

# Arbeitsanweisung

## Diagnostische Standards des Querschnittsprojekt Echokardiographie des KN AHF

### Querschnittsprojekt QP 3

#### Rückfragen bitte an:

Dr. med. Petra Böttler  
Universitätsklinikum Freiburg  
Pädiatrische Kardiologie/Angeborene  
Herzfehler  
Mathildenstr. 1  
79106 Freiburg  
Tel.: +49 761 270-4317  
Fax: +49 761 270-4468  
Mail: [petra.boettler@email.de](mailto:petra.boettler@email.de)

Prof. Dr. med. Hashim Abdul-Khaliq  
Universitätsklinikum des Saarlandes  
Pädiatrische Kardiologie  
Kirrberger Straße  
66421 Homburg/Saar  
Tel.: +49 6841 1628-30  
Fax: +49 6841 1628-330  
Mail: [abdul-khaliq@uniklinikum-saarland.de](mailto:abdul-khaliq@uniklinikum-saarland.de)

Prof. Dr. med. Michael Vogel  
PD Dr. med. Manfred Vogt  
Deutsches Herzzentrum München  
Klinik für Kinderkardiologie und  
Angeborene Herzfehler  
Lazarettstr. 36  
80636 München  
Tel.: +49 89 1218-1363  
Fax: +49 89 1218-3013  
Mail: [drmichaelvogel@web.de](mailto:drmichaelvogel@web.de)  
Mail: [drvogt@dhm.mhn.de](mailto:drvogt@dhm.mhn.de)

## Inhaltsverzeichnis

### Einteilung:

- Möglichkeit A = GE-Gerät mit TVI-Option
- Möglichkeit B = Gerät eines anderen Herstellers

I. Möglichkeit A	4
1. Was ist neu in der 2. Förderphase?	4
1.1 Änderungen bei den Aufnahmen	4
1.2 PID Eingabe	4
2. Vorgaben zur Datenakquisition	5
2.1 Apparative Voraussetzungen	5
2.2 Datenspeicherung und PID-Eingabe	5
3. Aufnahmevorgaben	5
3.1 B-Mode	5
3.2 PW-/CW-Doppler	6
3.3 2D-Strain	6
3.4 Gewebedoppler (syn.: Tissue Doppler, TVI)	6
4. Aufnahmeanleitung	8
II. Möglichkeit B	29
III. Anhang	31
Adresse für die Datenversickung	31
Kontakt	31
Einteilung der Klappeninsuffizienzen	32
Literatur	34

## Abkürzungsverzeichnis

AK	Aortenklappe
BPS	bits per second
CW	continuous wave
EchoPac®	GE-Programm zur Auswertung von Echodaten die mit GE-Ultraschallgeräten aufgenommen wurden.
EF	Ejection fraction
FAC	fractional area change
FPS	frames per second
GE®	General Electric Company
KN AHF	Kompetenznetz Angeborene Herzfehler
LA	Linker Vorhof
LAX	long axis, Lange Achse
LPA	linke Pulmonalarterie
LV	Linker Ventrikel
MHz	Megahertz
MK	Mitralklappe
PID	personally identifiable date, Patientenidentifikator
PK	Pulmonalklappe
PW	pulsed wave
RA	rechter Vorhof
RDE	remote data entry, Erfassung von Daten mit elektronischen Formularen an Orten, die nicht mit dem Ort der Speicherung identisch sind
RPA	rechte Pulmonalarterie
ROI	Region of interest, Messbereich bei Tissue-Doppler-Auswertung
RV	Rechter Ventrikel
RVOT	rechtsventrikulärer Ausflusstrakt
SAX	short axis, Kurze Achse
SDB	Studiendatenbank
TK	Trikuspidalklappe
TVI	Tissue Velocity Imaging (Gewebedoppler, Tissue Doppler)

## I. Möglichkeit A

### 1. Was ist neu in der 2. Förderphase?

#### 1.1 Änderungen bei den Aufnahmen

Folgende Aufnahme ist weggefallen:

- 4-Kammer-Blick B-Mode (Fokus auf Vorhöfe) - Loop

Folgende Aufnahmen sind hinzugekommen:

- von jeder Klappe soll zusätzlich zum Dopplerbild ein Farbjel-Loop aufgenommen werden.  
Dies ist erforderlich für die Beurteilung des Klappeninsuffizienzgrades
- 4-Kammer-Blick B-Mode (Ausschnitt LV für 2D-Strain) Loop
- 4-Kammer-Blick B-Mode (Ausschnitt RV für 2D-Strain) Loop

#### 1.2 PID Eingabe

Bei der Speicherung im EchoPac® sollen die vorgesehenen Felder wie folgt ausgefüllt werden:

- Patienten ID: PID (PID aus der Studiendatenbank/RDE-System)
- Nachname: Projektbezeichnung, Aufnahmeort, Visite und laufende Nummer  
Beispiel: HP\_4.1\_BO\_V2\_112
- Geb.-Datum: Geburtsdatum

Die PID-Nummer (PID = personally identifiable date, Patientenidentifikator) erhält man beim Anlegen des Patienten in der RDE-Datenbank (RDE = remote data entry: Erfassung von Daten mit elektronischen Formularen an Orten, die nicht mit dem Ort der Speicherung identisch sind). In der Regel ist dies durch die Studynurse Ihres Prüfzentrums bereits erfolgt.

Bei Fragen bezüglich der PID-Generierung wenden Sie sich bitte an das CIOffice Medizinische Forschungsnetze, Georg-August-Universität Göttingen Abteilung Medizinische Informatik, Tel.: 0551-39-8224, E-Mail: [cio-ahf@med.uni-goettingen.de](mailto:cio-ahf@med.uni-goettingen.de)

## 2. Vorgaben zur Datenakquisition

### 2.1 Apparative Voraussetzungen

Für die Durchführung der Gewebedoppleraufnahmen (syn. Tissue Doppler, TVI) wird eine zusätzliche Ausstattung des Ultraschallgerätes benötigt (Option Gewebedoppler).

Der 2D-Strain wird aus konventionellen B-Mode Bildern (GE-Rohdaten) ausgewertet. Der Aufnehmer benötigt keine zusätzliche Ausstattung für sein Ultraschallgerät.

### 2.2 Datenspeicherung und PID-Eingabe

Die Aufnahmen werden auf CD, DVD oder MOD gespeichert und an die im Anhang genannte Adresse zur Auswertung geschickt.

## 3. Aufnahmevorgaben

Bei der Aufnahme sollen folgende Punkte beachtet werden:

### 3.1 B-Mode

- EKG:  
Speziell für die Auswertung von 2D-Strain und Gewebedoppler ist eine simultane EKG-Registrierung zwingend notwendig. Es muss eine P- und R-Welle erkennbar sein.
- Bildrate und Graustufen:  
Für zweidimensionale Echoaufnahmen (B-Mode) sollte eine Bildrate von 60 bis 80 Bildern pro Sekunde erreicht werden.
- Herzfrequenz  
Die Untersuchung sollte in ruhiger und entspannter Atmosphäre erfolgen, so dass die Herzfrequenz des Patienten weitgehend konstant ist.
- Anzahl der aufzunehmenden Zyklen  
**Wichtig:** Es sind jeweils **3 Zyklen, d.h. 4 QRS-Komplexe** aufzunehmen.

## 3.2 PW-/CW-Doppler

Der Wandfilter ist auf +/- 0,05 – 0,1 m/sec einzustellen.

Das sample volume muss direkt in der Klappenebene positioniert werden, damit Klappenöffnung, Klappenschluß, E- und A-Welle gut ablesbar erscheinen.

Aufnahme von 3-6 Zyklen, möglichst gleichmäßige Kurven, im PW-Modus 2D-Taste aktivieren (2D-Bild steht, bessere Dopplerkurve).

## 3.3 2D-Strain

Eine Weiterentwicklung der Gewebedoppleranalyse erlaubt die Messung der Myokardgeschwindigkeit sowie die Berechnung der Strain- und Strain rate-Werte aus B-Mode Bildern.

Vorteile dieser neuen Methode

- einfache winkelunabhängige Aufnahme (B-Mode Tracking )
- Zeitersparnis durch vereinfachte Auswertung bei Teilautomatisierung (Endokardgrenzenmarkierung)

Für 2D-Strain ist eine möglichst gute Abgrenzung des Endokards im B-Mode Bild entscheidend. Für die Auswertung ist eine möglichst vollständige Darstellung der Ventrikelwände notwendig!

Bildrate im 2-D-Modus: 60 – 80 /sec.

## 3.4 Gewebedoppler (syn.: Tissue Doppler, TVI)

Auf folgende Punkte ist bei der Aufnahme zu achten:

- Vor dem Zuschalten des Gewebedoppler-Modus sollte eine optimale, d.h. kontrastreiche und lungenfreie Darstellung der jeweiligen Wände als B-Mode-Loop erfolgen.
- Wichtig ist die möglichst vollständige Sichtbarkeit der Leitstrukturen Septum bzw. laterale Wandstrukturen, da dort die ROI (Region of interest, Messbereich bei der Tissue-Doppler-Auswertung) positioniert wird.
- Je kleiner der Sektorwinkel ist, umso höher ist die Bildrate (BPS, FPS). Zur Erhöhung der Bildrate ist der Sektorwinkel auf die zu untersuchende Wand zu beschränken. Die Bildrate sollte im Farbmodus größer 200 /sec sein.

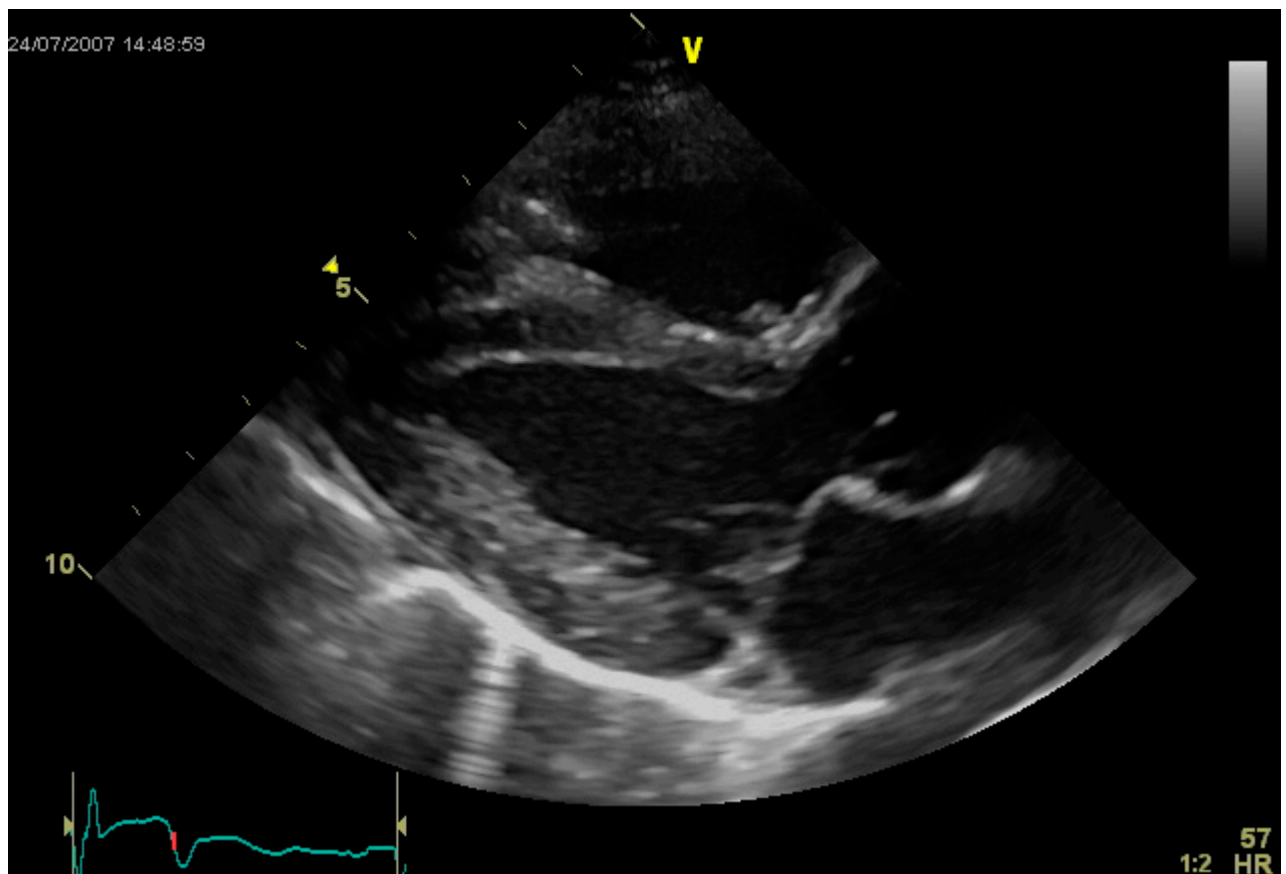
- Nach dem Zuschalten des Gewebedoppler-Modus ist die Pulsrepetitionsfrequenz so zu optimieren, dass eine möglichst hohe Bildrate dargestellt wird (>200 bps). Ein Aliasing (=Gelbumschlag) des Myokarddopplersignals ist zu vermeiden, da sonst eine Auswertung nicht möglich ist.
- Es ist darauf zu achten, dass die Herzbewegung möglichst parallel zum Ultraschallstrahl erfolgt, was durch Veränderung des Neigungswinkels des Sektors erlangt werden kann. Das Septum darf maximal um 15 Grad geneigt sein.
- Wiederholungsartefakte (reverberation artefacts) durch Reflektion des Schalls an der inneren Thoraxwand sind durch Veränderungen der Schallkopfposition zu vermeiden.
- Es sind stets loops mit 3 Zyklen (=4 QRS-Komplexe) aufzunehmen.
- Eine kurze Qualitätskontrolle der Kurven kann mit der Q-Analyse-Funktion am Echogerät erfolgen (keine hohen „Ausreisser“-Ausschläge = kein Aliasing).
- Möglichst Cine-loops in einer Atemphase (meist Expiration) aufzeichnen.  
Arbeitsschritte:
  - aufnehmen, freeze, cine loop, 3 Zyklen (4 QRS-Komplexe)
  - auswählen, eventuell über Zyklusauswahl korrigieren, mit Marker links/rechts
  - Beginn der P-Welle vor dem ersten QRS-Komplex markieren, mit image store
  - abspeichern.

