



*Alban Köhler*

Alban Köhler  
1874 – 1947



*Emil-Alfred Zimmer*

Emil-Alfred Zimmer  
1908 – 1981

# Freyschmidt's „Köhler/Zimmer“ Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen in der Radiologie des kindlichen und erwachsenen Skeletts

Joachim Brossmann  
Christian Czerny  
Jürgen Freyschmidt

unter Mitarbeit von A. Gahleitner

14., vollkommen überarbeitete,  
neu strukturierte und erweiterte Auflage

4242 Abbildungen  
56 Tabellen

Georg Thieme Verlag  
Stuttgart · New York

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Köhler, Alban:

Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen in der Radiologie des kindlichen und erwachsenen Skeletts : Freyschmidt's „Köhler/Zimmer“ ; Tabellen. – 14., vollkommen überarb., neu strukturierte und erw. Aufl. / Joachim Brossmann ... unter Mitarb. von A. Gahleitner. – Stuttgart ; New York : Thieme, 2001

13. Aufl. u.d.T.: Köhler, Alban: Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbild des Skeletts

1. Auflage 1910
2. Auflage 1915
3. Auflage 1920
4. Auflage 1924
5. Auflage 1928
6. Auflage 1931
7. Auflage 1939
8. Auflage 1943
9. Auflage 1953
10. Auflage 1956
11. Auflage 1967
12. Auflage 1982
13. Auflage 1989

1. französische Auflage 1930
1. spanische Auflage 1933
2. französische Auflage 1936
1. italienische Auflage 1955
1. englische Auflage 1956
3. französische Auflage 1956
2. spanische Auflage 1959
2. englische Auflage 1961
2. italienische Auflage 1967
3. englische Auflage 1968
3. italienische Auflage 1986
4. englische Auflage 1993

**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.

© 2001 Georg Thieme Verlag  
Rüdigerstraße 14  
D-70469 Stuttgart  
Unsere Homepage: <http://www.thieme.de>

Printed in Germany

Umschlaggestaltung: Thieme Marketing  
Satz und Druck: Druckhaus Götz  
D-71636 Ludwigsburg  
Gesetzt auf CCS Textline

ISBN 3-13-362214-5

1 2 3 4 5 6

Geschützte Warennamen werden **nicht** besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handele. 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.

## Vorwort

Seit der Erstaufgabe des „Köhler/Zimmer“ (Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbild) ist der auf das Skelett bezogene Teil im Rahmen der 13 Auflagen ständig gewachsen, bis schließlich ein Punkt erreicht wurde, an dem die Grenzbefunde vom Normalen einerseits zum schon Kranken andererseits nur noch eine untergeordnete Rolle spielten und – z. T. weit fortgeschrittene – pathologische Befunde dominierten. Die 13. Auflage war – nach Abhandlung der Norm und der Varianten – an radiologischen Basisphänomenen wie Form-, Dichte- und Strukturveränderungen orientiert, was zwangsläufig erhebliche Überschneidungen in einzelnen Kapiteln – und deren Unterkapiteln – mit sich brachte. Zum Teil liegt das daran, dass es jeweils reine Form-, Dichte- und Strukturveränderungen kaum gibt. Die meisten pathologischen Grundprozesse, wie z. B. Entzündung, Tumor, Nekrose, produzieren nämlich eine sich überlappende Symptomatik im Röntgenbild, also ein „buntes Bild“ von Form-, Dichte- und Strukturveränderungen.

Dieser 14. Auflage wird ein anderer didaktischer Ansatz zugrunde gelegt, der dem Buch einen geistigen Faden und eine kohärente innere Logik geben soll:

Es wird von den Fragestellungen ausgegangen, die von der klinischen und/oder röntgenologischen Primärsymptomatik ausgehen. Wie in anderen Organsystemen sind dies die nosologischen Säulen:

- Dysplasie,
- Trauma,
- Nekrose,
- Entzündung,
- Tumor.

