



# Grundkurs

## 1 Rolle der Echokardiographie in der Kardiologie und Indikationen zur echokardiographischen Untersuchung

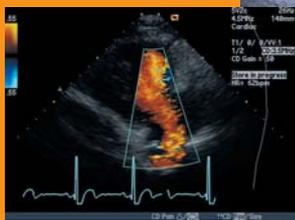
Rolle der Echokardiographie in der Inneren Medizin und Kardiologie	4
Indikationsstellung	5
Häufigste Indikationen	5
Klinische Situationen ohne Routine-Indikation zur Echokardiographie	5
Differenzialindikation zur transösophagealen Echokardiographie	5
Systematische oder „gezielte“ Echokardiographie?	6
Tragbare Echokardiographiegeräte	6
Wert echokardiographischer Befunde in der kardiovaskulären Diagnostik	7

## 2 Physikalische und technische Grundlagen

Echokardiographiegerät	10
Prinzip der Echokardiographie	10
Erzeugung von Ultraschall durch das Echokardiographiegerät	10
Gepulster Ultraschall	12
Empfang und Darstellung von Ultraschallsignalen durch das Echokardiographiegerät	13
Auflösung	13
Eindringtiefe	13
Fokus	13
Echokardiographische Verfahren	15
M-Mode	15
2-D-Verfahren	15

3-D-Echokardiographie	16
Dopplerverfahren	17
Kontinuierlicher Doppler (continuous wave, CW)	19
Gepulster Doppler (pulsed wave, PW)	19
Farbdoppler	21
Gewebedoppler	22
Power-Doppler	22
Speicherung echokardiographischer Daten	23
Artefakte	24
Artefakte durch suboptimale Fokussierung und endliche Schnittebenen-Schichtdicke (beam width artifacts) bzw. durch Nebenkeulen	24
Schallschatten	26
Reverberationsartefakte	26
Nahfeldartefakt	26
Klicks	26
Wirkungen von diagnostischem Ultraschall auf Gewebe	26
Einige hydrodynamische Grundbegriffe	27
Kontinuitätsprinzip	27
Berechnung des Schlagvolumens über einer Klappe	27
Berechnung des Regurgitationsflusses und der Regurgitationsfläche anhand der proximalen Konvergenzzone	29
Berechnung von Gradienten aus Strömungsgeschwindigkeiten: die Bernoulli-Gleichung	29
Laminare und turbulente Strömung	30

<b>3 Untersuchungstechnik</b> .....	31	Parasternaler Langachsenschnitt .....	49
Voraussetzungen .....	31	Schallkopfposition .....	49
Untersuchungsraum .....	31	Abgebildete Strukturen .....	49
Patientenlagerung .....	31	M-Mode-Untersuchung .....	51
Geräteeinstellung .....	33	2-D-Untersuchung .....	58
Wählbare Parameter der Bildgewinnung .....	33	Doppleruntersuchung .....	59
Einstellbare Parameter der 2-D-Bildwiedergabe ..	36	Parasternale Kurzachsenschnitte .....	59
Einstellungen bei der M-Mode-Untersuchung ...	39	Parasternaler Kurzachsenschnitt	
Einstellungen bei der Doppleruntersuchung ....	39	auf Höhe der Herzbasis .....	59
Praktisches Vorgehen beim Einstellen		Parasternaler Kurzachsenschnitt	
des Echogerätes .....	41	auf Höhe der Mitralklappe .....	62
Untersuchungsdokumentation .....	42	Parasternaler Kurzachsenschnitt	
Ausdrucke .....	42	auf Höhe der Papillarmuskeln .....	63
Videoband .....	43	Apikaler parasternaler Kurzachsenschnitt .....	64
Digitale Speichermedien .....	43	Parasternaler Langachsenschnitt	
Digitales Echolabor .....	43	des rechtsventrikulären Einflusstrakts .....	64
Befundung .....	44	Apikale Schnittebenen .....	64
Beispiele ausführlicher		Apikaler Vierkammerblick .....	64
echokardiographischer Befunde .....	45	Apikaler Fünfkammerblick .....	68
Ablauf der echokardiographischen Untersuchung ...	47	Apikaler Zweikammerblick .....	68
Schallfenster .....	47	Apikaler Langachsenschnitt .....	69
Integration von M-Mode und Doppler		Subkostale Schnittebenen .....	70
in den Untersuchungsgang .....	48	Subkostaler Vierkammerblick .....	71
M-Mode .....	48	Subkostale Kurzachsenschnitte .....	72
Doppler .....	48	Suprasternales Schallfenster .....	72
Nomenklatur der Schnittebenen .....	48	Rechtsparasternales Fenster .....	73
Orientierung des Schallkopfs und Bildsektors ...	49		