## 4. Aufnahmeanleitung

Aus technischen Gründen wurde für das Aufnahmeskript jeweils nur ein RR-Intervall aufgenommen. Bitte nehmen Sie jedoch stets Loops mit **3 RR-Intervallen, d.h. 4 QRS-Komplexe** auf.

### Bild 1 Lange Achse B-Mode – Loop

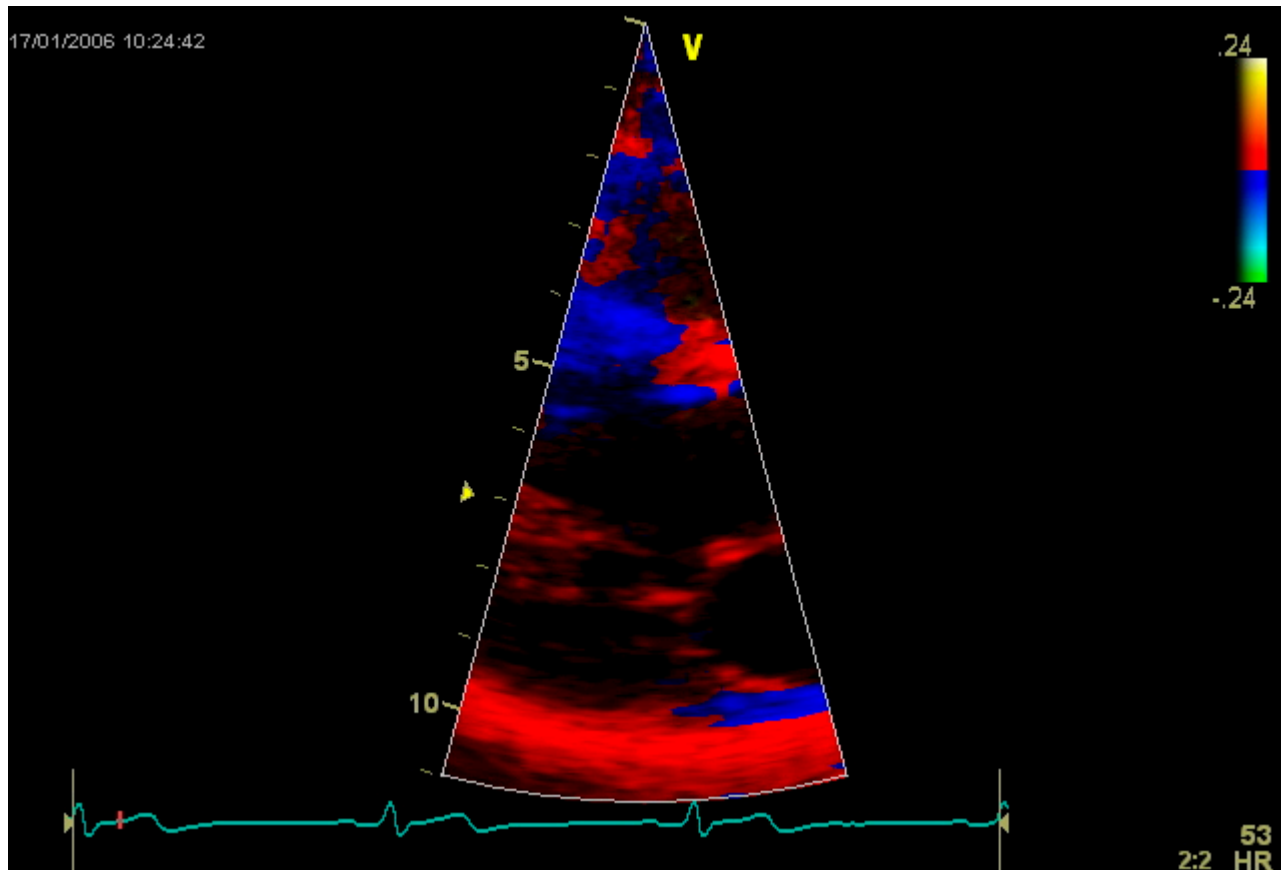
Linker Ventrikel mit Aortenklappe und anteriorem und posteriorem Mitralklappenanteil.



Cave: bitte auf gute Darstellung des AK-Rings achten.

Was wir messen: AK-Durchmesser.

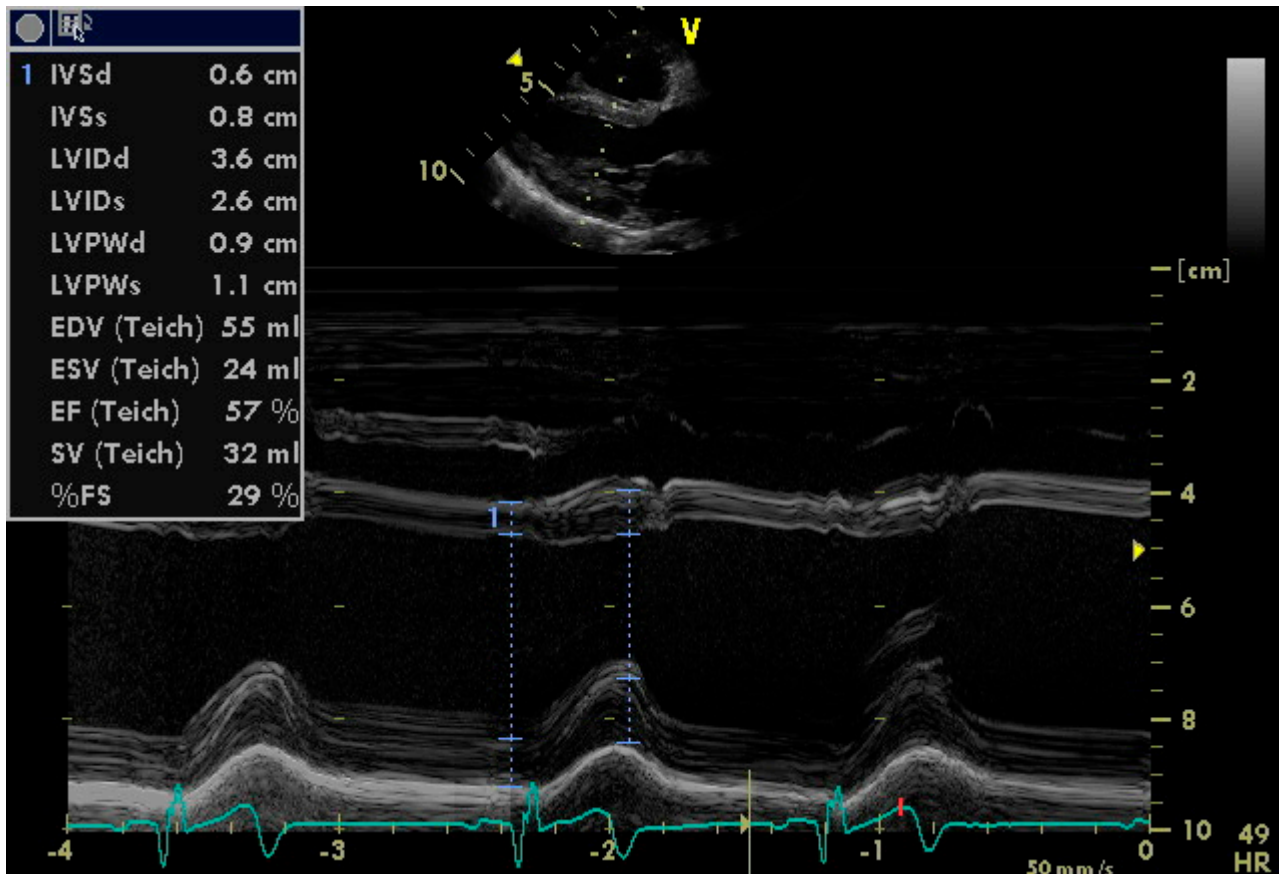
Bild 2 Lange Achse Gewebedoppler - Loop



Cave: Hier interessiert die Hinterwand des LV. Bei der Auswertung wird dort der Messbereich (ROI) positioniert. Die Hinterwand sollte möglichst horizontal aufgenommen sein.

**Bild 3** Lange Achse M-Mode - Standbild

M-Mode auf Höhe der Spitze des posterioren Mitralklappensegels (basaler Myokardabschnitt).

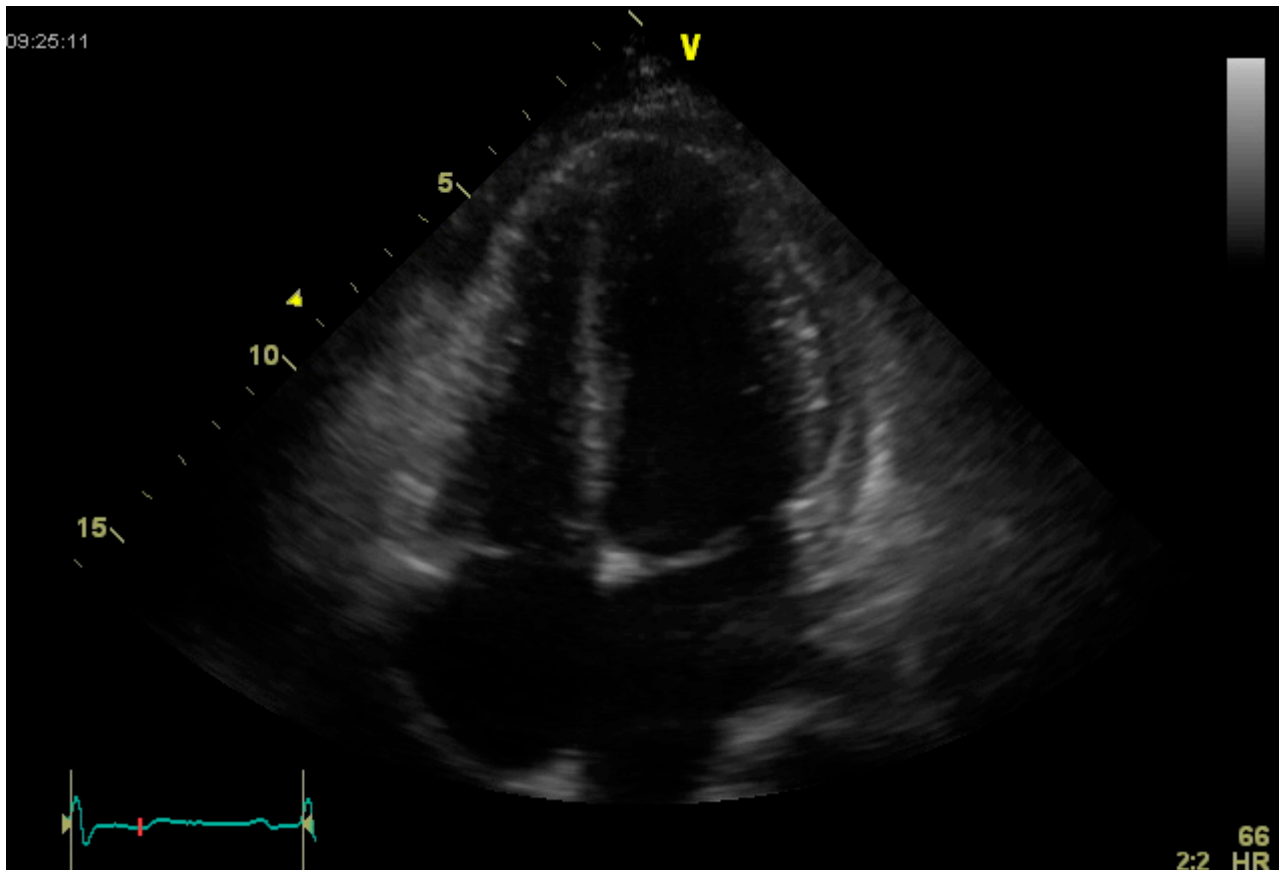


Cave: falls Sie aus der LAX-Ebene keinen M-Mode erstellen können, so nehmen Sie bitte in der SAX-Ebene einen M-Mode auf.

Was wir messen: EF, FS, LVED-Durchmesser, LVES-Durchmesser.

## Bild 4 Vierkammer-Blick B-Mode - Loop

Alle vier Kammern (Ventrikel und Vorhöfe) in ihrer maximalen Dimension mit beiden AV-Klappen, Endokard und Myokard beider Ventrikel dargestellt.



Cave: Bitte auf möglichst vollständige Darstellung der Endokardgrenzen von LV und RV achten!

### Was wir messen:

- EF, RV-FAC. Hierfür ist Umfahrung des Endokards der Ventrikel enddiastolisch und endsystolisch notwendig
- M-Mode: Klappenringbewegung: TK-, IVS-, Mitralklappenringbewegung
- TK-Durchmesser
- RV Durchmesser

**Bild 5** Vierkammerblick Gewebedoppler Übersicht - Loop

Dieser Loop dient zur Übersicht. Es erfolgt keine Messung in diesem Loop.

