

## Perioperative fokussierte Echokardiographie – Modul 1

### Transthorakale Echokardiographie: Grundkurs

M. Göpfert<sup>1</sup> · H. Groesdonk<sup>2</sup> · C.-A. Greim<sup>3</sup>

Die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) hat im Jahr 2011 durch das Angebot zur zertifizierten Fortbildung in der Anästhesie-fokussierten Sonographie (AFS) mit fünf themenbezogenen Modulen die Grundlagen für eine strukturierte Ausbildung in der Sonographie für Anästhesisten, Notfall- und Intensivmediziner geschaffen. Mit dem AFS-Modul 4 wurden seither in diesem Rahmen die wichtigsten Inhalte der fokussierten Kardiosonographie zur Ausbildung angeboten [1].

Die Anforderungen an das zu Beginn dieser Phase etablierte Fortbildungsangebot haben sich seither für die fokussierte transthorakale Echokardiographie (TTE) weiterentwickelt. Im Jahr 2014 wurden zusätzlich internationale Empfehlungen für die Durchführung einer fokussierten kardialen Sonographie veröffentlicht [2]. Weiterhin liegen inzwischen zahlreiche Publikationen vor, welche die klinische Bedeutung der fokussierten Echokardiographie für Therapieentscheidungen in der Anästhesiologie und Intensivmedizin belegen, auch wenn die TTE von Untersuchern ohne viel Erfahrung durchgeführt wird [3,4]. Erste Studienergebnisse zeigen zudem bereits mögliche positive Effekte auf das Outcome der Patienten [5].

Die Inhalte des hier vorgestellten TTE-Grundkurses orientieren sich an den bislang gültigen Empfehlungen, die von der DGAI im Jahr 2011 publiziert wurden, sowie an den internationalen Empfehlungen des World Interactive Network Focused On Critical UltraSound (WIN-

FOCUS) [1,2]. Neben den theoretischen und praktischen Lehrinhalten wurde der Anteil der praktischen Übungen klar definiert und die Kursstruktur auf die Anforderungen an eine zeitgemäße anästhesiologisch und intensivmedizinisch fokussierte Echokardiographie zugeschnitten.

#### Rahmenbedingungen des TTE-Grundkurses

Der Kurs wendet sich vorrangig an Weiterbildungsassistentinnen und -assistenten in der Anästhesiologie und Intensivmedizin ohne Vorkenntnisse in der Echokardiographie. Als PFE-Modul 1 ist der Kurs als Modifikation des AFS-Modul 4 anzusehen; die beiden Module werden künftig inhaltlich synchronisiert, d.h. das AFS-Modul 4 bleibt zusammen mit AFS-Modul 5 auch weiterhin als DEGUM-Grundkurs II sowie als DEGUM-Notfallsonographie/TTE-Kurs zertifizierbar.

Die Instruktoren müssen das AFS-Modul 1 und das AFS-Modul 4 (bzw. das künftige PFE-Modul 1) absolviert haben oder über eine mindestens gleichwertige TTE-Qualifikation verfügen. Zusätzlich müssen sie über hinreichende klinische und echokardiographische Erfahrung verfügen.

Die Kursdauer des TTE-Grundkurses beträgt im Idealfall einen Tag à 9 Stunden inklusive Pausen. Insgesamt sind für Lehre und Praxis ca. 450 min angesetzt. Ein Praxisanteil von mindestens 50% ist verpflichtend. Die Einzelvorträge sollen eine Dauer von max. 30 min inklusive Diskussion nicht überschreiten. Für den Praxisteil muss eine Quote von max. 5 Teilnehmern pro Instruktor und Echokardiographie-Trainingsplatz eingehalten werden.

Das PFE-Modul 1 kann in 4,5-Stunden-Einheiten partitioniert angeboten werden; eine Vermittlung der Theoriekennt-

nisse durch E-Learning im Sinne eines Trainings vor Eintritt in den Kurs (sog. Pre-Learning) ist grundsätzlich möglich. Näheres hierzu findet sich in der aktuell geltenden Verbandsmitteilung der DGAI zur perioperativen fokussierten Echokardiographie [6].

#### Lernziele des TTE-Grundkurses

Die Kursteilnahme soll zu einer fokussierten Echokardiographie befähigen. Die Lernziele des TTE-Grundkurses untergliedern sich in mehrere Themenbereiche (Tab. 1). Nach Abschluss des Grundkurses kann der Teilnehmer

- die grundlegenden Einstellungen eines Sonographiegerätes steuern,
- ist mit B-Bild, M-Mode und grundlegenden Kenntnissen der Dopplersonographie vertraut,
- die kardialen Strukturen und deren Funktion echokardiographisch identifizieren,
- eine problem- und zielorientierte Indikation für die TTE stellen,
- die transthorakalen Schnittebenen nach den WINFOCUS-Empfehlungen einstellen [2],
- Artefakte und Normvariationen identifizieren,
- die globale kardiale Funktion und die Funktion der Herzklappen einschätzen,
- den Füllungszustand des Herzens abschätzen sowie
- einen Perikarderguss erkennen.

#### Kursinhalte des TTE-Grundkurses

##### Theoretische Lehrinhalte

An theoretischen Lehrinhalten werden die Geräteeinstellungen und die Bedienung, die Einstellung der Schnittebenen nach WINFOCUS inklusive der Darstellung der Pleura, die Anatomie und Topographie sowie die funktionelle

1 Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf  
2 Klinik für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg  
3 Klinik für Anästhesiologie, Intensiv- und Notfallmedizin, Klinikum Fulda



**Tabelle 1**

Lernziele des TTE-Grundkurses.

Nr. 1	Thema	Nr. 2	Lernziel: Der Kursteilnehmer / die Kursteilnehmerin...
1	Grundlagen	1	ist mit den Anwendungsgrundlagen der Sonographie vertraut
		2	kennt die Grundzüge von B-Mode, M-Mode und Dopplerverfahren und deren Anwendungsgebiete
		3	kann das Echogerät bedienen und ist sicher in der Bildoptimierung (Einstellung Tiefe, Gain, Fokus etc.)
2	Indikationen u. Einsatz der TTE	1	kann die fokussierte TTE gegen die konventionelle TTE in der Kardiologie abgrenzen
		2	kennt die Indikationen und die klinischen Einsatzbereiche und der fokussierten TTE
3	Kardiale Anatomie und Physiologie	1	ist mit der funktionellen Anatomie sowie der Topographie des Herzens vertraut
		2	ist mit der relevanten Herz-Kreislauf-Physiologie vertraut
4	Sonoanatomische Schnittebenen	1	demonstriert sicher die 5 WINFOCUS Schnittebenen an einem gesunden Probanden
		2	benennt im B-Mode die sichtbaren sonoanatomischen Strukturen
		3	demonstriert die Bildeinstellung und Optimierung am Beispiel einer WINFOCUS Schnittebene
		4	erklärt die Entstehung und Bedeutung von Artefakten (siehe Lehrinhalte)
		5	benennt die Schnittebenen zur Beurteilung eines Perikardergusses/einer Tamponade
		6	demonstriert diese am Probanden
5	Fokussierte Diagnostik	1	benennt sonomorphologische Zeichen eines Perikardergusses/ einer Tamponade
		2	kann die Rechts-/Linksherzfunktion anhand der sonographischen Morphologie abschätzen
		3	kann die kardiale Füllung abschätzen
		4	kann die Mitral-, Aorten- und Trikuspidalklappe grob orientierend beurteilen

Bewertung der dargestellten Strukturen, die Limitationen des fokussierten Untersuchungsganges sowie die Dokumentation und Befundformulierung vermittelt (Tab. 2).

### Praktische Lehrinhalte

Der Praxisanteil des PFE-Moduls 1 setzt sich in ca. 240 Minuten aus drei Schwerpunkten zusammen: Es werden die praktischen Fähigkeiten zur Bedie-

nung der Geräteeinstellungen vermittelt; die Einstellung der fünf WINFOCUS-Schallfenster sowie die Darstellung der Pleura werden an Probanden und/oder Simulatoren praktisch trainiert; begleitend wird der fokussierte Untersuchungsgang im Hinblick auf die kardiale Füllung, globale Funktion, anatomische Integrität und klinisch relevante Klappenpathologien diskutiert (Tab. 3).

**Tabelle 2**

Theoretische Lehrinhalte des TTE-Grundkurses.

Nr. 1	Thema	Nr. 2	Lerninhalte
1	Geräte-einstellung	1	Anwählen B-Mode, M-Mode, Gain, Tiefe, Fokus
		2	Anlegen eines Patienten, Bildspeicherung, Loopspeicherung
2	WINFOCUS Schnittebenen	1	Konzept der Fokussierung auf POC Inhalte, Untersuchungsgang
		2	SLAX: Anlotung, sichtbare Strukturen
		3	SIVC: Anlotung, sichtbare Strukturen
		4	PLAX: Anlotung, sichtbare Strukturen
		5	PSAX: Anlotung, sichtbare Strukturen
		6	Pleuraschall: Erkennen eines Pleuraergusses
		7	A 4 KB: Anlotung, sichtbare Strukturen
3	Fragestellungen	1	Perikarderguss: relevante Schnittebenen, sonoanatomische Zeichen (ausformulieren)
		2	Füllung: rel. Schnittebenen, sonoanatomische Zeichen (ausformulieren), Messmethoden
		3	Bewertung von Rechts-/Linksherzfunktion anhand von strukturellen Gegebenheiten
		4	Kontraktilität: relevante Schnittebenen, Eye-Balling
		5	Aorten- und Mitralklappe: grob orientierende Funktionsbeurteilung
		6	Limitationen einer fokussierten TTE und Erfordernis einer vollständigen Untersuchung
4	Dokumentation	1	Dokumentationspflicht (Verwendung der DGAI-Maske)

### Modellprogramm des TTE-Grundkurses

Exemplarisch für das PFE-Modul 1 ist in Abbildung 1 ein Tages-Programm dargestellt. Die Einzelvorträge sind mit einer Dauer von 30 min angesetzt. Die theoretisch vermittelten Lerninhalte werden im Anschluss durch praktische Übungen vertieft.

Eine Anpassung des Programms an die eigene Tages- und Ablauforganisation ist möglich unter der Voraussetzung, dass die vorgegebenen Lehrinhalte detailliert abgebildet sind und die vorgegebene Struktur zu mindestens 80% umgesetzt wird.

**Tabelle 3**

Praktische Lehrinhalte des TTE-Grundkurses.

Nr. 1	Thema	Nr. 2	Lerninhalte
1	Geräte-einstellung	1	Anwählen B-Mode, M-Mode, Gain, Tiefe, Fokus
		2	Anlegen eines Patienten, Bildspeicherung, Loopspeicherung
2	WINFOCUS-Schnittebenen	1	Untersuchungsgang
		2	S4CH: Anlotung, Benennung sonoanatomischer Strukturen
		3	SIVC: Anlotung, Benennung sonoanatomischer Strukturen
		4	PLAX: Anlotung, Benennung sonoanatomischer Strukturen
		5	PSAX: Anlotung, Benennung sonoanatomischer Strukturen
		6	Pleuraschallfenster: Benennung Strukturen (Milz, Leber, Zwerchfell)
		7	A 4 KB: Anlotung, Benennung sonoanatomischer Strukturen
3	Fragestellungen	1	Anwendung relevanter Schnittebenen
		2	Erkennen Volumenstatus anhand von SIVC, atr. Septum, Flächen

### Sonstige Modalitäten des TTE-Grundkurses

Prinzipiell besteht die Möglichkeit, den TTE-Grundkurs (PFE-Modul 1) organisatorisch mit einem TTE-Aufbaukurs (PFE-Modul 2) zu koppeln. Vor dem Hintergrund der Erfahrungen mit dem AFS-4-Kurs (Kardiosonographie), an dem häufig Anfänger in der Sonographie teilnehmen, sollen die TTE-Grund- und

Aufbaukurse jedoch in einem adäquaten zeitlichen Abstand zueinander angeboten werden. Damit soll dem Teilnehmer Gelegenheit gegeben werden, die im ersten Kurs erworbenen theoretischen und praktischen Inhalte zunächst in der klinischen Praxis zu vertiefen.

Auch die Kombination des TTE-Grundkurses (PFE-Modul 1) mit dem Grundkurs Transösophageale Echokardiographie (PFE-Modul 3) ist möglich. In diesem

Fall müssen die Kurse des Blockangebots einzeln gebucht werden können. Eine Kombination von mehr als zwei Modulen in einem Zeitblock ist grundsätzlich nicht zulässig.

### Literatur

1. Tonner H, Bein B, Breitreutz R et al: DGAI-zertifizierte Seminarreihe Anästhesie Fokussierte Sonographie, Modul 4: Kardiosonographie. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2011;46:766-70
2. Via G, Hussain A, Wells M, et al: International evidence-based recommendations for focused cardiac ultrasound. J Am Soc Echocardiogr 2014;27:683-716
3. Heiberg J, El-Ansari D, Candy DJ, et al: Focused echocardiography: a systematic review of diagnostic and clinical decision-making in anaesthesia and critical care. Anaesthesia 2016;71:1091-100
4. Andruszkiewicz P, Sobczyk D, Gorkiewicz-Kot I, et al: Reliability of focused cardiac ultrasound by novice sonographer in preoperative anaesthetic assessment: an observational study. Cardiovascular Ultrasound 2015;13:45-53
5. Kanji HD, MacCallum J, Sirounis D, et al: Limited echocardiography-guided therapy in subacute shock is associated

**Abbildung 1**

Modell-Programm des TTE-Grundkurses.

