

**Pressegespräch der  
Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM)**

**„Herz-Ultraschall beim Ungeborenen:  
Wie können angeborene Herzfehler rechtzeitig erkannt werden?“**

Termin: Mittwoch, den 23. September 2009, 11.00 bis 12.00 Uhr

Ort: Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin (Mitte)

**Inhalt:**

**Pressemeldung** Schwangerschaftsvorsorge verbessern: Mit Ultraschall frühzeitig angeborene Herzfehler erkennen

**Redemanuskripte** Privatdozentin Dr. med. Annegret Geipel  
Professor Dr. med. Rabih Chaoui  
Professor Dr. med. Andreas Franke

**Originalarbeiten** Qualitätsanforderungen der DEGUM zur Durchführung der fetalen Echokardiografie

Qualitätsanforderungen an die geburtshilfliche  
Ultraschalldiagnostik (= DEGUM-Stufe I) im Zeitraum  
19. bis 22. Schwangerschaftswochen

Qualitätsanforderungen an die weiterführende  
differenzialdiagnostische Ultraschalluntersuchung in der  
pränatalen Diagnostik (=DEGUM Stufe II) im Zeitraum  
18. bis 22. Schwangerschaftswoche

DEGUM – Mehrstufenkonzept  
Geburtshilfliche Ultraschalldiagnostik

Der Vier-Kammer-Blick in der fetalen Echokardiographie

**Curriculum vitae der Referenten**

**Bestellformular für Fotos**

*Falls Sie das Material in digitaler Form wünschen, stellen wir Ihnen dieses gerne zur Verfügung. Bitte kontaktieren Sie uns per E-Mail unter: [jakobi@medizinkommunikation.org](mailto:jakobi@medizinkommunikation.org)*

**Kontakt für Journalisten:**

Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin

Silke Jakobi

Pressestelle

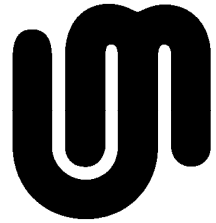
Postfach 30 11 20

70451 Stuttgart

Tel.: 0711 8931-163

Fax: 0711 8931-167

E-Mail: [jakobi@medizinkommunikation.org](mailto:jakobi@medizinkommunikation.org)



**Pressegespräch der  
Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM)**

**Herz-Ultraschall beim Ungeborenen:  
Wie können angeborene Herzfehler rechtzeitig erkannt werden?**

Termin: Mittwoch, den 23. September 2009, 11.00 bis 12.00 Uhr

Ort: Langerbeck-Virchow-Haus, Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin (Mitte)

**Themen und Referenten:**

**Qualität beim Herz-Ultraschall:**

**Angeborene Herzfehler rechtzeitig erkennen**

Privatdozentin Dr. med. Annegret Geipel, Vorstandsmitglied der DEGUM, Leitende Oberärztin, Abteilung für Pränatale Medizin und Geburtshilfe Universitätsklinikum Bonn

**Fetale Echokardiographie:**

**Neue Entwicklungen bei der vorgeburtlichen Diagnostik angeborener Herzfehler**

Professor Dr. med. Rabih Chaoui, Leitung Arbeitskreis „Fetale Echokardiographie“ der DEGUM, Praxis für Pränatalmedizin, Berlin

**Vorhofseptumdefekt: Loch in der Herzscheidewand sicherer und schneller verschließen mittels 3D-Ultraschall**

Prof. Dr. med. Andreas Franke, Chefarzt Kardiologie, Klinikum Siloah, Klinikum Region Hannover

**Kontakt für Journalisten:**

Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin

Silke Jakobi

Pressestelle

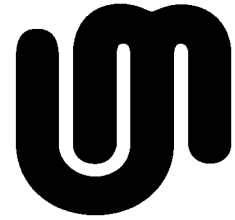
Postfach 30 11 20

70451 Stuttgart

Tel.: 0711 8931-163

Fax: 0711 8931-167

E-Mail: [jakobi@medizinkommunikation.org](mailto:jakobi@medizinkommunikation.org)



## **Schwangerschaftsvorsorge verbessern: Mit Ultraschall frühzeitig angeborene Herzfehler erkennen**

**Berlin, 23. September 2009 - Die meisten angeborenen Herzfehler werden trotz Schwangerschaftsvorsorge erst nach der Geburt entdeckt. Mit höheren Standards für Ärzte und modernen Geräten könnte die Rate deutlich gesteigert werden. Die Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) fordert deshalb neue Qualitätsstandards.**

„Noch immer sterben viele Kinder mit Herzfehlern nach der Geburt“, sagt Privatdozentin Dr. Annegret Geipel, Ultraschallexpertin und Gynäkologin am Universitätsklinikum Bonn. Jeder fünfte Todesfall in den ersten Lebenstagen und jeder zweite Todesfall aufgrund angeborener Fehlbildungen im ersten Jahr sei auf Herzfehler zurückzuführen.

Wird der Herzfehler frühzeitig erkannt, können die Kinder gleich nach der Geburt in speziellen Zentren betreut werden. Die Mutterschaftsrichtlinien sehen ein Screening beim sogenannten „Routine-Ultraschall“ zwischen der 19. und 22. Schwangerschaftswoche vor. Diese Chance wird nach Ansicht von Dr. Geipel derzeit nicht optimal genutzt. „Die Ärzte sollen nur auf allgemeine Auffälligkeiten wie Form und Aktion des Herzens achten“, erläutert die Expertin: „Mithilfe moderner Geräte können qualifizierte Ärzte Einzelheiten der Herzwände und der Blutströmung beurteilen.“ Im Vierkammerblick, der Darstellung aller Herzhöhlen, könnten unter optimalen Bedingungen 40 bis 50 Prozent aller Herzfehler entdeckt werden, weitere 20 bis 30 Prozent durch die Beurteilung der Ausflusstrakte. Daher haben andere nationale Gesundheitssysteme, beispielsweise der National Health Service (NHS) in Großbritannien, die Beurteilung von Vierkammerblick und Ausflusstrakten verbindlich in das Screeningprogramm in der 20. Schwangerschaftswoche aufgenommen. „Beim Ultraschall hängt ein Erfolg wesentlich von Erfahrung und Qualifikation des Untersuchers ab“, so Dr. Geipel

Die DEGUM hat deshalb Qualitätsstandards formuliert, die über die Anforderungen der Mutterschaftsrichtlinien deutlich hinausgehen. Ihre Umsetzung würde nach Einschätzung von Dr. Geipel die Entdeckungsraten beträchtlich steigern.

### Kontakt für Journalisten:

Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin

Silke Jakobi

Pressestelle

Postfach 30 11 20

70451 Stuttgart

Tel.: 0711 8931-163

Fax: 0711 8931-167

E-Mail: [jakobi@medizinkommunikation.org](mailto:jakobi@medizinkommunikation.org)

## **Qualitätsstandards in der fetalen Echokardiographie:**

### **Angeborene Herzfehler rechtzeitig erkennen**

Privatdozentin Dr. med. Annegret Geipel, Vorstandsmitglied der DEGUM, Leitende Oberärztin, Abteilung für Pränatale Medizin und Geburtshilfe Universitätsklinikum Bonn

Die pränatale Diagnose fetaler Erkrankungen, Fehlbildungen und Entwicklungsstörungen führt in vielen Fällen zu einer Senkung der vor- und nachgeburtlichen Morbidität und Mortalität. Mit einer Inzidenz von 5 bis 8/ 1000 Lebendgeborene und von zirka 10/ 1000 Feten im 2. Trimenon gehören Herzfehler nicht nur zu den häufigsten Fehlbildungen, sondern weisen zudem auch eine hohe Morbidität und Mortalität auf. Rund 20 Prozent der Todesfälle in der Neonatalzeit beziehungsweise 50 Prozent der Todesfälle aufgrund angeborener Fehlbildungen im 1. Lebensjahr sind auf kritische Herzfehler zurückzuführen.

Die pränatal gestellte Diagnose ermöglicht in diesen Fällen die Optimierung des perinatalen Managements (Entbindungsklinik mit entsprechender Spezialisierung, Vorhalten verschiedener Fachdisziplinen) und somit eine Senkung der präoperativen Morbidität (zum Beispiel Reanimationspflichtigkeit, Niereninsuffizienz, Multiorganversagen). Verschieden Studien zeigen zudem dass durch die pränatale Diagnose die Sterblichkeit und die Langzeitmorbidity gesenkt werden, insbesondere bei Herzfehler wie dem hypoplastischen Linksherz, der Transposition der großen Arterien und der schweren Aortenisthmusstenose (1).

Der Nachweis von Herzfehlern hängt vom Schwangerschaftsalter, den Untersuchungsbedingungen, der apparativen Ausstattung, entscheidend aber von der Erfahrung und Qualifikation des Untersuchers ab. Da mehr als 80 Prozent der Schwangeren keiner Risikogruppe (Familienanamnese, präexistente Erkrankungen) angehören, kann die Diagnose fetaler Herzfehler nur über ein Ultraschallscreening aller Schwangeren erreicht werden. Entsprechend der Mutterschaftsrichtlinien wird das II. Screening in der 19. bis 22. Schwangerschaftswoche durchgeführt, dabei sollen allgemeine Hinweiszeichen (Strukturen, Herzaktion) für fetale Entwicklungsstörungen erkannt werden. Die Sektion Gynäkologie und Geburtshilfe der DEGUM hat Qualitätsanforderungen an die geburtshilfliche Ultraschalldiagnostik (Stufe I) sowie die weiterführende differentialdiagnostische Ultraschalluntersuchung (Stufe II) formuliert, die sich qualitativ von den Mindestanforderungen der Mutterschaftsrichtlinien abheben (2,3). Hierbei sollen neben Herzposition und -rhythmus der Vierkammerblick (Stufe I) sowie zusätzlich die rechts- und linksventrikulären Ausflusstrakte (Stufe II) beurteilt

werden. Die gezielte fetale Echokardiographie (Stufe II und III) umfasst die Darstellung von kardialen Strukturen (Kammern, Klappen, Gefäße, Septen), der intrakardialen Blutflüsse sowie der Blutflussmuster in den großen Arterien (Aorta, Pulmonalarterie) und den zuführenden Venen (4). Der optimale Untersuchungszeitpunkt liegt zwischen der 20. bis 22. Schwangerschaftswoche. Die pränatalen Entdeckungsraten fetaler Herzfehler liegen in Westeuropa etwa bei 20 bis 25 Prozent, dabei erreichen Länder mit etablierten Screeningprogrammen höhere Entdeckungsraten (20 bis 48 Prozent) als solche ohne feste Screeninguntersuchung (8 bis 11 Prozent). Durch die alleinige Beurteilung des Vierkammerblicks sind selbst bei optimalen Bedingungen nur 40 bis 50 Prozent aller Herzfehler zu entdecken, weitere 20 bis 30 Prozent sind durch die zusätzliche Beurteilung der Ausflusstrakte diagnostizierbar (5,6,7,8). Um das volle Potential der Untersuchung auszuschöpfen, sind standardisierte Untersuchungstechniken (segmentales Vorgehen, Schnittebenen), die Verwendung hochauflösender Ultraschallgeräte sowie die entsprechende theoretische und praktische Ausbildung der Durchführenden notwendig.

Literatur:

1. Bonnet D, Coltri A, Butera G, Fermont L, Le Bidois J, Kachaner J, Sidi D. Detection of transposition of the great arteries in fetuses reduces neonatal morbidity and mortality. *Circulation*. 1999 23; 99: 916-8.
2. Eichhorn KH, Schramm T, Bald R, Hansmann M, Gembruch U. DEGUM grade I quality standards in obstetric ultrasound diagnosis during the 19th-22nd week of pregnancy. *Ultraschall Med*. 2006; 27:185-7.
3. Merz E, Eichhorn KH, Hansmann M, Meinel K. . Quality demands on continuing differential diagnostic sonography in prenatal diagnostics (DEGUM stage II) during the 18th to 22nd weeks of gestation] *Ultraschall Med*. 2002;23:11-2.
4. Chaoui R, Heling K, Mielke G, Hofbeck M, Gembruch U. Quality standards of the DEGUM for performance of fetal echocardiography. *Ultraschall Med*. 2008;29: 197-200
5. Berg C, Geipel A, Gembruch U. The four-chamber view in fetal echocardiography. *Ultraschall Med* 2007; 28: 132-57
6. Berg C, Gembruch U, Geipel A. Outflow tract sectional planes in two-dimensional fetal echocardiography--part I] *Ultraschall Med*. 2009 ;30:128-44
7. Berg C, Gembruch U, Geipel A. Outflow tract views in two-dimensional fetal echocardiography - part II. *Ultraschall Med*. 2009, 30: 230-51
8. Gembruch U, Geipel A. Indication for fetal echocardiography: screening in low and high risk population. In: Yagel S, Silverman N H, Gembruch U (eds). *Fetal Cardiology*. Martin Dunitz, Taylor & Francis Group, London 2009, 111-130

Abbildungen:

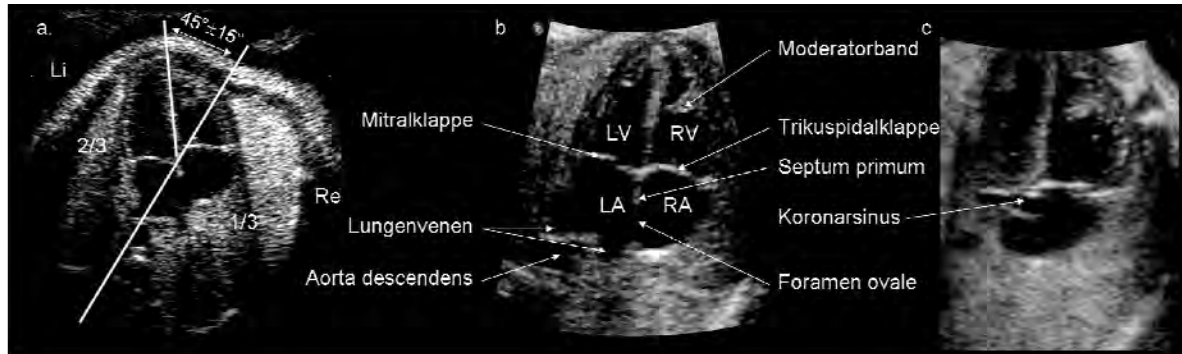


Abb 1a,b,c: Zweidimensionale Echokardiographie des apikalen Vier-Kammer-Blickes in drei unterschiedlichen Einstellungen. Die Übersicht (a) demonstriert die Größenverhältnisse im Thorax: die Herzachse ist  $45^\circ \pm 15^\circ$  nach links gekippt, 2/3 des Herzens liegen in der linken und 1/3 in der rechten Thoraxhälfte. Die Herzfläche nimmt 1/3 der Thoraxfläche ein. In der Zoom-Ansicht (b) können die anatomischen Details optimal beurteilt werden (das Herz sollte 30-50% des Bildausschnittes einnehmen). In der kaudalen Einstellung (c) kommt der Koronarsinus zur Darstellung (aus 5)

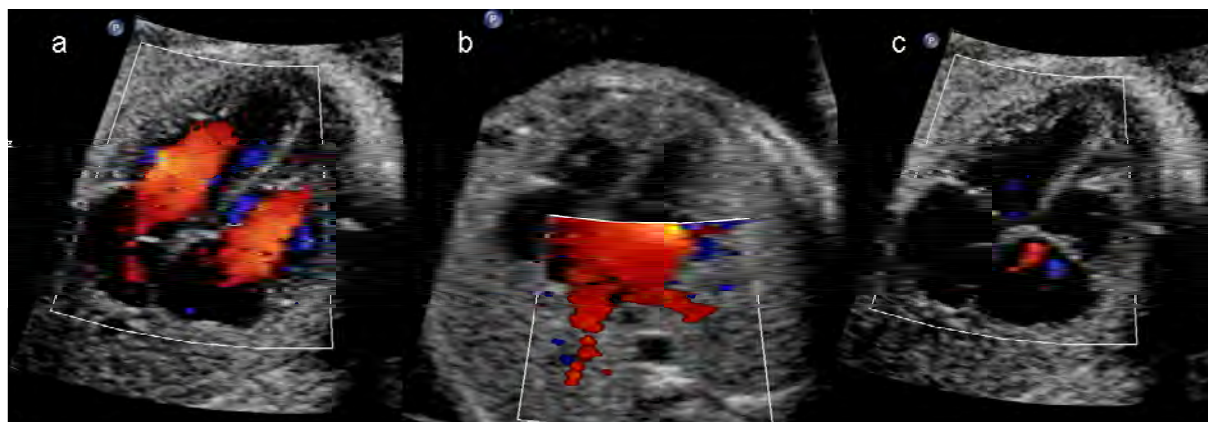


Abb. 2a,b,c: Farbdoppler-Echokardiographie des apikalen Vier-Kammer-Blickes. In der Diastole (a) lässt sich der getrennte Einfluss (rot kodiert) in beide Ventrikel darstellen. Bei niedrigen Pulsrepetitionsfrequenzen (b) kommen zusätzlich die in den linken Vorhof einmündenden Lungenvenen (rot kodiert) zur Darstellung. In der Systole (c) lässt sich kein Fluss über die Atrioventrikular-Klappen darstellen. (aus 5)

Pressegespräch der DEGUM: „Herz-Ultraschall beim Ungeborenen:  
Wie können angeborene Herzfehler rechtzeitig erkannt werden?“  
Mittwoch, 23. September 2009, 11.00 bis 12.00 Uhr  
Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin (Mitte)

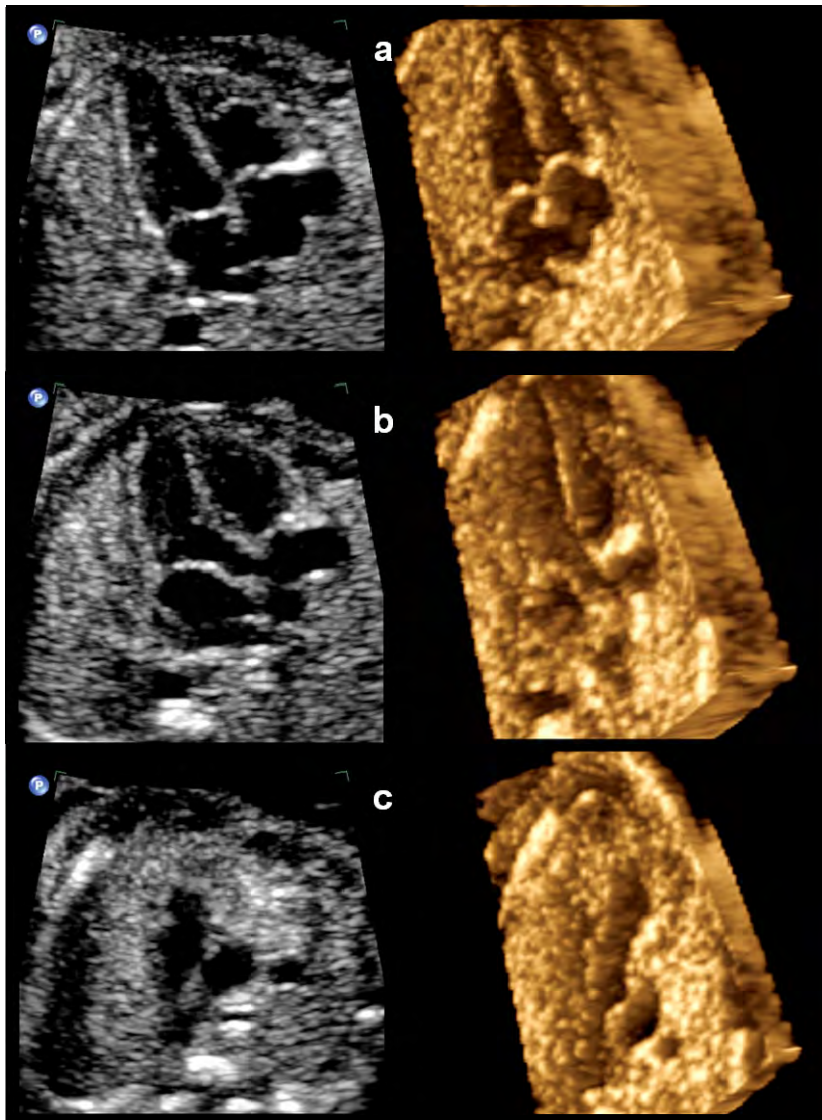


Abb. 3 a-c: Vier-Kammer-Blick (a), Fünf-Kammer-Blick (b) und Drei-Gefäß-Blick (c) im B-Bild und in der 3D-Rekonstruktion. Für die 3D-Darstellung wurden von einem STIC (Spacio Temporal Image Correlation) -Volumenblock parallele Schichten abgetragen um das räumliche Verhältnis der Schnittebenen zueinander zu illustrieren. (aus 6, Abb. 1))

*(Es gilt das gesprochene Wort!)*

Berlin, September 2009

## **Fetale Echokardiographie: Neue Trends und Entwicklungen bei der vorgeburtlichen Diagnostik angeborener Herzfehler**

Prof. Dr. med. Rabih Chaoui, Sprecher des Arbeitskreises „Fetale Echokardiographie“ in der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin“ (DEGUM), Praxis für Pränatal-  
zdiagnostik, Berlin

Angeborene Herzfehler gehören zu den häufigsten Fehlbildungen beim Menschen. Mit einer Häufigkeit von zirka 8 auf 1000 Lebendgeborenen kommen in Deutschland jährlich ca. 5000 Kinder mit einem Herzfehler zur Welt. Die Erkrankungen (Morbidität) und Sterblichkeit (Mortalität) solcher Kinder ist relativ hoch, denn in vielen Fällen sind die ersten Stunden nach der Geburt bis zur Erkennung des Herzfehlers und der Verlegung zu einem spezialisierten Herzzentrum entscheidend. In diesem Zusammenhang zeigten viele Studien, dass die vorgeburtliche Diagnostik eines Herzfehlers die geplante Geburt des Kindes an einem spezialisierten Zentrum mit kinder-kardiologischer Intensivbetreuung zur Folge hat und somit die Chancen beim Start ins Leben deutlich verbessern.

Die vorgeburtliche ultraschallgestützte Entdeckung von Herzfehlern ist vorwiegend an die apparative Ausrüstung (Ultraschallgerät) sowie der Erfahrung des Untersuchers gekoppelt. Die gezielte Einstellung der fetalen Herzkammern und der großen Gefäße wie in den Qualitätsanforderungen der DEGUM für die Stufe I und II formuliert wurde (1,2); bildet die Grundlage zur Entdeckung von Auffälligkeiten am fetalen Herzen. Die anschließende fetale Echokardiographie, nach den Qualitätsanforderungen der DEGUM (3); d.h. die gezielte Untersuchung des Herzens von einem Spezialisten mittels hochauflösenden Geräten und Einsatz von Farb-Doppler; ermöglicht die Bestätigung und Präzisierung des Befundes. Wenn ein Herzfehler vorgeburtlich entdeckt wird, wird von der DEGUM weiterhin auch empfohlen; den Befund auch mit dem Kinderkardiologen zu besprechen, damit vorgeburtlich die werdenden Eltern auf die Phase nach der Geburt optimal vorbereitet und in der Klinik alle Maßnahmen rechtzeitig getroffen werden können.

In den letzten Jahren sind Ultraschallgeräte neuester Generationen entwickelt worden, die zum einen eine noch höhere Auflösung anbieten und zum anderen ein dreidimensionales Bild beziehungsweise ein Live-3D-Bild des fetalen Herzens ermöglichen.



1. Heutzutage kann der Untersucher bei entsprechender Ausrüstung und Erfahrung den schweren Herzfehler bereits mit 12 bis 13 Schwangerschaftswochen erkennen zu einem Zeitpunkt, in dem der Herzdurchmesser noch weniger als 10 mm beträgt. Zu diesem Zeitpunkt wird die Nackentransparenz beim Feten gemessen, und eine verdickte Nackentransparenz ist nicht nur mit einer Chromosomenstörung vergesellschaftet sondern erhöht das Risiko für das Vorliegen einer Herzfehlbildung. Der Spezialist kann zu diesem Zeitpunkt die meisten Herzfehler entdecken beziehungsweise ausschließen. Dies ermöglicht frühzeitig den Ausschluss von zusätzlichen Erkrankungen beim Feten und rechtzeitig die Vorbereitung auf die Geburt.
2. Die 3D-Anwendung in der vorgeburtlichen Diagnostik hat sich in den ersten Jahren auf die Darstellung der oberflächlichen Strukturen beim Feten konzentriert. Man kann mittlerweile „foto-realistische“ Bilder vom Feten bekommen, bei denen Gesicht und Extremitäten unter anderem gut erkennbar sind. Abbildung 1 zeigt links einen Feten in der 12. und rechts in der 22. Schwangerschaftswoche. Mittels 3D können aber die inneren Organe und Knochen besser abgebildet werden und mit einer speziellen neuen Technik, bekannt unter STIC (Spatial and Temporal Image Correlation), kann das fetale Herz dreidimensional dargestellt werden. Diese neue, in den letzten Jahren perfektionierte Technik ermöglicht die Darstellung der Herzkammern, der großen Gefäße und Blutflüsse direkt auf dem Bildschirm als bewegtes 3D-Bild. Diese Technik erleichtert die räumliche Zuordnung der Strukturen bei normalen und komplexen Herzfehlern. Sie erhöht die diagnostische Sicherheit und verbessert die Besprechung der Befunde mit Kinderärzten und Kinderkardiologen. Beim 3D-Ultraschall wird mit einem speziellen Schallkopf anstelle von einem einzelnen Bild eine Serie von Bildern als Volumendatensatz aufgenommen und gespeichert. Aus diesem Volumendatensatz kann anschließend die Information als 3D Bild, aber auch als Parallelschnitte (Tomographie) wiedergegeben werden (Abbildung 2). Solch ein Volumendatensatz kann ferner unter Berücksichtigung des Datenschutzes anonymisiert und einem Spezialisten verschickt werden. Eine zweite Meinung ist somit möglich, ohne dass die Schwangere ihren Wohnort verlassen muss.

*Pressegespräch der DEGUM: „Herz-Ultraschall beim Ungeborenen:  
Wie können angeborene Herzfehler rechtzeitig erkannt werden?“  
Mittwoch, 23. September 2009, 11.00 bis 12.00 Uhr  
Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin (Mitte)*

Die 3D-Wiedergabe zeigt Bilder vom Ungeborenen wie sie von der postnatalen Angiographie oder 3D-Magnetresonanz-Tomographie des Herzens bekannt sind, aber nur durch Anwendung der normalen Ultraschall-Wellen und ohne Strahlenbelastung. Da die meiste Bearbeitung der Bilder am Rechner erfolgt, ist auch die Untersuchungszeit kürzer als die nachträgliche Bearbeitungszeit. Dennoch gibt es Details an den einzelnen Herzfehlern, die nicht vorgeburtlich erkannt werden können, und eine genauere Untersuchung nach der Geburt bleibt unvermeidlich.

Abbildung 3 zeigt oben einen Blick auf die normalen 4 Herzkammern eines Feten. Unten links erkennt man eine große Lücke zwischen den Vorkammern und Kammern (grosser Septumdefekt). Das Bild rechts zeigt dagegen eine kleine linke Herzkammer im Vergleich (Hypoplastisches Linksherzsyndrom).

Abbildung 4 zeigt links mittels Farb-Doppler, wie die großen Gefäße regelrecht aus den Herzkammern entspringen und sich räumlich kreuzen. Dagegen erkennt man rechts bei diesem Herzfehler, wie die Gefäße aus der entsprechenden falschen Kammer abgehen und dann parallel verlaufen (Transposition der grossen Gefäße). Die 3D Darstellung am Herzen ist zwar keine Voraussetzung zur Erkennung der fetalen Herzfehler aber ihre Anwendung ermöglicht eine zuverlässigere Diagnose, und die Bilder werden einfacher von einem anderen Untersucher nachvollzogen.

Eichhorn KH, Schramm T, Bald R, Hansmann M, Gembruch U. Qualitätsanforderungen an die geburtshilfliche Ultraschalldiagnostik (= DEGUM-Stufe I) im Zeitraum 19 bis 22 Schwangerschaftswochen. *Ultraschall Med.* 2006; 27:185-7.

Merz E, Eichhorn KH, Hansmann M, Meinel K. Qualitätsanforderungen an die weiterführende differenzialdiagnostische Ultraschalluntersuchung in der pränatalen Diagnostik (=DEGUM Stufe II) im Zeitraum 18. bis 22. Schwangerschaftswoche. *Ultraschall Med.* 2002;23:11-2.