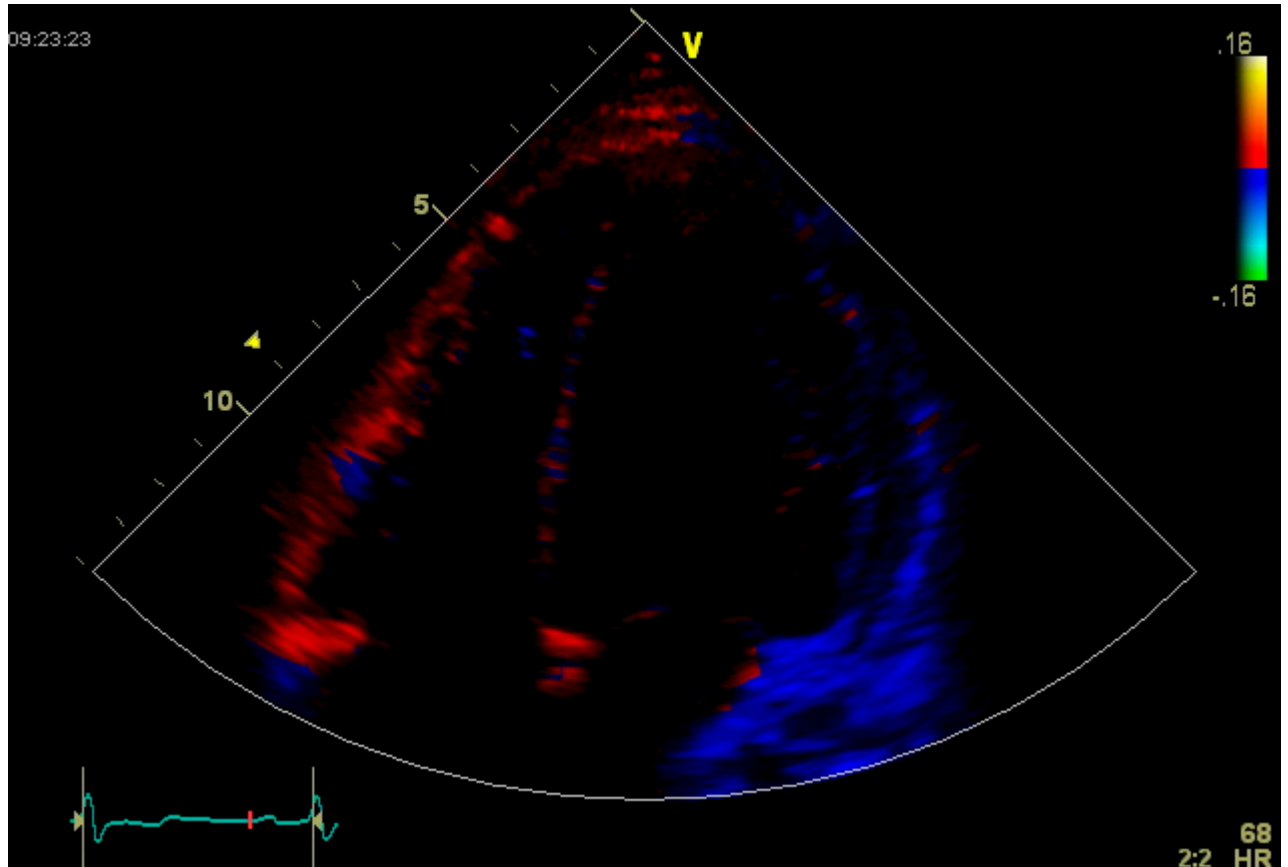
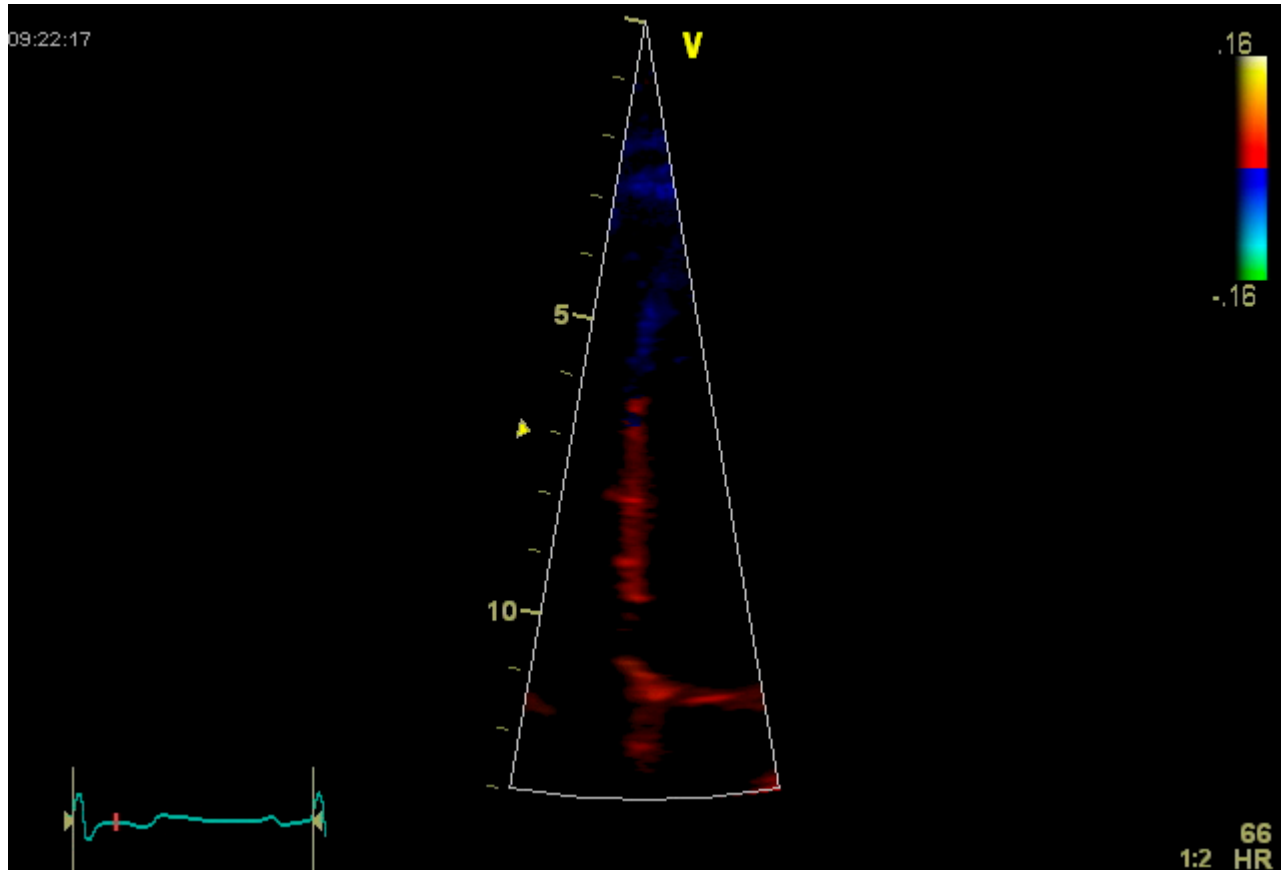


Bild 6 Septum Gewebedoppler - Loop



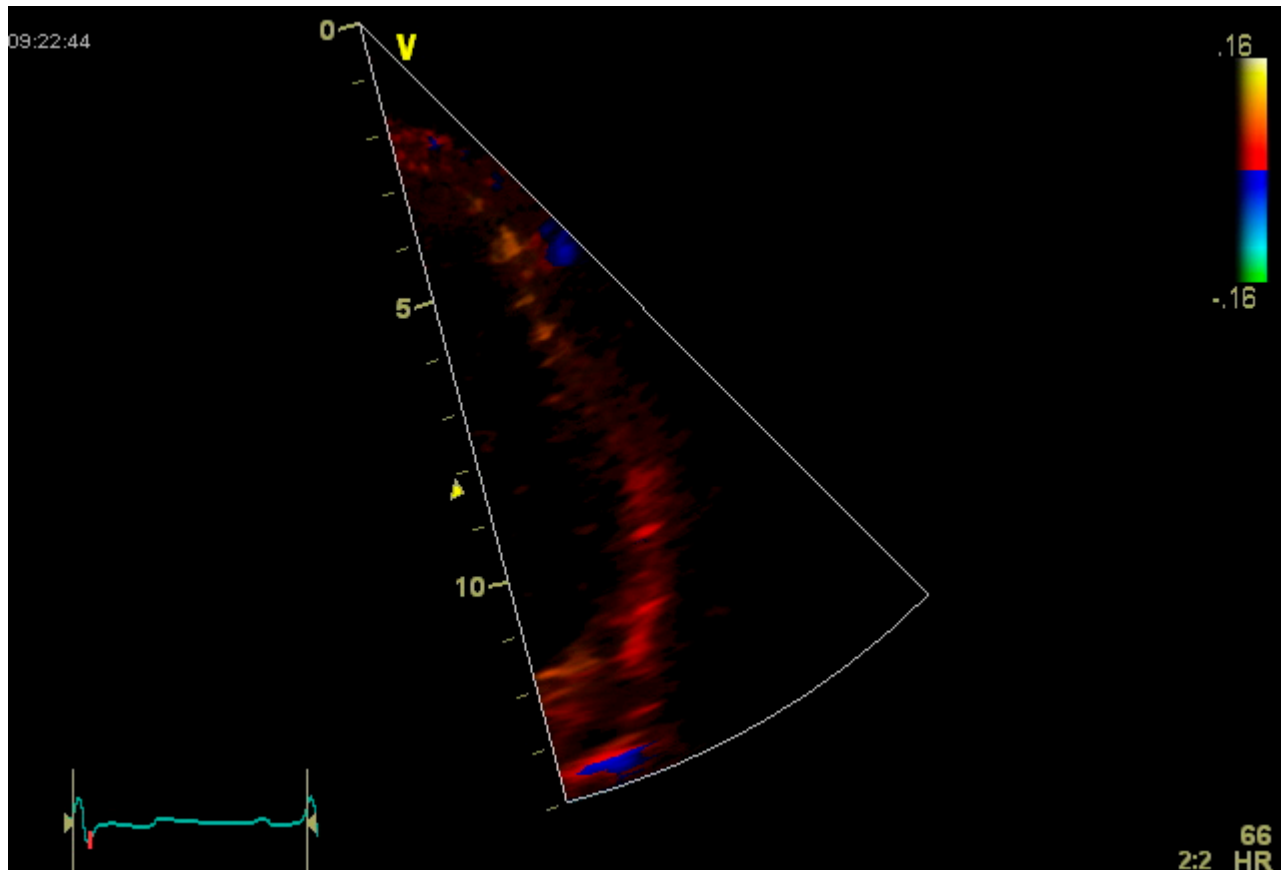
**Cave:** Es ist wichtig, dass man das Septum möglichst in der vollen Länge erkennen kann, da bei der Tissue-Doppler-Messung das Septum in 3 Segmente (basales, mittleres, apikales) eingeteilt wird und in jedem ein Messbereich (ROI) positioniert wird.

Die Winkelabweichung zur Transducerposition darf nicht mehr als 15 Grad betragen.

Der Ansatz der Trikuspidalklappe und Mitralklappe sollte erkennbar sein.

Der Bereich soll auf das Septum eingegrenzt sein. Die Vorhöfe brauchen nicht dargestellt werden.

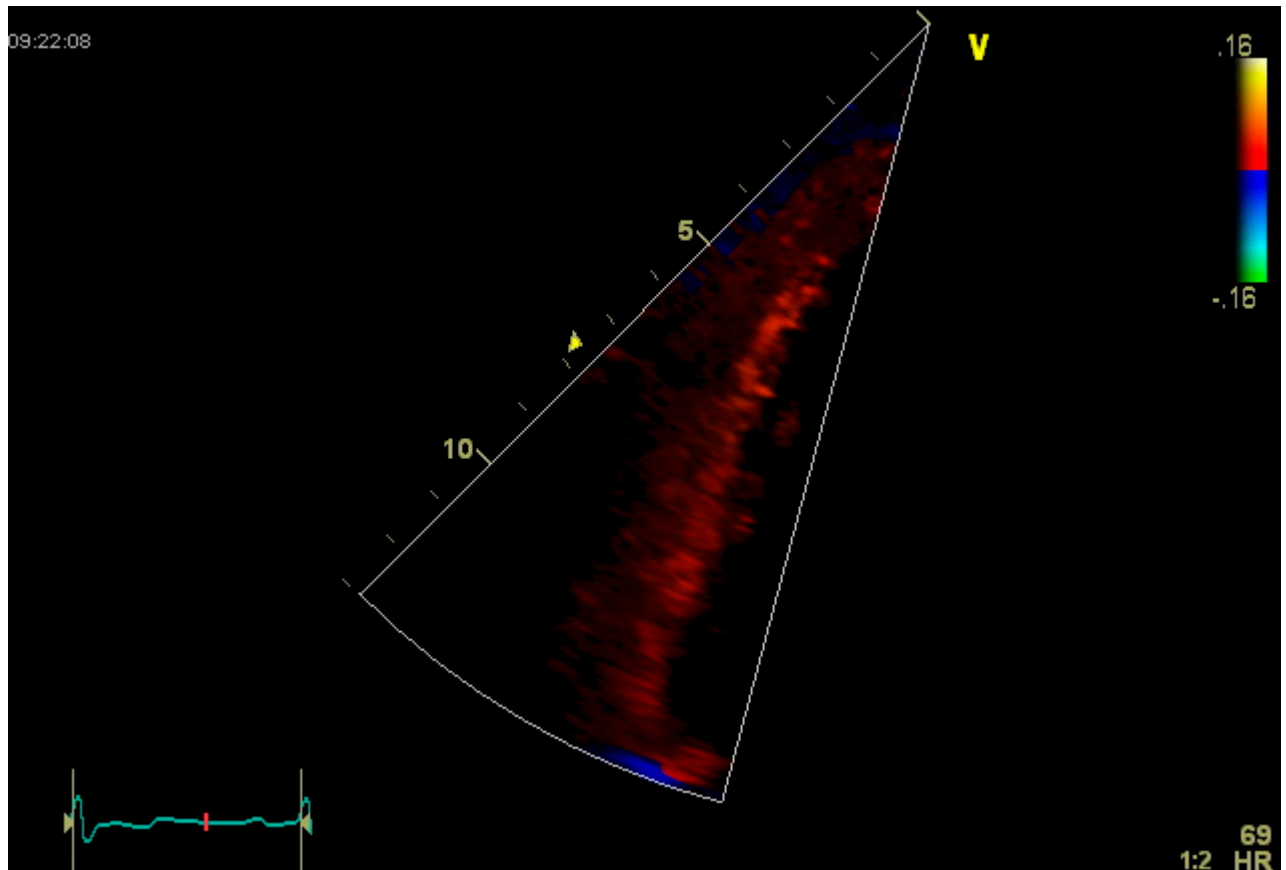
Bild 7 LV Gewebedoppler - Loop



Hier muss die laterale Wand des LV im Verlauf nach apikal möglichst vollständig erkennbar sein. Auch hier wird bei der Auswertung die Wand in 3 Bereiche eingeteilt: basaler, mittlerer und apikaler Abschnitt.

