

Hamer  
Zorger  
Feuerbach  
Müller-Wille



# Grundkurs Thoraxröntgen

Tipps und Tricks  
für die systematische  
Bildanalyse

EXTRAS ONLINE

 Springer

# Grundkurs Thoraxröntgen

Okka Hamer  
Niels Zorger  
Stefan Feuerbach  
René Müller-Wille

# Grundkurs Thoraxröntgen

**Tipps und Tricks für die systematische Bildanalyse**

Mit 597 Abbildungen

**Prof. Dr. med. Okka Hamer**  
Universitätsklinikum Regensburg  
Institut für Röntgendiagnostik  
Franz-Josef-Strauß-Allee 11  
93053 Regensburg  
und  
Abteilung für Radiologie  
Lungenfachklinik Donaustauf  
Ludwigstraße 68  
93093 Donaustauf  
E-Mail: okka.hamer@ukr.de

**Prof. Dr. med. Niels Zorger**  
Krankenhaus Barmherzige Brüder Regensburg  
Institut für Radiologie und Neuroradiologie  
Prüfeninger Straße 86  
93049 Regensburg  
E-Mail: Niels.Zorger@barmherzige-regensburg.de

**Prof. Dr. med. Stefan Feuerbach**  
Universitätsklinikum Regensburg  
Ehemaliger Direktor des  
Instituts für Röntgendiagnostik  
Franz-Josef-Strauß-Allee 11  
93053 Regensburg  
E-Mail: Stefanfeuerbach@t-online.de

**Dr. med. René Müller-Wille**  
Universitätsklinikum Regensburg  
Institut für Röntgendiagnostik  
Franz-Josef-Strauß-Allee 11  
93053 Regensburg  
E-Mail: rene.mueller-wille@ukr.de

Ergänzendes Material zu diesem Buch finden Sie auf <http://extra.springer.com>

ISBN-13 978-3-642-17790-3

ISBN 978-3-642-17791-0 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-642-17791-0

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

Springer Medizin  
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

**Produkthaftung:** Für Angaben über Dosieranweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Planung: Dr. Sabine Ehlenbeck  
Projektmanagement: Christiane Beisel  
Lektorat: Michaela Mallwitz, Tairnbach  
Projektkoordination: Michael Barton  
Umschlaggestaltung: deblik Berlin  
Fotonachweis Umschlag: © Franziska Holten, Fotoabteilung, Universitätsklinikum Regensburg  
Satz und Reproduktion der Abbildungen: Fotosatz-Service Köhler GmbH – Reinhold Schöberl, Würzburg

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Medizin ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media  
[www.springer.com](http://www.springer.com)

## Vorwort

---

Verehrte Kolleginnen und Kollegen,

auch wenn die medizinische Bildgebung mittlerweile durch die modernen Schnittbildverfahren dominiert wird, ist die konventionelle Thoraxaufnahme auch heute noch die am häufigsten durchgeführte radiologische Untersuchung. Nicht nur für Radiologen, sondern auch für andere Fachdisziplinen wie die Innere Medizin, Chirurgie, Intensivmedizin und Anästhesie sind Kenntnisse in der systematischen Bildanalyse erforderlich. Es ist die Erfahrung der Autorin und Autoren bei den täglichen Konferenzen und bei Facharztprüfungen, dass die Interpretation auch klassischer Diagnosen dem radiologischen Nachwuchs, aber auch erfahrenen Kolleginnen/Kollegen anderer Disziplinen erheblich mehr Probleme bereitet als die Interpretation von Schnittbildverfahren. Deshalb soll unser »Grundkurs Thoraxröntgen« einen Leitfaden darstellen, der die systematische Bildanalyse des Thorax vermitteln soll. Er lehrt in, wie wir hoffen, verständlicher Form Wissen, das weite Teile des klinischen Alltags abdeckt. Entitäten, bei denen die konventionelle Thoraxaufnahme keine Rolle spielt (z. B. fibrosierende Lungenerkrankungen und die Lungenembolie) oder seltene Diagnosen werden bewusst nicht besprochen.

Nach der systematischen Bildanalyse werden 60 Fallbeispiele präsentiert, die Sie mit Hilfe der erworbenen Kenntnisse lösen können. Die Auswahl der Fälle beruht auf dem Prinzip, dass Häufiges wichtig ist, weil es eben häufig vorkommt. Redundanzen sind hier beabsichtigt.

Fotografische Abbildungen von Thoraxaufnahmen sind im Detail häufig unzureichend im Vergleich zum Original. Deshalb liegt nur ein Teil der Übungsfälle in Druckform vor. Zum Buch ist kostenlos auf <http://extras.springer.com/2013/978-3-642-17791-0> eine interaktives PDF mit allen Fallbeispielen zum Üben und interaktiven Befunden verfügbar.

Für Verbesserungsvorschläge sind wir jederzeit dankbar.

Die Autoren

Prof. Dr. Okka W. Hamer

Prof. Dr. Stefan Feuerbach

Prof. Dr. Niels Zorger

Dr. med. René Müller-Wille

## Danksagung

---

Die Autoren sind den zahlreichen Personen zu Dank verpflichtet, die durch ihr Fachwissen und ihre konstruktive Kritik zum Entstehen dieses Buches beigetragen haben. Im Besonderen seien erwähnt Prof. Dr. med. M. Pfeifer, Prof. Dr. med. S. Diederich, Prof. Dr. med. C. Stroszczyński, Priv.-Doz. Dr. med. P. Rümmele, Priv.-Doz. Dr. med. Dipl. phys. P. Heiß, Dr. med. S. Mayer, Dr. med. L. Egger, Dr. med. F. Poschenrieder sowie alle Mitarbeiter des Instituts für Röntgendiagnostik des Universitätsklinikums Regensburg.

Bei Frau D. Ulsperger und Frau M. Guggenberger möchten wir uns herzlichst für die Hilfe bei der Zusammenstellung der Bilder bedanken.

Prof. N.L. Müller, D. Manos, MD, und J.L. Babar, MD, danken wir vielmals für die großzügige Überlassung von Bildmaterial.

# Inhaltsverzeichnis

---

## I Allgemeine Grundlagen

<b>1</b>	<b>Technik</b> .....	3
1.1	Thoraxaufnahme im Stehen in zwei Ebenen .....	4
1.2	Thoraxaufnahme im Liegen (»Bettlung«) .....	6
1.3	Bildbeschriftung .....	11
<b>2</b>	<b>Bildqualität</b> .....	13
<b>3</b>	<b>Systematik der Bildanalyse</b> .....	21
3.1	Reihenfolge der Bildbetrachtung .....	22
3.2	Befund real oder vorgetäuscht? .....	23
3.3	»Satisfaction of Search« .....	25
3.4	Nutzen der Symmetrie .....	26
3.5	Silhouettenzeichen .....	28
3.5.1	»Hilum overlay sign« .....	30
3.5.2	Zervikothorakales Zeichen .....	32
<b>4</b>	<b>Normalbefund</b> .....	35
4.1	<b>Mediastinum</b> .....	36
4.1.1	Allgemeine Aspekte .....	36
4.1.2	Radiographische Morphologie .....	38
4.2	<b>Hilus</b> .....	45
4.2.1	Allgemeine Aspekte .....	45
4.2.2	Radiographische Morphologie .....	46
4.3	<b>Lunge und Atemwege</b> .....	50
4.3.1	Allgemeine Aspekte .....	50
4.3.2	Radiographische Morphologie .....	50
4.4	<b>Pleura</b> .....	56
4.4.1	Allgemeine Aspekte .....	56
4.4.2	Radiographische Morphologie .....	56
4.5	<b>Zwerchfell</b> .....	60
4.5.1	Allgemeine Aspekte .....	60
4.5.2	Radiographische Morphologie .....	60
4.6	<b>Oberbauch</b> .....	64
4.6.1	Allgemeine Aspekte .....	64
4.6.2	Radiographische Morphologie .....	64
4.7	<b>Skelett</b> .....	67
4.7.1	Allgemeine Aspekte .....	67
4.7.2	Radiographische Morphologie .....	67
4.8	<b>Weichteile</b> .....	73
4.8.1	Allgemeine Aspekte .....	73
4.8.2	Radiographische Morphologie .....	74

## II Pathologien

<b>5</b>	<b>Erkrankungen des Mediastinums</b>	79
<b>5.1</b>	<b>Mediastinale Raumforderungen</b>	80
5.1.1	Allgemeine Aspekte	80
5.1.2	Raumforderungen des vorderen Mediastinums	82
5.1.3	Raumforderungen des mittleren und hinteren Mediastinums	90
5.1.4	Raumforderungen des paravertebralen Raums	104
<b>5.2</b>	<b>Pneumomediastinum</b>	107
5.2.1	Allgemeine Aspekte	107
5.2.2	Ätiologie	107
5.2.3	Radiographische Morphologie	109
5.2.4	Differenzialdiagnose	112
<b>6</b>	<b>Erkrankungen des Herzens und der herznahen Gefäße</b>	115
<b>6.1</b>	<b>Erkrankungen der Herzhöhlen und der herznahen Gefäße</b>	116
6.1.1	Allgemeine Aspekte	116
6.1.2	Ätiologie	116
6.1.3	Radiographische Morphologie	117
	Beurteilung der Herzgröße	117
	Beurteilung der Form des Herzens und der herznahen Gefäße	121
	Vergrößerung des linken Ventrikels	121
	Vergrößerung des linken Vorhofs	126
	Vergrößerung des rechten Ventrikels	128
	Vergrößerung des rechten Vorhofs	130
	Kombinierte Formveränderungen des Herzschattens für die wichtigsten Klappenvitien	130
	Aortenaneurysma	133
	Dilatation des Truncus pulmonalis	135
	Verkalkungen	137
<b>6.2</b>	<b>Perikarderguss</b>	146
6.2.1	Allgemeine Aspekte	146
6.2.2	Ätiologie	146
6.2.3	Radiographische Morphologie	146
6.2.4	Differenzialdiagnose	150
<b>7</b>	<b>Erkrankungen des Hilus</b>	151
<b>7.1</b>	<b>Allgemeine Aspekte</b>	152
<b>7.2</b>	<b>Ätiologie</b>	152
<b>7.3</b>	<b>Radiographische Morphologie</b>	153
<b>7.4</b>	<b>Differenzialdiagnose</b>	155
<b>8</b>	<b>Erkrankungen der Lunge</b>	157
<b>8.1</b>	<b>Pulmonale Rundherde</b>	158
8.1.1	Allgemeine Aspekte	158
8.1.2	Ätiologie	159
8.1.3	Radiographische Morphologie solitärer Rundherde – Dignitätseinschätzung	163
8.1.4	Pseudorundherde	170
<b>8.2</b>	<b>Pneumonien</b>	173
8.2.1	Allgemeine Aspekte	173
8.2.2	Ätiologie – Rückschlüsse auf den Erreger	173
8.2.3	Radiographische Morphologie	174
8.2.4	Sonderformen	181

