

# Grundkurs

<b>1</b>	<b>Rolle der Echokardiografie in der Kardiologie und Indikationen zur echokardiografischen Untersuchung</b>	<b>4</b>	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>	<b>8</b>	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</b>	<b>Linker Ventrikel und Kardiomyopathien</b>	<b>76</b>		
4.1	Linker Ventrikel: globale und regionale Veränderungen	76		
	Funktionelle Anatomie	76		
	Echokardiografische Morphologie und Funktionsbeurteilung	77		
	Untersuchungsebenen	78		
	Papillarmuskeln	80		
	Wandsegmente	80		
	Wanddicke und Muskelmasse	81		
	Globale systolische Pumpfunktion	83		
	Eingeschränkte linksventrikuläre Funktion	88		
	Differenzialdiagnose	88		
	Beurteilung der diastolischen Funktion	88		
	Eingeschränkte regionale systolische Funktion: Wandbewegungsstörungen	91		
	Andere umschriebene pathologische Veränderungen und Zusatzstrukturen	96		
	Thromben (DVD: Loop 4–4)	96		
	Andere Zusatzstrukturen	97		
	Pathologische Veränderungen im Ausflusstrakt	97		
	Häufige echokardiografische Fehler	99		
	Messfehler und Fehleinschätzungen	99		
	Echokardiografische Befunde bei Herztransplantation	99		
	Anhang	100		
4.2	Kardiomyopathien	101		
	Einteilungen	101		
	Dilatative Kardiomyopathie (DVD: Loops 4–1 bis 4–4)	102		
	Echokardiografische Differenzialdiagnose der dilatativen Kardiomyopathie	102		
	Hypertrophe Kardiomyopathie (DVD: Loops 4–5 u. 4–6)	102		
	Hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie	104		
	Echokardiografische Differenzialdiagnose der hypertrophen Kardiomyopathie	107		
	Restriktive Kardiomyopathien (DVD: Loops 2–1, 4–10, 4–11)	108		
	Echokardiografische Differenzialdiagnose der restriktiven Kardiomyopathie	108		
<b>5</b>	<b>Mitralklappe</b>	<b>109</b>		
5.1	Funktionelle Anatomie	109		
5.2	Echokardiografische Beurteilung der Mitralklappe	111		
	Morphologische Beurteilung	111		
	Schnittebenen	111		
	Funktionsbeurteilung	112		
	Doppleruntersuchung	114		
5.3	Erkrankungen der Mitralklappe	114		
	Degenerative Veränderungen der Mitralklappe	114		
	Mitralklappenprolaps (DVD: Loop 5–1)	115		
	Infektiöse Endokarditis (DVD: Loop 5–2)	116		
	Abakterielle Endokarditiden	120		
	Mitralklappenstenose (DVD: Loops 5–3 bis 5–5)	120		
	Morphologische Charakteristika	120		
	Dopplercharakteristika	123		

