

# Inhalt

## Grundlagen

### 1 Röntgenbildentstehung und -interpretation ..... 3 S. Hecht, E. Ludewig

- 1.1 Vorbemerkungen ..... 3
- 1.2 Nomenklatur und Orientierung ..... 3
- 1.3 Röntgenstrahldurchlässigkeit (Röntgengichte) ..... 4
- 1.4 Silhouetten- und Summationszeichen ... 5
  - 1.4.1 Silhouettenzeichen ..... 5
  - 1.4.2 Summationszeichen ..... 6
- 1.5 Wahrnehmung von Röntgenbildern ..... 6
- 1.6 Beschreibung und Interpretation von Röntgenbildern ..... 9

### 2 Erstellen einer Belichtungstabelle ..... 11 E. Ludewig, S. Hecht

- 2.1 Einführung ..... 11
- 2.2 Einfluss der Röhrenspannung (kV) und des Röhrenstrom-Zeit-Produkts (mAs) auf die Bildqualität .... 11
  - 2.2.1 Unter- und Überbelichtungen .. 11
  - 2.2.2 Bewegungsunschärfe ..... 13
  - 2.2.3 Wiedergabe von Schwächungsunterschieden ..... 13

- 2.3 Film-Folien-Systeme und digitale Radiographie. .... 14
- 2.4 Streustrahlenraster ..... 16
- 2.5 Fokus-Detektor-Abstand ..... 18
- 2.6 Praktische Anwendung ..... 18

### 3 Artefakte – Erkennung und Vermeidung ..... 21 E. Ludewig, S. Hecht

- 3.1 Entstehung von Röntgenbildern ..... 21
  - 3.1.1 Erzeugung von Röntgenstrahlung und Wechselwirkungen mit dem Patienten .. 21
  - 3.1.2 Film-Folien-Systeme ..... 21
  - 3.1.3 Digitale Radiographie ..... 23
  - 3.1.4 Raster ..... 25
- 3.2 Artefakte ..... 25
  - 3.2.1 Bedeutung von Artefakten ..... 25
  - 3.2.2 Bewertung der Bildqualität – Erkennen von Artefakten ..... 26
  - 3.2.3 Ursachen für Artefakte ..... 27

### 4 Angewandter Strahlenschutz ..... 37 S. Hecht

<b>5</b>	<b>Weiterführende bildgebende Verfahren</b> .....	43
	S. Hecht, F. Morandi	
5.1	Sonographie (Ultraschall).....	43
5.1.1	Physikalische Grundlagen.....	43
5.1.2	Vor- und Nachteile.....	44
5.1.3	Anwendungsbereiche in der Kleintiermedizin.....	44
5.2	Nuklearmedizin (Szintigraphie).....	47
5.2.1	Physikalische Grundlagen.....	47
5.2.2	Vor- und Nachteile.....	48
5.2.3	Anwendungsbereiche in der Kleintiermedizin.....	49
5.3	Computertomographie (CT).....	51
5.3.1	Physikalische Grundlagen.....	51
5.3.2	Vor- und Nachteile.....	51
5.3.3	Anwendungsbereiche in der Kleintiermedizin.....	52
5.4	Magnetresonanztomographie (MRT)...	55
5.4.1	Physikalische Grundlagen.....	55
5.4.2	Vor- und Nachteile.....	56
5.4.3	Anwendungsbereiche in der Kleintiermedizin.....	57

## Spezifische Röntgendiagnostik

<b>6</b>	<b>Kopf</b> .....	63
	R. Drees	
6.1	Anatomie und Indikationen.....	63
6.2	Röntgentechnik und Lagerung.....	65
6.3	Erkrankungen im Kopfbereich.....	71
6.3.1	Kongenitale Erkrankungen.....	71
6.3.2	Metabolische Erkrankungen.....	72
6.3.3	Neoplasien.....	72
6.3.4	Infektiöse Erkrankungen.....	76
6.3.5	Trauma.....	79

6.3.6	Erkrankungen der Speicheldrüsen und des Tränennasenganges.....	80
6.3.7	Erkrankungen der Zähne.....	81
6.3.8	Weitere Erkrankungen.....	82