<b>8.3</b>	<b>Lungenemphysem</b>	185
8.3.1	Allgemeine Aspekte	185
8.3.2	Ätiologie	185
8.3.3	Radiographische Morphologie	185
<b>8.4</b>	<b>Lungenödem</b>	189
8.4.1	Allgemeine Aspekte	189
8.4.2	Ätiologie	190
8.4.3	Radiographische Morphologie	190
8.4.4	Differenzialdiagnose	192
8.4.5	Sonderformen	194
<b>8.5</b>	<b>Atelektasen</b>	197
8.5.1	Allgemeine Aspekte	197
8.5.2	Ätiologie – Atelektasetypen	198
8.5.3	Radiographische Morphologie	199
8.5.4	Differenzialdiagnose	216
8.5.5	Sonderform	219
<b>9</b>	<b>Erkrankungen der Pleura und Thoraxwand</b>	221
<b>9.1</b>	<b>Raumforderungen der Pleura und Thoraxwand</b>	222
9.1.1	Allgemeine Aspekte	222
9.1.2	Ätiologie	222
9.1.3	Radiographische Morphologie	222
9.1.4	Differenzialdiagnose	224
<b>9.2</b>	<b>Pleuraerguss</b>	229
9.2.1	Allgemeine Aspekte	229
9.2.2	Ätiologie	230
9.2.3	Radiographische Morphologie	230
9.2.4	Differenzialdiagnose	234
9.2.5	Sonderformen	234
<b>9.3</b>	<b>Pneumothorax</b>	240
9.3.1	Allgemeine Aspekte	240
9.3.2	Ätiologie	240
9.3.3	Radiographische Morphologie	240
9.3.4	Differenzialdiagnose	244
9.3.5	Sonderformen	247
<b>9.4</b>	<b>Pleurakuppenschwiele</b>	250
9.4.1	Allgemeine Aspekte	250
9.4.2	Ätiologie	250
9.4.3	Radiographische Morphologie	250
9.4.4	Differenzialdiagnose	251
<b>9.5</b>	<b>Diffuse Pleurafibrose, Fibrothorax</b>	252
9.5.1	Allgemeine Aspekte	252
9.5.2	Ätiologie	252
9.5.3	Radiographische Morphologie	252
9.5.4	Differenzialdiagnose	252
<b>10</b>	<b>Erkrankungen des Zwerchfells</b>	253
<b>10.1</b>	<b>Zwerchfellhochstand</b>	254
10.1.1	Ätiologie	254
10.1.2	Radiographische Morphologie	254
10.1.3	Differenzialdiagnose	257
<b>10.2</b>	<b>Zwerchfelltiefstand</b>	258
10.2.1	Ätiologie	258

10.2.2	Radiographische Morphologie . . . . .	258
<b>10.3</b>	<b>Zwerchfellhernie . . . . .</b>	<b>260</b>
10.3.1	Allgemeine Aspekte . . . . .	260
10.3.2	Radiographische Morphologie . . . . .	260
10.3.3	Differenzialdiagnose . . . . .	260
<b>11</b>	<b>Erkrankungen des Oberbauchs . . . . .</b>	<b>263</b>
<b>11.1</b>	<b>Allgemeine Aspekte . . . . .</b>	<b>264</b>
<b>11.2</b>	<b>Pneumoperitoneum . . . . .</b>	<b>264</b>
11.2.1	Ätiologie . . . . .	264
11.2.2	Radiographische Morphologie . . . . .	264
<b>12</b>	<b>Erkrankungen des Skeletts . . . . .</b>	<b>267</b>
<b>12.1</b>	<b>Allgemeine Aspekte . . . . .</b>	<b>268</b>
<b>12.2</b>	<b>Radiographische Morphologie . . . . .</b>	<b>270</b>
<b>13</b>	<b>Erkrankungen der Weichteile . . . . .</b>	<b>275</b>
<b>13.1</b>	<b>Weichteilemphysem . . . . .</b>	<b>276</b>
13.1.1	Allgemeine Aspekte . . . . .	276
13.1.2	Ätiologie . . . . .	276
13.1.3	Radiographische Morphologie . . . . .	276
<b>13.2</b>	<b>Pathologien der Brust . . . . .</b>	<b>277</b>
13.2.1	Allgemeine Aspekte . . . . .	277
13.2.2	Radiographische Morphologie . . . . .	277

### III Fallbeispiele

<b>14</b>	<b>Fallbeispiele . . . . .</b>	<b>281</b>
<b>14.1</b>	<b>Fall 1 . . . . .</b>	<b>283</b>
14.1.1	Lösung: M. Hodgkin . . . . .	284
<b>14.2</b>	<b>Fall 2 . . . . .</b>	<b>285</b>
14.2.1	Lösung: Lungenödem . . . . .	286
<b>14.3</b>	<b>Fall 3 . . . . .</b>	<b>287</b>
14.3.1	Lösung: Perikarderguss . . . . .	288
<b>14.4</b>	<b>Fall 4 . . . . .</b>	<b>289</b>
14.4.1	Lösung: Sarkoidose . . . . .	290
<b>14.5</b>	<b>Fall 5 . . . . .</b>	<b>291</b>
14.5.1	Lösung: Pneumothorax links («deep sulcus sign») . . . . .	292
<b>14.6</b>	<b>Fall 6 . . . . .</b>	<b>293</b>
14.6.1	Lösung: Mittellappenatelektase . . . . .	294
<b>14.7</b>	<b>Fall 7 . . . . .</b>	<b>295</b>
14.7.1	Lösung: Emphysem . . . . .	296
<b>14.8</b>	<b>Fall 8 . . . . .</b>	<b>297</b>
14.8.1	Lösung: Vergrößerung des linken und rechten Vorhofs . . . . .	298
<b>14.9</b>	<b>Fall 9 . . . . .</b>	<b>299</b>
14.9.1	Lösung: Lobärpneumonie im rechten Oberlappen . . . . .	300
<b>14.10</b>	<b>Fall 10 . . . . .</b>	<b>301</b>
14.10.1	Lösung: Zentrales Bronchialkarzinom links . . . . .	302
<b>14.11</b>	<b>Fall 11 . . . . .</b>	<b>303</b>
14.11.1	Lösung: Hiatushernie . . . . .	304

<b>14.12</b>	<b>Fall 12</b>	305
14.12.1	Lösung: Kaverne bei Tuberkulose	306
<b>14.13</b>	<b>Fall 13</b>	307
14.13.1	Lösung: Pneumoperitoneum und Pneumomediastinum	308
<b>14.14</b>	<b>Fall 14</b>	309
14.14.1	Lösung: Zustand nach Ablatio mammae rechts, Weichteilasymmetrie	310
<b>14.15</b>	<b>Fall 15</b>	311
14.15.1	Lösung: Pleuraerguss links, Pneumothorax rechts	312
<b>Stichwortverzeichnis</b>		313

# Mitarbeiterverzeichnis

---

## **Hamer, Okka, Prof. Dr. med.**

Universitätsklinikum Regensburg  
Institut für Röntgendiagnostik  
Franz-Josef-Strauß-Allee 11  
93053 Regensburg  
und  
Abteilung für Radiologie  
Lungenfachklinik Donaustauf  
Ludwigstraße 68  
93093 Donaustauf  
okka.hamer@ukr.de

## **Zorger, Niels, Prof. Dr. med.**

Institut für Radiologie und Neuroradiologie  
Krankenhaus Barmherzige Brüder Regensburg  
Prüfeninger Straße 86  
93049 Regensburg  
Niels.Zorger@barmherzige-regensburg.de

## **Feuerbach, Stefan, Prof. Dr. med.**

Universitätsklinikum Regensburg  
Institut für Röntgendiagnostik  
Franz-Josef-Strauß-Allee 11  
93053 Regensburg  
Stefanfeuerbach@t-online.de

## **Müller-Wille, René, Dr. med.**

Universitätsklinikum Regensburg  
Institut für Röntgendiagnostik  
Franz-Josef-Strauß-Allee 11  
93053 Regensburg  
rene.mueller-wille@ukr.de

# Allgemeine Grundlagen

Kapitel 1	Technik	– 3
Kapitel 2	Bildqualität	– 13
Kapitel 3	Systematik der Bildanalyse	– 21
Kapitel 4	Normalbefund	– 35

# Technik

- 1.1 Thoraxaufnahme im Stehen in zwei Ebenen – 4
- 1.2 Thoraxaufnahme im Liegen (»Bettlunge«) – 6
- 1.3 Bildbeschriftung – 11

## 1.1 Thoraxaufnahme im Stehen in zwei Ebenen

Konventionelle Thoraxaufnahmen werden am Rasterwandgerät mit einem Detektor-Fokus-Abstand (= Abstand zwischen Röntgenröhre und Detektor bzw. der Kassette) von 150–200 cm (in der Regel 180 cm) angefertigt. Es wird eine sog. Hartstrahltechnik eingesetzt, bei der die Röhrenspannung 110–150 kV (in der Regel 125 kV) beträgt. Der Röhrenstrom wird über eine Belichtungsautomatik reguliert. Es kommt ein Streustrahlenraster zur Anwendung. Das Abdomen wird mit einer Bleiabdeckung geschützt.