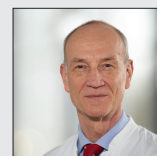
TTE-Grundkurs/Modell-Programm			
Theorie	210 min (47%)		
Praxis	240 min (53%)		
Uhrzeit	Theorie (min)	Praxis (min)	Thema
09:00 - 09:30	30		Technische, anatomische und funktionelle Grundlagen
09:30 - 10:00	30		5 Standardschnitte WINFOCUS
10:00 - 12:00		120	Praktische Übungen (Probanden, ggf. Patienten/Simulatoren)
12:00 - 13:00			Pause
13:00 - 13:30	30		Abschätzung LV-/RV-Pumpfunktion, Füllung, Wandbewegung
13:30 - 14:00	30		Perikarderguss, Tamponade, Thromben, Pleuraerguss
14:00 - 14:30	30		Reanimation, hämodynamische Instabilität
14:30 - 15:00	30		Einschätzung Klappenfunktion, Vitien (grobe Orientierung)
15:00 - 15:30			Pause
15:30 - 17:30		120	Dokumentation und praktische Übungen (Probanden, ggf. Patienten/Simulatoren)
17:30 - 18:00	30		Erfolgskontrolle (Quiz, Test o.ä.)
<b>Dauer</b>	<b>210</b>	<b>240</b>	

with change in management and improved outcomes. J Crit Care 2014;29:700-5

6. Perioperative fokussierte Echokardiographie in der Anästhesiologie und Intensivmedizin – Neues Fortbildungskonzept und Modifikation des TEE-Zertifikats. Aus den wissenschaftlichen Arbeitskreisen Ultraschall in der Anästhesiologie und Intensivmedizin sowie Kardioanästhesie der DGAI. Anästh Intensivmed 2017;11:617-621.

### Korrespondenz- adresse

**Prof. Dr. med.  
Clemens-A. Greim**



Klinik für Anästhesiologie,  
Intensiv- und Notfallmedizin,  
Klinikum Fulda  
Pacelliallee 4  
36043 Fulda, Deutschland  
Tel.: 0661 84 6041  
E-Mail: greim@klinikum-fulda.de

## Perioperative fokussierte Echokardiographie – Modul 2

### Transthorakale Echokardiographie: Aufbaukurs

S. Treskatsch<sup>1</sup> · C.-A. Greim<sup>2</sup> · S. Weber<sup>3</sup>

Die heutige Bedeutung der fokussierten Echokardiographie in allen Bereichen der Anästhesiologie und Intensivmedizin hat die Anforderungen an den Untersucher erheblich gesteigert. Neben der intraoperativen und intensivmedizinischen Anwendung der transösophagealen Echokardiographie ist

die Echokardiographie zunehmend als transthorakale Untersuchung in der Akut- und Notfallmedizin sowie im intensivmedizinischen Setting gefragt. Ihr zielorientierter Ansatz, die schnelle Durchführbarkeit und die technische Sicherheit der Untersuchung sowie die potentiell hohe Relevanz der Befunde zeichnen die fokussierte transthorakale Echokardiographie (TTE) in diesen Bereichen besonders aus. Auch zur präoperativen Risikostratifizierung kann die TTE in der Prämedikationsambulanz oder unmittelbar vor Notfalloperationen von Anästhesistinnen und Anästhesisten herangezogen werden, um kurzfristig

bei fraglich kardial oder kritisch kranken Patienten weiter zu differenzieren und gegebenenfalls eine zielgerichtete präoperative Optimierung auf den Weg zu bringen.

Das PFE-Modul 2 (TTE-Aufbaukurs) ergänzt das bislang für die anästhesiologisch fokussierte TTE bestehende AFS-Fortbildungsangebot der DGAI [1]. Das Modul schließt an das AFS-Modul 4 bzw. das PFE-Modul 1 (TTE-Grundkurs) an und erweitert die dort erlernten Kenntnisse und Fertigkeiten um die eigenständige Erhebung und Beurteilung von pathologischen Befunden.

1 Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Campus Charité Mitte

2 Klinik für Anästhesiologie, Intensiv- und Notfallmedizin, Klinikum Fulda

3 Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin, Heilig Geist-Krankenhaus, Köln-Longerich



### Rahmenbedingungen des TTE-Aufbaukurses

Das PFE-Modul 2 richtet sich primär an Ärztinnen und Ärzte, die sich in der Weiterbildung in der Anästhesiologie und Intensivmedizin befinden und die bereits über grundlegende Erfahrungen in der TTE verfügen. Die vorherige Teilnahme an einem TTE-Grundkurs oder an einem Kurs mit vergleichbarem Ausbildungsinhalt wird vorausgesetzt. Eine verpflichtende bisherige Qualifikation oder Ausbildungsstufe zu definieren, über die die Kursteilnehmer verfügen sollten, obliegt dem Veranstalter des Kurses.

Am Ende des Kurses sollen die Teilnehmer eine erweiterte fokussierte transthorakale Echokardiographie durchführen können.

Die Dozenten und Instruktoren des Kurses müssen eine echokardiographische Mindestqualifikation vorweisen können. Dazu zählen die Teilnahme an einem AFS-Modulkurs 4 sowie der Nachweis umfangreicher echokardiographischer Expertise, alternativ eine Zertifizierung der DEGUM-Stufe I der Sektion Anästhesiologie, die Teilnahme an renommierten akademisch-universitär ausgerichteten Kursen (z.B. [www.usabcd.org](http://www.usabcd.org)) oder eine gleichwertige Qualifikation (z.B. nationaler oder internationaler kardiologischer Fachgesellschaften). Die erlangten Qualifikationen, Zertifikate und Testate müssen mit einer nachprüfaren Untersuchungserfahrung bei Patienten mit pathologischen Herzbefunden verknüpft sein. Im Hinblick auf technische Fähigkeiten in der Echokardiographie, didaktische Kompetenzen und Kenntnisse der kardialen Pathologie ist eine hohe Qualität der Instruktoren mehr gefordert als etwa der Nachweis einer individuell erbrachten hohen Untersuchungszahl. Wünschenswert ist auch der vorherige Besuch eines didaktischen Kurses im Sinne eines „Train-the-Trainer“-Kurses oder die Erbringung vergleichbarer didaktischer Qualifikationen.

Die Kursdauer des TTE-Aufbaukurses beträgt im Idealfall einen Tag à 9 Stun-

den inklusive Pausen. Insgesamt sind für Lehre und Praxis ca. 450 min angesetzt. Ein Praxisanteil von mindestens 50% ist verpflichtend. Die Einzelvorträge sollen eine Dauer von max. 30 min inklusive Diskussion nicht überschreiten. Für den Praxisanteil muss eine Quote von max. 5 Teilnehmern pro Instruktor und Echokardiografie-Trainingsplatz eingehalten werden.

Das PFE-Modul 2 kann in 4,5-Stunden-Einheiten partitioniert angeboten werden; eine Vermittlung der Theoriekenntnisse durch E-Learning im Sinne eines Trainings vor Eintritt in den Kurs (sog. Pre-Learning) ist grundsätzlich möglich. Näheres hierzu findet sich in der aktuell geltenden Verbandsmitteilung der DGAI zur perioperativen fokussierten Echokardiographie [2].

### Lernziele des TTE-Aufbaukurses

Die Lernziele des TTE-Aufbaukurses untergliedern sich in folgende Themenbereiche (Tab. 1):

- Grundlagen des Dopplerverfahrens
- Kenntnis der erweiterten transthorakalen Schnittebenen
- Beurteilung der Ventrikel- und Klappenfunktion
- Erfassung pathologischer Befunde.

Während die Grundzüge der verschiedenen sonographischen Verfahren im PFE-Modul 1 abgehandelt werden, vermittelt das PFE-Modul 2 weitergehende Kenntnisse insbesondere in den Farb-, CW-, PW- und Gewebedopplertechniken sowie in der Optimierung von Skalierung und Winkelfehlern am Ultraschallgerät. Darüber hinaus sollen die Kursteilnehmer die über die im PFE-1-Modul erlernten Standardschnitte hinausgehenden Schnittebenen, u.a. den apikalen 5-Kammer-Blick, kennen- und einstellen lernen.

Mit diesen technischen Fertigkeiten sollen die rechts- und linkskardialen Ventriklfunktionen im Sinne einer hämodynamisch orientierenden TTE sowohl visuell als auch quantitativ bestimmt und systolische sowie diastolische Funktionsstörungen erkannt und quantifiziert werden können [3,4]. Ebenso sollen

die Klappenfunktionen visuell als auch semiquantitativ eingeschätzt werden können. Zusammenfassend erlernen die Teilnehmenden, wichtige anästhesiologisch und akutmedizinisch relevante pathologische Befunde zu erheben und zu bewerten (Tab. 1).

### Kursinhalte des TTE-Aufbaukurses

#### Theoretische Lehrinhalte

Im PFE-Modul 2 spielen die Kenntnisse der physikalischen Grundlagen der Sonographie (u.a. Frequenzen der Ultraschallwellen und Entstehung potenzieller Artefakte) sowie der Dopplermessverfahren eine wichtige Rolle. Die theoretischen Hintergründe zur Bewertung der ventrikulären Funktion und des Schlagvolumens werden vermittelt. Ebenso sollen die über das Eyeballing hinausgehenden Verfahren zur quantitativen Bestimmung der globalen systolischen links- und rechtsventrikulären Funktion sowie des linksventrikulären Schlagvolumens erlernt werden. Die Kursteilnehmenden können anschließend u.a. die linksventrikuläre Ejektionsfraktion mittels biplaner Methode nach Simpson selbstständig herleiten und ebenso die TAPSE (Tricuspid Anular Systolic Excursion) als Parameter für die rechtsventrikuläre Funktion selbstständig messen (Tab. 2).

Akutmedizinisch relevante diastolische und systolische Funktionsstörungen sollen erkannt und quantifiziert werden können. Das gilt insbesondere für die Surrogatparameter eines erhöhten linksventrikulären Füllungsdruckes. Zudem wird eine systematische Dokumentation der Untersuchung dargelegt.

#### Praktische Lehrinhalte

Die praktischen Lehrinhalte sind in Tabelle 3 wiedergegeben. Die praktischen Übungen fokussieren insbesondere auf die korrekte Darstellung von geeigneten Standardschnittebenen (apikaler 2-Kammer-, 3-Kammer- und 5-Kammerblick sowie die parasternale Kurzachse), das Einüben von Messverfahren und das Bewerten pathologischer Befunde. Da-

**Tabelle 1**

Lernziele des TTE-Aufbaukurses.

Nr. 1	Thema	Nr. 2	Lernziel: Der Kursteilnehmer/die Kursteilnehmerin...
1	Grundlagen Dopplerverfahren	1	kennt die theoretischen Grundlagen der Dopplermessverfahren (Farbdoppler, Nyquist, CW-, PW, Gewebedoppler)
		2	kann die Dopplerverfahren am Gerät einstellen, Skalierung und Winkelfehler einstellen
		3	kennt die grundlegende Anwendungen der Dopplerverfahren für die Bewertung von Klappenvitien, Flussmessungen
2	Schnittebenen	1	kennt die TTE-Standardschnittebenen und die erweiterten Schnitte zur hämodynamischen Bewertung
		2	kann die Standarddschnitte und die erweiterten Schnittebenen einstellen
		3	kann die Qualität der Schnittebenen bewerten und optimieren (Atemmanöver, Lagerung, Schallkopfführung)
3	Ventrikel- und Klappenfunktion	1	kennt die Schnittebenen zur Bewertung der Ventrikelfunktion
		2	kennt die Schnittebenen zur Bewertung der Klappenfunktion
		3	kennt die theoretischen Grundlagen zur Bewertung linksventrikulären systol Ventrikelfunktion, des SV
		4	kennt die theoretischen Grundlagen zur semiquantitativen Bewertung der Klappenfunktion (Mitral-, Aortenklappe)
		5	kennt die theoretischen Grundlagen zum Erkennen einer diastolischen Funktionsstörung (E/A, e', E/e')
		6	kennt die theoretischen Grundlagen zur Bewertung des RVESP
		7	kennt die theoretischen Grundlagen zur Bewertung der rechtsventrikulären Funktion (TAPSE)
		8	kann die linksventrikuläre Funktion am Gerät erheben und am Probanden eine Messungen (Simpson, SV) durchführen
		9	kann am Probanden die Techniken zur semiquantitativen Bewertung der Klappenfunktion durchführen
		10	kann am Probanden die Messverfahren zum Erkennen einer diastolischen Funktionsstörung anwenden
		11	kann am Probanden die Messung einer TAPSE und des RVESP durchführen
4	Pathologische Befunde	1	kann an Schleifen oder Patienten pathologische Befunde der linksventrikuläre Funktion und des SV bewerten/erheben
		2	kann an Schleifen oder Patienten pathologische Befunde der Klappenfunktion bewerten und erheben
		3	kann an Schleifen oder Patienten pathologische Befunde einer diastolischen Funktionsstörung erheben und bewerten
		4	kann an Schleifen oder Patienten pathologische Befunde der rechtsventrikulären Funktion erheben und bewerten

**Tabelle 2**

Theoretische Lehrinhalte des TTE-Aufbaukurses.

