

**ZIELSETZUNG DES LEHRZIELKATALOGES:**

- Der Lehrzielkatalog stellt die Wissensgrundlage für die theoretischen Ausbildungskurse und die Prüfung dar
- Die Inhalte des Lehrzielkataloges sind in 3 Klassen gewertet:

Klasse I: hohe Wichtigkeit für Ausbildungskurse und Prüfung, ist verpflichtender Kursinhalt, muss im Kurs detailliert dargestellt werden.

Klasse II: mittlere Wichtigkeit für Kurs und Prüfung, ist verpflichtender Kursinhalt.

Klasse III: niedrige Wichtigkeit für Kurs und Prüfung, kein verpflichtender Kursinhalt.

INHALTE DES LEHRZIELKATALOGES:Physikalische Grundlagen I (*Klasse II*)

- o Ultraschall als Wellenphänomen (Kompression, Rarefizierung).

Begriffserklärungen: Amplitude, Frequenz, Wellenlänge, Geschwindigkeit, akustische Impedanz.

- o Ausbreitungsgeschwindigkeit und Eindringtiefe: Gewebedichte, „Half Power Distanz“, Beziehung zwischen Wellenlänge und Auflösung. Begriffserklärung und Grundlagen: spatial resolution, axial resolution, lateral resolution
- o Interaktionen Gewebe und Ultraschall: Reflexion (specular reflection, scattering), dispersion, Abschwächung (attenuation), Ablenkung (refraction)

Physikalische Grundlagen II (*Klasse I*)

- o A Mode, B Mode, Motion Mode, Pulsed wave Doppler

Pulse Repetition Frequency (PRF): Begriffserklärung von Pulslänge, Zeitintervall zwischen den US Pulsen. Einflüsse auf die PRF: Eindringtiefe, Frequenz, Puls Länge. Auswirkungen der PRF auf die axiale Auflösung.

- o Frame Rate: Begriffserklärung. Auswirkungen auf die Frame Rate: Feldweite, Feldtiefe, Farbdoppler.

Transducer (*Klasse II*)

- o Piezoelektrischer Effekt, Wechselstrom und piezoelektrischer Effekt, Mechanische Kompression und piezoelektrischer Effekt.
- o Begriffserklärung und Arbeitsprinzip: Emitter – Receiver.
- o Interaktion Kristalldicke und Resonanz
- o Begriffserklärung und Arbeitsprinzip: Einzelelement, phased array transducer.
- o Begriffserklärung und Arbeitsprinzip: near field (Fresnel Zone), far field (Fraunhofer Zone). Einfluss von Schallkopfgröße und Wellenlänge auf das near field.
- o Möglichkeiten der Fokussierung

Bilddarstellung M-Mode und 2-D Bild (*Klasse II*)

Signalverarbeitung:

- o Preprocessing vs. Postprocessing

Gain, Time Gain Compensation, Lateral Gain Compensation, Depth vs. Zoom, Frequency (Dynamic Range, Compression), Focus, Reject, Persistence, Harmonics

Doppler-Prinzip (*Klasse II*)

- o Physikalische Grundlagen (Formeln, Einflussgrößen, Frequenzbereich, Spektralanalyse)
- o M-Mode Doppler, Cw-Doppler, Pw-Doppler, Farbdoppler, Farb M-Mode
- o Begriffserklärung und physikalische Grundlagen: Aliasing, Nyquist Limit, PRF und Doppler Frequenzbereich, Farbdoppler-Gain, sampling volume, Winkelkorrektur, Gewebedoppler, Variance Skala

Artefakte (*Klasse I*)

- o Shadowing
- o Near field clutter

- o Reverberation
- o Side lobes
- o Gain assoziierte Artefakte
- o Ghosting,...