Die Aufnahmen werden im Stehen in zwei Ebenen, nämlich im posterior-anterioren (p.-a.) und im seitlichen Strahlengang angefertigt (■ Abb. 1.1 und ■ Abb. 1.2). Zwei Ebenen sind erforderlich, da in einer Ebene nicht alle Anteile des Thorax überlagerungsfrei einsehbar wären (in der p.-a.-Aufnahme z. B. die hinter dem Herzen oder den Zwerchfellkuppen gelegenen Lungenanteile). Zum anderen kann durch die Aufnahmen in zwei Ebenen die Lokalisation pathologischer Befunde im dreidimensionalen Thorax bestimmt werden. Bei der p.-a.-Aufnahme liegt die Brust, bei der seitlichen Aufnahme die linke Körperhälfte dem Detektor an.

➤ **Die genannten Bedingungen gelten für Aufnahmen beim Erwachsenen. Bei Kindern sind technische Besonderheiten zu beachten.**

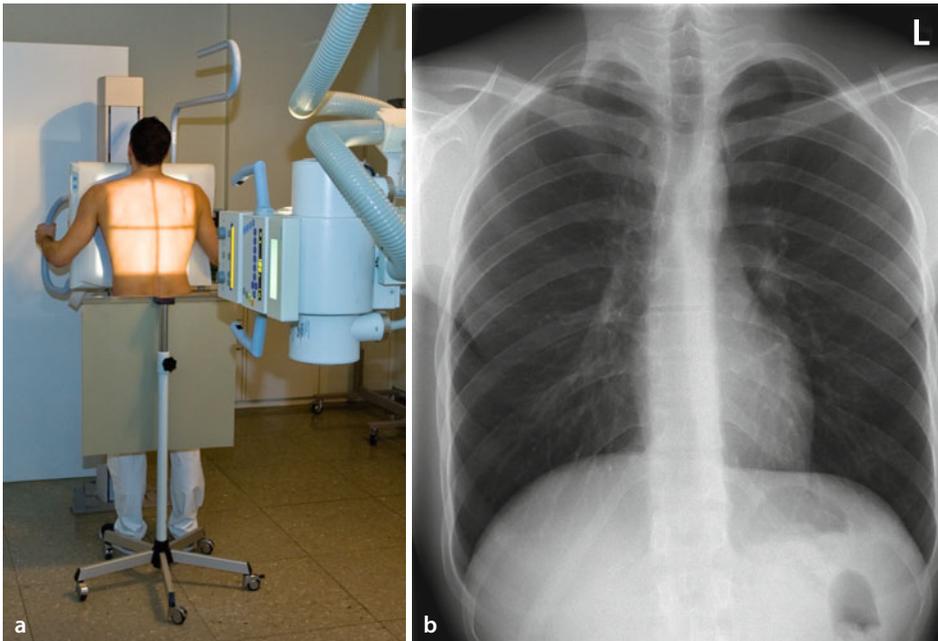
Der Oberkörper muss komplett frei gemacht werden, d. h. BH, Halsketten und sonstige Fremdmaterialien, wie z. B. Brustwarzenpiercing und EKG-Aufkleber, müssen, soweit irgend möglich, entfernt werden.

In der Regel werden die Aufnahmen zur vollen Entfaltung der Lungen in tiefer Inspiration und in Atemstillstand angefertigt. Allein bei der gezielten Fragestellung, ob ein Pneumothorax vorliegt, wird in vielen Häusern die Expirationslage bevorzugt, da man davon ausgeht, dass in Expiration der Pneumothorax leichter zu erkennen ist. Dies hat zwei Gründe:

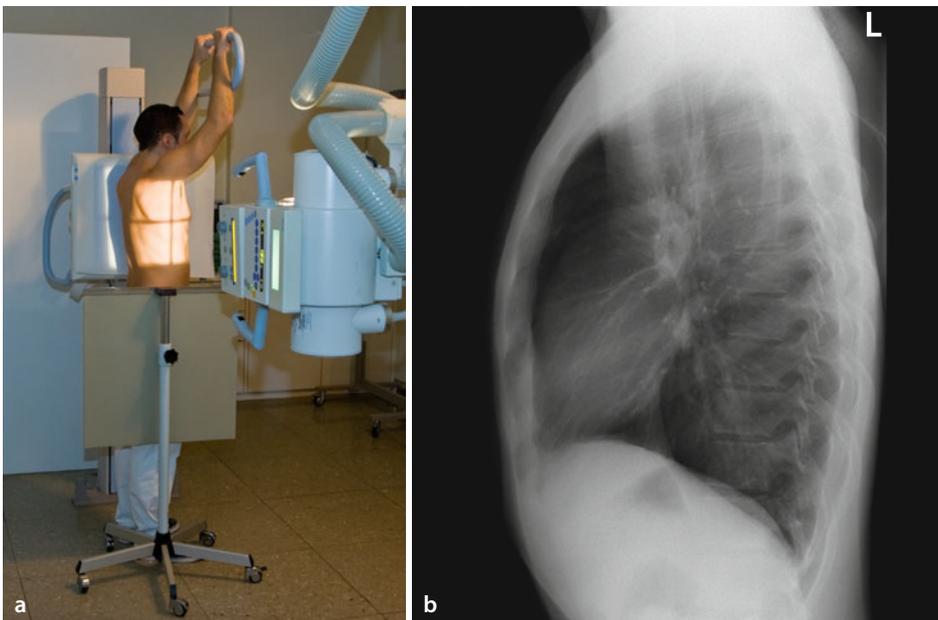
- zum einen ist die Ausdehnung eines Pneumothorax in Expiration etwas größer als in Inspiration;
- zum anderen kollabiert die Lunge in Expiration partiell und wird dadurch dichter, wodurch der Kontrast zum lufthaltigen Pleuraraum größer wird.

Allerdings haben Studien gezeigt, dass die Sensitivität der Expirationsaufnahme nicht besser ist als die der Aufnahme in Inspiration, sodass die Wertigkeit der Expirationsaufnahme anzuzweifeln ist.

## 1.1 · Thoraxaufnahme im Stehen in zwei Ebenen



■ Abb. 1.1a, b Posterior-anteroerer (p.-a.) Strahlengang. Der Brustkorb liegt dem Detektor an. Die Strahlenquelle befindet sich hinter dem Patienten, es liegt somit ein posterior-anteroerer (p.-a.) Strahlengang vor



■ Abb. 1.2a, b Seitlicher Strahlengang. Die linke Körperhälfte liegt dem Detektor an

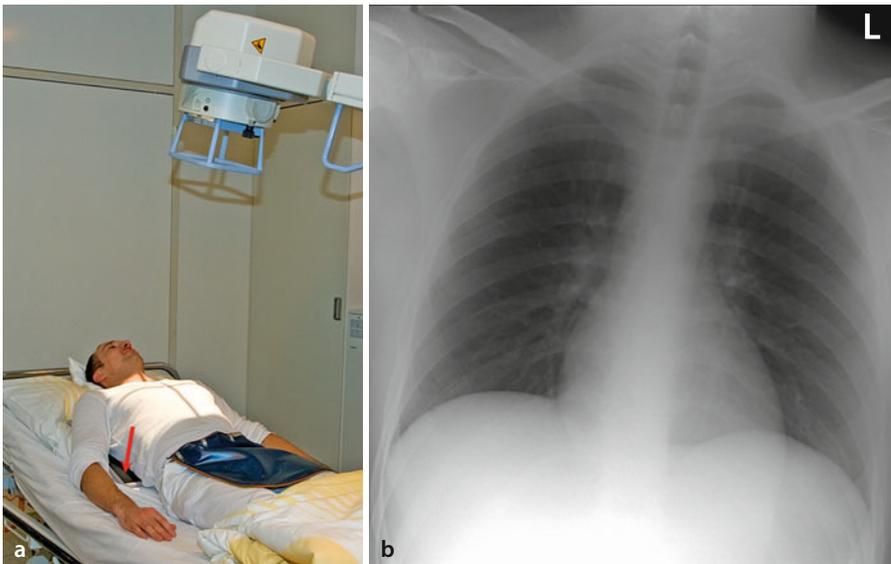
## 1.2 Thoraxaufnahme im Liegen (»Bettlung«)

Für Aufnahmen im Liegen, sog. »Bettlungen«, gelten andere Bedingungen als im Stehen. Die Kassette bzw. der Detektor werden hier unter den auf dem Rücken liegenden Patienten geschoben, die Strahlenquelle befindet sich oberhalb des Patienten (■ Abb. 1.3). Bettlungen werden also nicht im posterior-anterioren, sondern im anterior-posterioren (a.-p.) Strahlengang angefertigt. Der Detektor-Fokus-Abstand liegt bei 90–120 cm und ist damit geringer als bei der Aufnahme im Stehen. Auch die Röhrenspannung (70–110 kV) ist niedriger als bei Stehendaufnahmen. Bei mobilen Aufnahmegäräten gibt es zudem keine Belichtungsautomatik, sodass die Belichtung nach Erfahrungswerten erfolgt.

➤ Die veränderten technischen und logistischen Bedingungen haben zur Folge, dass die Qualität und damit die diagnostische Aussagekraft solcher Betaufnahmen erheblich eingeschränkt sind.

