

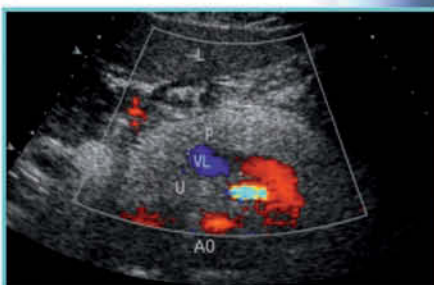
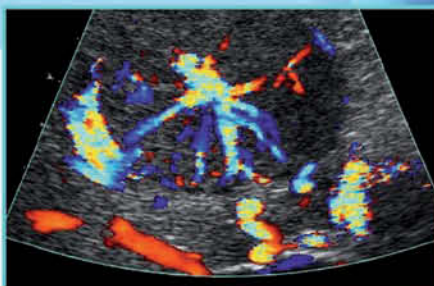
Kursbuch Ultraschall

Nach den Richtlinien der DEGUM und der KBV

Herausgegeben von
Günter Schmidt
Christian Görg

6., aktualisierte und
erweiterte Auflage

 online-Extras



Thieme

Kursbuch Ultraschall

Nach den Richtlinien der DEGUM und der KBV

Herausgegeben von
Günter Schmidt
Christian Görg

Mit Beiträgen von
Dirk Becker
Barbara Beuscher-Willems
Christian Jakobeit
Christoph Martin
Wolf Burkhardt Schwerk
Joachim Stein
Uwe Will
Gerhard van Kaick

6., aktualisierte und erweiterte Auflage

2280 Abbildungen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart • New York

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

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

1. Auflage 1994
2. Auflage 1996
3. Auflage 1999
- 1.–3. Auflage erschienen unter dem Titel „Ultraschall-Kursbuch“
4. Auflage 2004
5. Auflage 2008

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.

© 2015 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstr. 14
70469 Stuttgart
Deutschland
www.thieme.de

Printed in Germany

Redaktion: Dr. Antje Merz-Schönpflug, Eitelborn
Zeichnungen: Andrea Schnitzler, Innsbruck
Umschlaggestaltung: Thieme Verlagsgruppe
Umschlagsgrafik: © nerthuz–Fotolia.com
Satz: L42 Media Solutions, Berlin
Druck: Aprinta Druck GmbH, Wemding

ISBN 978-3-13-119106-9

1 2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:
eISBN (PDF) 978-3-13-158856-2
eISBN (epub) 978-3-13-203516-4

Geschützte Warennamen (Warenzeichen ®) werden nicht immer besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt. Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen oder die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Widmung

Herrn Prof. Dr. Wolf Burkhard Schwerk für seine Verdienste um den klinischen Ultraschall

Seit der ersten Auflage hat Herr Prof. Schwerk als Mitautor, kritischer Gesprächspartner, Förderer und Freund dieses Ultraschallkursbuch mitgestaltet. Als Pionier der Ultraschalldiagnostik hat er durch seine wissenschaftlichen Arbeiten, seine Bücher und seine Vorträge im Bereich des klinischen Ultraschalls weltweit Achtung und Anerkennung erhalten. Unter seiner Leitung wurde die Universität Marburg ein Ultraschall-Zentrum für Forschung, Lehre und Verbreitung des klinischen Ultraschalls.

Herr Prof. Schwerk geht nun in den Ruhestand und mit großer Freude und Dankbarkeit widmen die Herausgeber ihm diese 6. Buchauflage.

*Kreuztal und Marburg,
Die Herausgeber
Dr. Günter Schmidt
Prof. Dr. Christian Görg*

Juni 2015

Vorwort zur 6. Auflage

Gut zwanzig Jahre nach der ersten Auflage des „Kursbuch Ultraschall“ (damals noch unter dem von uns geprägten Titel „Ultraschall-Kursbuch“) erscheint jetzt die sechste Auflage in einer umfassend überarbeiteten und den heutigen Bedürfnissen angepassten Version.

Es ist sicher gut nachvollziehbar, dass diese Auflage – dem erweiterten Wissensstand angepasst – an Umfang zugenommen hat; ein weiterer Grund dafür ist die jetzt in allen Kapiteln aufgenommene farbkodierte Duplexsonografie, die ja in allen Bereichen des klinischen Ultraschalls breite Anwendung gefunden hat.

Das Prinzip des Kursbuches ist aber beibehalten worden: mit einfachen textlichen Bausteinen, die auf Bekanntem wie der Anatomie aufbauen, auch kompliziertere Sachverhalte aufzuzeigen und durch erklärende Abbildungen und Zusammenfassungen („Sonografische Zeichen, SZ“) zu ergänzen. Erleichtert wird das Verständnis für die Schnittbildtechnik des Ultraschallbildes auch durch das im Einführungskapitel überarbeitete Kapitel der Untersuchungstechnik und Schnittebenen.

Das Konzept dieser Auflage ist durch das geänderte Kurssystem der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) bestimmt worden: Das bisherige dreigliedrige Kurssystem ist durch ein zweigliedriges mit einem zusätzlichen „Modulsystem“ erweitert worden, welches den bisherigen Abschlusskurs ersetzen soll. „*Organ- und fachspezifische Kenntnisse sollen durch DEGUM-Module vertieft*“ und/oder durch „*Ultraschallkurse mit mindestens 8 Kursstunden à 45 Minuten*“ ergänzt werden.

Wir haben dieses von der DEGUM 2013 beschlossene und inzwischen in Kraft getretene Kurssystem in unsere jetzige Auflage übernommen. Die Module beinhalten unter anderem die Sonografie der Schilddrüse, der Thorax-Sonografie einschließlich einer fokussierten Echokardiografie, des kontrastverstärkten Ultraschalls (CEUS) und der Endosonografie (EUS). Der Notfall- und Traumasonografie (FAST“) ist im Kapitel 13 („Sonografie im Notfallbereich“) und Kapitel 25 („Thoraxsonografie“) Rechnung getragen.

Bilder in der Grau-Wert-Darstellung sind jetzt in allen Kapiteln durch die farbkodierte Duplex-Sonografie (FKDS) ergänzt worden, wo auch immer diese dem Leser eine zusätzliche Information bietet. Gleiches gilt auch für den kontrastverstärkten Ultraschall, der nicht nur für die Erkennung und Differenzierung fokaler Leberläsionen die bildgebende Methode der ersten Wahl geworden ist, sondern auch für die extrahepatische Anwendung im Bereich der abdominalen Organe.

Alle diese von uns als notwendig erkannten Ergänzungen und teilweise neuen Verfahren der sonografischen Bildgebung sind mit großer Zustimmung vom Georg Thieme Verlag aufgenommen und umgesetzt worden. In erster Linie sind wir hierfür Frau Dr. Heike Tegude und Frau Dr. Elisabeth Bouché vom Projektmanagement im Thieme Verlag besonders dankbar. Sie haben diese Auflage mit sehr viel Verständnis für die vielen Erweiterungen begleitet und in einer sehr ansprechenden farblich unterlegten Gestaltung umgesetzt, immer durch Frau Susanne Ristea von der Programmplanung geleitet und bestärkt.

Die Buchfertigung oblag Frau Marion Holzer, verantwortlich für die Herstellung im Georg Thieme Verlag. In konsequenter und immer verlässlicher Umsetzung der von den Autoren gefertigten Kapitel hat Frau Marion Holzer dem Buch seine Gestaltung in Text und Bild gegeben. Ihr und allen an der Fertigung beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern im Georg Thieme Verlag sind wir dankbar.

Die jetzt vorliegende Ausgabe wird in seinen Inhalten, seiner Ausgestaltung und seiner ansprechenden Erscheinung dem lernenden und dem im klinischen Ultraschall tätigen Arzt eine wertvolle Begleitung sein können.

Kreuztal und Marburg im Juni 2015

Dr. Günter Schmidt
Prof. Dr. Christian Görg

Inhaltsverzeichnis

Teil I Grundkurs

1	Richtlinien der KBV und Empfehlungen der DEGUM zur Qualifikation in der Ultraschalldiagnostik				22
	<i>G. van Kaick, G. Schmidt</i>				
1.1	Zur Entwicklung der Ultraschallkurse .	22	1.3.2	Dokumentation der geforderten 40 Untersuchungen im Rahmen der Antragstellung bei der Kassenärztlichen Vereinigung	26
1.2	KBV-Richtlinien (Ultraschall-Vereinbarung vom 31.10.2008)	23	1.3.3	Leitlinien für die Bild- und Schriftdokumentation in der kassenärztlichen Praxis .	27
1.3	Leitlinien für die Durchführung und Dokumentation der Ultraschalluntersuchung	26	1.4	Qualitätsforderungen der DEGUM	27
1.3.1	Dokumentation der geforderten 400 Untersuchungen am Ende der Kursausbildung	26	1.5	Fachliche Anforderungen an Kurs- oder Seminarleiter	28
			1.6	Perspektiven der Ultraschallkurse	28
2	Physikalisch-technische Grundlagen				29
	<i>J. Stein, C. Martin</i>				
2.1	Überblick	29	2.3.2	Applikator-(Scanner-)typen	32
2.2	Physikalische Grundlagen	29		Linearscanner	32
2.2.1	Impuls-Echo-Verfahren	29		Konvexscanner	32
2.2.2	Doppler-Effekt	30		Sektorscanner	33
2.2.3	Ausbreitungscharakteristik von Schallwellen	30	2.3.3	Signalbeeinflussung	33
	Reflexion	30		Axiale Auflösung	33
	Streuung	30		Laterale Auflösung	33
	Brechung	31		Fokussierung	33
	Absorption und Dämpfung	31	2.3.4	Signalverarbeitung	33
2.3	Technische Grundlagen	31		Preprocessing	33
2.3.1	Signaldarstellung und Bildrekonstruktion. A-Mode-Verfahren	31		Postprocessing	33
	B-Mode-Verfahren	31		Tiefenausgleich	34
	M-Mode-Verfahren	31		Gesamtverstärkung (Gain)	34
	CW-Doppler	32	2.3.5	Digitale Bildverarbeitung	34
	PW-Doppler	32		Contrast Harmonic Imaging (CHI) und Tissue Harmonic Imaging (THI)	34
	Duplexsonografie	32		Photopic Ultrasound Imaging	34
	CFM-Sonografie (Farbdopplersonografie)	32		3D-Sonografie	34
				Elastografie	34
				Acoustic Radiation Force Impulse-Methode (ARFI)	34
			2.3.6	Systemeinstellung	35