Ebenso muss der laterale Ansatz der Mitralklappe erkennbar sein.

Bild 8 RV Gewebedoppler - Loop

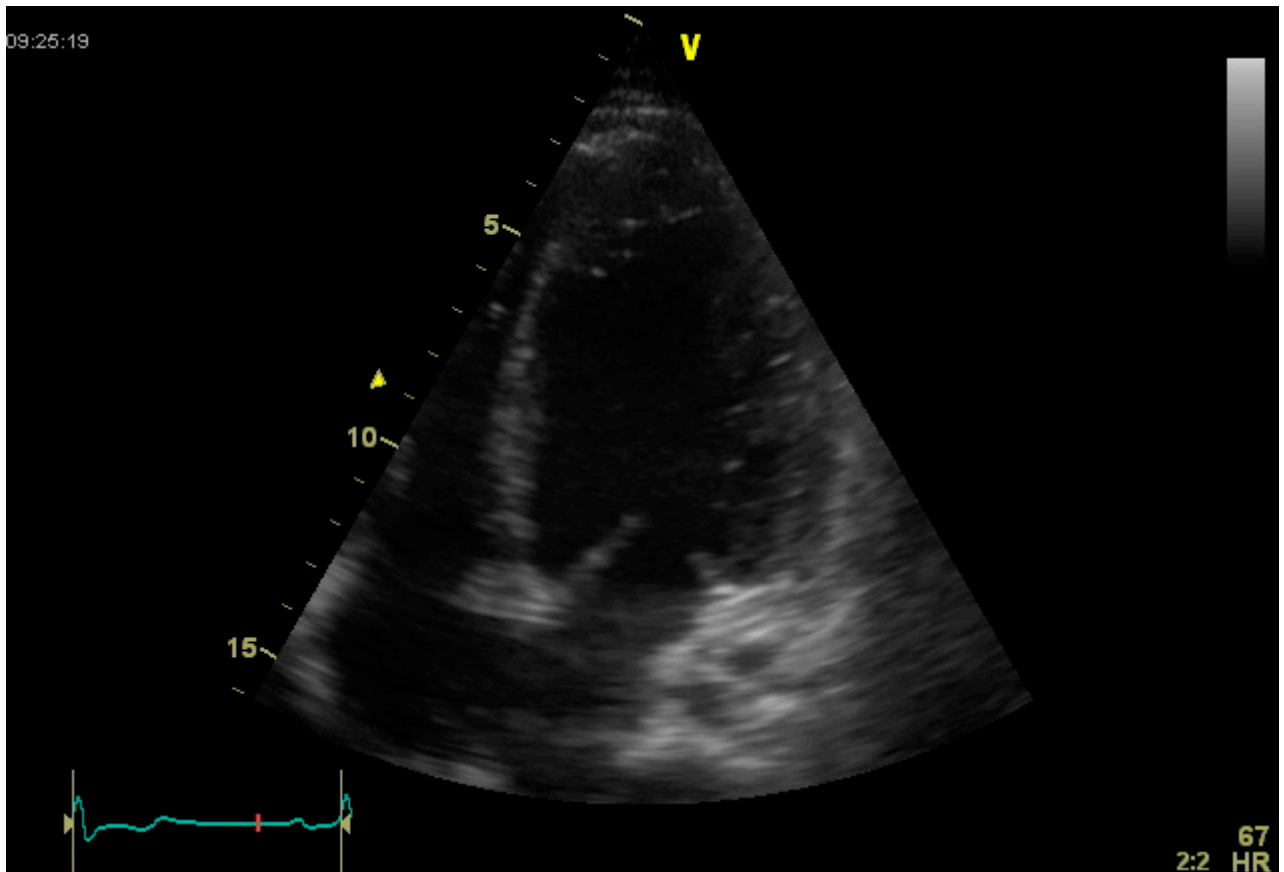


Cave: Hier muss die Vorderwand des RV möglichst vollständig erkennbar sein. Auch hier wird bei der Auswertung die Wand in 3 Bereiche eingeteilt: basaler, mittlerer und apikaler Abschnitt.

Ebenso muss der Ansatz der Trikuspidalklappe erkennbar sein.

**Bild 9** Vierkammer-Blick B-Mode (Ausschnitt LV) - Loop (NEU in 2. Förderphase)

4 Kammer-Blick, Fokus auf den LV.

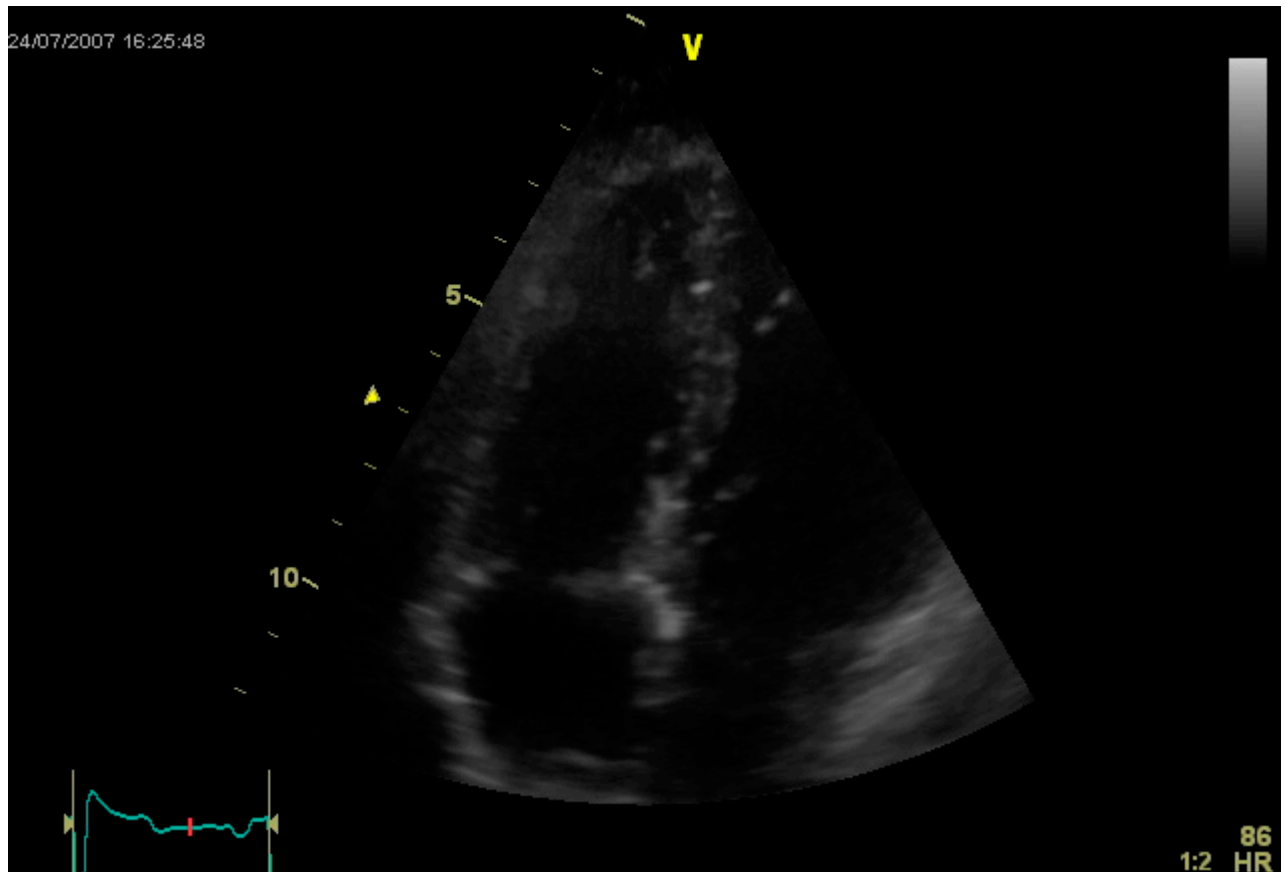


Cave: Die 2D-strain-Messung ist ein Mustererkennungsverfahren: es werden Muster im Bild markiert und weiterverfolgt. Es ist daher auf eine möglichst vollständige Darstellung (vor allem der apikalen Segmente) von Endokard und Myokard des LV zu achten.

Was wir messen: 2D-strain des LV.

**Bild 10** Vierkammer-Blick B-Mode (Ausschnitt RV) - Loop (NEU in 2. Förderphase)

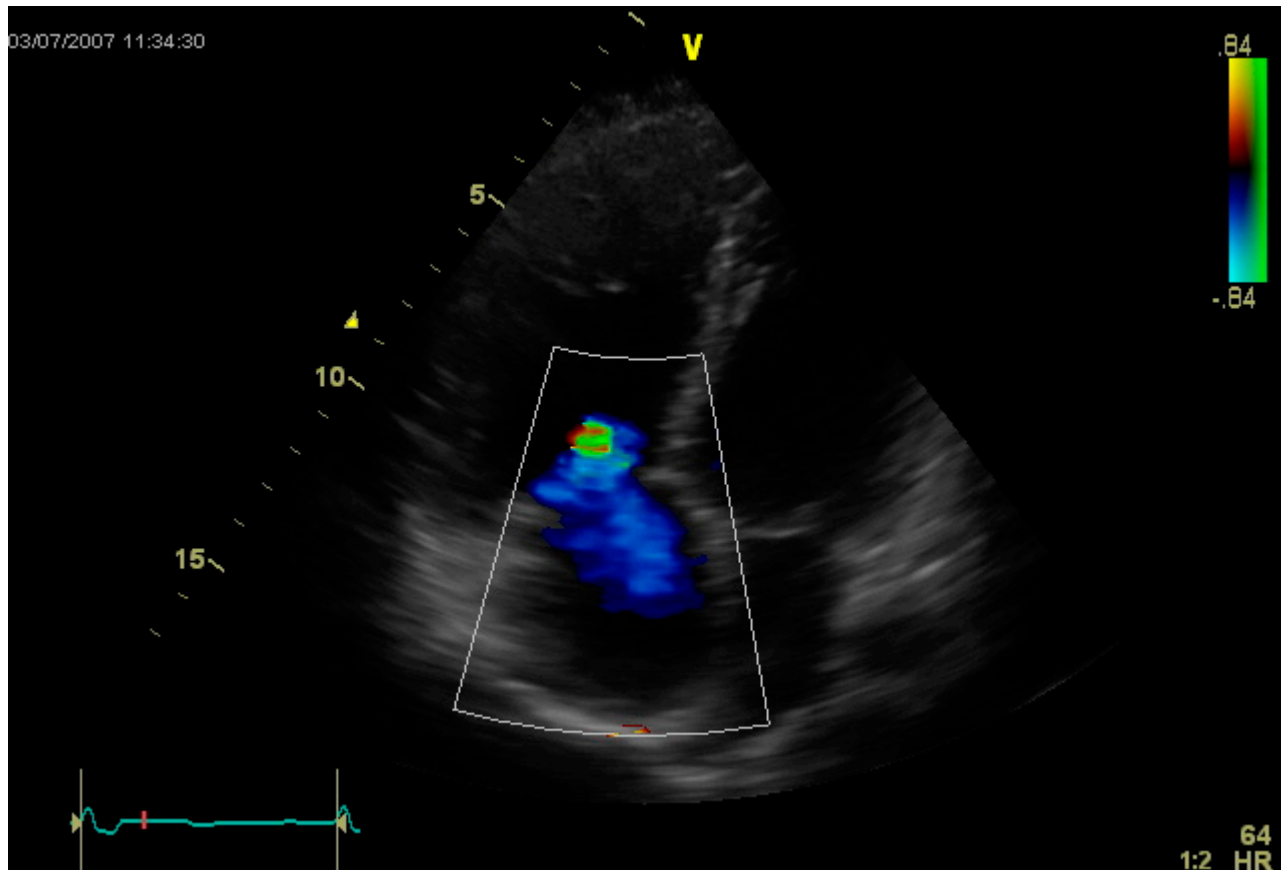
4 Kammer-Blick, Fokus auf den RV



Cave: möglichst vollständige Darstellung von Endokard und Myokard des RV.