Im Einzelnen hat dies folgende Gründe:

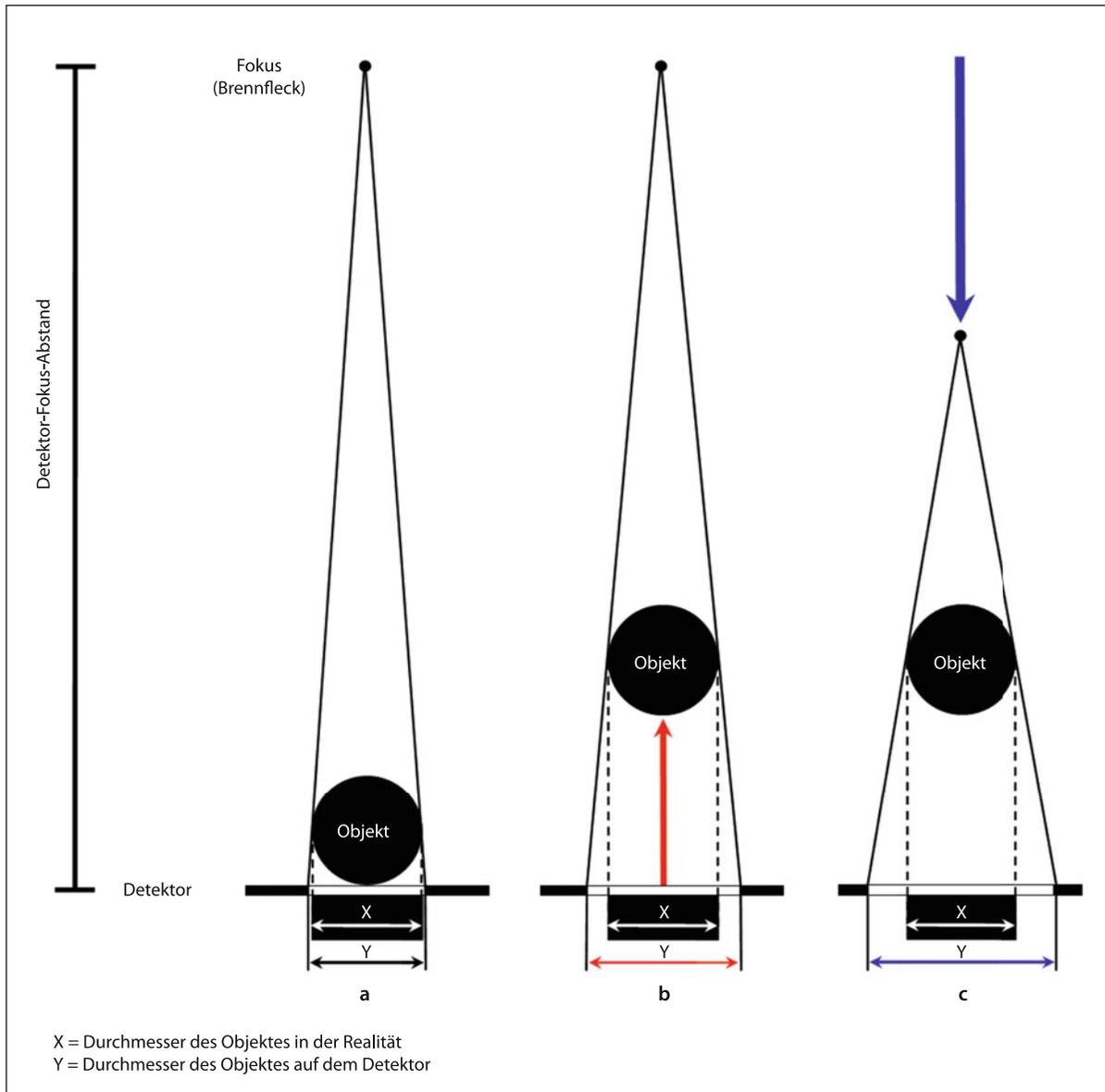
- Da die Aufnahme im a.-p.-Strahlengang und nicht wie im Stehen p.-a. durchgeführt wird, kommt es zu einer vergrößerten Darstellung des Herzens, da dieses nun detektorfern liegt (■ Abb. 1.4 bis ■ Abb. 1.6).
- Dieser Vergrößerungseffekt wird zudem durch die Tatsache verstärkt, dass der Detektor-Fokus-Abstand geringer ist als bei der Stehendtechnik (■ Abb. 1.4 bis ■ Abb. 1.6).
- Neben dem Vergrößerungseffekt führt der verringerte Detektor-Fokus-Abstand zu einer unschärferen Abbildung der Konturen (■ Abb. 1.7).
- Durch die fehlende Belichtungsautomatik sind die Aufnahmen mitunter über- oder unterexponiert. Diese Problematik ist jedoch im Zeitalter der digitalen Technik kaum noch limitierend.



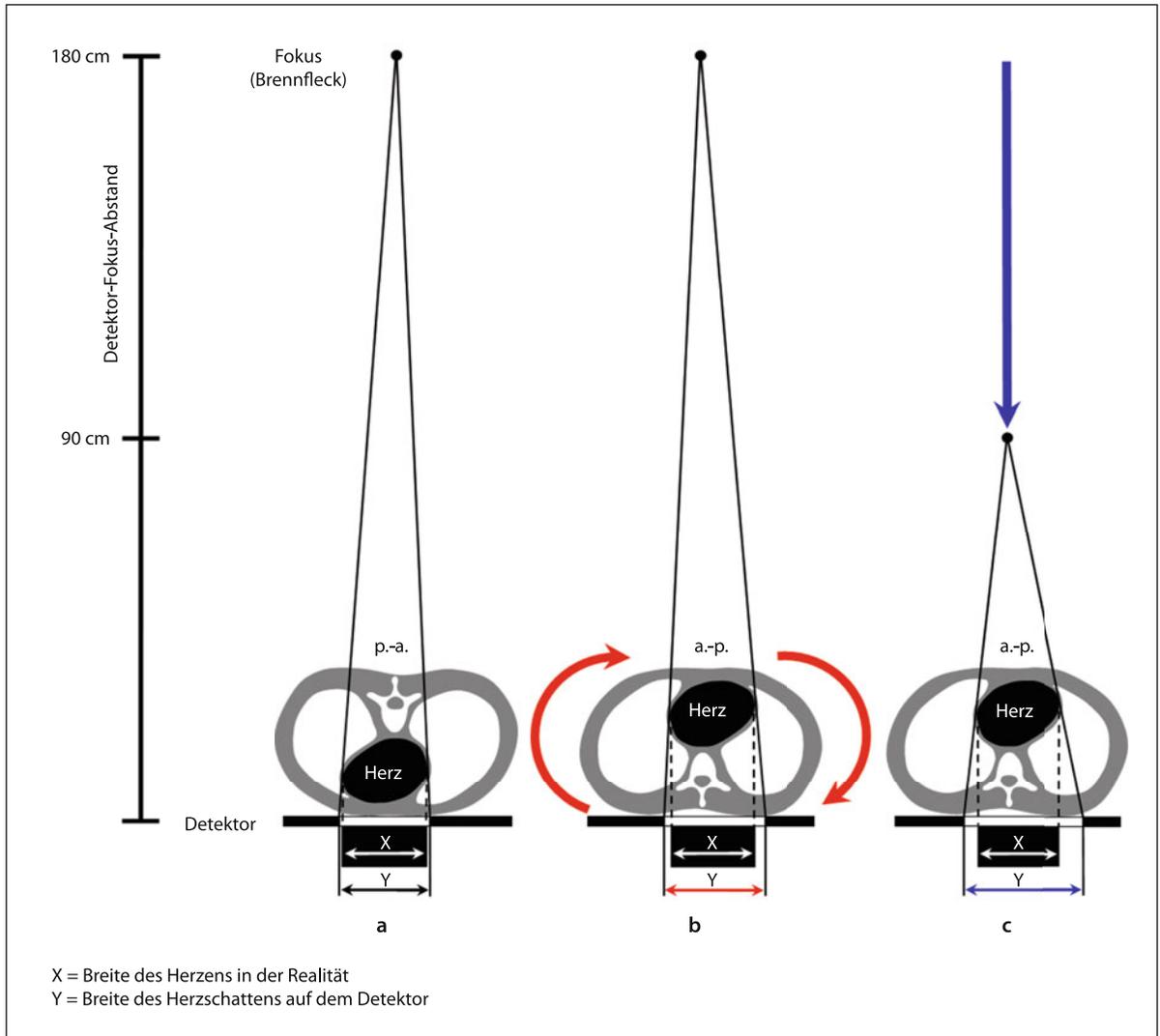
■ Abb. 1.3a, b Thoraxaufnahme a.-p. im Liegen (sog. Bettlung). Die Kassette (roter Pfeil) bzw. der Detektor werden unter den auf dem Rücken liegenden Patienten platziert. Die Strahlenquelle befindet sich oberhalb des Patienten, es liegt somit ein anterior-posteriore (a.-p.) Strahlengang vor

## 1.2 · Thoraxaufnahme im Liegen (»Bettlung«)

- Aufgrund der veränderten Schwerkraftverhältnisse stellen sich Pathologien wie ein Pneumothorax oder ein Pleuraerguss in Bettlungen anders dar als im Stehen und sind schwerer zu erkennen.
- Die Patienten sind häufig nicht kooperationsfähig, weshalb Bettlungen u. U. verdreht und nicht in voller Inspiration akquiriert werden.
- Häufig kann der Patient nicht komplett entkleidet werden, oder es werden aufliegende Fremdmaterialien mit abgebildet, was die Beurteilbarkeit erschwert.