Nr. 1	Thema	Nr. 2	Lehrinhalte
1	Doppler-Messverfahren	1	Kennt die theoretischen Hintergründe der Dopplerverfahren (Farbdoppler, CW-, PW, Gewebedoppler)
		2	Kann die entsprechenden Verfahren zu gezielten Fragestellungen fokussiert einsetzen
		3	Kann anhand von Dopplermessungen eine semiquantitative Bewertung von Pathologien durchführen
2	Bewertung der Ventrikelfunktion	1	Kennt die theoretischen Hintergründe zur Bewertung der ventrikulären Funktion (Simpson, TAPSE, MAPSE)
		2	Kennt die Methoden zur Bestimmung des Schlagvolumens
		3	Kann die Funktion der linken und rechten Ventrikels abschätzen
		4	Kennt die grundlegenden Parameter zur Bewertung einer diastolischen Funktionsstörung (E, A, e', LA-Volumen)
		5	Kann anhand der morphologischen Struktur den Füllungszustand des Herzens einschätzen (IVC, Flächen)
3	Schnittebenen	1	Kennt die klassischen 5 und alternativen Schnittebenen zur Evaluierung von Pathologien in der 2. Ebene
		2	Kann die Qualität von Schnittebenen für die Durchführung Kalkulationen bewerten und optimieren
4	Pathologien	1	Kennt die häufigsten Klappenpathologien (Aorten, Mitral, Trikuspidalklappe)
		2	Kann anhand von strukturellen Veränderungen und Flussprofilen die Relevanz von Pathologien bewerten
		3	Kann anhand von sonoanatomischen Strukturen den Füllungszustand des Herzens bewerten (Septum)
5	Dokumentationspflicht	1	Dokumentationspflicht (Verwendung der DGAI-Maske)

bei werden die Geräteeinstellungen zur Anwendung von Messverfahren geübt und anhand dieser klinische Fragestellungen sowie die Standardparameter SV (Schlagvolumen), EF (Ejektionsfraktion), MAPSE (Mitral Anular Systolic Excursion), TAPSE und das E/A- sowie E/E''-Verhältnis abgeleitet.

Zentraler Inhalt des Aufbaukurses ist neben der Beurteilung von Klappenvitien und deren Relevanz auch die Verbesserung der eigenen Schall- und Beurteilungsqualität, insbesondere auch unter Zuhilfenahme geeigneter weiterer Schallebenen zur Beurteilung und weiteren Evaluation der detektierten Pathologie.

Die Teilnehmenden sollen nach dem Kurs in der Lage sein, die aufgeführten praktischen Fähigkeiten im klinischen Alltag sicher anzuwenden und gegebenenfalls notwendige therapeutische Konsequenzen erkennen können.

Tabelle 3

Praktische Lehrinhalte des TTE-Aufbaukurses

Nr. 1	Thema	Nr. 2	Lehrinhalte
1	Geräte-einstellung	1	Einstellen von geeigneten Schnitten zur Bewertung bestehender Pathologien
		2	Einstellen und Anwenden der Dopplerverfahren inkl. Winkelkorrektur
		3	Kalkulation des SV und der EF (Simpson)
		4	Bestimmen der TAPSE/MAPSE (anatom M-Mode?) und Messung des RVESP
		5	Bestimmen von E/A, e', E/e'
2	Schnittebenen	1	Einstellen der Schnittebenen zur Bewertung von Pathologien (A 2CH/3CH/5CH, SSAX, Ebenen in PSAX)
		2	Einstellen qualitativ ausreichender Schnittebenen für die semiquantitative Bewertung von Klappenvitien
		3	Einstellen der 2. Ebene zur Bewertung vermuteter Pathologien (v.a. Aortenklappe, Mitralklappe)
		4	Erheben von Messwerten und Dopplerparametern zur Semiquantifiz. von Vitien, SV, EF, RVESP, Füllung
3	Fragestellungen	1	Bewerten von Schnitten und Erkennen der Relevanz von Klappenvitien
		2	Kenntnis über Pitfalls bei der Bewertung von Pathologien
		3	Kenntnisse zum Erkennen/Ausschluss einer diastolischen Funktionsstörung, Grenzen des Verfahrens



### Modellprogramm des TTE-Aufbaukurses

Exemplarisch für das PFE-Modul 2 ist in Abbildung 1 ein Programm dargestellt. Die Einzelvorträge sind mit einer Dauer von 30 min angesetzt. Die theoretisch vermittelten Lerninhalte werden im Anschluss durch praktische Übungen vertieft. Die Diagnostik pathologischer Befunde soll an Patienten oder im TTE-Simulator erfolgen. Eine Lernzielkontrolle am Ende des Kurses dient den Teilnehmern dazu, ihren eigenen Lernstand zu erheben.

Eine Anpassung des Programms an die eigene Tages- und Ablauforganisation ist möglich unter der Voraussetzung, dass die vorgegebenen Lehrinhalte detailliert

abgebildet sind und die vorgegebene Struktur zu etwa 80% umgesetzt ist.

### Sonstige Modalitäten des TTE-Aufbaukurses

Prinzipiell besteht die Möglichkeit, den TTE-Aufbaukurs (PFE-Modul 2) organisatorisch mit einem TTE-Grundkurs (PFE-Modul 1) zu koppeln. Vor dem Hintergrund der Erfahrungen mit dem AFS-Modul-4-Kurs (Kardiosonographie), an dem häufig Anfänger in der Sonographie teilnehmen, sollen die TTE-Grund- und Aufbaukurse jedoch in einem adäquaten zeitlichen Abstand zueinander angeboten werden, um die im ersten Kurs erworbenen theoretischen und praktischen Inhalte zunächst in der klinischen Praxis zu vertiefen.

Auch die Kombination des TTE-Aufbaukurses (PFE-Modul 2) mit einem Grundkurs Transösophageale Echokardiographie (PFE-Modul 3) ist möglich. In diesem Fall müssen die Kurse des Blockangebots einzeln gebucht werden können. Eine Kombination von mehr als zwei Modulen in einem Zeitblock ist grundsätzlich nicht zulässig.

### Literatur

1. Tonner PH, Bein B, Breitzkreutz R, Broschiet J, Erb J, Dütschke P et al: DGAI-zertifizierte Seminarreihe Anästhesie Fokussierte Sonographie – Modul 4: Kardiosonographie. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2011;46:766-70
2. Perioperative fokussierte Echokardiographie in der Anästhesiologie und Intensivmedizin – Neues Fortbildungskonzept und Modifikation des TEE-Zertifikats. Aus den wissenschaftlichen Arbeitskreisen Ultraschall in der Anästhesiologie und Intensivmedizin sowie Kardioanästhesie der DGAI. Anästhesiol Intensivmed 2017;11:617-621
3. Treskatsch S, Habicher M, Sander M: Echokardiografie als Monitoring auf der Intensivstation? Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 2014;49:708-16
4. Jensen MB, Sloth E, Larsen KM, Schmidt MB: Transthoracic echocardiography for cardiopulmonary monitoring in intensive care. Eur J Anaesthesiol 2004;21:700-7.

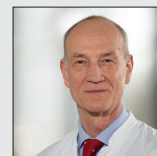
**Abbildung 1**

Modell-Programm des TTE-Aufbaukurses.

TTE Aufbaukurs/Modell-Programm			
Theorie	210 min (47%)		
Praxis	240 min (53%)		
Uhrzeit	Theorie (min)	Praxis (min)	Thema
09:00 - 09:30	30		Grundlagen Doppler-Verfahren (PW/CW-Doppler, Color, Gewebe-Doppler)
09:30 - 10:00	30		Standardschnitte (Wiederholung), erweiterte Einstellungen
10:00 - 12:30		150	Praktische Übungen (Probanden, Simulatoren, ggf. Patienten)
12:30 - 13:30			Pause
13:30 - 14:00	30		Überblick zu LVEF, MAPSE, TAPSE, Anwendung Doppler-Verfahren, RVESF
14:00 - 14:30	30		Grundlagen der diastolischen Dysfunktion und klinische Bedeutung
14:30 - 16:00		90	Praktische Übungen (Patienten: amb., stat., ITS etc.)
16:00 - 16:30	30		Pause
16:30 - 17:00	30		Quantifizierung der Klappenfunktion (Doppler, Vena contracta, Flüsse, PHT)
17:00 - 17:30	30		Dokumentation und Fallvorstellung: pathologische Befunde
17:30 - 18:00	30		Erfolgskontrolle (Quiz, Test o.ä.)
<b>Dauer</b>	<b>210</b>	<b>240</b>	

### Korrespondenz-adresse

**Prof. Dr. med.  
Clemens-A. Greim**



Klinik für Anästhesiologie,  
Intensiv- und Notfallmedizin,  
Klinikum Fulda  
Pacelliallee 4  
36043 Fulda, Deutschland  
Tel.: 0661 84 6041  
E-Mail: greim@klinikum-fulda.de

## Perioperative fokussierte Echokardiographie – Modul 3

## Transösophageale Echokardiographie: Grundkurs

B. Wolf<sup>1</sup> · P. Zahn<sup>1</sup> · M. Müller<sup>2</sup> · C.-A. Greim<sup>3</sup>

Die transösophageale Echokardiographie (TEE) hat in den vergangenen zwanzig Jahren zunehmend Bedeutung in allen Bereichen der Anästhesiologie und Intensivmedizin erlangt. Die Anforderungen an das seit 1999 bestehende strukturierte Fortbildungsangebot der DGAI für die perioperative TEE haben sich seitdem grundlegend verändert [1]. So wurden zahlreiche technologische Innovationen, wie die Real-Time 3D-Echokardiographie, eingeführt, die im Rahmen des bisherigen konventionellen 40-Stunden-TEE-Kurses der DGAI nicht mehr ausreichend vermittelt werden können.

Aus den genannten Gründen ist es notwendig geworden, das bestehende TEE-Kurssystem in der Anästhesiologie und Intensivmedizin an die aktuellen Bedürfnisse anzupassen. Im Modulsystem Perioperative fokussierte Echokardiographie (PFE) der DGAI sind der TEE-Grundkurs und der TEE-Aufbaukurs künftig als PFE-Module 3 und 4 verankert.

Die Inhalte des hier vorgestellten TEE-Grundkurses orientieren sich an den bislang gültigen Empfehlungen, die von der DGAI im Jahr 2001 publiziert wurden [2]. Herausgelöst aus dem bisherigen 40-Stunden-Kurs wurden die Inhalte zur transthorakalen Echokardiographie (TTE). Zudem wurde der Entwicklung von TEE-Simulatoren Rechnung getragen, deren Einsatz bei TEE-Kursen auch aus mediko-legalen Gründen heutzutage geboten scheint.

## Rahmenbedingungen des TEE-Grundkurses

Der Kurs adressiert Weiterbildungsassistentinnen und -assistenten ab dem 3. Weiterbildungsjahr sowie Fachärzte. Bei den Teilnehmenden werden Basiskenntnisse zur funktionellen Anatomie des Herzens und der herznahen Gefäße vorausgesetzt.

Die vorhergehende Teilnahme an einem TTE-Grundkurs (PFE-Modul 1) bzw. am AFS-Modul 4 Kardiosonographie wird dringend empfohlen. Der TEE-Grundkurs kann als Veranstaltung mit dem PFE-Modul 1 kombiniert werden; das Angebot muss jedoch modular getrennt unterbreitet werden.

Das Kursziel beinhaltet den unter Supervision sicheren Umgang mit der fokussierten TEE im OP, auf der Intensivstation und in der Notfalldiagnostik. Im Fokus steht das perioperative Monitoring von Hochrisikopatienten. Bei Operationen in der Neurochirurgie und bei Operationen mit hohem Volumenumsatz sowie bei großen chirurgischen Eingriffen (wie z.B. Lebertransplantationen) ist die TEE als perioperatives Monitoring nachgewiesenermaßen sinnvoll [3]. Außerhalb des Operationssaals steht die Diagnostik von Patienten mit ungeklärter persistierender, vital bedrohlicher Kreislaufinstabilität (z.B. auf der Intensivstation oder in der Notfalldiagnostik) im Vordergrund.

Für die Qualifikation der Instruktoren wird entweder das TEE-Zertifikat der DGAI, eine vergleichbare Qualifikation oder eine anderweitig ausgewiesene kardioanästhesiologische Expertise vorausgesetzt. Der für die Qualität des Kurses verantwortliche Leiter der Veranstaltung muss über das TEE-Zertifikat der DGAI verfügen.

Die Kursdauer des TEE-Grundkurses beträgt im Idealfall 2 Tage à 9 Stunden inklusive Pausen. Insgesamt sind für Lehre und Praxis 900 min angesetzt. Dabei ist ein Praxisanteil von mindestens 50% verpflichtend. Die Einzelvorträge sollen eine Dauer von max. 30 min inklusive Diskussion nicht überschreiten. Für den Praxisteil muss eine Quote von max. 4 Teilnehmern pro Instruktor eingehalten werden. Die Einbeziehung eines Simulator-TEE-Trainings ist für den TEE-Grundkurs ab 2018/19 vorgeschrieben.