Wenn einem also in der klinisch-radiologischen Praxis an irgendeinem Skelettabschnitt ein Befund begegnet, der die Differenzialdiagnose zwischen Normvariante und einem der genannten pathologischen Grundvorgänge aufwirft, dann kann man in diesem Buch entsprechend gezielt nachsehen und die Frage beantwortet bekommen, ob es sich noch um einen Normalbefund oder schon um einen ganz eindeutig pathologischen Befund handelt. Grenzbefunde sind schwer zu sammeln, entweder, weil sie übersehen wurden oder weil die erste Röntgenuntersuchung viel zu spät erfolgte. Sie sind auch in einer Abbildung manchmal schwer wiederzugeben, fehlt dabei doch die Möglichkeit, durch Veränderungen der Betrachtungsbedingungen (z. B. Schräghalten des Röntgenbilds, Benutzung einer Irisblende mit Halogen) bestimmte interessierende Details entsprechend auszuleuchten. Aus diesen Gründen sind in diesem Buch auch voll entwickelte Krankheitsbilder dargestellt, denn wenn man deren Röntgenzeichen genau kennt, dann kann man sich auch leicht Frühformen, also Übergänge vom Normalen zum Pathologischen, vorstellen.

Außerdem haben wir – der Tradition dieses Werks folgend – manche Rarität im Bildbestand belassen oder in ihn aufgenommen. Damit soll u. a. auch der Ruf des Buchs erhalten bleiben, dass man in ihm vieles findet, was man woanders sucht.

Dem Benutzer dieses Buchs wird empfohlen, das Kap. 1 zu studieren, denn dort wird versucht, Wege und Strategien aufzuzeigen, das Normale und noch Normale (Variante) vom eindeutig Pathologischen abzugrenzen, sozusagen die Spreu vom Weizen zu trennen.

Kiel/Wien/Bremen,  
im Herbst 2000

*J. Brossmann  
Ch. Czerny  
J. Freyschmidt*

## Anschriften

Priv.-Doz. Dr. med. Joachim Brossmann  
Universitätsklinikum Kiel  
Klinik für Diagnostische Radiologie  
Arnold-Heller-Str. 9  
D-24105 Kiel

Dr. med. Christian Czerny  
Universität Wien  
Klinik für Radiodiagnostik  
Abteilung für Osteologie  
Währinger Gürtel 18–20  
A-1097 Wien, Österreich

Prof. Dr. med. Jürgen Freyschmidt  
Zentralkrankenhaus Sankt-Jürgen-Straße  
Klinik für Radiologische Diagnostik und  
Nuklearmedizin  
St.-Jürgen-Str. 1  
D-28205 Bremen

Dr. med. Andre Gahleitner  
Universität Wien  
Klinik für Radiodiagnostik  
Abteilung für Osteologie  
Währinger Gürtel 18–20  
A-1097 Wien, Österreich

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung in die radiologische Diagnostik von Normvarianten</b>		<b>1</b>
J. Freyschmidt		
<i>Literatur</i> .....	6	
<b>Anhang</b>		<b>7</b>
<hr/>		
<b>2 Arm</b>		<b>15</b>
J. Freyschmidt		
<b>Handskelett</b>		<b>16</b>
<hr/>		
<b>Vor- und Mittelhand</b> .....	16	
<b>Allgemeiner Teil</b> .....	16	
Normalbefund .....	16	
Pathologischer Befund? .....	22	
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	22	
Fraktur? .....	53	
Nekrose? .....	53	
Entzündung? .....	58	
Tumor? .....	64	
Degenerative Veränderungen? .....	70	
Weichteilverkalkungen .....	72	
<b>Spezieller Teil</b> .....	77	
Fingerendglieder .....	77	
Normalbefund .....	77	
Pathologischer Befund? .....	78	
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	78	
Fraktur? .....	79	
Nekrose? .....	81	
Entzündung? .....	84	
Tumor? .....	85	
Fingermittelglieder .....	86	
Normalbefund .....	86	
Pathologischer Befund? .....	86	
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	86	
Fraktur? .....	88	
Nekrose? .....	88	
Entzündung, Tumor? .....	89	
Sonstige Veränderungen? .....	89	
Fingergrundglieder .....	90	
Normalbefund .....	90	
Pathologischer Befund? .....	90	
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	90	
Fraktur? .....	91	
Entzündung? .....	91	
Tumor? .....	92	
Daumen .....	92	
Normalbefund .....	92	
Pathologischer Befund? .....	92	
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	92	
Fraktur? .....	94	
Nekrose? .....	95	
Entzündung? .....	95	
Sonstige Veränderungen? .....	95	
Mittelhand .....	95	
Normalbefund .....	95	
Pathologischer Befund? .....	97	
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	97	
Fraktur? .....	98	
Nekrose? .....	99	
Entzündung? .....	101	
Tumor? .....	101	
<i>Literatur</i> .....	103	
<b>Handwurzel</b>		<b>105</b>
<hr/>		
<b>Allgemeiner Teil</b> .....	105	
Normalbefund .....	105	
Pathologischer Befund? .....	118	
Variante, Fehlbildung/Deformität? .....	118	
Fraktur, Subluxation, Luxation? .....	127	
Nekrose? .....	132	
Entzündung? .....	132	
Tumor? .....	133	
<b>Spezieller Teil</b> .....	134	
Os trapezium .....	134	
Normalbefund .....	134	
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	134	
Fraktur oder Luxation? .....	134	
Nekrose? .....	138	
Tumor? .....	139	