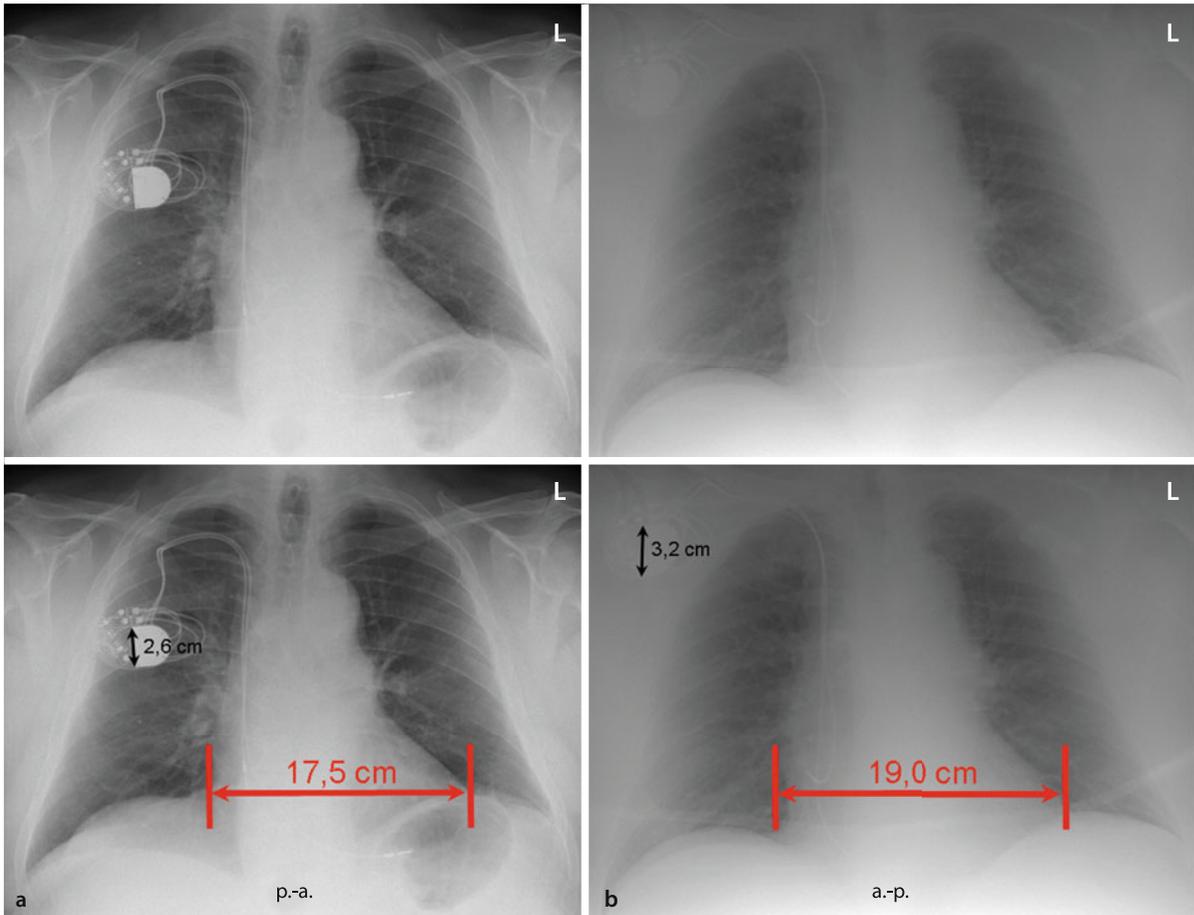


■ **Abb. 1.4a–c Einfluss des Objekt-Detektor-Abstandes und des Detektor-Fokus-Abstandes auf die Abbildungsgröße.** **a** Liegt ein Objekt, hier exemplarisch eine Bleikugel, direkt dem Detektor an und ist der Detektor-Fokus-Abstand groß, so wird das Objekt nur minimal vergrößert abgebildet (Y minimal größer als X). **b** Mit zunehmender Entfernung des Objektes vom Detektor (roter Pfeil) kommt es aufgrund der zentralen Streckung zu einer vergrößerten Abbildung des Objektes (Y größer als X). **c** Verringert sich zudem der Detektor-Fokus Abstand (blauer Pfeil), wird dieser Effekt weiter verstärkt (Y deutlich größer als X)

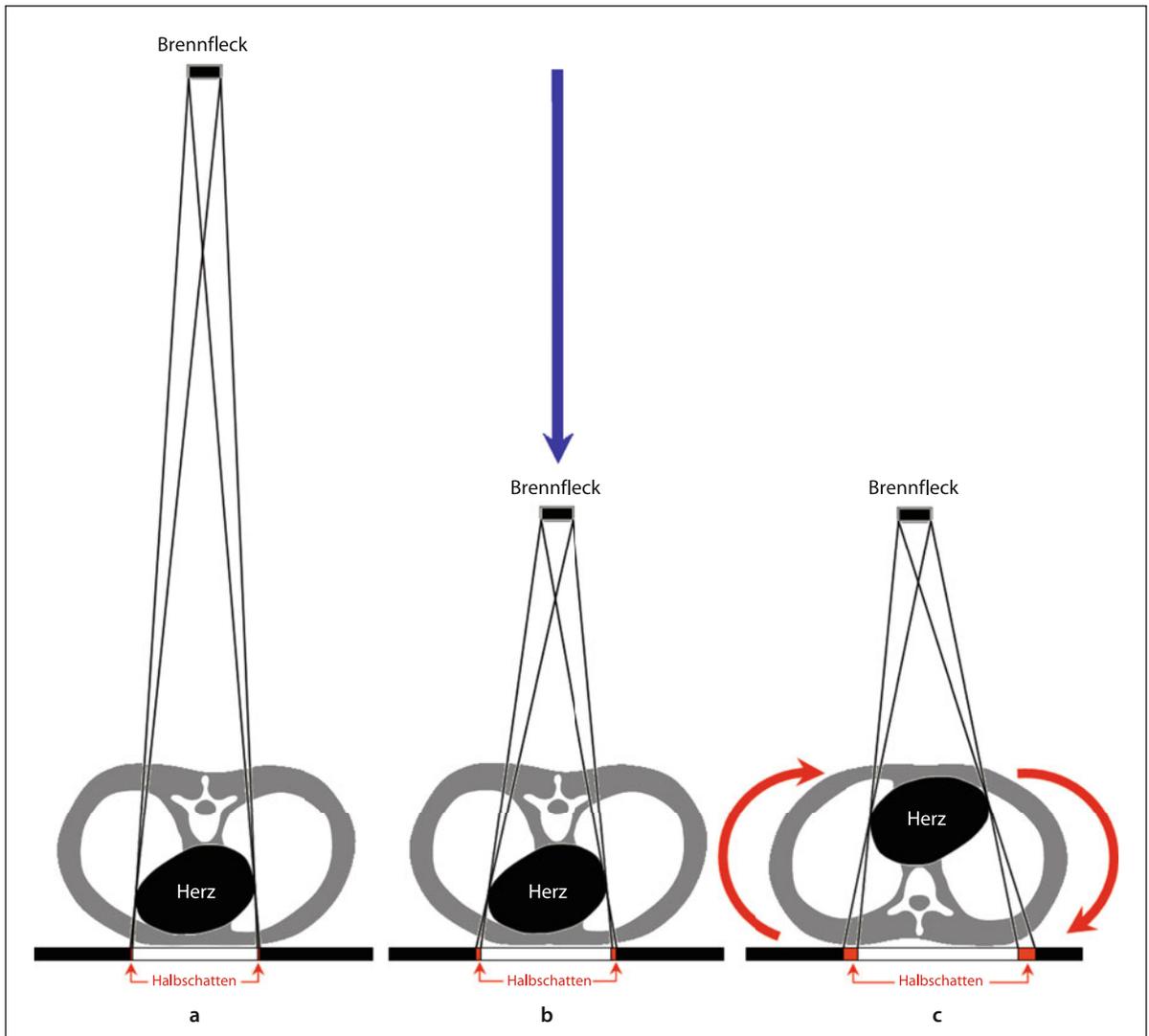


**Abb. 1.5a–c Einfluss der Positionierung des Patienten und des Strahlengangs auf die Abbildung des Herzens. Das Schema zeigt den Querschnitt des Thorax auf Höhe des Herzens. a** Die Vorderwand des Thorax liegt dem Detektor an, der Strahlengang ist posterior-anterior (p.-a.), der Detektor-Fokus-Abstand beträgt 180 cm. Das Herz wird nur diskret vergrößert abgebildet (Y minimal größer als X). **b** Beim anterior-posterioren (a.-p.) Strahlengang befindet sich das Herz weiter vom Detektor entfernt und wird vergrößert dargestellt (Y größer als X). **c** Verringert sich wie in der Bettlinge zusätzlich der Detektor-Fokus-Abstand (blauer Pfeil), wird der Vergrößerungseffekt weiter verstärkt (Y deutlich größer als X)

## 1.2 · Thoraxaufnahme im Liegen (»Bettlung«)



■ **Abb. 1.6a, b** Unterschiedliche Abbildung der Größe des Herzens in der p.-a.- vs. a.-p.-Aufnahme. Die Bilder zeigen denselben Patienten. In **a** liegt eine p.-a.-Aufnahme vor, in **b** eine a.-p.-Aufnahme. Aufgrund der Unterschiede hinsichtlich der Positionierung des Patienten und des Strahlengangs wird das Herz in der a.-p.-Aufnahme größer dargestellt als in der p.-a.-Aufnahme. Beachte auch die unterschiedliche Darstellung der Größe des in der ventralen Thoraxwand liegenden Herzschrittmachers



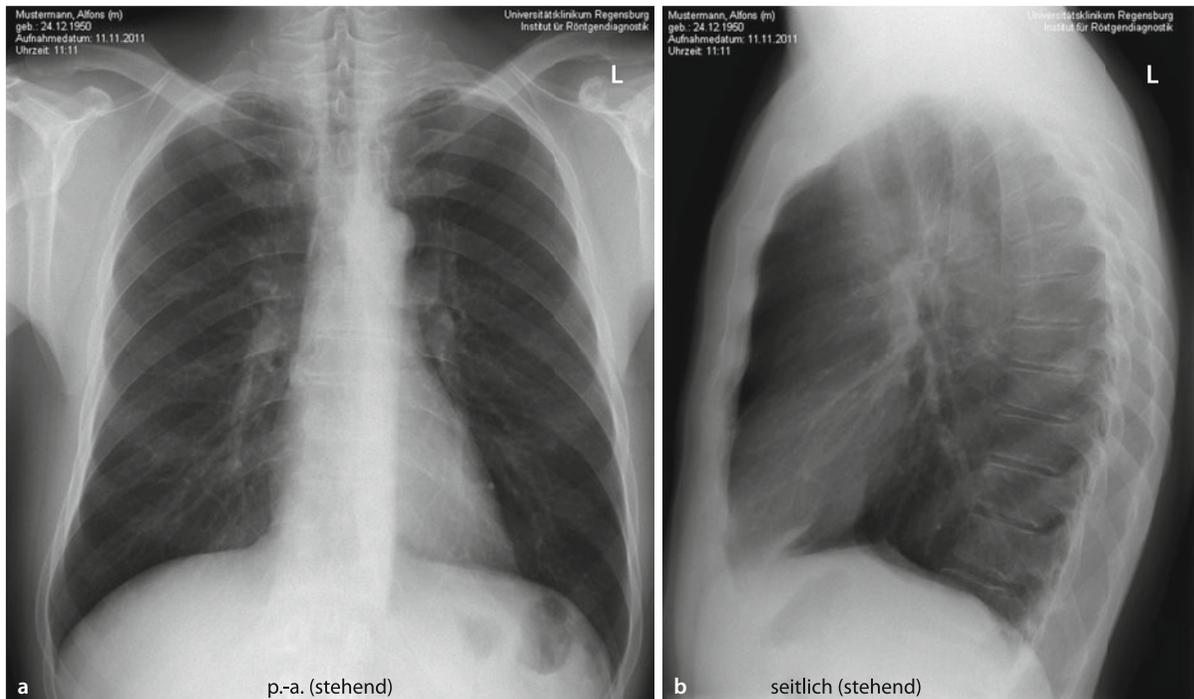
**Abb. 1.7a–c Konturunschärfe bei Bettlungen.** a Da der Brennfleck keine ideale Punktquelle, sondern eine Fläche ist, kommt es immer zu einer gewissen Unschärfe in der Abbildung von Konturen (sog. Halbschatten). Bei Aufnahmen im Stehen mit einem Detektor-Fokus-Abstand von 180 cm ist dieser Effekt vernachlässigbar. b Diese Unschärfe nimmt jedoch zu, je kürzer der Detektor-Fokus-Abstand und c je länger der Objekt-Detektor-Abstand ist. Daher ist insbesondere das detektorferne Herz in der Bettlungsaufnahme von diesem Effekt betroffen (c entspricht der Situation der Bettlung)