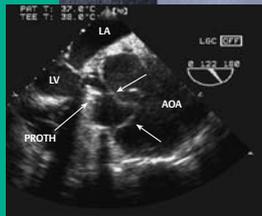
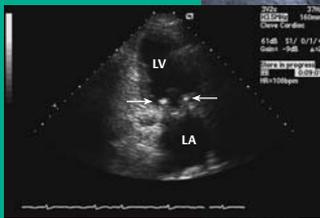


# Aufbaukurs

<b>4 Linker Ventrikel und Kardiomyopathien</b> .....	76	Echokardiographische Differenzialdiagnose	
Linker Ventrikel: globale und regionale		der dilatativen Kardiomyopathie .....	101
Veränderungen .....	76	Hypertrophe Kardiomyopathie .....	101
Funktionelle Anatomie .....	76	Hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie .....	102
Echokardiographische Morphologie		Echokardiographische Differenzialdiagnose	
und Funktionsbeurteilung .....	77	der hypertrophen Kardiomyopathie .....	105
Untersuchungsebenen .....	77	Restriktive Kardiomyopathien .....	105
Papillarmuskeln .....	80	Echokardiographische Differenzialdiagnose	
Wandsegmente .....	80	der restriktiven Kardiomyopathie .....	105
Wanddicke und Muskelmasse .....	82		
Globale systolische Pumpfunktion .....	83	<b>5 Mitralklappe</b> .....	106
Eingeschränkte linksventrikuläre Funktion .....	88	Funktionelle Anatomie .....	106
Differenzialdiagnose .....	88	Echokardiographische Beurteilung	
Eingeschränkte regionale systolische Funktion:		der Mitralklappe .....	108
Wandbewegungsstörungen .....	88	Morphologische Beurteilung .....	108
Andere umschriebene pathologische		Schnittebenen .....	108
Veränderungen und Zusatzstrukturen .....	93	Funktionsbeurteilung .....	110
Thromben .....	93	Doppleruntersuchung .....	111
Andere Zusatzstrukturen .....	94	Erkrankungen der Mitralklappe .....	111
Pathologische Veränderungen		Degenerative Veränderungen	
im Ausflusstrakt .....	95	der Mitralklappe .....	111
Häufige echokardiographische Fehler .....	95	Mitralsuffizienz .....	112
Messfehler und Fehleinschätzungen .....	95	Infektiöse Endokarditis .....	113
Echokardiographische Befunde		Abakterielle Endokarditiden .....	117
bei Herztransplantation .....	97	Mitralklappenstenose .....	117
Anhang .....	97	Morphologische Charakteristika .....	117
Wichtige Formeln zur Beurteilung der		Dopplercharakteristika .....	120
systolischen Funktion des linken Ventrikels .....	97	Mitralsuffizienz .....	121
Kardiomyopathien .....	99	Pathophysiologie .....	121
Einteilungen .....	99	Morphologische Veränderungen	
Dilatative Kardiomyopathie .....	99	bei Mitralsuffizienz .....	122