Chaoui R, Heling K S, Mielke G, Hofbeck M, Gembruch U. Qualitätsanforderungen der DEGUM zur Durchführung der fetalen Echokardiografie. *Ultraschall Med.* 2008; 29: 197-200

Chaoui R, Heling, KS : Grundlagen der 3D und 4D fetale Echokardiographie unter Nutzung der spatio-temporal image correlation (STIC) Software. *Ultraschall Med.* 2006; 27: 340-346

Pressegespräch der DEGUM: „Herz-Ultraschall beim Ungeborenen:  
Wie können angeborene Herzfehler rechtzeitig erkannt werden?“  
Mittwoch, 23. September 2009, 11.00 bis 12.00 Uhr  
Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin (Mitte)

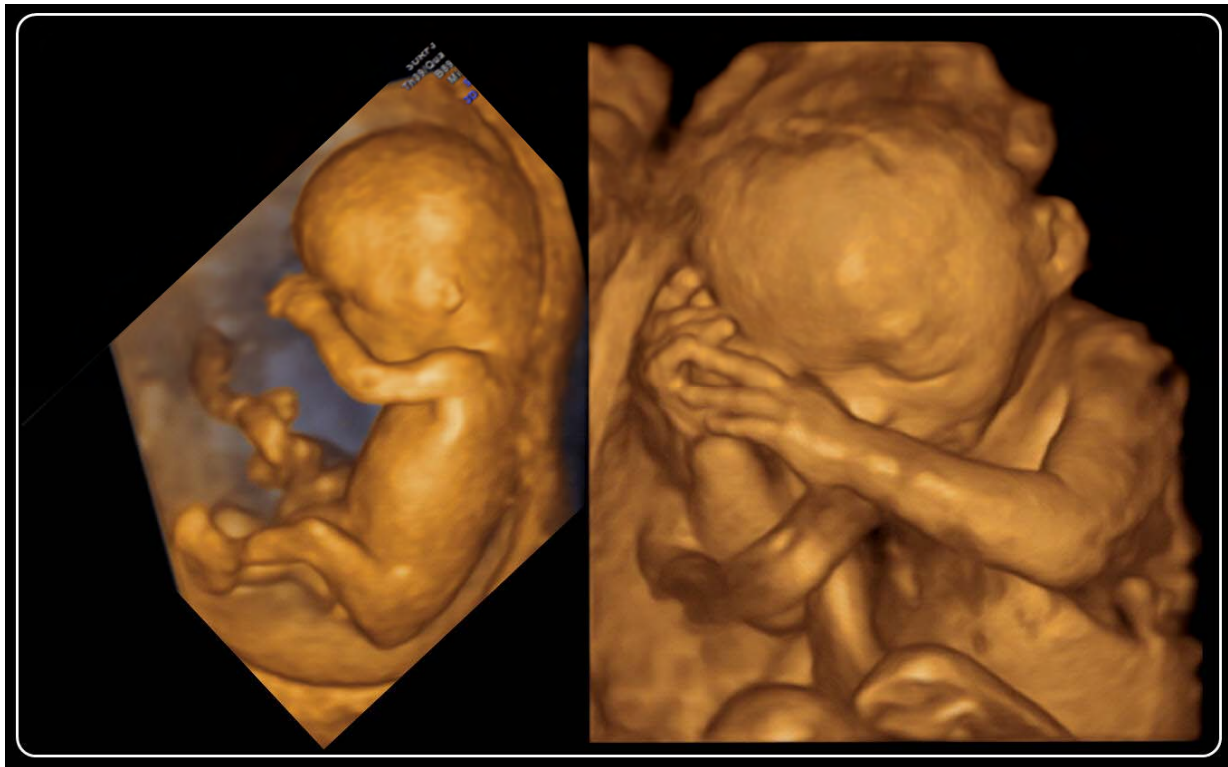


Abbildung 1: Zwei Feten im 3Dimensionalen Ultraschall. Links im 3. Monat (um 12. Woche) und rechts im 5. Monat (um 22 Woche)

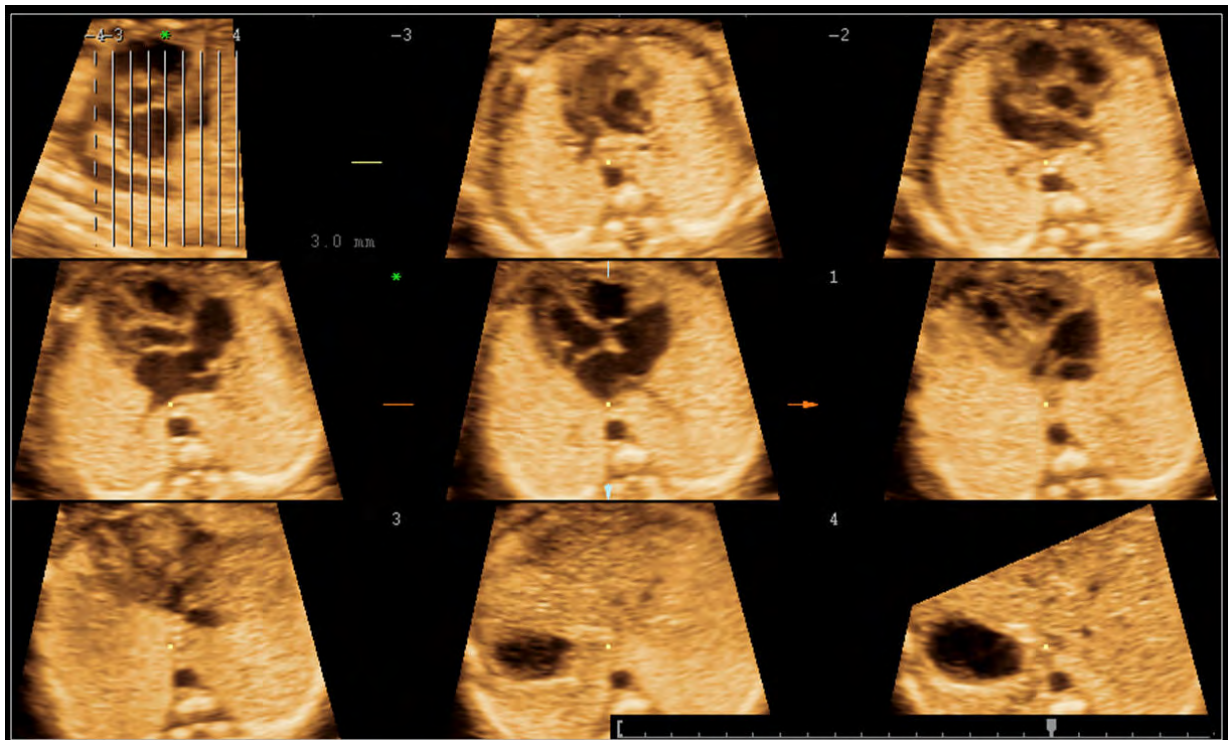


Abbildung 2: dreidimensionale Ultraschall Tomographie des fetalen Herzens mit der Abbildung von parallelen Schnitten vom oberen Abdomen bis zum Herzen und zu den großen Gefäßen.

Pressegespräch der DEGUM: „Herz-Ultraschall beim Ungeborenen:  
Wie können angeborene Herzfehler rechtzeitig erkannt werden?“  
Mittwoch, 23. September 2009, 11.00 bis 12.00 Uhr  
Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin (Mitte)

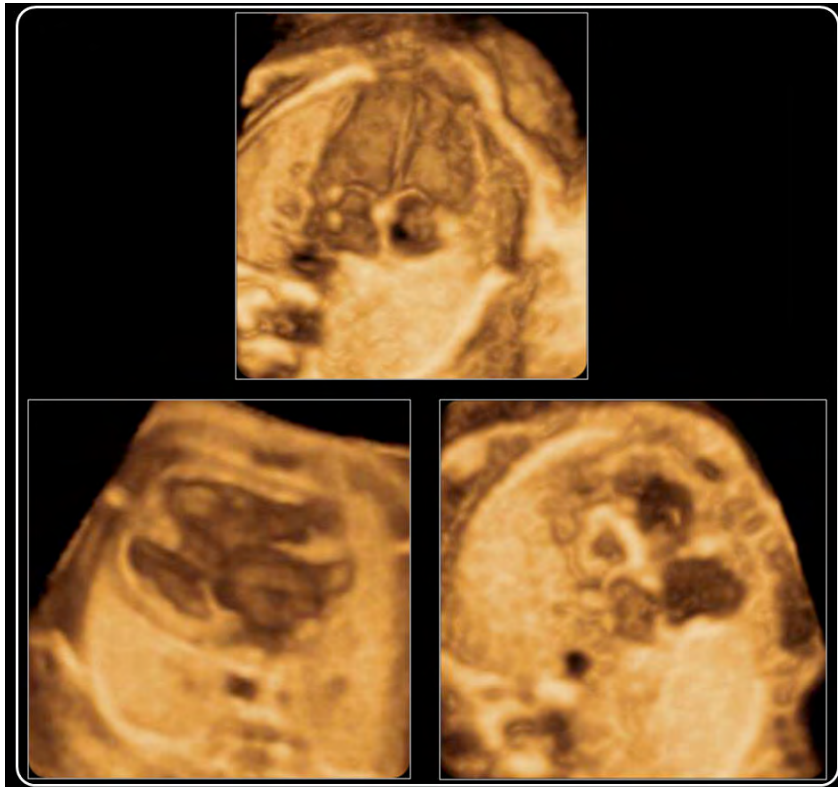


Abbildung 3: dreidimensionale Darstellung der vier Herzkammern unter normalen Bedingungen (Oben). Unten sind zwei Herzfehler im Vergleich: links ist eine große Lücke in der Mitte des Herzens zu beobachten und rechts erkennt man die linke Herzkammer unterentwickelt mit einer „hellen“ Wand als Ausdruck einer nicht vorhandenen Funktion.

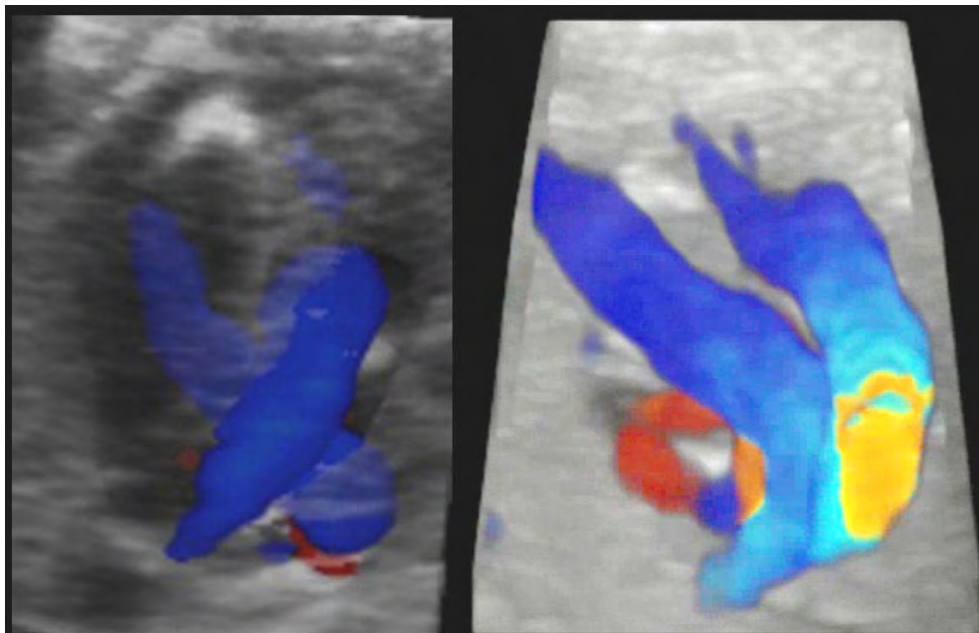


Abbildung 4: Farb-Doppler kombiniert mit 3D ermöglicht die Darstellung der Blutflüsse in den Herzkammern und Gefäßen. Hier links erkennt man wie im Normalfall die großen Gefäße sich kreuzen, rechts dagegen entspringen die Gefäße aus der falschen Herzkammer und zeigen dann einen parallelen Verlauf.

*(Es gilt das gesprochene Wort!)*

Berlin, September 2009

### **Dreidimensionaler Herz-Ultraschall**

Professor Dr. med. Andreas Franke, Chefarzt der Medizinischen Klinik II, Krankenhaus Siloah, Klinikum Region Hannover

Die Ultraschalluntersuchung des Herzens (sogenannte Echokardiographie) ist die wichtigste Methode, um sich vom schlagenden Herzen und seiner Funktion ein Bild zu machen. Diese Methode ist nicht belastend für den Patienten (= nicht-invasiv und ohne Röntgenstrahlung), mobil einsetzbar (= die Geräte sind beweglich) und preiswert. Bisherige herkömmliche Echokardiographie zeigt Schnittbilder des Herzens. So werden zum Beispiel Löcher in der Vorhofscheidewand als Unterbrechung in einer Linie dargestellt und der Untersucher muss sich das wahre Bild gewissermaßen im eigenen Kopf" zusammensetzen" (siehe Bild 1).

Die 3D-Echokardiographie erlaubt durch Fortschritte der Computertechnik eine plastische Ansicht des Herzens und evtl. krankhafter Veränderungen (siehe Bild 2). Von außen, durch die Wand des Brustkorbes, ist die 3D Echokardiographie seit ca. 2002 verfügbar. 3D-Ultraschall-Sonden enthalten ca. 3000 Ultraschallsender (statt bisher 126) und können seit 2007 so miniaturisiert werden, dass sie in eine Schluckecho-Sonde integriert werden können. Beim Schluckecho wird – ähnlich wie bei der Magenspiegelung – eine Sonde in die Speiseröhre eingeführt, mit der man "von hinten" auf das Herz sieht. Dabei ist die Bildqualität um ein Vielfaches besser als von außen und bestimmte Herzbereiche können beurteilt werden, die man von außen nie sehen könnte.

Die Schluckecho-3D-Ultraschalluntersuchung ist daher eine ganz neue Methode, komplizierte räumliche Verhältnisse zuverlässig darzustellen. Sie erlaubt es dem Untersucher sich wesentlich schneller zu orientieren, weil Ansichten möglich werden, die vorher nicht denkbar waren (zum Beispiel der Blick auf ein Loch, siehe Bild 3). Sie wird bisher nur in wenigen Zentren in Deutschland eingesetzt, davon wiederum nur selten während Kathetereingriffen wie zum Beispiel im KRH Klinikum Siloah, Hannover.

### **Verschluss eines Scheidewanddefektes mittels Herzkatheter**

Löcher in der Herzscheidewand zwischen den Herzvorhöfen sind die häufigsten angeborenen Herzfehler, die erst beim Erwachsenen entdeckt werden. Dennoch müssen sie verschlossen

*Pressegespräch der DEGUM: „Herz-Ultraschall beim Ungeborenen:  
Wie können angeborene Herzfehler rechtzeitig erkannt werden?“  
Mittwoch, 23. September 2009, 11.00 bis 12.00 Uhr  
Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin (Mitte)*

werden, weil dauerhafte Schäden eintreten können, die Herzrhythmusstörungen, Herzpumpschwäche und damit eine deutlich verschlechterte Leistungsfähigkeit und Prognose für den Betroffenen bedeuten.

Bis in die 90er Jahre war die einzige Möglichkeit eines Verschlusses die Herz-Operation. Am offenen und stillgelegten Herzen wurde der Defekt mittels "Flicken" verschlossen. Seit Mitte der 90er haben sich verschiedene Methoden verbreitet, mittels Kathetertechnik von der Leiste aus Defekte zu verschließen. Dabei werden "Schirmchen" benutzt, die in zusammengefaltetem Zustand durch einen Katheter (= dünner Kunststoffschlauch) bis in den Defekt vorgeschoben und dort unter Röntgen- und Ultraschall-Sicht entfaltet werden (siehe Bild 4). Sitzt der Schirm dann in korrekter Position, wird er vom Katheter gelöst und ist damit implantiert. Er verbleibt dann dort und wächst in den Wochen danach ein, wodurch das ehemalige Loch verschlossen wird. Der Katheterverschluss von Herzscheidewanddefekten ist eine in spezialisierten kardiologischen Zentren verfügbare Methode.

Aktuelle Untersuchungen haben ergeben, dass die Kombination von 3D Ultraschall und minimal-invasiven Kathetereingriffen die Dauer des Eingriffes und unter anderem auch die Strahlenbelastung für den Patienten deutlich reduzieren lässt. Das liegt an der verbesserten räumlichen Orientierung in Echtzeit („online“). Beispiele hierfür werden im Rahmen des Pressegesprächs demonstriert werden.

*Pressegespräch der DEGUM: „Herz-Ultraschall beim Ungeborenen:  
Wie können angeborene Herzfehler rechtzeitig erkannt werden?“  
Mittwoch, 23. September 2009, 11.00 bis 12.00 Uhr  
Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin (Mitte)*

Bild 1: Herkömmlicher Blick auf ein Loch in der Vorhofscheidewand; LA = linker Vorhof,  
RA = rechter Vorhof; Pfeil = Defekt

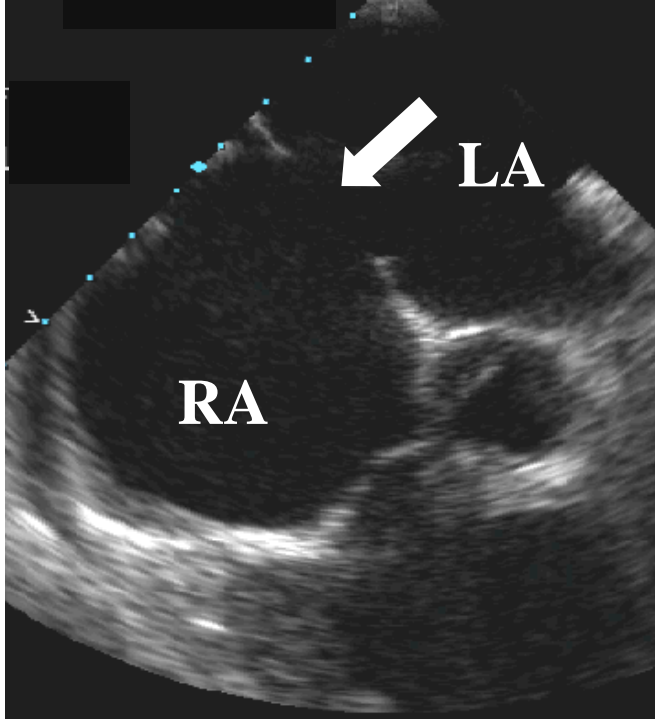
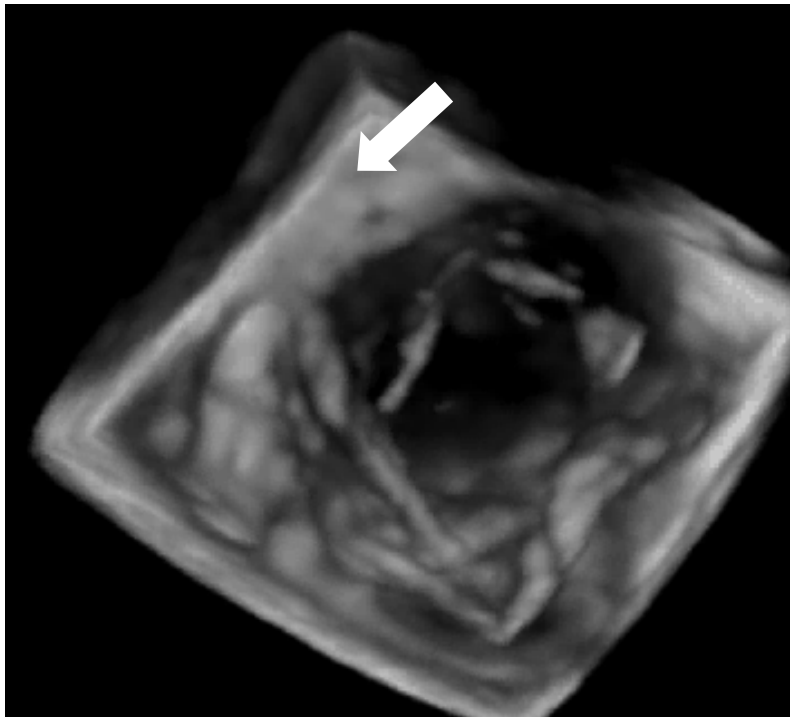


Bild 2: 3D-Ultraschallbild einer geöffneten Herzklappe (Pfeil)



*Pressegespräch der DEGUM: „Herz-Ultraschall beim Ungeborenen:  
Wie können angeborene Herzfehler rechtzeitig erkannt werden?“  
Mittwoch, 23. September 2009, 11.00 bis 12.00 Uhr  
Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin (Mitte)*

Bild 3: 3D-Schluckecho Bild eines Vorhofscheidewanddefektes (= angeborenes Loch in der Scheidewand; siehe Pfeil)

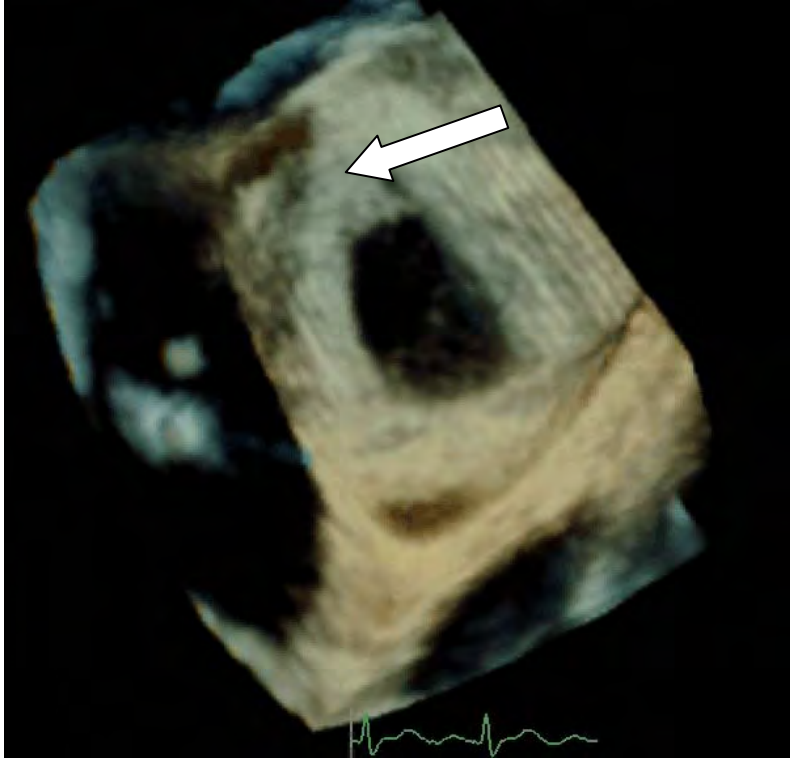


Bild 4: Schirmchen als Implantat zum Verschluss eines Scheidewanddefektes



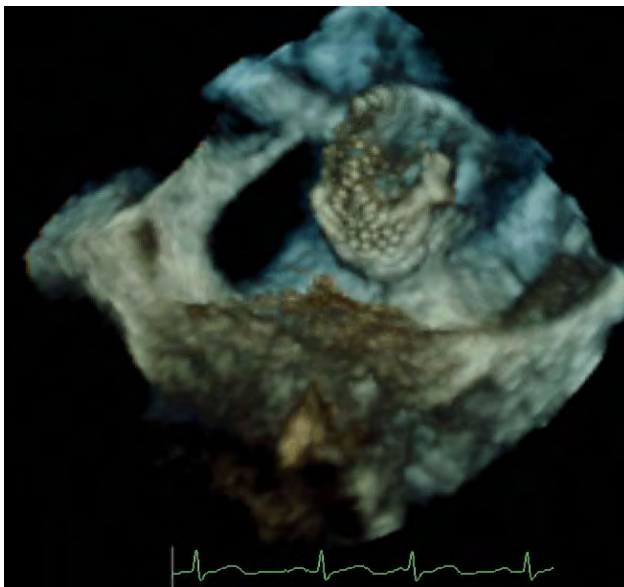


*Pressegespräch der DEGUM: „Herz-Ultraschall beim Ungeborenen:  
Wie können angeborene Herzfehler rechtzeitig erkannt werden?“  
Mittwoch, 23. September 2009, 11.00 bis 12.00 Uhr  
Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin (Mitte)*

Bild 5: 3D-Schluckecho Bild eines Vorhofscheidewanddefektes mit liegendem Draht durch den Defekt vor Verschluss

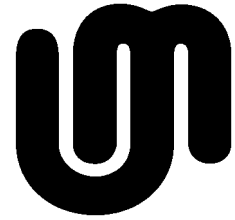


Bild 6: 3D-Schluckecho Bild eines Vorhofscheidewanddefektes mit Schirmchen unmittelbar vor Verschluss



*(Es gilt das gesprochene Wort!)*

Berlin, September 2009



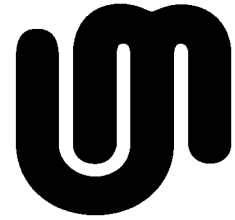
## **Die Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM)**

Die Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) stellt ein Forum für den wissenschaftlichen und praktischen Erfahrungsaustausch auf dem Gebiet der medizinischen Ultraschallanwendungen dar. Sie vereint Ärzte verschiedener Fachgebiete, medizinische Assistenzberufe, Naturwissenschaftler und Techniker. Mit etwa 6 800 Mitgliedern gehört sie zu den größten medizinisch-wissenschaftlichen Gesellschaften in Deutschland und zu den größten Ultraschallgesellschaften weltweit.

Die DEGUM ist in Sektionen gegliedert, die den medizinischen Fachgebieten entsprechen. Daneben befassen sich interdisziplinäre Arbeitskreise mit fachübergreifenden Ultraschallanwendungen. Gemeinsam mit den Ultraschallgesellschaften in Österreich (ÖGUM) und der Schweiz (SGUM) führt die DEGUM jährlich ein Dreiländertreffen durch. Diese Tagung ermöglicht breiten wissenschaftlichen Austausch, Fortbildung auf allen Anwendungsgebieten des Ultraschalls und Information über den aktuellen Stand der Gerätetechnik. Zur Fortbildung bietet die DEGUM – oft in Zusammenarbeit mit Ärztekammern – außerdem Kurse für die verschiedenen Ultraschallanwendungen an. Die DEGUM initiiert und unterstützt Forschungsprojekte, die der Weiterentwicklung des Ultraschalls in der Medizin dienen. Die besten wissenschaftlichen Arbeiten und Promotionen auf dem Gebiet des Ultraschalls werden jährlich mit dem DEGUM-Wissenschaftspreis beziehungsweise -Promotionspreis ausgezeichnet.

Ultraschalldiagnostik ist heute das am häufigsten eingesetzte bildgebende Verfahren in der Medizin. Nahezu jedes Fachgebiet nutzt diese ungefährliche und kostengünstige Methode. Leider haben viele Ärzte aber nicht die erforderliche Ausbildung und Erfahrung. Die DEGUM hat die Aufgabe übernommen, die Qualität der Ultraschalldiagnostik zu sichern.

Gut ausgebildete Ultraschallanwender können zum Nachweis ihrer Qualifikation ein DEGUM-Zertifikat erwerben. Abhängig von der Qualifikation wird die Zertifizierung in drei Stufen erteilt. Damit möglichst viele Patienten von einer qualifizierten Ultraschalldiagnostik profitieren können, werden zertifizierte Ärztinnen und Ärzte auf den Internetseiten der DEGUM bekannt gemacht.



Wichtige Voraussetzung für eine qualifizierte Ultraschalluntersuchung ist auch die Verwendung eines geeigneten Ultraschallgerätes. Welche Geräte für die verschiedenen DEGUM-Qualifikationsstufen der Anwender geeignet sind, ist aus der Geräteliste der DEGUM zu ersehen. DEGUM-zertifizierte Ärztinnen und Ärzte müssen nachweisen, dass sie über ein hochwertiges Ultraschallgerät verfügen.

Kontakt für Journalisten:

Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin

Silke Jakobi

Pressestelle

Postfach 30 11 20

70451 Stuttgart

Tel.: 0711 8931-163

Fax: 0711 8931-167

E-Mail: [jakobi@medizinkommunikation.org](mailto:jakobi@medizinkommunikation.org)



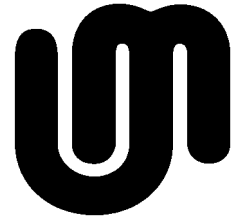
## **Mehr-Stufen-Konzept der DEGUM**

Nur gut ausgebildete Ärzte leisten effektive Ultraschalldiagnostik. Eine Ultraschallausbildung ist im Medizinstudium jedoch nicht vorgeschrieben, in der Weiterbildung zum Facharzt fehlen oftmals Standards.

