme eines Gesunden (**Abb. 1.13**) sind folgende Randkonturen des Kardiomedastinalschattens abgrenzbar (im Uhrzeigersinn von 12:00 Uhr beginnend):

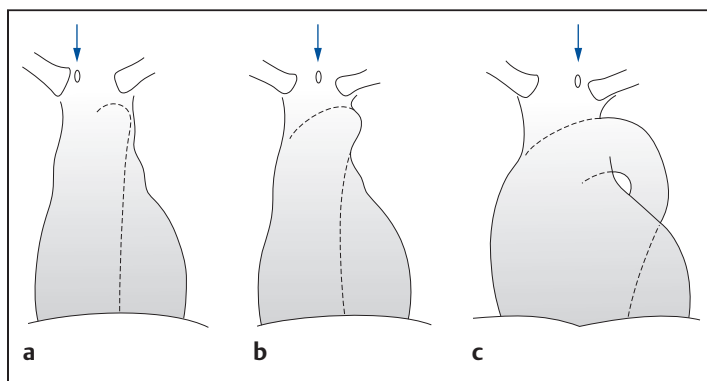
- ▶ Die prominente, zwischen 1:00 und 2:00 Uhr gelegene Ausbuchtung des Mediastinums entspricht dem Aortenbogen; von hier ausgehend lässt sich der weitere Verlauf der retrokardialen Aorta descendens als ein breites, paravertebrales Verschattungsband nach kaudal verfolgen (**Abb. 1.11**).

Die Form des Aortenbogens ist deutlich abhängig von seiner Lage im Strahlengang: Bei Linksrotation (Fehlzentrierung in RAO, Trichterbust usw.) nimmt die Öffnung des Aortenbogens ab, bei Rechtsrotation (Fehlzentrierung in LAO, Linkshypertrophie) wird der Aortenbogen aufgedreht (**Abb. 1.12**).



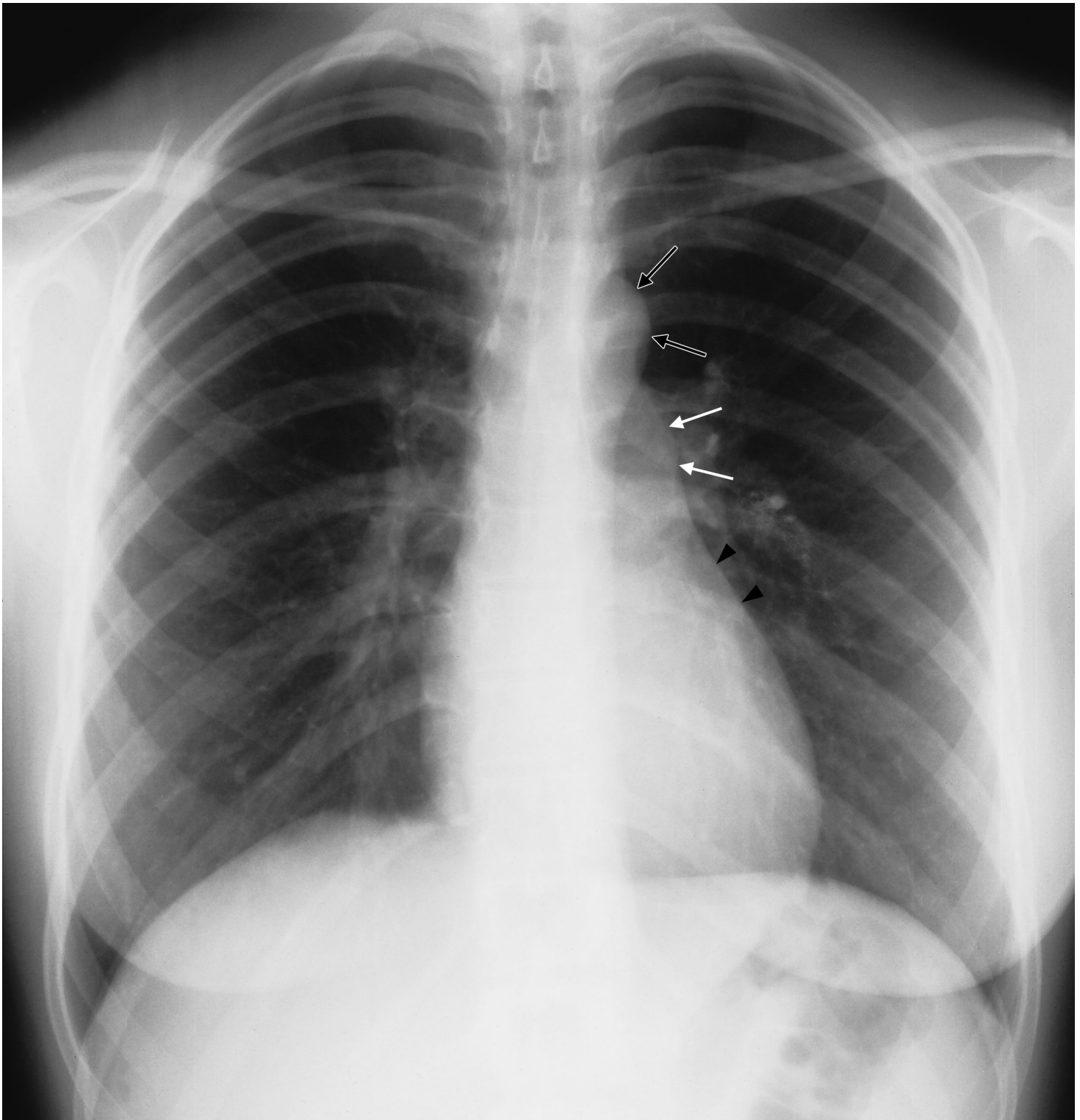
**Abb. 1.11** Verlauf der Aorta thoracalis. Retrokardial zeigt sich die Aorta descendens als paravertebrales Verschattungsband (Pfeile). Terminologisch ist der paravertebrale Begleitschatten abzugrenzen (Pfeilspitzen).

- ▶ Die an den Aortenbogen angrenzende Einbuchtung wird als sog. aortopulmonales Fenster bezeichnet. Sie ist typischerweise konkav; jede konvexe Vorwölbung an dieser Stelle muss als verdächtig bzgl. des Vorliegens einer Raumforderung gewertet werden.
- ▶ Die kaudal der Einkerbung des aortopulmonalen Fensters gelegene Vorwölbung wird vom Pulmonalishauptstamm („Pulmonalissegment“) oder vom linken Hauptast der A. pulmonalis gebildet; diese wird, je nach Ausmaß einer Verdrehung in den LAO, mehr oder weniger deutlich aufgedreht erscheinen.
- ▶ Fakultativ kann sich nach einer weniger deutlichen Einbuchtung eine geringe Vorwölbung, die durch das linke Herzohr hervorgerufen wird, anschließen.



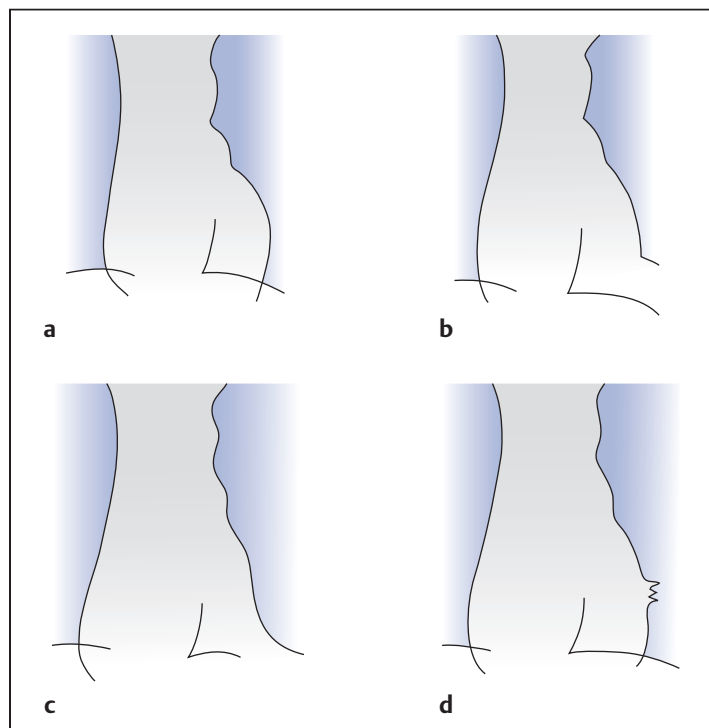
**Abb. 1.12** Form des Aortenbogens. Abhängig von Verdrehung der Aufnahme oder Grad der z. B. hypertoniebedingten Elongation projiziert sich der Aortenbogen senkrecht oder schräg zur Bildebene.