3	Bildartefakte				36
	<i>G. Schmidt</i>				
3.1	Überblick	36	3.6	Tangentenartefakt	38
3.2	Schallschattenartefakt	36	3.7	Schichtdickenartefakt	40
3.3	Schallüberhöhung	37	3.8	Spiegelartefakt	40
3.4	Rauschen („Streuechos“)	37	3.9	Bogenartefakt	40
3.5	Mehrfachreflexion, Kometenschweif ..	38	3.10	Twinkling-Artefakt	41
4	Farbkodierte Dopplersonografie				43
	<i>B. Beuscher-Willems</i>				
4.1	Überblick	43	4.4	Widerstandsindex, Pulsatilitätsindex ..	44
4.2	Farbdopplerprinzip	43	4.5	Farbartefakte	45
4.3	Geräteeinstellung	43	4.6	Anwendung am Gefäßsystem	46
5	Sonografische Untersuchungstechnik und Schnittebenen				54
	<i>B. Beuscher-Willems</i>				
5.1	Überblick	54		Verlängerter Interkostalschnitt.....	58
5.2	Untersuchungstechnik	54		Paramedianer Längsschnitt rechts.....	59
5.2.1	Voraussetzungen.....	54		Rechtsseitiger Flankenschnitt.....	59
5.2.2	Untersuchungsablauf.....	54		Rechtsseitiger Mittelbauchquerschnitt.....	60
5.3	Schnittebenen	56		Hoher seitlicher Interkostalschnitt links.....	60
5.3.1	Ober- und Mittelbauch.....	56	5.3.2	Linksseitiger Flankenschnitt.....	61
	Oberbauchquerschnitt.....	56		Linksseitiger Mittelbauchquerschnitt.....	61
	Subkostaler Schrägschnitt.....	57		Linksseitiger subkostaler Schrägschnitt.....	62
	Interkostalschnitt rechts.....	57		Oberbauchlängsschnitt.....	62
				Unterbauch.....	63
				Unterbauchlängsschnitt.....	63
				Unterbauchquerschnitt.....	63
6	Sonografie der abdominellen und retroperitonealen Gefäße				64
	<i>G. Schmidt</i>				
6.1	Überblick	64	6.3	Venöses Gefäßsystem	72
6.2	Arteriellles Gefäßsystem	64	6.3.1	V. cava inferior.....	72
6.2.1	Aorta abdominalis.....	64	6.3.2	Zuflüsse der V. cava inferior.....	73
	Sonografische Anatomie.....	64	6.3.3	V. portae.....	74
	Sonografische Topografie.....	65	6.3.4	Venöser Konfluenz und Venenzuflüsse...	76
6.2.2	Parietale und viszerale Äste der Aorta....	66			
	Parietale Äste.....	66			
	Viszerale Äste.....	67			

7	Sonografie der Gallenblase und Gallenwege, Gallensteine	79		
	<i>G. Schmidt</i>			
7.1	Überblick	79	7.4	Sonografie der ableitenden Gallenwege, Gallengangsteine
7.2	Normale Gallenblase, Fehlbildungen, Formvarianten, Funktionszustände ...	79	7.4.1	Topografie und sonografische Anatomie ..
7.2.1	Topografie und sonografische Untersuchung	79	7.4.2	Gallengangsteine.....
7.2.2	Größe	80		
7.2.3	Struktur	80		
7.2.4	Formen und Formvarianten.....	81		
7.2.5	Fehlbildungen	82		
7.2.6	Funktionszustände	84		
7.2.7	Fehlinterpretationen.....	85		
7.3	Gallenblasensedimente und Gallenblasensteine	86		
7.3.1	Kristallbildungen und Sedimentformen ..	86		
7.3.2	Gallenblasensteine	89		
	Steinzahl und Steingröße	92		
	Steinzusammensetzung	92		
	Sonografische Steintreffsicherheit.....	93		
8	Sonografie der normalen Leber, chronische Leberkrankheiten	100		
	<i>G. Schmidt</i>			
8.1	Überblick	100	8.2.6	Lebergröße.....
8.2	Aufbau der Leber und sonografische Untersuchung	100	8.3	Chronische Leberkrankheiten
8.2.1	Anatomischer Aufbau.....	100	8.3.1	Speicherkrankheiten.....
8.2.2	Feingeweblicher Aufbau, Gefäße.....	103	8.3.2	Entzündliche Leberkrankheiten
8.2.3	Sonografische Untersuchung.....	104	8.3.3	Leberzirrhose.....
8.2.4	Leberstruktur.....	105		Direkte Zeichen der Leberzirrhose.....
8.2.5	Form und Kontur.....	106		Indirekte Zeichen der Leberzirrhose
9	Sonografie des normalen Pankreas, akute Pankreatitis	120		
	<i>G. Schmidt</i>			
9.1	Überblick	120	9.2.5	Echostruktur
9.2	Normales Pankreas: Topografie, sonografische Anatomie und Untersuchungstechnik	120	9.2.6	Konsistenz
9.2.1	Organmorphologie	120	9.2.7	Ausführungsgang
9.2.2	Lage.....	120	9.2.8	Untersuchungsgang
9.2.3	Form	122	9.2.9	Untersuchungshilfen.....
9.2.4	Größe	122		Nüchternuntersuchung.....
				Inspiration, Vorwölben des Unterbauches.....
				Kompression.....
				Lagerung, Applikatorstellung
				Flüssigkeitsfüllung des Magens

9.3	Akute Pankreatitis	129	9.3.2	Sonografische Diagnostik.....	130
9.3.1	Verlaufsformen	129		Organveränderungen	130
				Begleitphänomene und Komplikationen	133
10	Sonografische Nierenanatomie und Nierenfehlbildungen	138			
	<i>G. Schmidt</i>				
10.1	Überblick	138	10.2.4	Untersuchungsgang	142
10.2	Topografie der Nieren, Feinaufbau und sonografische Nierenanatomie	138	10.2.5	Nierengröße	142
10.2.1	Topografie	138	10.2.6	Nierenstruktur und -form	144
10.2.2	Feinaufbau	139	10.2.7	Nierenoberfläche.....	145
10.2.3	Sonografische Nierenanatomie	140	10.3	Nierenfehlbildungen	146
	Nierenparenchym	140	10.3.1	Hypoplasie	146
	Sinus renalis	140	10.3.2	Anomalien von Zahl und Position.....	147
	Nierenbecken	141	10.3.3	Hydronephrosen und Hydroureter.....	149
	Blutgefäße	141	10.3.4	Nierenzysten und Zystennieren	150
11	Sonografie der Milz	156			
	<i>C. Görg</i>				
11.1	Überblick	156	11.4.2	Benigne Milzherde	159
11.2	Untersuchungstechnik	156		Echoreiche Milzherde	159
11.3	Größenveränderungen	156		Echoarme Milzherde	160
11.3.1	Splenomegalie	156		Milzverkalkungen	160
11.3.2	Kleine Milz	156		Milzinfarkte.....	161
11.4	Diffuse und fokale parenchymatöse Milzläsionen	157		Milzzysten.....	162
11.4.1	Maligne Milzherde	158	11.4.3	Milzabszesse	163
	Lymphominfiltration der Milz	158		Milzruptur	163
	Milzmetastasen	159			
12	Lymphknotenultrastruktur	165			
	<i>G. Schmidt</i>				
12.1	Überblick	165	12.4	Lymphknotenmetastasen	170
12.2	Feinaufbau und sonografische Anatomie	165	12.4.1	Form und Struktur	170
12.2.1	Feinaufbau	165	12.4.2	Lage	171
12.2.2	Sonografische Anatomie.....	165		Parietale (retroperitoneale) Lymphknoten.....	171
12.3	Entzündliche Lymphknoten	166		Viszerale Lymphknoten	173
12.3.1	Periphere Lymphknoten.....	166	12.5	Maligne Lymphome	174
12.3.2	Infradiaphragmale Lymphknoten.....	168	12.5.1	Form und Struktur	174
			12.5.2	Lage	175
			12.6	Differenzialdiagnose	177

13	Sonografie im Notaufnahmebereich: Was jeder schallen können muss	179		
	<i>C. Görg</i>			
13.1	Überblick	179	13.6	5. Leitsymptom: Bauchumfangvermehrung, Bauchschmerz und Nachweis von freier Flüssigkeit im Abdomen
13.2	1. Leitsymptom: Luftnot	179		188
13.3	2. Leitsymptom: Thoraxschmerz	182	13.7	6. Leitsymptom: Anurie, akutes Nierenversagen (ANV), akuter Flankenschmerz: Ausschluss obstruktive Nephropathie
13.4	3. Leitsymptom: Ikterus	184		192
13.5	4. Leitsymptom: Schmerzen im rechten Oberbauch (ROB)	185	13.8	7. Leitsymptom: Beinschwellung: V. a. tiefe Beinvenenthrombose
				194
Teil II Aufbaukurs				
14	Pathologische Veränderungen des arteriellen und venösen Gefäßsystems	200		
	<i>G. Schmidt</i>			
14.1	Überblick	200	14.2.3	Erkrankungen der Arterien
14.2	Aorta und Arterien	200		210
14.2.1	Arteriosklerose – Allgemeines.....	200	14.3	Venen
14.2.2	Arteriosklerose der Aorta.....	200		217
	Arteriosklerotische Aortenläsionen	201	14.3.1	Intraabdominale Venen
	Aortenaneurysma	202		218
	Differenzialdiagnose, andere Aortenbefunde... ..	209	14.3.2	Extremitätenvenen
				218
15	Entzündliche und tumoröse Gallenblasen-, Gallenwegkrankheiten	228		
	<i>G. Schmidt</i>			
15.1	Überblick	228	15.3.3	Differenzialdiagnose der Gallenblasenwandverdickung
15.2	Entzündliche Gallenblasenerkrankungen	228		241
15.2.1	Akute Gallenblasenentzündungen und Komplikationen.....	228	15.4	Gallenwegkrankheiten
15.2.2	Chronische Cholezystitis	234		242
15.3	Gallenblasentumoren	237	15.4.1	Intrahepatische Cholestase ohne Obstruktion
15.3.1	Benigne Tumoren	237		242
15.3.2	Maligne Tumoren	240	15.4.2	Intrahepatische Cholestase mit Obstruktion
				242
			15.4.3	Extrahepatische Cholestase
				246