Das PFE-Modul 3 kann in 4,5-Stunden-Einheiten partitioniert angeboten werden; eine Vermittlung der Theoriekenntnisse durch E-Learning im Sinne eines Trainings vor Eintritt in den Kurs (sog. Pre-Learning) ist grundsätzlich möglich. Näheres hierzu findet sich in der aktuell geltenden Verbandsmitteilung der DGAI zur perioperativen fokussierten Echokardiographie [4].

## Lernziele des TEE-Grundkurses

Die Lernziele des TEE-Grundkurses untergliedern sich in mehrere Themenbereiche (Tab. 1). Nach Abschluss des Grundkurses ist der Teilnehmer in der Lage,

- die kardialen Strukturen und deren Funktion echokardiographisch zu identifizieren,
- eine problem- und zielorientierte Indikation für die TEE zu stellen,
- die 11 B-Mode-Standardschnitte der TEE nach Reeves einzustellen [2] sowie
- eine fokussierte TEE durchzuführen und zu bewerten.

Eine problemorientierte Untersuchung beinhaltet in der Regel die Beurteilung des kardialen Pumpverhaltens, die Erhebung des Volumenstatus, eine Ba-

1 Klinik für Anästhesiologie, Intensiv-, Palliativ- und Schmerzmedizin, Berufsgenossenschaftliches Universitätsklinikum Bergmannsheil, Bochum

2 Klinik für Anästhesiologie, operative Intensivmedizin und Schmerztherapie, Universitätsklinikum Gießen

3 Klinik für Anästhesiologie, Intensiv- und Notfallmedizin, Klinikum Fulda

**Tabelle 1**

Lernziele des TEE-Grundkurses.

Nr. 1	Thema	Nr. 2	Lernziel: Der Kursteilnehmer/die Kursteilnehmerin...
1	Grundlagen	1	ist mit den Anwendungsgrundlagen der Ultraschallsysteme vertraut
		2	kennt die Grundzüge von B-Mode, M-Mode und Dopplerverfahren und deren Anwendungsgebiete
2	Indikationen und Einsatz der TEE	1	kennt die Abgrenzung der TEE zur transthorakalen Echokardiographie
		2	kennt die klinischen Einsatzbereiche, in denen die TEE zur Anwendung kommt
		3	kennt die kardiochirurgischen und nicht-kardiochirurgischen Szenarien für den Einsatz der TEE
		4	kennt die physiologischen Grundlagen der persistierenden vital bedrohlichen Kreislaufinstabilität
		5	kennt die Indikationen sowie die relativen und absoluten Kontraindikationen für die TEE
		6	kennt die Risiken und Komplikationen der TEE
3	Kardiale Anatomie und Physiologie	1	ist mit der funktionellen Anatomie des Herzens und der großen herznahen Gefäße vertraut
		2	ist mit der Herz-Kreislauf-Physiologie vertraut
4	Sonoanatomische Schnittebenen	1	ist mit den transthorakalen und mit den transösophagealen Schnittebenen vertraut
		2	kann die TEE Sonde einführen, kennt die Handhabung und die Freiheitsgrade
		3	hat gelernt, die 11 B-Mode-Standardschnittebenen nach Reeves einzustellen
5	Fokussierte Untersuchung	1	kann das Echogerät bedienen und ist sicher in der Bildoptimierung (Einstellung Tiefe, Gain, Fokus etc.)
		2	kann globale und regionale LV-Funktion orientierend beurteilen (Wandbewegung, FAC, Füllung etc.)
		3	kann globale und regionale RV-Funktion orientierend beurteilen (Wandbewegung, TAPSE, Füllung etc.)
		4	kennt die direkten und indirekten echokardiographischen Zeichen der akuten Lungenembolie
		5	kann die hämodynamische Relevanz der Lungenembolie beurteilen
		6	kann die Herzklappen orientierend beurteilen (Insuffizienzen und Stenosen ohne Schweregrade)
		7	kann Perikarderguß/Tamponade/Tumoren als Abweichung von der Norm erkennen
		8	kann Embolien/Thromben/Fremdkörper als Abweichung von der Norm erkennen
		9	kann eine Basisuntersuchung der Aorta vornehmen
		10	kennt die Verfahren zum Ausschluss eines ASD und PFO

sisbeurteilung der Herzklappen und den Ausschluss eines Perikardergusses oder einer Tamponade.

Für die klinische Praxis bedeutet dies, dass die Ärztin/der Arzt nach Abschluss des Grundkurses die TEE als Monitorverfahren und fokussiertes Diagnostikum in der Überwachung und Behandlung von kritischen, instabilen und hochrisikogefährdeten Patienten heranziehen und die Befunde für die weitere klinische Behandlung nutzen kann.

### Kursinhalte des TEE-Grundkurses

#### Theoretische Lehrinhalte

Mit den Grundlagen der Echokardiographie werden zu Beginn des Kurses die technischen Möglichkeiten der TEE-Sonde (u.a. Freiheitsgrade, omniplane

Winkleinstellung) und die Einstellungsoptionen am Sonographie-System angesprochen. Die Vorträge sollen den korrekten Umgang mit der TEE-Sonde und die sichere Anwendung am Patienten sowie die für die Kardiosonographie relevanten Ultraschallmodalitäten vermitteln (Tab. 2). Des Weiteren beinhalten die theoretischen Anteile des Grundkurses die gezielte Auswahl der transösophagealen Untersuchung bei kritisch kranken oder instabilen Patienten und damit die Abgrenzung zur transthorakalen Echokardiographie. Maßgeblich für die Anwendung der TEE sind damit Kenntnisse bezüglich der allgemeinen und speziellen Indikationen, der Risiken und der Komplikationen.

Echokardiographische Grundlage des TEE-Grundkurses sind 11 international anerkannte Standardschnitte [5]. An-

hand von Normalbefunden und Pathologien sollen dem Teilnehmer die Anatomie und die Physiologie sowie die Benennung der Strukturen des Herzens und der herznahen Gefäße vermittelt werden. In der Folge werden die visuelle Beurteilung von Normalbefund versus Pathologie geschult und die relevanten Ultraschall- und Messverfahren des Grundkurses dargestellt. Das Ziel der Theorievermittlung liegt in der Deutung grob von der Norm abweichender Befunde und der Zuordnung der Ultraschall- und Messverfahren zur Quantifizierung dieser Befunde.

#### Praktische Lehrinhalte

Der Praxisanteil des Grundkurses setzt sich zusammen aus vorgeschalteten supervidierten Übungen an einem geeigneten TEE-Simulator (ab 2018/19 ver-

**Tabelle 2**

Theoretische Lehrinhalte des TEE-Grundkurses.

Nr. 1	Thema	Nr. 2	Lehrinhalte
1	Grundlagen der Echokardiographie	1	B-Mode, M-Mode, Doppler, Gain, Tiefe, Fokus, Bildspeicherung, Loopspeicherung
		2	Sondentypen, Sektor-Scanning, phased-array
2	Kardiale Anatomie	1	Vorhof- und Kammergeometrie
		2	Herzklappen
		3	Koronarperfusion
3	Kardiale Physiologie	1	Systolische und diastolische Funktion
		2	Klappenfunktion
4	Transthorakale Echokardiographie	1	Indikationen in der Anästhesiologie und Intensivmedizin
		2	Diagnostische Limitation (Thromben, PFO etc.)
		3	Standardeinstellungen
5	TEE: Klinische Einsatzbereiche	1	Kardiochirurgische ACVB- und Klappen-Operationen
		2	Große nicht-kardiochirurgische Eingriffe (LTX, Hochrisikopatienten, NCH)
		3	Kreislaufkranke Patienten ASA IV
6	TEE: Indikationen	1	Abklärung instabiler Kreislagsituationen, Monitoring
		2	Endokarditis, Thromben, Aortendissektion
		3	Monitoring
		4	Luftemboliedetektion
7	TEE: Risiken, Komplikationen	1	Mechanische Schäden (Lippen, Zähne, Perforationen etc.)
		2	Thermische Schäden (Ulcerationen, Nekrosen etc.)
8	TEE: Standard-schnittebenen	1-3	ME Four Chamber, ME Two Chamber, ME LAX
		4 u. 5	ME Asc Aortic LAX, ME Asc Aortic SAX
		6 u. 7	ME AV SAX, ME RV Inflow-Outflow
		8	ME Bicaval
		9	TG MID SAX
		10	Desc Aortic SAX, hier auch pleurale Flüssigkeitsansammlung
		11	Desc Aortic LAX
9	TEE: Funktions- und Ausschlussdiagnostik	1	Globale und regionale Wandbewegungsanalyse inkl. 17-Segment-Modell
		2	LV Funktion
		3	RV Funktion
		4	Lungenembolie
		5-7	Trikuspidal-, Mitralklappe, Aortenklappe
		8	PE/Tamponade
		9	Aorta
		10	Massen/Tumoren/Fremdkörper

pflichtend) sowie aus Untersuchungsgängen bei Patienten. Die Patienten müssen über die Durchführung der TEE aufgeklärt sein. In den Übungen setzen die Teilnehmer die in der Theorie vermittelten Inhalte des Grundkurses unter

Anleitung eines Instructors um. Um einen optimalen Lernerfolg zu erzielen, beinhaltet der Grundkurs mindestens 50% Praxisanteil sowie ein Auszubildungsverhältnis von max. 4 Teilnehmern pro Instruktor.

Die Einstellungen am Gerät, die Sondenhandhabung und Sondenführung sowie die Einstellung der 11 Standardschnitte sind essentieller Übungsbestandteil für jeden Kursteilnehmenden. Unter Supervision werden alle relevanten Ultraschall- und Messverfahren sowie die selbständige Erhebung von Normalbefunden und gängigen pathologische Veränderungen eingeübt. Nach Absolvierung der praktischen Lehrinhalte sind dem Teilnehmenden die technischen Möglichkeiten des Echokardiographie-Systems, die Durchführung eines Untersuchungsganges auf der Basis der Standardschnitte sowie die Anwendung der in Tabelle 3 dargelegten Messmethoden inkl. der Quantifizierung der erhobenen Befunde geläufig.

### Modellprogramm des TEE-Grundkurses

Exemplarisch für den PFE-Modulkurs 3 ist in Abbildung 1a/b ein 2-Tages-Programm dargestellt. Die Einzelvorträge sind mit einer Dauer von 30 min angesetzt. Die theoretisch vermittelten Lerninhalte werden im Anschluss durch praktische Übungen vertieft.

Eine Anpassung des Programms an die eigene Tages- und Ablauforganisation ist möglich unter der Voraussetzung, dass die vorgegebenen Lehrinhalte detailliert abgebildet sind und die vorgegebene Struktur zu mindestens 80% umgesetzt ist.

### Sonstige Modalitäten des TEE-Grundkurses

Prinzipiell besteht die Möglichkeit, den TEE-Grundkurs (PFE-Modul 3) als Block gemeinsam mit einem TEE-Aufbaukurs (PFE-Modul 4) anzubieten. Wegen des umfangreichen Stoffes wird eine zeitliche Trennung des Angebots jedoch dringend empfohlen.

Auch die Kombination mit einem Grundkurs (PFE-Modul 1) oder Aufbaukurs Transthorakale Echokardiographie (PFE-Modul 2) ist unter Einhaltung dieser Vorgaben möglich. In jedem Fall müssen



Tabelle 3

Praktische Lehrinhalte des TEE-Grundkurses.

Nr. 1	Thema	Nr. 2	Lehrinhalte
1	Geräte- und Sondenbedienung	1	Durchführung einer orientierenden transthorakalen Echokardiographie
		2	Geräteeinstellung und Bedienung der TEE-Sonde
		3	Einführung der TEE-Sonde mit und ohne Hilfsmittel (Laryngoskop)
2	Einstellung der Schnittebenen	1	Einstellung der 11 Standardschnittebenen am Simulator
		2	Einstellung der 11 Standardschnittebenen am Patienten
3	Messungen im B-Mode	1	Anwendung der leading-edge Methode zur Messung der FAC
		2	Anwendung der eye-balling Methode zur Schätzung der FAC
4	Doppler der Mitralklappe	1	Anwendung des PW-Doppler an der Mitralklappe (Meßlumenplatzierung, Spektraldopplerkurve etc.)
		2	Anwendung des Farbdoppler an der Mitralklappe
		3	Demonstration des Aliasing im Spektraldoppler und im Farbdoppler an der Mitralklappe
5	Messungen im M-Mode	1	Demonstration des M-Mode im LV-SAX für die systolische Innendurchmesserverkürzung
		2	Demonstration des M-Mode für die Beurteilung/Messung der TAPSE
6	Ischämiemodell	1	Demonstration des 17-Segment-Modells
7	Funktionsdiagnostik	1	RV-Funktion: ME 4 KB, ME RV Inflow-Outflow, TG MID SAX, TAPSE, Füllung, Wandbewegung, Eye-Balling
		2	LV-Funktion: ME 4 KB, ME 2 KB, ME LAX, TG MID SAX, Füllung, Wandbewegung, FAC, Eye-Balling
		3	Trikuspidalklappe: ME 4 KB, ME RV Inflow-Outflow, visuelle Beurteilung, Farbdoppler, PAP-Messung
		4	Mitralklappe: ME 4 KB, ME 2 KB, ME LAX, visuelle Beurteilung der Segel, Farbdoppler, Messung VC
		5	Aortenklappe: ME LAX, ME AV SAX, visuelle Beurteilung der Klappe, Farbdoppler, Messung VC
8	Ausschlussdiagnostik	1	PE /Tamponade: ME 4 KB, ME 2 KB, ME LAX, TG MID SAX, Füllung, Wandbewegung, Lokalisation
		2	Aorta: ME LAX, ME Asc Aortic SAX, Desc Aortic SAX u. LAX, Struktur, Dissektionsmembran, Sklerosierung, IAPB-Lage
		3	Lungenembolie: ME 4 KB, ME RV Inflow-Outflow, ME Asc Aortic SAX, RV-Funktion, TI, Nachweis Thrombus
		4	Massen/Tumore/Fremdkörper: ME Bicaval, ME 4 KB, ME 2 KB, ME LAX, ME RV Inflow-Outflow, Relevanz

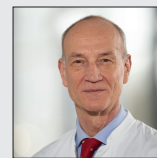
die Kurse eines Blockangebots einzeln gebucht werden können. Eine Kombination von mehr als zwei Modulen in einem Zeitblock ist grundsätzlich nicht zulässig.