**Abb. 1.13** Übersichtsaufnahme im posterior-anterioren Strahlengang einer 22-jährigen Patientin (Umfelduntersuchung bei Tuberkulosekontakt). Altersentsprechender Herz-Lungen-Befund. Die linke Kardiomediastinalsilhouette wird im oberen Anteil durch den Aortenbogen (schwarze Pfeile), die linke Pulmonalarterie (weiße Pfeile) und das Herzohr (schwarze Pfeilspitzen) gebildet.

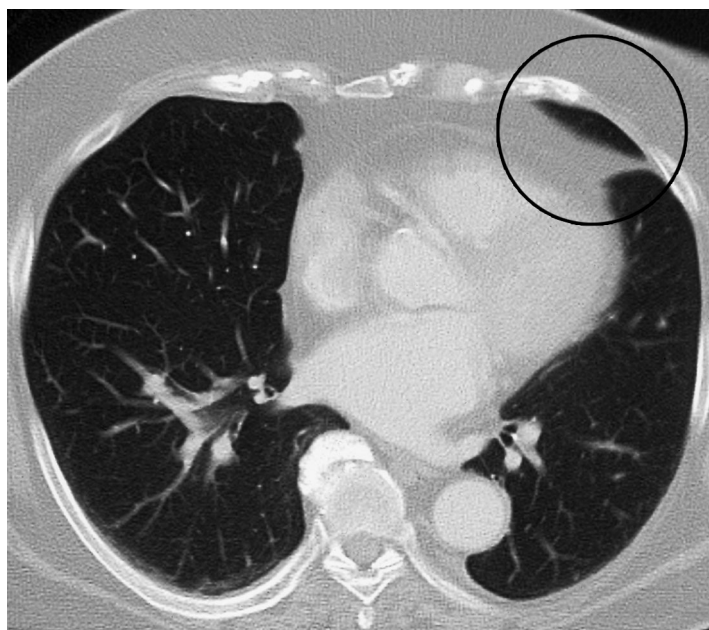
- ▶ Der am weitesten kaudal gelegene, bis zum Zwerchfell reichende Bogen der linken Herzkontur (**Abb. 1.17**) wird vom linken Ventrikel, bei Rechtsherzbelastung allerdings gelegentlich auch vom rechten Ventrikel, gebildet. Eine diesbezügliche Unterscheidung ist nur durch den Vergleich mit einer gleichzeitig angefertigten Seitenaufnahme möglich; so kann beispielsweise ein in der Seitenaufnahme normal großer rechter Ventrikel in der frontalen Projektion den linken Herzrand nicht bilden. Bemerkenswert ist, dass der Endabschnitt des linken Herzrands oberhalb des Zwerchfells häufig unscharf begrenzt ist (**Abb. 1.14**). Dies wird von hier liegenden Verschwielungen oder perikardialen Ausziehungen (Fett- oder Bindegewebe) hervorgerufen (**Abb. 1.15**); große Fettbürzel können eine Verbreiterung des Herzes oder ein Herzspitzenaneurysma vortäuschen. Die CT-Untersuchung (**Abb. 1.16**) zeigt den Fettgehalt deutlich.
- ▶ Beim Gesunden scheint die linke Zwerchfellkontur durch den Herzschatten nach medial bis zum paravertebralen Begleitschatten durch (Absorptionsunterschied an der Grenzfläche zwischen luftgefülltem Unterlappen und weichteildichtem Zwerchfell; s. auch Silhouettenphänomen, Kapitel 3).



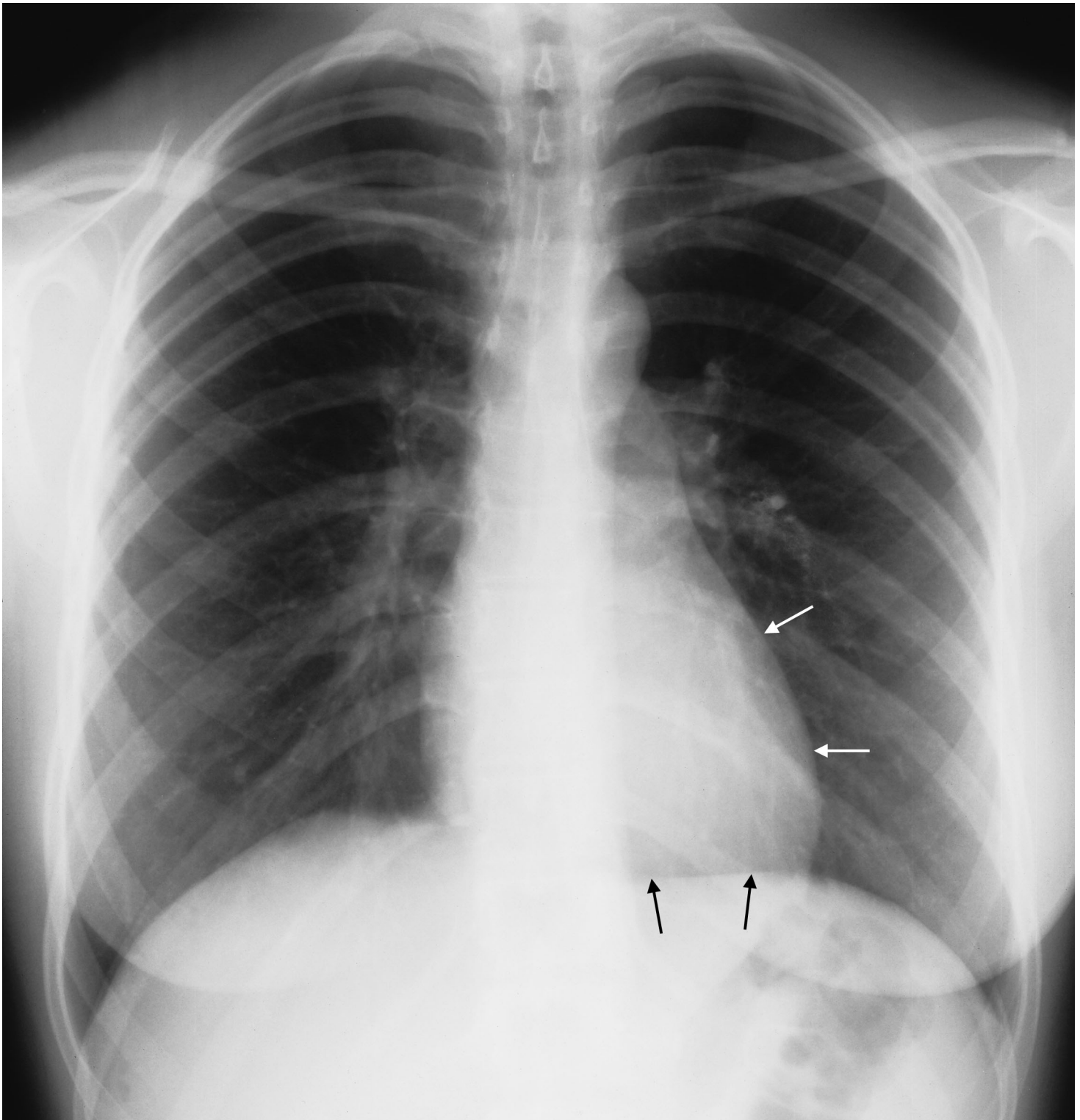
**Abb. 1.14 Unschärfe Begrenzung der linken Herzspitze.** Häufig ist der zwerchfellnahe Anteil des linken Herzrands infolge hier gelegener Ausziehungen des perikardialen Fettgewebes (**b**) oder von Verschwielungen (**c, d**) schlecht beurteilbar.