16	Fokale Leberveränderungen	251		
	<i>G. Schmidt</i>			
16.1	Überblick	251	16.3	Neoplastische fokale Leberveränderungen
16.2	Nichtneoplastische fokale Leberveränderungen	251		262
16.2.1	Fehlbildungen	251	16.3.1	Benigne Neoplasien
16.2.2	Zonale Fettverteilung	254		262
16.2.3	Infektionen, entzündliche Infiltrate	255		Adenome
16.2.4	Folgestadien von Entzündung, Traumata und Operationen	258		Fokale noduläre Hyperplasien (FNH)
16.2.5	Pseudotumoren	260		Hämangiome
				Atypische Hämangiome
			16.3.2	Maligne Neoplasien
				Hepatozelluläres und cholangiozelluläres
				Karzinom
				Lebermetastasen
				267
				269
17	Portale Hypertension	274		
	<i>G. Schmidt</i>			
17.1	Überblick	274	17.2.4	Aszites
17.2	Intrahepatischer Block (Leberzirrhose)	274		283
17.2.1	Pfortaderverbreiterung	275	17.3	Prähepatischer Block (Pfortaderthrombose)
17.2.2	Portosystemische Kollateralen	278		284
17.2.3	Splenomegalie	283	17.4	Posthepatischer Block („Budd-Chiari-Syndrom“, venookklusive Krankheit) ..
				287
18	Chronische Pankreatitis und Pankreastumoren	289		
	<i>G. Schmidt</i>			
18.1	Überblick	289	18.2.4	Komplikationen
18.2	Chronische Pankreatitis	289		299
18.2.1	Pathophysiologie und Klinik	289	18.3	Pankreastumoren
18.2.2	Sonografische Kriterien	289		301
	Fibrose	289	18.3.1	Tumorarten und Tumormorphologie
	Mikro- und Makrozysten	290		301
	Verkalkungen, Steine	292		Zystische Neoplasien
	Pankreasgangerweiterung (Duktektasie)	294		Endokrine Neoplasien
	Atrophie	294		302
18.2.3	Formen der chronischen Pankreatitis	296		Duktales Pankreaskarzinom
				303
				Pankreasmetastasen. Malignes Lymphom
				306
			18.3.2	Tumorfolgen, Komplikationen
				307
			18.3.3	Differenzialdiagnose
				307
19	Akute und chronische Nierenerkrankungen	309		
	<i>G. Schmidt</i>			
19.1	Überblick	309		Renales akutes Nierenversagen (glomerulär, tubulär, vaskulär)
19.2	Diffuse Nierenparenchymveränderungen	309		310
19.2.1	Akute Erkrankungen	309	19.2.2	Chronische Erkrankungen
	Prärenales Nierenversagen (Hypoxämie, Schockniere)	310		312
				Glomeruläre und interstitielle Nephritiden
				312
				Vaskuläre Nierenerkrankungen
				314
				Stoffwechselerkrankungen, Paraproteinämien
				315

19.3	Umschriebene Nierenparenchymveränderungen	317	19.4	Nierenbecken-/Sinus-renal-Veränderungen	326
19.3.1	Echofreie Läsionen	317	19.4.1	Echofreie Läsionen	326
19.3.2	Echoarme Läsionen	319	19.4.2	Echoarme Läsionen	327
19.3.3	Echogleiche Läsionen	320	19.4.3	Echogleiche Läsionen	328
19.3.4	Echoreiche Läsionen	323	19.4.4	Echogene Läsionen	328
			19.4.5	Differenzialdiagnose echoarmer Nierensinus-/Nierenbeckenveränderungen	328
20	Ableitende Harnwege	333			
	<i>G. Schmidt</i>				
20.1	Überblick	333		Harnsteine	341
				Pyelitis, infizierter Aufstau	344
20.2	Nierenbecken und Ureter	333	20.3	Harnblase	345
20.2.1	Sonografische Anatomie und Untersuchungsgang	333	20.3.1	Größe, Form und Volumenbestimmung ..	345
20.2.2	Harntransportstörung	335	20.3.2	Pathologische Harnblasenveränderungen ..	347
	Pyelektasie	335			
	Chronische Harnstauung	337			
21	Sonografie der Nebennieren und des Retroperitonealraumes	354			
	<i>G. Schmidt</i>				
21.1	Überblick	354	21.2.2	Krankhafte Nebennierenveränderungen ..	355
21.2	Nebennieren	354	21.3	Retroperitonealraum	359
21.2.1	Sonografische Anatomie, Untersuchungsgang	354			
Teil III Abschlusskurs/Kursmodule					
22	Sonografie der Schilddrüse und der Nebenschilddrüsen	366			
	<i>G. Schmidt</i>				
22.1	Überblick	366		Schilddrüsenadenome	376
				Entzündliche / immunogene Erkrankungen ..	382
22.2	Sonografie der Schilddrüse	366		Benigne Tumoren der Schilddrüse	390
22.2.1	Topografie	366		Maligne Tumoren der Schilddrüse	390
22.2.2	Sonografische Anatomie, Untersuchungsgang	367		Hyperthyreose	394
	Größe	368	22.3	Sonografie der Nebenschilddrüsen	397
	Struktur	368	22.3.1	Topografie	397
22.2.3	Schilddrüsenenerkrankungen und pathologische Veränderungen	370	22.3.2	Anatomie, Untersuchungsgang	398
	Struma mit diffuser Strukturveränderung	370	22.3.3	Pathologische Veränderungen der Nebenschilddrüsen	398
	Struma mit knotiger Veränderung (Knotenstruma)	372			
	Knotenstruma mit regressiven Veränderungen ..	374			

23	Sonografie des Gastrointestinaltraktes	403			
	<i>G. Schmidt, W.B. Schwerk</i>				
23.1	Überblick	403	23.3.2	Dünndarmtumoren	
				Benigne Dünndarmtumoren	
				Maligne Dünndarmtumoren	
23.2	Ösophagus und Magen	405	23.4	Dickdarmsonografie	
23.2.1	Sonografische Anatomie	405			
	Ösophagus und Mageneingang	405	23.4.1	Funktionelle Störungen, entzündliche	
	Magen	407		Dickdarmerkrankheiten	
23.2.2	Untersuchungsgang	408		Motilitätsstörungen	
23.2.3	Funktionsstörungen und Wandveränderungen	409		Chronisch entzündliche und ischämische Dickdarmerkrankheiten	
	Motilitätsstörungen	410		Akut entzündliche Dickdarmerkrankheiten	
	Benigne Magenwandschwellungen	411	23.4.2	Dickdarmtumoren	
	Maligne Magenwandschwellungen	413		Benigne Dickdarmtumoren	
23.3	Dünndarmsonografie	416		Maligne Dickdarmtumoren	
23.3.1	Funktionelle Störungen, entzündliche Dünndarmerkrankheiten	419			
	Motilitätsstörungen, Ileus	419			
	Entzündliche Veränderungen der Ileozökalregion	422			
24	Thoraxsonografie	441			
24.1	Sonografie von Pleura und Lunge	441	24.2.2	Untersuchungstechnik	
	<i>C. Görg</i>				
24.1.1	Überblick	441	24.2.3	Voraussetzungen und Indikationen	
24.1.2	Technik	441	24.2.4	Untersuchungsablauf	
24.1.3	Pleurale Raumforderungen / Pathologien	442		Schnittebenen / Ableitungspunkte (-orte)	
24.1.4	Abnorme pulmonale Veränderungen	444		Ziele	
	Literatur		24.2.5	Krankheitsbilder	
			24.2.6	Wenige Beispiele zu durchführbaren Messungen	
24.2	Fokussierte Echokardiografie	446			
	<i>B. Beuscher-Willems</i>				
24.2.1	Überblick	446			
25	Sonografie der Genitalorgane	455			
25.1	Samenblasen und Prostata	455	25.2.3	Das große Skrotum	
	<i>G. Schmidt</i>				
25.1.1	Überblick	455	25.2.4	Das akute (schmerzhafte) Skrotum	
25.1.2	Samenblasen	455	25.2.5	Der „onkologische“ Hoden	
25.1.3	Prostata	457	25.3	Uterus, Tuben, Ovarien	
	Sonoanatomie	457		<i>B. Beuscher-Willems</i>	
	Gutartige Prostataveränderungen	458	25.3.1	Überblick	477
	Prostatakarzinom	462	25.3.2	Uterus und Vagina	478
25.1.4	Penis	464		Uterus	478
				Vagina	486
25.2	Hoden	465	25.3.3	Tube und Ovar	486
	<i>C. Görg</i>				
25.2.1	Überblick	465		Zystische Adnexveränderungen	487
25.2.2	Kurze Sonoanatomie	465	25.3.4	Schwangerschaft	490

26	Stolpersteine im kleinen Becken	493		
	<i>C. Jakobeit</i>			
26.1	Überblick	493	26.3.2	Salpinx.....
			26.3.3	Vagina.....
26.2	Krankheiten / angeborene Fehlbildungen im Harntrakt	493	26.3.4	Ovarien.....
			26.3.5	Douglas-Raum.....
26.2.1	Harnblase.....	493	26.4	Krankheiten beim Mann
26.2.2	Ureter.....	494		
26.3	Krankheiten / angeborene Fehlbildungen bei der Frau	495	26.4.1	Prostata.....
			26.5	Beckenwand
26.3.1	Uterus.....	495		
27	Kontrastverstärkter Ultraschall (CEUS)	499		
27.1	Einführung in die Sonografie mit Echo-signalverstärkern („Kontrastmittel-sonografie“)	499		Weitere Indikationen zum CEUS bei fokalen Leberherden.....
	<i>D. Becker</i>		27.3	Kontrastverstärkte Sonografie extrahepatischer Organe
27.1.1	Überblick.....	499		<i>C. Görg</i>
27.1.2	Warum Ultraschallkontrastmittel?.....	499	27.3.1	Überblick.....
27.1.3	Prinzipien der Kontrastmittelsonografie..	499	27.3.2	Erkrankungen der Gallenbase und Gallenwege.....
27.1.4	Durchführung einer Untersuchung mit Ultraschallkontrastmittel.....	501	27.3.3	Erkrankungen des Pankreas.....
	Geräteeinstellung.....	502	27.3.4	Erkrankungen der Milz.....
	Charakterisierung einer im B-Bild detektierten fokalen Veränderung eines inneren Organs....	502	27.3.5	Erkrankungen der Nieren und ableitenden Harnwege.....
	Detektion von bisher nicht erkannten Raumforderungen oder anderen pathologischen Veränderungen.....	506	27.3.6	Erkrankungen des Gastrointestinaltraktes.....
	Andere klinisch wichtige Anwendungen.....	507	27.3.7	Erkrankungen im Bereich des Thorax....
27.2	Kontrastverstärkte Sonografie der Leber	508	27.4	Intrakavitäre / extravasale Anwendung von Ultraschallkontrastmitteln
	<i>C. Görg</i>			<i>C. Görg</i>
27.2.1	Überblick.....	508	27.4.1	Überblick.....
27.2.2	Untersuchungstechnik.....	509	27.4.2	Orale Gabe.....
	Konstellation A: Leberherde als Zufallsbefund..	509	27.4.3	Intrakavitäre Gabe in vorbestehende Körperhöhlen.....
	Konstellation B: neu entstandene Leberherde bei vorhandener Klinik.....	512	27.4.4	Katheterlage- und -funktionskontrolle...
	Konstellation C: neu entstanden Leberherde bei Leberzirrhose.....	514	27.4.5	Fisteldarstellung.....
28	Interventioneller Ultraschall (IVUS)	532		
28.1	Interventioneller Ultraschall im Bereich des Abdomens – diagnostische und therapeutische Punktionen	532		Technik.....
	<i>C. Görg</i>			Indikationsstellung, Voraussetzungen und Festlegung des Punktionsweges.....
28.1.1	Überblick.....	532		Aufarbeitung des Materials.....
28.1.2	Ultraschallgesteuerte diagnostische Feinnadel-/Grobnadelpunktionen.....	532		Ergebnisse.....
				Komplikationen und Kontraindikationen.....