Ultraschallproben – Ausrüstung und Sicherheitsaspekte (*Klasse III, siehe Ausnahmen*)

- o Arten der Ultraschallproben
- o Einsatzbereich, Frequenzbereich
- o Hygienerichtlinien (*Klasse II*)
- o Biologische Effekte (physikalische Grundlagen)
- o Elektrische und mechanische Sicherheitsaspekte
- o Komplikationen (*Klasse I*)
- o Kontraindikationen (*Klasse I*)

Spezielle Technologien (*Klasse III*)

- o automated endocardial border detection
- o harmonic imaging
- o Gewebedoppler (Unterschiede Geschwindigkeit, Amplitude) Klasse II
- o contrast echocardiography
- o 3-D Bilder (Technische Grundlagen, Matrix Array, Real time3D - gated, ..) Klasse II
- o myocardial perfusion imaging
- o epikardiale Echokardiographie
- o Stress Echokardiographie

Anatomie und Einstellungen (*Klasse I*)

- o Schnitte (28 Schnitt-Modell, reduzierter Untersuchungsgang)
- o Herzkammern und Wände (Normalwerte und pathologische Werte)
- o Herzklappen
- o Beziehung zwischen Herzzyklus und EKG
- o Perikard und extrakardiale Strukturen (Anatomie und Pathologie)
- o Lungenvenen, Lungenarterien, Vena Cava und Lebervenen, Koronararterien, Aorta und große Gefäße, Pleura

Artefakte und Fehlbeurteilungen (*Klasse I*)

- o Moderatorband, Musculi pectini, Fettinfiltration im Klappenbereich, Lambd Excrescenzen, Pseudomassen der Aortenklappe, Membranen der Fossa Ovalis, Eustachische Klappe, Chiari Netzwerk, Valvulae der Fossa Ovalis, Sinus transversus, lipomatöse Hypertrophie des Vorhofseptums, **Vorhofseptumaneurysma** etc.

Quantitativer M-Mode und 2-Dimensionale Echokardiographie (*Klasse I*)

- o Globale Ventrikelfunktion: Messungen (wo und wann) und Berechnungen (FS; FAC; EF und andere).
- o Visuelle Quantifizierung

Quantitativer Doppler (*Klasse II, siehe Ausnahmen*)

- o Grundlagen der Geschwindigkeitsmessung
- o Bestimmung des Druckgradienten nach Bernoulli
- o Volumetrische Messungen und Berechnungen (VTI, Kontinuitätsgleichung)
- o Prinzip der Flächenberechnung von Vitien (*Klasse III*)
- o Prinzip von Messungen und Berechnungen der systemischen und pulmonalen Hämodynamik.
- o Normalwerte und pathologische Werte typischer Flüsse:
- o Tricuspidal Klappe und rechtsventrikulärer Inflow

- Pulmonalklappe und rechtsventrikulärer Outflow (*Klasse III*)
- Mitralklappe und linksventrikulärer Inflow
- Aortenklappe und linksventrikulärer Outflow
- Flow Profile Lungenvenen
- Intraventrikuläre Flowprofile (*Klasse III*)
- Doppler Profile und Abschätzung der diastolischen Funktion

Globale systolische Ventrikelfunktion und Hämodynamik (*Klasse II, siehe Ausnahmen*)

- Grundlagen der Geschwindigkeitsmessung
- Berechnungsmöglichkeiten: Dimensionen, Flächen, Volumina, FS, FAS; EF; Simpson, Teichholz. Kontinuitätsgleichung.
- Kontraktilitätsabschätzung: systolic descent of mitral annulus. dp/dt max; systolische Zeitintervalle (*Klasse III*)
- Abnormale globale systolische Linksventrikelfunktion: Ursachen, Beurteilung, Fehlerquellen (*Klasse I*)
- Globale systolische Rechtsventrikelfunktion: FAC, TAPSE
- Abschätzung von Drücken im kleinen Kreislauf (*Klasse I*)
- Abschätzung der Vorlast (*Klasse III*)
- Regurgitationsvolumina, Qp/Qs (*Klasse III*)

Regionale Ventrikelfunktion (*Klasse I*)

- Myokardsegmente
- Versorgungsgebiet der Koronararterien
- Beurteilung der regionalen Myokardfunktion
- Differentialdiagnosen, Fehlerquellen
- Koronare Herzkrankheit und Komplikationen des Myokardinfarkts (*Klasse II*)

Diastolische Ventrikelfunktion (*Klasse II*)

- o Mitralklappeneinstrom
- o Lungenvenenfluss
- o Trikuspidalklappenfluss, Lebervenenfluss
- o Mitralanulus-Bewegung und Gewebedoppler; Flow Propagation Velocity
- o Veränderungen im Alter

Kardiomyopathien (*Klasse III, siehe Ausnahmen*)