**Abb. 1.15 Unschärf begrenzter Herzrand bei pleuroperikardialer Schwiele links.** Mäßig linksvergrößertes Herz ohne Dekompensationszeichen, geringe Zeichnungsvermehrung, bei chronischer Emphysebronchitis. Ausgelöschte Herzsilhouette an typischer Stelle.



**Abb. 1.16 CT-Darstellung (Ausschnittsvergrößerung) einer pleuroperikardialen Schwiele.** Zipfelige Ausziehung des perikardialen Fettgewebes bei regelrechter Darstellung des umliegenden Lungengewebes.



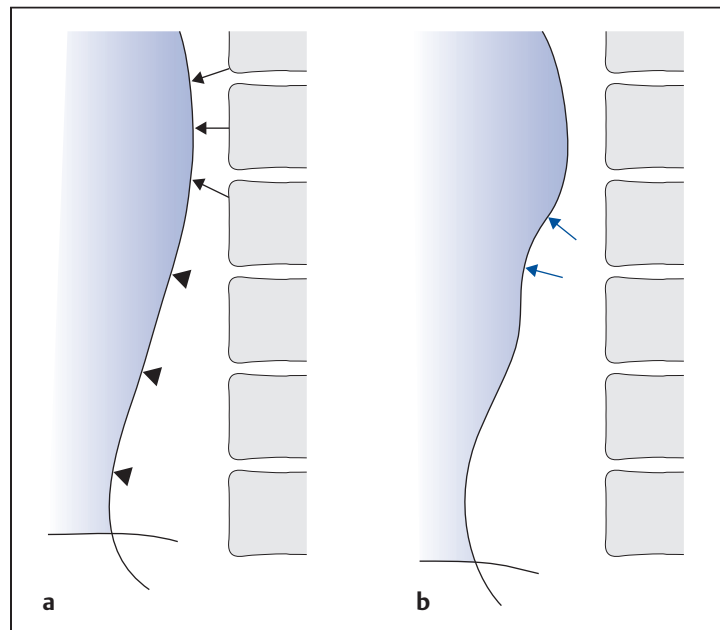
**Abb. 1.17** Übersichtsaufnahme im posterior-anterioren Strahlengang einer 22-jährigen Patientin (Umfelduntersuchung bei Tuberkulosekontakt). Altersentsprechender Herz-Lungen-Befund. Die linke Kardiomedastinalsilhouette wird in den unteren Anteilen in der Regel vom linken Ventrikel gebildet (weiße Pfeile). Die linke Zwerchfellkontur scheint bis zum paravertebralen Begleitschatten durch (schwarze Pfeile).



- ▶ Der rechte Herzrand wird vom rechten Vorhof (beim Erwachsenen) und der Aorta ascendens gebildet (Abb. 1.18, Abb. 1.21). Die verschiedenen, den rechten Kardiomediatinalschatten bildenden anatomischen Strukturen sind oft nicht voneinander abgrenzbar, können aber – insbesondere beim älteren Patienten bei Hypertonie mit Betonung des Aortensegments – durch Einkerbungen sichtbar werden.

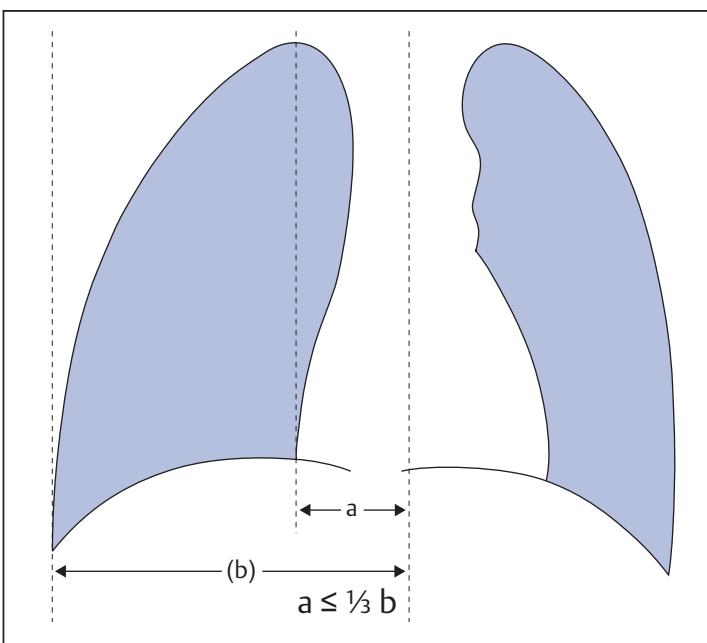
Die Breite und Konvexität des rechten Vorhofsegments nimmt mit der Verdrehung nach links (RAO, Trichterbrust usw.) ab. Da eine Linksverlagerung der Herzachse auch bei Rechtsbelastung zu beobachten ist, kann die resultierende Vergrößerung des rechten Herzens durch die Verdrehung nach links partiell maskiert werden. Der Abstand zwischen rechtem Herzrand und Mediosagittallinie soll maximal  $\frac{1}{3}$  des Hemi-thorax rechts betragen (Abb. 1.19).

- ▶ Die Vorwölbung der rechten Herzkontur geht nach kranial bei 10:00 Uhr in die V. cava superior über.
- ▶ Noch weiter kranial erweitert sich die Kardiomediatinalsilhouette trichterförmig, wobei rechts der venöse Truncus brachiocephalicus und links die aus dem Aortenbogen entspringende A. subclavia randbildend werden. Die Breite des mediastinalen Gefäßbands wird nach Milne anhand des Vergleichs zwischen dem Abstand des Kreuzungspunkts von V. cava superior und rechtem Hauptbronchus zur Mittellinie und Ursprung der A. subclavia sinistra zur Mittellinie beurteilt. Die Gesamtbreite soll an dieser Stelle weniger als 5 cm betragen (Abb. 1.20).