Mitralinsuffizienz (DVD: Loops 5–4, 5–6, 5–7, 5–8) .....	124		
Pathophysiologie .....	124		
Morphologische Veränderungen bei Mitralinsuffizienz .....	125		
Schweregradbeurteilung .....	125		
Chirurgische Aspekte .....	125		
Angeborene Erkrankungen .....	129		
5.4 Transmittales Flussgeschwindigkeitsprofil und diastolische Funktion des linken Ventrikels .....	129		
5.5 Häufige Untersuchungsfehler .....	130		
<b>6 Aortenklappe .....</b>	<b>131</b>		
6.1 Funktionelle Anatomie .....	131		
6.2 Echokardiografische Beurteilung der Aortenklappe .....	131		
Morphologische Beurteilung .....	131		
Funktionsbeurteilung (Doppler) .....	135		
Bestimmung des linksventrikulären Schlag- volumens .....	135		
6.3 Erkrankungen der Aortenklappe .....	135		
Degenerative Veränderungen der Aortenklappe .....	135		
Aortenstenose (DVD: Loops 6–1 u. 6–2) .....	137		
Berechnung des maximalen und mittleren Gradienten .....	137		
Bestimmung der Klappenöffnungsfläche .....	138		
Diagnostische Aussagekraft der Echokardio- grafie bei der Aortenstenose .....	140		
Aorteninsuffizienz (DVD: Loops 6–3 u. 6–4) .....	141		
Schweregradbeurteilung .....	141		
Probleme der Doppleruntersuchung .....	143		
Diagnostische Aussagekraft der Echokardio- grafie bei der Aorteninsuffizienz .....	143		
Infektiöse Endokarditis der Aortenklappe (DVD: Loop 6–5) .....	145		
<b>7 Linker Vorhof .....</b>	<b>146</b>		
7.1 Funktionelle Anatomie .....	146		
7.2 Echokardiografische Morphologie .....	148		
7.3 Vorhofseptum .....	149		
Lungenvenen und pulmonalvenöses Flussprofil ..	149		
Linkes Herzohr .....	151		
7.4 Pathologische Befunde .....	151		
Vergrößerung des linken Vorhofs .....	151		
Thromben und Spontankontrast .....	152		
Kardioversion .....	152		
Persistierende linke obere Hohlvene .....	153		
Tumoren .....	153		
Cor triatriatum .....	154		
		<b>8 Rechter Ventrikel, Pulmonalklappe     und Pulmonalarterie .....</b>	<b>155</b>
		8.1 Funktionelle Anatomie .....	155
		Rechter Ventrikel .....	155
		Pulmonalklappe .....	155
		Pulmonalarterie .....	155
		8.2 Echokardiografische Morphologie .....	155
		Rechter Ventrikel .....	155
		Schnittebenen .....	155
		Pulmonalklappe und Pulmonalarterie .....	159
		8.3 Erkrankungen des rechten Ventrikels .....	160
		Dilatation des rechten Ventrikels .....	160
		Hypertrophie des rechten Ventrikels .....	161
		Eingeschränkte systolische Funktion des rechten Ventrikels .....	161
		Koronare Herzkrankheit .....	161
		Pulmonale Hypertonie (DVD: Loops 8–1 u. 8–2) .....	161
		Lungenembolie (akute pulmonale Hypertonie) ..	161
		Chronische pulmonale Hypertonie .....	162
		Kardiomyopathien .....	163
		Zusatzstrukturen im rechten Ventrikel .....	163
		Ventrikelseptumdefekte .....	164
		Kongenitale Ventrikelseptumdefekte .....	164
		Erworbene Ventrikelseptumdefekte (DVD: Loops 4–12 bis 4–14) .....	165
		8.4 Erkrankungen der Pulmonalklappe .....	166
		Pulmonalstenose .....	166
		Pulmonalinsuffizienz .....	166
		8.5 Weitere kongenitale Shunt-Erkrankungen .....	167
		Offener Ductus Botalli .....	167
		Fallot-Tetralogie .....	168
		Komplette Transposition der großen Gefäße .....	169
		<b>9 Rechter Vorhof, Vorhofseptum     und Trikuspidalklappe .....</b>	<b>170</b>
		9.1 Funktionelle Anatomie .....	170
		Rechter Vorhof .....	170
		Vorhofseptum .....	171
		Trikuspidalklappe .....	172
		9.2 Echokardiografische Morphologie .....	172
		9.3 Erkrankungen der Trikuspidalklappe .....	173
		Trikuspidalstenose .....	173
		Trikuspidalinsuffizienz .....	173
		Abschätzung des pulmonalen systolischen Drucks aus der Trikuspidal-Regurgitations- geschwindigkeit .....	174
		Trikuspidalendokarditis (DVD: Loop 5–2) .....	175
		Morbus Ebstein .....	175
		9.4 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
9.5 Pathologische Befunde im rechten Vorhof und		Aortenisthmusstenose .....	190
der unteren Hohlvene .....	180	Aortitis .....	191
Zusatzstrukturen im rechten Vorhof:			
Thromben, Tumoren und Fremdkörper .....	180	<b>11 Perikard</b> .....	192
Fehlender inspiratorischer Kollaps		11.1 Funktionelle Anatomie .....	192
der unteren Hohlvene .....	180	11.2 Echokardiografische Morphologie .....	192
<b>10 Aorta</b> .....	182	11.3 Erkrankungen des Perikards .....	193
10.1 Funktionelle Anatomie .....	182	Perikarderguss (DVD: Loops 11–1 bis 11–6) ....	193
10.2 Echokardiografische Morphologie .....	182	Perikardtamponade	
Aortenwurzel und Aorta ascendens .....	182	(DVD: Loops 11–4 u. 11–5) .....	196
Aortenbogen und Aorta descendens .....	185	Rolle des Echokardiogramms	
Wichtigste Befunde .....	185	bei der Perikardpunktion .....	197
10.3 Erkrankungen der Aorta .....	185	Pericarditis constrictiva .....	197
		Andere Erkrankungen .....	199

# Abschlusskurs

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

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