## 7 Wirbelsäule (Neuroradiologie inkl. Kontrastverfahren)..... 85

S. Hecht, F. Morandi

7.1	Anatomie und Indikationen.....	85
7.1.1	Anatomie.....	85
7.1.2	Indikationen.....	90
7.2	Röntgentechnik und Lagerung.....	90
7.2.1	Technik.....	90
7.2.2	Lagerung.....	90
7.2.3	Myelographie.....	91
7.2.4	Weitere Kontrastuntersuchungen.....	102
7.3	Erkrankungen der Wirbelsäule und des Rückenmarks.....	102
7.3.1	Kongenitale Erkrankungen.....	102
7.3.2	Atlantoaxiale Instabilität.....	104
7.3.3	Degenerative Erkrankungen.....	105
7.3.4	Bandscheibenerkrankungen.....	106
7.3.5	Wobbler-Syndrom.....	110
7.3.6	Cauda-equina-Syndrom.....	111
7.3.7	Entzündliche Erkrankungen der Wirbelsäule.....	113
7.3.8	Wirbelsäulentrauma.....	116
7.3.9	Neoplasien der Wirbelsäule.....	117
7.3.10	Weitere Erkrankungen der Wirbelsäule.....	118

## 8 Hals (inkl. Trachea)..... 123

S. Hecht

8.1	Anatomie und Indikationen.....	123
8.1.1	Anatomie.....	123
8.1.2	Indikationen.....	124

8.2	Röntgentechnik und Lagerung.....	124
8.2.1	Technik .....	124
8.2.2	Lagerung .....	124
8.3	Erkrankungen des Halses .....	125
8.4	Erkrankungen des Larynx.....	125
8.4.1	Neoplasien.....	125
8.4.2	Fremdkörper.....	126
8.4.3	Larynxödem und -stenose ....	126
8.4.4	Larynxparalyse .....	126
8.4.5	Frakturen und Neoplasien des Zungenbeins.....	127
8.5	Erkrankungen der Trachea.....	127
8.5.1	Tracheal- bzw. Bronchialkollaps.....	127
8.5.2	Tracheahypoplasie .....	128
8.5.3	Tracheitis und Tracheobronchitis.....	129
8.5.4	Trachealstenose.....	131
8.5.5	Umfangsvermehrungen der Trachea .....	131
8.5.6	Tracheaverletzung oder -ruptur .....	132
8.5.7	Tracheale Fremdkörper.....	133

## 9 Thorax (exkl. Herz)..... 135

S. Hecht

9.1	Anatomie und Indikationen.....	135
9.1.1	Anatomie.....	135
9.1.2	Indikationen .....	140
9.2	Röntgentechnik und Lagerung.....	141
9.2.1	Technik .....	143
9.2.2	Lagerung .....	143
9.2.3	Respirationsphase (Inspiration – Expiration).....	146
9.3	Erkrankungen des Thorax.....	146
9.4	Erkrankungen der Brustwand .....	146
9.4.1	Extrapleurale Umfangs- vermehrungen.....	146
9.4.2	Abnorme Röntgendichte der Weichteile der Brustwand. .	148
9.4.3	Anomalien der Brustwand ....	148

9.5	Erkrankungen des Zwerchfells.....	149
9.5.1	Zwerchfellparalyse .....	150
9.5.2	Zwerchfellhernie.....	150
9.5.3	Weitere Erkrankungen.....	152
9.6	Erkrankungen von Pleura und Pleuralraum .....	153
9.6.1	Pleuraerguss .....	153
9.6.2	Pneumothorax .....	157
9.6.3	Infiltrative Erkrankungen der Pleura .....	158
9.7	Erkrankungen des Mediastinums .....	158
9.7.1	Mediastinale Umfangs- vermehrungen und generalisierte Aufweitung des Mediastinums.....	160
9.7.2	Pneumomediastinum.....	164
9.8	Erkrankungen der Lunge .....	166
9.8.1	Lungenzeichnungen.....	166
9.8.2	Spezifische Lungen- erkrankungen .....	172