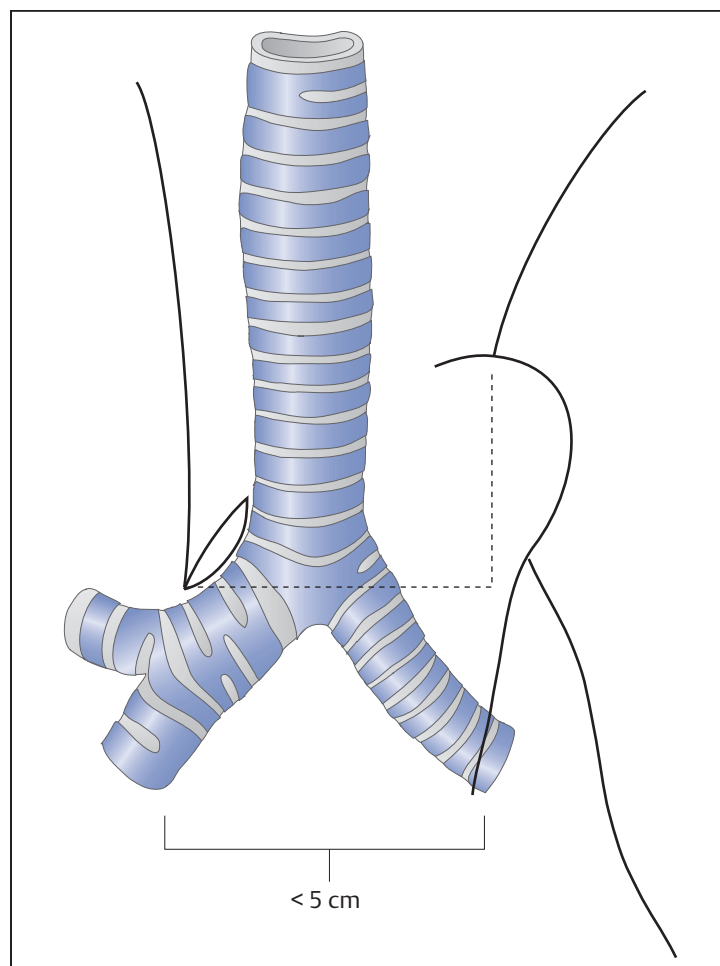


**Abb. 1.18** Bildung des rechten Herzrands.

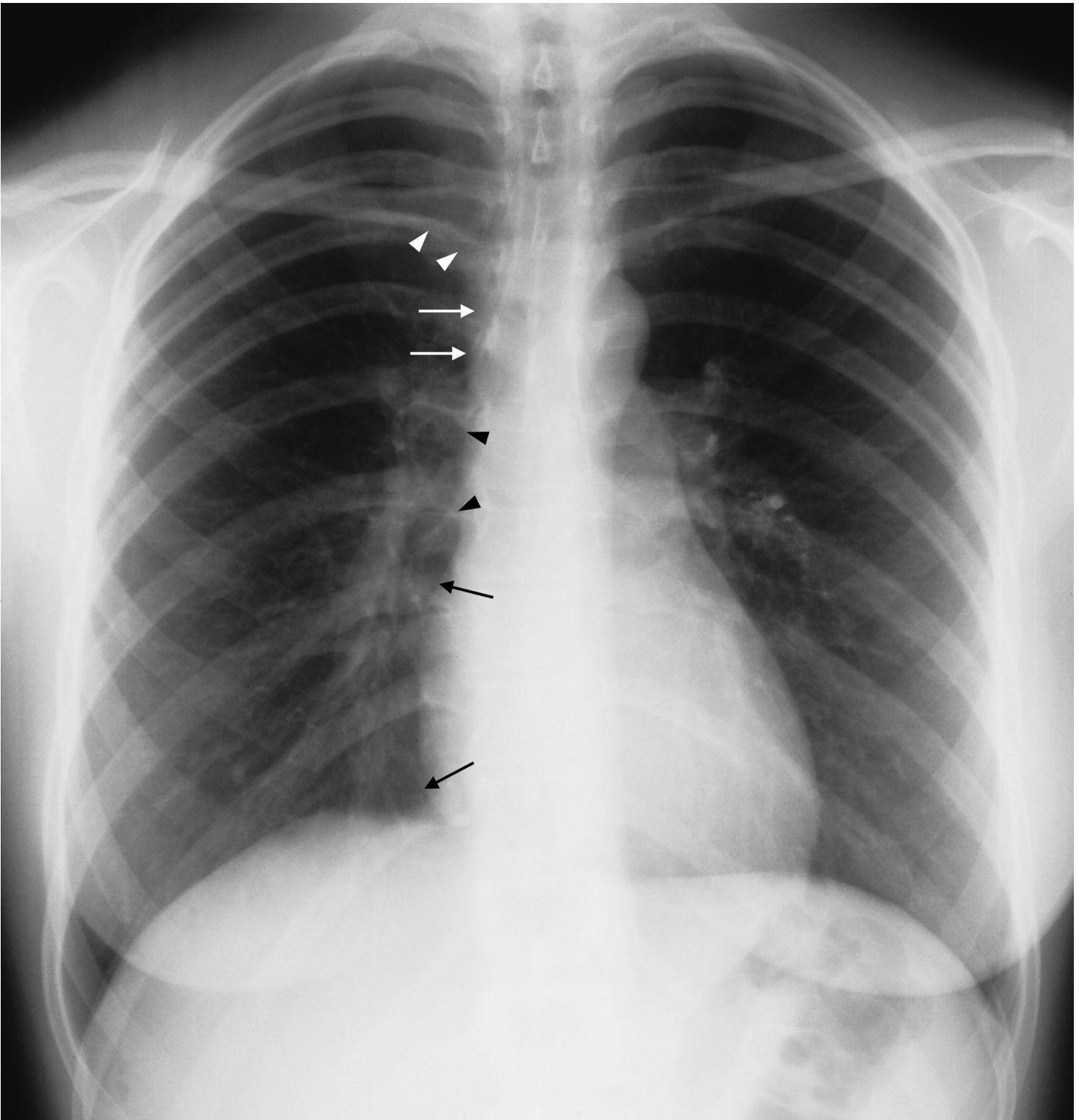
- a Variante mit harmonischem Übergang vom Vorhofschatten (Pfeilspitzen) zum oberen Mediastinum, d. h. Randbegrenzung der V. cava superior (schwarze Pfeile).
- b Insbesondere bei Hypertonikern zu beobachtende Form mit Vorwölbung der Aorta ascendens (blaue Pfeile).



**Abb. 1.19** Beurteilung der Vorhofgröße rechts. Der Abstand von der lateralen Vorhofbegrenzung zur Mediosagittallinie beträgt weniger als  $\frac{1}{3}$  des rechten Hemi-thorax.



**Abb. 1.20** Mediastinum nach Milne. Der Abstand zwischen Kreuzungspunkt von V. cava superior und rechtem Hauptbronchus und lotrechter Verlängerung des Abgangs der A. subclavia sinistra soll weniger als 5 cm betragen.



**Abb. 1.21** Übersichtsaufnahme im posterior-anterioren Strahlengang einer 22-jährigen Patientin (Umfelduntersuchung bei Tuberkulosekontakt). Altersentsprechender Herz-Lungen-Befund. Der rechte Kardiomedastinalschatten wird vom rechten Vorhof (schwarze Pfeile), der Aorta ascendens (schwarze Pfeilspitzen) und der V. cava superior (weiße Pfeile) gebildet. Noch weiter kranial erweitert sich der Mediastinalschatten trichterförmig durch den Rand des rechten Truncus brachiocephalicus (weiße Pfeilspitzen).

## Seitenaufnahme

- ▶ Die vordere, dem Sternum dorsal anliegende Kontur des Herzschattens wird vom rechten Ventrikel gebildet (**Abb. 1.23**). Hierbei liegt die Vorderfläche des rechten Ventrikels dem Sternum um weniger als  $\frac{1}{3}$  seiner kraniokaudalen Ausdehnung an (**Abb. 1.22**).
- ▶ Nach kranial geht der Herzschatten meist kontinuierlich, gelegentlich durch eine diskrete Einkerbung abgegrenzt, in die Aortenwurzel und den Aortenbogen über.
- ▶ Der mittlere Mediastinalschatten wird kranial von der Verschattung des Aortenbogens bestimmt; dieser wird durch das Aufhellungsband von Trachea und Hauptbronchien unterbrochen.

