

# Grundkurs

<b>1</b>	<b>Rolle der Echokardiografie in der Kardiologie und Indikationen zur echokardiografischen Untersuchung</b>	4	2-D-Verfahren .....	15
1.1	Rolle der Echokardiografie in der Inneren Medizin und Kardiologie .....	4	3-D-Echokardiografie .....	16
1.2	Indikationsstellung .....	5	Dopplerverfahren .....	18
	Häufigste Indikationen .....	5	Kontinuierlicher Doppler (continuous wave, CW) .....	20
	Klinische Situationen ohne Routine-Indikation zur Echokardiografie .....	5	Gepulster Doppler (pulsed wave, PW) .....	20
	Differenzialindikation zur transösophagealen Echokardiografie .....	5	Farbdoppler .....	20
	Systematische oder „gezielte“ Echokardiografie?	6	Gewebedoppler .....	22
	Tragbare Echokardiografiegeräte .....	6	Power-Doppler .....	23
1.3	Wert echokardiografischer Befunde in der kardiovaskulären Diagnostik .....	6	2.4 Speicherung echokardiografischer Daten .....	23
<b>2</b>	<b>Physikalische und technische Grundlagen</b>	8	2.5 Artefakte .....	24
2.1	Ultraschall .....	8	Artefakte durch suboptimale Fokussierung und endliche Schnittebenen-Schichtdicke („beam width artifacts“) bzw. durch Nebenkeulen .....	24
2.2	Echokardiografiegerät .....	10	Schallschatten .....	26
	Prinzip der Echokardiografie .....	10	Reverberationsartefakte .....	26
	Erzeugung von Ultraschall durch das Echokardiografiegerät .....	10	Nahfeldartefakt .....	26
	Gepulster Ultraschall .....	12	Klicks .....	26
	Empfang und Darstellung von Ultraschallsignalen durch das Echokardiografiegerät .....	13	2.6 Wirkungen von diagnostischem Ultraschall auf Gewebe .....	26
	Auflösung .....	13	2.7 Einige hydrodynamische Grundbegriffe .....	27
	Eindringtiefe .....	13	Kontinuitätsprinzip .....	27
	Fokus .....	14	Berechnung des Schlagvolumens über einer Klappe .....	27
2.3	Echokardiografische Verfahren .....	15	Berechnung des Regurgitationsflusses und der Regurgitationsfläche anhand der proximalen Konvergenzzone .....	28
	M-Mode .....	15	Berechnung von Gradienten aus Strömungsgeschwindigkeiten: die Bernoulli-Gleichung .....	28
			Laminare und turbulente Strömung .....	30

<b>3 Untersuchungstechnik</b> .....	31	Parasternaler Langachsenschnitt	
3.1 Voraussetzungen .....	31	(DVD: Loop 3-1) .....	49
Untersuchungsraum .....	31	Schallkopfposition .....	49
Patientenlagerung .....	31	Abgebildete Strukturen .....	49
Geräteeinstellung .....	33	M-Mode-Untersuchung .....	51
Wählbare Parameter der Bildgewinnung .....	33	2-D-Untersuchung .....	58
Einstellbare Parameter der 2-D-Bildwiedergabe .....	36	Doppleruntersuchung .....	59
Einstellungen bei der M-Mode-Untersuchung .....	39	Parasternale Kurzachsenschnitte .....	59
Einstellungen bei der Doppleruntersuchung .....	39	Parasternaler Kurzachsenschnitt auf Höhe der	
Praktisches Vorgehen beim Einstellen des		Herzbasis (DVD: Loop 3-2) .....	61
Echogeräts .....	42	Parasternaler Kurzachsenschnitt auf Höhe der	
Untersuchungsdokumentation .....	42	Mitralklappe (DVD: Loops 3-3 u. 3-9) .....	63
Ausdrucke .....	42	Parasternaler Kurzachsenschnitt auf Höhe der	
Videoband .....	42	Papillarmuskeln (DVD: Loop 3-4) .....	63
Digitale Speichermedien .....	43	Apikaler parasternaler Kurzachsenschnitt .....	64
Digitales Echolabor .....	43	Parasternaler Langachsenschnitt des rechts-	
Befundung .....	44	ventrikulären Einflusstrakts .....	64
Beispiele ausführlicher echokardiografischer		Apikale Schnittebenen .....	64
Befunde .....	45	Apikaler Vierkammerblick (DVD: Loop 3-5) .....	65
3.2 Ablauf der echokardiografischen Untersuchung .....	47	Apikaler Fünfkammerblick .....	68
Schallfenster .....	47	Apikaler Zweikammerblick (DVD: Loop 3-6) .....	68
Integration von M-Mode und Doppler in den		Apikaler Langachsenschnitt (DVD: Loop 3-7) .....	69
Untersuchungsgang .....	48	Subkostale Schnittebenen .....	71
M-Mode .....	48	Subkostaler Vierkammerblick .....	71
Doppler .....	48	Subkostale Kurzachsenschnitte .....	72
Nomenklatur der Schnittebenen .....	48	Suprasternales Schallfenster (DVD: Loop 3-8) .....	73
Orientierung des Schallkopfs und Bildsektors .....	49	Rechtsparasternales Fenster .....	73