28.1.3	Ultraschallgesteuerte therapeutische Punktionen und Drainagen	535	28.2.2	Sonografisch gesteuerte extrakorporale Stoßwellenlithotripsie von Pankreas- steinen	538
	Technik	535		Auswahlkriterien für die ESWL und Durchführung	538
	Indikationen und Ergebnisse	536		Steinextraktion und Langzeitnachkontrollen nach erfolgreicher ESWL	540
28.2	Sonografisch gesteuerte extrakorporale Stoßwellenlithotripsie (ESWL) von Pankreassteinen und von extra- und intrahepatischen Gallengangsteinen . .	538	28.2.3	ESWL bei komplizierten extrahepatischen Gallengangsteinen	541
	<i>C. Jakobeit</i>		28.2.4	ESWL bei intrahepatischer Cholangio- lithiasis	541
28.2.1	Überblick	538			
29	Endosonografie	543			
	<i>U. Will</i>				
29.1	Überblick	543	29.5.1	Pankreatobiliäre Tumoren	550
29.2	Einführung	543	29.5.2	Gallenwege	555
29.2.1	Scanner und Punktionsnadeln	543	29.6	EUS in der Diagnostik am Mediastinum, Nebennieren	556
29.2.2	Indikationen und Kontraindikationen	544	29.7	Interventionelle Endosonografie	557
29.2.3	Komplikationen	544	29.7.1	Möglichkeiten endosonografischer Interventionen	557
29.3	EUS bei Ösophagus- und Magentumoren	544			
29.4	EUS bei Kolon- und Rektumtumoren . .	549			
29.5	EUS am pankreatobiliären System	550			
30	Malignitätskriterien und Tumolvaskularisation	562			
	<i>G. Schmidt</i>				
30.1	Überblick	562	30.3	Spezielle Tumoren	563
30.2	Allgemeine Kriterien	562			
Teil IV Anhang					
31	Videos	568			
32	Zusatzinformationen	736			
32.1	Schnittebenen und Normwerttabelle . .	736	32.3	Anschriften der regionalen und über- regionalen Institutionen	741
32.2	Grundlegende Literatur zum Thema „Ultraschalldiagnostik“	741			
	Sachverzeichnis	744			

Anschriften

Herausgeber

Dr. med. Günter **Schmidt**
Am Siegerberg 27
57223 Kreuztal
Deutschland

Prof. Dr. med. Christian **Görg**
Universitätsklinikum Gießen und Marburg
Abteilung Hämatologie/Onkologie
Zentrum für Innere Medizin
Baldingerstr.
35043 Marburg
Deutschland

Mitarbeiter

Prof. Dr. med. Dirk **Becker**
Krankenhaus Agatharied GmbH
Gastroenterologie / Intern. Intensivmedizin
Norbert-Kerkel-Platz
83734 Hausham
Deutschland

Dr. med. Barbara **Beuscher-Willems**
Maria-Hilf Krankenhaus
Abteilung für Innere Medizin
Klosterstr. 2
50126 Bergheim
Deutschland

Priv.-Doz. Dr. med. Christian **Jakobeit**
Sana-Klinikum Remscheid GmbH
Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie,
Stoffwechsel- und Infektionskrankheiten
Burger Str. 211
42859 Remscheid
Deutschland

Dr. Dr. Christoph **Martin**
Mühlstorstr. 2
71364 Winnenden
Deutschland

Prof. Dr. med. Wolf Burkhardt **Schwerk**
Städtisches Krankenhaus Kiel GmbH
CA III. Medizinische Klinik
Chemnitzstr. 33
24116 Kiel
Deutschland

Joachim **Stein**
Rennbaumer Str. 78
42349 Wuppertal
Deutschland

Prof. Dr. med. habil. Uwe **Will**
SRH Wald-Klinikum Gera gGmbH
Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Allgemeine
Innere Medizin
Straße des Friedens 122
07548 Gera
Deutschland

Prof. Dr. med. Gerhard **van Kaick**
Schloß-Wolfsbrunnenweg 20
69117 Heidelberg
Deutschland

Bevor Sie sich in Ihr Ultraschall-Kursbuch vertiefen ...

► **Um was für ein Buch handelt es sich?** Um ein Ultraschall-Kursbuch, wobei die Betonung auf dem Wort „Kurs“ liegt. Reihenfolge und Inhalte der Kapitel orientieren sich streng am Aufbau der Kurse, die von der DEGUM und der KBV anerkannt und empfohlen sind.

► **Für wen wurde das Buch geschrieben?**

- Für alle Teilnehmer (also Lernende und Lehrende) eines Ultraschallkurses als Begleitbuch,
- für alle, die nicht an einem Kurs teilnehmen, als übersichtliches und didaktisch ausgefeiltes Lehrbuch.

► **Was erreiche ich mit diesem Buch?** Nach dem Studium des Buches und der entsprechenden praktischen Übungen sind Sie in der Lage:

- das sonografische Vokabular zu verstehen und richtig zu benutzen,
- eine Ultraschalluntersuchung selbstständig auszuführen,
- einen Befund verlässlich zu erheben und
- eine sonografische Diagnose und Differenzialdiagnose korrekt zu erstellen.

► **Wie orientiere ich mich innerhalb des Buches?** Entsprechend dem von der DEGUM empfohlenen Kursaufbau gliedert sich das Buch in 3 Hauptabschnitte:

1. einen Grundkurs,
2. einen Aufbaukurs und
3. Kursmodule.

Jeder Kurs beginnt mit einer Inhaltsübersicht und einer Definition der in diesem Kurs zu erreichenden Lernziele.

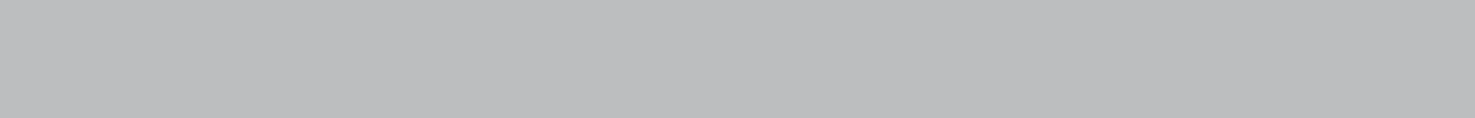
► **Wie orientiere ich mich innerhalb eines Kapitels?** Jeder Kurs besteht aus mehreren Kapiteln mit einer Übersicht zum Einstieg und einer Zusammenfassung zum Abschluss.

Innerhalb der Kapitel werden folgende Elemente unterschieden:

- Abbildungen,
- Tabellen und
- Sonografische Zeichen (im Text mit SZ gekennzeichnet), die für ein bestimmtes Krankheitsbild bzw. einen bestimmten anatomischen Sachverhalt typisch und damit für die Diagnosefindung essenziell sind.

► **Welche zusätzlichen Informationen bietet das Buch?**

- Eine Übersicht über alle benutzten Schnittebenen und deren Benennung im Anhang des Buches sowie
- eine Normwerttabelle im Anhang des Buches.
- Ein Verzeichnis über die grundlegende Literatur zum Thema „Ultraschalldiagnostik“ im Anhang des Buches und
- eine Liste der Adressen, bei denen Sie kostenlos die „Richtlinien zur Sonografieausübung“ erhalten, im Anhang.



Teil I

Grundkurs

1	Richtlinien der KBV und Empfehlungen der DEGUM zur Qualifikation in der Ultraschalldiagnostik	22
2	Physikalisch-technische Grundlagen	29
3	Bildartefakte	36
4	Farbkodierte Dopplersonografie	43
5	Sonografische Untersuchungstechnik und Schnittebenen	54
6	Sonografie der abdominellen und retroperitonealen Gefäße	64
7	Sonografie der Gallenblase und Gallenwege, Gallensteine	79
8	Sonografie der normalen Leber, chronische Leberkrankheiten	100
9	Sonografie des normalen Pankreas, akute Pankreatitis	120
10	Sonografische Nierenanatomie und Nierenfehlbildungen	138
11	Sonografie der Milz	156
12	Lymphknotenultraschall	165
13	Sonografie im Notaufnahmebereich: Was jeder schallen können muss	179



I Grundkurs

Grundlagen, Ultrascallanatomie und Einführung in die Ultrascalldiagnostik mit Darstellung leicht erkennbarer Organkrankheiten

► **Lernziel Grundkurs.** Der Grundkurs vermittelt zunächst die für die Ultrascalldiagnostik nötigen physikalisch-technischen Informationen einschließlich einer Einführung in die farbkodierte Dopplersonografie. Im Anschluss werden die sonografisch-anatomischen Grundlagen der verschiedenen Organe sowie sonografische Zeichen und Diagnosekriterien für leicht erkennbare Organkrankheiten erlernt.

► **Ultrascalltechnik.** Begriffe wie Schallausbreitung, Schallwellenveränderung an Grenzflächen und Auflösung getrennter Bildpunkte sowie Sendeintensität, Eindringtiefe und Tiefenausgleich sollen erklärt und Beispiele für die praktische Anwendung genannt werden können.

► **Bildartefakte.** Die häufigsten physikalischen Bildphänomene und Bildartefakte wie Schallschatten, Schallverstärkung, Wiederholungsechos, Spiegel- und Bogenartefakte sollen als irrealer Echophänomene bekannt sein, bei der Untersuchung erkannt und erklärt werden können.

► **Farbkodierte Dopplersonografie.** Das Farbdopplerprinzip, die wichtigsten Dopplerindizes, Flussgeschwindigkeitsmessungen sowie die Farbartefakte sollen bekannt sein. Die Anwendung der Farbdopplersonografie am Gefäßsystem soll erlernt werden.

► **Ultrascallschnittebenen.** Eine Ultrascalluntersuchung soll in definierten Schnittebenen durchgeführt werden, die in den praktischen Übungen erlernt werden müssen. Bei richtiger Einstellung sind die typischen Leitstrukturen (Gefäße) und Organe (Leber, Niere, Pankreas, Gallenblase, Milz, Harnblase) in mindestens zwei Ebenen zu erkennen und sollen von den Kursteilnehmern benannt werden können.

► **Gefäße.** Parietale und viszerale Äste der Aorta, Zuflüsse der V. cava inferior und der V. portae sollen aufgezählt und in den praktischen Übungen nach Möglichkeit dargestellt werden können; unter Einhaltung der Schnittebenen sollte dies bei der Aorta, dem Truncus coeliacus und der A. mesenterica superior, der V. cava inferior sowie der V. portae mit venöser Konfluenz immer gelingen.