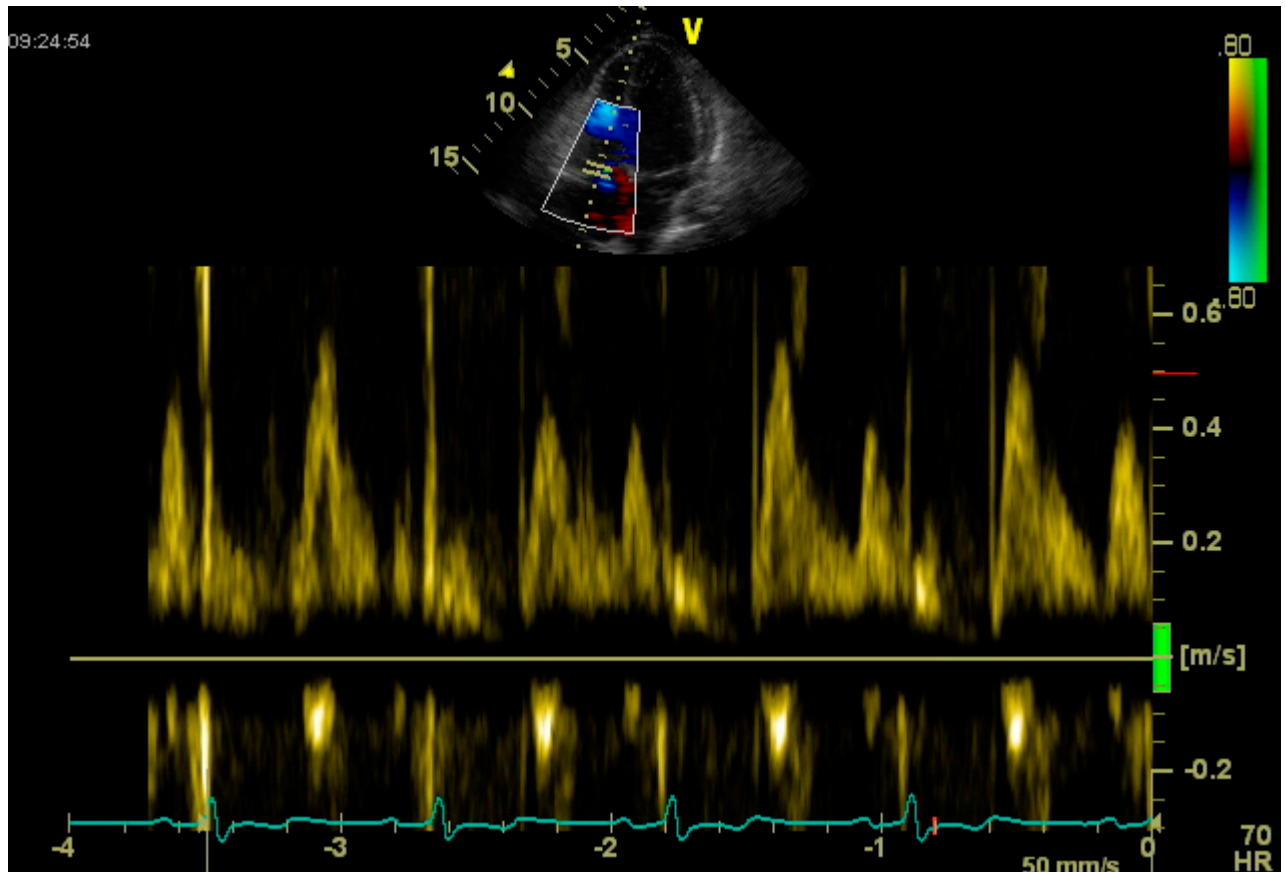
Was wir messen: 2D-strain des RV.

**Bild 11** Vierkammer-Blick B-Mode: Farbdoppler Trikuspidalklappe – Loop (NEU in 2. Förderphase)



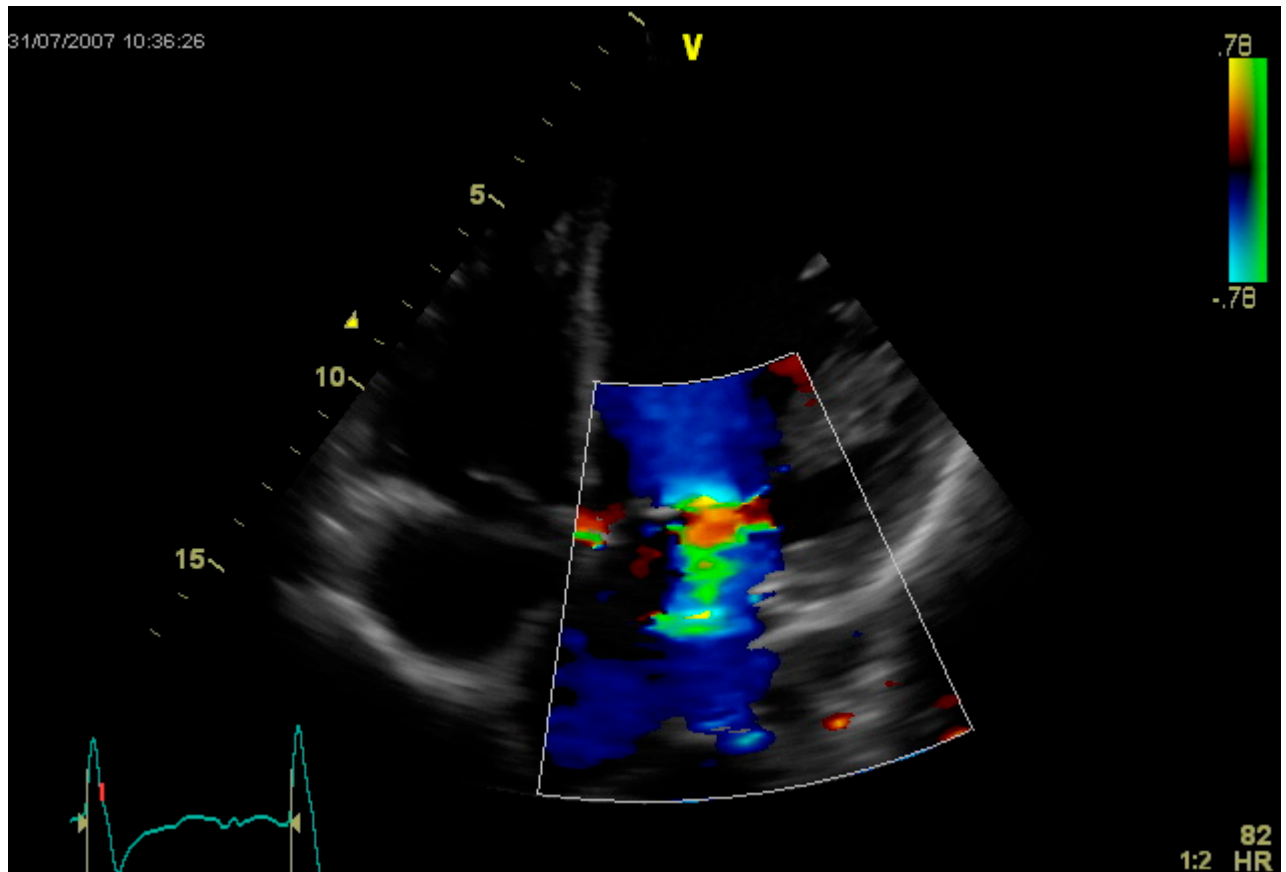
Dieser Loop dient zusammen mit dem Dopplerbild zur Beurteilung des Grades der Klappeninsuffizienz.

Bild 12 Doppler Trikuspidalklappe



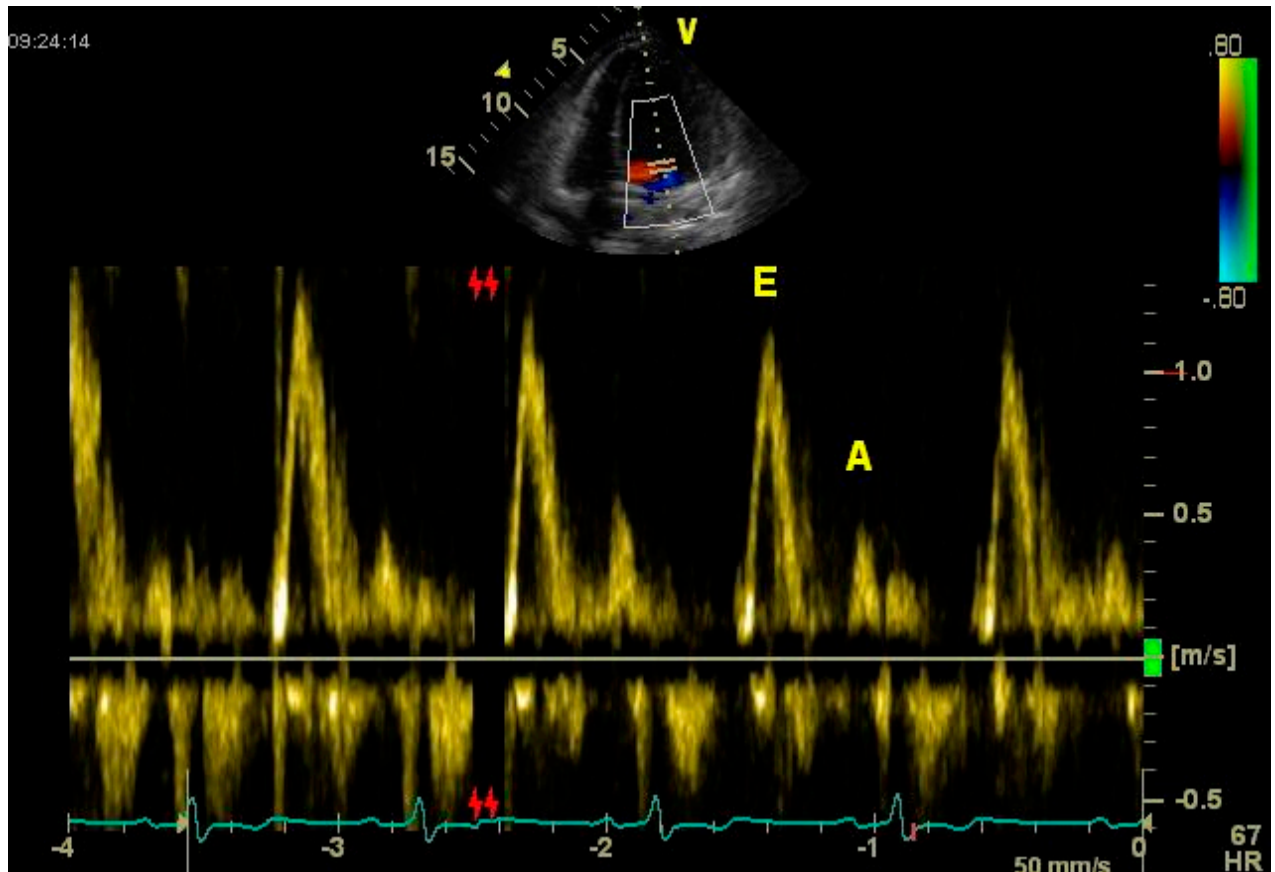
Was wir messen: E- und A-Welle. Abschätzung RV-Druck. Insuffizienzgrad.

**Bild 13** Vierkammer-Blick B-Mode: Farbdoppler Mitralklappe – Loop (NEU in 2. Förderphase)



Dieser Loop dient zusammen mit dem Dopplerbild zur Beurteilung des Grades der Klappeninsuffizienz.

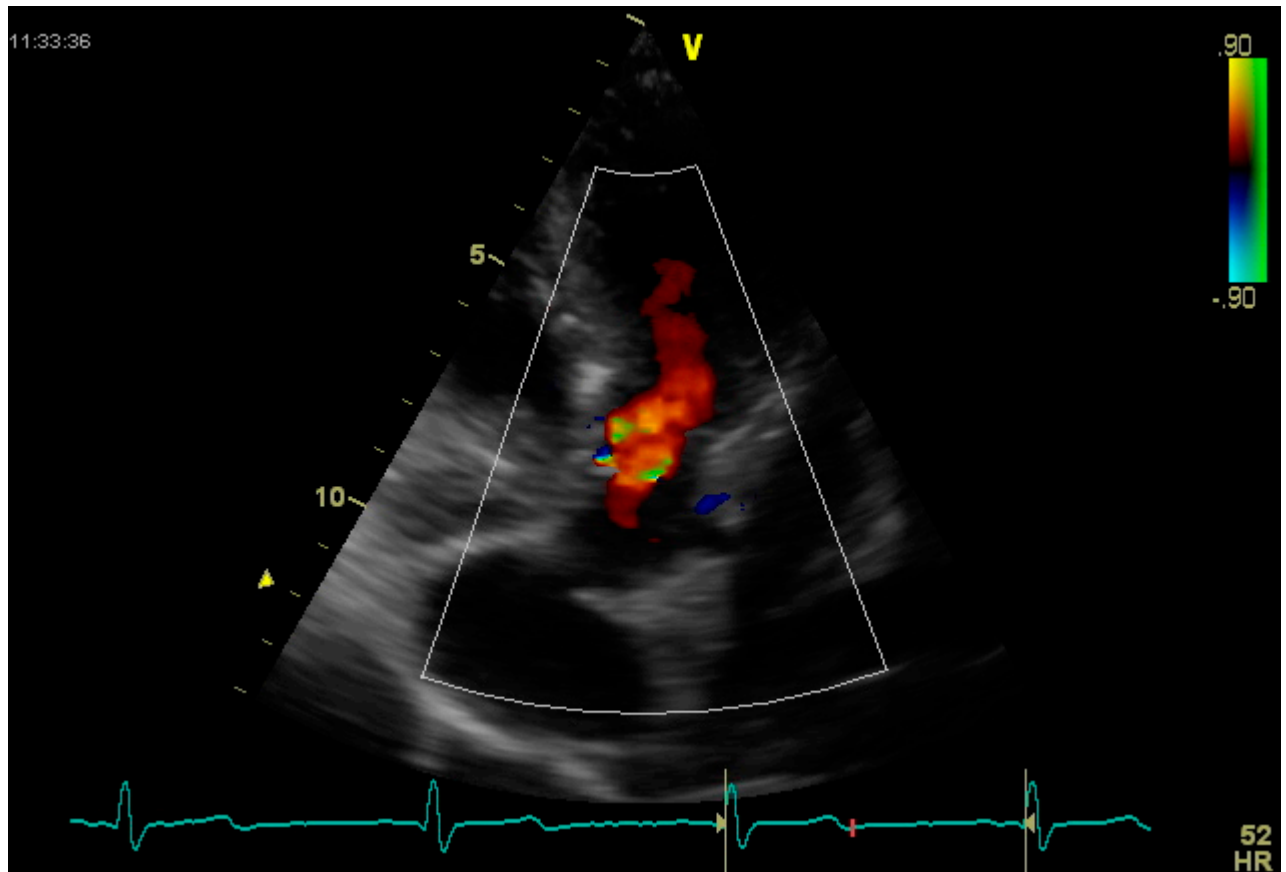
Bild 14 Doppler Mitralklappe



Cave: Es muss auf gute Darstellung und Abgrenzung von E- und A-Welle bei der Aufnahme geachtet werden.