Os trapezoideum .....	139	Os lunatum .....	165
Normalbefund .....	139	Normalbefund .....	165
Pathologischer Befund? .....	139	Pathologischer Befund? .....	166
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	139	Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	166
Fraktur oder Luxation? .....	140	Fraktur oder Luxation? .....	166
Os capitatum .....	142	Nekrose? .....	169
Normalbefund .....	142	Entzündung? .....	173
Pathologischer Befund? .....	142	Tumor? .....	173
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	142	Os triquetrum .....	174
Fraktur oder Luxation? .....	143	Normalbefund .....	174
Nekrose? .....	143	Pathologischer Befund? .....	174
Os hamatum .....	146	Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	174
Normalbefund .....	146	Fraktur oder Luxation? .....	174
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	146	Nekrose? .....	180
Fraktur oder Luxation? .....	146	Os pisiforme .....	180
Nekrose? .....	150	Normalbefund .....	180
Entzündung? Tumor? .....	150	Pathologischer Befund? .....	180
Os scaphoideum .....	150	Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	180
Normalbefund .....	150	Fraktur oder Luxation? .....	182
Pathologischer Befund? .....	152	Nekrose? .....	183
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	152	Entzündung? .....	183
Fraktur oder Luxation? .....	154	<i>Literatur</i> .....	184
Nekrose? .....	160		
Entzündung? .....	162		
Tumor? .....	162		

**Unterarm 186**

<b>Distaler Teil</b> .....	186	<b>Mittlerer Teil</b> .....	202
Normalbefund .....	186	Normalbefund .....	202
Pathologischer Befund? .....	189	Pathologischer Befund? .....	204
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	189	Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	204
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	194	Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	205
Nekrose? .....	197	Nekrose? .....	206
Entzündung? .....	198	Entzündung? .....	206
Tumor? .....	198	Tumor? .....	208
Sonstige Veränderungen? .....	200	<i>Literatur</i> .....	209
<i>Literatur</i> .....	201		

**Ellenbogengelenknahe Knochenabschnitte und Ellenbogengelenk 210**

Normalbefund .....	210	Entzündung? .....	233
Pathologischer Befund? .....	218	Weichteilverkalkungen und	
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	218	-verknöcherungen, Veränderungen im	
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	226	fibroossären Übergangsbereich .....	233
Nekrose? .....	228	<i>Literatur</i> .....	235
Tumor? .....	231		

**Oberarm 237**

<b>Diaphyse</b> .....	237	<b>Proximaler Teil</b> .....	242
Normalbefund .....	237	Normalbefund .....	242
Pathologischer Befund? .....	241	Pathologischer Befund? .....	251
Fraktur .....	241	Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	251
Entzündung, Tumor? .....	241	Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	252
Weichteilverkalkungen .....	241	Nekrose? .....	254
<i>Literatur</i> .....	242	Tumor? .....	256
		Entzündung? .....	257
		<i>Literatur</i> .....	258

**3 Schultergürtel und Brustkorb 259**

J. Freyschmidt

**Schulterblatt 260**

Normalbefund .....	260	Nekrose? .....	279
Pathologischer Befund? .....	269	Entzündung? .....	279
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	269	Tumor? .....	280
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	274	<i>Literatur</i> .....	283