Die Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) wirkt diesem offensichtlichen Mangel seit langem entgegen und hat dazu ein Mehr-Stufen-Konzept entwickelt. Ziel dieses Mehr-Stufen-Konzeptes ist eine flächendeckende Versorgung in der Ultraschalldiagnostik in der BRD mit einer qualifizierten Basisdiagnostik und einer ausreichenden Dichte von Referenzzentren in Klinik und Praxis. Hierzu wurden zwei parallele Einteilungen entwickelt: die seit langem vorhandene Einteilung in Tutor, Ausbilder und Seminarleiter berücksichtigte neben der reinen Erfahrung in der Ultraschalldiagnostik auch Tätigkeiten in Ausbildung, Lehre und Wissenschaft. Um auch den Kollegen eine Graduierungsmöglichkeit zu geben, die sich nicht in Ausbildung, Lehre oder Wissenschaft betätigen, wurde dieses System ergänzt durch eine weitere Einteilung, die rein auf die Erfahrung in der Ultraschalldiagnostik beruht. Die Graduierung hierbei lautet Stufe-1-, Stufe-2- und Stufe-3-Untersucher.

Dieses Mehr-Stufen-Konzept wird von der DEGUM in Zusammenarbeit mit den Sektionen und Arbeitskreisen umgesetzt. Die Einteilung der Qualität in die Stufen 1 bis 3 bezieht sich auf die Untersucherqualität und Gerätequalität, die Graduierung in Ausbilder und Seminar-leiter sowie auf die didaktische und wissenschaftliche Qualifizierung. Ein DEGUM-Ausbilder hat also bei gleicher Untersucherqualität wie ein Stufe-2-Untersucher noch eine Funktion in Lehre und Wissenschaft, ein Seminarleiter analog bei gleicher Untersucherqualität wie ein Stufe-3-Untersucher noch eine Funktion in Lehre und Wissenschaft.

Die Qualitätsstufen werden von den Sektionen und Arbeitskreisen für unterschiedliche Einsatzgebiete verliehen; entsprechende Richtlinien finden sich dort oder werden derzeit entwickelt. Prinzipiell ist Voraussetzung für jede Stufeneinteilung die Mitgliedschaft in der DEGUM. Die jeweilige Qualitätsstufe wird auf Antrag nach Vorliegen der entsprechenden Voraussetzungen erteilt. Jede Sektion kann dabei für alle im jeweiligen Fachgebiet, Schwerpunkt oder



Fachbereich, in dem gemäß Weiterbildungsordnung eingehende beziehungsweise besondere Kenntnisse und Erfahrungen in der Ultraschalldiagnostik in dem Anwendungsbereich gefordert werden, den Status erteilen (die Arbeitskreise für das sie jeweils betreffende Gebiet).

Die Laufzeit für die Stufe 1 beträgt 10 Jahre, für die Stufen 2 und 3 sowie Tutor, Ausbilder und Seminarleiter 6 Jahre.

Kontakt für Journalisten:

Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin  
Silke Jakobi  
Pressestelle  
Postfach 30 11 20  
70451 Stuttgart  
Tel.: 0711 8931-163  
Fax: 0711 8931-167  
E-Mail: [jakobi@medizinkommunikation.org](mailto:jakobi@medizinkommunikation.org)

# Editors and Editorial Board

## Herausgeber/Editors

M. Bachmann Nielsen, Kopenhagen  
 K. Jäger, Basel  
 E. Merz, Frankfurt am Main  
 G. Mostbeck, Wien  
 K. Seitz, Sigmaringen

This journal is indexed in MEDLINE, Current Contents (CM), Science Citation Index and in EMBASE/Excerpta Medical Abstract Journals

Impact Factor: 2.103

[www.thieme-connect.de](http://www.thieme-connect.de)  
[www.thieme.de/ultraschall](http://www.thieme.de/ultraschall)

manuscript submission at  
<http://mc.manuscriptcentral.com/eju>

## 1980 gegründet von Founded in 1980 by

H. R. Müller, Basel †  
 E. Reinold, Wien  
 G. Rettenmaier, Böblingen

## Beirat/Editorial Board

Th. Albrecht, Berlin  
 Ch. Arning, Hamburg  
 R. Badea, Cluj-Napoca  
 I. Baumgartner, Bern  
 J. Bates, London  
 G. Bernaschek, Wien  
 H.-G. Blaas, Trondheim  
 G. Bodner, Innsbruck  
 R. Bollmann, Berlin  
 L. Braun, Bedano  
 B. Brkljacic, Zagreb  
 A. Brichta, Wien  
 A. Bunk, Dresden  
 R. Chaoui, Berlin  
 K. H. Deeg, Bamberg  
 F. Degenhardt, Bielefeld  
 S. Delorme, Heidelberg  
 J. Deutinger, Wien  
 F. M. Drudi, Rom

M. Essig, Zweisimmen  
 D. H. Evans, Leicester  
 M. Gebel, Hannover  
 U. Gembruch, Bonn  
 O. H. Gilja, Bergen  
 R. Graf, Stolzalpe  
 N. Gritzmann, Salzburg  
 B. J. Hackelöer, Hamburg  
 H. Heynemann, Halle  
 S. Karstrup, Roskilde  
 H. Kathrein, Schwaz  
 G. D. Kneissl, Leipzig  
 D. Koischwitz, Siegburg  
 Ch. Kollmann, Wien  
 H. Lutz, Bayreuth  
 W. Mann, Mainz  
 G. Mathis, Hohenems  
 H. Merk, Greifswald

J.-Y. Meuwly, Lausanne  
 Ch. Meyenberger, St. Gallen  
 Ch. Nolsøe, Kopenhagen  
 D. Nürnberg, Neuruppin  
 L. von Rohden, Magdeburg  
 E. Rosenfeld, Merseburg  
 H.-D. Rott, Erlangen  
 J. Simanowski, Hannover  
 H. Stiegler, München  
 H. Strunk, Bonn  
 S. Tercanli, Basel  
 F. Tranquart, Tours  
 H. Weiss, Ludwigshafen  
 W. Wermke, Berlin  
 B. Widder, Günzburg  
 M. Woydt, Würzburg  
 H.-J. Zweifel, Buchs

# Qualitätsanforderungen der DEGUM zur Durchführung der fetalen Echokardiografie

## Quality Standards of the DEGUM for Performance of Fetal Echocardiography

### Autoren

R. Chaoui, K. Heling, G. Mielke, M. Hofbeck, U. Gembruch

### Institut

Zentrum für Geburtshilfe und Frauenheilkunde, Abteilung für Geburtshilfe und Pränatale Medizin, Universitätsklinikum Bonn

**eingereicht** 2.1.2008  
**akzeptiert** 16.1.2008

### Bibliografie

**DOI** 10.1055/s-2008-1027302  
Online-Publikation: 2008  
Ultraschall in Med 2008; 29:  
197–200 © Georg Thieme  
Verlag KG Stuttgart · New York ·  
ISSN 0172-4614

### Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. med.**

**Ulrich Gembruch**

Abteilung für Geburtshilfe und  
Pränatale Medizin, Universitäts-  
klinikum Bonn  
Sigmund-Freud-Str. 25  
53105 Bonn  
Tel.: ++49/2 28/28 71 59 42  
Fax: ++49/2 28/28 71 60 88  
ulrich.gembbruch@ukb.uni-  
bonn.de

### Vorbemerkungen

▼  
Angeborene Herzfehler gehören zu den häufigsten Fehlbildungen und Erkrankungen des Menschen (ca. 5–8/1000 Lebendgeburten). Im ersten Lebensjahr sind sie die wesentliche Ursache für Todesfälle.

Die pränatale Diagnose fetaler Erkrankungen, insbesondere auch von Fehlbildungen des Herzens, führt zu einer Senkung der perinatalen Mortalität und Morbidität. Mittels Ultraschall kann bereits während der Schwangerschaft eine zuverlässige Diagnostik angeborener Herzfehler erfolgen. In den letzten Jahren haben verschiedene Fachgesellschaften Leitlinien und Qualitätsanforderungen an die kardiale Diagnostik in der Fetalzeit veröffentlicht [1–3].

Die Sektion Gynäkologie und Geburtshilfe der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) hat bereits Qualitätsanforderungen an die geburtshilfliche Ultraschalldiagnostik (DEGUM-Stufe I) [4] sowie an die weiterführenden differenzialdiagnostischen Ultraschalluntersuchung in der pränatalen Diagnostik (DEGUM-Stufe II) [5] veröffentlicht. Hierbei sollen das fetale Herz im Vierkammerblick (DEGUM-Stufe I) bzw. zusätzlich die rechts- und linksventrikulären Ausflusstrakte (DEGUM-Stufe II) untersucht werden. Finden sich Auffälligkeiten in der einen oder anderen Untersuchung, liegt ein erhöhtes Risiko für das Vorliegen einer fetalen Herzerkrankung oder -fehlbildung vor. Ist das Herz nicht ausreichend im B-Bild zu beurteilen, so bedarf es der gezielten fetalen echokardiografischen Untersuchung.

Die hier formulierten Qualitätsanforderungen der Sektion Gynäkologie und Geburtshilfe sowie des Arbeitskreises „fetale Echokardiografie“ der DEGUM sind eine Anleitung zur gezielten Untersuchung des fetalen Herzens. Sie richten sich an DEGUM-Stufe II und III qualifizierte Ultraschalluntersucher, welche Screeninguntersuchungen

und weiterführende differenzialdiagnostische Untersuchungen im Rahmen der Schwangerschaftsbetreuung inklusive die gezielte fetale Echokardiografie durchführen.

### 1. Ziel der fetalen Echokardiografie

▼  
Die fetale Echokardiografie (gleichzusetzen mit der weiterführenden sonografischen Diagnostik des fetalen kardiovaskulären Systems) beinhaltet den Ausschluss bzw. Nachweis sonografisch erkennbarer Auffälligkeiten, die auf eine strukturelle und/oder funktionelle Störung des fetalen Herzens hinweisen [6].

Der Nachweis von strukturellen und funktionellen kardialen Auffälligkeiten hängt ganz entscheidend vom Gestationsalter, von den Untersuchungsbedingungen (Beschaffenheit der mütterlichen Bauchdecke, Fruchtwassermenge, Lage des Feten), der apparativen Ausstattung, vor allem aber von der Erfahrung und Qualifikation des Untersuchers ab [7, 8].

Auch unter optimalen Voraussetzungen können nicht alle kardiale Fehlbildungen sonografisch erkannt werden. Einige strukturelle und funktionelle Anomalien des fetalen Herzens manifestieren sich erst im späteren Schwangerschaftsverlauf. Diese können dementsprechend zum Zeitpunkt etwaiger vorausgehender Ultraschalluntersuchungen noch nicht erkennbar sein.

### 2. Die fetale echokardiografische Untersuchung

▼  
Die fetale Echokardiografie umfasst die Darstellung von kardialen Strukturen, der intrakardialen Blutflussmuster und der extrakardialen Blutflussmuster in den großen Arterien und den zuführenden systemischen und pulmonalen Venen. Am besten wird ein segmentales Vorgehen

gewählt, indem zunächst die Lage des Feten mit der Seitenlokalisierung (rechte und linke Seite des Feten) bestimmt wird. Anschließend wird der abdominale Situs dargestellt, indem die Seitenlokalisierung von Magen, deszendierender Aorta, V. cava inferior und Sinus venae portae überprüft wird. Dann werden schrittweise die veno-atrialen, die atrio-ventrikulären und die ventrikuloarteriellen Konnektionen sowohl im B-Bild als auch anhand der dort vorhandenen Blutflussphänomene im Farbdoppler und bei auffälligen Blutflussmustern auch im Spektraldoppler, d.h. Pulsed-wave-(gepulster)Doppler, ggf. auch im Continuous-wave-Doppler, untersucht. Neben der Darstellung des Abgangs der großen Arterien werden auch der Aortenbogen in seiner Gesamtheit sowie die Verzweigung des Truncus pulmonalis in die beiden Pulmonalarterien bzw. den Ductus arteriosus Botalli dargestellt. Gegebenenfalls wird zusätzlich die M-mode-Echokardiografie (zur Analyse von Rhythmusstörungen und Ventrikelfunktion) eingesetzt.

Diese systematische Darstellung der kardialen Strukturen und Blutflussphänomene ist als komplette echokardiografische Untersuchung anzusehen. Der optimale Zeitpunkt dieser Untersuchung bei Risikoschwangeren liegt zwischen 20 und 22 SSW. Falls beim Feten Auffälligkeiten gefunden wurden, die gehäuft mit kardialen Anomalien assoziiert sind, ist die Untersuchung, unabhängig vom Alter des Feten, sofort durchzuführen. An darauf spezialisierten Zentren kann eine detaillierte echokardiografische Untersuchung mit hochauflösenden transabdominalen und transvaginalen Schallköpfen auch schon zwischen 12 SSW und 15 SSW durchgeführt werden.

Folgende Checkliste sollte nach Möglichkeit abgearbeitet werden: Oberes Abdomen

- ▶ Abdominalorgane: Magen auf der linken Seite,
- ▶ Gefäßverlauf: Aorta descendens abdominalis links neben der Wirbelsäule und Vena cava inferior rechts neben der Wirbelsäule und im oberen Abdomen weiter ventral gelegen; nach rechts ziehender Sinus venae portae,
- ▶ Einmündung der Vena cava inferior in das rechte Atrium,
- ▶ Darstellung des Ductus venosus.

Vierkammerblick

- ▶ Herzposition: Ca. 2/3 des Herzens befinden sich im linken Thorax.
- ▶ Herzachse: Das Ventrikelseptum bildet mit der Mittellinie einen Winkel von  $45^\circ \pm 15^\circ$  nach links.
- ▶ Herzgröße: ca. 1/3 der Thoraxfläche.
- ▶ Raum hinter dem Herzen: Nur ein größeres Gefäß die Aorta descendens thoracalis verläuft hinter dem Herzen links vor der Wirbelsäule.
- ▶ Herzfrequenz: 120 – 170 Schläge/Minute, keine Arrhythmie.
- ▶ Vorhöfe: Zwei Vorhöfe von fast gleicher Größe mit einer Öffnung im mittleren Drittel des Septums, die dem Foramen ovale entspricht.
- ▶ Ventrikel: Zwei zeitgleich kontrahierende Ventrikel von etwa gleicher Größe und Wandstärke; linker Ventrikel spitzenbildend und glattwandig; rechter Ventrikel stärker trabekuliert.
- ▶ Klappen: zwei sich öffnende atrioventrikuläre Klappen.
- ▶ Herzkreuz: intakt mit einem gegenüber dem anterioren Mitralsegel etwas mehr apikal gelegenen Ansatz des septalen Trikuspidalsegels.
- ▶ Ventrikelseptum: intakt vom Apex bis zum Herzkreuz.
- ▶ Pulmonalvene(n): Darstellung der Verbindung zum linken Vorhof mindestens einer Lungenvene mittels Farbdoppler.
- ▶ Farbdoppler: antegrade Perfusion über die Atrioventrikulärklappen; kein aliasing als Hinweis auf Turbulenzen; keine Re-

gurgitation; keine Verbindung der Ventrikel durch Septumdefekte.

Große Gefäße

- ▶ Aorta: entspringt dem linken Ventrikel (Kontinuität des interventrikulären Septums mit der Aortenvorderwand sowie des anterioren Mitralsegels mit der Aorten hinterwand), geht kontinuierlich in den Aortenbogen über.
- ▶ Truncus pulmonalis: entspringt dem rechten Ventrikel, ist etwas breiter als die Aorta, kreuzt die Aorta ascendens; an der Bifurkation Aufspaltung in rechte und linke Pulmonalarterie; zeigt eine Verbindung zum Ductus arteriosus.
- ▶ Ductus arteriosus und Aortenbogen: haben fast gleiches Kaliber und konfluieren links der Wirbelsäule; Trachea und V. cava superior liegen rechts der beiden Gefäße.
- ▶ Farbdoppler: antegrade Perfusion über die Semilunarklappen, die Aorta und den Truncus Pulmonalis; kein Aliasing als Hinweis auf hohe Flussgeschwindigkeiten und/oder Turbulenzen – mit Ausnahme im Ductus arteriosus im dritten Schwangerschaftstrimenon, in dem hohe Flussgeschwindigkeiten vorhanden sein können (120 – 150 cm/s); keine Regurgitation; kein retrograder Fluss im Ductus arteriosus oder im Aortenbogen.

Darüber hinaus können entsprechend der jeweiligen Fragestellung weitere biometrische und Spektraldoppler-sonografische Messungen die Untersuchung ergänzen bzw. komplettieren.

### 3. Technische Aspekte der Untersuchung



#### Gestationsalter

Idealerweise sollte die Untersuchung des fetalen Herzens zwischen 20 und 22 SSW erfolgen, da einerseits zu diesem Zeitpunkt eine zuverlässigere Aussage als zwischen 16 und 19 SSW möglich ist, andererseits bei schwerwiegenden kardialen und eventuell vorliegenden zusätzlichen extrakardialen Befunden Zeit bleibt, weitere diagnostische Maßnahmen durchzuführen und auch die Option eines Schwangerschaftsabbruchs aus medizinischer Indikation bei noch nicht lebensfähigem Feten zu haben. Die frühe Echokardiografie erfolgt bei entsprechender Indikation vorzugsweise zwischen 12 und 15 SSW, sollte aber wegen ihrer geringeren Sensitivität immer zwischen 20 bis 22 SSW wiederholt werden.

In speziellen Situationen, wie verdickte Nackentransparenz, Hydrops fetalis, Verdacht auf einen Herzfehler oder Nachweis gehäuft mit einem Herzfehler assoziierter extrakardialer Anomalien, sollte unabhängig vom jeweiligen Schwangerschaftsalter umgehend eine Echokardiografie erfolgen.

#### Schallkopf

Es sollte ein Schallkopf mit höherer Frequenz (Frequenz = 5 MHz) verwendet werden, da dieser eine bessere Auflösung als ein Schallkopf niedriger Frequenz hat. In der Frühschwangerschaft ist daher vielfach auch eine transvaginale Echokardiografie des Feten erforderlich. Da der Einsatz höherer Schallkopffrequenzen jedoch auch einen Verlust der Eindringtiefe nach sich zieht, kann es erforderlich sein, bei adipösen Patientinnen oder auch jenseits von 28 SSW einen 3,5-MHz-Schallkopf einzusetzen.

#### Bildeinstellung

Da das B-Bild die Basis der Echokardiografie bildet, sollte die Grauskala unbedingt korrekt gewählt werden. Bei der Voreinstellung muss insbesondere auf ein kontrastreiches Bild sowie eine hohe Bildfrequenz bei niedriger Persistenz geachtet wer-



den. Es sollte nur eine Fokuszone eingestellt sein. Ein relativ enger Bildausschnitt sollte gewählt werden, um die Auflösung und Bildfolgefrequenz weiter zu erhöhen.

### Farbdoppler

Bei der fetalen Echokardiografie sollte routinemäßig der Farbdoppler eingesetzt werden. Zur Untersuchung der Herzkammern und großen Gefäße müssen eine direktionale Farbe, eine kleine Region of Interest (ROI), eine entsprechende Pulsrepetitionsfrequenz zur Darstellung höherer Geschwindigkeiten (50–90 cm/s), keine oder eine geringe Persistenz und eine niedrige Nachverstärkung (Gain) zur Vermeidung einer Überlappung der Farben gewählt werden. Für die Blutflussdarstellung von Gefäßen mit geringen Flussgeschwindigkeiten (z. B. 10–25 cm/s in den Pulmonalvenen) sind geringe Pulsrepetitionsfrequenzen und eine höhere Persistenz erforderlich. Ist das fetale Herz aufgrund ungünstiger Sichtbedingungen (Lage des Feten, adipöse Bauchdecken, niedriges Schwangerschaftsalter) nicht zuverlässig mittels B-Bild zu untersuchen, kann durch eine Farbdoppler-sonografische Darstellung des Blutflusses in beiden Ventrikeln und beiden großen Arterien eine indirekte – allerdings eingeschränkte – Aussage über Funktion und auch Anatomie des Herzens gemacht werden.

### Spektraldoppler

Die Spektralanalyse des Blutflusses über die Herzklappen erfolgt in der Regel mit der gepulsten Doppler-Technik (Pulsed-wave-[pw-]Doppler), wobei die Lokalisation des Messvolumens (Sample volume) im B-mode- und Farbdoppler-Bild gesteuert wird. Nur bei sehr hohen Flussgeschwindigkeiten, wie sie bei Klappenstenosen und Klappeninsuffizienzen auftreten können, ist zur Vermeidung des Aliasing der Einsatz des Continuous-wave-(cw-)Dopplers erforderlich. Allerdings ist die Spektraldoppler-Untersuchung nur zur Abklärung auffälliger Blutflussmuster in der Farbdoppler-Untersuchung notwendig. Eine routinemäßige intrakardiale Spektraldoppler-Untersuchung beansprucht viel Zeit und führt bei normalem Farbdoppler nur in seltenen Fällen zu zusätzlichen Informationen. Bei speziellen Fragestellungen können aber Messungen von Blutflussgeschwindigkeiten und Blutflussvolumina notwendig und sinnvoll sein.

Das Messvolumen (Sample volume) sollte klein gewählt werden (Länge: 2–4 mm). Pulsrepetitionsfrequenz und Wandfilter (High-pass-Filter) sollten dem jeweiligen Spektrum immer angepasst werden. Die Verstärkung sollte so gewählt werden, dass eine gute Differenzierung zwischen Signal und Hintergrundrauschen einerseits und zwischen der Intensität der einzelnen Dopplershift-Frequenzen innerhalb des Spektrums andererseits erreicht wird.

### Weitere Voraussetzungen bei der Untersuchung

Optimale Voraussetzungen zur Untersuchung liegen vor, wenn das Herz durch die Bildvergrößerung mittels Zoomtechnik ein Drittel bis die Hälfte des Bildschirms ausfüllt. Die heute bei fast allen Geräten verfügbare Zeitlupe (Cine-loop-Technik) erlaubt die Beurteilung der verschiedenen Phasen des Herzzyklus und sollte deshalb zur Analyse der Klappenbewegungen unbedingt herangezogen werden.

## 4. Indikationen

Die Indikationen zur fetalen Echokardiografie gliedern sich in vier Hautgruppen (☉ Tab. 1). Bei anamnestischen Belastungen

ist der Anteil der Feten mit Herzfehlern relativ gering, sodass es in den meisten Fällen gelingt, den Eltern ihre oft starken Ängste zu nehmen; in diesen Fällen ist auch eine frühe Echokardiografie indiziert. Den höchsten Anteil von Feten mit Herzfehlern findet man in der zweiten Hauptgruppe von Feten, bei denen Hinweiszeichen für Herzfehler (auffälliger Vierkammerblick), Hydrops fetalis oder extrakardiale Anomalien die Indikation zur echokardiografischen Untersuchung sind; auch Feten mit einer Mehrlingsschwangerschaft gehören in diese Gruppe. Die dritte Gruppe umfasst alle Feten, bei denen eine „genetische Sonografie“ (= detaillierte sonografische Untersuchung zum Ausschluss von Fehlbildungen und Markern, die auf eine chromosomale Aberration des Feten hinweisen) indiziert ist, um eine invasive, mit dem Risiko der eingriffsbedingten Fehlgeburt behaftete Untersuchung zur Karyotypisierung zu vermeiden. In dieser Gruppe ist der Anteil von Feten mit Herzfehlern zwar gering, die Echokardiografie aber wesentlicher Bestandteil der Untersuchung, da Herzfehler und kardiale Funktionsstörungen bei vielen der Feten mit chromosomalen Aberrationen vorliegen. Die vierte Gruppe umfasst alle Feten, bei denen eine funktionelle kardiale Diagnostik indiziert ist, da die fetale Echokardiografie mehr Aufgaben erfüllen kann als nur die Suche bzw. der Ausschluss von strukturellen Herzfehlern [9]. Bei bestimmten Risikofaktoren kann sie Aufschluss über die kardiale Funktion geben und die Auswirkung einer Krankheit des Feten auf sein kardiovaskuläres System erfassen. Indikation sind daher Herzrhythmusstörungen, kardiale Volumenbelastung, eine intrauterine fetale Retardierung, Verdacht auf eine fetale Infektion mit kardialer Beteiligung oder auf eine kardiale Funktionsstörung bei maternalem Diabetes mellitus. Solche Untersuchungen müssen in Abhängigkeit von Indikation und Befund bei Bedarf wiederholt werden.

## 5. Dokumentation

▼ Wichtige Grundlage für die Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle ist eine exakte Befund- und ausreichende Bilddokumentation. Eine solche Dokumentation dient gleichermaßen auch als Leistungsnachweis.

Standardmäßig sollten folgende Parameter als Bilddokumentation erfasst werden:

- ▶ Querschnitt des oberen Abdomens,
- ▶ Vierkammerblick (B-Bild und Farbdoppler),
- ▶ linksventrikulärer Ausflusstrakt (B-Bild und Farbdoppler),
- ▶ rechtsventrikulärer Ausflusstrakt (B-Bild und Farbdoppler),
- ▶ Ductus arteriosus und Aortenbogen im Transversalschnitt (sog. Drei-Gefäßblick) oder im Längsschnitt (B-Bild und Farbdoppler),

Nach Möglichkeit sollte die Einmündung einer Pulmonalvene in den linken Vorhof mittels Farbdoppler dokumentiert werden. Werden im Rahmen der Untersuchungen Auffälligkeiten entdeckt, sind diese gesondert zu dokumentieren.

Bei eingeschränkten Sichtverhältnissen aufgrund der mütterlichen Bauchdecke, einer ungünstigen Lage des Feten oder einer ungenügenden Fruchtwassermenge sollte dies im schriftlichen Befund dokumentiert werden. Auch ist die Patientin darüber aufzuklären, dass aufgrund eingeschränkter Sichtverhältnisse die diagnostische Qualität der Untersuchung reduziert ist.

**Tab. 1** Indikationen zur fetalen Echokardiografie (high-risk Kollektiv)

<i>I. Anamnestic Belastungen durch:</i>
1. Familiäre Belastungen
1.1. Herzfehler
1.2. Andere mit kardialen Vitien gehäuft assoziierte Syndrome
2. Einflüsse in der Schwangerschaft durch:
2.1. Spezielle Substanzen (z. B. Antiepileptika, Lithium, Alkohol, Vitamin A, Drogen)
2.2. Maternale Erkrankungen (z. B. Diabetes mellitus, Phenylketourie, Lupus erythematodes, Sjögren-Syndrom)
2.3. Infektionen (z. B. Röteln-, Zytomegalie-, Coxsackie-, Echo-Viren)
2.4. Hohe Dosen ionisierender Strahlen
<i>II. Nachgewiesene Auffälligkeiten beim Feten:</i>
1. Sonografischer Verdacht auf Herzfehler (z. B. suspekter Vierkammerblick)
2. Kardiovaskuläre Symptome
2.1. Arrhythmien
2.2. Nichtimmunologisch bedingter Hydrops
2.3. Nackenödem oder Hygroma colli
3. Frühe (= 32 SSW) und/oder mehr symmetrische Wachstumsrestriktion
4. Gehäuft mit kardialen Fehlbildungen assoziierte Anomalien:
4.1. Abnorme Herzlage
4.2. Zentrales Nervensystem: Hydrozephalie, Mikrozephalie, Balancenagenese, Enzephalozele (Meckel-Gruber-Syndrom)
4.3. Mediastinum: Ösophagusatresie, Zwerchfellhernie
4.4. Gastrointestinaltrakt: Duodenalatresie, Situs visceralis inversus, Situs visceralis ambiguus
4.5. Bauchwand: Omphalozele, Ectopia cordis
4.6. Nieren: dysplastische Niere, Hydronephrose
4.7. Extremitätenfehlbildungen
4.8. Syndrome – nicht-chromosomal bedingt – mit obligat oder fakultativ auftretenden Herzfehlern
4.9. Bereits nachgewiesene chromosomale Aberrationen
4.10. Extrakardiale Gefäßanomalien: links persistierende V. cava superior, Aortenbogenanomalien, singuläre Nabelarterie, persistierende rechte V. umbilicalis, Agenesie des Ductus venosus
5. Mehrlingsschwangerschaft
6. Auffällige Befunde im ersten und frühen zweiten Trimenon, die Hinweise auf das Vorliegen eines Herzfehlers oder einer kardialen Funktionsstörung sein können.
6.1. Verdickte Nackentransparenz
6.2. Fehlender oder reverser Fluss im D. venosus während der atrialen Systole
6.3. Trikuspidalklappenregurgitation
6.4. Reverser enddiastolischer Fluss in der A. umbilicalis
<i>III. Verzicht auf invasive Diagnostik zwecks Karyotypisierung bei entsprechender Risikoerhöhung aufgrund eines fortgeschrittenen maternalen Alters, auffälliger Ersttrimesterbefunde (verdickte Nackentransparenz u. a.), suspekter biochemischer Parameter im maternalen Blut (β-HCG, PAPP-A; AFP, HCG, uE3) oder familiärer Risiken („genetische Sonografie“).</i>
<i>IV. Funktionelle Untersuchung bei Vorliegen oder Verdacht auf diverse fetale Erkrankungen, wie Arrhythmie, Volumenbelastung durch Anämie (Rhesus-, Kell-Inkompatibilität; Parvovirus B 19-Infektion, feto-maternale Transfusion u. a.) und arterio-venöse-Fisteln (bei fetalen Tumoren, Gefäßmalformationen und Chorangiomen), feto-fetales Transfusions-Syndrom, medikamenteninduzierte Konstriktion des Ductus arteriosus, Infektionen, Diabetes mellitus, inkl. Gestationsdiabetes mellitus.</i>

## 6. Beratung der Schwangeren

Vor der Untersuchung sollte die Schwangere – ähnlich wie bei der weiterführenden differenzialdiagnostischen Ultraschalluntersuchung des Feten – über die Grenzen der fetalen Echokardiografie zum Ausschluss von Anomalien aufgeklärt werden. Wird ein Herzfehler beim Feten entdeckt, sollte der Schwangeren eine ausführliche Beratung angeboten werden. Dabei sollte je nach Fragestellung und Schweregrad eine interdisziplinäre Beratung mit einem Kinderkardiologen, einem Humangenetiker und/oder eine zweite Meinung bei einem in der fetalen Echokardiografie erfahrenen Pränataldiagnostiker angeboten werden, ebenso wie eine psychosoziale Beratung und Kontakte zu Elternverbänden.