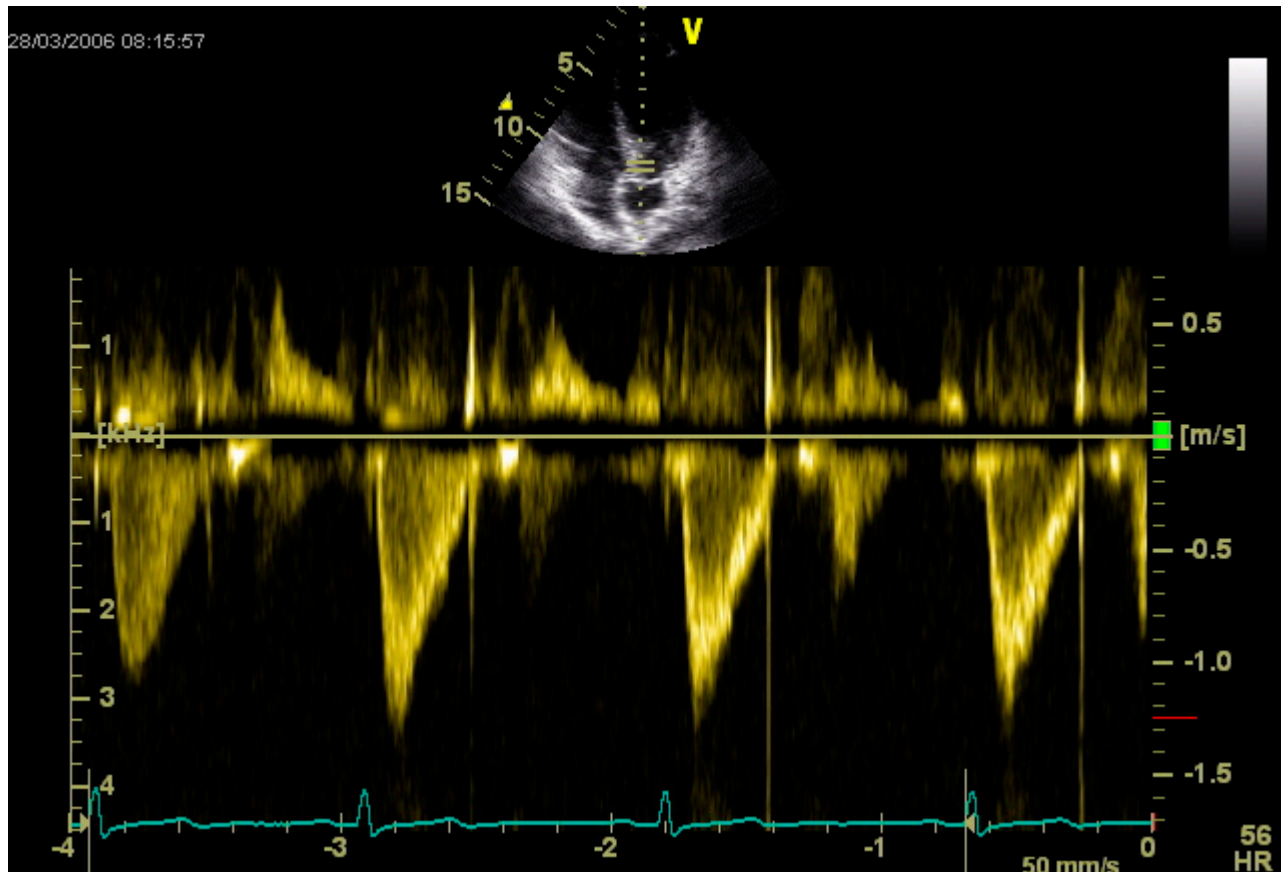
Was wir messen: E- und A-Welle. Zeitmarker MK-Öffnung und MK-Schluß. Abschätzung Insuffizienzgrad.

**Bild 15** Vierkammer-Blick B-Mode: Farbdoppler Aortenklappe – Loop (NEU in 2. Förderphase)



Dieser Loop dient zusammen mit dem Dopplerbild zur Beurteilung des Grades der Klappeninsuffizienz.

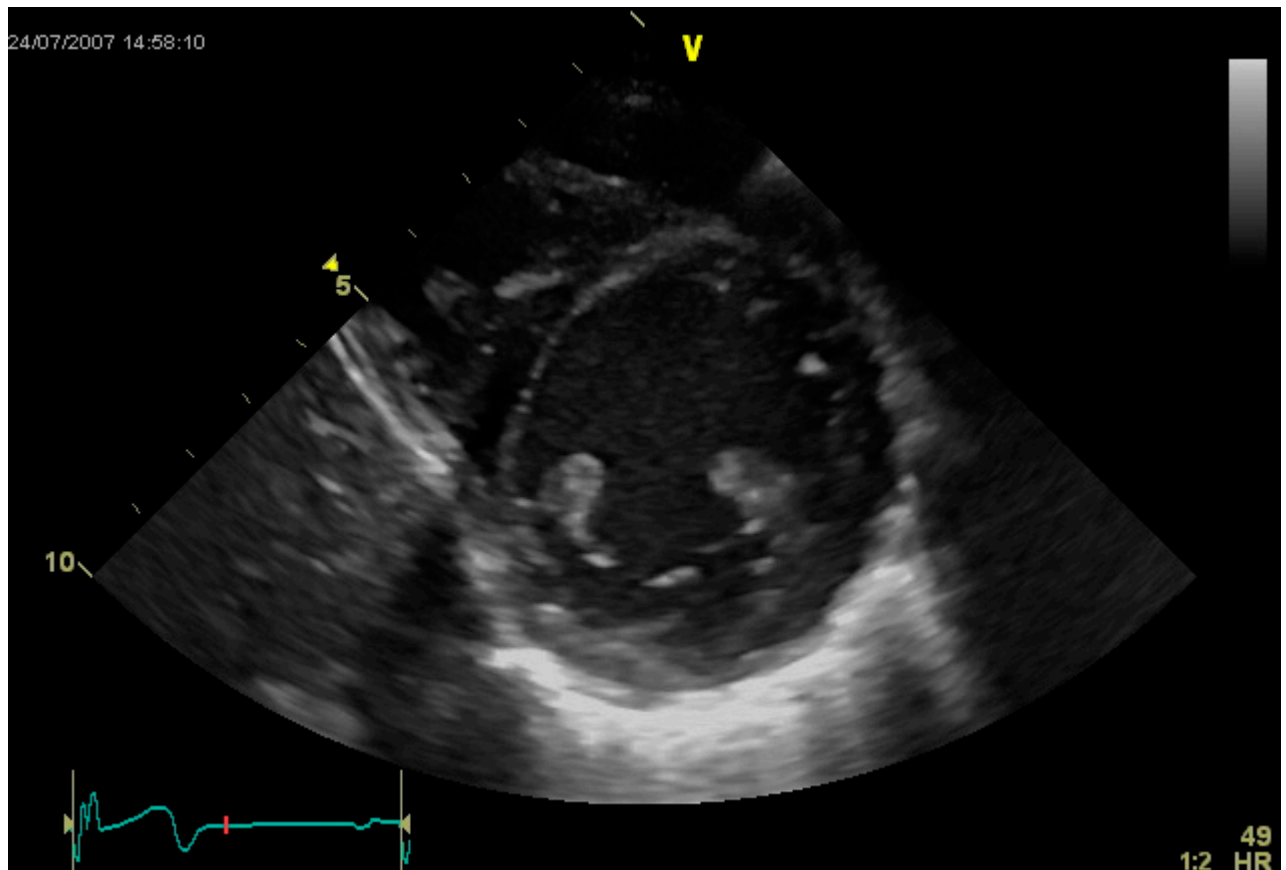
Bild 16 Doppler Aortenklappe



Was wir messen: Zeitmarker Klappenöffnung und Schluss. Flusskurve. Insuffizienzgrad.  
Herzfrequenz.

## Bild 17 Kurze Achse B-Mode (LV) - Loop

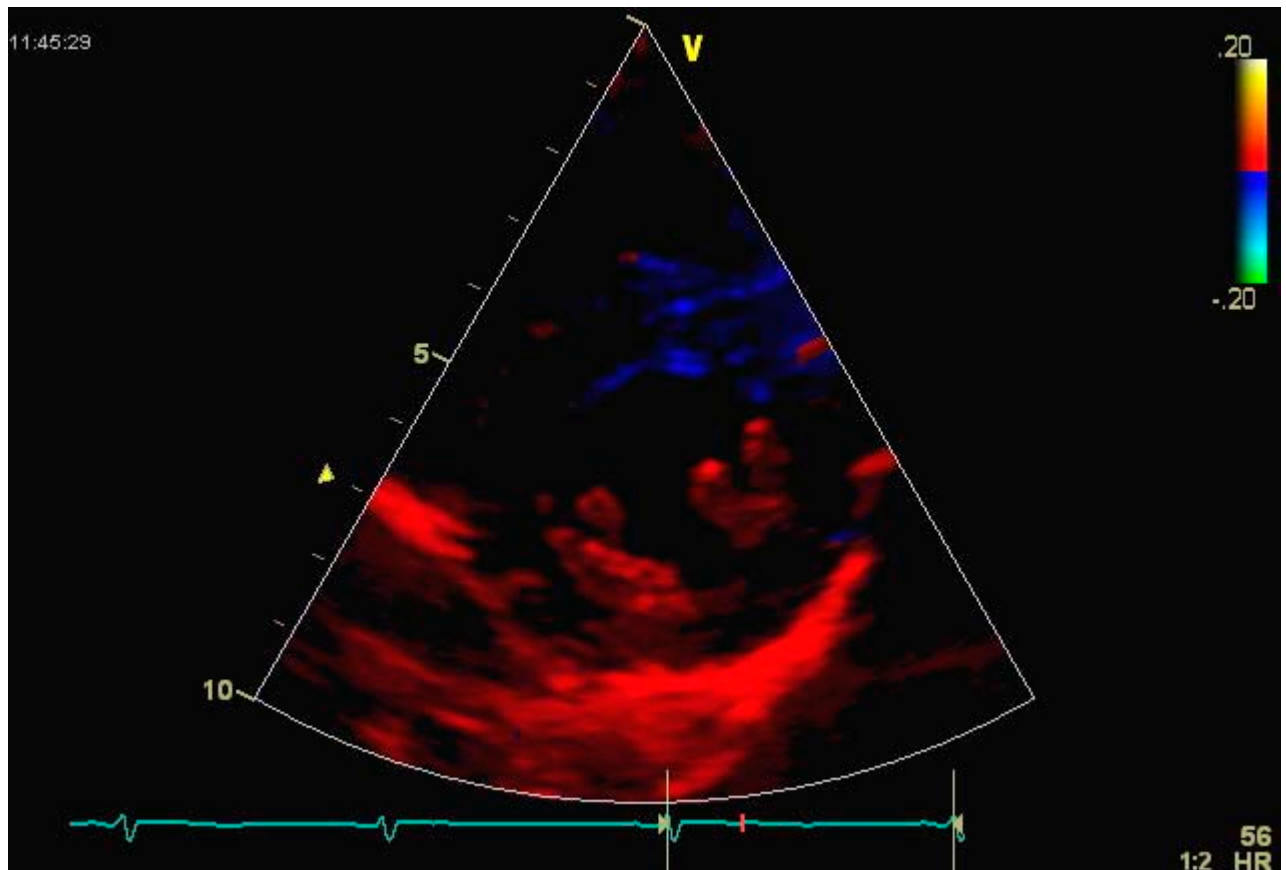
Runder Schnitt durch linken Ventrikel auf Papillarmuskelhöhe, RV angeschnitten.



Was wir messen: 2D-strain, evtl. M-Mode falls M-Mode lange Achse nicht verwertbar.