# Aufbaukurs

<b>4 Linker Ventrikel und Kardiomyopathien</b> .....	76
<b>4.1 Linker Ventrikel: globale und regionale Veränderungen</b> .....	76
<b>Veränderungen</b> .....	76
<b>Funktionelle Anatomie</b> .....	76
<b>Echokardiografische Morphologie und Funktionsbeurteilung</b> .....	77
<b>Untersuchungsebenen</b> .....	78
<b>Papillarmuskeln</b> .....	80
<b>Wandsegmente</b> .....	80
<b>Wanddicke und Muskelmasse</b> .....	81
<b>Globale systolische Pumpfunktion</b> .....	83
<b>Eingeschränkte linksventrikuläre Funktion</b> .....	88
<b>Differenzialdiagnose</b> .....	88
<b>Beurteilung der diastolischen Funktion</b> .....	88
<b>Eingeschränkte regionale systolische Funktion</b> .....	88
<b>Wandbewegungsstörungen</b> .....	91
<b>Andere umschriebene pathologische Veränderungen und Zusatzstrukturen</b> .....	96
<b>Thromben (DVD: Loop 4–4)</b> .....	96
<b>Andere Zusatzstrukturen</b> .....	97
<b>Pathologische Veränderungen im Ausflusstrakt</b> .....	97
<b>Häufige echokardiografische Fehler</b> .....	99
<b>Messfehler und Fehleinschätzungen</b> .....	99
<b>Echokardiografische Befunde bei Herztransplantation</b> .....	99
<b>Anhang</b> .....	100
<b>4.2 Kardiomyopathien</b> .....	101
<b>Einteilungen</b> .....	101
<b>Dilatative Kardiomyopathie (DVD: Loops 4–1 bis 4–4)</b> .....	102
<b>Echokardiografische Differenzialdiagnose der dilatativen Kardiomyopathie</b> .....	102
<b>Hypertrophe Kardiomyopathie (DVD: Loops 4–5 u. 4–6)</b> .....	102
<b>Hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie</b> .....	104
<b>Echokardiografische Differenzialdiagnose der hypertrophen Kardiomyopathie</b> .....	107
<b>Restriktive Kardiomyopathien (DVD: Loops 2–1, 4–10, 4–11)</b> .....	108
<b>Echokardiografische Differenzialdiagnose der restriktiven Kardiomyopathie</b> .....	108
<b>5 Mitralklappe</b> .....	109
<b>5.1 Funktionelle Anatomie</b> .....	109
<b>5.2 Echokardiografische Beurteilung der Mitralklappe</b> .....	111
<b>Morphologische Beurteilung</b> .....	111
<b>Schnittebenen</b> .....	111
<b>Funktionsbeurteilung</b> .....	112
<b>Doppleruntersuchung</b> .....	114
<b>5.3 Erkrankungen der Mitralklappe</b> .....	114
<b>Degenerative Veränderungen der Mitralklappe</b> .....	114
<b>Mitralprolaps (DVD: Loop 5–1)</b> .....	115
<b>Infektiöse Endokarditis (DVD: Loop 5–2)</b> .....	116
<b>Abakterielle Endokarditiden</b> .....	120
<b>Mitralstenose (DVD: Loops 5–3 bis 5–5)</b> .....	120
<b>Morphologische Charakteristika</b> .....	120
<b>Dopplercharakteristika</b> .....	123