### Anmerkung

Durch das Board der Sektion Gynäkologie und Geburtshilfe der DEGUM auf seiner Sitzung vom 15.9.2007 beraten, mit dem Arbeitskreis fetale Echokardiografie der DEGUM auf seiner Sitzung am 25.10.2007 in Leipzig abgestimmt und zur Publikation in der Zeitschrift „Ultraschall in der Medizin“ empfohlen. Diese Qualitätsanforderungen treten mit dem Tage der Veröffentlichung in der Zeitschrift „Ultraschall in der Medizin“ in Kraft.

### Literatur

- 1 *International Society of Ultrasound in Obstetrics & Gynecology (ISUOG)*. Cardiac screening examination of the fetus: guidelines for performing the 'basic' and 'extended basic' cardiac scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 107–113
- 2 *Allan L, Dangel J, Fesslova V et al.* Recommendations for the practice of fetal cardiology in Europe. *Cardiol Young* 2004; 14: 109–114
- 3 *American Society of Echocardiography (ASE)*. Guidelines and standards for performance of fetal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17: 803–810
- 4 *Eichhorn KH, Schramm T, Bald R et al.* Qualitätsanforderungen an die DEGUM-Stufe I bei der geburtshilflichen Ultraschalldiagnostik im Zeitraum 19 bis 22 Schwangerschaftswochen. *Ultraschall in Med* 2006; 27: 185–187
- 5 *Merz E, Eichhorn KH, Hansmann M et al.* Qualitätsanforderungen an die weiterführende differenzialdiagnostische Ultraschalluntersuchung in der pränatalen Diagnostik (DEGUM-Stufe II) im Zeitraum 18 bis 22 Schwangerschaftswochen. *Ultraschall in Med* 2002; 23: 11–12
- 6 *Gembruch U, Chaoui R.* Möglichkeiten und Grenzen eines Screeningprogramms. Pränatale Diagnostik fetaler Herzfehler durch Untersuchung von „High-risk“- und „Low-risk“-Kollektiven. *Gynäkologe* 1997; 30: 191–199
- 7 *Chaoui R.* The four-chamber view: four reasons why it seems to fail in screening for cardiac abnormalities and suggestions to improve detection rate. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 3–10
- 8 *Berg C, Geipel A, Gembruch U.* Der Vier-Kammer-Blick in der fetalen Echokardiographie. *Ultraschall in Med* 2007; 28: 132–157
- 9 *Chaoui R.* Fetal echocardiography: state of the art of the state of the heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 17: 277–284

# Der Vier-Kammer-Blick in der fetalen Echokardiografie



C. Berg, A. Geipel, U. Gembruch

Abteilung für Geburtshilfe und Pränatale Medizin, Universitätsklinikum Bonn

**eingereicht** 11.2.2007

**akzeptiert** 2.3.2007

## Bibliografie

**DOI** 10.1055/s-2007-963085

Ultraschall in Med 2007; 28:  
132 – 157 © Georg Thieme  
Verlag KG Stuttgart · New York ·  
ISSN 0172-4614

## Korrespondenzadresse

**Priv.-Doz. Dr. Christoph Berg**  
Abteilung für Geburtshilfe und  
Pränatale Medizin, Universitäts-  
klinikum Bonn  
Sigmund-Freud-Str. 25  
53105 Bonn  
Tel.: ++49/228/28715942  
Fax: ++49/228/28716088  
Christoph.Berg@ukb.uni-  
bonn.de

## Lernziele



- ▶ Bedeutung des Vier-Kammer-Blickes beim Screening auf Herzfehler.
- ▶ Technische Grundlagen.
- ▶ Einstellung des Vier-Kammer-Blickes.
- ▶ Physiologische Befunde im Vier-Kammer-Blick.
- ▶ Auffälligkeiten im Vier-Kammer-Blick.
- ▶ Herzfehler, die im Vier-Kammer-Blick diagnostiziert werden können.
- ▶ Herzfehler, die im Vier-Kammer-Blick nicht diagnostiziert werden können.
- ▶ Vier-Kammer-Blick im ersten Trimenon.

## Einleitung



Herzfehler können isoliert, aber auch in Kombination mit nicht-chromosomal und chromosomal bedingten extrakardialen Fehlbildungen auftreten. Mit einer Inzidenz von 6–8/1000 Lebendgeborenen und von ca. 10/1000 Feten im 2. Trimenon gehören sie nicht nur zu den häufigsten Fehlbildungen, sondern weisen auch eine besonders hohe Mortalität und Morbidität auf; rund 20% der Todesfälle in der Neonatalzeit bzw. 50% der Todesfälle infolge angeborener Fehlbildungen im ersten Lebensjahr sind auf die kritischen und schweren Herzfehler zurückzuführen [1]. Gerade bei den kritischen Herzfehlern scheint es offensichtlich, dass nach einer bereits pränatal gestellten Diagnose durch die so mögliche Optimierung des perinatalen Managements (Wahl des Entbindungsortes, Offenhalten der fetalen Shunts etc.) die präoperative Morbidität (metabolische Azidose, Niereninsuffizienz, Multiorganversagen, Reanimationspflichtigkeit) und Mortalität gesenkt werden können. Mittlerweile konnte der Vorteil der pränatalen Diagnose für das kindliche Outcome auch in verschiedenen Studien belegt werden, insbesondere für das hy-

poplastische Linksherz, die Transposition der großen Arterien und die schwere Aortenisthmusstenose [2, 3].

Es sind gerade die Kinder mit Herzfehlern, die am meisten durch eine Verbesserung ihres Outcome von einer bereits pränatal erfolgten Diagnostik profitieren, im Gegensatz zu vielen anderen Anomalien, bei denen die pränatale Diagnose das Outcome nicht entscheidend ändert bzw. gar zu einer Schwangerschaftsunterbrechung führt. Eine neue Perspektive für schwere Links- und auch Rechtssherzobstruktionen eröffnet die intrauterine Ballondilatation mit dem Ziel, eine weitere Verschlechterung der Ventrikelfunktion zu vermeiden und so eine biventrikuläre Korrekturoperation zu ermöglichen [4]. Neben dieser Verbesserung des Outcome sind auch die anderen an ein Screening gestellten Forderungen (hohe Prävalenz und Schwere der Erkrankung, einfache und sichere Screening-Methode, Validität und Kosteneffektivität) bei der Diagnostik fetaler Herzfehler erfüllt. Da aber nur 20% der Herzfehler bei Feten auftreten, die ein entsprechendes Risiko aufweisen, kann das Ziel der allgemeinen pränatalen Entdeckung der schweren isolierten Herzfehler bei den restlichen 80% der Neugeborenen nur durch eine Untersuchung aller Feten erreicht werden [1]. Zwar wäre es wünschenswert, bei allen Feten eine detaillierte fetale Echokardiografie mit entsprechend hohen Entdeckungsraten durchzuführen, doch sind die Ressourcen hierzu derzeit nicht vorhanden.

Vielmehr bietet es sich an, die Untersuchung des Vier-Kammer-Blickes (4KB) in das allgemeine Ultraschallscreening aufzunehmen das bereits in fast allen Ländern Europas um die 20. SSW herum durchgeführt wird [5]. Dementsprechend beinhalten auch die Qualitätsanforderungen an die geburtshilfliche Ultraschalldiagnostik (DEGUM-Stufe I) die Darstellung des 4KB [6].

# The Four-Chamber View in Fetal Echocardiography



C. Berg, A. Geipel, U. Gembruch

Department of Obstetrics and Prenatal Medicine, University Hospital, Bonn

## Training Targets

- ▼
- ▶ Value of the four-chamber view in screening for cardiac defects.
- ▶ Technical principles.
- ▶ Acquisition of the four-chamber view.
- ▶ Physiological findings in the four-chamber view.
- ▶ Conspicuous findings in the four-chamber view.
- ▶ Cardiac defects that can be diagnosed in the four-chamber view.
- ▶ Cardiac defects that cannot be diagnosed in the four-chamber view.
- ▶ Four-chamber view in the first trimester.

## Introduction

▼

Cardiac abnormalities can occur not only as isolated entities but also in combination with extracardiac malformations of non-chromosomal or chromosomal origin. With an incidence of 6–8/1000 live births and about 10/1000 fetuses in the second trimester, they belong not only to the most frequent malformations but also exhibit a particularly high mortality and morbidity. About 20% of deaths in the neonatal period or, respectively, 50% of the deaths due to congenital malformations in the first year of life can be attributed to critical and severe cardiac abnormalities [1].

Particularly in the case of critical heart defects it seems clear that, after diagnosis in the prenatal period and the thus possible optimisation of the perinatal management (choice of hospital for delivery, keeping the fetal shunts open etc.), preoperative morbidity (metabolic acidosis, renal insufficiency, multiorgan failure, need for reanimation) and mortality can be reduced. In the mean time the advantages of prenatal diagnosis for the baby's outcome have been de-

monstrated in various studies, in particular for hypoplastic left heart, transposition of the great arteries and coarctation of the aorta [2, 3].

It is just those children with heart defects who profit most by an improvement of their outcome from diagnostics carried out in the prenatal period, in contrast to many other anomalies for which prenatal diagnosis does not affect the outcome decisively or even leads to termination of the pregnancy. Intrauterine balloon dilatation with the objective of avoiding a further deterioration of ventricular function and making a biventricular corrective operation possible opens up new perspectives for severe left and also right heart obstructions [4].

Besides these improvements in outcome, the other requirements of a screening method (high prevalence and severity of the disease, simple and safe screening method, validity and cost-effectiveness) are fulfilled by the diagnostics for fetal heart defects. Since only about 20% of the heart defects occur in fetuses exhibiting a corresponding risk factor, the objective of a global detection of severe isolated heart defects in the remaining 80% of the new-born babies can only be achieved by an examination of all fetuses [1]. Although it would be desirable to carry out detailed echocardiography in all fetuses with a correspondingly high detection rate, the necessary resources are currently not available.

Instead it would be reasonable to include an examination of the four-chamber view (4CV) in the general sonographic screening that is carried out at around the 20<sup>th</sup> week of pregnancy in practically all European countries [5]. Accordingly, the quality requirements for basic obstetric sonographic diagnostics (DEGUM Step 1) also include acquisition of the 4CV [6].

In the framework of the screening program it is found that the detection rate correlates strongly with the experience of the respective examiner. Thus, continuing and structured training and fur-

## Key words

- heart
- echocardiography
- four chamber view
- fetus
- congenital heart disease

received 11.2.2007

accepted 2.3.2007

## Bibliography

DOI 10.1055/s-2007-963085  
 Ultraschall in Med 2007; 28:  
 132–157 © Georg Thieme  
 Verlag KG Stuttgart · New York ·  
 ISSN 0172-4614

## Correspondence

**Priv.-Doz. Dr. Christoph Berg**  
 Department of Obstetrics and  
 Prenatal Medicine, University  
 Hospital, Bonn  
 Sigmund-Freud-Str. 25  
 53105 Bonn  
 Tel.: ++49/2 28/28 71 59 42  
 Fax: ++49/2 28/28 71 60 88  
 Christoph.Berg@ukb.uni-  
 bonn.de

	Inzidenz (pro 1000)	Risiko	Untersuchung	SSW	Erfahrung	Sensitivität
Buskens et al. 1996	8	niedrig	4KB	16 – 24	Stufe 1	5 %
Todros et al. 1997	4,8	niedrig	4KB	18 – 22	Stufe 1	15 %
Tegnander et al. 2006	3 (nur kritische CHD)	niedrig	nur 4KB	16 – 22	Stufe 1 – 2	39 %
			4KB+Ausflusstrakt			57 %
Hafner et al. 1998	13	niedrig	4KB+Ausflusstrakt	16 – 22	Stufe 2	44 %
Ogge et al. 2006	9,1	niedrig	4KB+Ausflusstrakt	> 18	Stufe 2	66 %
Wong et al. 2003	7	niedrig	4KB+Ausflusstrakt	17 – 24	Stufe 1/2	21 %
					Stufe 3	61 %
Stümpflen et al. 1996	7	gemischt	nur 4KB	18 – 28	Stufe 3	48 %
			4KB+Ausflusstrakt + Farbe			88 %
Yagel et al. 1997	7,6	gemischt	4KB+Ausflusstrakt + Farbe	13 – 22	Stufe 3	81 %

**Tab. 1** Studien zum pränatalen Screening kongenitalen Herzfehler modifiziert nach [1]

Im Rahmen der Screeningprogramme zeigt sich, dass die Entdeckungsraten stark mit der Erfahrung der jeweiligen Untersucher korrelieren. Daher sind fortwährende und strukturierte Ausbildungs- und Trainingsprogramme erforderlich, um die Möglichkeiten und Chancen des pränatalen Ultraschallscreenings allgemein und der Herzfehlerdiagnostik im Besonderen auszuschöpfen. Nicht nur die Darstellung, sondern auch die Interpretation des 4KB können durch Anleitung und ständige Übung verbessert werden, was über Jahre hinweg zu einer stetig steigenden Entdeckungsrate von Herzfehlern allein über den 4KB führt [7, 8].

Vielfach konnte gezeigt werden, dass die schrittweise Einführung des Vier-Kammer-Blickes (4KB) in das pränatale Ultraschallscreening sowie dann auch die darüber hinausgehende Darstellung der Abganges und des Verlaufs der beiden großen Arterien zu einer deutlichen Steigerung der Entdeckungsraten führt [1]. So beinhalten die Qualitätsanforderungen an die weiterführende differenzialdiagnostische Ultraschalluntersuchung (DEGUM-Stufe II) neben dem 4KB auch die Darstellung der links- und rechtsventrikulären Ausflusstrakte [9].

Die folgenden Ausführungen sollen einen umfassenden Überblick über die Darstellung und das diagnostische Potenzial des 4KB geben; das Vorgehen bei der Einstellung des 4KB, die normalen Strukturen und die nachweisbaren Anomalien werden aufgezeigt, ebenso wie mögliche Fehler und Grenzen des 4KB bei der Diagnostik fetaler Herzfehler. Neben der Strukturanalyse im zweidimensionalen Bild wird auch der Einsatz der Farbdoppler-Sonografie bei der Beurteilung des 4KB bzw. der Diagnose der jeweiligen Herzfehler dargelegt, da heutzutage die meisten Ultraschallgeräte bereits über diese Technik verfügen.

der 18. und 22. SSW integriert [5, 6]. Dabei erzielten Länder mit etablierten Screeningprogrammen (Westeuropa, 20–48%) höhere Detektionsraten als solche ohne feste Screeninguntersuchungen (Niederlande, Dänemark, Osteuropa; 8–11%) [5]. Um das volle Potenzial einer solchen Untersuchung auszuschöpfen, sind standardisierte Untersuchungstechniken, die Verwendung hochauflösender Ultraschallgeräte und die entsprechende theoretische und praktische Ausbildung der Durchführenden unabdingbar.

Analysiert man verschiedene Publikationen zu Screeninguntersuchungen des fetalen Herzens, unterscheiden sich diese in vielerlei Hinsicht, was letztendlich auch die extreme Schwankungsbreite der Entdeckungsraten begründet [1, 7] (• **Tab. 1**). Während Stufe-1-Untersucher überwiegend Low-risk-Schwangere untersuchen, ist das Untersuchungskollektiv in Stufe-III-Zentren meist ein Kollektiv mit gemischtem bis hohem Risiko; damit steigt auch die Prävalenz von Herzfehlern. Die Definition, was als „Herzfehler“ gewertet wurde, ist uneinheitlich. Während einige Studien nur schwere Herzfehler einschließen, beziehen sich andere auf im Vier-Kammer-Blick „potenziell“ entdeckbare. Unterschiede ergeben sich auch im Follow-up; während in einzelnen Studien postnatal standardisiert nachuntersucht wurde, geschah dies in anderen nur bei Auffälligkeiten oder gar nicht. Einzelne Zentren mit wenigen, hochspezialisierten Untersuchern erreichen höhere Entdeckungsraten als solche, in denen verschiedene Untersucher mit unterschiedlicher Erfahrung untersuchen.

Eine wichtige Rolle spielt der auch Untersuchungszeitpunkt. Als optimal für ein allgemeines Screening wird das Intervall 20.–22. SSW angesehen, während Untersuchungen vor der 18. SSW mit einer schlechteren Visualisierung und damit auch niedrigeren Entdeckungsraten einhergehen.

Nicht zuletzt ist die Gerätequalität (Verwendung von 3,5- vs. 5,0-MHz-Schallköpfen, Möglichkeit der farbkodierten Doppleruntersuchung), die Komplexität der Untersuchung sowie die zur Verfügung stehende Untersuchungszeit bedeutsam [9]. Die alleinige Beurteilung des Vier-Kam-

### Stellenwert des Vier-Kammer-Blickes beim Screening auf Herzfehler

▼  
In vielen Ländern wurde die Darstellung des 4KB als Anforderung in die Stufe-I-Screening-Untersuchung zur Fehlbildungsdiagnostik zwischen



study	incidence (per 1 000)	risk	examination	week of pregnancy	experience	sensitivity
Buskens et al. 1996	8	low	4CV	16–24	stage 1	5%
Todros et al. 1997	4.8	low	4CV	18–22	stage 1	15%
Tegnander et al. 2006	3 (only critical CHD)	low	only 4CV	16–22	stage 1	39%
			4CV + outflow tract			57%
Hafner et al. 1998	13	low	4CV + outflow tract	16–22	stage 2	4%
Ogge et al. 2006	9.1	low	4CV + outflow tract	> 18	stage 2	66%
Wong et al. 2003	7	low	4CV + outflow tract	17–24	stages 1/2	21%
					stage 3	61%
Stümpflen et al. 1996	7	mixed	only 4CV	8–28	stage 3	48%
			4CV + outflow tract + colour			88%
Yagel et al. 1997	7.6	mixed	4CV + outflow tract + colour	13–22	stage 3	81%

**Table 1** Studies on prenatal screening of congenital heart defects, modified after [1]

ther educational programs are necessary to fully exploit the possibilities and chances of prenatal sonographic screening in general and the diagnosis of heart defects in particular. Not only the acquisition but also the interpretation of the 4CV can be improved by instruction and continuous practice, which would over the years lead to a continuously increasing rate of detection of heart defects by way of the 4CV alone [7, 8].

It has been shown many times that a stepwise introduction of the four-chamber view (4CV) into prenatal sonographic screening and then the additional evaluation of the origins and courses of the two great arteries lead to a marked increase in the detection rates [1]. Thus, the quality requirements of advanced differential diagnostic sonographic examinations (DEGUM Step II) contain, besides the 4CV, also visualisation of the left and right ventricular outflow tracts [9].

The following text is intended to provide a comprehensive survey of the acquisition and diagnostic potential of 4CV; the process of setting up the 4CV, the normal structures and the detectable anomalies are illustrated. Also the possible pitfalls and limitations of the 4CV in the diagnosis of fetal heart defects are discussed. Besides structure analysis in the two-dimensional image, the use of colour Doppler sonography in evaluation of the 4CV or, respectively, diagnosis of the respective heart defect are presented since nowadays most sonography systems include this technique.

### Value of the Four-Chamber View in Screening for Heart Defects

In many countries acquisition of the 4CV is integrated as a requirement in stage I screening examinations for fetal anomalies between the 18<sup>th</sup> and 22<sup>nd</sup> weeks of pregnancy [5, 6]. Hereby, countries with established screening programs achieved higher detection rates (West Europe, 20–48%) than those without fixed screening examinations (Netherlands, Denmark, East Europe, 8–11%) [5]. In order to exploit the full potential of such examinations, standardised ex-

amination techniques, the use of high-resolution ultrasound equipment and the corresponding theoretical and practical training of the examiners are mandatory.

If one analyses the various publications on screening examinations of the fetal heart, they are found to differ in many respects, which ultimately also explains the extreme width of scatter of the reported detection rates [1, 7] (Table 1). Whereas stage 1 examiners are mainly concerned with low-risk pregnant women, the examined collective in stage 3 centres is usually a group of mixed to high risk patients; accordingly, the prevalence of heart defects is also higher. The definition of what constitutes a “heart defect” is not uniform. While some studies have only examined severe heart defects, others refer to defects that are “potentially” detectable on the four-chamber view. There are also differences in follow-up; whereas in individual studies the follow-up examinations were standardized, this occurred in others only in cases of conspicuous findings or not at all. Individual centres with a few, highly specialized examiners achieved higher detection rates than those in which the various examiners had different levels of experience.

The time point of the examination also plays an important role. The period from 20<sup>th</sup> to 22<sup>nd</sup> week of pregnancy is considered to be optimal for a general screening, whereas examinations prior to the 18<sup>th</sup> week of pregnancy are accompanied by a poorer visualisation and thus also a lower detection rate.

Last but not least, the quality of the ultrasound equipment (use of 3.5 versus 5.0 MHz transducer, possibility for colour-coded Doppler examinations), the complexity of the examination as well as the time available for the examination are important [9]. Even under optimal conditions, evaluation of the four-chamber view alone can only detect about 40–50% of all heart defects. An increase of the sensitivity by a further 20–30% is possible by additional consideration of the outflow tracts [8, 10, 11]. Realistic estimates for Europe give a prenatal detection rate of about 20–25% for fetal heart defects.



mer-Blickes kann selbst bei optimalen Bedingungen nur ca. 40–50% aller Herzfehler entdecken. Eine Steigerung der Sensitivität um weitere 20–30% ist durch die zusätzliche Beurteilung der Ausflusstrakte möglich [8, 10, 11]. Realistische Schätzungen für Europa gehen von einer pränatalen Entdeckungsrate fetaler Herzfehler von etwa 20–25% aus.

Um das Screening weiter zu verbessern, ist die konsequente Darstellung des Vier-Kammer-Blickes in ausreichender Bildqualität durch geschulte Untersucher als fester Bestandteil einer Stufe-I-Untersuchung zu fordern [6].

### Technische Grundlagen

Verschiedene Ultraschallverfahren können bei der Untersuchung des fetalen Herzens und somit auch des 4KB eingesetzt werden: die zweidimensionale (2D-)Echokardiografie (= B-Bild-Sonografie) (☉ Abb. 1a–c, 3a, b), die farbkodierte Doppler-Echokardiografie (☉ Abb. 2a–c), die Spektral-Doppler-Echokardiografie (☉ Abb. 3c), die M-Mode-Echokardiografie (☉ Abb. 4a–c) und die 3D/4D-Echokardiografie (☉ Abb. 5). In der Routine kommen vor allem die 2D-Echokardiografie und die farbkodierte Doppler-Echokardiografie zum Einsatz; die Spektral-Doppler-Echokardiografie wird zur Quantifizierung von Flussgeschwindigkeiten, zur Verifizierung von Flussauffälligkeiten im Farbdoppler-Bild und zur Differenzierung fetaler Arrhythmien eingesetzt, die M-Mode-Echokardiografie ebenfalls zur Differenzierung fetaler Arrhythmien und zur Beurteilung der Ventrikelfunktion.

Die 3D/4D-Echokardiografie hat in den letzten Jahren eine rasante Entwicklung erfahren. Vor allem nach der Einführung der STIC-Technologie (Spatio-temporal image correlation) [12], die die Probleme der Bewegungsartefakte bei fehlender Möglichkeit einer EKG-Triggerung bei der 3D-Darstellung des fetalen Herzens teilweise gelöst hat und die mit vielen anderen Ultraschallverfahren kombiniert eingesetzt werden kann (B-Flow, Farbdoppler, Power-Doppler, High-definition-flow-Doppler). Die Entwicklung neuer Matrix-Schallköpfe bietet die Möglichkeit, erstmals kleinere Herzvolumina in Echtzeit (Real time) zu untersuchen. Ob und auf welchen Gebieten der Einsatz der 3D/4D-Echokardiografie die diagnostische Qualität der fetalen Echokardiografie verbessern wird, kann derzeit noch nicht vorausgesagt werden. In jedem Fall bietet sie vielversprechende neue Visualisierungsmöglichkeiten, wie in neueren Übersichtsarbeiten dargestellt [13].

Für die fetale Echokardiografie sollten hochfrequente Ultraschallsonden (5–9 MHz) sowie die für die meisten Ultraschallsysteme erhältlichen und speziell für diesen Anwendungsbereich ent-

wickelten Voreinstellungen (Presets) verwandt werden. In der B-Bild-Sonografie zeichnen sich diese Voreinstellungen durch keine oder eine niedrige Mittelung (Persistenz), eine niedrige Dynamic Range (hohes Kontrastverhältnis) sowie eine hohe Bildwiederholungsrate (Frame rate) aus: insgesamt wirkt das Bild damit härter. Um eine optimale Bildfolgefrequenz und räumliche Auflösung zu erreichen, sollte der Bildausschnitt schmal gewählt werden.

In der farbkodierten Dopplersonografie muss die vorgegebene Echokardiografie-Voreinstellung in der Regel individuell angepasst werden. Dabei sollte die Pulsrepetitionsfrequenz (PRF) so gewählt werden, dass der Einfluss ins Herz ohne Aliasing dargestellt wird (50–100 cm/s). Zur Darstellung der langsameren venösen Flüsse (z.B. den Lungenvenen) muss die Pulsrepetitionsfrequenz entsprechend herabgesetzt werden (10–30 cm/s). Die Nachverstärkung (Farb-Gain) sollte so hoch gewählt werden, dass nur Bereiche des Herzens kodiert werden, in denen auch Blutfluss stattfindet. Eine zu starke Steigerung des Farb-Gain führt zum „Überzeichnen“ der Gefäßwände. Um einen schnellen Bildaufbau zu gewährleisten, ist die Persistenz auch in den Farb-Presets niedrig eingestellt. Zusätzlich sollte man das Farbfenster möglichst klein und vor allem schmal wählen.

### Festlegung des Situs und Einstellen des Vier-Kammer-Blickes

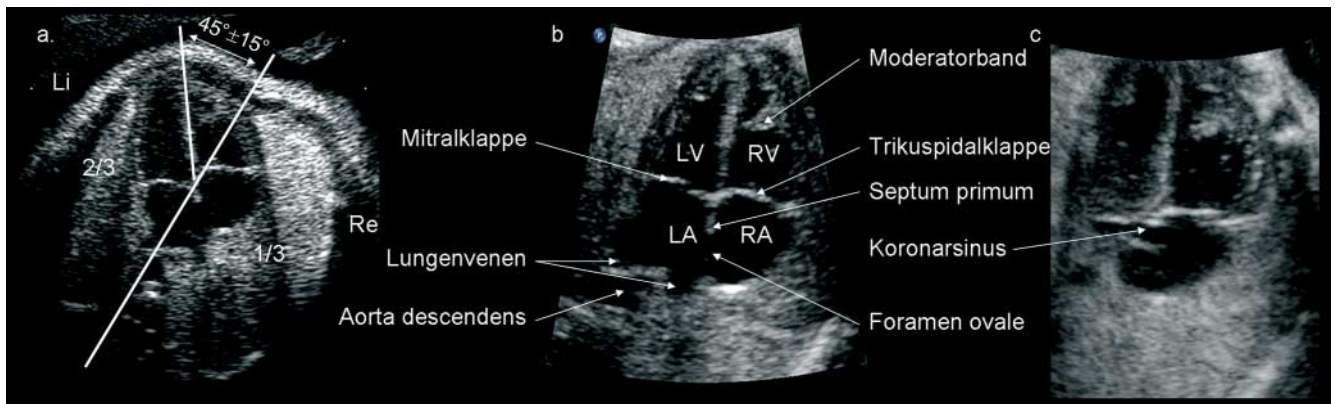
Es ist empfehlenswert, die fetale Echokardiografie nicht am Herzen selbst zu beginnen sondern am transabdominalen Querschnitt. Hier wird der abdominelle Situs festgelegt, nachdem anhand der Poleinstellung sowie der Stellung des kindlichen Rückens die Seitenzuordnung des Ultraschallbildes erfolgt ist. Unterschieden wird der Situs solitus, der Situs inversus und der Situs ambiguus.