## 10 Herz und große Gefäße..... 181

W.H. Adams, S. Hecht

10.1	Anatomie und Indikationen.....	181
10.1.1	Anatomie.....	181
10.1.2	Indikationen .....	186
10.2	Röntgentechnik und Lagerung.....	186
10.2.1	Technik .....	186
10.2.2	Lagerung .....	187
10.2.3	Kontrastuntersuchungen.....	187
10.3	Erkrankungen des kardiovaskulären Systems .....	188
10.3.1	Kardiomegalie und Mikrokardie.....	189
10.3.2	Dekompensierte Herzinsuffizienz .....	192
10.3.3	Angeborene Herzerkrankungen.....	193
10.3.4	Erworbene Herzerkrankungen.....	198
10.3.5	Erkrankungen des Perikardiums .....	201

<b>11</b>	<b>Abdomenübersicht</b> . . . . .	205	<b>12</b>	<b>Leber, Milz, Lymphknoten und Pankreas</b> . . . . .	233
	T. Schwarz			D. Nitzl, S. Ohlerth	
11.1	Anatomie und Indikationen . . . . .	205	12.1	Anatomie und Indikationen . . . . .	233
11.1.1	Anatomie . . . . .	205	12.1.1	Anatomie . . . . .	233
11.1.2	Indikationen . . . . .	208	12.1.2	Indikationen . . . . .	236
11.2	Röntgentechnik, Lagerung und Befundung . . . . .	210	12.2	Röntgentechnik und Lagerung . . . . .	237
11.2.1	Technik . . . . .	211	12.3	Erkrankungen der Leber . . . . .	237
11.2.2	Lagerung . . . . .	211	12.3.1	Veränderungen der Lebergröße . . . . .	237
11.2.3	Abdominaler Bildkontrast . . . . .	214	12.3.2	Veränderungen der Röntgendichte . . . . .	242
11.2.4	Grundlagen der Kontrastmittelanwendung . . . . .	215	12.4	Erkrankungen der Milz . . . . .	244
11.2.5	Untersuchungsgang und Befundung . . . . .	216	12.4.1	Generalisierte Splenomegalie . . . . .	244
11.3	Interpretation von Veränderungen des abdominalen Bildkontrasts . . . . .	217	12.4.2	Fokale Splenomegalie . . . . .	245
11.3.1	Peritonealer bzw. retroperitonealer Kontrastverlust . . . . .	217	12.5	Erkrankungen der Lymphknoten . . . . .	247
11.3.2	Kontrastverlust infolge raumfordernder Prozesse . . . . .	220	12.6	Erkrankungen des Pankreas . . . . .	249
11.3.3	Unregelmäßiger (retro-)peritonealer Kontrastverlust . . . . .	221	<b>13</b>	<b>Verdauungstrakt (inkl. Kontrastuntersuchungen)</b> . . . . .	253
11.3.4	Extraabdominale Veränderungen mit Kontrastverlust . . . . .	221		S. Hecht, W.H. Adams	
11.3.5	Abdominale Gasansammlungen . . . . .	221	13.1	Anatomie und Indikationen . . . . .	253
11.3.6	Abdominale Kalzifikationen . . . . .	227	13.1.1	Anatomie . . . . .	253
11.4	Klassifikation abdominalen Massen . . . . .	227	13.1.2	Indikationen . . . . .	257
11.4.1	Begriffsbestimmung . . . . .	227	13.2	Röntgentechnik und Lagerung . . . . .	257
11.4.2	Kraniale Massen . . . . .	227	13.2.1	Allgemeines zur Kontrastuntersuchung des Verdauungstraktes . . . . .	258
11.4.3	Dorsale Massen . . . . .	229	13.2.2	Ösophagographie . . . . .	258
11.4.4	Kaudale Massen . . . . .	230	13.2.3	Kontrastuntersuchung von Magen und Dünndarm . . . . .	262
11.4.5	Ventrale Massen . . . . .	232	13.2.4	Kontrastuntersuchung des Dickdarms (Irrigoskopie) . . . . .	266
11.4.6	Zentrale Massen . . . . .	232	13.3	Erkrankungen des Ösophagus . . . . .	268
			13.3.1	Megaösophagus . . . . .	268
			13.3.2	Ösophagusstriktur . . . . .	269
			13.3.3	Fremdkörper . . . . .	270
			13.3.4	Ösophageale Neoplasien . . . . .	270