Schweregradbeurteilung .....	122	Erkrankungen des rechten Ventrikels .....	158
Chirurgische Aspekte .....	122	Dilatation des rechten Ventrikels .....	158
Angeborene Erkrankungen .....	123	Hypertrophie des rechten Ventrikels .....	158
Transmitrales Flussgeschwindigkeitsprofil und		Eingeschränkte systolische Funktion	
diastolische Funktion des linken Ventrikels .....	127	des rechten Ventrikels .....	159
Häufige Untersuchungsfehler .....	129	Koronare Herzkrankheit .....	159
<b>6 Aortenklappe</b> .....	130	Pulmonale Hypertonie .....	159
Funktionelle Anatomie .....	130	Lungenembolie (akute pulmonale Hypertonie) ..	159
Echokardiographische Beurteilung der Aortenklappe ..	130	Chronische pulmonale Hypertonie .....	160
Morphologische Beurteilung .....	130	Kardiomyopathien .....	160
Funktionsbeurteilung (Doppler) .....	132	Zusatzstrukturen im rechten Ventrikel .....	161
Bestimmung des linksventrikulären Schlag-		Ventrikelseptumdefekte .....	161
volumens .....	134	Kongenitale Ventrikelseptumdefekte .....	161
Erkrankungen der Aortenklappe .....	134	Erworbene Ventrikelseptumdefekte .....	163
Degenerative Veränderungen der Aortenklappe ..	134	Erkrankungen der Pulmonalklappe .....	163
Aortenstenose .....	134	Pulmonalstenose .....	163
Berechnung des maximalen		Pulmonalinsuffizienz .....	164
und mittleren Gradienten .....	136	Weitere kongenitale Shunt-Erkrankungen .....	165
Bestimmung der Klappenöffnungsfläche .....	137	Offener Ductus Botalli .....	165
Diagnostische Aussagekraft der Echokardio-		Fallot-Tetralogie .....	165
graphie bei der Aortenstenose .....	139	Komplette Transposition der großen Gefäße .....	166
Aorteninsuffizienz .....	139	<b>9 Rechter Vorhof, Vorhofseptum</b>	
Schweregradbeurteilung .....	140	<b>und Trikuspidalklappe</b> .....	167
Probleme der Doppleruntersuchung .....	140	Funktionelle Anatomie .....	167
Diagnostische Aussagekraft der Echokardio-		Rechter Vorhof .....	167
graphie bei der Aorteninsuffizienz .....	142	Vorhofseptum .....	167
Infektiöse Endokarditis der Aortenklappe .....	142	Trikuspidalklappe .....	169
<b>7 Linker Vorhof</b> .....	145	Echokardiographische Morphologie .....	169
Funktionelle Anatomie .....	145	Erkrankungen der Trikuspidalklappe .....	170
Echokardiographische Morphologie .....	147	Trikuspidalstenose .....	170
Linker Vorhof im engeren Sinn .....	147	Trikuspidalinsuffizienz .....	170
Vorhofseptum .....	148	Abschätzung des pulmonalen systolischen	
Lungenvenen und pulmonalvenöses Flussprofil ...	148	Drucks aus der Trikuspidal-Regurgitations-	
Linkes Herzohr .....	148	geschwindigkeit .....	171
Pathologische Befunde .....	150	Trikuspidalendokarditis .....	172
Vergrößerung des linken Vorhofs .....	150	Morbus Ebstein .....	172
Thromben und Spontankontrast .....	150	Shuntverbindungen: offenes Foramen ovale	
Kardioversion .....	151	und Vorhofseptumdefekte .....	173
Persistierende linke obere Hohlvene .....	151	Offenes Foramen ovale .....	173
Tumoren .....	151	Vorhofseptumdefekte .....	174
Cor triatriatum .....	151	Ostium-secundum-Defekt .....	174
<b>8 Rechter Ventrikel, Pulmonalklappe</b>		Ostium-primum-Defekt .....	174
<b>und Pulmonalarterie</b> .....	154	Sinus-venosus-Defekt .....	174
Funktionelle Anatomie .....	154	Vorhofseptumaneurysma .....	176
Rechter Ventrikel .....	154	Pathologische Befunde im rechten Vorhof	
Pulmonalklappe .....	154	und der unteren Hohlvene .....	177
Pulmonalarterie .....	154	Zusatzstrukturen im rechten Vorhof: Thromben,	
Echokardiographische Morphologie .....	154	Tumoren und Fremdkörper .....	177
Rechter Ventrikel .....	154	Fehlender inspiratorischer Kollaps	
Schnittebenen .....	154	der unteren Hohlvene .....	177
Pulmonalklappe und Pulmonalarterie .....	157		