### Literatur

- Loick HM, Greim CA, Roewer N, Van Aken H: Richtlinien zur Weiterbildung in der transösophagealen Echokardiographie für Anästhesisten. *Anästh Intensivmed* 1999;40:67-71
- Greim CA, Rolf N, Goetz A et al: Transösophageale Echokardiographie in der Anästhesiologie und Intensivmedizin. Überarbeitete Empfehlungen für die Zertifizierung der berufsbegleitenden Fortbildung. *Anästh Intensivmed* 2001;42:908-911
- Greim CA, Schmidt C, Schirmer U, Van Aken H, Roewer: Aktuelle Empfehlungen zum perioperativen Einsatz der transösophagealen Echokardiographie in der Anästhesiologie. *Anästh Intensivmed* 2011;52:73-76
- Perioperative fokussierte Echokardiographie in der Anästhesiologie und Intensivmedizin – Neues Fortbildungskonzept und Modifikation des TEE-Zertifikats. Aus den wissenschaftlichen Arbeitskreisen Ultraschall in der Anästhesiologie und Intensivmedizin sowie Kardioanästhesie der DGAI. *Anästh Intensivmed* 2017;11:617-621
- Reeves S, Finlay AC, Skubas N et al: Basic perioperative transesophageal examination: a consensus statement of the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *J Am Soc Echocardiogr* 2013;26:443-56.

### Korrespondenz- adresse

**Prof. Dr. med.  
Clemens-A. Greim**



Klinik für Anästhesiologie,  
Intensiv- und Notfallmedizin,  
Klinikum Fulda  
Pacelliallee 4  
36043 Fulda, Deutschland  
Tel.: 0661 84 6041

E-Mail: greim@klinikum-fulda.de

**Abbildung 1a**

Modell-Programm Tag 1 des TEE-Grundkurses.

TEE Grundkurs/Modell-Programm 2 Tage			
<b>Tag 1</b>			
Theorie	210 min (47%)		
Praxis	240 min (53%)		
Uhrzeit	Theorie (min)	Praxis (min)	Thema
09:00 - 09:30	30		Echokardiographie (Verfahren/Geräte/Sonden)
09:30 - 10:00	30		Einsatzgebiete, Indikationen, Kontraindikationen, Risiken
10:00 - 10:30	30		Standardschnitte nach Reeves/Sonoanatomie/Kontext zu wichtigsten Fragestellungen
10:30 - 12:00		90	Praktische Übungen: Geräteeinstellungen, Sondeneinführung, Patient/Simulator
12:00 - 13:00			Pause
13:00 - 13:30	30		LV- u. RV-Funktion: Relevante Standardschnitte/Messmethoden, ASD, PFO I
13:30 - 14:00	30		LV- u. RV-Funktion: Relevante Standardschnitte/Messmethoden, ASD, PFO II
14:00 - 15:00	30	30	Geräteübungen: Messmethoden inkl. FAC, TAPSE, Wandbewegung, Füllung
15:00 - 15:30			Pause
15:30 - 17:30		120	Praktische Übungen: Untersuchungsgang mit 11 Standardschnitten nach Reeves
17:30 - 18:00	30		Erfolgskontrolle (Quiz, Test o.ä.)
<b>Dauer</b>	<b>210</b>	<b>240</b>	

**Abbildung 1b**

Modell-Programm Tag 2 des TEE-Grundkurses.

TEE Grundkurs/Modell-Programm 2 Tage			
<b>Tag 2</b>			
Theorie	270 min (60%)		
Praxis	180 min (40%)		
Uhrzeit	Theorie (min)	Praxis (min)	Thema
09:00 - 09:30	30		Doppler-Sonographie
09:30 - 10:00	30		Mitralklappe
10:00 - 10:30	30		Trikuspidalklappe
10:30 - 11:00	30		Aortenklappe
11:00 - 12:00		60	Praktische Übungen: Klappendarstellung
12:00 - 13:00			Pause
13:00 - 13:30	30		Perikarderguss, Tamponade
13:30 - 14:00	30		Lungenembolie, Aorta
14:00 - 14:30	30		Massen, Tumore und Fremdkörper
14:30 - 15:00	30		Demonstrationen (Videoclips)
15:00 - 15:30			Pause
15:30 - 17:30		120	Praktische Übungen: Orientierung an bestimmten Fragestellungen
17:30 - 18:00	30		Erfolgskontrolle (Quiz, Test o.ä.)
<b>Dauer</b>	<b>270</b>	<b>180</b>	





## Perioperative fokussierte Echokardiographie – Modul 4

### Transösophageale Echokardiographie: Aufbaukurs

S. Zenz<sup>1</sup> · H. Rauch<sup>2</sup> · C.-A. Greim<sup>3</sup>

Die heutigen technischen Möglichkeiten der Echokardiographie, u.a. das Real-Time 3D-Verfahren, sowie die daraus erwachsenden diagnostischen Optionen haben die Anforderungen an den Untersucher insbesondere im kardioanästhesiologischen Bereich in den vergangenen Jahren beträchtlich erweitert. Sie erfordern eine Neuorientierung des bestehenden Fortbildungsangebots, aber auch der bisherigen Zertifizierungsrichtlinien [1].

Der hier vorgestellte TEE-Aufbaukurs verfolgt als PFE-Modul 4 des neuen modularen Kurssystems Perioperative fokussierte Echokardiographie (PFE) der DGAI das Ziel einer weiteren Differenzierung der anästhesiologischen Ausbildung und Qualifikation in den echokardiographischen Techniken. Er setzt die Basiskenntnisse aus dem TEE-Grundkurs zur funktionellen Anatomie des Herzens und der herznahen Gefäße sowie praktische Fertigkeiten zur Einstellung von 11 Standardschnitten voraus.

Für das PFE-Modul 4 wird der Einsatz eines TEE-Simulators nicht zwingend gefordert, aber dringend empfohlen. Die Simulation in der Medizin hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen und ist in vielen medizinischen Bereichen als Ausbildungs- und Schulungsinstrument anerkannt und akzeptiert. Auch für den fortgeschrittenen Untersucher bedeutet die Übung am TEE-Simulator einen weiteren Erkenntnisgewinn in der Synthese von dreidimensionaler Anatomie und

Physiologie mit deren sonographischer Aufschlüsselung [2]. Darüber hinaus bieten die meisten Simulatoren auch die Möglichkeit, Pathologien zu simulieren, die in dieser Vollständigkeit nicht immer und jederzeit beim Patienten gezeigt werden können.

#### Rahmenbedingungen des TEE-Aufbaukurses

Der TEE-Aufbaukurs wendet sich an interessierte Ärztinnen und Ärzte aus den Bereichen der Anästhesiologie, Intensivmedizin, Kardiochirurgie und Kardiologie, besonders an Oberärzte und Fachärzte mit kardioanästhesiologischem Schwerpunkt. Die Teilnehmer müssen vorab einen TTE-Grundkurs (PFE-Modul 1) sowie einen TEE-Grundkurs (PFE-Modul 3) absolviert haben, in denen die Grundlagen der Echokardiographie und speziell der TEE vermittelt wurden.

Der TEE-Aufbaukurs vermittelt erweiterte Kenntnisse in der transösophagealen Echokardiographie für kardioanästhesiologische und intensivmedizinische Diagnostik und Monitoring. So sollen die Kursteilnehmer zum Beispiel in der Lage sein, bei herzchirurgischen Patienten bestehende Klappenvitien zu quantifizieren, die systolische und die diastolische LV- und RV-Funktion zu beurteilen, intrakavitäre Raumforderungen in Abgrenzung zu einer Endokarditis und Artefakten zu beurteilen oder postoperativ auf der Intensivstation eine Perikardtamponade sicher zu diagnostizieren.

Die Instruktoren des Kurses sollten ein TEE-Zertifikat oder eine vergleichbare Qualifikation sowie eine kardioanästhesiologische Expertise vorweisen. Der für die Qualität des Kurses verantwortliche Leiter der Veranstaltung muss über das TEE-Zertifikat der DGAI verfügen.

Die Kursdauer des TEE-Aufbaukurses beträgt im Idealfall 2 Tage à 9 Stunden inklusive Pausen. Insgesamt sind für Lehre und Praxis 900 min angesetzt. Dabei ist ein Praxisanteil von mindestens 50% verpflichtend. Die Einzelvorträge sollen eine Dauer von max. 30 min inklusive Diskussion nicht überschreiten. Für den Praxisanteil muss eine Quote von max. vier Teilnehmern pro Instruktor eingehalten werden.

Das PFE-Modul 4 kann in 4,5-Stunden-Einheiten partitioniert angeboten werden; eine Vermittlung der Theoriekenntnisse durch E-Learning im Sinne eines Trainings vor Eintritt in den Kurs (sog. Pre-Learning) ist grundsätzlich möglich. Näheres hierzu findet sich in der aktuell geltenden Verbandsmitteilung der DGAI zur perioperativen fokussierten Echokardiographie [3].

#### Lernziele des TEE-Aufbaukurses

Die Lernziele des PFE-Moduls 4 untergliedern sich in mehrere Themenbereiche (Tab. 1). Nach Abschluss des Aufbaukurses ist der Teilnehmer in der Lage,

- die 20 B-Mode-Standschnitte der TEE nach Shanewise einzustellen [4],
- spezielle Indikationen für die TEE bei kardiochirurgischen und nicht-kardiochirurgischen Patienten zu stellen,
- eine ausführliche Diagnostik der Herzklappen zu erklären und die praktischen Schritte erläutern zu können,
- die kardialen Strukturen und deren Funktion bei diesen Patienten differenziert zu beurteilen und zu quantifizieren, die Aorta insbesondere bei Dissektion zu beurteilen sowie
- die wichtigsten kongenitalen Vitien echokardiographisch nachzuvollziehen.

<sup>1</sup> Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Medizinische Hochschule Hannover

<sup>2</sup> Klinik für Anästhesiologie, Universitätsklinikum Heidelberg

<sup>3</sup> Klinik für Anästhesiologie, Intensiv- und Notfallmedizin, Klinikum Fulda

**Tabelle 1**

Lernziele des TEE-Aufbaukurses.

Nr. 1	Thema	Nr. 2	Lernziel: Der Kursteilnehmer / die Kursteilnehmerin...
1	Grundlagen	1	kann die TEE bei kardiochirurgischen Eingriffen sinnvoll und indikationsgerecht einsetzen
		2	kann die TEE bei nicht-kardiochirurgischen Eingriffen sinnvoll und indikationsgerecht einsetzen
		3	demonstriert sicher die 20 Standardschnittebenen nach Shanewise
		4	kennt die Grundlagen der 3D-Echokardiographie
		5	kennt die obligate Dokumentationspflicht und deren Umfang
2	LV- und RV-Funktion	1	kann die systolische LV-Funktion differenziert beurteilen und quantifizieren
		2	kann die diastolische LV-Funktion differenziert beurteilen und quantifizieren
		3	kann die systolische RV-Funktion differenziert beurteilen und quantifizieren
3	Herzklappen	1	kann die Normalfunktion der Klappen sowie Vitien differenziert beurteilen
		2	kann Klappenvitien quantifizieren (Interventionsnotwendigkeit → TEE-Spezialkurs)
		3	kennt die Kriterien (inkl. Duke-Kriterien) für die Diagnose einer Endokarditis und kann sie anwenden
4	Aorta	1	kann die verschiedenen Aortenerkrankungen unterscheiden (aortale Plaques, Aortenaneurysma etc.)
		2	kennt die verschiedenen Formen einer Aortendissektion, kann das falsche vom wahren Lumen unterscheiden
		3	kann die Ausdehnung einer Dissektion in den Koronar- und Aortenklappenbereich erkennen
5	Perikarderguss bzw. Tamponade	1	kann das Volumen eines Perikardergusses abschätzen
		2	kennt die Zeichen der Perikardtamponade
		3	kennt die echokardiographischen Zeichen einer Pericarditis constrictiva
6	Intrakavitäre Raumforderungen	1	kann zwischen unterschiedlichen intrakardialen Raumforderungen inkl. Endokarditis differenzieren
		2	kann vermeintliche intrakardiale Raumforderungen gegen Artefakte abgrenzen
7	Kongenitale Pathologie	1	kennt die wichtigsten im Erwachsenenalter vorkommenden kongenitalen Vitien
		2	kennt die wichtigsten im Erwachsenenalter vorkommenden kongenitalen Kardiomyopathien
		3	kennt Methoden zum Beweis oder Ausschluss intrakardialer Shunts und kann diese anwenden
8	Erweiterte Hämodynamik	1	kann hämodynamische Berechnungen bzw. Abschätzungen intrakardialer Drücke durchführen

Die Kursteilnahme ermöglicht dem Untersucher, anschließend Klappenvitien zu quantifizieren, sowohl die systolische als auch die diastolische Funktion des rechten und des linken Ventrikels differenziert zu beurteilen, gängige Pathologien der Aorta und der herznahen Gefäße zu beurteilen, intrakavitäre Raumforderungen in Abgrenzung zu Artefakten und einer Endokarditis zu

beschreiben sowie verschiedene Formen der Kardiomyopathien zu erkennen.