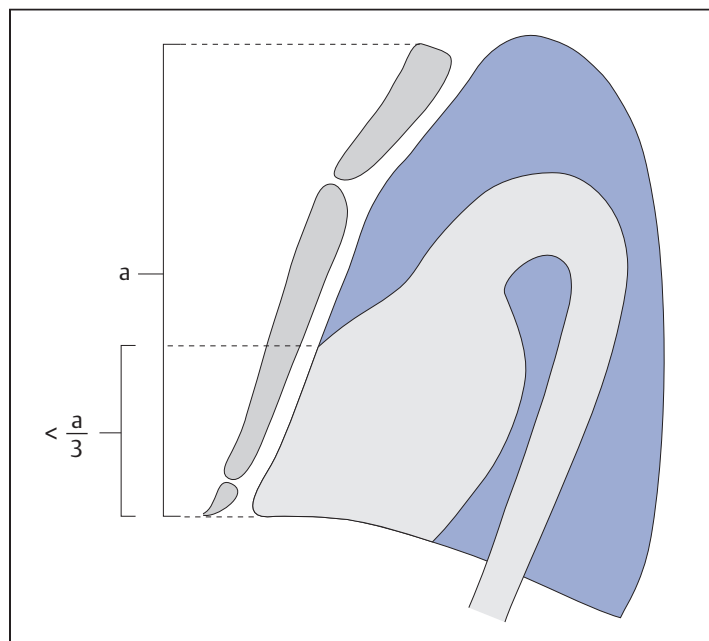
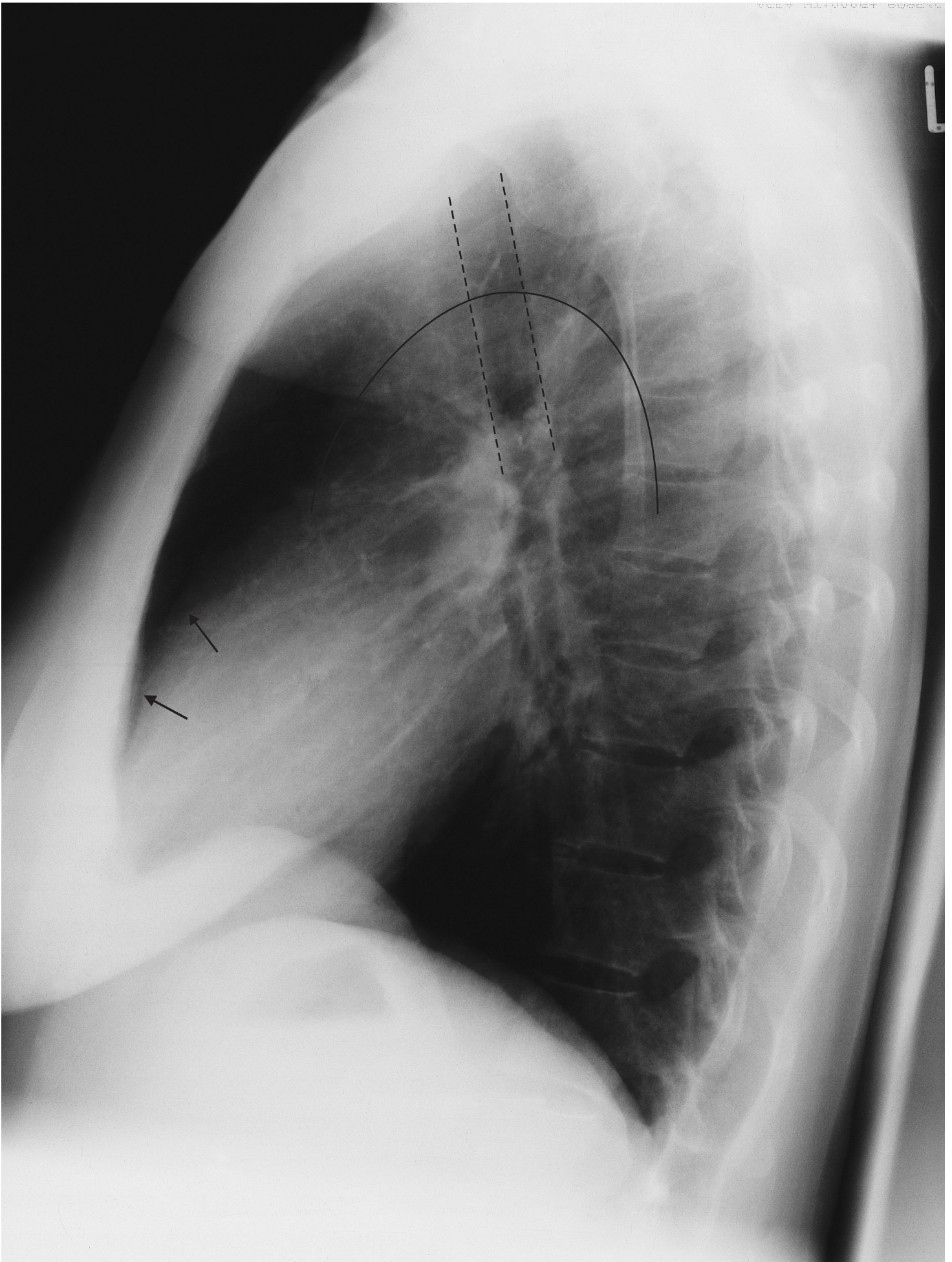


Abb. 1.22 Retrosternale Anlagefläche des rechten Ventrikels.





**Abb. 1.23** Thoraxseitenaufnahme einer 44-jährigen Patientin (Normalbefund) im Rahmen eines Tumor-Stagings. Die ventrale Begrenzung des Herzschattens entspricht der Vorderfläche des rechten Ventrikels bzw. dem pulmonalen Ausflusstrakt (schwarze Pfeile). Das mittlere Mediastinum wird durch den Aortenbogen (durchgezogene Linie) und den Trachealschatten (gestrichelte Linie) gegliedert.

- ▶ Die dorsale Begrenzung des Herzschattens wird durch die Vorwölbungen des linken Vorhofs und Ventrikels gebildet (**Abb. 1.26**).



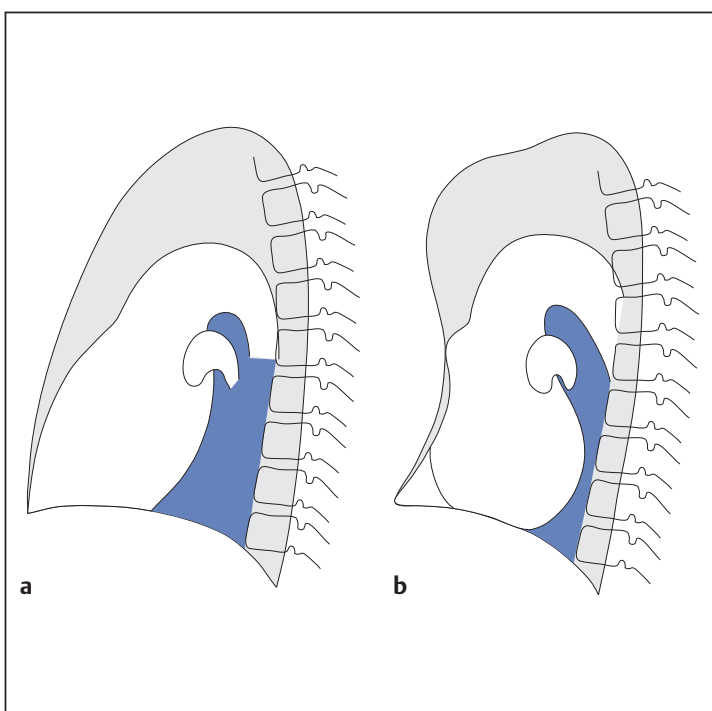
Die Vergrößerung des linken Ventrikels führt zur Vorwölbung im unteren Anteil der dorsalen Herzbegrenzung. Eine Vergrößerung des linken Vorhofs (s. unten) führt zu einer Vorwölbung der oberen Anteile der hinteren Herzbegrenzung.

Der Raum zwischen hinterem Herzrand und Wirbelsäule ist als Retrokardialraum nach **Holzknacht** benannt. Der Holzknacht-Raum ist eine wichtige Landmarke für die Beurteilung der linksventrikulären Hypertrophie. Eine Verkleinerung bis hin zur vollständigen Obliteration kann allerdings auch durch eine Thoraxdeformität (Trichterbrust, geringer Thoraxtiefendurchmesser bei Flachrücken) hervorgerufen werden (**Abb. 1.24**).

- ▶ Am untersten Ende der dorsalen Begrenzung zeigt sich direkt oberhalb des Zwerchfells gelegentlich ein blasser dreieckiger Schatten (Kavadreieck), der die Durchtrittsstelle der unteren Hohlvene bis zum Eintritt in den rechten Vorhof repräsentiert. Die Einmündung des hinteren Herzrands in das Zwerchfell ist in der Regel nach vorne spitzwinklig (**Abb. 1.25**). Die Kontur des linken Ventrikels überragt die hintere Kontur der V. cava inferior 2 cm oberhalb ihrer Schnittstelle um weniger als 1,8 cm nach dorsal: Hofman-Rigler-Zeichen (s. auch **Abb. 1.39** und **Abb. 1.40**).