**Akromioklavikulargelenk 285**

Normalbefund .....	285	Entzündung? .....	288
Pathologischer Befund? .....	285	Tumor? .....	288
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	285	Sonstige Veränderungen? .....	288
Fraktur, Luxation/Subluxation? .....	286	<i>Literatur</i> .....	289
Nekrose? .....	287		

**Das Schultergelenk als Ganzes 290**

Anatomie der Weichgewebsstrukturen .....	290	Verkalkungen und Verknöcherungen in den Weichteilen der Schulter .....	297
Schulter-Impingement und Rotatorenmanschettenruptur .....	294	<i>Literatur</i> .....	302
Schulterluxation und Schulterinstabilität ...	295		

**Schlüsselbein und Sternoklavikulargelenk 303**

Normalbefund .....	303	Entzündung? .....	310
Pathologischer Befund? .....	307	Tumor? .....	315
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	307	Sonstige Veränderungen? .....	316
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	308	<i>Literatur</i> .....	316
Nekrose? .....	309		

**Brustbein 318**

Normalbefund .....	318	Entzündung .....	333
Pathologischer Befund? .....	324	Tumor .....	335
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	324	Sonstige Veränderungen? .....	336
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	332	<i>Literatur</i> .....	337
Nekrose? .....	332		

**Rippen 338**

Normalbefund .....	338	Entzündung? .....	348
Pathologischer Befund? .....	340	Tumor? .....	348
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	340	Sonstige Veränderungen? .....	352
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	346	<i>Literatur</i> .....	353
Nekrose? .....	348		

<b>4 Schädel</b>	<b>355</b>
Chr. Czerny	
<b>Schädeldach</b>	<b>356</b>
<b>Allgemeiner Teil</b> .....	356
Normalbefund .....	356
Pathologischer Befund? .....	364
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	364
Verkalkungen .....	367
Fraktur? .....	375
Entzündung/Tumor, sonstige Veränderungen? .....	378
<i>Literatur</i> .....	384
<b>Spezieller Teil</b> .....	386
Os frontale .....	386
Os parietale .....	387
Pars squamosa ossis frontalis .....	390
Oberschuppe des Os occipitale .....	392
<i>Literatur</i> .....	397
<b>Schädelbasis</b>	<b>398</b>
<b>Allgemeiner Teil</b> .....	398
Normalbefund .....	398
Pathologischer Befund? .....	400
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	400
Fraktur? .....	403
Entzündung/Tumor? .....	403
<i>Literatur</i> .....	405
<b>Spezieller Teil</b> .....	405
Sella turcica .....	405
Normalbefund .....	406
Pathologischer Befund? .....	409
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	409
Fraktur? .....	411
Tumor? .....	411
Sonstige Veränderungen? .....	413
<i>Literatur</i> .....	415
Mittlere Schädelgrube .....	416
Normalbefund .....	416
Pathologischer Befund? .....	416
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	416
Tumor? .....	417
<i>Literatur</i> .....	419
Schläfenbein .....	420
Entwicklung und anatomische Einteilung .....	420
Pneumatisches Zellsystem, Außen- und Mittelohr .....	424
Normalbefund .....	424
Pathologischer Befund? .....	426
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	426
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	429
Nekrose? .....	430
Entzündung/Pneumatisationshemmung? .....	430
Tumor? .....	433
Sonstige Veränderungen? .....	435
Pyramide und Innenohr .....	435
Pathologischer Befund? .....	441
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	441
Fraktur? .....	444
Entzündung? .....	444
Tumor? .....	446
<i>Literatur</i> .....	447
Hinterhauptsbein .....	449
Normalbefund .....	449
Pathologischer Befund? .....	453
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	453
Fraktur? .....	461
Tumor? .....	461
<i>Literatur</i> .....	462
<b>Gesichtsschädel</b>	<b>463</b>
Augenhöhlen .....	463
Normalbefund .....	463
Pathologischer Befund? .....	467
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	467
Verkalkungen .....	468
Fraktur? .....	468
Entzündung? .....	470
Tumor? .....	471
Sonstige Veränderungen? .....	471
<i>Literatur</i> .....	472
Nase .....	473
Normalbefund .....	473
Pathologischer Befund? .....	474
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	474
Fraktur? .....	475
Nekrose? .....	475
Entzündung? .....	475
Tumor? .....	475
Sonstige Veränderungen? .....	475
<i>Literatur</i> .....	477
Nasennebenhöhlen .....	478
Allgemeine Ausführungen .....	478
Radiologische Darstellung .....	478
Kieferhöhle .....	480
Normalbefund .....	480
Pathologischer Befund? .....	483
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	483
Fraktur? .....	484
Entzündung? .....	486
Tumor? .....	488
Stirnhöhle .....	488
Normalbefund .....	488
Pathologischer Befund? .....	489
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	489
Fraktur? .....	489
Entzündung? .....	489
Tumor? .....	491
Siebbeinzellen .....	492
Normalbefund .....	492
Pathologischer Befund? .....	492

Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	492	Entzündung? .....	505
Fraktur? .....	492	Tumor? .....	506
Entzündung/Tumor? .....	493	Sonstige Veränderungen? .....	508
Keilbeinhöhle .....	494	<i>Literatur</i> .....	509
Normalbefund .....	494	Kiefergelenk .....	510
Pathologischer Befund? .....	495	Normalbefund .....	510
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	495	Pathologischer Befund? .....	510
Fraktur? .....	497	Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	510
Entzündung/Tumor? .....	497	Fraktur/Subluxation/Luxation? .....	512
<i>Literatur</i> .....	498	Nekrose? .....	512
Jochbogen .....	499	Entzündung? .....	513
Normalbefund .....	499	Tumor? .....	513
Pathologischer Befund? .....	499	Sonstige Veränderungen? .....	514
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	499	<i>Literatur</i> .....	514
Fraktur? .....	499	Griffelfortsatz, Zungenbein, verkalkter	
Entzündung? .....	500	Kehlkopfknorpel .....	515
Tumor? .....	500	Normalbefund .....	515
<i>Literatur</i> .....	500	Pathologischer Befund? .....	520
Unterkiefer .....	501	Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	520
A. Gahleitner		Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	521
Normalbefund .....	501	Entzündung? .....	521
Pathologischer Befund? .....	503	Tumor? .....	521
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	503	Sonstige Veränderungen? .....	521
Fraktur? .....	504	<i>Literatur</i> .....	521
Nekrose? .....	505		

**5 Wirbelsäule 523**

J. Brossmann

<i>Allgemeiner Teil</i> .....	524
<i>Literatur</i> .....	529

**Atlas und Axis 530**

Normalbefund .....	530	Entzündung? .....	564
Pathologischer Befund? .....	541	Tumor? .....	566
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	541	Sonstige Veränderungen? .....	567
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	558	<i>Literatur</i> .....	570
Nekrose? .....	564		

**Mittlere und untere Halswirbelsäule 574**

Normalbefund .....	574	Nekrose? .....	594
Pathologischer Befund? .....	581	Entzündung? .....	594
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	581	Tumor? .....	598
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	590	Sonstige Veränderungen? .....	600
		<i>Literatur</i> .....	607

**Brustwirbelsäule 611**

Normalbefund .....	611	Entzündung? .....	628
Pathologischer Befund? .....	619	Tumor? .....	629
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	619	Sonstige Veränderungen? .....	629
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	624	<i>Literatur</i> .....	635
Nekrose? .....	628		

**Lendenwirbelsäule 637**

Normalbefund .....	637	Entzündung? .....	666
Pathologischer Befund? .....	643	Tumor? .....	672
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	643	Sonstige Veränderungen? .....	679
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	665	<i>Literatur</i> .....	692
Nekrose? .....	666		

**Os sacrum und Os coccygis 697**

Normalbefund .....	697	Entzündung? .....	709
Pathologischer Befund? .....	702	Tumor? .....	709
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	702	Sonstige Veränderungen? .....	711
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	707	<i>Literatur</i> .....	713
Nekrose? .....	709		

**Sakroiliakalgelenke 715**

Normalbefund .....	715	Entzündung? .....	718
Pathologischer Befund? .....	716	Tumor? .....	723
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	716	Sonstige Veränderungen? .....	724
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	717	<i>Literatur</i> .....	726
Nekrose? .....	718		