Für die klinische Praxis bedeutet dies, dass der Teilnehmende nach Abschluss des Aufbaukurses die TEE als perioperatives Diagnostikum bei kardiochirurgischen Patienten sowie ubiquitär als Instrument des erweiterten hämodynamischen Monitorings differenziert einsetzen kann.

## Kursinhalte des TEE-Aufbaukurses

### Theoretische Lehrinhalte

Das Programm des Kurses umfasst die theoretischen Grundlagen zum speziellen Einsatz der TEE sowie die gängigen klinischen Schwerpunkte bei kardiochirurgischen Patienten und kardiovaskulären Hochrisikopatienten (Tab. 2). Inhaltlich stehen die Klappendiagnostik unter Verwendung der Doppler-Verfahren, weitere quantifizierende Methoden sowie spezielle Krankheitsbilder wie die Aortendissektion im Vordergrund. Die 3D-Echokardiographie und ihre Anwendungsgebiete werden vorgestellt; für die weitere Einarbeitung in diese Materie ist das PFE-Modul 5 (TEE-Spezialkurs) vorgesehen [3].

### Praktische Lerninhalte

Im Praxisteil des Aufbaukurses steht die quantifizierende Diagnostik der Herzklappen im Mittelpunkt. Dafür werden Untersuchungsmethoden unterrichtet, in denen die Schnittebeneinstellung mit der Anwendung von dopplerechokardiographischen und anderen Messverfahren kombiniert werden. Darüber hinaus werden die sonographisch erhobenen Befunde in praktischen Beispielen mit den konventionell erhobenen hämodynamischen Parametern zusammengeführt und gemeinsam bewertet (Tab. 3).

## Modellprogramm des TEE-Aufbaukurses

Im Folgenden ist das Modellprogramm eines zweitägigen Aufbaukurses zur Vertiefung der Kenntnisse in der TEE aufgeführt (Abb. 1). Grundsätzlich sind Anpassungen des Programms an die eigene Tages- und Ablauforganisation möglich, unter der Voraussetzung, dass die vorgegebenen Lehrinhalte detailliert abgebildet sind und die vorgegebene Struktur zu mindestens 80% umgesetzt ist.

## Sonstige Modalitäten des TEE-Aufbaukurses

Die TEE-Grund- und Aufbau-Kurse bzw. PFE-Module 3 und 4 können gekoppelt

Tabelle 2

Theoretische Lehrinhalte des TEE-Aufbaukurses.

Nr. 1	Thema	Nr. 2	Lerninhalte
1	Grundlagen	1	Indikationen in der Kardioanästhesie
		2	Anästhesiologische und kardiologische Fragestellungen an die TEE
		3	Sonographisches Verfahrensspektrum der erweiterten TEE-Untersuchung
		4	20 Standardschnittebenen nach Shanewise, Standarduntersuchungsgang
		5	Grundlagen der Real-Time 3D-Echokardiographie inkl. Anwendungen
2	Myokardiale Funktion	1	Systolische LV-Funktion: Simpson, F/L-Methode, FAC, Teichholz, MAPSE, ggf. Tei-Index
		2	Systolische RV-Funktion: FAC, TAPSE, Lei-Index
		3	Diastolische LV-Funktion: Gewebedoppler, flow propagation, Mitraleinstromprofil, Pulmonalvenendoppler
3	Aortenklappe	1	Ätiologie und Formen der verschiedenen Aortenklappenerkrankungen
		2	Stenose: Ätiologie, Quantifizierung, Graduierung, CW-Doppler, KÖF (Kontinuitäts Gleichung), supportive signs, SV LVOT, Druckgradienten
		3	Insuffizienz: Ätiologie, Quantifizierung, Graduierung, PHT, Jet-Breite, VC, PW-Doppler Aortenbogen/ Ao. descendens, supportive signs
4	Mitralklappe	1	Ätiologie und Formen der verschiedenen Mitralklappenerkrankungen
		2	Funktionelle Analyse der Mitralklappenbewegung nach Carpentier
		3	Stenose: Ätiologie, Quantifizierung, Graduierung, CW-Doppler, Planimetrie, PHT
		4	Insuffizienz: Ätiologie, Quantifizierung, Graduierung, VC, jet area, PISA, EROA, billowing, supportive signs, PV-Fluss, Prolaps, flail, pulmonale Hypertonie
5	Trikuspidalklappe	1	Ätiologie und Quantifizierung von Trikuspidalklappenvitien
		2	Stenose: Ätiologie, Graduierung, CW-Doppler, supportive signs
		3	Insuffizienz: Ätiologie, jet area, VC, CW-Doppler, Lebervenenfluss, supportive signs
6	Pulmonalklappe	1	Ätiologie und Quantifizierung von Pulmonalklappenvitien
		2	Stenose: Ätiologie, CW-Doppler, Druckgradient
		3	Insuffizienz: Ätiologie, jet area, CW-Doppler, supportive signs
7	Aorta und herznahe Gefäße	1	Beurteilung einer Typ A-Dissektion mit Beschreibung der Dissektionsmembran
		2	Mögliche Ausbreitung der Dissektion in die Koronarien und die Aortenklappe
		3	Differenzierung falsches und wahres Lumen
		4	Beurteilung einer Typ-B-Dissektion mit Beschreibung der Dissektionsmembran
		5	Ausmessung von Aneurysmen und Beschreibung der Lage und Ausdehnung
		6	Darstellung der 4 Pulmonalvenen und Beurteilung des Pulmonalvenenflussprofils
		7	Darstellung des Koronarsinus, VCI, VCS und Koronarien
8	Intrakavitäre Raumforderungen	1	Tumore (Myxom, Fibroadenom), Thrombus, Cavazapfen bei Nierenzell-Ca, Vegetationen, Fremdkörper
		2	Typische Artefakte, die mit einer intrakardialen Raumforderung verwechselt werden können
9	Perikard	1	Perikarderguss, Volumenabschätzung / Tamponade
		2	Nachweis der hämodynamischen Relevanz
		3	Pericarditis constrictiva: Pathophysiologie und echokardiographische Zeichen
10	Endokarditis	1	Klinisches Erscheinungsbild, Komplikationen, TEE-Befunde als Teil der Duke-Kriterien
11	Kongenitale Vitien	1	Sonoanatomie der Vitien, Nachweis intrakardialer Shunts, Evaluation der hämodynamischen Relevanz
12	Kardiomyopathien	1	Dilatative, ischämische, hypertrophe und infiltrative Formen

in einem Zeitblock angeboten werden. Sie sollten wegen des umfangreichen Stoffes und zur zwischenzeitlichen Vertiefung des Erlernten jedoch besser in einem angemessenen zeitlichen Abstand von mehreren Tagen durchgeführt

werden. Die Kurse müssen in jedem Fall einzeln zu buchen sein.

Weitere Kombinationen des PFE-Moduls 4 mit anderen PFE-Modulen sind grundsätzlich möglich unter der Maßgabe, dass nicht mehr als zwei Kurse in einem

Zeitblock angeboten werden, dass die Kurse einzeln zu buchen sind und dass die Vorgabe einer sinnvollen Fortbildung in der perioperativen Echokardiographie umgesetzt werden kann.

**Tabelle 3**

Praktische Lehrinhalte des TEE-Aufbaukurses.

Nr. 1	Thema	Nr. 2	Lerninhalte
1	Grundlagen	1	Einstellung der 20 Schnittebenen nach Shanewise
		2	Anwendung der Doppler-Verfahren inkl. Gewebedoppler
		3	Quantifizierende Messungen mit B-, M- und Doppler-Verfahren
		4	Anwendung von Kontinuitätsgleichung, Bernoulli-Gleichung, VT-Integral, PISA, PHT
2	Myokardiale Funktion	1	Quantifizierende Messungen der systolischen LV-Funktion
		2	Quantifizierende Messungen der diastolischen LV-Funktion
		3	Quantifizierende Messungen der systolischen RV-Funktion
3	Aortenklappe	1	Quantifizierende Messungen der Stenoseparameter (KÖF, SV LVOT, Druckgradienten)
		2	Quantifizierende Messungen der Insuffizienzparameter (PHT, Jet-Breite, VC, PW-Doppler Aortenbogen/Ao. descendens, supportive signs)
4	Mitralklappe	1	Quantifizierende Messungen der Stenoseparameter (s. Lehrinhalte Theorie)
		2	Quantifizierende Messungen der Insuffizienzparameter (s. Lehrinhalte Theorie)
5	Trikuspidalklappe	1	Quantifizierende Messungen der Stenoseparameter (s. Lehrinhalte Theorie)
		2	Quantifizierende Messungen der Insuffizienzparameter (s. Lehrinhalte Theorie)
6	Pulmonalklappe	1	Quantifizierende Messungen der Stenoseparameter (s. Lehrinhalte Theorie)
		2	Quantifizierende Messungen der Insuffizienzparameter (s. Lehrinhalte Theorie)
7	Aorta und herznahe Gefäße	1	Nachweis von aortalen Plaques, Dissektionsmembran (FL/TL, entry/re-entry)
		2	Koronarostien, Koronarien
		3	Pulmonalveneneinmündungen in LA, Doppler-Flussprofile
		4	Koronarvenensinus
		5	VCI- und VCS-Einmündungen in RA
		6	Truncus pulmonalis, Doppler-Flussprofil
8	Intrakavitäre Raumforderungen	1	ggf. Demonstration und Differenzierungsmethoden sowie Abgrenzung gegen Artefakte
9	Endokarditis		ggf. Demonstration der Vegetationen an Klappen u/o Halteapparat
10	Perikarderguss/Tamponade/Perikarditis		ggf. Demonstration/Volumenschätzung

## Literatur

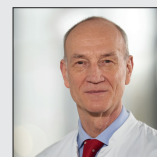
1. TEE-Zertifizierung nach den Richtlinien der DGAI – Aktueller Stand und zukünftige Regelung. Verbandsmitteilung der DGAI. Anästh Intensivmed 2008;49:97-104
2. Damp J, et al: Effects of transesophageal echocardiography simulator training on learning and performance in cardiovascular medicine fellows. J Am Soc Echocardiogr 2013;26:1450-56
3. Perioperative fokussierte Echokardiographie in der Anästhesiologie und Intensivmedizin – Neues Fortbildungskonzept und Modifikation des TEE-

Zertifikats. Aus den wissenschaftlichen Arbeitskreisen Ultraschall in der Anästhesiologie und Intensivmedizin sowie Kardioanästhesie der DGAI. Anästh Intensivmed 2017;11:617-621

4. Shanewise JS, Cheung AT, Aronson S, et al: ASE/SCA guidelines for performing a comprehensive intraoperative multi-plane transesophageal echocardiography examination: recommendations of the American Society of Echocardiography Council for intraoperative echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Task Force for certification in perioperative transesophageal echocardiography. Anesth Analg 1999;89:870-84.

## Korrespondenz-adresse

**Prof. Dr. med.  
Clemens-A. Greim**



Klinik für Anästhesiologie,  
Intensiv- und Notfallmedizin,  
Klinikum Fulda  
Pacelliallee 4  
36043 Fulda, Deutschland

Tel.: 0661 84 6041

E-Mail: greim@klinikum-fulda.de

Abbildung 1a

Modell-Programm Tag 1 des TEE-Aufbaukurses.

TEE Aufbaukurs/Modell-Programm 2 Tage			
<b>Tag 1</b>			
Theorie	240 min (47%)		
Praxis	270 min (53%)		
Uhrzeit	Theorie (min)	Praxis (min)	Thema
08:00 - 08:30	30		Standardschnittebenen nach Shanewise (Patient, Simulator)
08:30 - 09:00	30		LV- und RV-Funktion: Quantifizierungsmethoden I
09:00 - 09:30	30		LV- und RV-Funktion: Quantifizierungsmethoden II
09:30 - 12:00		150	Praktische Übungen: Standardschnittebenen nach Shanewise, LV- und RV-Funktion
12:00 - 13:00			Pause
13:00 - 13:30	30		Quantifizierungsmethoden von Klappenerkrankungen
13:30 - 14:00	30		Erkrankungen der Mitralklappe
14:00 - 14:30	30		Erkrankungen der Aortenklappe
14:30 - 15:00	30		Erkrankungen der Pulmonal- und Trikuspidalklappe
15:00 - 15:30			Pause
15:30 - 17:30		120	Praktische Übungen: Klappenerkrankungen
17:30 - 18:00	30		Erfolgskontrolle (Quiz, Test o.ä.)
<b>Dauer</b>	<b>240</b>	<b>270</b>	

Abbildung 1b

Modell-Programm Tag 2 des TEE-Aufbaukurses.