- o Hypertrophe Kardiomyopathie: Ursachen, Pathophysiologie, US Befunde, Beurteilung der Ausflusstraktobstruktion (*Klasse II*)
- o Restriktive Kardiomyopathie: Ursachen, Pathophysiologie, US Befunde
- o Dilatative Kardiomyopathie: Ursachen, Pathophysiologie, US Befunde

(*Klasse I*)

- o Arrhythmogene RV Kardiomyopathie

Klappenpathologien (*Klasse I, siehe Ausnahmen*)

- o Normalwerte und klinische Stadien
- o Mitralklappe
- o Mitralinsuffizienz
- o Ischämische bedingte Klappendysfunktion
- o Mitralstenose
- o Systolic anterior motion of mitral valve (SAM)

- o Aortenklappe
- o Aorteninsuffizienz
- o Aortenstenose

Pseudoartenstenose (Low Gradient) Klasse II

- o Trikuspidalklappe
- o Stenose
- o Insuffizienz
- o Pulmonalklappe (*Klasse III*)
- o Stenose
- o Insuffizienz
- o Klappenprothesen (*Klasse II*)
- o Normalwerte und Pathologie
- o 2 D Bild, Doppler und Farbdoppler
- o Klappenrekonstruktion (*Klasse III*)
- o MKR, TKR

Endokarditis (*Klasse I*)

- o Ursachen, Klinik und Diagnose einer Endokarditis
- o Echokardiographische Beurteilung von Komplikationen der Endokarditis
- o Gegenüberstellung TEE und TTE

Intrakardiale Massen und Fremdkörper (*Klasse II, siehe Ausnahmen*)

- o Tumoren, Fremdkörper (PM Elektroden, IABP)
- o Thromben (*Klasse I*)
- o Andere Fremdkörper wie LVAD,.... (*Klasse III*)

Trauma (*Klasse I*)

- o Traumatische Veränderungen an Klappen und kardialen Wänden
- o Aortenverletzungen (inkl. Intramurales Hämatom)

Andere Herzerkrankungen (systemische Erkrankung, toxische

Substanzen, Infektionen) (*Klasse III*)

- o Carcinoid, Drug Induced Cardiomyopathie, Hämochromatose, HIV, Sarcoidose, Amyloidose, SLE, etc.

Aortenerkrankungen (*Klasse I*)

- o Anatomische Grundlagen; Klassifikation; Artefakte
- o Aortendissektion

Aortenaneurysma

Penetrierendes Ulcus

Plaques Katz Klassifizierung

Pulmonale Hypertension (*Klasse II, siehe Ausnahmen*)

- o Ursachen, 2D-Bild und Doppler Untersuchungen
- o Pulmonalembolie (*Klasse I*)
- o Chron. pulm. Hypertension

Pathologie des Perikards (*Klasse I, siehe Ausnahmen*)

- o Perikarderguss, Tamponade
- o Perikarditis konstriktiva: Ursachen, 2D-Bild und Doppler Untersuchungen (*Klasse III*)

Kongenitale Herzerkrankungen (*Klasse III, siehe Ausnahmen*)

- o Identifikation und Situs der morphologisch rechten und linken Herz-Strukturen
- o Offenes Foramen Ovale (*Klasse I*)
- o Vorhofseptum Defekt (*Klasse I*)
- o Persistierende linke obere Hohlvene (*Klasse II*)
- o Ventrikelseptum Defekt (*Klasse II*)

- o AV-Kanal, Cor triatriatum, Ebstein Anomalie, Patent ductus arteriosus, Fallotsche Tetralogie, Pulmonalstenose, Aortenisthmusstenose, Fontan- Zirkulation, Kongenitale Klappenerkrankungen (Subaortenstenose), Transposition der grossen Gefäße
- o Single Ventricle Physiologie

Indikationen für die Echokardiographie (*Klasse I*)