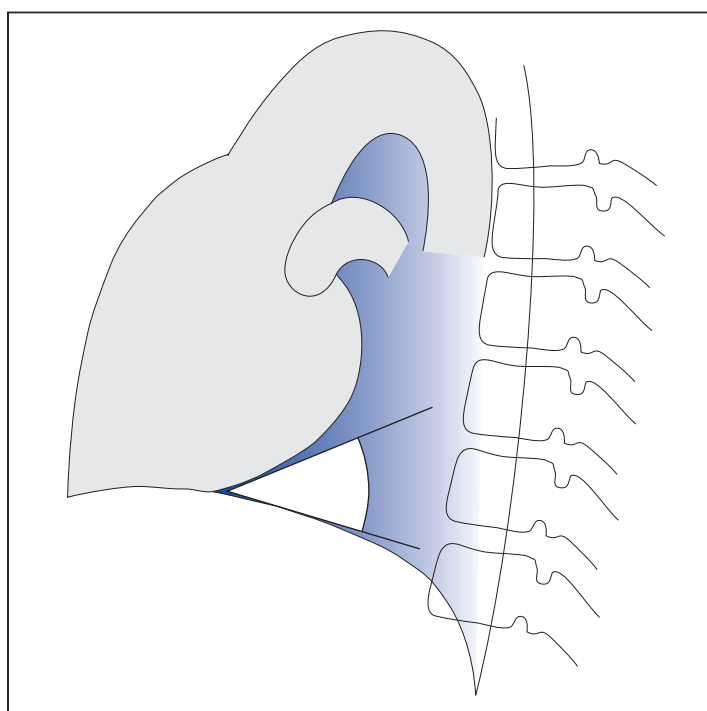
**Guido Holzknacht**, \*1872, †1931. Österreichischer Röntgenologe, Begründer des Zentralinstituts am Allgemeinen Krankenhaus Wien und bedeutsamer Lehrer des jungen Fachs; seit 1910 schwere Strahlenschäden an der rechten Hand.



**Abb. 1.24** Veränderung des Holzknacht-Raums bei Trichterbrust.

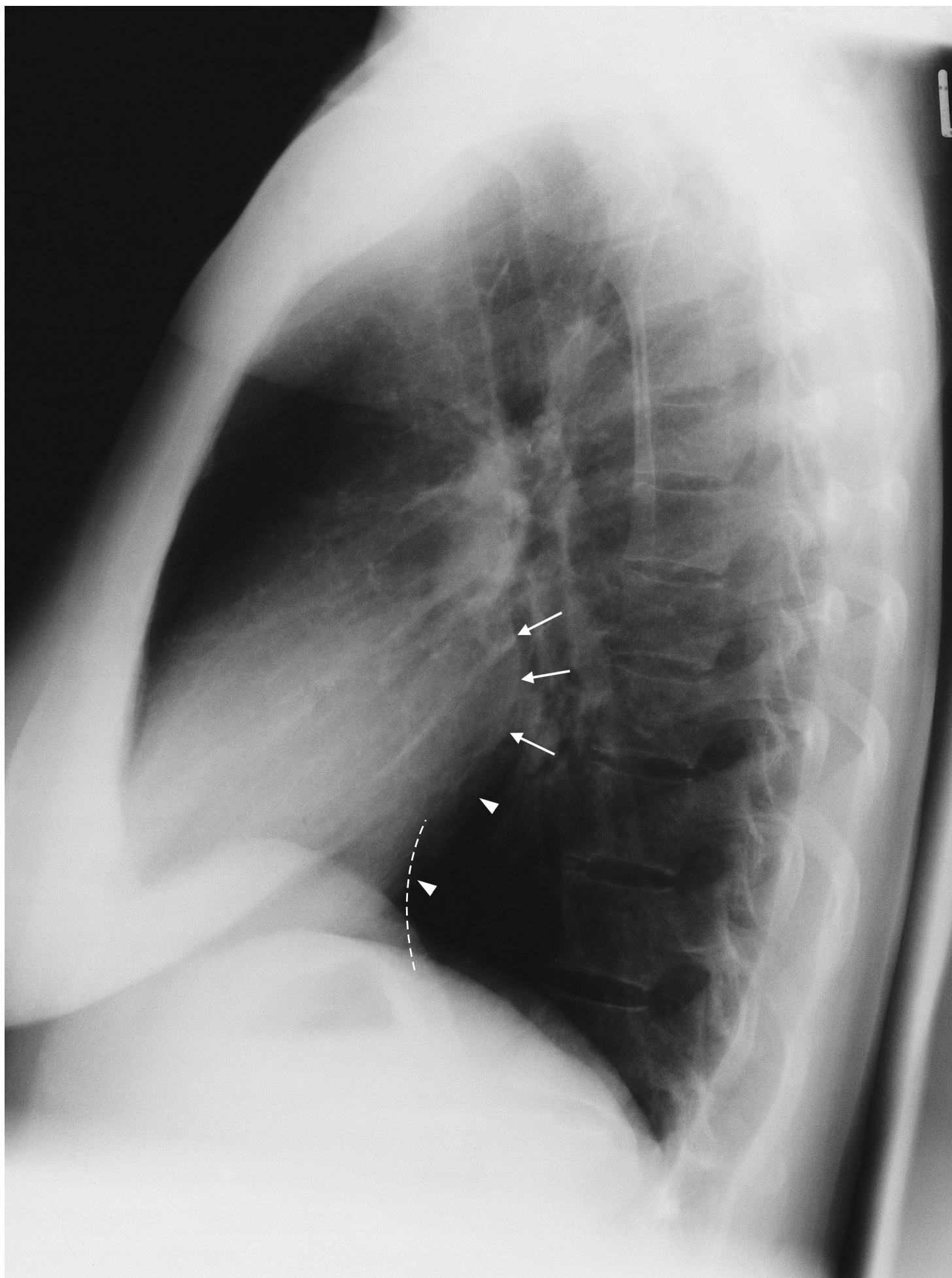
a Normal.

b Die Dorsalverlagerung des Herzens bei Trichterbrust führt zu einer Verkleinerung des Holzknacht-Raums.



**Abb. 1.25** Physiologischer Zwerchfelldurchtrittswinkel. Die dorsale Begrenzung des linken Ventrikels kreuzt das Zwerchfell in einem spitzen Winkel.





**Abb. 1.26** Thoraxseitenaufnahme einer 44-jährigen Patientin (Normalbefund) im Rahmen eines Tumor-Stagings. Die hintere Begrenzung des Herzschattens wird durch den linken Vorhof (weiße Pfeile) und Ventrikel (weiße Pfeilspitzen) gebildet.

## Computertomografie (CT)

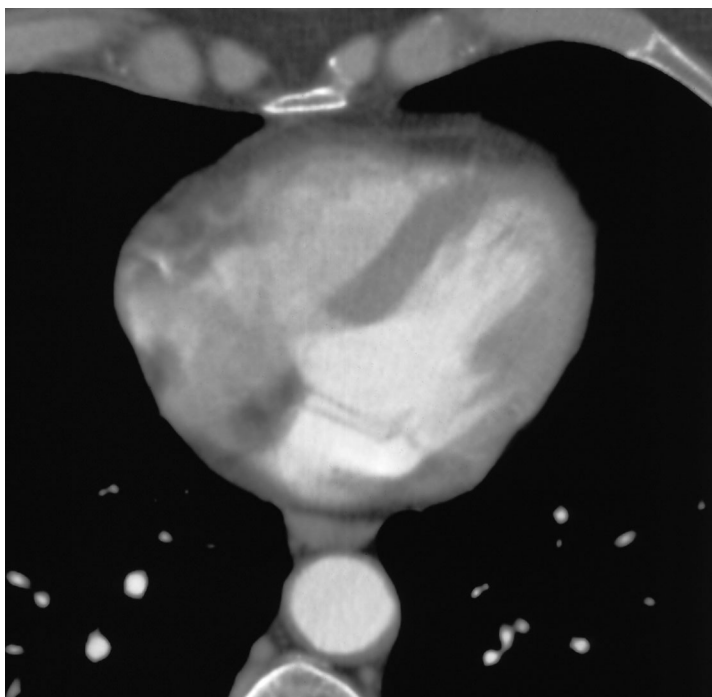
Die CT-Untersuchung ermöglicht eine überlagerungsfreie Darstellung des Herzens, im Falle einer intravenösen Kontrastmittelgabe auch eine klare Differenzierung der verschiedenen Herzhöhlen. Nach weiterer Evolution der Technologie hin zu Mehrzeilen-Spiral-CT und Multidetektorsystemen werden auch übersichtliche Darstellungen der Koronargefäße möglich (Letztere haben allerdings aufgrund des hohen Aufwands und der gegenüber invasiven Verfahren nach wie vor geringeren Aussagekraft noch keinen Eingang in die klinische Routinediagnostik gefunden).