TEE Aufbaukurs/Modell-Programm 2 Tage			
<b>Tag 2</b>			
Theorie	300 min (59%)		
Praxis	210 min (41%)		
Uhrzeit	Theorie (min)	Praxis (min)	Thema
08:00 - 10:00		120	Praktische Übungen: Standardschnitte, Ventrikel-funktion und Klappenvitien (Patient)
10:00 - 10:30	30		Diastolische Ventrikelfunktion
10:30 - 11:00	30		LV- und RV-Funktion: Quantifizierungsmethoden III
11:00 - 11:30	30		Erweiterte Hämodynamik
11:30 - 12:00	30		Volumenstatus, Füllung
12:00 - 13:00			Pause
13:00 - 14:30		90	Praktische Übungen: Hämodynamik und diastolische Funktion
14:30 - 15:00	30		Endokarditis
15:00 - 15:30	30		Perikarditis inkl. Pericarditis constrictiva
15:30 - 16:00			Pause
16:00 - 16:30	30		Kongenitale Vitien im Erwachsenenalter, Kardiomyopathien
16:30 - 17:00	30		Aortendissektion, intrakavitäre Raumforderungen
17:00 - 17:30	30		Kardiale Implantate
17:30 - 18:00	30		Erfolgskontrolle (Quiz, Test o.ä.)
<b>Dauer</b>	<b>300</b>	<b>210</b>	

Nicht berücksichtigt: TEE bei nicht-kardiologischen Eingriffen, Lungenembolie (werden beide im Grundkurs behandelt).



## Perioperative fokussierte Echokardiographie – Modul 5

## Transösophageale Echokardiographie: Spezialkurs

U. Molitoris<sup>1</sup> · C.-A. Greim<sup>2</sup> · J. Ender<sup>3</sup>

In der modernen Kardiochirurgie verzeichnen die operativen Behandlungstechniken eine anhaltende Weiterentwicklung. Mit der Zielsetzung einer geringeren Invasivität werden insbesondere die rekonstruktiven Operationsverfahren sowie die interventionellen Eingriffe – teils in Zusammenarbeit mit der Kardiologie – modifiziert; darüber hinaus bieten extrakorporale Assistenzsysteme mit innovativen Kanülierungstechniken erkrankungsspezifisch neue funktionelle Unterstützung. Damit steigen die Anforderungen an den Durchführenden der perioperativen Echokardiographie, betreffend sowohl die Operation oder Intervention als auch die begleitende Intensivtherapie.

Die Ausbildung in der transösophagealen Echokardiographie (TEE) wurde in Deutschland erstmals 1999 als Teil der anästhesiologischen Tätigkeit in Form von Richtlinien hinterlegt [1]. Das bisher gültige Kurssystem der DGAI wurde zwei Jahre später eingeführt und definierte bis jetzt die gültigen Ausbildungsinhalte [2]. Gemeinsam schufen die Richtlinien und das Kurssystem die Voraussetzung dafür, dass die TEE über die Kardioanästhesie hinaus zunehmend Eingang in weitere anästhesiologische Tätigkeitsfelder fand und heute als Teil der anästhesiologischen Kompetenz fachpolitisch fest verankert ist [3].

Das Curriculum für die TEE-Ausbildung aus dem Jahr 2001 leistet jedoch den heutigen Anforderungen an die periope-

riative Echokardiographie insbesondere im Bereich der Herzchirurgie nicht mehr Genüge. Viele neue Modalitäten der Echokardiographie, die durch innovative sonographische Technologien wie z.B. die 3D-Darstellung möglich wurden, lassen sich in dem klassischen 40-Stunden-Kurs nicht mehr hinreichend abbilden und überfrachten diesen inhaltlich.

Im hier vorgestellten TEE-Spezialkurs, der als Modul 5 im neuen PFE-Fortbildungskonzept der DGAI hinterlegt ist, werden deshalb die sonographischen Optionen und Techniken der jüngeren echokardiographischen Innovationen zusammengeführt. Die Teilnehmer erlernen in diesem Kurs die Durchführung einer hochdetaillierten perioperativen TEE hauptsächlich bei kardiochirurgischen Patienten. Damit soll den Ärztinnen und Ärzten in der Kardioanästhesie eine theoretische und praktische Grundlage für die sichere Erhebung spezieller echokardiographischer Daten und deren Weiterverarbeitung z.B. an Workstations vermittelt werden.

## Rahmenbedingungen des TEE-Spezialkurses

Der Kurs richtet sich primär an Fachärztinnen und -ärzte mit speziellem Interesse in der Kardioanästhesie, die bereits über weitreichende Kenntnisse in der kardiovaskulären Pathologie und Pathophysiologie herzchirurgischer Patienten verfügen. Der Besitz des TEE-Zertifikats der DGAI oder einer vergleichbaren Qualifikation in der Echokardiographie sind obligate Voraussetzungen für die Kursteilnahme. Es obliegt dem Veranstalter, sich vom Kursinteressenten z.B. mittels eines Eingangstests den von ihm gewünschten Wissensstand bestätigen zu lassen.

Der Kursleiter sowie die Instruktoren müssen mindestens über das TEE-Zertifikat der DGAI oder über eine vergleichbare Qualifikation sowie über eine weitreichende Expertise im Einsatz der TEE bei kardiochirurgischen Operationen bzw. interventionellen kardiologisch/kardiochirurgischen Prozeduren, wie z.B. bei der Transkatheter-Aortenklappen-Implantation (TAVI) verfügen. Weitere TEE-Qualifikationen, z.B. der EACVI (European Association of Cardiovascular Imaging) bzw. der EACTA (European Association of Cardiothoracic Anaesthesiology) sind wünschenswert.

Die Kursdauer des TEE-Spezialkurses beträgt im Idealfall zwei Tage à 9 Stunden inklusive Pausen. Insgesamt sind für Lehre und Praxis 900 min angesetzt. Dabei ist ein Praxisanteil von mindestens 50% verpflichtend. Die Einzelvorträge sollen eine Dauer von max. 30 min inklusive Diskussion nicht überschreiten. Für den Praxisteil muss eine Quote von max. 4 Teilnehmern pro Instruktor eingehalten werden.

Das PFE-Modul 5 kann in 4,5-Stunden-Einheiten partitioniert angeboten werden; eine Vermittlung der Theoriekenntnisse durch E-Learning im Sinne eines Trainings vor Eintritt in den Kurs (sog. Pre-Learning) ist grundsätzlich möglich. Näheres hierzu findet sich in der aktuell geltenden Verbandsmitteilung der DGAI zur perioperativen fokussierten Echokardiographie [4].

## Lernziele des TEE-Spezialkurses

Insbesondere rekonstruktive kardiale Operations- und Interventionsverfahren erfordern oftmals eine umfängliche und differenzierte transösophageal-echokardiographische Untersuchung mit hochkompetenter Bewertung der Befunde, die in internationalen Richtlinien beispielhaft hinterlegt ist [5].

1 Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin und Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- und Gefäßchirurgie, Medizinische Hochschule Hannover

2 Klinik für Anästhesiologie, Intensiv- und Notfallmedizin, Klinikum Fulda

3 Abteilung für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Herzzentrum Leipzig GmbH – Universitätsklinik

Das primäre Ziel des Kurses ist es, den Kursteilnehmer für eine echokardiographische Untersuchung und Befundung unter Verwendung spezieller sonographischer Modalitäten wie dem 3D-Imaging auszubilden. Die hierunter subsummierten Lernziele des TEE-Spezialkurses untergliedern sich in mehrere Themenbereiche (Tab. 1).

Nach Abschluss des Spezialkurses kennt bzw. beherrscht der Teilnehmer vor allem

- die Akquise, Analyse und Weiterbearbeitung von 3D-Echo-Datensätzen,

- die Methoden zur Beurteilung der myokardialen Deformation,
- die Erfassung und Beurteilung des Operations- oder Interventionsergebnisses bei Klappeneingriffen, einschließlich der Einschätzung des sog. Patient-Prosthesis-Mismatch,
- die echokardiographischen Befunde in der Aorten Chirurgie sowie
- die echokardiographischen Befunde beim Einsatz von mechanischen Unterstützungsverfahren und bei Herz- und Lungentransplantationen.

Der Kursteilnehmer ist mit diesen Kenntnissen und Fertigkeiten in der Lage, bei nahezu allen operativen oder interventionellen kardialen Eingriffen eine echokardiographische Expertise abzugeben und damit ggf. das Ergebnis der Prozedur günstig zu beeinflussen.

Zudem eignet sich die Kursteilnahme für eine Prüfungsvorbereitung zur Erlangung einer höherwertigen Qualifikation, wie z.B. das TEE-Examen der EACVI bzw. der EACTA (s. oben).

**Tabelle 1**

Lernziele des TEE-Spezialkurses.

Nr. 1	Thema	Nr. 2	Lernziel: Der Kursteilnehmer/die Kursteilnehmerin...
1	3D-Echokardiographie	1	kennt die unterschiedlichen 3D-Modalitäten und beherrscht deren Akquise
		2	kann die 3D-Datensätze weiterverarbeiten (Cropping) und für die Quantifizierung nutzen
		3	kennt die sinnvollen klinischen Anwendungsgebiete
2	Myokardiale Deformation	1	kennt die unterschiedlichen Methoden zur Beurteilung der myokardialen Deformation
		2	kann diese anwenden
3	Mitralklappe	1	kann die Mitralklappe vollständig evaluieren
		2	kennt die verschiedenen chirurgischen Operationstechniken für die Rekonstruktion
		3	kennt die wichtigen echokardiographischen Spezifika und Messungen für die einzelnen Rekonstruktionstechniken
		4	kann das operative Ergebnis umfassend beurteilen
4	Trikuspidalklappe	1	kann die Trikuspidalklappe vollständig evaluieren
		2	kennt die verschiedenen chirurgischen Operationstechniken für die Rekonstruktion
		3	kennt die wichtigen echokardiographischen Spezifika und Messungen für die einzelnen Rekonstruktionstechniken
		4	kann das operative Ergebnis umfassend beurteilen
5	Aortenklappe	1	kann die Aortenklappe vollständig evaluieren
		2	kennt die verschiedenen chirurgischen Operationstechniken für die Rekonstruktion
		3	kennt die wichtigen echokardiographischen Spezifika und Messungen für die einzelnen Rekonstruktionstechniken
		4	kann das operative Ergebnis umfassend beurteilen
6	Thorakale Aorta	1	kann die thorakale Aorta in ihren darstellbaren Anteilen vollständig evaluieren
		2	kann eine Dissektion kategorisieren, das wahre Lumen identifizieren und Kanülierungen oder Seldingerdrähte begleiten
		3	kennt die verschiedenen chirurgischen, interventionellen und Hybrid-Operationstechniken
		4	kann kathetergestützte Interventionen und Kanülierungsverfahren echokardiographisch begleiten
		5	kann das operative Ergebnis umfassend beurteilen
7	Mechanische Unterstützungsverfahren	1	kennt die Bauarten, Funktionsweisen und Unterschiede der gängigen Verfahren mechanischer Herzunterstützung
		2	kennt die gängigen Kanülierungstechniken temporärer mechanischer Herzunterstützung
		3	kennt die Implantationstechniken dauerhafter mechanischer Herzunterstützung
		4	kann Ein- und Ausfluss eines mechanischen Herzunterstützungssystems untersuchen
		5	kann die Veränderung des intrakardialen Blutflusses durch eine mechanische Herzunterstützung bewerten
		6	kann den Weaningprozess eines temporären Herzunterstützungssystems begleiten
8	Thorakale Organtransplantation	1	kennt die gängigen Implantationstechniken für die thorakale Organtransplantation
		2	kann spezifische Fragestellungen zu Anastomosen und Organfunktion beurteilen

### Kursinhalte des TEE-Spezialkurses

Die Ausbildung im PFE-Modul 5 greift die von den Teilnehmern bisher erlangten Kenntnisse, Fertigkeiten und Erfah-

rungswerte zum Einsatz der perioperativen TEE speziell in der Kardioanästhesie auf (Tab. 2 und 3). Über eine Vertiefung der theoretischen und praktischen Inhalte wird ein Bogen zur gesamten Palette der modernen Echokardiographie gespannt, die durch die 3D-Bildgebung

und weitere technische Innovationen erheblich an Aussagekraft gewonnen hat. Neben dem Einsatz am Patienten werden die Möglichkeiten zur elektronischen Datennachverarbeitung an speziellen Arbeitsstationen aufgezeigt.