► **Gallenblase/Gallenwege.** Bei der Darstellung der Gallenblase in mehreren Ebenen müssen ihre Form- und Funktionsvarianten gekannt werden. Kriterien für Sedimente und Steine sollen genannt und in den praktischen

Übungen gezeigt werden. Die Schnittebene zur Gallengangdarstellung kann eingeübt werden.

► **Lebersonografie.** Leberlappen, venöse und portale Gefäßverläufe sowie Leberkonturen spiegeln den anatomischen Leberaufbau wider; sie sollen daher sonografisch dargestellt werden können.

Diagnosekriterien für diffuse Leberkrankheiten wie Fettleber, chronische Hepatitis und Leberzirrhose sollen erlernt werden.

► **Pankreassonografie.** Geläufige anatomische „Aufsichtsbilder“ müssen für die Sonografie in Tiefendarstellungen (ventral-dorsal; „Hantel- oder Bockwurstform“) umgesetzt werden. Um Sichteseinschränkungen zu vermeiden, sind Untersuchungshilfen anzuwenden und zu üben.

Die typischen Zeichen der akuten Pankreatitis müssen gewusst werden. Dazu ist die Kenntnis der normalen Struktur, Größe und Kontur und der Abweichungen bei der akuten Pankreatitis und deren Begleiterscheinungen notwendig.

► **Nierensonografie.** Die anatomischen Nierenstrukturen (Rinde, Markpyramiden, Nierenbecken und Sinus renalis sowie Gefäße) sollen sonografisch gesehen und anatomische Varianten oder Fehlbildungen benannt werden können. Einfache Struktur- und Formveränderungen wie Zysten sollen bereits erkannt und zugeordnet werden können. Dazu ist die Kenntnis der Zystenkriterien wichtig.

► **Milz- und Lymphknotenonografie.** Die Milz soll in verschiedenen Schnittebenen dargestellt und in ihrer Größe (Länge, Dicke, Breite) vermessen werden; die Normwerte sollen bekannt sein.

Strukturveränderungen wie fein- und grobnoduläre Lymphominfiltrate, Infarkte und Abszesse sollen differenziert und Rupturzeichen erkannt werden können. Die für eine Tumordiagnostik wichtigen Lymphknotenstationen entlang der typischen Gefäßleitschienen sind zu benennen.

► **Sonografie im Notfallbereich.** Die fokussierte Sonografie des Abdomens, des Herzens und des Thorax für den internistischen Notfallbereich soll erlernt werden. Dazu ist der sonografische Untersuchungsablauf bei den Leitsymptomen Luftnot, Thoraxschmerz, Ikterus, Schmerzen im rechten Oberbauch, freie Flüssigkeit im Abdomen, akuter Flankenschmerz und Beinschwellung einzuüben, sodass die zugrunde liegenden Differenzialdiagnosen in der Notfallsituation erkannt werden können.

1 Richtlinien der KBV und Empfehlungen der DEGUM zur Qualifikation in der Ultraschalldiagnostik

G. van Kaick, G. Schmidt

1.1 Zur Entwicklung der Ultraschallkurse

Es gibt folgende Möglichkeiten, sich in der Ultraschall-diagnostik zu qualifizieren (► Abb. 1.1):

- im Rahmen der Facharztweiterbildung,
- außerhalb der Facharztweiterbildung; entweder
 - durch eine ständige bzw. begleitende Tätigkeit in der Sonografie oder
 - durch die Teilnahme an Ultraschallkursen.

Das vorliegende Buch soll den Qualifikationsweg über Ultraschallkurse unterstützen und begleiten. Ultraschallkurse wurden in den 70er Jahren eingeführt. Ein entscheidender Beweggrund für das Entstehen der Kurse war das Interesse der niedergelassenen Kollegen, diese damals neue Untersuchungsmethode zu erlernen.

In den späten 70er und frühen 80er Jahren umfasste die Kursausbildung einen Grund- und Aufbaukurs von jeweils 5 Tagen. Die Theorie wurde durch praktische Übungen ergänzt. Die KBV-Richtlinien von 1985 erweiterten diese Ausbildung um einen Abschlusskurs von 3 Tagen. Außerdem hatten die Teilnehmer den Nachweis über die

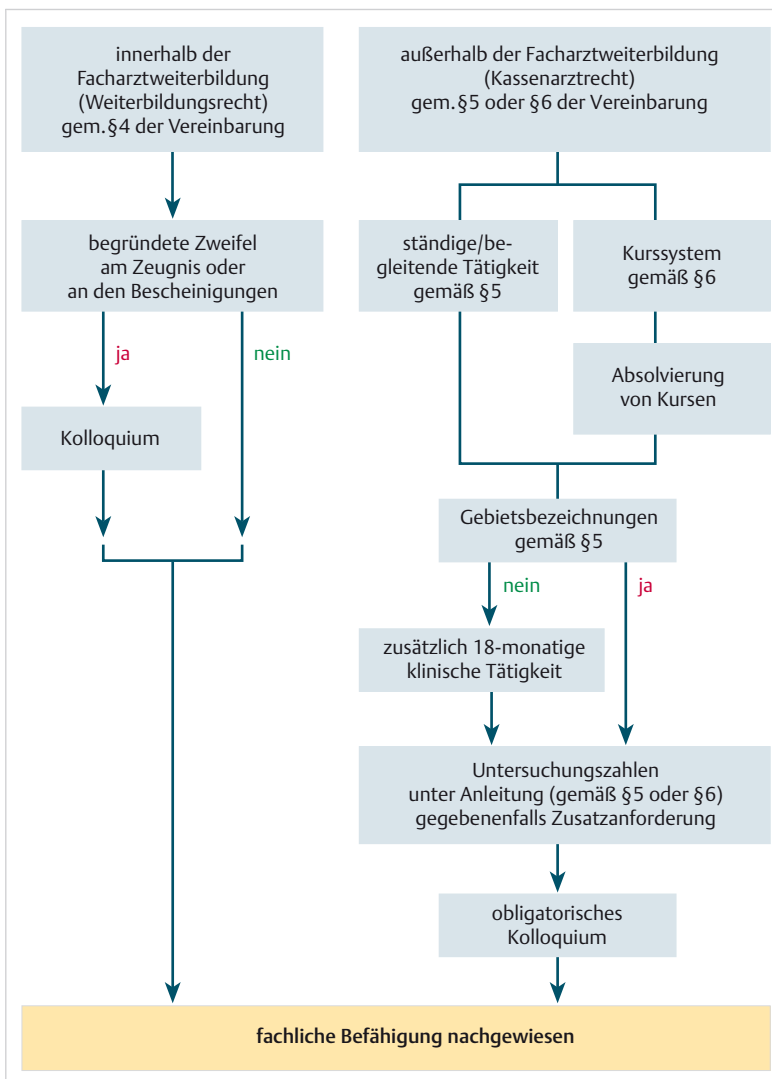


Abb. 1.1 Übersicht über Qualifikationsmöglichkeiten und Anforderungen.

Durchführung von 400 sonografischen Untersuchungen und deren Dokumentationen bei dem Kursleiter des Abschlusskurses zu erbringen.

Dies waren die Voraussetzungen, um bei der regionalen KV einen Antrag auf Genehmigung zur Abrechnung von Leistungen der Ultraschalldiagnostik stellen zu können. Die betreffende KV fordert bis heute die Vorlage von 40 in Bild und Text dokumentierten sonografischen Untersuchungen. Wenn diese Dokumentationen einwandfrei waren, lud die KV den Antragsteller zu einem Kolloquium ein.

Den Experten der Deutschen Gesellschaft für Ultraschalldiagnostik (DEGUM) war sehr früh bewusst, dass die stark untersucherabhängige sonografische Diagnostik einer besonderen Qualitätskontrolle bedarf. Die DEGUM engagierte sich bereits in den 70er Jahren für die Qualifikation von Ärzten, die Ultraschallkurse durchführen, sog. Seminarleitern. Wer von der DEGUM als Seminarleiter anerkannt sein wollte, musste sich bestimmten Prüfungen unterziehen. Der DEGUM-Seminarleiter wurde bald zu einem Begriff für qualifizierte Ultraschallehrer. Diese Seminarleiter bzw. die von ihnen durchgeführten Seminare wurden in der Regel von den regionalen KVen und Ärztekammern ohne Einschränkung anerkannt.

Die Richtlinien von 1985 sahen neben der Ausbildung über die Ultraschallkurse auch eine Ausbildung in Kliniken und größeren Praxen vor. Voraussetzung war eine 4-monatige ganztägige oder 24-monatige begleitende Tätigkeit in der Sonografie, wobei für die Abdominaldiagnostik mindestens 400 Untersuchungen durchzuführen waren. Voraussetzung war ferner, dass der Ausbilder durch die KV anerkannt war.

1.2 KBV-Richtlinien (Ultraschall-Vereinbarung vom 31.10.2008)

Die Sonografie hat sich in den letzten beiden Jahrzehnten weiterhin in starkem Maße quantitativ und qualitativ entwickelt. Sie ist heute in fast allen medizinischen Fachbereichen ein wesentlicher Teil der Diagnostik; entsprechend hat sich die Indikationsstellung vervielfältigt. Nicht zuletzt hat die Ultraschallgerätetechnik große Fortschritte gemacht. Daher wurde es erforderlich, die KBV-Richtlinien den genannten Entwicklungen anzupassen.

Grundtendenz der KBV-Richtlinien von 1993 und der Ultraschall-Vereinbarung vom 31.10.2008 in der Fassung vom 15.10.2010 ist die noch stärkere Verankerung der sonografischen Qualifikation in die Weiterbildung (► Abb. 1.1). So heißt es in § 4 der Ultraschall-Vereinbarung:

§ 4

Erwerb der fachlichen Befähigung nach der Weiterbildungsordnung

Die fachliche Befähigung für die Ausführung und Abrechnung von Leistungen der Ultraschalldiagnostik in einem Anwendungsbereich gilt als nachgewiesen, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt und durch die Vorlage von Bescheinigungen nach § 14 (*Urkunde über die Berechtigung zum Führen der entsprechenden Gebiets- oder Facharztbezeichnung, Zeugnisse von dem anleitenden Arzt über die nach § 4 Buchstabe b selbständig durchgeführten Ultraschalluntersuchungen*) nachgewiesen werden:

- a) Berechtigung zur Durchführung von Leistungen der Ultraschalldiagnostik nach dem für den Arzt maßgeblichen Weiterbildungsrecht.
- b) Selbständige Durchführung von Ultraschalluntersuchungen nach Anlage I Spalte 3 (z. B. *400 B-Modus-Sonografien von Abdomen und Retroperitoneum einschließlich Nieren*) unter Anleitung. Die Anleitung hat bei einem nach § 8 Buchstabe b oder c in der Ultraschalldiagnostik qualifizierten Arzt stattzufinden.

Dieser Passus unterstreicht, dass die im Rahmen der Weiterbildung erlernte Ultraschalldiagnostik, die durch entsprechende Zeugnisse belegt ist, in der Regel keine weiteren Kontrollen durch die regionalen Kassenärztlichen Vereinigungen erfordert.