Beim physiologischen Situs solitus abdominalis sind Magen und deszendierende Aorta links der Wirbelsäule, während Vena cava inferior, Portalsinus und Gallenblase rechts der Wirbelsäule zur Darstellung kommen.

Die häufigste Situsanomalie in der Fetalperiode ist der Situs ambiguus (viszerokardiale Heterotaxie), ein Situs, der sich weder dem Situs solitus noch dem Situs inversus zuordnen lässt. Von einem solchen Situs spricht man z.B., wenn sowohl der Magen als auch Portalsinus und Gallenblase rechts der Wirbelsäule zur Darstellung kommen. Der Situs ambiguus ist regelmäßig (>95%) mit komplexen kardialen Vitien vergesellschaftet [14].

Der Situs inversus mit spiegelbildlicher Anordnung der Bauchorgane (Magen und deszendierende Aorta rechts, Gallenblase, Portalsinus und





**Fig. 1** a–c Two-dimensional echocardiography of the apical four-chamber view in three different settings. The survey **a** demonstrates the size relationships in the thorax: the axis of the heart is inclined  $45^\circ \pm 15^\circ$  to the left,  $\frac{2}{3}$  of the heart lie in the left and  $\frac{1}{3}$  in the right half of the thorax. The heart area accounts for  $\frac{1}{3}$  of the thorax area. In the zoom view **b** the anatomic details can optimally be evaluated (the heart should occupy 30–50% of the image's area). In the caudal setting **c** the coronary sinus is visualised.

**Abb. 1** a–c Zweidimensionale Echokardiografie des apikalen Vier-Kammer-Blickes in drei unterschiedlichen Einstellungen. Die Übersicht **a** demonstriert die Größenverhältnisse im Thorax: Die Herzachse ist  $45^\circ \pm 15^\circ$  nach links gekippt,  $\frac{2}{3}$  des Herzens liegen in der linken und  $\frac{1}{3}$  in der rechten Thoraxhälfte. Die Herzfläche nimmt  $\frac{1}{3}$  der Thoraxfläche ein. In der Zoom-Ansicht **b** können die anatomischen Details optimal beurteilt werden (das Herz sollte 30–50% des Bildausschnittes einnehmen). In der kaudalen Einstellung **c** kommt der Koronarsinus zur Darstellung.

In order to further improve the screening, the consequent visualisation of the 4CV in sufficient image quality by well-trained examiners is required as an integral part of a stage I examination [6].

### Technical Principles

Various sonographic procedures can be employed to examine the fetal heart and thus also the four-chamber view: two-dimensional (2D) echocardiography (= B mode sonography) (• Figs. 1a–c, 3a, b), colour-coded Doppler echocardiography (• Fig. 2a–c), spectral Doppler echocardiography (• Fig. 3c), M mode echocardiography (• Fig. 4a–c) and 3D/4D echocardiography (• Fig. 5). In clinical routine, 2D echocardiography and colour-coded Doppler echocardiography are employed most. Spectral Doppler echocardiography is used to quantify flow velocities, to verify flow abnormalities in colour Doppler images and to differentiate fetal arrhythmias, M mode echocardiography is also used to differentiate fetal arrhythmias and to evaluate ventricular function.

3D/4D echocardiography has undergone rapid evolution in the last few years. Above all, introduction of STIC technology (spatio-temporal image correlation) [12] has at least in part solved the problem of movement artefacts in the absence of the possibility for ECG triggering for the 3D visualisation of the fetal heart and the STIC can be used in combination with many other sonographic methods (B flow, colour Doppler, power Doppler, high-definition flow Doppler). The development of new matrix transducers offers the possibility to examine for the first time smaller heart volumes in real time. If and in which

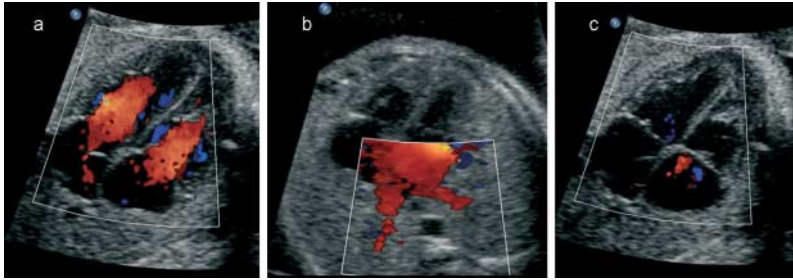
fields the use of 3D/4D echocardiography will improve the diagnostic quality of fetal echocardiography cannot yet be predicted. In any case, it offers highly promising, new possibilities for visualisation as has been discussed in recent review articles [13].

High frequency ultrasound transducers (5–9 MHz) and the presets specially developed for this field of applications and available for most sonographic systems should be used for fetal echocardiography. In B mode sonography these presets are characterised by low or no persistence, a low dynamic range (high contrast ratio) as well as a high frame rate: on the whole the image then appears harder. A narrow image field should be chosen in order to achieve an optimal image sequence frequency and spatial resolution.

In colour-coded Doppler sonography the echocardiographic presets must usually be adjusted individually. Here the pulse repetition frequency (PRF) should be chosen so that the inflow into the heart can be visualised without aliasing (50–100 cm/sec). For visualisation of the slower venous flows (e.g., the pulmonary veins) the pulse repetition frequency must be reduced accordingly (10–30 cm/sec). Subsequent amplification (colour gain) should be set so that only those regions of the heart are coded in which blood flow occurs. An excessive increase of the colour gain leads to an “overdrawing” of the vessel walls. In order to ensure a rapid image formation, the persistence in the colour preset should also be set at a low level. In addition, the color window should be as small and, above all, as narrow as possible.







**Abb. 2 a–c** Farbdoppler-Echokardiografie des apikalen Vier-Kammer-Blickes. In der Diastole **a** lässt sich der getrennte Einfluss (rot kodiert) in beide Ventrikel darstellen. Bei niedrigen Pulsrepetitionsfrequenzen **b** kommen zusätzlich die in den linken Vorhof einmündenden Lungenvenen (rot kodiert) zur Darstellung. In der Systole **c** lässt sich kein Fluss über die Atrioventrikular-Klappen darstellen.

**Fig. 2 a–c** Colour Doppler echocardiography of the apical four-chamber view. In the diastole **a** the separate inflows (coded red) in the two ventricles are apparent. At low pulse repetition frequencies **b** the pulmonary veins (coded red) coursing into the left atrium are additionally visualised. In the systole **c** no flow over the atrioventricular valves can be demonstrated.

Vena cava inferior links) und Spiegelbild-Dextrokardie ist ein sehr seltener Befund, der per se zwar keinen Krankheitswert besitzt, aber ebenfalls häufig mit Herzfehlern assoziiert ist [15]. Die Festlegung des abdominellen Situs als erster Schritt bei der fetalen Echokardiografie empfiehlt sich, weil 1. sie einfach und schnell durchführbar ist, 2. ohne Seitendifferenzierung keine umfassende Beurteilung des fetalen Herzens erfolgen kann und 3. Abweichungen vom Situs solitus wichtige Hinweiszeichen auf das Vorliegen kardialer Vitien sind.

Vom transabdominellen Querschnitt (möglichst von apikal) schwenkt man den Schallkopf nach kranial auf das kindliche Köpfchen zu. So wird die etwas schräg im Thorax befindliche Ebene des 4KB aufgefunden, die von kaudal-apikal nach kranial-dorsal ansteigt (► **Abb. 1**). Bei dorsoanteriorer Lage muss von dorsal eingeschallt werden und das Einstellen des 4KB ist entsprechend schwieriger.

Nach der Beurteilung der Thoraxanatomie in der Übersicht sollte das Herz zur Bildoptimierung herausvergrößert werden (im 4KB sollte das Herz mindestens 40–50% des Bildausschnittes einnehmen) (► **Abb. 1b**). Mittels Cine-loop-Funktion kann dann die Anatomie in den einzelnen Herzzyklen am eingefrorenen Bild beurteilt werden.

### Physiologische Befunde im Vier-Kammer-Blick

Im 4KB (► **Abb. 1a**) zeigt die Herzspitze nach links und die Herzachse ist  $45^\circ \pm 15^\circ$  nach links gekippt. Zwei Drittel des Herzens liegen in der linken Thoraxhälfte und das Herz nimmt rund ein Drittel der Thoraxfläche ein. Das Herz schlägt im Sinusrhythmus mit einer Frequenz von 110–160 Schlägen/Minute und einer 1:1-Überleitung zwischen Vorhöfen und Ventri-

keln. Der rechte Ventrikel liegt thoraxwandnah, ist stärker trabekuliert und trägt im apikalen Teil das Moderatorband (► **Abb. 1b**). Der linke Ventrikel ist spitzenbildend und wirkt aufgrund seiner schwächeren Trabekulierung schlanker. Die Trikuspidalklappe inseriert etwas weiter apikal am Ventrikelseptum, während die Mitralklappe etwas weiter dorsal am Herzkreuz inseriert. Dieser Versatz des Klappenansatzes beträgt beim Fetus 1–2 mm [16]. Die einzige physiologische Kontinuitätsunterbrechung der Herzsepten findet sich im Bereich des Foramen ovale. Die Klappe des Foramen ovale inseriert am Septum primum und schlägt nach links. In den linken Vorhof münden von dorsal die Lungenvenen. Hinter dem Herzen findet sich nur ein Gefäß links von der Wirbelsäule und in unmittelbarer Nähe des linken Vorhofes quer angeschnitten: die Aorta descendens. Schallt man streng auf der Basis des 4KB (d.h. kaudal), kommt in unmittelbarer Nähe und parallel zur Mitralklappe im linken Vorhof der Koronarsinus zur Darstellung (► **Abb. 1c**). Dieser bringt das sauerstoffarme koronarvenöse Blut zurück zum Herzen, „untertunnelt“ den linken Vorhof und mündet in den rechten Vorhof.

In der Farbkodierung lassen sich in der Diastole zwei getrennte Einflüsse in beide Ventrikel darstellen, die sich gleichmäßig füllen und durch das Ventrikelseptum getrennt sind (► **Abb. 2a**). Auf der Vorhofebene kommt bei seitlicher Einstellung der Rechts-links-Shunt über das Foramen ovale zur Darstellung. Bei optimaler Winkeleinstellung und Verwendung entsprechend niedriger Pulsrepetitionsfrequenzen lassen sich die vier von dorsal in den linken Vorhof einmündenden Lungenvenen darstellen (► **Abb. 2b**). In der Systole sollte kein Rückfluss über die AV-Klappen in die Vorhöfe zur Darstellung kommen (► **Abb. 2c**). Eine milde frühsystolische Trikuspidalinsuffizienz kommt allerdings bei bis zu 7% der Feten im zweiten Trimenon vor. Dieser Befund ist meist transient und überwiegend als physiologisch zu werten [17]. Eine Mitralklappenregurgitation ist dagegen sehr selten physiologisch.

► **Tab. 2** fasst die wichtigsten physiologischen Befunde im 4KB in einer Checkliste zusammen.

### Auffälligkeiten im Vier-Kammer-Blick

Auffälligkeiten im 4KB können den Herzrhythmus, die Herzgröße, die Lage des Herzens, die Herzachse, die Herzsepten, die Atrioventrikularklappen, die Ventrikelmorphologie und die Gefäße hinter dem Herzen betreffen.

### Herzrhythmus

Arrhythmien werden, sofern sie nicht im Rahmen der Dopplersonografie auffallen, vornehmlich im 4KB diagnostiziert. Die Differenzialdiagnostik der Rhythmusstörungen basiert grundsätzlich



## Definition of the Situs and visualisation of the Four-Chamber View

It is recommended not to begin fetal echocardiography at the heart itself but rather at a transabdominal cross-section. Hereby the abdominal situs is defined after the lateral orientation of the sonographic image has been fixed on the basis of the pole settings as well as the position of the child's back. One distinguishes between situs solitus, situs inversus and situs ambiguus.

In the physiological abdominal situs solitus the stomach and descending aorta are visualised to the left of the spinal column whereas the vena cava, portal sinus and gallbladder appear to the right of the spinal column.

The most frequent situs anomaly in the fetal period is the situs ambiguus (viscerocardiac heterotaxia), a situs that can be assigned neither as a situs solitus nor as a situs inversus. One speaks of such a situs when, e.g., the stomach, the portal sinus and the gallbladder are visualised to the right of the spinal column. The situs ambiguus is regularly (> 95%) accompanied by complex cardiac defects [14].

The situs inversus with a mirror-image arrangement of the abdominal organs (stomach and descending aorta on the right, gallbladder, portal sinus and vena cava on the left) and dextrocardia is a very rare finding which, although it per se has no clinical relevance, is also often associated with heart defects [15].

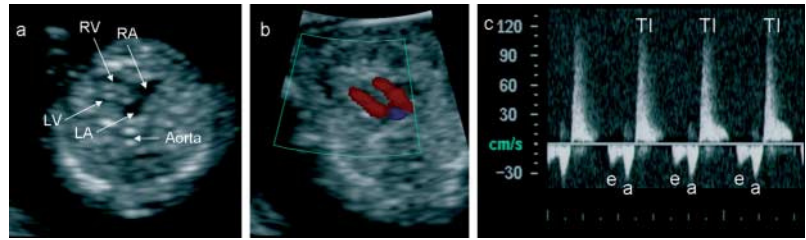
The definition of the abdominal situs as first step in fetal echocardiography is worthwhile because 1. it can be performed very simply and quickly, 2. without the differentiation of sides a correct evaluation of the fetal heart is not possible, and 3. deviations from the situs solitus are important signs for the presence of cardiac defects.

From the transabdominal cross-section (preferably apical), the transducer is moved cranially towards the child's head. In this way the plane of the 4CV can be found; it is somewhat inclined in the thorax and rises from caudal-apical to cranial-dorsal (● Fig. 1). In the case of a dorsoanterior position sonography must be performed from dorsal and acquisition of the 4CV is correspondingly more difficult.

After evaluation of the anatomy of the thorax in a survey image, the view of the heart should be magnified for image optimisation (in the 4CV the heart should occupy at least 40–50% of the image section) (● Fig. 1b). By means of a cine-loop function, the anatomy of individual heart cycles can be evaluated in frozen images.

## Physiological Findings in the Four-Chamber View

In the 4CV (● Fig. 1a) the apex of the heart points to the left and the axis of the heart is inclined



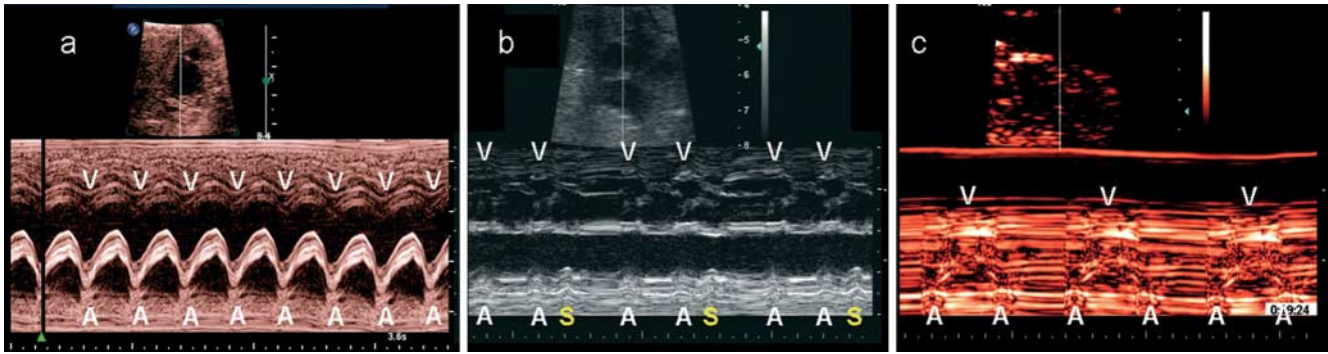
**Fig. 3** a–c Transvaginal sonography of the four-chamber view in the 11 + 0 week of pregnancy. In the B mode image **a** both ventricles, both atria, the intact ventricular septum and the descending aorta can be seen (RV, right ventricle; RA, right atrium; LV, left ventricle; LA, left atrium). Colour Doppler sonography **b** demonstrates in the diastole the separate inflows (coded red) into the two ventricles. Spectral Doppler of the tricuspid valve **c** shows in negative Doppler spectrum the physiological filling pattern of the right ventricle with e-waves (early diastole = passive filling phase) and a-waves (atrial contraction = active filling phase). In the positive Doppler spectrum the “jet” of a tricuspid regurgitation with a maximum velocity of > 120 cm/sec is represented (e, e-wave; a, a-wave; TI, tricuspid regurgitation).

**Abb. 3** a–c Transvaginale Sonografie des Vier-Kammer-Blickes in der 11 + 0. SSW. Im B-Bild **a** kommen die beide Ventrikel, beide Vorhöfe, das intakte Ventrikelseptum und die descendierende Aorta zur Darstellung (RV, rechter Ventrikel; RA, rechter Vorhof; LV, linker Ventrikel; LA, linker Vorhof). Die Farbdoppler-Sonografie **b** demonstriert in der Diastole den getrennten Einfluss (rot kodiert) in beide Ventrikel. Der Spektraldoppler der Trikuspidalklappe **c** zeigt im negativen Dopplerspektrum das physiologische Füllungsmuster des rechten Ventrikels mit e-Welle („early diastole“ = passive Füllungsphase) und a-Welle (atriale Kontraktion = aktive Füllungsphase). Im positiven Dopplerspektrum ist der „Jet“ einer Trikuspidalregurgitation mit einer Maximalgeschwindigkeit von > 120 cm/s dargestellt (e, e-Welle; a, a-Welle; TI, Trikuspidalregurgitation).

$45^\circ \pm 15^\circ$  to the left. Two-thirds of the heart is in the left half of the thorax and the heart occupies about a third of the area of the thorax. The heart beats in a sinus rhythm with a frequency of 110–160 beats/minute and a 1:1 conduction between atria and ventricles. The right ventricle lies near the thorax wall, is more strongly trabeculated, and carries the moderator band in the apical part (● Fig. 1b). The left ventricle forms the apex and appears slimmer because of its weaker trabeculation. The tricuspid valve inserts somewhat more apical on the ventricular septum, whereas the mitral valve inserts somewhat further dorsal. This shift of the valve insertion amounts to 1–2 mm in the fetus [16]. The only physiological interruption of the heart septa is found in the region of the foramen ovale. The valve of the foramen ovale inserts in the septum primum and courses to the left. The pulmonary veins run from dorsal into the left atrium. Behind the heart there is only one vessel to the left of the spinal column and obliquely imaged in close vicinity of the left atrium: the descending aorta. On strict insonation on the base of the 4CV (i.e., from caudal), the coronary sinus is visualised in the left atrium in close proximity and parallel to mitral valve (● Fig. 1c). This brings oxygen-depleted coronary venous blood back into the heart, tunnels under the left atrium and courses into the right atrium.

On colour coding, symmetrically separated inflows of the two ventricles, which fill uniformly and are separated by the ventricular septum, can be visualised in the diastole (● Fig. 2a). On insonation from the side, the right-left shunt at the level of the atrium can be visualised above the foramen ovale. With an optimal angle and low





**Abb. 4** a–c M-Mode-Sonografie im Vier-Kammer-Blick. **a** zeigt den physiologischen Sinusrhythmus mit 1:1-Überleitung. Jede Vorhofkontraktion (A) ist von einer Ventrikelkontraktion gefolgt. **b** zeigt eine supraventrikuläre 2:1-Extrasystolie. Jede zweite Vorhofkontraktion (A) ist von einer supraventrikulären Extrasystole ohne AV-Überleitung gefolgt, daher fällt jede dritte Ventrikelaktion aus. **c** zeigt einen AV-Block II°. Der Vorhofrhythmus ist regelmäßig und normofrequent, aber nur jede zweite Vorhofkontraktion (A) wird auf die Ventrikel (V) übergeleitet.

**Fig. 4** a–c M mode sonography in four-chamber view. Image **a** shows the physiological sinus rhythm with 1:1 transmission. Each atrial contraction (A) is followed by a ventricular contraction (V). Image **b** shows supraventricular 2:1 extrasystoles. Every second atrial contraction (A) is followed by a supraventricular extrasystole (S) without AV transmission, thus every third ventricular action is absent. Image **c** shows a 2<sup>nd</sup> degree AV block. The atrial rhythm is regular and of normal frequency but only every second atrial contraction (A) is transmitted to the ventricle (V).

auf der Bestimmung der Herzfrequenz, des Herzrhythmus und der simultanen Darstellung von Vorhof- und Ventrikelkontraktionen bzw. dadurch ausgelöster Blutflussphänomene mit zeitlich hochauflösenden Verfahren (M-Mode und Spektral-Doppler). Dies erlaubt Rückschlüsse auf den elektrischen Erregungsablauf sowie die Analyse der atrioventrikulären (AV) Überleitung. Im 4KB werden mittels M-Mode-Sonografie die Vorhof- und Kammerkontraktionen simultan (im M-Mode-Cursor) dargestellt (● **Abb. 4a**) oder mittels PW-Doppler simultan (im gleichen sample volume) der Blutfluss über die Mitralklappe und den linksventrikulären Ausflusstrakt. Auch die AV-Überleitungszeit lässt sich so messen.

Die mit Abstand häufigste fetale Arrhythmie ist die supraventrikuläre Extrasystolie (SVES). Diese Vorhof-Extrasystolen können oder können nicht auf das Ventrikelmyokard übergeleitet werden, sodass es zu einer vorzeitig einfallenden Ventrikelsystole kommt oder diese auch fehlen kann; für die SVES charakteristisch ist eine nicht-kompensatorische postextrasystolische Pause. Abhängig von der Häufigkeit der SVES und ihrer AV-Überleitung führt dies zu unregelmäßigen ventrikulären Kontraktionen, die sich auch bei der Doppler-Sonografie in den peripheren Arterien nachweisen lassen. Seltener treten die SVES in einem fixen Verhältnis (z. B. im 1:1-Rhythmus [bigeminal] oder 2:1-Rhythmus) zu den physiologischen Vorhofkontraktionen auf und führen bei fehlender AV-Überleitung zu einem langsamen, aber regelmäßigen Ventrikelrhythmus (● **Abb. 4b**).

Im Gegensatz zu den SVES findet sich z. B. bei einem AV-Block, der ebenfalls mit einer langsamen Ventrikelrhythmus assoziiert sein kann (40–80 Schläge/Minute), ein regelmäßiger normofrequenter Vorhofrhythmus, da die elektrische Erregung erst unterhalb des Vorhofs im AV-Knoten blockiert wird (● **Abb. 4c**).

Die SVES werden vom Fetus gut toleriert und sind prognostisch immer günstig einzuschätzen, selbst wenn sie, wie bei bigeminalen Extrasystolen ohne AV-Überleitung, zu einem langsamen Ventrikelrhythmus von 60–80 Schlägen/Minute führen. Hingegen kann ein kompletter AV-Block, bei dem die Ventrikelrhythmusfrequenzen zwischen 40 und 60 Schläge/Minute liegen, bei einem Teil der Feten bereits in utero zu Herzinsuffizienz, Hydrops und Tod führen [18]. Auch die wichtige Differenzierung der Tachyarrhythmien in Vorhofflattern, supraventrikuläre Reentry-Tachykardie mit 1:1-AV-Überleitung und Kammertachykardie gelingt mit M-Mode und/oder Doppler-Echokardiografie [19].

**Tab. 2** Checkliste für den Vier-Kammer-Blick

<i>B-Bild-Sonografie</i>	
– Sinusrhythmus	
– Herzachse 45° nach links gekippt	
– Herz nimmt 1/3 der Thoraxfläche ein	
– 2/3 des Herzens liegen in der linken, 1/3 in der rechten Thoraxhälfte	
– beide Ventrikel gleich groß	
– rechter Ventrikel thoraxwandnah mit Moderatorband	
– linker Ventrikel spitzenbildend	
– kompetentes Ventrikelseptum	
– Herzkreuz kompetent	
– Trikuspidalklappe inseriert 1–2 mm weiter apikal am Ventrikelseptum als Mitralklappe	
– symmetrische Kontraktilität beider Ventrikel	
– Öffnungsbewegung beider Atrioventrikularklappen	
– Foramen ovale schlägt in den linken Vorhof	
– hinter dem Herz wird nun ein Gefäß links der Wirbelsäule quer angeschnitten	
<i>Farb-Doppler-Sonografie</i>	
– symmetrischer getrennter Einfluss in beide Kammern in der Diastole	
– kein Fluss über das Ventrikelseptum	
– Rechts-links-Shunt auf Vorhofebene (Foramen ovale)	
– keine Regurgitation über die AV-Klappen in der Systole	



pulse repetition frequency, the four pulmonary veins entering into the left atrium from dorsal can be seen (● Fig. 2b). In the systole no regurgitation over the AV valves into the atria should be visible (● Fig. 2c). A mild early systolic tricuspid insufficiency, however, occurs in up to 7% of fetuses in the second trimester. This finding is usually transient and can generally be considered as physiological [17]. In contrast, mitral regurgitation is very rarely physiological.

● Table 2 summarises the most important physiological findings in the 4CV in the form of a checklist.

### Conspicuous Findings in Four-Chamber View

Conspicuous findings in the 4CV can affect the heart rate, the size of the heart, the position of the heart, the axis of the heart, the septa of the heart, the atrioventricular valves, the morphology of the ventricles and the vessels behind the heart.

#### Heart rate

When not observed already in Doppler sonography, arrhythmias are principally diagnosed in 4CV. The differential diagnosis of arrhythmias is generally based on determination of the heart rate and the simultaneous visualisation of atrial and ventricular contractions or, respectively, the blood flow phenomena resulting therefrom by temporal high-resolution procedures (M mode and spectral Doppler). This allows conclusion to

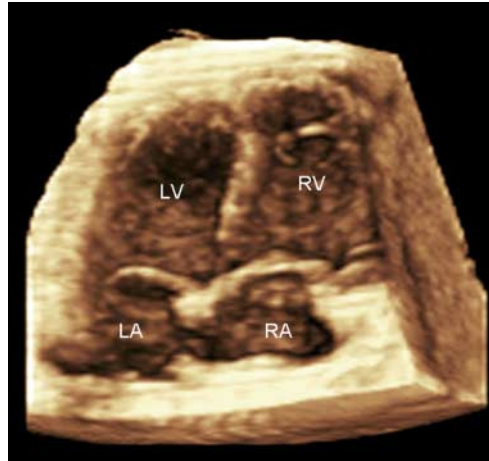


Fig. 5 Three-dimensional representation of the four-chamber view (rendering in surface mode).

Abb. 5 Dreidimensionale Darstellung des Vier-Kammer-Blickes (Rendering im Oberflächenmodus).

be drawn about the electrical excitation processes as well as an analysis of atrioventricular (AV) conduction. In the 4CV the atrial and ventricular contractions (in M mode cursor) can be visualised simultaneously by mean of the M mode sonography (● Fig. 4a) or the blood flow over the mitral valve and the left ventricular outflow tract (in the same sample volume) can be seen simultaneously by means of PW Doppler. AV conduction time can also be estimated in a similar manner.

The by far most common fetal arrhythmia is the supraventricular extrasystoles (SVES). These atrial ectopic beats may or may not be transmitted to the ventricular myocardium, so that a prematurely occurring ventricular systole may be present or absent; characteristic for SVES is a non-compensatory, post-extrasystolic pause. Depending on the incidence of SVES and their AV conduction, this leads to irregular ventricular contractions that can also be detected in the peripheral arteries by Doppler sonography. Less commonly SVES occur in a fixed relation (e.g., in a 1:1 rhythm [bigeminal] or a 2:1 rhythm) to the physiological atrial contractions and lead, in the absence of AV conduction, to a slower but regular ventricular rhythm (● Fig. 4b).