<b>10 Aorta</b> .....	179	<b>11 Perikard</b> .....	189
Funktionelle Anatomie .....	179	Funktionelle Anatomie .....	189
Echokardiographische Morphologie .....	179	Echokardiographische Morphologie .....	189
Aortenwurzel und Aorta ascendens .....	179	Erkrankungen des Perikards .....	189
Aortenbogen und Aorta descendens .....	179	Perikarderguss .....	189
Wichtigste Befunde .....	182	Perikardtamponade .....	191
Erkrankungen der Aorta .....	182	Rolle des Echokardiogramms	
Dilatation und Aneurysma .....	182	bei der Perikardpunktion .....	194
Atherosklerose .....	184	Pericarditis constrictiva .....	194
Aortendissektion .....	184	Andere Erkrankungen .....	195
Marfan-Syndrom .....	186		
Traumen .....	187		
Aortenisthmusstenose .....	187		
Aortitis .....	187		



# Abschlusskurs

<b>12 Echokardiographische Notfalldiagnostik</b> . . . . .	198	Indikationen, Kontraindikationen und Kautelen . . . . .	208
Notfallindikationen . . . . .	198	Technische Grundlagen und Bildgewinnung . . . . .	210
Leitsymptome . . . . .	198	Durchführung der transösophagealen Untersuchung . . . . .	211
Methodische Besonderheiten . . . . .	198	Vorbereitung und Einführen des Geräts . . . . .	211
Echokardiographische Differenzialdiagnose nach Leitsymptomen . . . . .	198	Typischer Ablauf der TEE . . . . .	211
Dringliche Indikationen . . . . .	198	<b>15 Stressechokardiographie</b> . . . . .	214
Kardiale Emboliequellensuche . . . . .	198	Grundlagen . . . . .	214
Andere Notfälle . . . . .	199	Prinzip der Stressechokardiographie . . . . .	214
<b>13 Herzklappenprothesen</b> . . . . .	200	Normale Veränderung der systolischen Funktion des linken Ventrikels unter Belastung . . . . .	214
Schwierigkeiten bei der Echokardiographie von Herzklappenprothesen . . . . .	200	Indikationen, Kontraindikationen und Kautelen . . . . .	215
Prothesentypen . . . . .	200	Durchführung der Belastung . . . . .	216
Untersuchungsgang und wichtige Frage- stellungen . . . . .	202	Bildgewinnung und -interpretation . . . . .	216
Besteht eine Protheseninsuffizienz? . . . . .	202	Hilfsmaßnahmen bei schlechter Bildqualität . . . . .	217
Besteht eine Obstruktion der Prothese? . . . . .	203	Belastungsformen . . . . .	217
Liegen Anzeichen für eine infektiöse Endokarditis vor? . . . . .	204	Ergometrische Belastung . . . . .	217
Liegt eine Prothesenthrombose oder Pannusbildung vor? . . . . .	204	Pharmakologische Belastung . . . . .	217
Besonderheiten der verschiedenen Klappen- positionen . . . . .	205	Vitalitätsdiagnostik . . . . .	218
Mitralprothesen . . . . .	205	Stärken und Schwächen der Stressecho- kardiographie . . . . .	219
Aortenprothesen . . . . .	206	<b>16 Kontrastechokardiographie</b> . . . . .	221
Trikuspidalprothesen . . . . .	206	Technische Grundlagen . . . . .	221
<b>14 Transösophageale Echokardiographie</b> . . . . .	207	Kontrastmittel der Rechts Herz-Kontrastecho- kardiographie . . . . .	221
Grundlagen . . . . .	207	Untersuchungen mit Rechts Herzkontrastmittel . . . . .	222
Prinzip der transösophagealen Untersuchung . . . . .	207	Shuntdiagnostik . . . . .	222
		Shuntformen . . . . .	222

Shunts auf Vorhofebene mit Kontrastmittel- übertritt vom rechten in den linken Vorhof (Vorhofseptumdefekt, offenes Foramen ovale) .	222	Persistierende linksseitige V. cava superior . . . . .	223
Andere Shunts . . . . .	223	Echokontrast bei Perikardpunktion . . . . .	223
		Unerwünschte Wirkungen der Kontrastgabe . . . . .	223
		Untersuchungen mit Linksherzkontrastmittel . . . . .	224