Mitralinsuffizienz	8	<b>Rechter Ventrikel, Pulmonalklappe und Pulmonalarterie</b>
(DVD: Loops 5–4, 5–6, 5–7, 5–8) .....	124	155
Pathophysiologie .....	8.1	Funktionelle Anatomie .....
Morphologische Veränderungen		155
bei Mitralinsuffizienz .....		Rechter Ventrikel .....
125		155
Schweregradbeurteilung .....		Pulmonalklappe .....
125		155
Chirurgische Aspekte .....	8.2	Pulmonalarterie .....
125		155
Angeborene Erkrankungen .....		Echokardiografische Morphologie .....
129		155
5.4 Transmittrales Flussgeschwindigkeitsprofil und diastolische Funktion des linken Ventrikels .....		Rechter Ventrikel .....
129		155
5.5 Häufige Untersuchungsfehler .....	8.3	Schnittebenen .....
130		155
<b>6 Aortenklappe</b> .....		Pulmonalklappe und Pulmonalarterie .....
6.1 Funktionelle Anatomie .....		159
6.2 Echokardiografische Beurteilung		Erkrankungen des rechten Ventrikels .....
der Aortenklappe .....		160
131		Dilatation des rechten Ventrikels .....
Morphologische Beurteilung .....		160
131		Hypertrophie des rechten Ventrikels .....
Funktionsbeurteilung (Doppler) .....		161
135		Eingeschränkte systolische Funktion
Bestimmung des linksventrikulären Schlagvolumens .....		des rechten Ventrikels .....
135		161
6.3 Erkrankungen der Aortenklappe .....		Koronare Herzkrankheit .....
Degenerative Veränderungen der Aortenklappe .....		161
135		Pulmonale Hypertonie
Aortenstenose (DVD: Loops 6–1 u. 6–2) .....		(DVD: Loops 8–1 u. 8–2) .....
137		161
Berechnung des maximalen		Lungenembolie (akute pulmonale Hypertonie) .....
und mittleren Gradienten .....		161
137		Chronische pulmonale Hypertonie .....
Bestimmung der Klappenöffnungsfläche .....		162
138		Kardiomyopathien .....
Diagnostische Aussagekraft der Echokardiografie bei der Aortenstenose .....		163
140		Zusatzstrukturen im rechten Ventrikel .....
Aorteninsuffizienz (DVD: Loops 6–3 u. 6–4) .....		163
141		Ventrikelseptumdefekte .....
Schweregradbeurteilung .....		164
141		Kongenitale Ventrikelseptumdefekte .....
Probleme der Doppleruntersuchung .....		164
143		Erworbene Ventrikelseptumdefekte
Diagnostische Aussagekraft der Echokardiografie bei der Aorteninsuffizienz .....		(DVD: Loops 4–12 bis 4–14) .....
143		165
Infektiöse Endokarditis der Aortenklappe	8.4	Erkrankungen der Pulmonalklappe .....
(DVD: Loop 6–5) .....	145	166
		Pulmonalstenose .....
		166
		Pulmonalinsuffizienz .....
	8.5	166
<b>7 Linker Vorhof</b> .....		Weitere kongenitale Shunt-Erkrankungen .....
7.1 Funktionelle Anatomie .....		167
7.2 Echokardiografische Morphologie .....		Offener Ductus Botalli .....
7.3 Vorhofseptum .....		167
Lungenvenen und pulmonalvenöses Flussprofil .....		Fallot-Tetralogie .....
149		168
Linkes Herzohr .....		Komplette Transposition der großen Gefäße .....
151		169
7.4 Pathologische Befunde .....	9	<b>Rechter Vorhof, Vorhofseptum und Trikuspidalklappe</b> .....
151		170
Vergrößerung des linken Vorhofs .....	9.1	Funktionelle Anatomie .....
151		170
Thromben und Spontankontrast .....		Rechter Vorhof .....
152		170
Kardioversion .....		Vorhofseptum .....
152		171
Persistierende linke obere Hohlvene .....		Trikuspidalklappe .....
153		172
Tumoren .....	9.2	Echokardiografische Morphologie .....
153		172
Cor triatriatum .....	9.3	Erkrankungen der Trikuspidalklappe .....
154		173
		Trikuspidalstenose .....
		173
		Abschätzung des pulmonalen systolischen
		Drucks aus der Trikuspidal-Regurgitations-
		geschwindigkeit .....
		174
	9.4	Trikuspidalendokarditis (DVD: Loop 5–2) .....
		175
		Morbus Ebstein .....
		175
		Shuntverbindungen: offenes Foramen ovale und
		Vorhofseptumdefekte .....
		176
		Offenes Foramen ovale
		(DVD: Loops 9–3, 14–14) .....
		176