### 1.3 Bildbeschriftung

Auf den Bildern müssen folgende Daten vermerkt sein (oder zumindest digital hinterlegt werden): Name, Vorname, Geburtsdatum und Geschlecht des Patienten, Aufnahme datum, Aufnahmezeit und die anfertigende Institution (■ Abb. 1.8).

Zudem sind die Bilder immer mit einem Seitenzeichen zu versehen, wobei bei der p.-a. bzw. a.-p. Aufnahme entweder ein »L« an der linken Körperhälfte oder ein »R« an der rechten Körperhälfte angebracht wird. Bei der Seitenaufnahme bezeichnet die Seitenbezeichnung, welche Körperhälfte dem Detektor anliegt, normalerweise ist also ein »L« auf den Bildern verzeichnet.

Außerdem muss für den Befunder der Strahlengang erkennbar sein, also ob die Aufnahme p.-a., a.-p. oder seitlich aufgenommen worden ist, und in welcher Position sich der Patient befunden hat (im Liegen, Sitzen oder Stehen).



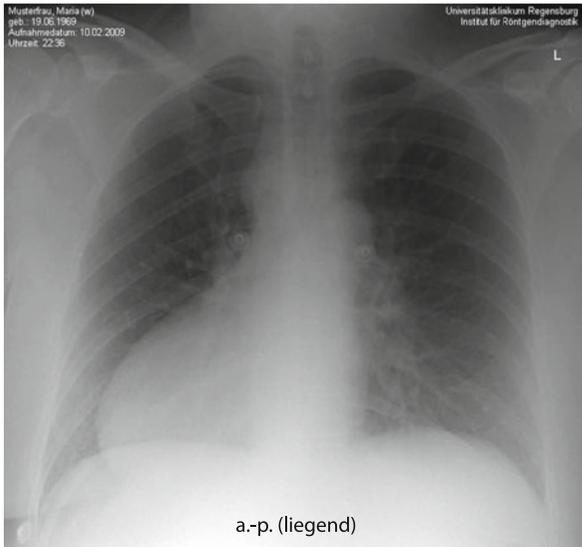
■ **Abb. 1.8a, b Korrekte Bildbeschriftung.** **a** p.-a.-Aufnahme, **b** Seitenaufnahme. Auf jedem Bild müssen folgende Daten vermerkt (oder zumindest digital hinterlegt) sein: Name und Vorname des Patienten, Geburtsdatum, Geschlecht, Aufnahme datum, Aufnahmezeit, die anfertigende Institution, der Strahlengang (p.-a., a.-p. oder seitlich) und die Patientenposition (stehend, sitzend, liegend). In der p.-a.- und der a.-p.-Aufnahme ist die linke Körperhälfte mit einem »L« zu markieren. Bei der Seitenaufnahme bezeichnet die Seitenbezeichnung, welche Körperhälfte dem Detektor anliegt. Dies ist i. Allg. die linke Seite

# Bildqualität

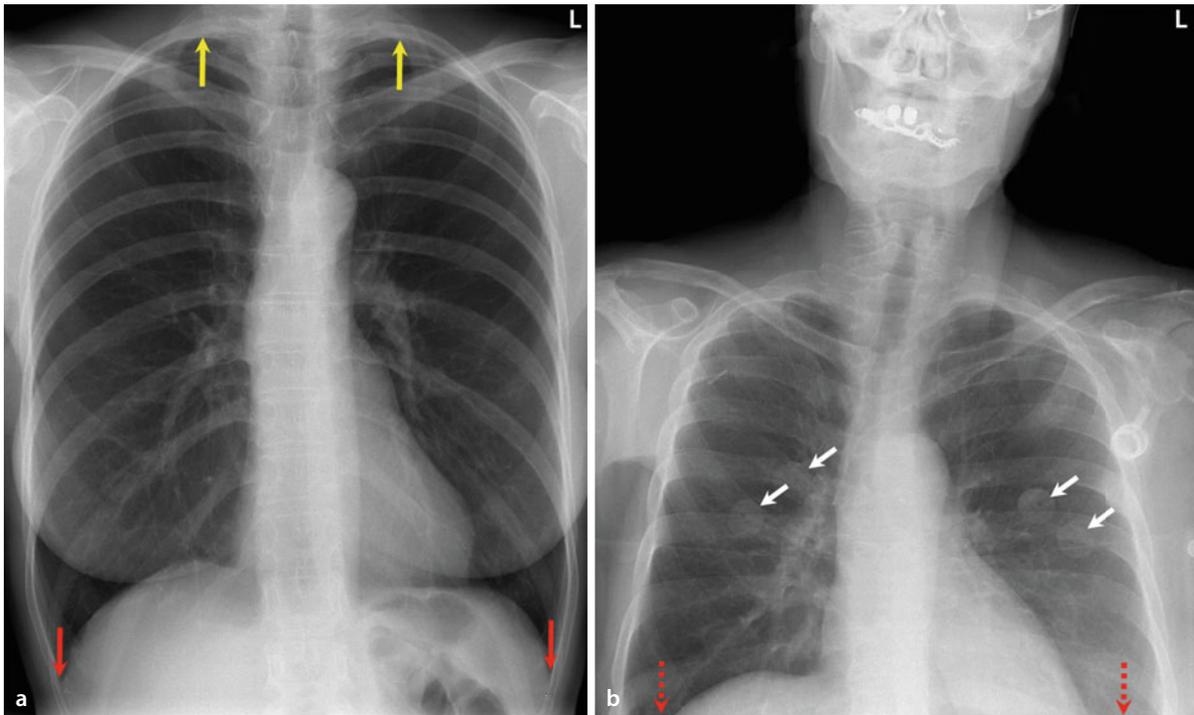
Vor der eigentlichen Bildanalyse sollte beurteilt werden, ob die Aufnahme folgende Qualitätskriterien erfüllt:

- Die Bildbeschriftung ist komplett und korrekt angebracht (■ Abb. 2.1).
- Die Thoraxorgane sind vollständig abgebildet, d. h. die kostopleurale Grenze ist von der Lungenspitze bis zu den kostophrenischen Winkeln erfasst (■ Abb. 2.2).
- Die Aufnahmen sind in tiefer Inspiration angefertigt. Dies ist der Fall, wenn sich die rechte Zwerchfellkuppe in der p.-a.-Aufnahme auf die dorsalen Anteile der 10.–11. Rippe bzw. auf die ventralen Anteile der 5.–6. Rippe projiziert (■ Abb. 2.3). Auf der Seitenaufnahme muss der 10. Brustwirbelkörper einsehbar sein. Für die Bestimmung des 10. Brustwirbelkörpers sucht man entweder den 12. Brustwirbelkörper auf, der an der kaudalsten Rippe erkennbar ist, und zählt von dort aus nach kranial (■ Abb. 2.4). Eine andere Technik macht sich die Tatsache zunutze, dass die 2. Rippe ventral am Angulus sterni ansetzt. Anhand der 2. Rippe kann der 2. Brustwirbelkörper identifiziert werden, von dem aus dann nach kaudal gezählt werden kann.
- Die Oberfelder werden in der p.-a./a.-p.-Aufnahme nicht durch die Skapulae überlagert (■ Abb. 2.5).
- Die Einstellung ist korrekt. Für die p.-a.-Aufnahme ist dies der Fall, wenn sich eine gedachte Linie entlang der Dornfortsätze der Brustwirbelkörper genau zwischen beide Sternoklavikulargelenke projiziert (■ Abb. 2.6) und die abgebildeten Weichteile beidseits dieselbe Dichte aufweisen (■ Abb. 2.7). Bei einem verdrehten Patienten werden die detektornahen Anteile des Thorax heller als die detektorfernen abgebildet. Die Seitenaufnahme ist korrekt eingestellt, wenn das Sternum tangential getroffen ist und sich die »intermediate stem line« auf den linken Oberlappenbronchus projiziert (► Abschn. 4.3.2). Zu beachten ist, dass sich die dorsalen Anteile der Rippen in einer korrekten lateralen Projektion nicht, wie fälschlicherweise häufig angenommen, übereinander projizieren (► Abschn. 4.7.2).
- Die Belichtung ist korrekt. Dies ist für die p.-a.-Aufnahme der Fall, wenn sich die Brustwirbelsäule zart durch das Mediastinum erkennen lässt und Gefäßschatten in der Lungenperipherie und retrokardial einsehbar sind. Für die Seitenaufnahme gilt hier als Qualitätskriterium, dass sich sowohl die retrokardialen Gefäße als auch die durch den Herzschatten überlagerten Gefäße abgrenzen lassen.