Nur wenn begründete Zweifel am Zeugnis oder den vorgelegten Bescheinigungen auftreten, ist die Sonografiekommission berechtigt, ein Kolloquium zu verlangen. Ansonsten gilt die fachliche Befähigung als nachgewiesen. Einschränkend muss aber hier vermerkt werden, dass die sonografischen Aktivitäten während der Weiterbildungszeit in den vorgelegten Zeugnissen detailliert erklärt werden müssen. Dies gilt vor allem für Fachbereiche, in denen mehrere sonografische Schwerpunkte möglich sind, wie z. B. für die Innere Medizin mit gastroenterologischer, kardiologischer oder angiologischer Ausrichtung. Gleiches gilt für die Bereiche der Chirurgie, Radiologie, Pädiatrie usw.

Wird die Qualifikation für die Sonografie außerhalb der Facharztweiterbildung erworben, gelten die §§ 5 und 6 der Ultraschall-Vereinbarung. In § 5 heißt es:

§ 5

Erwerb der fachlichen Befähigung in einer ständigen Tätigkeit

Soweit eine fachliche Befähigung in einem Anwendungsbereich nicht nach § 4 nachgewiesen wird, kann diese durch eine ständige Tätigkeit erworben werden. Dabei sind die folgenden Voraussetzungen zu erfüllen

und durch die Vorlage von Bescheinigungen nach § 14 nachzuweisen:

- a) Mindestens 18-monatige ganztägige oder entsprechende teilzeitliche Tätigkeit in einem Fachgebiet, dessen Kerngebiet den jeweiligen Anwendungsbereich bzw. das jeweilige Organ / die jeweilige Körperregion umfasst.
- b) Selbständige Durchführung von Ultraschalluntersuchungen nach Anlage I Spalte 4 unter Anleitung. Die Anleitung hat bei einem nach § 8 Buchstabe b oder c qualifizierten Arzt stattzufinden.
- c) Erfolgreiche Teilnahme an einem Kolloquium nach § 14 Abs. 6 nach Erfüllung der vorgenannten Voraussetzungen.

Für den Bereich Abdomen und Retroperitoneum einschließlich Nieren sind mindestens 400 Untersuchungen gefordert. Voraussetzung: Facharzt für Allgemeinmedizin, Chirurgie, Innere Medizin oder diagnostische Radiologie. Liegt keine dieser Facharztausbildungen vor, wird der Nachweis einer mindestens 18-monatigen ständigen klinischen oder vergleichbar ständigen praktischen Tätigkeit im Fachgebiet Chirurgie oder Innere Medizin verlangt.

Die §§ 6, 7 und 14 der Vereinbarung enthalten wichtige Informationen über den Weg der Qualifikation durch Ultraschallkurse, daher werden die wesentlichen Abschnitte daraus zitiert.

Wichtig ist im Paragraf 6 der Punkt 1 c: „Erfolgreiche Teilnahme an einem Kolloquium gemäß § 14 Abs. 6 nach Erfüllung der vorgenannten Voraussetzungen.“ Dies bedeutet, dass ein Kolloquium bei diesem Weg der Ausbildung obligat ist.



§ 6

Erwerb der fachlichen Befähigung durch Ultraschallkurse

(1) Soweit eine fachliche Befähigung in einem Anwendungsbereich nicht nach § 4 oder § 5 nachgewiesen wird, kann diese durch Ultraschallkurse erworben werden. Dabei sind folgende Voraussetzungen zu erfüllen und durch die Vorlage von Bescheinigungen nach § 14 nachzuweisen:

- a) Selbständige Durchführung von Ultraschalluntersuchungen nach Anlage I Spalte 4 unter Anleitung. Die Anleitung hat bei einem nach § 8 Buchstabe a oder b oder c qualifizierten Arzt stattzufinden.
- b) Erfolgreiche Teilnahme an folgenden Ultraschallkursen, die unter der Anleitung eines nach § 8 Buchstabe c qualifizierten Arztes (Kursleiter) stattfinden:
 - *Grundkurs* über physikalisch-technische Basiskenntnisse, Indikationsbereich, Basiskenntnisse einer Ultraschalluntersuchung

- *Aufbaukurs* zur Vertiefung der Kenntnisse der Ultraschalldiagnostik und Verbesserung der Untersuchungstechnik. Der Aufbaukurs kann durch eine mindestens 4-wöchige ständige Tätigkeit ersetzt werden, die unter Anleitung eines nach § 8 Buchstabe b oder c qualifizierten Arztes durchgeführt wird.
 - *Abschlusskurs* zur Vervollständigung der Kenntnisse und Fähigkeiten. Voraussetzung für die Teilnahme am Abschlusskurs ist der Nachweis der nach Buchstabe a erforderlichen Ultraschalluntersuchungen in Form von Schrift- und Bilddokumentationen. Bis zu einem Drittel dieser Untersuchungen kann bereits bei der Teilnahme am Aufbaukurs anerkannt werden, wenn die Schrift- und Bilddokumentation den fachlichen Anforderungen genügt. In der Belastungsechokardiographie können nur digitale Bilddokumentationen anerkannt werden.
- c) Erfolgreiche Teilnahme an einem Kolloquium nach § 14 Abs. 6 nach Erfüllung der vorgenannten Voraussetzungen.

(2) Für die Durchführung der Ultraschallkurse in den jeweiligen Anwendungsbereichen gelten die Anforderungen nach Anlage II sowie die folgenden Anforderungen:

- a) Zwischen Grund- und Abschlusskurs soll ein Zeitraum von mindestens 9 Monaten liegen.
- b) Eine Unterrichtsstunde dauert 45 Minuten.
- c) Die Kurse müssen praktische Übungen beinhalten. Diese sollen die Hälfte der Kursdauer umfassen.
- d) Beim Aufbau- und beim Abschlusskurs dürfen höchstens 5 Kursteilnehmer gleichzeitig pro Ultraschallsystem unterwiesen werden.
- e) Das vom Kursleiter auszustellende Zertifikat über die Teilnahme an den Kursen muss Angaben über den Anwendungsbereich und den Kursinhalt beinhalten. Das Zertifikat über die Teilnahme am Abschlusskurs muss insbesondere folgende Angaben enthalten:
 - Anzahl der vorgelegten Schrift- und Bilddokumentationen nach Absatz 1 Buchstabe a), die den fachlichen Anforderungen genügen.
 - Beurteilung der Befähigung des Antragstellers zur selbständigen Durchführung von Ultraschalluntersuchungen im jeweiligen Anwendungsbereich.

(3) Für die Durchführung der Ultraschallkurse gelten darüber hinaus folgende spezielle Anforderungen:

- a) Für die in Anlage II genannten Anwendungsbereiche AB 3.3, AB 5 und AB 7 kann der Grundkurs interdisziplinär durchgeführt werden. Aufbaukurs und Abschlusskurs müssen sich auf die spezifischen Anwendungsbereiche beziehen.
- b) In der gesamten Gefäßdiagnostik (Anlage II Anwendungsbereich AB 11, AB 20 und AB 22) muss der Grundkurs interdisziplinär durchgeführt werden.

- c) Die Ultraschallkurse für die extrakraniellen hirnversorgenden Gefäße (Anlage II Anwendungsbereich AB 20.6) und extremitätenversorgenden Gefäße (AB 20.8) mit dem Duplex-Verfahren können in Kombination mit dem CW-Doppler-Verfahren durchgeführt werden.

§ 7

Erwerb der fachlichen Befähigung durch eine computergestützte Fortbildung i. V. m. Ultraschallkursen

Soweit die fachliche Befähigung in einem Anwendungsbereich durch Ultraschallkurse erworben wird, kann der theoretische Teil des Abschlusskurses nach § 6 Abs. 1 Buchstabe b Nr. 3 durch eine erfolgreiche computergestützte Fortbildung (Tutorial) ersetzt werden, sofern diese angeboten wird. Dazu hat der Arzt fallbezogene Ultraschallaufnahmen aus dem jeweiligen Anwendungsbereich zu beurteilen und fallbezogene Fragen zu beantworten.

§ 14

Genehmigungsverfahren

(1) Anträge auf Genehmigung sind an die Kassenärztliche Vereinigung zu richten.

(2) Über die Anträge und über den Widerruf oder die Rücknahme einer erteilten Genehmigung entscheidet die Kassenärztliche Vereinigung.

(3) Dem Antrag auf Genehmigung sind insbesondere beizufügen:

1. a) Bei Erwerb der fachlichen Befähigung nach § 4:
 - Urkunde über die Berechtigung zum Führen der entsprechenden Gebiets- oder Facharztbezeichnung
 - Zeugnisse von dem anleitenden Arzt über die nach § 4 Buchstabe b selbständig durchgeführten Ultraschalluntersuchungen
- b) Bei Erwerb der fachlichen Befähigung nach § 5:
 - Zeugnisse von dem anleitenden Arzt über die nach § 5 Buchstabe a und b absolvierte ständige Tätigkeit in der Ultraschalldiagnostik und die selbständig durchgeführten Ultraschalluntersuchungen
- c) Bei Erwerb der fachlichen Befähigung nach § 6 oder § 7:
 - Zeugnisse von dem anleitenden Arzt über die nach § 6 Abs. 1 Buchstabe a selbständig durchgeführten Ultraschalluntersuchungen
 - Zertifikate über die erfolgreiche Teilnahme an den Ultraschallkursen nach § 6 Abs. 1 Buchstabe b
 - ggf. Zertifikat über die erfolgreiche Teilnahme an der computergestützten Fortbildung nach § 7

- d) Die Zeugnisse nach den Buchstaben a bis c müssen mindestens die folgenden Angaben beinhalten:

- Überblick über die Zusammensetzung des Krankheitsgutes der Abteilung, in der die Anleitung stattfand.
- Beschreibung der durchgeführten Untersuchungen und angewandten Techniken.
- Zahl der vom Antragsteller selbständig und unter Anleitung erbrachten Untersuchungen und diagnostischen Beurteilungen; Zahl der pathologischen Befunde.
- Beurteilung der Befähigung des Antragstellers zur selbständigen Durchführung von Ultraschalluntersuchungen.

2. Nachweis der Erfüllung der Anforderungen an die apparative Ausstattung nach § 9 und Anlage III. Der Nachweis kann durch die Gewährleistung des Herstellers geführt werden. Die Verpflichtung zur Einreichung einer aktuellen Bilddokumentation nach § 9 Abs. 2 und 3 bleibt unberührt.

(4) Soll eine fachliche Befähigung für die Ausführung und Abrechnung von Leistungen der Ultraschalldiagnostik in einem Anwendungsbereich an Patienten bestimmter Altersklassen (z. B. Kindern) nachgewiesen werden, muss aus dem Zeugnis hervorgehen, dass die Untersuchungen bei solchen Patienten durchgeführt wurden.