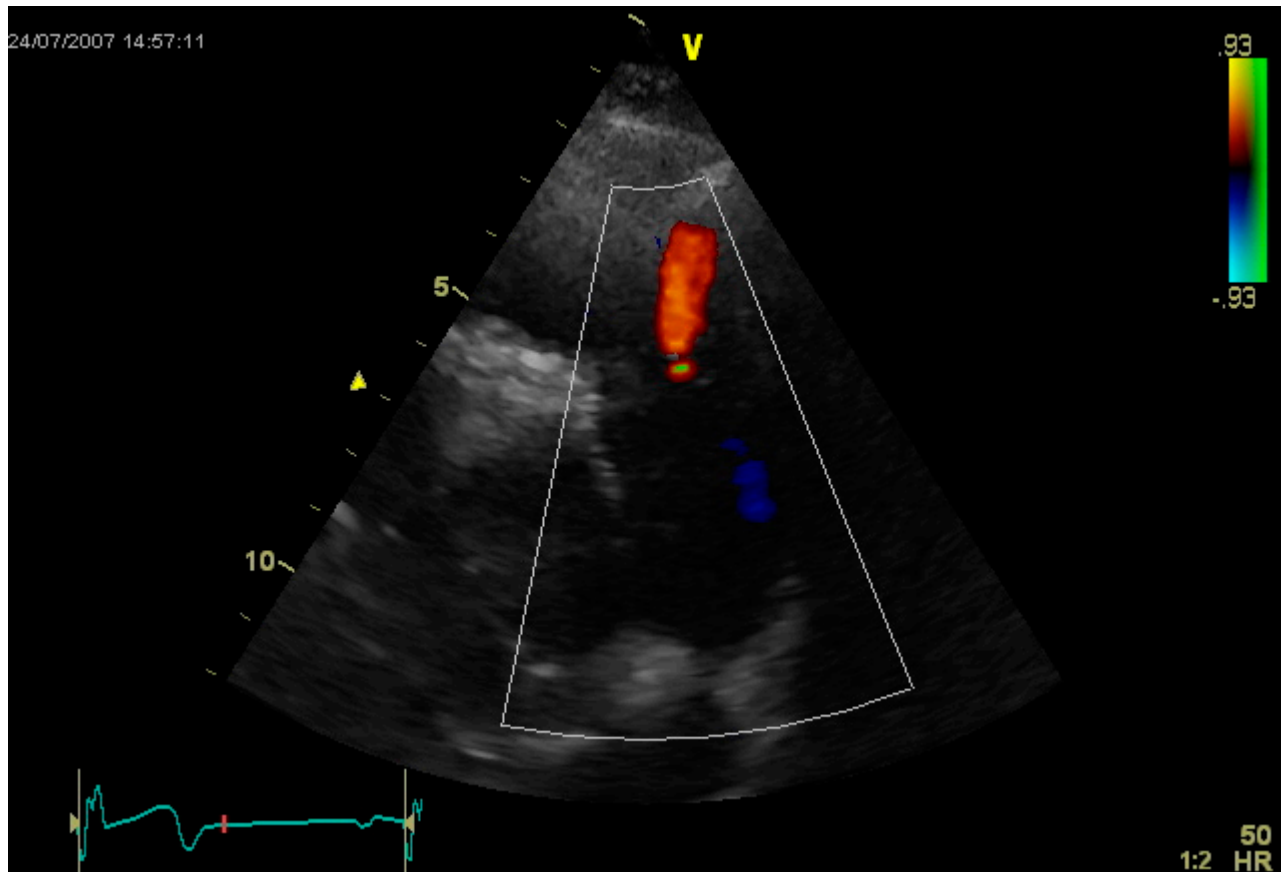
## Bild 18 Kurze Achse Gewebedoppler - Loop

Runder Schnitt durch linken Ventrikel auf Papillarmuskelhöhe.



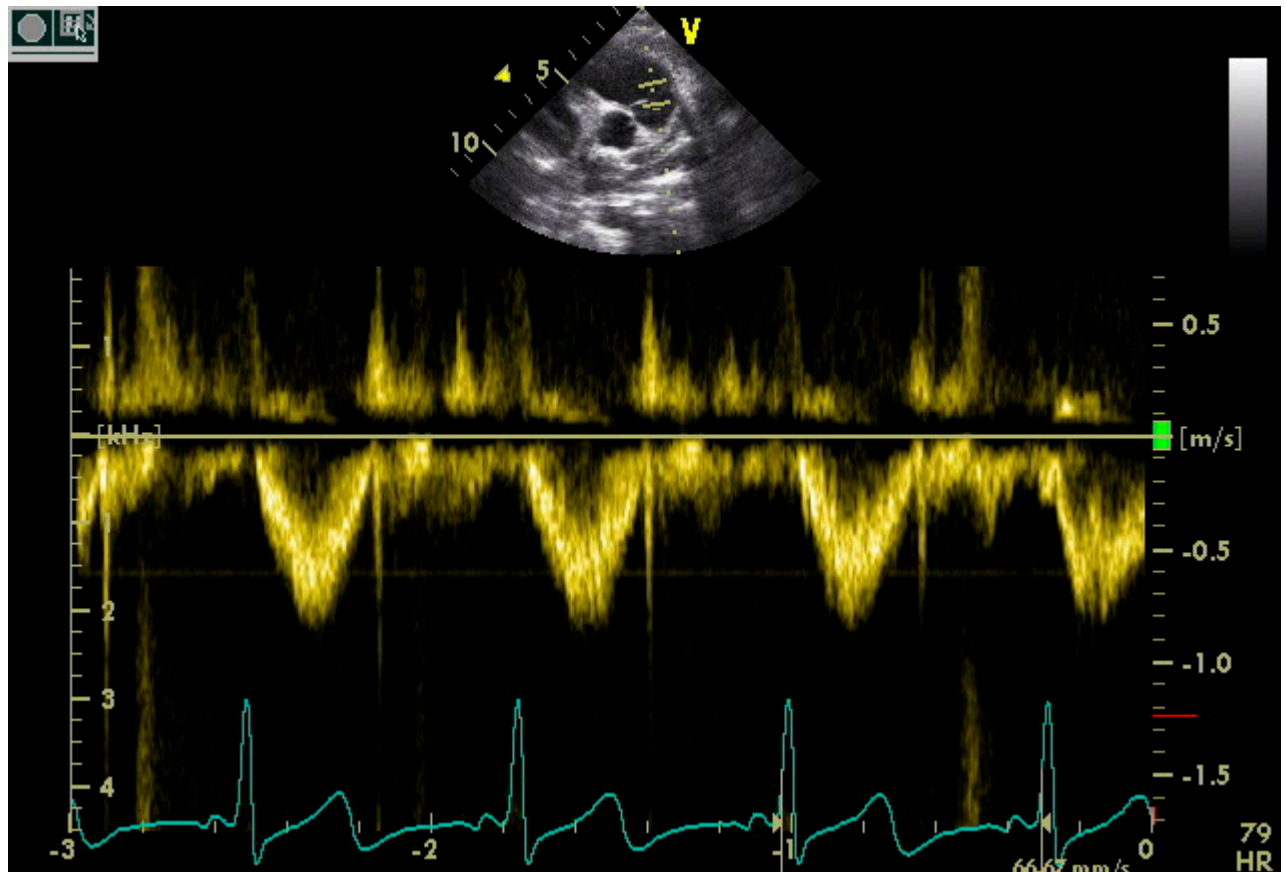
Cave: Hinterwand muss gut erkennbar sein, da dort die ROI (region of interest, Messbereich) positioniert wird.

**Bild 19** Vierkammer-Blick B-Mode: Farbdoppler Pulmonalklappe – Loop (NEU in 2. Förderphase)



Dieser Loop dient zusammen mit dem Dopplerbild zur Beurteilung des Grades der Klappeninsuffizienz.

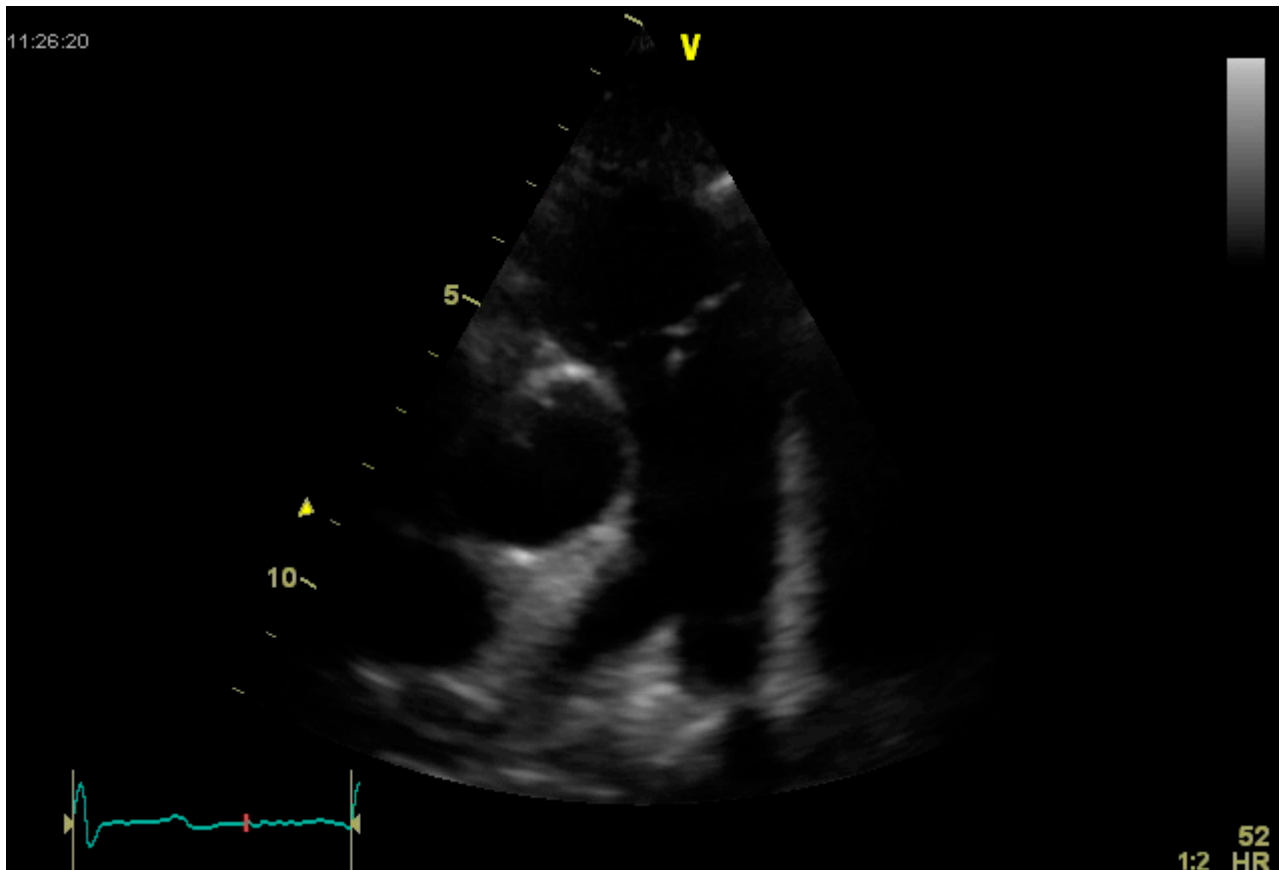
Bild 20 Doppler Pulmonalklappe



Was wir messen: Zeitmarker Klappenöffnung und Schluss. Flusskurve. Insuffizienzgrad.  
Herzfrequenz.

**Bild 21** Kurze Achse B-Mode Pulmonalgefäße: Hauptstamm bzw. LPA/RPA - Loop

Aufgenommen werden sollte: Aorta quer, RVOT mit Pulmonalklappenring, LPA und RPA.



Was wir messen: Pulmonalklappenringdurchmesser, LPA-Durchmesser, RPA-Durchmesser, Aortenklappendurchmesser.

## II. Möglichkeit B

Zentren, die nicht mit einem GE-Gerät aufnehmen, vermessen ihre Echodaten selbst, da die Auswertungs-Software EchoPac® nur GE-Formate erkennt.

Bei der Speicherung im Echo-Gerät (Modalität) sollen die vorgesehenen Felder wie folgt ausgefüllt werden:

- Patienten ID: PID (PID aus der Studiendatenbank/RDE-System)
- Nachname: Projektbezeichnung, Aufnahmeort, Visite und laufende Nummer  
Beispiel: HP\_4.1\_BO\_V2\_112
- Geb.-Datum: Geburtsdatum

Die PID-Nummer (PID = personally identifiable date, Patientenidentifikator) erhält man beim Anlegen des Patienten in der RDE-Datenbank (RDE = remote data entry: Erfassung von Daten mit elektronischen Formularen an Orten, die nicht mit dem Ort der Speicherung identisch sind). In der Regel ist dies durch die Studynurse Ihres Prüfzentrums bereits erfolgt.

Bei Fragen bezüglich der PID-Generierung wenden Sie sich bitte an das CIOffice Medizinische Forschungsnetze, Georg-August-Universität Göttingen Abteilung Medizinische Informatik, Tel.: 0551-39-8224, E-Mail: [cio-ahf@med.uni-goettingen.de](mailto:cio-ahf@med.uni-goettingen.de)

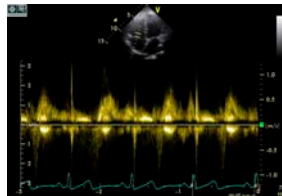
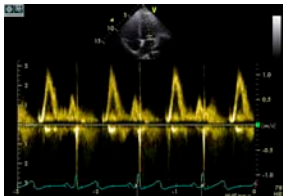
Die zu erhebenden Daten (1-6) sind im Folgenden aufgelistet. **Blau** markierte Daten sind nur unter den beschriebenen Bedingungen erforderlich.

Bei der Aufnahme sollen folgende **grundsätzlichen Punkte** beachtet werden:

- Herzfrequenz: Während der gesamten Untersuchung auf möglichst **konstante Herzfrequenz** achten, tolerable Abweichung maximal +/- 10%.
- PW-/CW-Doppler: ➤ **PW-Doppler**, falls Geschwindigkeit außerhalb des PW-Doppler-Bereichs **CW-Doppler**
  - **Wandfilter:** ist auf +/- 0,05 – 0,1 m/sec einzustellen.
  - **3-6 Zyklen**, möglichst gleichmäßige Kurven, im PW-Modus 2D-Taste aktivieren (2D-Bild steht, bessere Dopplerkurve) falls Ihr Gerät diese Option beinhaltet.