13.3.5	Hiatushernie und gastro- ösophageale Invagination . . . . .	270	14.3	Erkrankungen der Nieren und Ureteren. . . . .	301
13.4	Erkrankungen des Magens . . . . .	273	14.3.1	Abnorme Nierenanzahl und -position. . . . .	301
13.4.1	Positionsänderungen des Magens . . . . .	273	14.3.2	Abnorme Nierengröße und -form . . . . .	301
13.4.2	Magendilatation und -drehung . . . . .	273	14.3.3	Abnorme Röntgendichte der Nieren . . . . .	302
13.4.3	Fremdkörper. . . . .	274	14.3.4	Pyelonephritis. . . . .	305
13.4.4	Pylorusobstruktion . . . . .	275	14.3.5	Chronische Nierenerkrankungen . . . . .	305
13.4.5	Magenulzera . . . . .	276	14.3.6	Hydronephrose und Hydroureter. . . . .	305
13.4.6	Infiltrative Erkrankungen und Umfangsvermehrungen des Magens . . . . .	276	14.3.7	Polyzystische Nierenerkrankung bei Perserkatzen (PKD). . . . .	307
13.4.7	Magenperforation. . . . .	278	14.3.8	Perirenale Pseudozyste . . . . .	307
13.5	Erkrankungen des Dünndarms . . . . .	278	14.3.9	Neoplastische Nierenerkrankungen . . . . .	310
13.5.1	Ileus . . . . .	278	14.3.10	Nieren- und Uretersteine . . . . .	310
13.5.2	Fremdkörper. . . . .	280	14.3.11	Ruptur von Niere oder Ureter. . . . .	311
13.5.3	Invagination . . . . .	281	14.3.12	Ektopische Ureteren. . . . .	311
13.5.4	Dünndarmvolvulus . . . . .	281	14.4	Erkrankungen von Harnblase und Urethra. . . . .	312
13.5.5	Darmwandanomalien und infiltrative Erkrankungen des Dünndarms . . . . .	282	14.4.1	Zystitis und Urethritis . . . . .	312
13.6	Erkrankungen des Dickdarms . . . . .	283	14.4.2	Harnsteine (Blasen- und Urethraesteine). . . . .	314
13.6.1	Megakolon. . . . .	283	14.4.3	Neoplasien von Harnblase und Urethra. . . . .	314
13.6.2	Kongenitale Erkrankungen . . . . .	284	14.4.4	Urachusdivertikel. . . . .	315
13.6.3	Invagination . . . . .	284	14.4.5	Harnblasen- und Urethraruptur . . . . .	315
13.6.4	Darmwandanomalien und infiltrative Erkrankungen des Dickdarms . . . . .	285	14.5	Trächtigkeit und Erkrankungen des weiblichen Reproduktionstraktes . . . . .	315
<b>14</b>	<b>Harn- und Reproduktionstrakt (inkl. Kontrastuntersuchungen) . . . . .</b>	<b>287</b>	14.5.1	Trächtigkeit . . . . .	315
	S. Hecht, G.A. Henry		14.5.2	Erkrankungen der Ovarien. . . . .	317
14.1	Anatomie und Indikationen. . . . .	287	14.5.3	Erkrankungen des Uterus . . . . .	317
14.1.1	Anatomie. . . . .	287	14.6	Erkrankungen des männlichen Genitaltraktes . . . . .	320
14.1.2	Indikationen . . . . .	289	14.6.1	Erkrankungen der Prostata. . . . .	320
14.2	Röntgentechnik und Lagerung. . . . .	290	14.6.2	Weitere Erkrankungen des männlichen Reproduktionstraktes. . . . .	323
14.2.1	Ausscheidungsurographie. . . . .	290			
14.2.2	Zystourethrographie . . . . .	296			
14.2.3	Weitere Kontrast- untersuchungen . . . . .	299			