(6) Wird die fachliche Befähigung nach § 5, § 6 oder § 7 erworben, darf die Genehmigung nur nach erfolgreicher Teilnahme an einem Kolloquium erfolgen.

(8) Bestehen trotz der vorgelegten Bescheinigungen und Dokumentationen begründete Zweifel an der fachlichen Befähigung des Arztes, so kann die Kassenärztliche Vereinigung die Erteilung der Genehmigung von der erfolgreichen Teilnahme an einem Kolloquium abhängig machen. Das gleiche gilt, wenn der antragstellende Arzt im Vergleich zu dieser Vereinbarung eine abweichende, aber gleichwertige Befähigung nachweist.

In § 6 wird weiterhin ausgeführt, dass zwischen Grund- und Abschlusskurs ein Zeitraum von mindestens 9 Monaten liegen muss. Außerdem gelten für die Durchführung der Kurse in den jeweiligen Anwendungsbereichen spezielle Anforderungen. Für Abdomen und Retroperitoneum einschließlich Nieren sowie Thoraxorgane ohne Herz einschließlich Schilddrüse werden für den Grund- und Aufbaukurs jeweils 30 Stunden gefordert an mindestens 4 aufeinander folgenden Tagen und für den Abschlusskurs 16 Stunden an mindestens 2 aufeinander folgenden Tagen.

1.3 Leitlinien für die Durchführung und Dokumentation der Ultraschalluntersuchung

1.3.1 Dokumentation der geforderten 400 Untersuchungen am Ende der Kursausbildung

Eine wesentliche Änderung in den Richtlinien von 1993 ist die Forderung, dass die 400 eigenen Untersuchungen nicht mehr selbstständig, z. B. in der eigenen Praxis, durchgeführt werden können, sondern unter Aufsicht eines anerkannten Ausbilders oder eines Arztes, der die KV-Zulassung für die Durchführung der Sonografie besitzt, oder eines Arztes, der im Rahmen der Weiterbildung zur Durchführung der Sonografie ermächtigt ist.

► **400 sonografische Untersuchungen.** Bei den Kursteilnehmern bestehen häufig Unklarheiten bezüglich der Durchführung dieser 400 sonografischen Untersuchungen. Einige wichtige Punkte seien kurz angesprochen:

- Untersuchungen während der verschiedenen Kurse können nicht in diese 400 Dokumentationen mit eingebracht werden.
- Die 400 Untersuchungen betreffen einzelne Patienten, nicht einzelne Organe. Eine vollständige Oberbauchdiagnostik ist jedoch nicht erforderlich, d. h. auch die Sonografie, z. B. ausschließlich der Gallenblase, zählt als Untersuchung.
- Die Untersuchungen müssen bildlich dokumentiert sein, d. h. eine ausschließliche Vorlage von schriftlichen Befunden ist nicht ausreichend, da diese für den überprüfenden Arzt keine ausreichende Information über die Qualität der Untersuchung vermittelt.

► **Bildliche Dokumentation.** Diese muss folgende Punkte berücksichtigen:

- Identifikation des Patienten
- Dokumentation der Schnittrichtung
- gute Bildqualität
- Darstellung pathologischer Befunde in 2 Ebenen

► **Schriftliche Befundung.** Hier müssen Fragestellung, Befund und Beurteilung getrennt aufgeführt werden. Formblätter werden in der Regel zugelassen. Die Beurteilung soll einem Kommentar für den einweisenden Arzt entsprechen. Selbstverständlich müssen Bild und Text in Übereinstimmung stehen. (Es ist nicht selten, dass z. B. ein Tumor in einem Organ beschrieben wird, welcher nicht oder nur unzureichend abgebildet wurde!) Die Zahl der Abbildungen pro Untersuchung ist nicht festgelegt. Sie sollte sich dem Befund bzw. Untersuchungsziel anpassen. Viele Bilder von minderer Qualität und ohne rechten Bezug zur Fragestellung zeugen nicht von sonografischer Kenntnis!

Für eine spätere Beantragung der Erlaubnis zur Durchführung der Schilddrüsenultraschalluntersuchung ist es zu empfehlen, neben der Vorlage der 400 Sonografien des Abdomens auch 100 sonografische Untersuchungen der Schilddrüse beurteilen und bescheinigen zu lassen.

1.3.2 Dokumentation der geforderten 40 Untersuchungen im Rahmen der Antragstellung bei der Kassenärztlichen Vereinigung

Die Vorlage der 400 Dokumentationen bei dem Leiter des Abschlusskurses muss unterschieden werden von den 40 Dokumentationen, die die regionale KV bei Antragstellung sehen möchte. Für diese 40 Dokumentationen gelten höhere Qualitätsanforderungen. Die einzelnen KVen haben Leitlinien für die Gestaltung der Dokumentation von Ultraschalluntersuchungen veröffentlicht. Diese haben in den einzelnen Regionen unterschiedliche Ausprägungen; sie sind jedoch vom Tenor her weitgehend übereinstimmend. So gelten in den 4 KVen Baden-Württembergs ähnliche Empfehlungen. Als Beispiel sei aus den Leitlinien der KV Nordbaden zitiert:



„Die Gesamtdokumentation im Rahmen des Antragsverfahrens der Ultraschallrichtlinien umfasst die Vorlage der Befunddokumentationen von 40 Patientenuntersuchungen. Dabei müssen mindestens 10 pathologische Befunde in der Gesamtdokumentation enthalten sein. Die Dokumentation muß reichhaltig gegliedert sein, d. h. es müssen Untersuchungen aus allen Organ- bzw. Untersuchungsgebieten des beantragten Anwendungsbereiches repräsentativ enthalten sein. Wird die Genehmigung für mehrere Anwendungsbereiche beantragt, ist für jeden Bereich gesondert eine vollständige Dokumentation vorzulegen.“

Bilddokumentation: Für jede Patientenuntersuchung sind bei einer Dokumentation nach dem B-Bild-Verfahren mindestens drei Aufnahmen erforderlich (gilt nicht für geburtshilfliche Dokumentation und die Dokumentation der Säuglingshüfte). Die Bildaufnahmen sind als Einzelpositiv in einem Format einzureichen, das ohne zusätzliche optische Hilfsmittel eine einwandfreie Beurteilung erlaubt. Dias, Negative, Kleinbildaufnahmen oder Videobänder und anderes sind nicht zulässig. Die Aufnahmen oder Registrierungen müssen eindeutige Patientenidentifikationen aufweisen, die Lage des Schallkopfes (Schnittebene) bzw. die Ableitungsstelle müssen aus der Dokumentation eindeutig hervorgehen. Für die übrigen Verfahren (Registrierung) sind die Protokolle/Aufzeichnungen in der für das jeweilige Verfahren üblichen Weise zu erstellen.“

► **Befunddokumentation.** Es gelten hier im Wesentlichen die Anforderungen für Aufbau und Inhalt der Befundniederlegung:

- Patientenidentifikation
- Untersuchungsdatum
- Fragestellung/Verdachtsdiagnose, die zur sonografischen Untersuchung führte
- Beschreibung des sonografischen Befundes
- Enddiagnose aus der sonografischen Untersuchung mit Stellungnahme zur ursprünglichen Fragestellung
- Unterschrift des untersuchenden Arztes

Bei Untersuchungsergebnissen mit pathologischen Veränderungen sollen die Ergebnisse detailliert niedergelegt werden, insbesondere sollen die für die entsprechenden Diagnosen relevanten Parameter beschrieben werden. Bei der schriftlichen Dokumentation im Rahmen des Antragsverfahrens wird erwartet, dass auch bei Untersuchungen ohne pathologischen Befund eine schriftliche Dokumentation umfassend gestaltet wird.

Schließlich wird darauf hingewiesen, dass Bild- und Schriftdokumentation je Patient und Untersuchung eindeutig zusammenzuführen sind und nicht als getrennte Unterlagen angenommen werden können.

1.3.3 Leitlinien für die Bild- und Schriftdokumentation in der kassenärztlichen Praxis

Nachdem die Genehmigung für die Abrechnung sonografischer Leistungen durch die KV erteilt wurde, hat sich der Arzt dennoch weiteren Qualitätskontrollen durch die Sonografiekommission der regionalen KV zu stellen. Von Kursteilnehmern wird in diesem Zusammenhang oft die Frage gestellt, welche Kriterien für die Bild- und Schriftdokumentation hierbei zu beachten sind. Bei diesen Qualitätskontrollen werden in der Regel 15–20 Dokumentationen von Ultraschalluntersuchungen eines Quartals geprüft; dafür gelten folgende Leitlinien:



„1. Die Gestaltung der Dokumentation obliegt grundsätzlich dem Kassenarzt. Er ist in der Wahl der Dokumentation frei. Diese generelle Freiheit wird allerdings durch die Erfordernisse der Qualitätskontrolle eingeschränkt. Andererseits hat die Dokumentation so zu erfolgen, daß eine Qualitätskontrolle durch Dritte möglich ist.“

► **Bilddokumentation.** Für jede durchgeführte abgerechnete Organuntersuchung ist mindestens ein Bild anzufertigen, das bei den Patientenunterlagen aufbewahrt werden muss. Bei Normalbefunden ist es zulässig, die untersuchten Organe ggf. auf einem Bild darzustellen; auch teilweise Darstellung kann genügen. Dagegen ist bei

einem pathologischen Befund eines Organes dieses als Einzelbild und vollständig zu dokumentieren (am besten in 2 Ebenen!). Die technische Durchführung der Dokumentation ist dem einzelnen Arzt überlassen. Die Bildokumentation ist jedoch in einem Format einzureichen, das ohne zusätzliche optische Hilfsmittel eine einwandfreie Beurteilung erlaubt.

► **Schriftliche Dokumentation.** Bei Untersuchungsergebnissen mit pathologischen Veränderungen sollen die Ergebnisse detailliert wiedergegeben werden – insbesondere müssen die für die entsprechenden Diagnosen relevanten Parameter beschrieben werden. Bei Fehlen eines pathologischen Befundes sind kurze Anmerkungen zulässig.

1.4 Qualitätsforderungen der DEGUM

Es besteht ein eigenartiges Dreiecksverhältnis um die sonografische Qualifikation, das von den Ärztekammern, der Kassenärztlichen Bundesvereinigung und den Experten, vor allem den Sektionsleitern und Seminarleitern der DEGUM, gebildet wird.

- Die *Ärztekammern* sind für die Weiterbildung zuständig, d. h. soweit die Weiterbildungsordnung eingehende Kenntnisse in der Sonografie vorschreibt, liegt die Qualifikation für die Sonografie im Aufgabenbereich der Kammer.
- Die *KBV* hat das Recht, die Qualifikation zu prüfen für Ärzte/Ärztinnen, die außerhalb der Weiterbildung die sonografische Qualifikation erworben haben (und sofern Zweifel an der sonografischen Qualifikation im Rahmen der Weiterbildung bestehen).
- Unabhängig von diesen mehr standespolitisch-organisatorischen Gesichtspunkten geht es den sonografischen Experten der *DEGUM* sowie der Fachgesellschaften um die Qualität der Ausbildung als solche.