**6 Becken 729**

J. Freyschmidt

<b>Allgemeiner Teil</b> .....	730	Os pubis und Symphyse, Os ischii .....	755
Normalanatomie .....	730	Normalbefund .....	755
Untersuchungstechnik .....	730	Pathologischer Befund? .....	757
Traumatologie .....	733	Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	757
Hüftpfannen-, Femurkopf- und		Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	762
Femurhalsnekrosen .....	734	Nekrose? .....	764
Verknöcherungen und Verkalkungen von		Entzündung? .....	765
Weichgewebsstrukturen .....	734	Tumor? .....	767
Fehlbildungen, Deformitäten .....	739	Sonstige Veränderungen? .....	767
Strukturelle Veränderungen .....	739	<i>Literatur</i> .....	769
<i>Literatur</i> .....	743	Hüftgelenk .....	770
<i>Literatur</i> .....	743	Normalbefund .....	770
<b>Spezieller Teil</b> .....	744	Pathologischer Befund? .....	787
Os ilium .....	744	Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	787
Normalbefund .....	744	Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	795
Pathologischer Befund? .....	746	Nekrose? .....	802
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	746	Entzündung? .....	809
Fraktur? .....	747	Tumor? .....	811
Nekrose? .....	751	Sonstige Veränderungen? .....	815
Entzündung? .....	751	<i>Literatur</i> .....	822
Tumor? .....	753		
Sonstige Veränderungen? .....	753		
<i>Literatur</i> .....	755		

**7 Bein 825**

J. Freyschmidt

**Oberschenkel 826**

<b>Femurschaft</b> .....	826	<b>Distaler Teil</b> .....	841
Normalbefund .....	826	Normalbefund .....	841
Pathologischer Befund? .....	826	Pathologischer Befund? .....	845
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	826	Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	845
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	834	Fraktur? .....	846
Nekrose? .....	834	Nekrose? .....	846
Entzündung? Tumor? .....	834	Entzündung? .....	853
Sonstige Veränderungen? .....	837	Tumor? .....	854
<i>Literatur</i> .....	841	Sonstige Veränderungen? .....	861
		<i>Literatur</i> .....	865

<b>Patella</b>		<b>866</b>	
Normalbefund .....	866	Nekrose? .....	876
Pathologischer Befund? .....	870	Entzündung? Tumor? .....	877
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	870	Sonstige Veränderungen? .....	878
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	874	<i>Literatur</i> .....	879
<b>Proximaler Unterschenkel</b>		<b>880</b>	
Normalbefund .....	880	Nekrose? .....	893
Pathologischer Befund? .....	887	Entzündung? Tumor? .....	895
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	887	Sonstige Veränderungen? .....	901
Fraktur? Subluxation/Luxation? .....	890	<i>Literatur</i> .....	902
<b>Das Kniegelenk als Ganzes</b>		<b>903</b>	
Normalbefund, Varianten, frühe Pathologien ..	903	Kniegelenktrauma .....	915
Pathologische Befunde .....	911	Weichteilverkalkungen .....	915
Baker-Zyste .....	911	Sonstige Veränderungen? .....	916
Raumforderungen im Kniegelenk .....	911	<i>Literatur</i> .....	918
<b>Mittlerer Unterschenkel</b>		<b>919</b>	
Normalbefund .....	919	Nekrose? .....	931
Pathologischer Befund? .....	924	Entzündung? .....	931
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	924	Tumor? .....	931
Fraktur? .....	927	<i>Literatur</i> .....	936
<b>Distaler Unterschenkel</b>		<b>937</b>	
Normalbefund .....	937	Entzündung? .....	952
Pathologischer Befund? .....	941	Tumor? .....	952
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	941	Sonstige Veränderungen? .....	952
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	946	<i>Literatur</i> .....	954
<b>Fuß</b>		<b>955</b>	
<b>Allgemeiner Teil</b> .....	955	Kahnbein .....	1006
Normalbefund .....	955	Normalbefund .....	1006
Pathologischer Befund? .....	959	Pathologischer Befund? .....	1009
Varianten? .....	959	Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	1009
Deformitäten? .....	963	Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	1017
Weichteilvarianten .....	967	Nekrose? .....	1017
<i>Literatur</i> .....	967	Entzündung? Tumor? .....	1019
<b>Spezieller Teil</b> .....	968	Sonstige Veränderungen? .....	1020
Talus .....	968	<i>Literatur</i> .....	1020
Normalbefund .....	968	Os cuboideum .....	1021
Pathologischer Befund? .....	971	Normalbefund .....	1021
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	971	Pathologischer Befund? .....	1021
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	979	Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	1021
Nekrose? .....	981	Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	1023
Entzündung? Tumor? .....	984	Nekrose? .....	1023
<i>Literatur</i> .....	985	Entzündung? Tumor? .....	1024
Kalkaneus .....	986	<i>Literatur</i> .....	1025
Normalbefund .....	986	Os cuneiforme mediale .....	1026
Pathologischer Befund? .....	991	Normalbefund .....	1026
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	991	Pathologischer Befund? .....	1028
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	999	Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	1028
Nekrose? .....	1000	Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	1031
Entzündung? .....	1001	Nekrose? .....	1031
Tumor? .....	1001	Entzündung? Tumor? .....	1031
Sonstige Veränderungen? .....	1002	<i>Literatur</i> .....	1031
<i>Literatur</i> .....	1005		