Der vorliegende Trainer Röntgendiagnostik kann kein Lehrbuch der Kardio-CT darstellen, es soll jedoch an dieser Stelle Aufmerksamkeit für Befunde geweckt werden, die anhand einer aus anderen Indikationen durchgeführten CT-Untersuchung des Thorax erkannt werden können. Hier sollen folgende Parameter routinemäßig Beachtung finden:

- ▶ Herzgröße
- ▶ Vorliegen umschriebener Vergrößerungen (z. B. Rechtsherzhypertrophie)
- ▶ Vorliegen von Stauungszeichen
- ▶ Vorliegen von Koronarkalk
- ▶ Vorliegen sonstiger Pathologien (Aneurysma oder Perikarderguss)

### Normalbefund

Rechter Vorhof und Ventrikel liegen vorne rechts, linker Vorhof und Ventrikel hinten und links (**Abb. 1.27**).



**Abb. 1.27** CT-Darstellung der Herzhöhlen. Eindrucksvolle Darstellung des (physiologischen) Missverhältnisses zwischen der kräftigeren Wand des linken Ventrikels und der (normalerweise) nicht erkennbaren Wand des rechten Ventrikels.

Das normale Herz zeigt (analog zur Übersichtsaufnahme) eine Längsachse, die den halben Thoraxquerdurchmesser nicht überschreiten soll. Eine basisnahe Schichtführung kann Anteile aller 4 Herzkammern sowie Mitralklappe und Trikuspidalklappe (im Sinne eines „Vierkammerblicks“) erfassen. In dieser Ebene sollte ein Vergleich von Wanddicke (rechts nahezu unsichtbar, links bis zu 3 mm) und Volumen (ca.  $\frac{1}{3}$  zu  $\frac{2}{3}$ ) zwischen rechtem und linkem Ventrikel erfolgen.

In einer weiter kranial gelegenen Schichtebene sowie in frontalen Rekonstruktionen ist die Aortenklappe zu erkennen (**Abb. 1.28**); die Pulmonalklappe ist schwerer abgrenzbar. Grundsätzlich soll das Vorliegen von Koronarverkalkungen erwähnt werden, damit ggf. eine weitere kardiologische Abklärung erfolgen kann (eine Zuordnung zu Hauptstamm, R. interventricularis anterior [RIVA], R. circumflexus [RCX] und rechter Koronararterie [RCA] ist möglich; **Abb. 1.29**, **Abb. 1.30**).

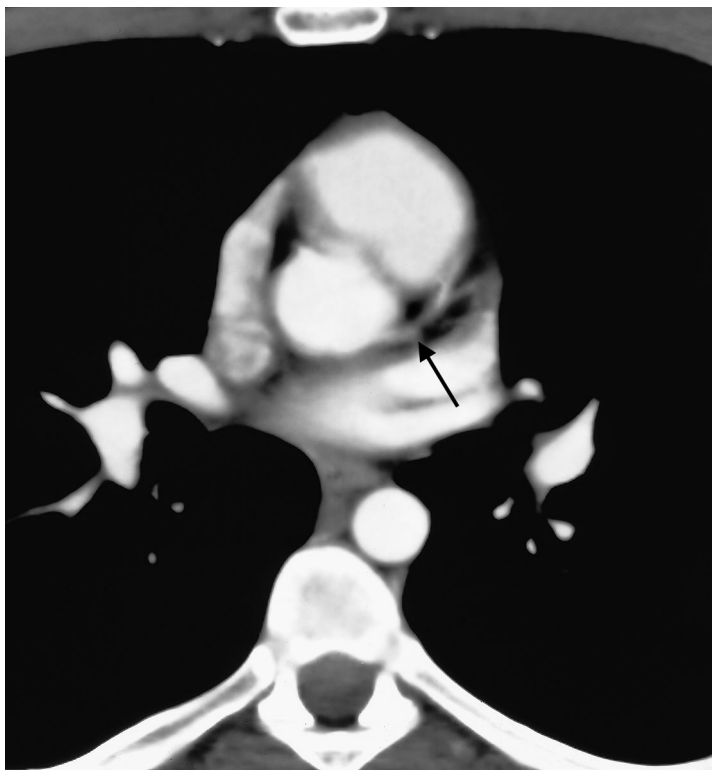
Wichtig für die CT-Beurteilung des evtl. Vorliegens einer linksventrikulären Stauung ist die Darstellung der in den linken Vorhof einmündenden Venen (**Abb. 1.31**). Diese weisen am Eintrittspunkt eine Weite von bis zu 10 mm auf.

Das nicht krankhaft veränderte Perikard stellt sich als ganz zarte, von epi- und perikardialem Fettgewebe umgebene Verdichtungslinie dar (**Abb. 1.32**).

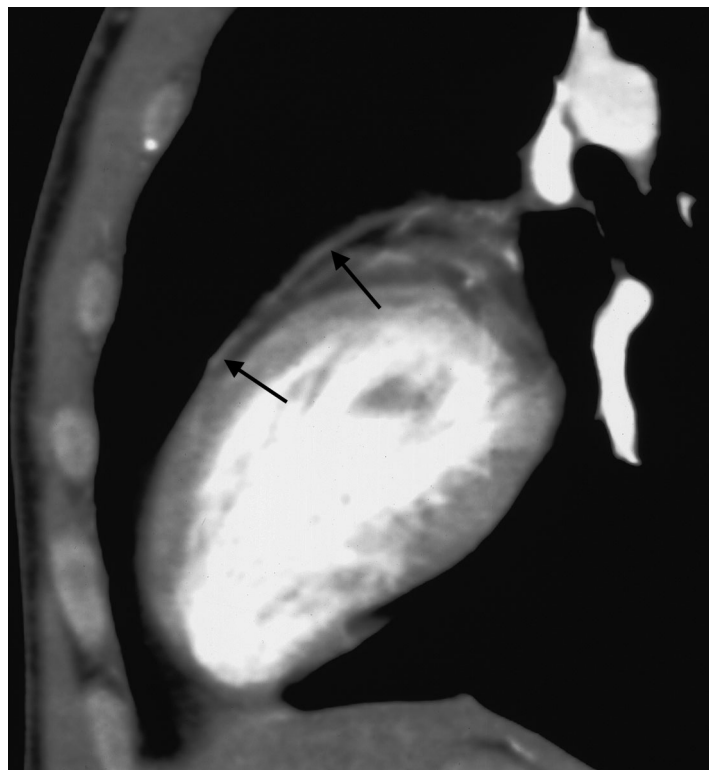


**Abb. 1.28** CT-Darstellung der Aortenwurzel. Parakoronare Rekonstruktion des linksventrikulären Ausflusstrakts mit Aortenklappe und Bulbus aortae. Insgesamt global vergrößertes Herz, vergrößerter linker Vorhof (Herzohr; weißer Pfeil).

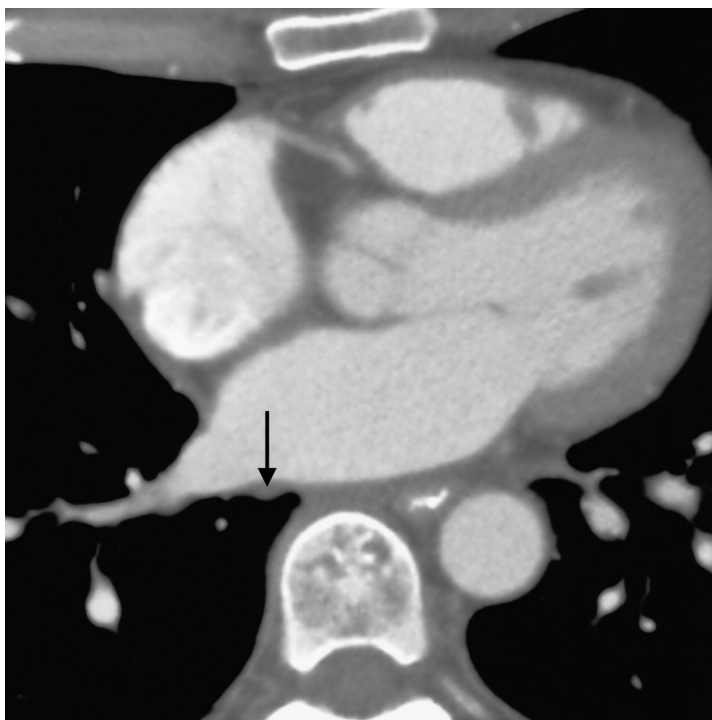




**Abb. 1.29** Darstellung LCA. Deutlich erkennbarer Abgang der linken Koronararterie aus der Aortenwurzel (schwarzer Pfeil). Keine nachweisbaren Verkalkungen.