Die Lernziele der Ultraschallkurse, die aus vielen Erfahrungen von DEGUM-Seminarleitern zusammengetragen wurden und immer wieder verbessert werden, sind in diesem Buch den jeweiligen Kursabschnitten vorangestellt und werden kommentiert.

Für das Ultraschall-Kurssystem hat die DEGUM unter der Erfahrung, dass Abschlusskurse kaum mehr attraktiv sind, ein 2-stufiges Kurssystem beschlossen, das seit 1. Januar 2015 in Kraft gesetzt ist. Grund- und Aufbaukurse, die jeweils drei Tage à 8 Stunden beinhalten, werden durch Aufbaumodule ergänzt. Diese ersetzen den bisherigen Abschlusskurs. Die KVen haben eine grundsätzliche Bereitschaft erklärt, dieses System zu übernehmen.

► **Testate.** In allen Kursen, zumindest jedoch im Abschlusskurs, müssen die Teilnehmer ihr Wissen durch

Testate überprüfen lassen. Als Hauptthemen der Testate sind zu berücksichtigen:

- physikalische Grundlagen
- theoretische sonografische Fragen
- praktische Untersuchungsaufgaben
- Erkennung typischer pathologischer Befunde und Variationen des Normalen

1.5 Fachliche Anforderungen an Kurs- oder Seminarleiter

► **DEGUM-Seminarleiter.** Der Status des DEGUM-Seminarleiters (DEGUM Stufe 3) ist inzwischen für alle in der DEGUM vertretenen Fachrichtungen zu erwerben. Voraussetzungen sind die Mitgliedschaft in der DEGUM, Facharzt auf dem zu lehrenden sonografischen Gebiet, langjährige praktische und theoretische Erfahrungen in der Sonografie, aktive Teilnahme an Ultraschallkursen als Supervisor oder als Referent, Vorträge oder Veröffentlichungen auf dem Gebiet der Sonografie sowie begründete Empfehlungen der Kandidaten durch mindestens 3 anerkannte Seminarleiter, die Referate des Betreffenden bei Kursen bereits gehört haben.

Ein anerkannter DEGUM-Seminarleiter hat das Recht, seine Zeugnisse mit den entsprechenden Seminarleiterplaketten zu versehen, die von der DEGUM vergeben werden.

► **Mindestqualifikation Ausbilder.** Nicht alle Ultraschallkurse werden von DEGUM-geprüften Seminarleitern durchgeführt. Die KBV hat daher auch versucht, für die Qualifikation der Ausbilder eine Mindestempfehlung zu geben. Sie ist in § 7 der Ultraschall-Vereinbarung zusammengefasst, der besagt, dass qualifizierte Ausbilder Ärzte sein können, „die auf ihrem Fachgebiet nach der Weiterbildungsordnung ermächtigt sind, oder Ärzte, die andere in der Ultraschalldiagnostik anleiten und ausbilden“. Folgendes wird vorausgesetzt:

- Erfüllung der fachlichen und apparativen Voraussetzungen
- mindestens 36-monatige eigenverantwortliche Tätigkeit in dem betreffenden Bereich der Ultraschalldiagnostik
- die 10-fache Zahl der geforderten Untersuchungszahlen (s. § 5)
- eine abgeschlossene fachärztliche Weiterbildung

Dies sind vergleichsweise bescheidenere Anforderungen. Zwischen Ausbilder und Kursleiter wird dabei nicht unterschieden.

1.6 Perspektiven der Ultraschallkurse

Obwohl die früheren und neueren Ultraschallrichtlinien der KV die Qualifikation für die Sonografie zunehmend in die Weiterbildung verlagern, besteht ein ungemindert Interesse an den Ultraschallkursen. Wie ist das zu erklären?

Es gibt wenige Ultraschalleinrichtungen, die von einem erfahrenen Leiter geführt werden, der für die Untersuchungsqualität und Ausbildung Sorge trägt. In vielen Krankenanstalten ist die Regelung so, dass die jüngeren Assistenten jeweils im Rotationsverfahren einige Monate sonografisch tätig sind. Die Einführung und die Überwachung der Untersuchungen werden häufig durch im Ultraschall erfahrene Kollegen/-innen gewährleistet, was aber unter dem täglichen Zeitdruck oft nicht in dem gewünschten Umfang möglich ist.

Aus dieser Situation entstehen das Bedürfnis und der Wunsch, gerade der jüngeren Assistenzärzte, im Rahmen von Kursen systematisch in die Ultraschalldiagnostik eingeführt zu werden. Die Zusammensetzung der Kursteilnehmer hat sich dementsprechend im Laufe der Jahre verändert. Während früher niedergelassene Ärzte dominierten, sind es heute zum großen Teil jüngere Assistenzärzte/-innen. Von daher erklärt sich auch, dass die Teilnahme am Grundkurs grundsätzlich stärker ist als an Aufbau- und Abschlusskursen. Den Lehrinhalten des Grundkurses kommt deshalb eine ganz besondere Bedeutung zu. Die großen Themengebiete für diesen Kurs sind Ultraschallphysik, sonografische Anatomie, systematische Darstellung der sonografischen Pathologie und die praktischen Übungen in der Untersuchungstechnik. Mit diesen Kenntnissen ausgestattet, sind die Assistentinnen und Assistenten besser in der Lage, die Ultraschallausbildung in der Klinik zu beginnen.

2 Physikalisch-technische Grundlagen

J. Stein, C. Martin

2.1 Überblick

Einführend werden am Beispiel der Fledermaus Ultraschallvorgänge erklärt und sodann einfache physikalisch-technische Zusammenhänge für die Ultraschallanwendung in der Medizin dargestellt.

Erzeugung, Ausbreitung und Eigenschaften von Ultraschallwellen beim Auftreffen auf Grenzflächen werden erläutert.

Der zweite Abschnitt erklärt neben den Eigenschaften verschiedener Schallsonden die technischen Versionen der Bilderzeugung in der Ultraschalldiagnostik.

2.2 Physikalische Grundlagen

In der Biologie ist Ultraschall bei Fledermäusen als Orientierungssinn und Ortungsverfahren für Beutetiere bekannt. Fledermäuse senden über den Kehlkopf Ultraschalllautfolgen aus. Diese „Ortungslaute“ von wenigen Millisekunden Dauer werden durch Schallbündelung über den geöffneten Mund oder über Nasenlöcher und Nasenaufsätze zu einer „Schallkeule“ in Flugrichtung gebündelt.

Neben der Ortung können Fledermäuse auch die Relativgeschwindigkeit der Beutetiere über Frequenzänderungen der empfangenen Signale bestimmen: Fliegen sie auf ein Insekt zu, werden die ausgesandten Ortungslaute zu kürzeren Wellenlängen und damit höheren Frequenzen „zusammengeschoben“ („Doppler-Effekt“).

Da in der Optik die Wellenlänge für eine optimale Abbildung nur halb so groß sein sollte wie das zu erkennende Objekt, würde bei der Fledermaus die maximal abbildbare Objektgröße bei 20 kHz etwa 17 mm betragen; es werden aber viel kleinere Beutetiere erkannt. Wahrscheinlich tragen komplexe Interaktionen des auftreffenden Schalles in Form von „Kriechwellen“ um das Hindernis herum dazu bei, dass wesentlich kleinere Objekte erkannt werden können. Streuungs- und Beugungsvorgänge mögen ähnlich den Vorgängen bei der Organabbildung eine Rolle spielen (s. Kap. 2.2.3).

2.2.1 Impuls-Echo-Verfahren

► **Eigenschaften von Schallwellen.** Bei Schallwellen, wie sie bei der Fledermaus, in der Seefahrt oder industriellen Technik, vor allem aber in der Medizin zur Anwendung kommen, sind folgende Eigenschaften von Bedeutung:

- In Luft, Flüssigkeiten und im menschlichen Gewebe breiten sich Ultraschallwellen nahezu ausschließlich als Longitudinalwellen infolge Verdichtungs- und Verdünnungszonen des jeweiligen Mediums aus. Somit sind Schallwellen an Materie gebunden; im Vakuum können sich daher keine Ultraschallwellen ausbreiten.
- Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Schallwellen ist in allen Stoffen relativ niedrig (1540 m/s mittlere Schallgeschwindigkeit im Weichteilgewebe), sodass sich durch elektronische Messtechnik Laufzeiten sehr präzise bestimmen und nach dem Zeit-Weg-Prinzip mit Entfernungen korrelieren lassen.
- Schallwellen werden an Grenzflächen von Medien ganz oder teilweise reflektiert. Der Reflexionsgrad (Verhältnis von auftreffender Schallintensität zum durchlaufenden Schallanteil = „Impedanz“) wird von den Wellenwiderständen (Produkt aus Dichte und Schallgeschwindigkeit) im Medium bestimmt.

► **Erzeugung des Ultraschallbildes.** Zur Erzeugung eines Ultraschallbildes wird im Puls-Echo-Verfahren eine kurze Serie von Ultraschallwellen ausgesendet und die Dauer bis zum Eintreffen des von einer Grenzfläche reflektierten Echos gemessen. Über die Schallgeschwindigkeit lässt sich hieraus die Entfernung der Grenzfläche bestimmen (► Abb. 2.1).

Technisch wird dies durch den „Piezoeffekt“ ermöglicht. Keramiken bzw. bestimmte Kristalle erzeugen durch ihre Verformung beim Anlegen einer Wechselfspannung Schallwellen. Anschließend arbeitet der Kristall als Empfänger und wandelt die reflektierten Schalldruckwellen wieder in elektrische Energie um, die elektronisch zu einem Bild verarbeitet wird.

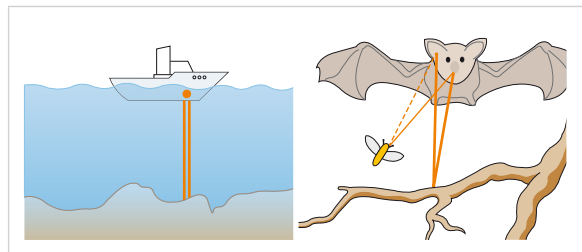


Abb. 2.1 **Impuls-Echo-Prinzip.** Angewandt z. B. beim Echolot in der Seefahrt oder bei der Orientierung von Fledermäusen. Nach Aussendung eines kurzen Schallimpulses kann über den Zeitverzug des Echos die Entfernung des Reflektors ermittelt werden. Fledermäuse gewinnen aus dem Echosignal zusätzliche Informationen über Geschwindigkeit und Flügelschlag möglicher Beutetiere. Hierbei nutzen sie Frequenzverschiebungen im Echo aus, hervorgerufen durch den Doppler-Effekt.