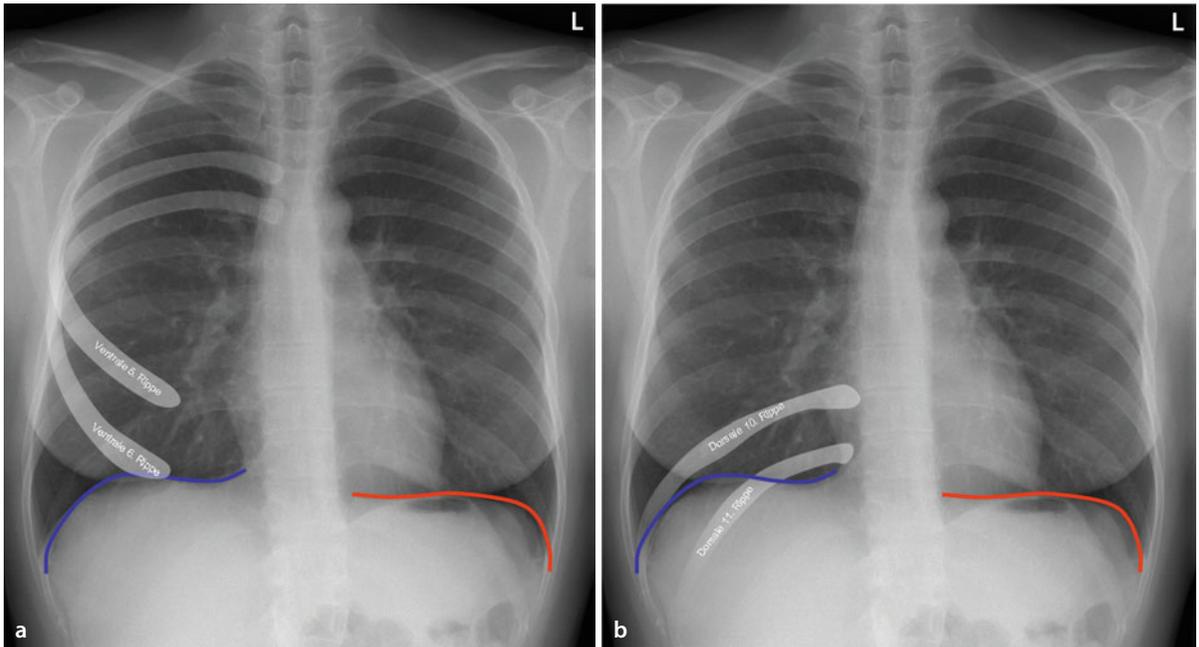
## 2 · Bildqualität



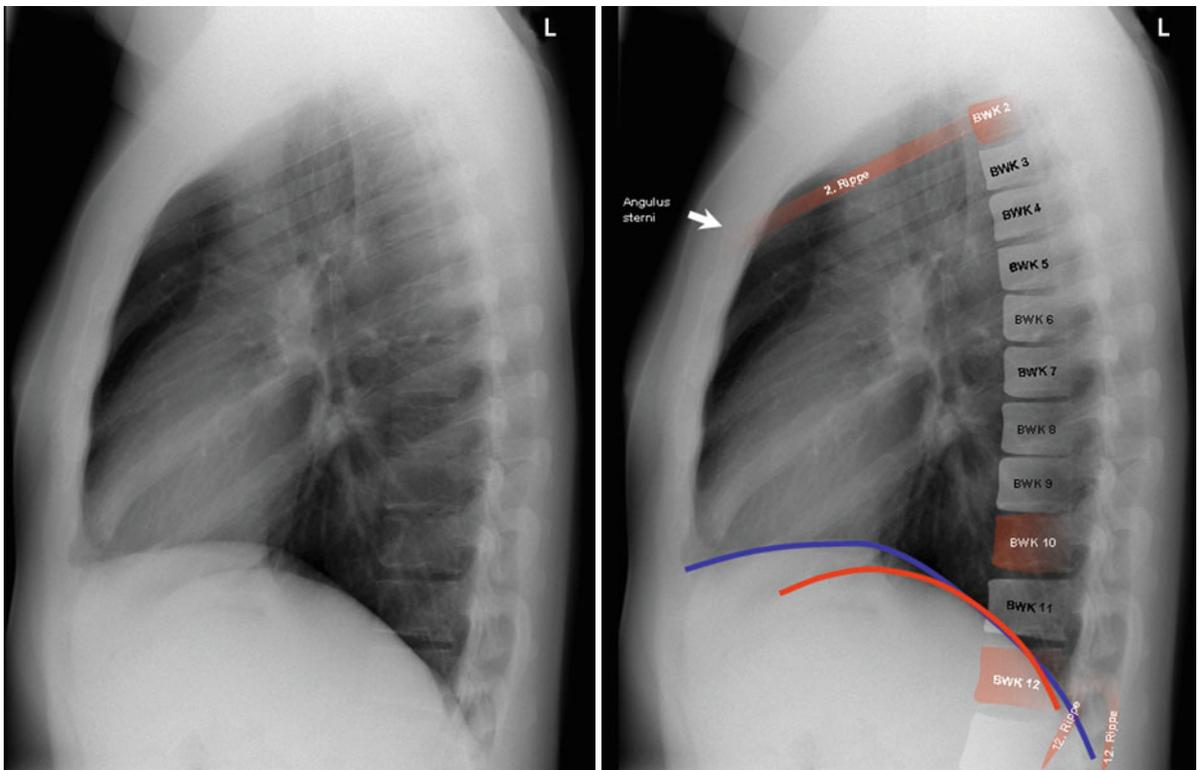
■ **Abb. 2.1 Korrekte Bildbeschriftung.** In diesem Fall ist die Bildbeschriftung vollständig und korrekt. Insbesondere die Seitenbezeichnung (L) ist richtig platziert. Es handelte sich tatsächlich um einen Situs inversus.



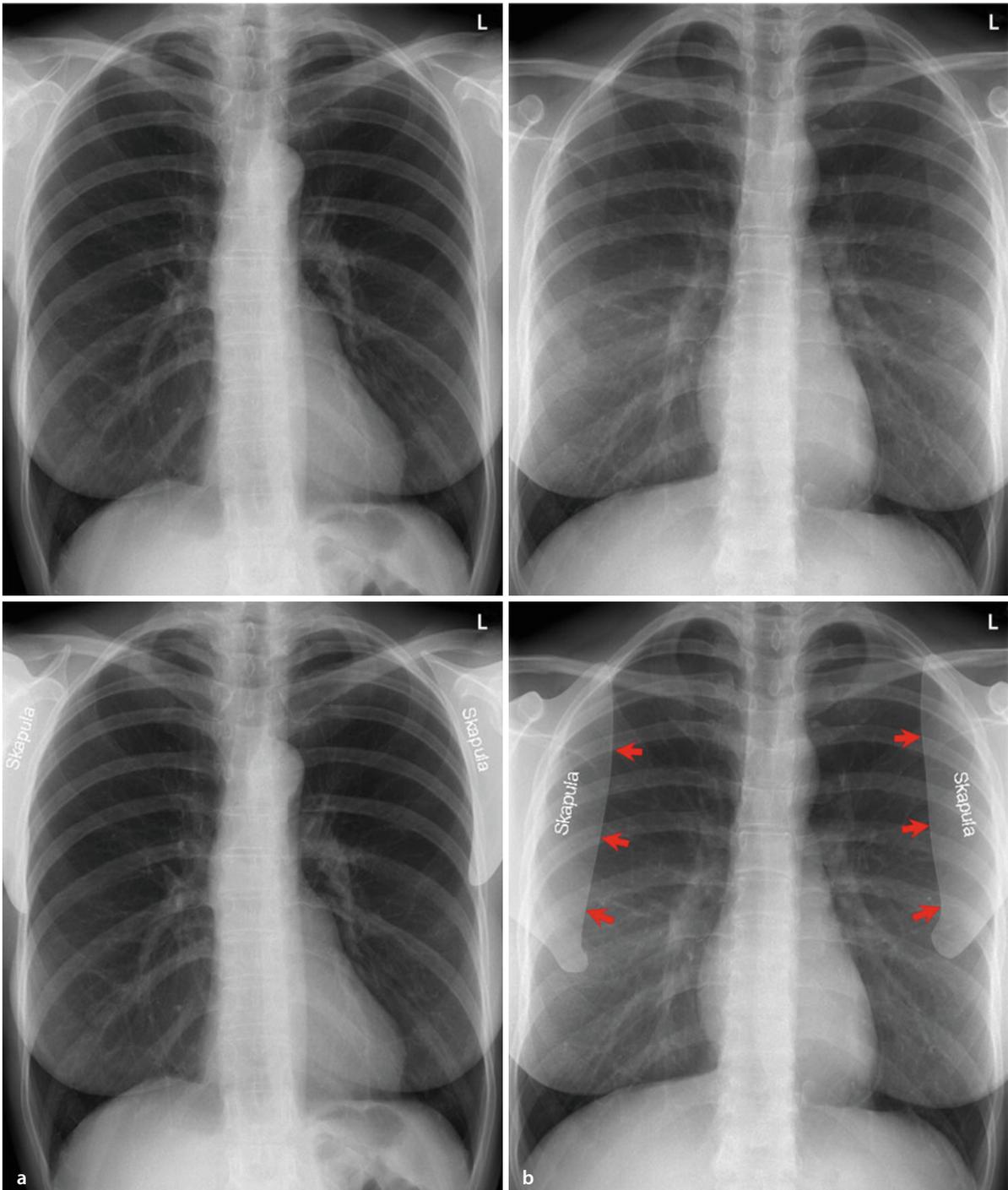
■ **Abb. 2.2a, b Beurteilung der Einstellung und Einblendung.** **a** Korrekt eingestellte und eingblendete p.-a.-Aufnahme. Alle Thoraxorgane sind vollständig abgebildet, und die kostopleurale Grenze ist beidseits von der Lungenspitze (gelbe Pfeile) bis zu den kostophrenischen Winkeln (rote Pfeile) erfasst. **b** Falsch eingestellte p.-a.-Aufnahme: Die kostophrenischen Winkel sind nicht erfasst (rote gestrichelte Pfeile). Irrelevante Abschnitte des Halses und Schädels sind abgebildet. Des Weiteren wurde die Patientin offensichtlich nicht komplett entkleidet, da sich Knöpfe (weiße Pfeile) auf die Lungen projizieren