Ossa cuneiformia intermedium et laterale .....	1032	Sesambeine .....	1053
Normalbefund .....	1032	Normalbefund .....	1053
Pathologischer Befund? .....	1032	Pathologischer Befund? .....	1054
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	1032	Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	1054
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	1033	Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	1055
Nekrose? .....	1033	Nekrose? .....	1056
<i>Literatur</i> .....	1034	Entzündung? .....	1057
Metatarsalknochen .....	1035	Sonstige Veränderungen? .....	1057
Normalbefund .....	1035	<i>Literatur</i> .....	1059
Pathologischer Befund? .....	1037	Zehen .....	1060
Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	1037	Normalbefund .....	1060
Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	1040	Pathologischer Befund? .....	1062
Nekrose? .....	1045	Variante oder Fehlbildung/Deformität? .....	1062
Entzündung? .....	1048	Fraktur, Subluxation/Luxation? .....	1067
Tumor? .....	1050	Nekrose? .....	1067
Sonstige Veränderungen? .....	1050	Entzündung? Tumor? .....	1067
<i>Literatur</i> .....	1052	<i>Literatur</i> .....	1069

# 1

## **Einführung in die radiologische Diagnostik von Normvarianten**

J. Freyschmidt

Die auf visueller Empirie beruhende Abgrenzung einer anatomischen Normvariante von einem pathologischen Skelettprozess stellt an sich nicht das eigentliche Problem in der diagnostischen Radiologie von Grenzbefunden zwischen noch Normalem und beginnendem Pathologischem dar.

Dieses Problem tritt erst dann auf, wenn die klinischen Symptome des Patienten möglicherweise etwas mit der radiologischen Variante zu tun haben, oder wenn sich in einer solchen Variante selbst pathologische Veränderungen wie z. B. eine Nekrose abspielen, oder aber wenn ein pathologischer Prozess eine normale anatomische Variante imitiert (Tab. 1.1).

In dieser Situation lassen sich die Probleme nicht allein mit visueller Empirie lösen, sondern es ist die eigentliche ärztliche Kunst gefragt, zu der z. B. die Deutung von neurologischen und Schmerzsymptomen, die Wahl weiterer diagnostischer Prozeduren (wie z. B. Szintigraphie oder MRT) und u. U. die Empfehlung einer geeigneten Therapie gehören.

Im Gesamtspektrum des Routineuntersuchungsguts in Klinik und Praxis dominieren erfahrungsgemäß Normalbefunde und mehr oder weniger harmlose, mit unterschiedlicher Häufigkeit vorkommende Normvarianten, mit denen der radiologische Befunder unbedingt vertraut sein muss, wenn er nicht Gefahr laufen will, zu viel falsch positive Befunde mit der Konsequenz weiterer – kostenaufwendigerer – diagnostischer und therapeutischer Maßnahmen zu produzieren.

Andererseits stumpft dieses Einerlei von Normalbefunden inklusive harmloser Normvarianten in der täglichen Praxis ab, sodass die Sensibilität für die Erkennung einer symptomatischen Normvariante oder eines eindeutig pathologischen Prozesses, der eine Normvariante imitiert, durchaus verloren gehen kann.