- o Guidelines der ASA
- o Guidelines der ACC/AHA/ASE

Praxisschulungsraster

	E	D
Manuelle Bedienung der TEE-Sonde		
Freiheitsgrade der TEE-Sonde		
Bedienungselemente am US-Gerät:		
○ Ein-/Ausschaltknopf		
○ Schallkopfanhwahl		
○ Presets		
○ Patientendaten		
○ Physio: EKG: Ableitung, Verstärkung, Position, Durchlauf, EKG-Trigger		
○ Frame rate		
○ Power		
○ Overall-Gain		
○ Time-Gain-Controll (TGC)		
○ Lateral-Gain-Controll (LGC)		
○ Compression		
○ Dynamic range		
○ Tiefe		
○ Focus (Ein-, Mehr-, -position)		
○ Sektorweite		
○ Sektor li/re, up/down		
○ Zoom, High resolution-		
○ Modi: 2D, M-Mode, PW-, CW-, Colour flow-Doppler		
- Nulllinie		
- Skala		
- Nyquist-Limit		
- Wandfilter		
- LPRF/HPRF		
- Cursorlinie		
- Sample volume (Größe, Lage)		
- Farbskala		
- Variance		
○ Texteingabe		
○ Messungen		
- Caliper		
- Trace		
- Kardiologisches Messmenü		
○ Archivierung		
- digital		
- Cineloop		
- Anzahl und Anwahl von Zyklen		
- Freeze		
- Image store		
Printer		

	Print		
<input type="radio"/>	Aufrufen des Patientenarchiv		
<input type="radio"/>	Aufrufen des Bildarchiv		
	Reinigung und Desinfektion der TEE-Sonde		
	Einführen der TEE-Sonde		
<input type="radio"/>	blind		
<input type="radio"/>	digitale Führung		
<input type="radio"/>	Laryngoskop-gezielt		
	28 Schnittebenen		
	Standarduntersuchungsgang		
	Basismessungen und -berechnungen:		
<input type="radio"/>	Durchmesser atrial, ventrikulär		
<input type="radio"/>	Flächen: LA, RA, LVEDA, LVESA,		
<input type="radio"/>	Wanddicke LV: septal, anterior, inferior; RV: freie Wand		
<input type="radio"/>	globale LVF: FS, FAC, EF (Simpson monoplan, biplan), dP/dt		
<input type="radio"/>	TV: Trikuspidalfluss: Colour flow		
	TR: $V_{max (TR)}$, max Grad (TR) , PAP syst		
<input type="radio"/>	MV: Mitralfluss: E, A, E/A, Adur, DT, PHT,		
	V_{mean} , P_{mean} ; MVA planimetrisch,		
	MR: max Grad (MR) , Colour flow		
<input type="radio"/>	AV: Aortenfluss: $V_{max (AV)}$, V_{mean} , P_{max} , P_{mean} , VTI, AVA planimetrisch, AVA- Kontinuitätsgleichung,		
	AR: PHT		
	Diameter: LVOT, Annulus, Sinus valsalvae, sinotubulär:		
<input type="radio"/>	PV: Pulmonalfluss: $V_{max (PV)}$, V_{OT} , PR: $V_{max(enddiast)PR}$		
<input type="radio"/>	Aorta asc, Ao-Bogen, Ao desc: Diameter, Höhe von atheromatösen Plaques		
<input type="radio"/>	Diameter Truncus pulmonalis		
<input type="radio"/>	Lebervenenfluss: S, D, A		
<input type="radio"/>	Schlagvolumen: 2D, Doppler (AV, Truncus pulm)		

<input type="radio"/>	HZV: 2D, Doppler		
<input type="radio"/>	Herzfrequenz		
<input type="radio"/>	Regurgitationsvolumen, -fraktion (Klappenitien)		
<input type="radio"/>	PISA (AR, MR, TR, PR)		
<input type="radio"/>	Wall motion score		
<input type="radio"/>	MVO, MVC, AVO, AVC		
	Befundung (online, offline)		
<input type="radio"/>	Größe der Herzhöhlen		
<input type="radio"/>	Globale Ventrikelfunktion rechts, links		
<input type="radio"/>	Regionale Venktrikelfunktion (Wandbewegung)		

<input type="radio"/> Klappenfunktion		
<input type="radio"/> Ausschluss ASD, PFO		
<input type="radio"/> Diastolische Funktion		
<input type="radio"/> gezielte Fragestellungen, Sonstiges		
Grundzüge der Archivierung		
<input type="radio"/> analog: Print, Video		
<input type="radio"/> digital: MOD, CD, DVD		
<input type="radio"/> Netzwerke		

E = erlernt D = selbst, praktisch durchgeführt

Anzahl der supervidierten Echountersuchungen	
<input type="radio"/> TEE	
<input type="radio"/> TTE	
Praktikumsdauer (Wochen):	