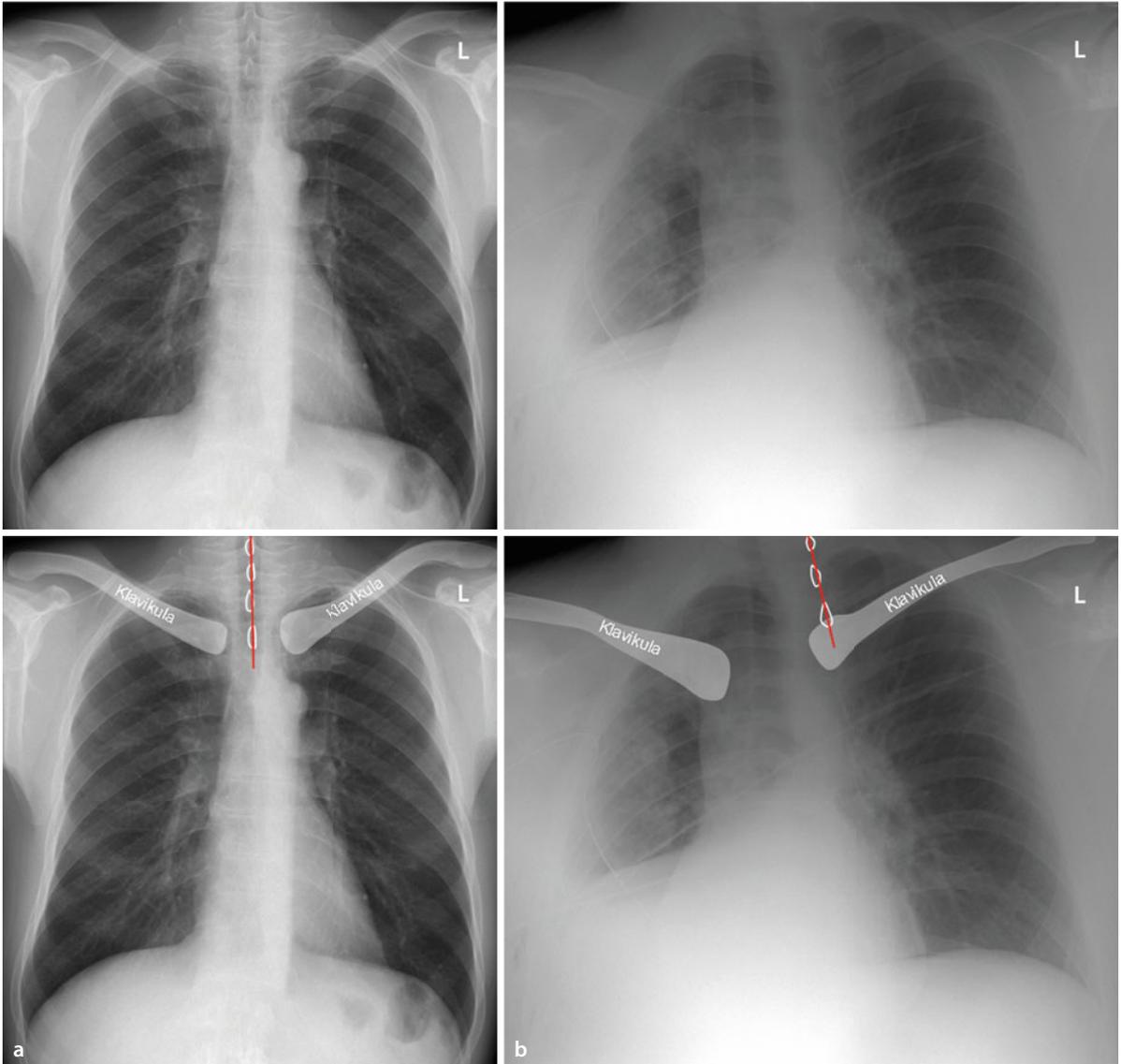
■ **Abb. 2.3a, b** Beurteilung der Inspirationstiefe in der p.-a. Aufnahme. **a** In der p.-a.-Aufnahme projiziert sich bei tiefer Inspiration die rechte Zwerchfellkuppe (blaue Linie) auf die ventralen Anteile der 5.–6. Rippe bzw. **b** die dorsalen Anteile der 10.–11. Rippe (rote Linie: linke Zwerchfellkuppe)



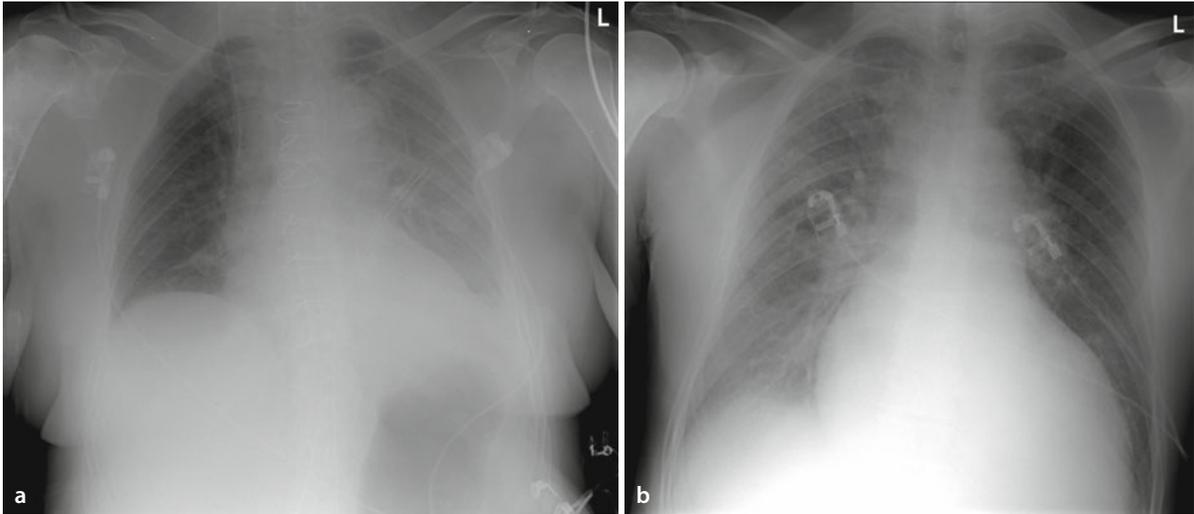
■ **Abb. 2.4** Beurteilung der Inspirationstiefe in der Seitenaufnahme. In der Seitenaufnahme sollte bei tiefer Inspiration der 10. Brustwirbelkörper einsehbar sein. Für die Bestimmung des 10. Brustwirbelkörpers sucht man den 12. Brustwirbelkörper auf, der an der kaudalsten Rippe erkennbar ist, und zählt von dort aus nach kranial. Alternativ sucht man die 2. Rippe auf, die ventral am Angulus sterni ansetzt, und identifiziert so den 2. Brustwirbelkörper. Von hier aus kann dann nach kaudal gezählt werden (blaue Linie: rechte Zwerchfellkuppe, rote Linie: linke Zwerchfellkuppe)



■ **Abb. 2.5a, b Beurteilung der Oberfelder.** **a** Bei dieser technisch einwandfreien Aufnahme projizieren sich die Skapulae nicht auf die Oberfelder der Lungen. **b** Bei dieser technisch mangelhaften Aufnahme projizieren sich die Skapulae auf die Oberfelder und sind als scharf berandete Schatten erkennbar (rote Pfeile). Für den ungeübten Betrachter kann fälschlicherweise das Bild eines Pneumothorax oder einer pleuralen Raumforderung entstehen



**Abb. 2.6a, b** Beurteilung der Einstellung anhand der Dornfortsätze. **a** Wie bei dieser technisch einwandfreien Aufnahme ist die Einstellung korrekt, wenn sich eine gedachte Linie (rot) entlang der Dornfortsätze (weiß umrandet) exakt zwischen beide Sternoklavikulargelenke projiziert. **b** Bei dieser verdrehten Aufnahme projiziert sich diese Linie (rot) offensichtlich nicht zwischen die Sternoklavikulargelenke. Eine Verdrehung des Patienten kann mediastinale und pulmonale Pathologien vortäuschen



■ **Abb. 2.7a, b Beurteilung der Einstellung anhand des Weichteilschattens.** a In dieser korrekt eingestellten Bettlung weist der Weichteilschatten beidseits dieselbe Transparenz auf, der Patient ist also gerade eingestellt. Die unterschiedliche Transparenz der Lungen ist damit real, auf der linken Seite lag ein Pleuraerguss vor. b In dieser technisch mangelhaften Bettlung ist die Transparenz der Weichteile unterschiedlich: Die rechtsseitigen kommen deutlich heller als die linksseitigen zur Darstellung. Dies deutet darauf hin, dass der Patient verdreht ist (beachte auch den unterschiedlichen Abstand der Klavikulae von den Dornfortsätzen). In diesem Fall ist die unterschiedliche Transparenz der Lungen also artifiziell

#### Qualitätskriterien für eine technisch einwandfreie Thoraxaufnahme

- Richtige Bildbeschriftung?
- Thoraxkompartimente komplett abgebildet?
- Ausreichend eingeatmet?
- Keine Überlagerung durch die Skapulae?
- Korrekte Einstellung?
- Korrekte Belichtung?

# Systematik der Bildanalyse

**3.1 Reihenfolge der Bildbetrachtung – 22**

**3.2 Befund real oder vorgetäuscht? – 23**

**3.3 »Satisfaction of Search« – 25**

**3.4 Nutzen der Symmetrie – 26**

**3.5 Silhouettenzeichen – 28**

**3.5.1 »Hilum overlay sign« – 30**

**3.5.2 Zervikothorakales Zeichen – 32**