Das Befundraster oder die diagnostische Checkliste muss also in jedem Einzelfall um die Fragen erweitert werden, ob der Normvariante nicht doch eine klinische Bedeutung zukommt, oder ob es sich vielleicht um eine vermeintliche Normvariante handelt, hinter der tatsächlich ein pathologischer Prozess steckt.

### Wie lassen sich solche möglichen Pitfalls vermeiden?

Das Grundschemata der radiologischen Befundung erfolgt nach den Prinzipien der Mustererkennung.

Für die **konventionelle Diagnostik** und die **CT** sind die entscheidenden Bausteine:

- Form,
- Größe,
- Lagebeziehung zur Umgebung,
- Symmetrie,
- Dichte.

Bei der **Skelettszintigraphie** kommt neben den Basiselementen Form, Größe, Topographie und Symmetrie noch das regionale Ausmaß der Tracereinlagerung hinzu.

Bei den meisten hier zur Diskussion stehenden pathologischen Skelettprozessen ist die Tracereinlagerung erhöht.

Ein solcher Befund besagt aber nur, dass der fokale oder regionale Knochenumsatz oder -stoffwechsel erhöht ist und/oder dass der radioaktive Tracer eine stärkere Affinität zu dem pathologischen Prozess hat. Dahinter können sowohl traumatische als auch tumoröse, nekrotische oder entzündliche Veränderungen stecken. Bei einiger Erfahrung in der Osteologie und in der szintigraphischen Mustererkennung ist aber dennoch eine Entitätszuordnung vielfach möglich.

Wichtig ist, dass die Untersuchung stets als Ganzkörperszintigramm, ggf. mit SPECT (Single-Photon-Emissions-CT) und Pinhole-Aufnahmen erfolgt.

Bei der **MRT** wird der Baustein Dichte durch die Signalintensität bei den verschiedenen Sequenzen ersetzt.

Beim **konventionellen Röntgenbild**, das im Gesamtaufkommen aller radiologischen Untersuchungen immer noch mit über 80% dominiert, kommen als wesentliche Elemente seiner Beurteilung noch die Abbildungsgeometrie und das Summationsphänomen hinzu. Die Abbildungsgeometrie beeinflusst Form, Größe und Topographie, die Summation im Wesentlichen die Dichte. Die Summation bezieht sich dabei nicht nur auf die Überlagerung verschiedener mehr oder weniger selbständiger Knochenelemente, sondern auch auf die Summation der Substrukturen des jeweiligen einzelnen Knochens. So erhöht eine Knochenleiste bei orthograder Projektion die radiologische Dichte bandförmig, umgekehrt wird bei einer Vertiefung oder Rinne die Dichte bandförmig aufgehellt. Es gibt keine nativen Röntgenaufnahmen spongiosareicher Knochenabschnitte, die völlig identisch sind, da sich die einzelnen Knochen trabekel schon bei minimaler Rotation (um etwa  $1-2^\circ$ ) ganz anders aufeinander projizieren und häufig dickere Trabekel vortäuschen. Überlagern sich 2 unterschiedlich dichte Knochenelemente, so entsteht im Sinne einer optischen Täuschung eine Aufhellungslinie, die auch als **Mach-Phänomen** bezeichnet wird. Das Auge nimmt nämlich an Kontrastübergangszonen höhere Schwärzungen dunkler und geringere Schwärzungen heller wahr.

Die unterschiedlichsten Veränderungen der einzelnen erwähnten Bausteine der Mustererkennung und/oder ihrer Summe bestimmen letztendlich über die Zuordnung zu einem jeweiligen pathologischen Grundvorgang am Skelett. Im Wesentlichen sind dies:

- Fehlbildung und Deformität,
- Fraktur, Subluxation oder Luxation,
- Nekrose,
- Entzündung,
- Tumor.

Natürlich bewirken nicht Veränderungen der Mustererkennungsbausteine eine pathologische Entität, sondern es ist stets umgekehrt, doch durchläuft der Vorgang der radiologischen Befundung immer diesen umgekehrten Weg. In Bezug auf Varianten wird man sich also fragen müssen, ob radiologische Auffälligkeiten nicht doch Bestandteil oder Ausdruck einer Fraktur, einer Nekrose, einer Entzündung usw. sind.