**Abb. 1.30** CT-Darstellung des RIVA im Verlauf. Auf sagittaler Rekonstruktion (keine Kardio-CT!) erkennbarer längerstreckiger Verlauf des RIVA (schwarze Pfeile).



**Abb. 1.31** Venenmündung linker Vorhof. Darstellung der Einmündung der Unterlappenvene rechts in den linken Vorhof mit einer Weite des Mündungstrichters von 13 mm; angedeutet ist eine kleine Perikardausstülpung (schwarzer Pfeil; s. **Abb. 4.24**).



**Abb. 1.32** Perikardverdickung bei Pericarditis constrictiva. Während die ventral der Herzspitze gelegenen Anteile des Perikards eine noch normale Weite aufweisen, zeigt sich ventral des rechten Ventrikels bereits eine deutliche Verdickung. Dorsal sind Verkalkungen angeschnitten (schwarzer Pfeil).

## Linksherzvergrößerung – linker Ventrikel

Eine Linksherzvergrößerung resultiert aus einer Linksbelastung infolge einer Zunahme der Druck- und Volumenwerte in Aorta oder linkem Ventrikel und Vorhof. Ursachen sind (Tab. 1.1):

- ▶ Behinderungen des Blutstroms (Klappenvitien)
- ▶ vermehrte Volumenbelastung (Septumdefekte, Mitralinsuffizienz usw.)
- ▶ vermehrtes Restblut (Linksversagen)

Eine Vergrößerung des linken Ventrikels zeigt sich im posterior-anterioren Strahlengang durch:

- ▶ Abrundung der Herzspitze/kräftigere Rundung des linken Herzrands
- ▶ Verlängerung der Herzachse nach links mit entsprechender Vergrößerung des Querdurchmessers
- ▶ erhaltene oder vertiefte Herzbuht

### Hypertoniekonfiguration

Die hieraus resultierende Herzumformung, die charakteristisch für eine isolierte Vergrößerung des linken Ventrikels ist, wird als **aortale Konfiguration** (Abb. 1.33) bezeichnet. In ausgeprägten Fällen kann der Herzschatten bis an die linke Thoraxwand reichen. Mit Ausnahme der Fallot-Tetralogie ist diese Linksverbreiterung des Herzschattens mit erhaltener Herzbuht typisch für die Vergrößerung des linken Ventrikels. Bei einer Vergrößerung des rechten Ventrikels (s. unten) mit Linksverbreiterung des Herzschattens ist die Herzbuht verstrichen.

Typischerweise zeigt sich begleitend eine Elongation und Aufweitung der Aorta. Diese wird „rechts randbildend“ (bogige Vorwölbung oberhalb des Vorhofschattens), erreicht kranial das linke mediale Klavikulaende und weist häufig schalenartige Verkalkungen auf (Abb. 1.34).

Tabelle 1.1 Ursachen Linksherzvergrößerung.

Ort	Klappen	Shunt	Sonstiges
linker Vorhof	Mitralstenose	ASD	VHF Linksversagen
linker Ventrikel	Mitralinsuffizienz Aorteninsuffizienz Aortenstenose supravalvuläre Stenose	VSD Isthmus apertus	Linksversagen Hypertonus
Aorta	Aorteninsuffizienz Aortenstenose (poststenotische Dilatation) Isthmusstenose		Hypertonus

ASD Vorhofseptumdefekt  
VHF Vorhofflimmern  
VSD Ventrikelseptumdefekt



**Abb. 1.33 Aortnelongation bei Hypertonie.** Deutlich elongierter, bis zur Klavikula reichender Aortenbogen; Herz mäßig linksvergrößert, bei verstärkter Taillierung; keine Dekompensationszeichen.



**Abb. 1.34 Aortnelongation und Verkalkung.** Massive Verkalkung der stark elongierten und mäßig dilatierten Aorta thoracalis. Pseudoangiografische Darstellung des gesamten Aortenverlaufs inklusive der Klappenebene und Abgänge der supraaortalen Gefäße bei einer 93-jährigen Patientin. NB: Altersemphysem.

## Unterscheidung Druck-/Volumenbelastung

(Abb. 1.35)

Infolge einer Druckbelastung (arterielle Hypertonie, Aortenstenose) findet sich eine konzentrische Hypertrophie (Abb. 1.36) mit deutlicher Gewichtszunahme bei verdickter Wand (bis zu 20 mm) und enger Lichtung sowie spitz zulaufender Herzspitze („gotischer Bogen“). Bei Volumenbelastung (Aorten-, Mitralklappeninsuffizienz) zeigt sich rascher eine Herzvergrößerung (Abb. 1.37) mit Ausweitung des Ventrikellumens und Abrundung der Herzspitze („romanischer Bogen“). An dieser Stelle sei der Vollständigkeit halber die globale Herzdilatation (akuter Myokardinfarkt, Myokarditis) erwähnt. Bei nur mäßiger Wandhypertrophie zeigen sich stark ausgeweitete Höhlen.

Computertomografisch ist die Wandverdickung des linken Ventrikels direkt darzustellen (s. Abb. 1.36).



Vorsicht ist geboten beim Begriff des Holzschuh-Herzens (Cœur en Sabot). Dieser Begriff beschreibt die Linksverbreiterung des Herzschattens bei erhaltener Herzspitze (also beispielsweise auch eine aortale Konfiguration), ist historisch allerdings für das Röntgenbild bei der Fallot-Tetralogie reserviert (bei welcher die Linksverbreiterung durch eine Rechtshypertrophie [!] hervorgerufen wird).

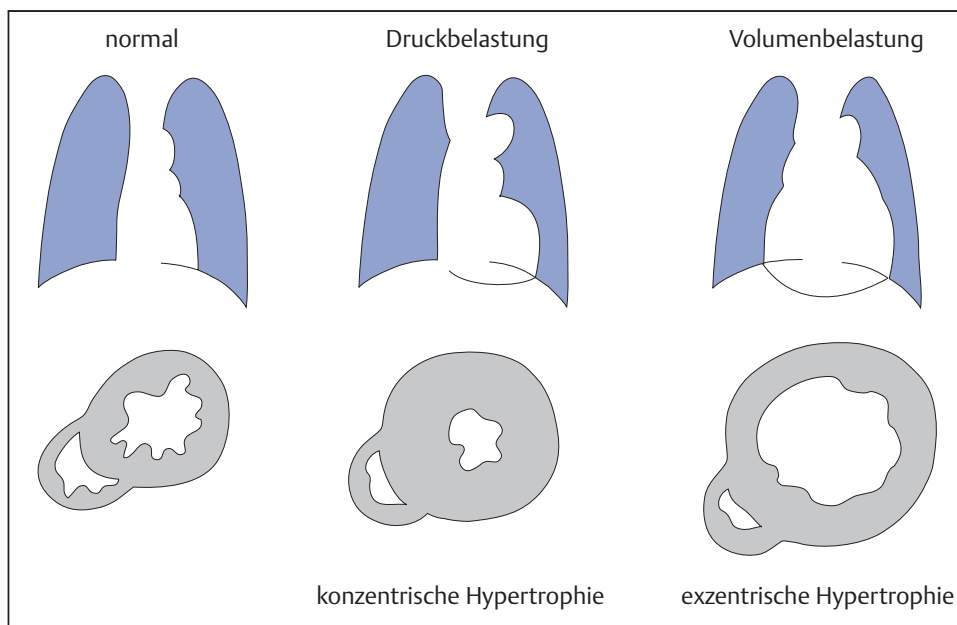


Abb. 1.35 Druck-/Volumenbelastung.