**Tabelle 2** (Fortsetzung auf den Seiten 645-646)  
Theoretische Lehrinhalte des TEE-Spezialkurses.

Nr. 1	Thema	Nr. 2	Unterthema	Nr. 3	Lehrinhalte
1	3D-Echokardiographie	1	Bildakquise	1	Simultane multiplane Darstellung
				2	Echtzeit 3D kleiner Sektor
				3	Echtzeit 3D breiter Sektor/Zoom
				4	Komplettvolumen
		2	Cropping	1	Verfahren
		3	Anwendung	1	Mitralklappe
				2	Trikuspidalklappe
				3	Aortenklappe
				4	Linker Ventrikel
				5	Rechter Ventrikel
2	Myokardiale Deformation	1	Strain und Strain-Rate	1	Verfahren
		2	TDI, CDMI	1	Zirkumferentiell
				2	Radial
				3	Longitudinal
		3	Speckle Tracking	1	Zirkumferentiell
				2	Radial
				3	Longitudinal
				4	Regional
				5	Global
				6	3D
		3	Rekonstruktion Mitralklappe	1	Präoperative Evaluation
2	Messung Mitralannulus				
3	Messung AML, PML				
4	Messung C-Septum				
5	Messung LVID endsystolisch und enddiastolisch				
6	Messung Tenting Height, Tenting Area				
7	Messung Coaptation Length				
8	Messung LA-Größe				
9	Segelfunktion				
10	Quantifizierung einer MI: PISA, EROA, Vena contracta				
11	Cx-Darstellung, Abstand zum Mitralannulus, Kaliberstärke				
2	Chirurgische Verfahren			1	Verfahren 1
				2	Verfahren 2
				3	Verfahren 3
3	Postoperative Evaluation			1	Cx-Darstellung
				2	De-Airing
				3	Rest-MI: Lokalisation und Quantifizierung
				4	Ausschluss Mitralklappenstenose
				5	Ausschluss SAM
				6	Ausschluss Aorteninsuffizienz
		7	Ausschluss Aortendissektion		
8	Ausschluss Wandbewegungsstörungen				

**Tabelle 2** (Fortsetzung)

Theoretische Lehrinhalte des TEE-Spezialkurses.

Nr. 1	Thema	Nr. 2	Unterthema	Nr. 3	Lehrinhalte		
4	Rekonstruktion Trikuspidalklappe	1	Präoperative Evaluation	1	Struktur des Trikuspidalklappenapparates		
				2	Messung Trikuspidalannulus		
				3	Messung ATL		
				4	Messung RVID endsystolisch und enddiastolisch		
				5	Messung Tenting Height, Tenting Area		
				6	Messung Coaptation Length		
				7	Messung RA-Größe		
				8	Segelfunktion		
				9	Quantifizierung einer TI: PISA, EROA, Vena contracta		
		2	Chirurgische Verfahren	1	Verfahren 1		
2	Verfahren 2						
3	Verfahren 3						
3	Postoperative Evaluation	1	Screening auf Rest-AI				
5	Rekonstruktion Aortenklappe	1	Präoperative Evaluation	1	Aortenklappenannulus		
				2	Aortenklappentaschen		
				3	Aortenklappenkommissuren		
				4	Sinus valsalvae		
				5	Sinutubulärer Übergang		
				6	Tubuläre Aorta		
				7	Tubularostien		
				8	Messung Aortenklappenannulus		
				9	Messung Aortenklappe: Koaptationslänge und -höhe		
				10	Bewertung Symmetrie der Koaptation		
				11	Messung Distanz Aortenklappenannulus – Koaptationsspitze		
				12	Messung Sinushöhe		
				13	Messung ST-Übergang		
				14	Messung Tubuläre Aorta		
		2	Chirurgische Verfahren	1	Verfahren 1		
				2	Verfahren 2		
				3	Verfahren 3		
		3	Postoperative Evaluation	1	Messung Aortenklappe: Koaptationslänge und -höhe		
				2	Messung Distanz Aortenklappenannulus – Koaptationsspitze		
				3	Bewertung Koaptation unterhalb des Annulus		
				4	Screening auf Rest-Aorteninsuffizienz		
				5	Ausschluss Aortenstenose		
		6	Transkatheter-Prozeduren	1	TAVI	1	Messung Annulus
						2	Steuerung der Prozedur
						3	Evaluation nach Implantation
4	Komplikationen						
2	Mitra-Clip			1	Klappenevaluation		
				2	Definition Landing Zone		
				3	Steuerung der Prozedur		
				4	Evaluation nach Clipping		
7	Patient-Prosthesis-Mismatch	1		1	Grundlagen		
				2	Untersuchung deskriptiv (B-Bild)		
				3	Untersuchung funktionell		
				4	Kalkulation und Bewertung		
8	Thorakale Aorta	1	Präoperative Evaluation	1	Wandbeschaffenheit: Normalbefund, Verdickung, Plaques, Dissektion		
				2	Durchmesser: Normalbefund, Erweiterung, Aneurysma		

**Tabelle 2** (Fortsetzung)

Theoretische Lehrinhalte des TEE-Spezialkurses.

Nr. 1	Thema	Nr. 2	Unterthema	Nr. 3	Lehrinhalte
8	Thorakale Aorta	1	Präoperative Evaluation	3	Blutfluss
				4	Verlauf: Normalbefund, Kinking
				5	Angrenzende Strukturen (Pleura, Diaphragma)
				6	Identifikation der Ostien von A. subclavia und Truncus coeliacus
		2	Chirurgische Verfahren inkl. Hybridverfahren	1	Verfahren 1
				2	Verfahren 2
				3	Verfahren 3
				4	Weitere
9	Mechanische Unterstützungssysteme	1	IABP	1	Funktionsprinzip
				2	Darstellung
		2	Assist-Devices	1	LVAD, RVAD, BVAD
				2	Evaluation unter Assist: RV/LV-Quotient, TAPSE, TKI, TK-annulus, MKI, E
				3	Intrakavitäre Thromben, Shunts
				4	Ausschluss Aorteninsuffizienz
				5	Positionierung einer Inflow-Kanüle
				6	Entlüftung
				7	Inflow und Outflow
				8	Weaning
		3	ECMO	1	Funktionsprinzip
				2	Darstellung
		4	Impella-Pumpe	1	Funktionsprinzip
				2	Darstellung
10	Thorakale Organtransplantation	1	Herztransplantation	1	Operative Verfahren
				2	Besonderheiten
		2	Lungentransplantation	1	Operative Verfahren
				2	Besonderheiten

**Tabelle 3**

Praktische Lehrinhalte des TEE-Spezialkurses.

Nr. 1	Thema	Nr. 2	Lehrinhalte
1	3D-Echokardiographie	1	Einstellung der 3D-Modalitäten am Gerät
		2	Bedienung des Geräts zur Weiterverarbeitung der 3D-Datensätze (Cropping)
		3	Quantifizierende Messungen mit Hilfe der 3D-Datensätze
2	Myokardiale Deformation	1	Erhebung von Strain/Strain-Rate, TDI etc. in zirkumferentieller, radialer und longitudinaler Achse
3	Mitralklappe	1	Vollständige Evaluation der Mitralklappe
		2	Beurteilung der MKR mit Kommunikation der Befunde
3	Aortenklappe	1	Vollständige Evaluation der Aortenklappe
		2	Beurteilung des AKE mit Kommunikation der Befunde
4	Trikuspidalklappe	1	Vollständige Evaluation der Trikuspidalklappe
		2	Beurteilung der TKR mit Kommunikation der Befunde
5	Thorakale Aorta	1	Begleitung von Interventionen an der Aorta
6	Transkatheter-Prozeduren	1	Steuerung und Überwachung der Transkatheter-Prozeduren
7	Mechanische Unterstützungssysteme	1	Begleitung der Implantation einer mechanischen Herzunterstützung mit Kommunikation der Befunde

### Modellprogramm des TEE-Spezialkurses

Das hier vorgestellte Modellprogramm (Abb. 1) dient als Empfehlung und kann vom Kursveranstalter entsprechend den curricularen Inhalten in begrenztem Umfang modifiziert werden. Grundsätzlich sind Anpassungen an die eigene Tages- und Ablauforganisation möglich, unter der Voraussetzung, dass die vorgegebenen Lehrinhalte detailliert abgebildet sind und die vorgegebene Struktur zu mindestens 80% umgesetzt ist.

Das Modellprogramm sieht einen zweitägigen Ganztages-Kurs à 9 Stunden (inkl. 90 Minuten Pause) vor. Die theoretischen Blöcke sollen inklusive der Diskussionen 30 Minuten nicht überschreiten, der kumulative Praxisanteil des gesamten Kurses muss mindestens 50% betragen, wobei maximal 4 Kursteilnehmer von einem Instruktor an einer geeigneten Arbeitsstation (Ultraschallgerät, Simulator, Workstation) betreut werden.

### Sonstige Modalitäten des TEE-Spezialkurses

Das PFE-Modul 5 kann prinzipiell mit anderen Modulen des PFE-Systems kombiniert angeboten werden. Angesichts der Eintrittskriterien für die Teilnehmenden am Spezialkurs sind hierfür jedoch nur wenige sinnvolle Kombinationen denkbar, so beispielsweise eine Verknüpfung mit dem TTE-Aufbaukurs (PFE-Modul 2).

Auch hier gilt, dass die Kurse einzeln gebucht werden können und dass die Vorgabe einer sinnvollen Fortbildung in der perioperativen Echokardiographie umgesetzt wird.

### Literatur

1. Loick HM, Greim CA, Roewer, Van Aken H: Richtlinien zur Weiterbildung in der transösophagealen Echokardiographie für Anästhesisten. *Anästh Intensivmed* 1999;40:67-71
2. Greim CA, Rolf N, Goetz A et al: Transösophageale Echokardiographie in der Anästhesiologie und Intensivmedizin. Überarbeitete Empfehlungen für die



**Abbildung 1a**

Modell-Programm Tag 1 des TEE-Spezialkurses.

TEE Grundkurs/Modell-Programm 2 Tage			
<b>Tag 1</b>			
Theorie	210 min (47%)		
Praxis	240 min (53%)		
Uhrzeit	Theorie (min)	Praxis (min)	Thema
09:00 - 09:30	30		Technische Grundlagen 3D-Echokardiographie
09:30 - 10:00	30		Praktische Akquise und Auswertung von 3D-Daten
10:00 - 12:30		150	Praktische Übungen: Bildakquise/Cropping im OP/Laptop
12:30 - 13:30			Pause
13:30 - 14:00	30		Myokardiale Deformation, Strain, Strain-Rate
14:00 - 15:30		90	Praktische Übungen: Strain, Speckle Tracking am Gerät/Laptop
15:30 - 16:00			Pause
16:00 - 16:30	30		Besonderheiten Transplantation, mechanische Unterstützungssysteme
16:30 - 17:00	30		Fallbesprechungen Transplantation, mechanische Unterstützungssysteme
17:00 - 17:30	30		Thorakale Aorta
17:30 - 18:00	30		Erfolgskontrolle (Quiz, Test o.ä.)
<b>Dauer</b>	<b>210</b>	<b>240</b>	

**Abbildung 1b**

Modell-Programm Tag 2 des TEE-Spezialkurses.

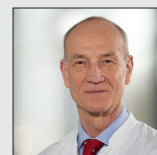
TEE Grundkurs/Modell-Programm 2 Tage			
<b>Tag 2</b>			
Theorie	180 min (40%)		
Praxis	270 min (60%)		
Uhrzeit	Theorie (min)	Praxis (min)	Thema
09:00 - 09:30	30		Rekonstruktion Mitralklappe
09:30 - 10:00	30		Rekonstruktion Trikuspidalklappe
10:00 - 10:30	30		Rekonstruktion Aortenklappe
10:30 - 12:30		120	Praktische Übungen: Thorakale Aorta, Klappendiagnostik
12:30 - 13:30			Pause
13:30 - 14:00	30		Transkatheter-Prozeduren
14:00 - 14:30	30		Patient-Prosthesis-Mismatch (PPM)
14:30 - 15:45		75	Praktische Übungen: alle Inhalte
15:45 - 16:15			Pause
16:15 - 17:30		75	Praktische Übungen: alle Inhalte
17:30 - 18:00	30		Erfolgskontrolle (Quiz, Test o.ä.)
<b>Dauer</b>	<b>180</b>	<b>270</b>	

Zertifizierung der berufsbegleitenden Fortbildung. Anästh Intensivmed 2001; 42:908-11

- Greim CA, Schmidt C, Schirmer U, Van Aken H, Roewer N: Aktuelle Empfehlungen zum perioperativen Einsatz der transösophagealen Echokardiographie in der Anästhesiologie. Anästh Intensivmed 2011; 52:73-76
- Perioperative fokussierte Echokardiographie in der Anästhesiologie und Intensivmedizin – Neues Fortbildungskonzept und Modifikation des TEE-Zertifikats. Aus den wissenschaftlichen Arbeitskreisen Ultraschall in der Anästhesiologie und Intensivmedizin sowie Kardioanästhesie der DGAI. Anästh Intensivmed 2017;11:617-621
- Hahn R, Abraham T, Adams MS, et al: Guidelines for performing a comprehensive transesophageal echocardiography examination: recommendations from the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. J Am Soc Echocardiogr 2013;26:921-64.

**Korrespondenz-  
adresse**

**Prof. Dr. med.  
Clemens-A. Greim**



Klinik für Anästhesiologie,  
Intensiv- und Notfallmedizin,  
Klinikum Fulda  
Pacelliallee 4  
36043 Fulda, Deutschland  
Tel.: 0661 84 6041  
E-Mail: greim@klinikum-fulda.de