## 15 Allgemeine Orthopädie ..... 325

S. Hecht, F. Morandi, G.B. Daniel

### 15.1 Anatomie und Indikationen ..... 325

#### 15.1.1 Anatomie ..... 325

#### 15.1.2 Indikationen ..... 331

### 15.2 Röntgentechnik und Lagerung ..... 334

#### 15.2.1 Allgemeine Aufnahmetechnik ..... 334

#### 15.2.2 Spezielle Aufnahmetechniken ..... 335

### 15.3 Untersuchungsgang und Befundung... 341

### 15.4 Weichteilanomalien ..... 341

#### 15.4.1 Abnorme Röntgendichte ..... 341

#### 15.4.2 Veränderungen der Weichteilmasse ..... 343

### 15.5 Skelettanomalien ..... 345

#### 15.5.1 Reaktion von Knochen auf Erkrankungen ..... 345

#### 15.5.2 Klassifikation von Knochenläsionen ..... 345

## 16 Knochen- und Gelenkerkrankungen bei Jungtieren ... 355

F. Morandi, S. Hecht, G.B. Daniel

### 16.1 Gelenkerkrankungen ..... 355

#### 16.1.1 Erkrankungen des Schultergelenks ..... 355

#### 16.1.2 Erkrankungen des Ellbogengelenks ..... 356

#### 16.1.3 Erkrankungen des Karpalgelenks ..... 361

#### 16.1.4 Erkrankungen des Hüftgelenks ..... 361

#### 16.1.5 Erkrankungen des Kniegelenks ..... 364

#### 16.1.6 Erkrankungen des Tarsalgelenks ..... 366

### 16.2 Knochenerkrankungen ..... 367

#### 16.2.1 Kongenitale Dysostosen ..... 367

#### 16.2.2 Anomalien der Knorpel- und Knochenbildung ..... 367

#### 16.2.3 Weitere Knochen- erkrankungen ..... 371

## 17 Erworbene Knochen- und Gelenkerkrankungen ..... 375

F. Morandi, S. Hecht, G.B. Daniel

### 17.1 Degenerative Gelenkveränderungen (Arthrose, Gelenkverschleiß) ..... 375

### 17.2 Entzündliche Knochen- und Gelenkerkrankungen ..... 376

#### 17.2.1 Entzündliche Knochen- erkrankungen ..... 376

#### 17.2.2 Entzündliche Gelenkerkrankungen ..... 378

### 17.3 Neoplastische Knochen- und Gelenkerkrankungen ..... 380

#### 17.3.1 Primäre Knochentumoren .... 380

#### 17.3.2 Sekundäre Knochentumoren .. 381

#### 17.3.3 Weitere Knochentumoren und tumorähnliche Erkrankungen . 381

#### 17.3.4 Gelenktumoren ..... 383

### 17.4 Frakturen und Luxationen ..... 384

#### 17.4.1 Frakturen ..... 384

#### 17.4.2 Luxationen ..... 384

### 17.5 Weitere erworbene Erkrankungen des Bewegungsapparates ..... 384

#### 17.5.1 Hypertrophische pulmonale Osteopathie (Akropachie) ..... 384

#### 17.5.2 Erkrankungen der Weichteile .. 384

## 18 Frakturen ..... 387

F. Morandi, S. Hecht, G.B. Daniel

### 18.1 Frakturdiagnose und Klassifikation. ... 387

#### 18.1.1 Ätiologie ..... 387

#### 18.1.2 Lokalisation ..... 387

#### 18.1.3 Grad ..... 389

18.1.4	Kommunikation mit der Außenwelt . . . . .	389	19.9	Erkrankungen des Bewegungsapparates. . . . .	412
18.1.5	Form. . . . .	390	19.9.1	Frakturen und Luxationen . . . .	412
18.1.6	Dislokation . . . . .	390	19.9.2	Osteomyelitis. . . . .	412
18.1.7	Akut oder chronisch . . . . .	391	19.9.3	Knochentumoren . . . . .	412
18.2	Frakturheilung . . . . .	391	19.9.4	Arthritis und Arthrose. . . . .	412
18.2.1	Primäre Frakturheilung bzw. Direktheilung. . . . .	391	19.9.5	Weitere Erkrankungen. . . . .	414
18.2.2	Sekundäre Frakturheilung. . . .	391	<b>20</b>	<b>Kleinsäuger</b> . . . . .	417
18.2.3	Einflussfaktoren . . . . .	393		M. Gumpenberger, J. Hassan, A. Böhler	
18.2.4	Röntgenologische Beurteilung. .	393	20.1	Anatomie. . . . .	417