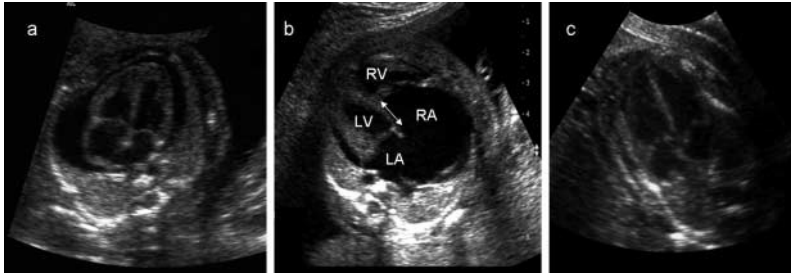
In contrast to SVES, in the case of an AV block, for example, which can also be associated with a slow ventricular frequency (40–80 beats/minute), a regular, normal frequency atrial rhythm is seen since the electrical excitation is first blocked in AV nodes below the atrium (● Fig. 4c).

SVES are well tolerated by fetuses and always have a favourable prognosis even when they, like bigeminal extrasystoles without AV conduction, lead to a slow ventricular rhythm of 60–80 beats/minute. On the other hand, a complete AV block in which the ventricular frequency lies between 40 and 60 beats/minute, can even in utero lead to cardiac insufficiency, hydrops and death [18].

Table 2 Checklist for the four-chamber view

<i>B Mode sonography</i>
– sinus rhythm
– axis of heart inclined 45° to the left
– heart occupies $\frac{1}{3}$ of the thorax area
– $\frac{2}{3}$ of the heart lie in the left, $\frac{1}{3}$ in the right half of the thorax
– both ventricles of equal size
– right ventricle near thorax wall with moderator band
– left ventricle forms apex
– competent ventricular septum
– competent chordae tendineae
– tricuspid valve inserts 1–2 mm further apical at the ventricular septum than the mitral valve
– symmetrical contractility of both ventricles
– opening movements of both atrioventricular valves
– oval foramen beats in the left atrium
– only one vessel descends behind the heart on the left side of the spinal column
<i>Colour Doppler</i>
– symmetrically separated inflow in both ventricles in the diastole
– no flow over the ventricular septum
– right-left shunt at the level of the atrium (oval foramen)
– no regurgitation over the AV valves in the systole
– pulmonary veins run into the left atrium





**Abb. 6** a–c Vier-Kammer-Blick mit auffälliger kardiothorakaler Ratio (Herzfläche/Thoraxfläche  $> 1/3$ ). **a** Kardiomegalie mit ausgeprägtem Perikarderguss im Rahmen einer fetalen Anämie. **b** Kardiomegalie im Rahmen einer Ebstein'schen Anomalie. Der rechte Ventrikel (RV) ist im Vergleich zum linken Ventrikel (LV) klein, der rechte Vorhof (RA) ist massiv dilatiert. Die Trikuspidalklappe setzt mehr als 1 cm weiter apikal am Ventrikelseptum an als die Mitralklappe (Pfeil). **c** Thoraxdysplasie im Rahmen einer schweren und länger bestehenden Anhydramnie.

**Fig. 6** a–c Four-chamber view with increased cardiothoracic ratio (heart area/thorax area  $> 1/3$ ). **a** Cardiomegaly with pronounced pericardial effusion in the course of fetal anemia. **b** Cardiomegaly in association with Ebstein's anomaly. The right ventricle (RV) is small in comparison with the left ventricle (LV), the right atrium (RA) is massively dilated. The tricuspid valve inserts more than 1 cm further apical than the mitral valve (arrow). **c** Thoracic dysplasia in the course of a severe and long-standing anhydremia.

### Herzgröße

Kardiomegalien mit einer kardiothorakalen Flächen-Ratio (CTCR)  $> 1/3$  kommen vor allem sekundär bei high cardiac output failure im Rahmen fetaler Anämien (▶ **Abb. 6a**), arteriovenöser Malformationen (Aneurysma der V. Galeni, Hämangiomen diverser Lokalisation, Steißbeinteratom, Chranngiom) und feto-fetalem Transfusions-Syndrom vor. Sie können aber auch primär kardialen Ursprungs sein z. B. bei Herzmuskelerkrankungen unterschiedlicher Ätiologie, kardialen Vitien, wie der Ebstein'schen Anomalie (▶ **Abb. 6b**) oder persistierender Tachyarrhythmien und AV-Blockierungen. Thoraxdysplasien bzw. Lungenhypoplasien, die in Folge von Skelettdysplasien oder lang bestehender Anhydramnien auftreten, sind mit einer erhöhten kardiothorakalen Ratio verbunden, allerdings ohne dass eine eigentliche Kardiomegalie vorliegt (▶ **Abb. 6c**).

Kompressionen des Herzens haben ihren Ursprung meist in intrathorakalen raumfordernden Prozessen, z. B. Hydrothoraces (▶ **Abb. 7a**), Zwerchfellhernien (▶ **Abb. 7b**) oder den seltenen Larynxatresien. Letztere führen sekundär zu einer massiven Hypertrophie der Lungen und einer Kompression des Herzens (▶ **Abb. 7c**).

### Herzlage

Treten die thorakalen Raumforderungen unilateral auf, wird das Herz zur Gegenseite verdrängt und es resultiert eine Dextroposition bzw. Sinistroposition des Herzens, z. B. bei einer Zwerchfellhernie (▶ **Abb. 8a**), einer zystisch adenomatoiden Lungenmalformation (CCAML) (▶ **Abb. 8b**) oder eines Lungensequesters (▶ **Abb. 8c**). Bei diesen Erkrankungen des Fetus ist die Mediastinalverlagerung meist das führende sonografische Hinweiszeichen.

### Herzachse

Dextrokardien und Mesokardien, bei denen nicht das gesamte Herz verdrängt ist, sondern eine Fehlrotation der Herzachse vorliegt, treten häufig im Rahmen von Heterotaxie-Syndromen auf und sind dann fast immer mit komplexen kardialen Vitien und Situsanomalien vergesellschaftet. Aber auch die Dextrokardie bei Situs solutus ist häufig mit Herzfehlern assoziiert (66–95%) [15]. Daher sind Abweichungen von der physiologischen Herzachse wichtige Hinweiszeichen auf das Vorliegen von Herzfehlern.

Einige kardiale Vitien können bereits im 4KB eindeutig differenziert werden, bei anderen fallen lediglich sekundäre Veränderungen der Vorhöfe und/oder Kammern auf, während der eigentliche Herzfehler erst durch Beurteilung des Ausflusstraktes diagnostizierbar ist (▶ **Tab. 3**).

Vitien, die primär im 4KB diagnostiziert werden, betreffen vor allem die Herzsepten und die Atrioventrikularklappen, aber auch die Ventrikelanordnung selbst.

### Herzsepten

Ventrikelseptum-Defekte machen 30% der angeborenen Herzfehler aus und sind bei Einbeziehung der atrioventrikulären Septum-Defekte auch intrauterin die am häufigsten diagnostizierten.

**Tab. 3** Anomalien des Herzens die mit einem auffälligen Vier-Kammer-Blick assoziiert sind

Arrhythmien
Perikarderguss
Lageanomalien
– Dextrokardie
– Mesokardie
– Dextroposition
– Sinistroposition
Größenveränderungen des Herzens
– Kardiomegalie
– Kompressionen des Herzens
Hypoplasien oder Hypertrophien der Ventrikel
– Aortenisthmusstenosen <sup>1</sup>
– Stenosen/Atresien der Semilunarklappen <sup>1</sup>
Defekte des Ventrikelseptums
– Singulärer Ventrikel
– Große Ventrikelseptum-Defekte
– Atrioventrikulärer Septum-Defekt
– Double inlet ventricle
Anomalien der AV-Klappen
– Mitrilatresie
– Trikuspidalatresie
– Ebstein Anomalie/Trikuspidaldysplasie
Lungenvenenfehlbildungen
Herztumore
– Rhabdomyome
– Teratome
– Fibrome
Ectopia cordis

<sup>1</sup> Nur die sekundären Veränderungen der Ventrikel fallen bei hochgradigen Stenosen im 4KB auf.

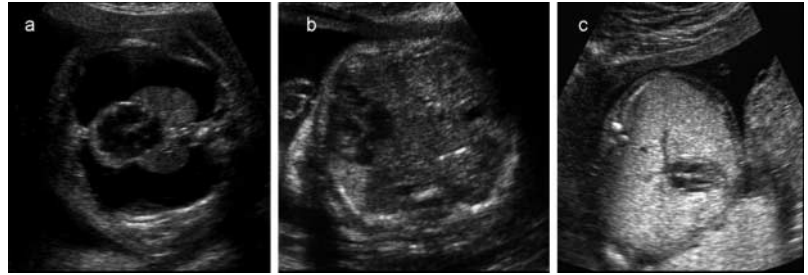


In addition, the important differentiation of tachyarrhythmias into atrial flutter, supraventricular reentry tachycardia with 1:1 AV transmission and ventricular tachycardia is possible with M mode and/or Doppler echocardiography [19].

### Cardiac size

Cardiomegaly with a cardiothoracic area ratio (CTAR)  $> 1/3$  occurs above all secondary to high cardiac output failure in fetal anemias (● Fig. 6a), arteriovenous malformations (aneurysms of Galen's vein, hemangiomas of diverse localisations, coccygeal teratoma, chorangioma) and feto-fetal transfusion syndrome. They can, however, also be of primary cardiac origin, e.g., in cardiomyopathies of various aetiologies, cardiac defects such as Ebstein's anomaly (● Fig. 6b) or persisting tachyarrhythmias and AV blockades. Thoracic dysplasias or, respectively, pulmonary hypoplasias that occur as a result of skeletal dysplasias or long-standing anhydremias are associated with an elevated cardiothoracic ratio, however, without the occurrence of an actual cardiomegaly (● Fig. 6c).

Compressions of the heart are usually due to intrathoracic space-occupying processes, e.g., hydrothorax (● Fig. 7a), diaphragmatic hernias (● Fig. 7b) or the rare laryngeal atresia. The latter leads secondarily to a massive hypertro-



**Fig. 7** a–c Four-chamber view with reduced cardiothoracic ratio and bilateral hydrothoraxes a, a bilateral diaphragmatic hernia b and a laryngeal atresia with consecutive, massively enlarged lungs c.

**Abb. 7** a–c Vier-Kammer-Blick mit verringerter kardiotorakaler Ratio bei bilateralen Hydrothoraces a, einer bilateralen Zwerchfellhernie b und einer Larynxatresie mit konsekutiv massiv vergrößerten Lungen c.

phy of the lungs and compression of the heart (● Fig. 7c).

### Position of the heart

If thoracic space-occupying processes occur unilaterally, the heart is pushed to the opposite side and a dextro- or, respectively, sinistroposition of the heart occurs, e.g., in cases of diaphragmatic hernia (● Fig. 8a), congenital cystic adenomatoid malformation of the lung (CCAML) (● Fig. 8b) or a pulmonary sequestration (● Fig. 8c). In fetuses the cardinal sonographic sign of these diseases is usually a mediastinal shifting.

### Axis of the heart

Dextrocardias and mesocardias, in which the entire heart is not shifted but where there is rather an abnormal rotation of the axis of the heart, often occur in heterotaxy syndromes and are then almost always accompanied by complex cardiac defects and situs anomalies. But dextrocardia in situs solitus is also often associated with heart defects (66–95%) [15]. Thus, deviations from the physiological axis of the heart are an important sign for the presence of cardiac defects.

Some cardiac defects can be unambiguously differentiated already in the 4CV, while in others merely secondary changes in the atria and/or ventricles are apparent whereas the actual cardiac defect can be diagnosed only after evaluation of the outflow tracts (● Table 3).

Defects that are primarily diagnosed in the 4CV affect above all the cardiac septa and the atrioventricular valves as well as the arrangement of the ventricles themselves.

### Septa of the heart

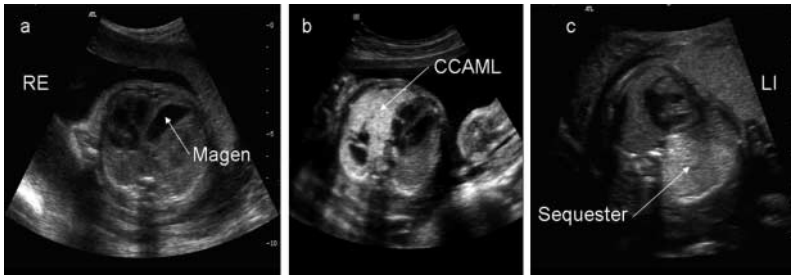
Ventricular septal defects account for 30% of all the hereditary cardiac defects and, with the atrioventricular septal defects, are the most frequent abnormalities diagnosed in utero [20–22]. Ventricular septal defects are differentiated according to localisation into inlet (below the AV valves), muscular (in the trabecular septum)

**Table 3** Anomalies of the heart that are associated with a conspicuous four-chamber view

arrhythmias
pericardial effusion
positional anomalies
– dextrocardia
– mesocardia
– dextroposition
– sinistroposition
changes in size of the heart
– cardiomegaly
– compression of the heart
hypoplasias or hypertrophies of the ventricle
– aorten isthmus stenoses <sup>1</sup>
– stenoses/atresias of the semilunar cusp <sup>1</sup>
defects of the ventricular septum
– singular ventricle
– large ventricular septum defect
– atrioventricular septum defect
– double inlet ventricle
anomalies of the AV valves
– mitral atresia
– tricuspid atresia
– Ebstein's anomaly/tricuspid dysplasia
incorrect course of pulmonary veins
cardiac tumours
– rhabdomyoma
– teratoma
– fibroma
ectopia cordis

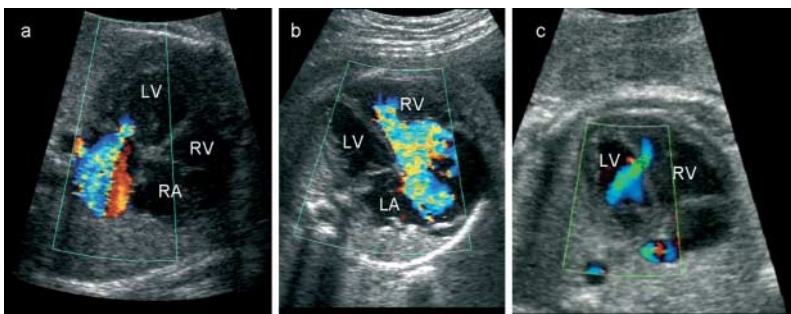
<sup>1</sup> Only the secondary changes of the ventricle in high-grade stenoses are conspicuous in the 4CV.





**Abb. 8** a–c Lageanomalien des Herzens im Vier-Kammer-Blick. **a** Dextroposition im Rahmen einer linksseitigen Zwerchfellhernie mit in den Thorax hernierten Magen. **b** Sinistroposition im Rahmen einer rechtsseitigen adenomatoiden Lungenmalformation (CCAML). **c** Dextroposition im Rahmen eines linksseitigen Sequesters.

**Fig. 8** a–c Positional anomaly of the heart in four-chamber view. **a** Dextroposition in the case of a left-sided diaphragmatic hernia with the stomach herniated into the thorax. **b** Sinistroposition in the case of a right-sided cystic adenomatoid malformation of the lung (CCAML). **c** Dextroposition in the case of a left-sided sequestration.



**Abb. 9** a–c Auffällige Farbdoppler-Befunde im Vier-Kammer-Blick. **a** Mitralregurgitation bei einer kritischen Aortenstenose. **b** Trikuspidalregurgitation mit weit apikalem Ursprung des „jets“ bei einer Ebstein'schen Anomalie. **c** „Jet“ über das Ventrikelseptum bei einem kleinen muskulären Ventrikelseptum-Defekt (LV, linker Ventrikel; LA, linker Vorhof; RV, rechter Ventrikel; RA, rechter Vorhof).

**Fig. 9** a–c Conspicuous colour Doppler findings in four-chamber view. **a** Mitral regurgitation in the case of a critical aortic stenosis. **b** Tricuspid regurgitation with a far apical origin of the „jet“ in a case of Ebstein's anomaly. **c** „Jet“ over the ventricular septum in the case of a small muscular ventricular septal defect (LV, left ventricle; LA, left atrium; RV, right ventricle; RA, right atrium).

zierten Vitien [20–22]. Unterschieden werden je nach Lokalisation Inlet- (unterhalb der AV-Klappen), muskuläre (im trabekulären Septum) (Abb. 9c), perimembranöse (im membranösen Septum unter der Aortenklappe mit einem variablen muskulären Anteil) und Outlet- (subpulmonal unter der Pulmonalklappe) Ventrikelseptum-Defekte. Im 4KB werden vor allem die größeren muskulären und Inlet-Ventrikelseptum-Defekte diagnostiziert, während die perimembranösen Defekte nur dann auffallen, wenn sie groß sind und bis in das muskuläre oder Inlet-Septum hineinreichen. Im B-Bild sind Ventrikelseptum-Defekte ab einer Größe von 2 mm diagnostizierbar, während die kleineren (meist muskulären) Defekte (Abb. 9c) nur mithilfe der Farbdoppler-Sonografie dargestellt werden können.

Kleine muskuläre Ventrikelseptum-Defekte sind häufig isolierte Befunde und unterliegen einer hohen spontanen Verschlussrate in den ersten Lebensjahren, während die größeren Defekte im

Ausflusstrakt häufig mit komplexeren kardialen Vitien (Fallot'sche Tetralogie, Double outlet ventricle, Truncus arteriosus communis, unterbrochener Aortenbogen, Transposition der großen Arterien) und Aneuploidien (Trisomie 18 und 13) vergesellschaftet sind [22].

Vorhofseptum-Defekte betreffen vor allem das Septum secundum, sind als isolierte Befunde aufgrund des beim Fetus offenen Foramen ovale pränatal kaum zu diagnostizieren. Defekte des Septum primum sind dagegen meist Teil eines atrioventrikulären Septum-Defektes und können im 4KB diagnostiziert werden. Abzugrenzen ist der isolierte Septum-primum-Defekt von einem erweiterten Sinus coronarius, der meist infolge einer in ihn mündenden links persistierenden oberen Hohlvene auftritt [23].

Atrioventrikuläre Septum-Defekte (AVSD) sind mit 16–18% die am häufigsten pränatal diagnostizierten Herzfehler [20, 21]. Sie umfassen einen Septum-primum-Defekt, einen hochliegenden Ventrikelseptum-Defekt sowie eine gemeinsame AV-Klappe. Im 4KB fällt vor allem in der Diastole das fehlende Herzkreuz auf (Abb. 10a). In der Systole ist kein Versatz der Trikuspidalklappe nach apikal nachweisbar, daher wirkt die AV-Klappenebene wie eine durchgezogene Linie (Abb. 10c). In der Farbkodierung fällt in der Diastole über dem fehlenden Herzkreuz oft ein fusionierter Einfluss auf (Abb. 10b), während in der Systole häufig eine charakteristische mittig gelegene AV-Klappenregurgitation nachweisbar ist. Atrioventrikuläre Septum-Defekte sind vor allem mit Aneuploidien (Trisomie 21 und 18), Heterotaxie-Syndromen [14] und komplexen Fehlbildungssyndromen assoziiert. Der isolierte atrioventrikuläre Septum-Defekt ist selten [22].

### Atrioventrikularklappen

Anomalien der Trikuspidalklappe machen 6–12% der pränatal diagnostizierten Vitien aus [20, 21].

Die Trikuspidaldysplasie und die Ebstein'sche Anomalie zeichnen sich durch einen dysplastischen und insuffizienten Trikuspidalklappenapparat aus, wobei die Segel verdickt erscheinen. Im 4KB imponiert im B-Bild meist eine ausgeprägte Kardiomegalie mit massiv vergrößertem rechten Vorhof (Abb. 6b), in der Doppler-Echokardiografie eine schwere Trikuspidalklappeninsuffizienz (Abb. 9b). Bei der Ebstein'schen Anomalie ist der septale Trikuspidalklappenansatz zudem weit nach apikal versetzt, sodass funktionell ein Teil des rechten Ventrikels atrialisiert ist (Abb. 6b). Bei der Trikuspidaldysplasie ist der Klappenansatz am Ventrikelseptum in normaler Position [16].

Bei einer Trikuspidalatresie fällt im 4KB üblicherweise eine verdickte echogene und starre Klappe bzw. Membran auf. Der rechte Ventrikel ist größtenteils hypoplastisch und kommuni-



(● Fig. 9c), perimembranous (in the membranous septum below the aortic valve with a variable muscular part) and outlet (subpulmonary, below the pulmonary valve) defects. In the 4CV above all one can diagnose the larger muscular and inlet ventricular septum defects, whereas the perimembranous defects only become apparent when they are large and extend into the muscular or inlet septum. In B mode images, ventricular septum defects larger than about 2 mm can be diagnosed whereas smaller (mostly muscular) defects (● Fig. 9c) can only be visualised with the help of colour Doppler sonography.

Small muscular defects of the ventricular septum are often isolated findings and are subject to a high spontaneous closure rate in the first years of life, whereas larger defects in the outflow tract are frequently accompanied by complex cardiac defects (tetralogy of Fallot, double outlet ventricle, common truncus arteriosus, interrupted aortic arch, transposition of the great arteries) and aneuploidy (trisomy 18 and 13) [22].

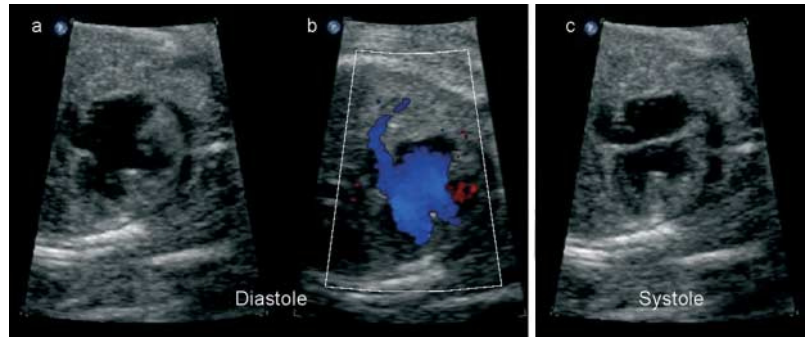
Atrial septal defects affect above all the septum secundum, and can hardly be diagnosed as isolated findings prenatally due to the open foramen ovale in fetuses. Defects of the septum primum, on the other hand, are mostly part of an atrioventricular septum defect and can be detected in 4CV. An isolated septum primum defect can be mimicked by a dilated coronary sinus which mostly occurs as a result of the insertion of a left persistent superior vena cava [23].

Atrioventricular septal defects (AVSD) with an incidence of 16–18% are the most frequently prenatally identified cardiac defects [20, 21]. They encompass a septum primum defect, an inlet ventricular septal defect as well as a common atrioventricular valve. In the 4CV, above all in the diastole, the absence of a “heart cross” is conspicuous (● Fig. 10a). In the systole no shift of the tricuspid valve to apical can be detected, thus the AV valve plane appears as an unbroken line (● Fig. 10c). In colour-coded images in the diastole a fused inflow above the absent “heart cross” is noted (● Fig. 10b), whereas in the systole a characteristic centrally located AV valve insufficiency is often detectable. Atrioventricular septum defects are associated, above all, with aneuploidy (trisomy 21 und 18), heterotaxia syndromes [14] and complex malformation syndromes. An isolated atrioventricular septum defect is a rare occurrence [22].

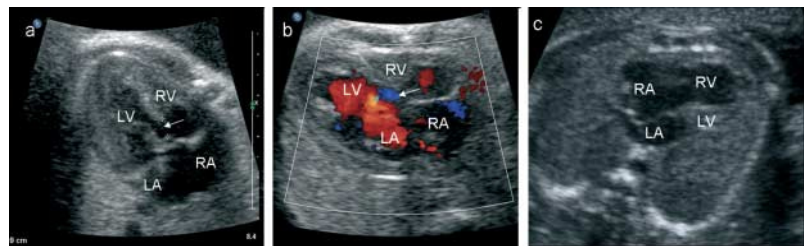
### Atrioventricular valves

Anomalies of the tricuspid valve account for 6–12% of the prenatally diagnosed cardiac defects [20, 21].

Tricuspid dysplasia and Ebstein's anomaly are characterised by a dysplastic and insufficient tricuspid valve apparatus in which the velum appears to be thickened. In the 4CV in B mode,



**Fig. 10** a–c Atrioventricular septum defect in four-chamber view. In the diastole in B mode image **a** the absence of the “heart cross” is remarkable, in the colour-coded image **b** the common inflow (coded blue) into both ventricles is apparent. In the systole no displacement of the tricuspid valve to caudal can be detected, thus the AV valve plane appears as an unbroken line **c**.  
**Abb. 10** a–c Atrioventrikulärer Septum-Defekt im Vier-Kammer-Blick. In der Diastole fällt im B-Bild **a** das fehlende Herzkreuz auf, in der Farbkodierung **b** der gemeinsame Einfluss (blau kodiert) in beide Ventrikel. In der Systole ist kein Versatz der Trikuspidalklappe nach apikal nachweisbar, daher wirkt die AV-Klappenebene wie eine durchgezogene Linie **c**.



**Fig. 11** a–c Anomalies of the atrioventricular valves in four-chamber view. **a** Tricuspid atresia. Conspicuous are the thickened, echogenic valves, the hypoplastic right ventricle (RV) and the ventricular septal defect (arrow). In colour Doppler sonography **b** only the inflow into the left ventricle (LV) and the right-left shunt (coded blue, arrow) over the septal defect into the rudimentary right ventricle (RV) can be visualised. **c** Hypoplastic left heart in the case of a mitral atresia. The lumen of the left ventricle (LV) is completely absent and the right ventricle (RV) forms the apex of the heart.

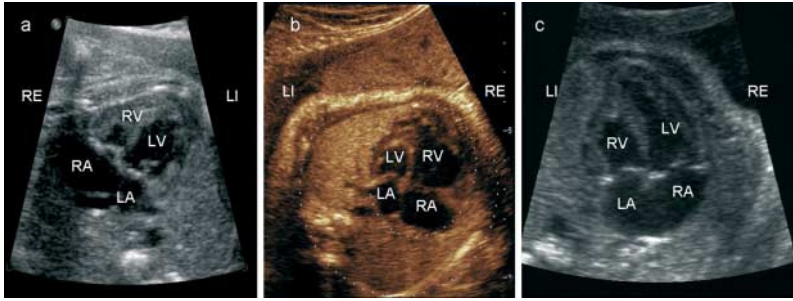
**Abb. 11** a–c Anomalien der Atrioventrikularklappen im Vier-Kammer-Blick. **a** Trikuspidalatriesie. Auffällig sind die verdickte echogene Klappe, der hypoplastische rechte Ventrikel (RV) und der Ventrikelseptum-Defekt (Pfeil). In der Farbdoppler-Sonografie **b** lässt sich lediglich der Einfluss in den linken Ventrikel (LV) und der Links-Rechts-Shunt (blau kodiert, Pfeil) über den Septum-Defekt in den rudimentären rechten Ventrikel (RV) darstellen. **c** Hypoplastisches Linksherz im Rahmen einer Mitralklatriesie. Das Lumen des linken Ventrikels (LV) fehlt völlig und der rechte Ventrikel (RV) bildet die Herzspitze.

a pronounced cardiomegaly is remarkable with massively enlarged right atrium (● Fig. 6b). In Doppler echocardiography a severe tricuspid valve insufficiency (● Fig. 9b) can be visualized. In Ebstein's anomaly the insertion of the septal tricuspid valve is displaced far to apical so that functionally a part of the right ventricle is atrialised (● Fig. 6b). In tricuspid dysplasia the valve's insertion on the ventricular septum is in the normal position [16].

In tricuspid atresia a thickened, echogenic and rigid valve or, respectively, membrane is usually conspicuous in 4CV. The right ventricle is generally hypoplastic and communicates over an almost always present ventricular septum defect with the left ventricle (● Fig. 11a). In colour Doppler sonography merely the inflow into the left ventricle and the left-right shunt over







**Abb. 12 a–c** Auffällige Ventrikelmorphologie im Vier-Kammer-Blick. **a** Hypoplastischer rechter Ventrikel (RV) bei einer Pulmonalatresie mit intaktem Ventrikelseptum. Der rechte Ventrikel ist klein und echogen. **b** Hypoplastischer linker Ventrikel (LV) bei einer kritischen Aortenstenose. Der linke Ventrikel ist klein und nicht mehr spitzenbildend. **c** Atrioventrikuläre Diskordanz (Ventrikelinversion) bei einem Fetus mit korrigierter Transposition der großen Gefäße (ventrikuloarterielle Diskordanz). Der rechte Vorhof (RA) ist mit dem rechts liegenden linken Ventrikel (LV) verbunden, der linke Vorhof (LA) mit dem links liegenden rechten Ventrikel (RV).