Bei Aufnahme sollen folgende **spezielle Punkte** beachtet werden:

- **(1) Funktion LV: Lange Achse M-mode**  
M-mode auf Höhe der Spitze des posterioren Mitralklappensegels (basaler Myokardabschnitt)
- **(2) Optional bei Stenose der Pulmonalgefäße - Hauptstamm bzw. LPA/RPA: Anatomie Pulmonalgefäße (parasternale kurze Achse)**  
Höhe der Aorta mit Aorta quer, RVOT, Pulmonalarterienhauptstamm, LPA und RPA
- **(3) Flussgeschwindigkeit TK / MK: PW- bzw. CW-Doppler 4-Kammer-Blick**  
Doppler-Messbereich auf Klappenringhöhe



- **(4) Flussgeschwindigkeit PK: PW- bzw. CW-Doppler parasternale Achse**  
Doppler-Messbereich auf Klappenringhöhe
- **(5) Optional bei Stenose des RVOT aus CW der Stenose: Flussgeschwindigkeit Stenose -**  
PW- bzw. CW-Doppler des Stenosebereichs
- **(6) Optional bei Insuffizienz der TK oder PK:**  
Farbdoppler der Klappeninsuffizienz in ihrer größten Ausdehnung

## Einteilung Klappeninsuffizienzen

Einteilung gemäß der ASE siehe Anhang.

Grad 0	keine
Grad 1	trivial
Grad 2	mild
Grad 3	mittelgradig
Grad 4	schwergradig

Geschätzter RV-Druck \_\_\_\_\_ mmHg + ZVD

## III. Anhang

### Adresse für die Datenversickung

C. Rummer  
Kinderkardiologie Freiburg  
Mathildenstr. 1  
79106 Freiburg

### Kontakt

Bei Fragen bezüglich der Aufnahmequalität oder Auswertbarkeit oder Anregungen oder Kritik zur Anleitung kann sich an folgende Adressen gewandt werden:

- Martin Schöber (Verfasser Möglichkeit A)  
Deutsches Herzzentrum München  
Klinik für Kinderkardiologie und Angeborene Herzfehler  
Lazarettstr. 36  
80636 München  
schoeber@dhm.mhn.de
- Axel Rentzsch  
Klinik für Pädiatrische Kardiologie  
Universitätsklinikum des Saarlandes  
66421 Homburg / Saar  
axel.rentzsch@uniklinikum-saarland.de
- C. Rummer  
Kinderkardiologie  
Mathildenstr. 1  
79106 Freiburg
- P. Böttler (Verfasser Möglichkeit B)  
Kinderkardiologie  
Mathildenstr. 1  
79106 Freiburg

## Einteilung der Klappeninsuffizienzen

Entnommen aus: Zoghbi WA et al.: Recommendations for evaluation of the severity of native valvular regurgitation with two-dimensional and Doppler echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 2003 Jul;16(7):777-802.

## Mitralklappeninsuffizienz

**Table 3** Application of specific and supportive signs, and quantitative parameters in the grading of mitral regurgitation severity

	Mild	Moderate	Severe
<b>Specific signs of severity</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Small central jet &lt; 4 cm<sup>2</sup> or &lt; 20% of LA area<sup>§</sup></li> <li>● Vena contracta width &lt; 0.3 cm</li> <li>● No or minimal flow convergence<sup>‡</sup></li> </ul>	Signs of MR > mild present, but no criteria for severe MR	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Vena contracta width <math>\geq 0.7</math> cm <i>with</i> large central MR jet (area &gt; 40% of LA) or <i>with</i> a wall-impinging jet of any size, swirling in LA<sup>§</sup></li> <li>● Large flow convergence<sup>‡</sup></li> <li>● Systolic reversal in pulmonary veins</li> <li>● Prominent flail MV leaflet or ruptured papillary muscle</li> </ul>
<b>Supportive signs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Systolic dominant flow in pulmonary veins</li> <li>● A-wave dominant mitral inflow<sup>¶</sup></li> <li>● Soft density, parabolic CW Doppler MR signal</li> <li>● Normal LV size<sup>*</sup></li> </ul>	Intermediate signs/findings	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dense, triangular CW Doppler MR jet</li> <li>● E-wave dominant mitral inflow (E &gt; 1.2 m/s)<sup>¶</sup></li> <li>● Enlarged LV and LA size<sup>**</sup>, (particularly when normal LV function is present).</li> </ul>
<b>Quantitative parameters<sup>¶</sup></b>			
R Vol (ml/beat)	< 30	30-44	45-59
RF (%)	< 30	30-39	40-49
EROA (cm <sup>2</sup> )	< 0.20	0.20-0.29	0.30-0.39
			$\geq 60$
			$\geq 50$
			$\geq 0.40$

CW, Continuous wave; EROA, effective regurgitant orifice area; LA, left atrium; LV, left ventricle; MV, mitral valve; MR, mitral regurgitation; R Vol, regurgitant volume; RF, regurgitant fraction.

\* LV size applied only to chronic lesions. Normal 2D measurements: LV minor axis  $\leq 2.8$  cm/m<sup>2</sup>, LV end-diastolic volume  $\leq 82$  ml/m<sup>2</sup>, maximal LA antero-posterior diameter  $\leq 2.8$  cm/m<sup>2</sup>, maximal LA volume  $\leq 36$  ml/m<sup>2</sup> (2;33;35).

\*\* In the absence of other etiologies of LV and LA dilatation and acute MR.

§ At a Nyquist limit of 50-60 cm/s.

¶ Usually above 50 years of age or in conditions of impaired relaxation, in the absence of mitral stenosis or other causes of elevated LA pressure.

‡ Minimal and large flow convergence defined as a flow convergence radius < 0.4 cm and  $\leq 0.9$  cm for central jets, respectively, with a baseline shift at a Nyquist of 40 cm/s. Cut-offs for eccentric jets are higher, and should be angle corrected (see text).

\* Quantitative parameters can help sub-classify the moderate regurgitation group into mild-to-moderate and moderate-to-severe as shown.

### Aortenklappeninsuffizienz

Table 4 Qualitative and quantitative parameters useful in grading aortic regurgitation severity

	Mild	Moderate	Severe
<b>Structural parameters</b>			
LA size	Normal*	Normal or dilated	Usually dilated**
Aortic leaflets	Normal or abnormal	Normal or abnormal	Abnormal/flail, or wide coaptation defect
<b>Doppler parameters</b>			
Jet width in LVOT –Color Flow <sup>‡</sup>	Small in central jets	Intermediate	Large in central jets; variable in eccentric jets
Jet density –CW	Incomplete or faint	Dense	Dense
Jet deceleration rate –CW (PHT, ms) <sup>§</sup>	Slow > 500	Medium 500-200	Steep < 200
Diastolic flow reversal in descending aorta –PW	Brief, early diastolic reversal	Intermediate	Prominent holodiastolic reversal
<b>Quantitative parameters<sup>¶</sup></b>			
VC width, cm <sup>‡</sup>	< 0.3	0.3-0.60	> 0.6
Jet width/LVOT width, % <sup>‡</sup>	< 25	25-45      46-64	≥ 65
Jet CSA/LVOT CSA, % <sup>‡</sup>	< 5	5-20      21-59	≥ 60
R Vol, ml/beat	< 30	30-44      45-59	≥ 60
RF, %	< 30	30-39      40-49	≥ 50
EROA, cm <sup>2</sup>	< 0.10	0.10-0.19      0.20-0.29	≥ 0.30

AR, Aortic regurgitation; CSA, cross sectional area; CW, continuous wave Doppler; EROA, effective regurgitant orifice area; LV, left ventricle; LVOT, left ventricular outflow tract; PHT, pressure half-time; PW, pulsed wave Doppler; R Vol, regurgitant volume; RF, regurgitant fraction; VC, vena contracta.

\* Unless there are other reasons for LV dilation. Normal 2D measurements: LV minor axis  $\approx$  2.8 cm/m<sup>2</sup>, LV end-diastolic volume  $\approx$  82 ml/m<sup>2</sup> (2).

\*\* Exception: would be acute AR, in which chambers have not had time to dilate.

<sup>‡</sup> At a Nyquist limit of 50–60 cm/s.

<sup>§</sup> PHT is shortened with increasing LV diastolic pressure and vasodilator therapy, and may be lengthened in chronic adaptation to severe AR.

<sup>¶</sup> Quantitative parameters can sub-classify the moderate regurgitation group into mild-to-moderate and moderate-to-severe regurgitation as shown.

### Trikuspidalklappeninsuffizienz

Table 8 Echocardiographic and Doppler parameters used in grading tricuspid regurgitation severity

Parameter	Mild	Moderate	Severe
Tricuspid valve	Usually normal	Normal or abnormal	Abnormal/flail leaflet/Poor coaptation
RV/RA/IVC size	Normal*	Normal or dilated	Usually dilated**
Jet area-central jets (cm <sup>2</sup> ) <sup>‡</sup>	< 5	5-10	> 10
VC width (cm) <sup>‡</sup>	Not defined	Not defined, but < 0.7	> 0.7
PISA radius (cm) <sup>§</sup>	$\leq$ 0.5	0.6-0.9	> 0.9
Jet density and contour –CW	Soft and parabolic	Dense, variable contour	Dense, triangular with early peaking
Hepatic vein flow <sup>†</sup>	Systolic dominance	Systolic blunting	Systolic reversal

CW, Continuous wave Doppler; IVC, inferior vena cava; RA, right atrium; RV, right ventricle; VC, vena contracta width.

\* Unless there are other reasons for RA or RV dilation. Normal 2D measurements from the apical 4-chamber view: RV medio-lateral end-diastolic dimension  $\leq$  4.3 cm, RV end-diastolic area  $\leq$  35.5 cm<sup>2</sup>, maximal RA medio-lateral and supero-inferior dimensions  $\leq$  4.6 cm and 4.9 cm respectively, maximal RA volume  $\leq$  33 ml/m<sup>2</sup> (35;89).

\*\* Exception: acute TR.

<sup>‡</sup> At a Nyquist limit of 50–60 cm/s. Not valid in eccentric jets. Jet area is not recommended as the sole parameter of TR severity due to its dependence on hemodynamic and technical factors.

<sup>§</sup> At a Nyquist limit of 50–60 cm/s.

<sup>†</sup> Baseline shift with Nyquist limit of 28 cm/s.

<sup>†</sup> Other conditions may cause systolic blunting (eg. atrial fibrillation, elevated RA pressure).

## Pulmonalklappeninsuffizienz

**Table 10** Echocardiographic and Doppler parameters used in grading pulmonary regurgitation severity

Parameter	Mild	Moderate	Severe
Pulmonic valve	Normal	Normal or abnormal	Abnormal
RV size	Normal*	Normal or dilated	Dilated
Jet size by color Doppler <sup>§</sup>	Thin (usually < 10 mm in length) with a narrow origin	Intermediate	Usually large, with a wide origin; May be brief in duration
Jet density and deceleration rate –CW†	Soft; Slow deceleration	Dense; variable deceleration	Dense; steep deceleration, early termination of diastolic flow
Pulmonic systolic flow compared to systemic flow –PW*	Slightly increased	Intermediate	Greatly increased

CW, Continuous wave Doppler; PR, pulmonic regurgitation; PW, pulsed wave Doppler; RA, right atrium; RF, regurgitant fraction; RV, right ventricle.

\* Unless there are other reasons for RV enlargement. Normal 2D measurements from the apical 4-chamber view; RV medio-lateral end-diastolic dimension  $\leq$  4.3 cm, RV end-diastolic area  $\leq$  35.5 cm<sup>2</sup>(89).

\*\* Exception: acute PR

§ At a Nyquist limit of 50-60 cm/s.

\* Cut-off values for regurgitant volume and fraction are not well validated.

† Steep deceleration is not specific for severe PR.

## Literatur

Boettler P et al. Heart rate effects on strain and strain rate in healthy children. J Am Soc Echocardiogr. 2005;18:1121-30. **(Normwerte Strain)**

Flachskampf F.A. et al. Praxis der Echokardiographie. Georg Thieme Verlag. 2.Aufl. 2007

Gilman G et al. Strain rate and strain: a step-by-step approach to image and data acquisition. J Am Soc Echocardiogr. 2004;17:1011-20.

Hoffmann R. Positionspapier zu Qualitätsstandards in der Echokardiographie Z Kardiol. 2004;93:975-86.

Kapusta L et al. Assessment of myocardial velocities in healthy children using tissue Doppler imaging. Ultrasound Med Biol. 2000;26:229-37. **(Normwerte Velocities)**

Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, Picard MH, Roman MJ, Seward J, Shanewise JS, Solomon SD, Spencer KT, Sutton MS, Stewart WJ; Chamber Quantification Writing Group; American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee; European Association of Echocardiography. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. J Am Soc Echocardiogr. 2005 Dec;18(12):1440-63.

Langeland, S et al. Experimental validation of a New Ultrasound Method for the simultaneous Assessment of radial and longitudinal myocardial deformation independent of insonation angle. Circulation. 2005;112:2157-62.

Marwick, T.H. Measurement of Strain and Strain Rate by Echocardiography: Ready for Prime Time? J. Am. Coll. Cardiol. 2006;47;1313-1327

Sutherland G.R. et al. Doppler Myocardial Imaging. BSWK. First Edition 2006  
**(Standardwerk, Normwerte Strain, Strain rate, Velocity)**

Weidemann F et al. Quantification of regional left and right ventricular radial and longitudinal function in healthy children using ultrasound-based strain rate and strain imaging. J Am Soc Echocardiogr 2002;15:20-8. **(Normwerte Strain)**

Zoghbi WA et al. Recommendations for evaluation of the severity of native regurgitation with two-dimensional and Doppler echocardiographie. J Am Soc Echocardiogr 16:777-802 (2003)

Erstellt: 20.8.2007

Dr. med. Petra Böttler  
Universitätsklinikum Freiburg

Prof. Dr. med. Hashim Abdul-Khaliq  
Universitätsklinikum des Saarlandes

Prof. Dr. med. Michael Vogel  
PD Dr. med. Manfred Vogt  
Deutsches Herzzentrum München

**Weitere Informationen:**  
Kompetenznetz Angeborene  
Herzfehler  
Augustenburger Platz 1  
13353 Berlin

Tel.: +49 30 450-576772  
Fax: +49 30 450-576972

E-Mail:  
info@kompetenznetz-ahf.de  
www.kompetenznetz-ahf.de