18.2.5	Komplikationen . . . . .	393	20.1.1	Kopf . . . . .	417
<b>19</b>	<b>Vögel</b> . . . . .	397	20.1.2	Rumpfskelett . . . . .	418
	M. Souza, J. Schumacher, S. Hecht		20.1.3	Gliedmaßenskelett . . . . .	419
19.1	Anatomie und Indikationen. . . . .	397	20.1.4	Innere Organe. . . . .	419
19.1.1	Anatomie. . . . .	397	20.2	Röntgentechnik und Lagerung. . . . .	421
19.1.2	Indikationen . . . . .	402	20.2.1	Zähne. . . . .	422
19.2	Röntgentechnik und Lagerung. . . . .	404	20.2.2	Skelett. . . . .	422
19.2.1	Vorbereitung, Lagerung und Technik . . . . .	404	20.2.3	Thorax und Abdomen . . . . .	422
19.2.2	Kontrastuntersuchungen. . . . .	405	20.3	Erkrankungen im Kopf- und oberen Halsbereich . . . . .	422
19.3	Erkrankungen des Kopfes. . . . .	406	20.3.1	Zahnveränderungen. . . . .	422
19.4	Erkrankungen des kardiovaskulären Systems . . . . .	406	20.3.2	Weitere Erkrankungen. . . . .	425
19.5	Erkrankungen des Respirationstraktes. .	406	20.4	Erkrankungen des Bewegungs- apparates . . . . .	426
19.6	Erkrankungen von Leibeshöhle, Leber und Milz. . . . .	408	20.4.1	Erkrankungen der Wirbelsäule. . . . .	426
19.6.1	Leibeshöhle . . . . .	408	20.4.2	Erkrankungen der Gliedmaßen . . . . .	427
19.6.2	Leber. . . . .	408	20.5	Thorakale Erkrankungen . . . . .	429
19.6.3	Milz. . . . .	409	20.5.1	Erkrankungen des Herzens. . . .	429
19.7	Erkrankungen des Verdauungstraktes .	409	20.5.2	Erkrankungen der Lunge. . . . .	429
19.7.1	Impaktation. . . . .	409	20.5.3	Thorakale Neoplasien . . . . .	430
19.7.2	Dilatation. . . . .	409	20.5.4	Weitere thorakale Erkrankungen . . . . .	431
19.7.3	Sonstige Befunde . . . . .	411	20.6	Abdominale Erkrankungen . . . . .	431
19.8	Erkrankungen des Urogenitaltraktes. .	411	20.6.1	Erkrankungen des Gastrointestinaltraktes . . . .	431
19.8.1	Erkrankungen der Nieren . . . .	411	20.6.2	Erkrankungen der Leber . . . . .	433
19.8.2	Erkrankungen der Gonaden. . . .	411	20.6.3	Erkrankungen des Harntraktes. . . . .	433

20.6.4	Erkrankungen des Genitaltraktes . . . . .	435	21.3.3	Frakturen und Luxationen . . . . .	450
20.6.5	Weitere abdominale Erkrankungen . . . . .	437	21.3.4	Weitere Erkrankungen . . . . .	450
<b>21</b>	<b>Reptilien . . . . .</b>	<b>439</b>	21.4	Erkrankungen des Kopfes . . . . .	451
	M. Gumpenberger, J. Schumacher, M. Souza		21.5	Erkrankungen des kardiovaskulären Systems . . . . .	451
21.1	Anatomie und Indikationen . . . . .	439	21.6	Erkrankungen des Respirationstraktes . . . . .	452
21.1.1	Anatomie . . . . .	439	21.7	Erkrankungen des Gastrointestinaltraktes . . . . .	454
21.1.2	Indikationen . . . . .	442	21.8	Erkrankungen des Harntraktes . . . . .	456
21.2	Röntgentechnik und Lagerung . . . . .	442	21.9	Erkrankungen des Reproduktionstraktes . . . . .	458
21.2.1	Allgemeines . . . . .	442	21.9.1	Geschlechtsbestimmung . . . . .	458
21.2.2	Kontraststudien . . . . .	445	21.9.2	Trächtigkeitsdiagnose . . . . .	459
21.3	Erkrankungen des Bewegungsapparats . . . . .	447	21.9.3	Legenot . . . . .	459
21.3.1	Metabolische Knochen- erkrankungen . . . . .	447	21.10	Neoplastische Erkrankungen . . . . .	461
21.3.2	Osteomyelitis und septische Arthritis . . . . .	449	<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>465</b>	