**Fig. 12 a–c** Conspicuous ventricular morphology in four-chamber view. **a** Hypoplastic right ventricle (RV) in a case of pulmonary atresia with intact ventricular septum. The right ventricle is small and echogenic. **b** Hypoplastic left ventricle (LV) in a case of critical aortic stenosis. The left ventricle is small and no longer forms the apex. **c** Atrioventricular discordance (ventriculoarterial discordance) in a fetus with corrected transposition of the great vessels (ventriculoarterial discordance). The right atrium (RA) is joined with the right-located left ventricle (LV), the left atrium (LA) is joined with the left-located right ventricle (RV).

ziert über einen fast immer vorhandenen Ventrikelseptum-Defekt mit dem linken Ventrikel (Abb. 11a). In der Farbdoppler-Sonografie lässt sich lediglich der Einfluss in den linken Ventrikel und der Links-rechts-Shunt über den Septum-Defekt in den hypoplastischen rechten Ventrikel darstellen (Abb. 11b).

Eine Mitralatresie ohne Aortenatresie ist extrem selten; bei zusätzlichem Ventrikelseptum-Defekt kann dann der linke Ventrikel nur geringfügig verkleinert sein. Zumeist liegt jedoch eine Kombination von Aorten- und Mitralatresie vor, die schon früh in der Schwangerschaft zu einer schweren linksventrikulären Hypoplasie führt (s.u.).

### Ventrikelmorphologie

Vitien, die durch sekundäre Veränderungen der Ventrikelmorphologie oder durch auffällige Blutflüsse im 4KB auffallen, aber erst in den Ausflustraktschnittebenen eindeutig diagnostiziert werden können, betreffen vor allem die Semilunarklappen (Aorten- oder Pulmonalklappe) und die Ausflustraktgefäße.

Pulmonalatresien und oft auch Pulmonalstenosen sind meist mit einem perimembranösen Ventrikelseptum-Defekt assoziiert und verändern dann den Aspekt des 4KB nicht. In den selteneren Fällen einer Pulmonalatresie oder schweren Pulmonalstenose mit intaktem interventrikulären Septum kommt es zunächst zu einer rechtsventrikulären Wandhypertrophie und Dysfunktion und im weiteren Verlauf zu unterschiedlichen Graden einer Hypoplasie, die dann im 4KB auffällt (Abb. 12a). In der Farbdoppler-Sonografie lässt sich in den Fällen mit Pulmonalatresie und hochgradigen Stenosen mit intaktem interventrikulären Septum meist eine

holosystolische Trikuspidalregurgitation nachweisen. Der rechte Vorhof kann dabei dilatiert sein. In einigen Fällen lassen sich im 4KB auch ventrikulokoronare Kommunikationen durch die Farbdoppler-Echokardiografie nachweisen [24].

Aortenatresien gehen in den meisten Fällen mit einem intakten Ventrikelseptum einher und sind daher regelmäßig mit einer schweren Hypoplasie des linken Ventrikels assoziiert. Dieser ist bei zusätzlicher Mitralatresie kaum darstellbar (Abb. 11c), wobei der Einfluss in den linken Ventrikel fehlt. Bei einer Aortenatresie mit offener (immer dysplastischer) Mitralklappe lassen sich Einfluss und Insuffizienz der Mitralklappe nachweisen. Der linke Ventrikel ist ebenfalls hypoplastisch und weist oft eine Endokardfibroelastose auf.

Die schwere Aortenstenose führt nach einer initialen Wandhypertrophie zu einer zunehmenden Dysfunktion und Dilatation des linken Ventrikels. Meist liegt eine Mitralsuffizienz vor (Abb. 9a). Dann kommt es zu einer sonografisch nachweisbaren Endokardfibroelastose, zunächst im Bereich der Papillarmuskeln, des interventrikulären Septums und schließlich des gesamten Ventrikels. Im weiteren Verlauf wird der linke Ventrikel zunehmend hypoplastisch und nicht mehr spitzenbildend (Abb. 12b). Der Endpunkt der intrauterinen Entwicklung ist bei den meisten Aortenatresien und kritischen Stenosen somit das hypoplastische Linksherz, das in Abhängigkeit von der Schwere der Obstruktion und der linksventrikulären Reserven bereits im frühen zweiten Trimenon vorliegt oder sich erst im weiteren Schwangerschaftsverlauf entwickeln kann [25]. Das hypoplastische Linksherz macht 14–16% der pränatal diagnostizierten Herzfehler aus [26].

Leichtere Aortenstenosen können in einigen Fällen zu einer linksventrikulären Wandhypertrophie führen, in anderen Fällen aber auch zu keinen Veränderungen des 4KB.

Auch Aortenisthmusstenosen können den Aspekt des 4KB verändern. Charakteristisch ist hier der schmale, aber fast immer spitzenbildende linke Ventrikel. Dies manifestiert sich bei zunehmender Stenose bereits im 2. Trimenon. Leichtere Stenosen, aber auch Feten mit normalem Aortenbogen können in der Spätschwangerschaft einen linken Ventrikel aufweisen, der deutlich schmaler als der rechte ist [26].

Differenzialdiagnostisch sollte bei einem auffälligen 4KB mit nicht spitzenbildendem linken Ventrikel aber auch die seltene Ventrikelinversion (atrioventrikuläre Diskordanz) in Betracht gezogen werden. Hier liegt der spitzenbildende morphologisch linke Ventrikel rechts (also thoraxwandnah) und der morphologisch rechte Ventrikel mit dem Moderatorband links (Abb. 12c). In diesen Fällen liegen oft Heterotaxie-Syndrome



the septal defect in the hypoplastic right ventricle can be visualised (► Fig. 11b).

Mitral atresia without aortic atresia is very rare; in the case of an additional ventricular septum defect the left ventricle may then only be slightly reduced in size. However, a combination of aortic and mitral atresia is mostly found which, early in the pregnancy leads to a severe left ventricular hypoplasia (see below).

### Ventricular Morphology

Defects that become noticeable in 4CV through secondary changes of ventricular morphology or through conspicuous blood flows but which can only be unambiguously diagnosed in the plane of the outflow tract sections affect above all the semilunar valves (aortic or pulmonary valves) and the outflow tract vessels.

Pulmonary atresias and pulmonary stenoses are mostly associated with a perimembranous ventricular septal defect and thus do not change the aspect of 4CV. In the rare cases of a pulmonary atresia or severe pulmonary stenosis with an intact interventricular septum, there is at first a right ventricular wall hypertrophy followed in the further course by different grades of hypoplasia that are then conspicuous in the 4CV (► Fig. 12a). By colour Doppler sonography in those cases with pulmonary atresia and high-grade stenoses with intact interventricular septum, a holosystolic tricuspid regurgitation can usually be detected. The right atrium can be dilated thereby. In some cases ventriculocoronary communication can be identified in 4CV by colour Doppler echocardiography [24].

Aortic atresias occur in most cases together with an intact ventricular septum and thus are regularly associated with a severe hypoplasia of the left ventricle. In cases of additional mitral atresia this can hardly be visualised (► Fig. 11c), and also inflow into the left ventricle is absent. In the case of an aortic atresia with open (always dysplastic) mitral valve, the inflow and insufficiency of the mitral valve can be demonstrated. The left ventricle is also hypoplastic and often exhibits an endomyocardial fibroelastosis.

After the initial wall hypertrophy, a severe aortic stenosis leads to an increasing dysfunction and dilatation of the left ventricle. There is usually a mitral insufficiency (► Fig. 9a). A sonographically detectable endomyocardial fibroelastosis then follows, firstly in the region of the papillary muscles, the intraventricular septum and finally in the entire ventricle. In the further course, the left ventricle becomes increasingly hypoplastic and no longer forms the apex (► Fig. 12b). In most cases of aortic atresias and critical stenoses, the end point of the interuterine development is thus a hypoplastic left heart which, depending on the severity of the obstruction and the left ventricular reserves, can develop early in the sec-

ond trimester or during the further course of the pregnancy [25]. The hypoplastic left heart accounts for 14–16% of all prenatally diagnosed heart defects [26].

In some cases, mild aortic stenoses can lead to a left ventricular wall hypertrophy, in others however to no changes in the 4CV.

Coarctation of the aorta can also change the aspect of 4CV. Characteristic hereby is the narrow but always apex-forming left ventricle. This manifests with increasing stenosis already in the 2<sup>nd</sup> trimester. However, not only those with mild coarctation but also fetuses with normal aortic arches can, in late pregnancy, exhibit a left ventricle that is markedly narrower than the right one [26].

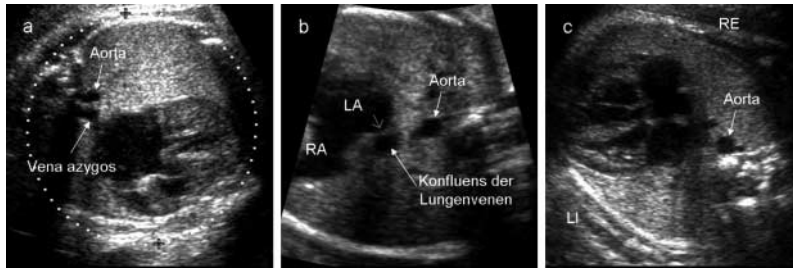
In cases of a conspicuous 4CV with a non-apex-forming left ventricle, the rare ventricular inversion (atrioventricular discordance) should be included in the differential diagnosis. In such a case the apex-forming, morphological left ventricle lies on the right (i. e., near the thorax wall) and the morphological right ventricle with moderator band is on the left (► Fig. 12c). In these cases heterotaxia syndromes with further complex cardiac defects are frequently present [14, 27, 28].

Defects that do not change the aspect of the 4CV and which thus can only be diagnosed in the five-chamber and three-vessel view, include tetralogy of Fallot, double outlet right ventricle, common truncus arteriosus and transposition of the great vessels. These defects are only conspicuous in 4CV when they are associated with a large ventricular septal defect that extends into the muscular part of the septum.

### Vessels behind the heart

Also a glance behind the heart in 4CV gives important signs about the presence of heart defects. Here attention should be paid above all to the number of vessels and their sidewise arrangement. In the physiological state there is only one vessel behind the heart on the left side, the descending aorta. If there is another equally large vessel behind the heart it is mostly an enlarged azygos vein that occurs together with aplasia of the hepatic segment of the inferior vena cava (► Fig. 13a). This vascular anomaly occurs almost exclusively in heterotaxia syndromes and is regularly accompanied by complex cardiac defects [27]. Less commonly there is a pulmonary venous confluence of a total anomalous infracardiac pulmonary venous connection which is also frequently accompanied by heterotaxia syndromes (► Fig. 13b) [28]. If the descending aorta lies to the right of the spinal column in levocardia, there is a right aortic arch, which is not only an isolated occurrence but also present in up to 35% of fetuses with tetralogy of Fallot, pulmonary atresia with ventricular septum defect, and common arterial trunk (► Fig. 13c) [29].





**Abb. 13 a–c** Auffällige Befunde dorsal des Vier-Kammer-Blickes. **a** Azygoskontinuität der unterbrochenen V. cava inferior im Rahmen eines Heterotaxie-Syndroms. Hinter dem Herzen findet sich eine verbreiterte V. azygos als zweites großes Gefäß neben der descendierenden Aorta. **b** Totale infrakardiale Lungenvenenfehlmündung im Rahmen eines Heterotaxiesyndroms. Hinter dem Herzen findet sich der pulmonalvenöse Konfluens als überzähliges Gefäß neben der descendierenden Aorta in unmittelbarer Nähe zum linken Vorhof (LA). **c** Rechts descendierende Aorta im Rahmen einer Fallot'schen Tetralogie mit rechtem Aortenbogen.

**Fig. 13 a–c** Conspicuous dorsal findings in the four-chamber view. **a** Azygos continuity of the interrupted inferior vena cava in a case of heterotaxy cava syndrome. Behind the heart there is a broadened azygos vein as second large vessel besides the descending aorta. **b** total anomalous infracardiac pulmonary venous connection in a case of heterotaxy syndrome. The pulmonary venous confluence is located behind the heart as a supernumerary vessel beside the descending aorta in the direct vicinity of the left atrium (LA). **c** Right descending aorta in a case of the tetralogy of Fallot with a right aortic arch.

mit weiteren komplexen kardialen Vitien vor [14, 27, 28].

Vitien, die den Aspekt des 4KB nicht verändern und somit nur im Fünf-Kammer-Blick und im Drei-Gefäß-Blick diagnostiziert werden können, sind Fallot'sche Tetralogie, Double outlet right ventricle, Truncus arteriosus communis und Transposition der großen Gefäße. Diese Vitien fallen im 4KB nur auf, wenn sie mit einem großen Ventrikelseptum-Defekt assoziiert sind, der dann den im 4KB dargestellten Septumanteil mit erfasst.

### Gefäße hinter dem Herzen

Auch der Blick hinter das Herz im 4KB gibt wichtige Hinweiszeichen auf das Vorliegen von Herzfehlern. Hierbei sollte die Aufmerksamkeit vor allem der Anzahl der Gefäße und der Seitenzuordnung gelten. Physiologischerweise verläuft hinter dem Herz nur ein Gefäß auf der linken Seite: die Aorta descendens. Findet sich hinter dem Herzen ein weiteres gleich großes Gefäß, handelt es sich meist um eine verbreiterte Vena azygos im Rahmen einer Aplasie des hepatischen Segments der Vena cava inferior (Abb. 13a). Diese Gefäßanomalie kommt fast ausschließlich bei Heterotaxie-Syndromen vor und ist regelmäßig mit komplexen kardialen Vitien vergesellschaftet [27]. Seltener handelt es sich um den pulmonalvenösen Konfluens einer totalen infrakardialen Lungenvenenfehlmündung, die ebenfalls häufig mit Heterotaxie-Syndromen vergesellschaftet ist (Abb. 13b) [28]. Verläuft bei Laevokardie die descendierende Aorta rechts der Wirbelsäule, liegt ein rechter Aortenbogen vor, der isoliert vorkommt, aber auch in bis zu 35% der Feten mit Fallot'scher Tetralogie, Pulmona-

latresie mit Ventrikelseptum-Defekt und Truncus arteriosus communis vorliegt (Abb. 13c) [29].

### Der Vier-Kammer-Blick im ersten Trimenon

Mit zunehmender Expertise der Untersucher und Benutzung von hochauflösenden Ultraschallgeräten ist die fetale Echokardiografie an ausgewählten Zentren zum festen Bestandteil der frühen Fehlbildungsdiagnostik geworden. Dabei hat sich der Untersuchungszeitraum zwischen 12 + 0 und 13 + 6 SSW als optimaler Zeitpunkt erwiesen. Die Untersuchung kann transabdominal oder transvaginal erfolgen [30]. Je früher der Untersuchungszeitpunkt gewählt wird, umso häufiger ist mit einer eingeschränkten Beurteilbarkeit der noch kleinen kardialen Strukturen (Herzdurchmesser mit 13 SSW ca. 7 mm) zu rechnen. Die transvaginale Untersuchungstechnik bietet zwar den Vorteil der besseren B-Bild-Auflösung (Abb. 3a), hat aber den Nachteil der schlechteren Bewegungsfreiheit bei der Einstellung der verschiedenen Schnittebenen. Die Zuhilfenahme der farbkodierten Doppler-Sonografie (Abb. 3b) unterstützt die Visualisierung und Beurteilung der einzelnen kardialen Strukturen im ersten Trimenon und verkürzt somit die Untersuchungszeit [30]. Die beiden häufigsten Indikationen zur frühen fetalen Echokardiografie betreffen Schwangerschaften mit familiärem Risiko und Feten mit einer erweiterten Nackentransparenz. Bei der erstgenannten Risikogruppe (Wiederholungsrisiko ca. 2–3%) geht es in erster Linie um die Beruhigung und Rückversicherung, dass eine weitestgehend normale kardiale Anatomie vorliegt. In der zweiten Risikogruppe steigt die Prävalenz von Herzfehlern mit zunehmender Nackentransparenz exponentiell an [31]. Sie lag bei euploiden Feten mit einer NT bis 3,4 mm (>95. Perzentile) bei 1,8%, mit einer NT von 3,5–4,4 mm bei 3,5% und mit einer NT von 4,5–5,4 mm bei 6,4%. Damit ist die Prävalenz von Herzfehlern im Kollektiv der Feten mit einer NT > 3,5 mm höher als in Familien mit einer anamnestischen Belastung. Eine Trikuspidalinsuffizienz im ersten Trimenon (Abb. 3c) erhöht bei Feten mit erweiterter Nackentransparenz zusätzlich das Aneuploidierisiko und das Risiko für das Vorliegen kardialer Vitien [32]. Die Entdeckungsrate fetaler Herzfehler hängt wie im zweiten Trimenon in erster Linie vom Ausbildungsstand des Untersuchers, von der Lage des Fetus sowie der Komplexität der Untersuchung ab. Publierte Studien betreffen überwiegend Daten zu Hoch-Risiko-Kollektiven, in denen Feten mit erweiterter Nackentransparenz und/oder Aneuploidie überrepräsentiert sind. Dabei werden bei vollständiger echokardiografi-



## The Four-Chamber View in the First Semester

With increasing experience of the examinee and the use of high-resolution sonographic systems, fetal echocardiography has become an integrated component of first trimester malformation screening in selected centres. An examination between the 12+0 and the 13+6 week of pregnancy has thereby proved to be optimal. The examination can be performed in the transabdominal or the transvaginal technique [30]. The earlier the time point of the examination is chosen the more often is a only limited evaluability of the still small cardiac structures (heart diameter in the 13<sup>th</sup> week of pregnancy ca. 7 mm) to be expected. Although it offers the advantage of better B mode resolution (► Fig. 3a), the transvaginal examination technique has the disadvantage of the poorer mobility when addressing the various cross-sectional planes. The additional use of colour-coding (► Fig. 3b) supports the visualisation and evaluation of the individual cardiac structures in the first trimester and thus shortens the examination time [30]. The two most common indications for early fetal echocardiography involve pregnancies with a familial risk and fetuses with an increased nuchal translucency. In the former risk group (risk of repetition ca. 2–3%) it is a matter of assuagement and confirmation that an as normal as possible cardiac anatomy is present. In the latter risk group, the incidence of heart defects increases exponentially with increasing nuchal translucency [31]. In euploid fetuses with an NT of up to 3.4 mm (> 95th percentile) it is 1.8%, with an NT of 3.5–4.4 mm 3.5% and with an NT of 4.5–5.4 mm 6.4%. Thus the prevalence of heart defects in the collective of fetuses with an NT > 3.5 mm is higher than that in families with an anamnestic predisposition. A tricuspid insufficiency in the first trimester (► Fig. 3c) additionally increases the risk of aneuploidy and the risk for the presence of cardiac defects in fetuses with an increased nuchal translucency [32].

The detection rate for fetal heart defects depends, as in the second trimester, first of all on the degree of experience of the examiner, on the position of the fetus and on the complexity of the examination. Published studies mainly concern data on high-risk collectives in which fetuses with increased nuchal translucency and/or aneuploidy are over represented. Here, detection rates of between 63% and 70% are given for complete echocardiographic examina-

tions with consideration of the outflow tracts [33]. With a detection rate of ca. 50%, atriventricular septal defects are the most frequently diagnosed heart defects in these series [32, 33]. Isolated defects of the ventricular septum or the outflow tracts are much less commonly diagnosed correctly in the first trimester. Becker and Wegner reported for a collective of medium risk (54% > 35 years) that the detection rate for heart defects in fetuses with an NT < 2.5 mm was markedly poorer (38%) than that for fetuses with an NT > 2.5 mm (97%) [34]. In marked contrast to these excellent results reported by a few centres for 1<sup>st</sup> trimester fetal echocardiography are the low detection rates of examinations for the routine screening in low-risk collectives by less experienced examiners. In a Swedish multicentre study with 18,148 first trimester examinations including measurement of NT, the 4CV could not be correctly set-up in 43% of the fetuses; the detection rate of fetal heart defects was correspondingly low (11%) [35].

At the present time it thus appears that the performance of early fetal echocardiography is only meaningful and realisable in specialised centres and for pregnant women with appropriate indications. However, early fetal echocardiography does not replace examinations around the 20<sup>th</sup> week of pregnancy but should be conducted in combination with them.

## Summary

Since only a portion of the fetuses with congenital heart defects belong to a risk collective, the prenatal diagnosis of such defects can only be achieved by a general screening. The acquisition of the four-chamber view in B mode sonography is suitable as a minimal variant. With increasing experience by the examiner, the correct visualisation will be achieved more frequently, especially with good ultrasound equipment and a gestational age > 20 weeks. If conspicuous findings are seen in the four-chamber view or if this cannot be acquired in adequate quality, there is an indication for further fetal echocardiography which must then include the planes of the outflow tract sections and colour coding. When the examination is limited to acquisition of the four-chamber view, it must be expected that a portion of the critical heart defects will not be recognised.



scher Untersuchung unter Einbeziehung der Ausflusstrakte Entdeckungsraten zwischen 63% und 70% angegeben [33]. Der in diesen Serien mit ca. 50% am häufigsten diagnostizierte Herzfehler ist der atrioventrikuläre Septum-Defekt [32, 33]. Deutlich seltener werden im ersten Trimenon isolierte Septum- oder Ausflusstraktdefekte korrekt diagnostiziert. Becker und Wegner berichteten in einem Kollektiv mit mittlerem Risiko (54% > 35 Jahre), dass die Detektionsrate für Herzfehler bei Feten mit einer NT < 2,5 mm deutlich schlechter (38%) als bei Feten mit einer NT > 2,5 mm (97%) [34]. In deutlichem Kontrast zu den hervorragenden Ergebnissen, die einige wenige Zentren für die fetale Ersttrimesterechokardiografie aufweisen, stehen die niedrigen Detektionsraten der Untersuchungen zum Routinescreening in Low-risk-Kollektiven durch weniger erfahrene Untersucher. In einer schwedischen Multicenterstudie mit 18 148 Ersttrimesteruntersuchungen inklusive NT-Messung konnte der 4KB bei 43% der Feten nicht korrekt eingestellt werden; entsprechend niedrig (11%) lag die Entdeckungsrate fetaler Herzfehler [35]. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt erscheint daher die Durchführung einer frühen fetalen Echokardiografie nur an spezialisierten Zentren und bei Schwangeren mit entsprechender Indikation sinnvoll und realisierbar. Die frühe fetale Echokardiografie ersetzt jedoch auch dann nicht die Untersuchung mit 20 SSW, sondern sollte immer mit ihr kombiniert werden.

### Zusammenfassung



Da nur ein Teil der Feten mit einem kongenitalen Herzfehler einem Risikokollektiv angehört, kann deren pränatale Diagnose nur durch ein generelles Screening erreicht werden. Als Minimalvariante eignet sich dazu die Einstellung des Vier-Kammer-Blickes im B-Bild. Mit zunehmender Erfahrung des Untersuchers gelingt die korrekte Einstellung häufiger, insbesondere bei guter Gerätequalität und einem Gestationsalter > 20 SSW. Finden sich Auffälligkeiten im Vier-Kammer-Blick oder kann dieser nicht adäquat eingestellt werden, ist die Indikation zu einer weiterführenden fetalen Echokardiografie gegeben, die dann die Ausflusstraktschnittebenen und die Farbkodierung einbeziehen muss. Bei Limitierung der Untersuchung auf die Einstellung des Vier-Kammer-Blickes wird allerdings in Kauf genommen, dass auch ein Teil der kritischen Herzfehler pränatal nicht erkannt wird.

### Literatur/References

- 1 Gembruch U, Geipel A. Indications for fetal echocardiography: screening in low- and high-risk populations. In: Yagel S, Silverman NH, Gembruch U (Hrsg). *Fetal cardiology*. London: Martin Dunitz, 2003; 89–106
- 2 Yates RS. The influence of prenatal diagnosis on postnatal outcome in patients with structural congenital heart disease. *Prenat Diagn* 2004; 24: 1143–1149
- 3 Kumar RK, Newburger JW, Gauvreau K et al. Comparison of outcome when hypoplastic left heart syndrome and transposition of the great arteries are diagnosed prenatally versus when diagnosis of these two conditions is made only postnatally. *Am J Cardiol* 1999; 83: 1649–1653
- 4 Tworetzky W, Wilkins-Haug L, Jennings RW et al. Balloon dilation of severe aortic stenosis in the fetus: potential for prevention of hypoplastic left heart syndrome: candidate selection, technique, and results of successful intervention. *Circulation* 2004; 110: 2125–2131
- 5 Garne E, Loane M, Dolk H et al. Prenatal diagnosis of severe structural congenital malformations in Europe. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 25: 6–11
- 6 Eichhorn K, Schramm T, Bald R et al. Qualitätsanforderungen an die DEGUM-Stufe I bei der geburtshilflichen Ultraschalldiagnostik im Zeitraum 19 bis 22 Schwangerschaftswochen. *Ultraschall in Med* 2006; 27: 185–187
- 7 Chaoui R. The four-chamber view: four reasons why it seems to fail in screening for cardiac abnormalities and suggestions to improve detection rate. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 3–10
- 8 Tegnander E, Williams W, Johansen OJ et al. Prenatal detection of heart defects in a non-selected population of 30 149 fetuses – detection rates and outcome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 252–265
- 9 Merz E, Eichhorn K, Hansmann M et al. Qualitätsanforderungen an die weiterführende differenzialdiagnostische Ultraschalluntersuchung in der pränatalen Diagnostik (DEGUM-Stufe II) im Zeitraum 18 bis 22 Schwangerschaftswochen. *Ultraschall in Med* 2002; 23: 11–12
- 10 Achiron R, Glaser J, Gelernter I et al. Extended fetal echocardiographic examination for detecting cardiac malformations in low risk pregnancies. *BMJ* 1992; 304: 671–674
- 11 Stümpflen I, Stümpflen A, Wimmer M et al. Effect of detailed fetal echocardiography as part of routine prenatal ultrasonographic screening on detection of congenital heart disease. *Lancet* 1996; 348: 854–857
- 12 Chaoul R, Heling KS. Grundlagen der 3D- und 4D-Echokardiographie beim Fetus unter Nutzung der Spatio-Temporal-Image-Correlations (STIC)-Software. *Ultraschall in Med* 2006; 27: 340–346
- 13 Yagel S, Cohen SM, Shapiro I et al. 3D and 4D ultrasound in fetal cardiac scanning: a new look at the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; 29: 81–95
- 14 Berg C, Geipel A, Smrcek J et al. Prenatal diagnosis of cardiopulmonary syndromes: a 10-year experience. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 451–459
- 15 Bernasconi A, Azancot A, Simpson JM et al. Fetal dextrocardia: diagnosis and outcome in two tertiary centres. *Heart* 2005; 91: 1590–1594
- 16 Gembruch U, Kohl T, Geipel A et al. Ebstein-Anomalie des Fetus. *Gynakologe* 2006; 39: 39–47
- 17 Gembruch U, Smrcek JM. The prevalence and clinical significance of tricuspid valve regurgitation in normally grown fetuses and those with intrauterine growth retardation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; 9: 374–382



- 18 Berg C, Geipel A, Kohl T et al. Atrioventricular block detected in fetal life: associated anomalies and potential prognostic markers. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 26: 4–15
- 19 Gembruch U. Fetal tachyarrhythmia. In: Yagel S, Silverman NH, Gembruch U (Hrsg). *Fetal Cardiology*. London: Martin Dunitz, 2003: 355–373
- 20 Fesslova V, Nava S, Villa L. Evolution and long term outcome in cases with fetal diagnosis of congenital heart disease: Italian multicentre study. *Fetal Cardiology Study Group of the Italian Society of Pediatric Cardiology. Heart* 1999; 82: 594–599
- 21 Allan LD, Sharland GK, Milburn A et al. Prospective diagnosis of 1006 consecutive cases of congenital heart disease in the fetus. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23: 1452–1458
- 22 Birk E, Silverman NH. Intracardiac shunt malformations. In: Yagel S, Silverman NH, Gembruch U (Hrsg). *Fetal Cardiology*. London: Martin Dunitz, 2003: 201–210
- 23 Berg C, Knüppel M, Geipel A et al. Prenatal diagnosis of persistent left superior vena cava and its associated congenital anomalies. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 274–280
- 24 Baschat A, Gembruch U. Examination of the fetal coronary circulation. In: Yagel S, Silverman NH, Gembruch U (Hrsg). *Fetal Cardiology*. London: Martin Dunitz, 2003: 299–312
- 25 Axt-Fliedner R, Kreiselmair P, Schwarze A et al. Development of hypoplastic left heart syndrome after diagnosis of aortic stenosis in the first trimester by early echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 28: 106–109
- 26 Allan L. Left heart malformations. In: Yagel S, Silverman NH, Gembruch U (Hrsg). *Fetal Cardiology*. London: Martin Dunitz, 2003: 211–221
- 27 Berg C, Geipel A, Kamil D et al. The syndrome of left isomerism: sonographic findings and outcome in prenatally diagnosed cases. *J Ultrasound Med* 2005; 24: 921–931
- 28 Berg C, Geipel A, Kamil D et al. The syndrome of right isomerism-prenatal diagnosis and outcome. *Ultraschall in Med* 2006; 27: 225–233
- 29 Berg C, Bender F, Soukup M et al. Right aortic arch detected in fetal life. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 28: 882–889
- 30 Smrcek JM, Berg C, Geipel A et al. Early fetal echocardiography: heart biometry and visualization of cardiac structures between 10 and 15 weeks' gestation. *J Ultrasound Med* 2006; 25: 173–182
- 31 Atzei A, Gajewska K, Huggon IC et al. Relationship between nuchal translucency thickness and prevalence of major cardiac defects in fetuses with normal karyotype. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 26: 154–157
- 32 Huggon IC, Ghi T, Cook AC et al. Fetal cardiac abnormalities identified prior to 14 weeks' gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 20: 22–29
- 33 Smrcek JM, Berg C, Geipel A et al. Detection rate of early fetal echocardiography and in utero development of congenital heart defects. *J Ultrasound Med* 2006; 25: 187–196
- 34 Becker R, Wegner RD. Detailed screening for fetal anomalies and cardiac defects at the 11–13-week scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 613–618
- 35 Westin M, Saltvedt S, Bergman G et al. Routine ultrasound examination at 12 or 18 gestational weeks for prenatal detection of major congenital heart malformations? A randomised controlled trial comprising 36299 fetuses. *BJOG* 2006; 113: 675–682



## **Qualitätsanforderungen an die geburtshilfliche Ultraschalldiagnostik ( = DEGUM-Stufe I) im Zeitraum 19 bis 22 Schwangerschaftswochen**

Die frühzeitige pränatale Diagnose fetaler Erkrankungen, Entwicklungsstörungen und Fehlbildungen führt in vielen Fällen zu einer Senkung der perinatalen Mortalität und Morbidität. Da mehr als 80 % der betroffenen Feten keiner Risikogruppe angehören, kann dies nur über ein Ultraschall-Screening erreicht werden, wie in den Mutterschaftsrichtlinien verankert. Im Screening auffallende Befunde werden in Zusammenarbeit mit speziell ausgebildeten und qualifizierten Untersuchern (DEGUM-Stufe II und III) abgeklärt (Mehrstufenkonzept). Wesentliche Voraussetzung für die Erfolge dieses Konzeptes ist die hohe Qualität der Ultraschall-Screening-Untersuchungen speziell im Zeitraum 19 bis 22 Schwangerschaftswochen. Die hierzu in den Mutterschaftsrichtlinien definierten Mindestanforderungen entsprechen aber nicht mehr den heutigen Möglichkeiten, Erfordernissen und Erwartungen an ein Basisscreening im zweiten Trimenon. Auch sind sie unscharf definiert und lassen großen Raum für unterschiedliche Interpretationen. Mit den nun erarbeiteten Qualitätsanforderungen wird den Frauenärzten, die das Ultraschall-Screening im zweiten Trimenon als DEGUM-Stufe I Untersucher durchführen, ein Schema zur Hand gegeben, in dem eine genaue Definition der Leistungsinhalte erfolgt.