Vorhofseptumdefekte .....	177	Dilatation und Aneurysma .....	185
Ostium-secundum-Defekt (DVD: Loop 9–2) .....	177	Atherosklerose .....	187
Ostium-primum-Defekt .....	177	Aortendissektion (DVD: Loops 10–1, 14–4) .....	188
Sinus-venosus-Defekt .....	177	Marfan-Syndrom .....	190
Vorhofseptumaneurysma (DVD: Loop 9–1) .....	179	Traumen .....	190
<b>9.5 Pathologische Befunde im rechten Vorhof und der unteren Hohlvene .....</b>	<b>180</b>	Aortenisthmusstenose .....	190
Zusatzstrukturen im rechten Vorhof:		Aortitis .....	191
Thromben, Tumoren und Fremdkörper .....	180		
Fehlender inspiratorischer Kollaps			
der unteren Hohlvene .....	180		
<b>10 Aorta .....</b>	<b>182</b>		
10.1 Funktionelle Anatomie .....	182	<b>11 Perikard .....</b>	<b>192</b>
10.2 Echokardiografische Morphologie .....	182	11.1 Funktionelle Anatomie .....	192
Aortenwurzel und Aorta ascendens .....	182	11.2 Echokardiografische Morphologie .....	192
Aortenbogen und Aorta descendens .....	185	11.3 Erkrankungen des Perikards .....	193
Wichtigste Befunde .....	185	Perikarderguss (DVD: Loops 11–1 bis 11–6) .....	193
10.3 Erkrankungen der Aorta .....	185	Perikardtamponade	
		(DVD: Loops 11–4 u. 11–5) .....	196
		Rolle des Echokardiogramms	
		bei der Perikardpunktion .....	197
		Pericarditis constrictiva .....	197
		Andere Erkrankungen .....	199

# Abschlusskurs

<b>12 Echokardiografische Notfalldiagnostik</b> .....	202	
<b>12.1 Notfallindikationen</b> .....	202	Indikationen, Kontraindikationen und Kautelen .....
Leitsymptome .....	202	..... 214
Methodische Besonderheiten.....	202	
<b>12.2 Echokardiografische Differenzialdiagnose</b>		
nach Leitsymptomen .....	203	14.2 Durchführung der transösophagealen Untersuchung .....
<b>12.3 Dringliche Indikationen</b> .....	203	..... 219
Kardiale Emboliequellensuche .....	203	Vorbereitung und Einführen des Geräts .....
Andere Notfälle .....	204	..... 219
Typischer Ablauf der TEE .....		Transgastrische Untersuchung..... 221
		Transösophageale Schnittebenen .....
		..... 222
		Darstellung der thorakalen Aorta .....
		..... 226
<b>13 Herzklappenprothesen</b> .....	205	<b>15 Stressechokardiografie</b> .....
<b>13.1 Schwierigkeiten bei der Echokardiografie</b>		227
von Herzklappenprothesen .....	205	15.1 Grundlagen .....
<b>13.2 Prothesentypen</b> .....	206	..... 227
Besteht eine Protheseninsuffizienz? .....	206	Prinzip der Stressechokardiografie .....
Besteht eine Obstruktion der Prothese?.....	208	..... 227
Liegen Anzeichen für eine infektiöse		Normale Veränderung der systolischen Funktion
Endokarditis vor? .....	210	des linken Ventrikels unter Belastung..... 228
Liegt eine Prothesenthrombose		Indikationen, Kontraindikationen
oder Pannusbildung vor? .....	211	und Kautelen .....
<b>13.3 Besonderheiten der verschiedenen Klappen-</b>		..... 228
positionen.....	211	15.2 Durchführung der Belastung .....
Mitralklappenprothesen (DVD: Loops 13-1 u. 13-2)....	211	..... 229
Aortenklappenprothesen (DVD: Loop 13-3).....	212	Bildgewinnung und -interpretation .....
Trikuspidalprothesen.....	212	..... 229
		Hilfsmaßnahmen bei schlechter Bildqualität .....
		..... 230
		Belastungsformen .....
		..... 230
		Ergometrische Belastung .....
		..... 230
		Pharmakologische Belastung .....
		..... 231
		Vitalitätsdiagnostik .....
		..... 232
<b>14 Transösophageale Echokardiografie</b> .....	213	15.3 Stärken und Schwächen
<b>14.1 Grundlagen</b> .....	213	der Stressechokardiografie..... 232
Prinzip der transösophagealen Untersuchung;		
Schallkopf und Schnittebenen .....	213	

<b>16 Kontrastechokardiografie</b> .....	234
16.1 Technische Grundlagen .....	234
Kontrastmittel der Rechtsherz-Kontrast-echokardiografie .....	234
16.2 Untersuchungen mit Rechtsherzkontrastmittel ..	235
Shuntdiagnostik .....	235
Shuntnormen .....	235
Shunts auf Vorhofebene mit Kontrastmittel-übertritt vom rechten in den linken Vorhof (Vorhofseptumdefekt, offenes Foramen ovale) ..	235
Andere Shunts .....	236
Persistierende linksseitige V. cava superior .....	236
Echokontrast bei Perikardpunktion .....	237
Unerwünschte Wirkungen der Kontrastgabe .....	237
16.3 Untersuchungen mit Linksherzkontrastmittel ..	237
<b>Sachverzeichnis</b> .....	243