Diese Empfehlungen für die DEGUM-Stufe I Untersuchung geht zwar über die Mindestanforderungen der derzeit gültigen Mutterschaftsrichtlinien hinaus, entspricht aber wesentlich besser den heutigen Möglichkeiten und Erfordernissen einer Ultraschalluntersuchung im zweiten Trimenon. Sie ermöglicht den entsprechend qualifizierten Untersuchern der DEGUM-Stufe I, im Rahmen ihrer Tätigkeit eine hochwertige Ultraschall-Screening-Untersuchung durchzuführen, die sich qualitativ von den Mindestanforderungen der derzeit gültigen Mutterschaftsrichtlinien abhebt. Auch werden in diesen Empfehlungen die Anforderungen an die Beratung der Schwangeren im Rahmen der Ultraschalluntersuchungen definiert, ebenso die Voraussetzungen zum Erwerb der DEGUM-Stufe I Qualifikation.

### **1. Ziel**

Durch konkrete Qualitäts- und Qualifikationsanforderungen für die weiterführende differenzialdiagnostische Ultraschalluntersuchungen im I. und II. Trimenon konnten für die DEGUM-Stufe deutliche Fortschritte in der Qualitätssicherung erzielt werden, indem Mindestanforderungen formuliert wurden [2, 3, 5]. Bei Analyse des derzeitigen Mehrstufenkonzeptes in Deutschland wird offensichtlich, dass die geltenden Anforderungen an den Untersucher der DEGUM-Stufe I nicht mehr den durch technische Entwicklung und Ausbildung vorgegebenen diagnostischen Möglichkeiten genügen. Vor diesem Hintergrund erscheint eine Aktualisierung der Qualitätsanforderungen an die DEGUM-Stufe I-Untersuchung im Zeitraum 19 bis 22 Schwangerschaftswochen notwendig, um ihre Position innerhalb des Dreistufenkonzeptes zu sichern und den Erfordernissen einer modernen Pränataldiagnostik gerecht zu werden. Die Ultraschalluntersuchung der DEGUM-Stufe I soll weiterhin den Charakter einer Screening-Untersuchung in der Schwangerschaft besitzen [4], aber im Gegensatz zur Screening-Ultraschalluntersuchung im Rahmen der Mutterschaftsvorsorge konkrete Hinweiszeichen auf fetale Erkrankungen, Entwicklungsstörungen und Fehlbildungen untersuchen.

### **2. Inhalte der geburtshilflichen Ultraschalldiagnostik**

Der Schwerpunkt der Untersuchung liegt auf der Erkennung von Hinweiszeichen für fetale Erkrankungen, Entwicklungsstörungen und Fehlbildungen im Zeitraum 19 bis 22 Schwangerschaftswochen und der intradisziplinären Zusammenarbeit mit Untersuchern der DEGUM-Stufen II und III [1]. Es sollen darüber hinaus wichtige anamnestische Risikofaktoren erhoben und beachtet werden (u.a. Anlage 1c der Mutterschaftsvorsorge [6]).

Im Wesentlichen sollen die Mindestanforderungen der Mutterschaftsrichtlinien an die Basissonographie realisiert und durch nachfolgend definierte Leistungsinhalte die Erkennung von Hinweiszeichen bzw. die Frühdiagnostik fetaler Erkrankungen, Entwicklungsstörungen und Fehlbildungen verbessert werden.

### **2.1. Allgemein:**

- Vitalität
- Mehrlinge: Bestimmung der Chorionizität und Amnionizität (sofern zu diesem Zeitpunkt noch erkennbar und sofern nicht bereits im ersten Trimenon erfolgt), Erkennen von Frühzeichen eines feto-fetalen Transfusions-Syndroms)
- Plazentalokalisation und Plazentastruktur
- Fruchtwassermenge (Erkennen von Oligo- und Polyhydramnion)
- Bewegungen

### **2.2. Biometrie:**

- Kopf: Biparietaler Kopfdurchmesser (BPD); frontookzipitaler Kopfdurchmesser (FOD) oder Kopfumfang (KU)
- Rumpf: Abdomen-Transversaldurchmesser (ATD); Abdomen-Sagittaldurchmesser (ASD) oder Abdomenumfang (AU)
- Extremitäten: Femur und Humerus
- Biometrieinterpretation:

Erkennen von Dysproportionen und Beseitigen von Terminunklarheiten anhand der Messwerte (sofern die Sicherung des Gestationsalters nicht schon im ersten Trimenon erfolgte)

Erkennen von Hinweiszeichen auf fetale Wachstumsretardierung und fetale Makrosomie

### **2.3. Erkennen auffälliger Strukturveränderungen (Hinweiszeichen):**

- **Kopf**
- Abweichung von der ovoiden Kopfform (z.B. Brachycephalie, "Lemon sign")
- Vorliegen liquider intrakranieller Raumforderungen
- Fehlende Darstellbarkeit des Kleinhirns



## **- Hals**

- Konturauffälligkeiten (z.B. Hygroma colli)

## **- Thorax**

- Diskrepanz zwischen Herz/Thorax-Relation, Fehlposition des Herzen
- Arrhythmie
- Fehlende Darstellung des Vier-Kammer-Blicks
- Intrathorakale zystische Strukturen oder Ergüsse

## **- Abdomen**

- Konturunterbrechung an der vorderen Bauchwand
- Fehlende Darstellung des Magens oder dessen atypische Position
- Atypische Flüssigkeitsansammlungen im Abdomen
- Fehlende Darstellung der Harnblase

## **- Rücken**

- Unregelmäßige dorsale Kontur im Längsschnitt

Bei auffälligen Befunden oder Hinweiszeichen auf fetale Erkrankungen, Entwicklungsstörungen oder Anomalien wird eine kurzfristige intradisziplinäre Zusammenarbeit mit einem Pänataldiagnostiker der DEGUM-Stufen II- oder III-Kriterien entsprechenden Qualifikation erwartet.

## **3. Dokumentation**

Wichtige Grundlage für die Qualitätssicherung und -kontrolle ist eine exakte Befund- und Bilddokumentation. Eine solche Dokumentation dient gleichermaßen als Leistungsnachweis.

Nachfolgende Parameter sollten als Bilddokumentation erfasst werden: Planum frontooccipitale (Messebene 1), Abdomenquerschnitt mit Magen (Messebene 2), Femur oder Humerus (Messebene 3) und Vier-Kammer-Blick (Messebene 4). Werden im Rahmen der Untersuchung Auffälligkeiten entdeckt, sind diese gesondert zu dokumentieren.

## **4. Beratung der Schwangeren**

### **4.1. Beratung vor der Ultraschall-Untersuchung**

Vor der erweiterten sonographischen Screening-Untersuchung nach dem Qualitätsstandard für die Stufe I-Diagnostik der DEGUM muss die Schwangere auf die Möglichkeiten und Grenzen dieser Ultraschall-Screening-Untersuchung hingewiesen werden. Es sollte betont werden, dass es sich nicht um eine weiterführende differenzialdiagnostische Ultraschalldiagnostik handelt [3,4]. Im Rahmen des Aufklärungsgespräches sollten auch die

Untersuchungsbedingungen eingeschätzt und gegebenenfalls der Schwangeren die Bedeutung ungünstiger Sichtbedingungen erläutert werden (adipöse oder narbige Bauchdecke, Fruchtwasserreduktion, ungünstige fetale Lage). Diese Aufklärung sollte individuell gestaltet und sorgfältig dokumentiert werden.

#### **4.2. Beratung im Anschluss an die Ultraschalluntersuchung**

Beim Nachweis von Hinweiszeichen bzw. der Diagnostik fetaler Erkrankungen, Entwicklungsstörungen und Fehlbildungen, bei schwierigen Untersuchungsbedingungen oder beim Vorliegen von Indikationen für eine weiterführende differentialdiagnostische Ultraschalldiagnostik sollte die Schwangere über Möglichkeiten einer weiterführenden differentialdiagnostischen Ultraschalluntersuchung auf Qualitätsniveau DEGUM-Stufen II oder III [3] aufgeklärt werden. Auch diese Aufklärung sollte dokumentiert werden.

#### **5. Qualifikationsvoraussetzung:**

##### **Für Fachärzte**

- **Mitgliedschaft in der DEGUM**
- **Kopie des Facharztzeugnisses**
- **Vorlage einer Bilddokumentation** von 10 Fällen nach dem Qualitätsstandard der DEGUM-Stufe I – **Zeitraum 19 bis 22 SSW – Bitte unbedingt die Qualitätsanforderungen für die Stufe I beachten** - (Biometriemessebenen Kopf, Abdomen, Femur oder Humerus mit den entsprechenden Messungen und Darstellungen von Kleinhirn, Vier-Kammer-Blick, Magen und Harnblase). Diese Befunddokumentationen werden von DEGUM-Stufe II Verantwortlichen der Sektion Gynäkologie und Geburtshilfe begutachtet.

##### **Für Nichtfachärzte**

- **Mitgliedschaft in der DEGUM**
- **18 Monate ärztliche Tätigkeit** in der Gynäkologie und Geburtshilfe
- **Nachweis von 300 selbst** durchgeführten geburtshilflichen Ultraschalluntersuchungen und 300 selbst durchgeführten gynäkologischen Ultraschalluntersuchungen. Der Nachweis der Untersuchungen muss über Dokumente (Bilder) erfolgen und kann nicht über kumulative Bescheinigungen erbracht werden.
- **(Ausnahme: Bei Tätigkeit in einem Ultraschallzentrum der DEGUM-Stufen II oder III werden Bescheinigungen der DEGUM-Ausbilder der Stufen II und III akzeptiert).**
- **Vorlage einer Bilddokumentation** von 10 Fällen nach dem Qualitätsstandard der DEGUM-Stufe I – **Zeitraum 19 bis 22 SSW – Bitte unbedingt die Qualitätsanforderungen für die Stufe I beachten** - (Biometriemessebenen Kopf, Abdomen, Femur oder Humerus mit den entsprechenden Messungen und Darstellungen von Kleinhirn, Vier-Kammer-Blick, Magen und Harnblase). Diese Befunddokumentationen werden von DEGUM-Stufe II Verantwortlichen der Sektion Gynäkologie und Geburtshilfe begutachtet.

## 6. Anerkennung der DEGUM–Stufe I

Nach erfolgreicher Antragsstellung erhält der/die Antragsteller/-in eine Urkunde über die Zuerkennung der DEGUM-Stufe I.

Hier wird bestätigt, dass der/die Frauenarzt / -in nach den Qualitätsanforderungen der DEGUM-Stufe I geburtshilfliche Ultraschalldiagnostik betreibt.

## 7. Dauer der Anerkennung DEGUM–Stufe I

Die Anerkennung der DEGUM-Stufe I gilt - analog zur DEGUM-Stufe II - 6 Jahre. Sie kann auf Antrag unter Vorlage einer Bilddokumentation von 10 Fällen nach dem Qualitätsstandard der DEGUM-Stufe I (Biometriemessebenen Kopf, Abdomen, Femur oder Humerus mit Messungen und Darstellungen von: Kleinhirn, Vier-Kammerblick, Magen und Harnblase) verlängert werden.

## 8. Literatur

1. Hansmann M. Nachweis und Ausschluss fetaler Entwicklungsstörungen mittels Ultraschallscreening und gezielter Untersuchung – ein Mehrstufenkonzept. Ultraschall 1981; 2: 206 - 220
2. Merz E, et al. DEGUM-Stufe I- Empfehlung zur „weiterführenden“ sonographischen Untersuchung (= DEGUM-Stufe II) im Zeitraum 11 bis 14 Schwangerschaftswochen. Ultraschall in Med 2004; 25: 218 – 220
3. Merz E, Eichhorn, KH, Hansmann M, Meinel K. Qualitätsanforderungen an die weiterführende differenzial-diagnostische Ultraschalluntersuchung in der pränatalen Diagnostik (DEGUM-Stufe II) im Zeitraum 18 bis 22 Schwangerschaftswochen. Ultraschall in Med 2002; 23: 11 – 12
4. Rauskolb R, Pelz FJ. Ultraschalldiagnostik im Rahmen der Schwangerenvorsorge. Stellungnahme der AG Medizinrecht der DGGG. FRAUENARZT 2004; 45: 576 – 579
5. Rempen A, Chaoui R, Kozlowski P, Terinde T, Wisser J. Standards zur Ultraschalluntersuchung in der Frühschwangerschaft. Empfehlungen der DEGUM-Stufe III (Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin), Sektion Gynäkologie und Geburtshilfe, und der ARGUS (Arbeitsgemeinschaft für Ultraschalldiagnostik der DGGG). Ultraschall in Med 2001; 22: 1 – 5
6. Richtlinien des Bundesausschusses für Ärzte und Krankenkassen über die ärztliche Betreuung während der Schwangerschaft und nach der Entbindung („Mutterschaftsrichtlinien“) in der Fassung vom 10. 12. 1985 (veröffentlicht im Bundesanzeiger Nr. 60a vom 27. 3. 1986), zuletzt geändert am 24. 4. 1998 (veröffentlicht im Bundesanzeiger Nr. 136 vom 25. 7. 1998)

**Autoren** K.-H. Eichhorn, T. Schramm, M. Hansmann, U. Gembruch

Durch das Board der Sektion Gynäkologie und Geburtshilfe der DEGUM auf seiner Sitzung vom 15. April 2005 beraten und zur Publikation in der Zeitschrift „Ultraschall in der Medizin“ empfohlen. Diese Qualitätsanforderungen treten mit dem Tag der Veröffentlichung in der Zeitschrift Ultraschall in der Medizin in Kraft.

## Qualitätsanforderungen an die weiterführende differenzialdiagnostische Ultraschalluntersuchung in der pränatalen Diagnostik (=DEGUM Stufe II) im Zeitraum 18. bis 22. Schwangerschaftswoche

Mit der *Neufassung der Mutterschafts-Richtlinien* (2) wurden am 1. April 1995 drei Ultraschalluntersuchungen in die Mutterschaftsvorsorge aufgenommen und die damit verbundenen Screening-Leistungen (Mindestanforderungen) definiert. Mit diesem sog. *10-20-30 Schwangerschaftswochen-Screening* sollte die Basis geschaffen werden, Auffälligkeiten früher und gezielter zu erkennen, um ggf. noch weitere diagnostische Maßnahmen in die Wege leiten zu können. Durch Konzentration von auffälligen Befunden in entsprechend ausgerichteten Pränatalzentren (*3-Stufen-Konzept*) (2) konnte innerhalb der letzten Jahre eine praxisrelevante Verbesserung der pränatalen Diagnostik erzielt werden (1). Der Erfolg dieses Mehrstufenkonzeptes in der pränatalen Diagnostik ist gekennzeichnet durch eine fundierte Basissonographie, vorwiegend durch niedergelassene Frauenärzte und deren Zusammenarbeit mit qualifizierten Ultraschallspezialisten in pränataldiagnostisch ausgerichteten Zentren/Praxen.

### 1. Ziel

Die weiterführende differenzialdiagnostische Ultraschalluntersuchung (Feindiagnostik) beinhaltet den Ausschluss/Nachweis sonographisch erkennbarer Auffälligkeiten, die auf eine fetale Erkrankung und/oder eine Entwicklungsstörung hinweisen (Tab.1). Ergeben sich Hinweise für chromosomale Aberrationen oder Stoffwechselstörungen, ist für den definitiven Nachweis eine invasive Diagnostik notwendig. Der Nachweis intrauteriner Auffälligkeiten hängt ganz entscheidend vom Gestationsalter, von den Untersuchungsbedingungen (Beschaffenheit der mütterlichen Bauchdecke, Fruchtwasserhältnisse, Lage des Feten), der apparativen Ausstattung und vor allem von der Erfahrung und Qualifikation des Untersuchers ab. Dennoch können auch unter optimalen Voraussetzungen nicht alle Fehlbildungen sonographisch erkannt werden. Zudem entwickeln sich einige fetale Fehlbildungen/Störungen erst im späteren Schwangerschaftsverlauf und müssen deshalb zum Zeitpunkt der weiterführenden Ultraschalluntersuchung zwischen 18 und 22 SSW sonomorphologisch noch nicht erkennbar sein. Im Gegensatz zur Basissonographie, deren Mindestanforderungen in den Mutterschaftsrichtlinien (3) definiert sind, existieren entsprechende Kriterien für die weiterführende Ultraschalldiagnostik bislang noch nicht bundesweit. Aus diesem Grund hat sich das Gremium der DEGUM-Stufe III zum Ziel gesetzt, entsprechende Mindestanforderungen im Sinne von Leitlinien zu definieren. Ist der Leistungsumfang dieser Spezialuntersuchungen bekannt, kann jeder in der Schwangerenbetreuung tätige Arzt selbst entscheiden, ob eine Spezialuntersuchung im gegebenen Fall für die Diagnosefindung von Nutzen ist und er seiner Schwangeren längere Anfahrtswege und Wartezeiten zumuten kann.

## 2. Indikationen

In den Mutterschaftsrichtlinien (3) wird die Indikation zur Feindiagnostik in der Anlage 1c zu Abschnitt B. Nr. 4 definiert. Daraus leitet sich praxisrelevant folgende Indikationsstellung ab (Tab.1):

- a) Auffälligkeiten im Rahmen der I. und II. Screeninguntersuchung (MuVo)
- b) Differenzierung/Prognoseeinschätzung fetaler Anomalien inkl. Indikationsstellung zur invasiven Diagnostik
- c) Gezielter Ausschluss bzw. Nachweis einer fetalen Anomalie/Störung bei anamnestischem, maternalem und fetalem Risiko
- d) Psychische Belastung ( Fehlbildungsangst der Patientin), Durchführung speziell invasiver Eingriffe (Chorionzottenbiopsie, Amniozentese, Cordozentese, intrauterine Transfusion, Fetalpunktion, Shunteinlage, Fruchtwasserauffüllung, Fetoskopie).

## 3. Zeitpunkt

Nach den Mutterschaftsrichtlinien ist für die II. Screening-Untersuchung der Zeitraum 18-22 SSW (= Beginn der 19. bis zum Ende der 22. SSW) vorgesehen (Tab.1). Dies ist im Wesentlichen auch die Zeitspanne für eine weiterführende Feindiagnostik, wobei als optimaler Zeitpunkt ein Gestationsalter von 20 SSW anzusehen ist. Weiterführende Untersuchungen mit 22 oder 23 SSW sind vor allem deshalb problematisch, weil dadurch das Zeitfenster für eventuell notwendige weitere Untersuchungen (Verlaufsbeobachtung, invasive Diagnostik) extrem eng wird.

## 4. Inhalte der weiterführenden Ultraschalluntersuchung zwischen 18 und 22 SSW

Die nachfolgende Leistungsbeschreibung zur weiterführenden differenzialdiagnostischen Ultraschalluntersuchung sind als Mindestanforderungen anzusehen:

### I. Allgemein

Einlinge/Mehrlinge:

Vitalität:

Fruchtwassermenge: qualitativ/quantitativ

Nabelschnur: Gefäßzahl

Plazenta: Sitz, Struktur, Decke

Sofern Mehrlinge: Chorionizität, Aminonizität (sofern zu diesem Zeitpunkt noch erkennbar)

### II. Biometrie

Kopf: Biparietaler Kopfdurchmesser (BPD), frontookzipitaler Kopfdurchmesser (FOD), Kopfumfang (KU), Zerebellum-Transversaldurchmesser (CTD)

Rumpf: Abdomen-Transversaldurchmesser (ATD). Abdomen-Sagittaldurchmesser (ASD), Abdomenumfang (AU)

Extremitäten: Femur + Tibia oder Fibula oder Humerus + Radius oder Ulna

### III. Sonoanatomie

Kopf: Kontur: Außenkontur im Planum frontookzipitale

Innenstrukturen: Hirnseitenventrikel, Plexus chorioideus, Zerebellumkontur

Gesicht: Seitenprofil (medianer Sagittalschnitt), Aufsicht Mund-/Nasenbereich (Frontalschnitt)

Nacken/Hals: Kontur

Wirbelsäule: Sagittaler Längsschnitt + Hautkontur über der Wirbelsäule

Thorax: Lunge: Struktur

Herz: Herzfrequenz und –rhythmus, qualitative Einschätzung von Größe, Form und Position des Herzens, Vierkammerblick, Links- und rechtsventrikulärer Ausflusstrakt

Zwerchfell: Kuppelkontur im Längsschnitt

Abdomen: Kontur

Leber: Topographie und Struktur

Magen: Topographie

Darm: Echogenität

Urogenitaltrakt: Nieren: Topographie und Struktur, Harnblase: Topographie und Form

Extremitäten: Arme und Beine, Hände und Füße (ohne differenzierte Darstellung der Finger und Zehen)



#### **Tabelle 1**

#### **Ziel, Indikation und Inhalt einer Stufe-II-Untersuchung zwischen 18 und 22 SSW**

Ziel:	Verbesserung der Ultraschalldiagnostik in Bezug auf fetale Erkrankungen/Entwicklungsstörungen oder Anomalien fetaler Organe/Organsysteme
Indikationen:	<ul style="list-style-type: none"><li>- Auffälligkeiten im Rahmen der I. und II. Screeninguntersuchung (MuVo).</li><li>- Differenzierung/Prognoseeinschätzung fetaler Anomalien inkl. Indikationsstellung zur Invasiven Diagnostik</li><li>- gezielter Ausschluss bzw. Nachweis einer fetalen Anomalie/Störung bei anamnestischem, maternalem und fetalem Risiko</li><li>- psychische Belastung (Fehlbildungsangst der Patientin)</li><li>- Durchführung spezieller invasiver Eingriffe (Amniozentese, Chorionzottenbiopsie, Cordozentese, intrauterine Transfusion, Fetalpunktion, Shunteinlage, Fruchtwasserauffüllung, Fetoskopie)</li></ul>
Zeitpunkt:	18 – 22 SSW (= von Beginn der 19. bis Ende der 22. SSW)
Inhalt:	Leistungsbeschreibung zur weiterführenden differenzialdiagnostischen Ultraschalluntersuchung im Rahmen der Stufe-II-Diagnostik der DEGUM als Mindestanforderung



#### **IV. Dokumentation**

Wichtige Grundlage für die Qualitätssicherung und –kontrolle ist eine exakte Befund- und ausreichende Bilddokumentation. Eine solche Dokumentation dient gleichermaßen auch als Leistungsnachweis. Standardmäßig sollten nachfolgende Parameter als Bilddokumentation erfasst werden:

Planum frontooccipitale – Zerebellum – Gesicht sagittal (Profil – Gesicht frontal (Nase/Lippen) – Wirbelsäule mit Hautkontur im Sagittalschnitt – Herz: 4-Kammer-Blick, linksventrikulärer Ausflusstrakt, rechtsventrikulärer Ausflusstrakt – Zwerchfell im Sagittal- oder Frontalschnitt – Abdomenquerschnitt (Biometrieebene) mit Magen – Nieren beidseitig – Harnblase – Femur oder Humerus – Tibia/Fibula oder Radius/Ulna – Hand – Fuß

Werden im Rahmen der Untersuchungen Auffälligkeiten entdeckt, sind diese gesondert zu dokumentieren. Bei eingeschränkten Sichtverhältnissen aufgrund der mütterlichen Bauchdecke, einer ungünstigen Lage des Feten oder einer ungenügenden Fruchtwassermenge sollte dies im schriftlichen Befund aufgeführt werden. Auch ist die Patientin in einem solchen Fall über die eingeschränkten Sichtverhältnisse aufzuklären.

#### **V. Aufklärung bei pränataler Diagnostik (4)**

##### *Aufklärung vor pränataler Diagnose*

Die Komplexität der pränatalen Diagnostik erfordert es, dass die Schwangere von dem Zeitpunkt an, zu dem sie ärztliche Hilfe in Anspruch nimmt, beratend und informierend begleitet wird. Als Beratungsinhalt sollten die nachfolgend genannten Informationspunkte Berücksichtigung finden:

- Anlass für die Untersuchung
- Ziel der Untersuchung
- Risiko der Untersuchung
- Grenzen der pränatalen diagnostischen Möglichkeiten (pränatal nicht erfassbare Störungen)
- Sicherheit des Untersuchungsergebnisses
- Art und Schweregrad möglicher oder vermuteter Störungen
- Möglichkeiten des Vorgehens bei einem pathologischen Befund
- Psychologisches und ethisches Konfliktpotential bei Vorliegen eines pathologischen Befundes
- Alternativen zur Nicht-Inanspruchnahme der invasiven pränatalen Diagnostik

##### *Aufklärung nach pränataler Diagnostik*

Bei Nachweis einer fetalen Fehlbildung gehört die Mitteilung des pathologischen Befundes an die Schwangere zu den Aufgaben des behandelnden und/oder beratenden Arztes. Das Aufklärungsgespräch sollte dabei die nachfolgenden Punkte berücksichtigen:

- Bedeutung des Befundes
- Ursache, Art und Prognose der Erkrankung oder Entwicklungsstörung des Kindes
- Mögliche Komplikationen
- Prä- und postnatale Therapie- und Förderungsmöglichkeiten
- Konsequenzen für die Geburtsleitung (Modus, Zeit und Ort)

- Alternativen: Fortführung oder Abbruch der Schwangerschaft
- Kontaktmöglichkeiten zu gleichartig Betroffenen und Selbsthilfegruppen
- Möglichkeiten der Inanspruchnahme medizinische und sozialer Hilfe

Je nach Problemstellung sollte eine weiterführende fachkompetente Beratung (Neonatologe/Pädiater, Humangenetiker, Kinderchirurg, Neurochirurg, Kinderkardiologe, Kinderurologe usw.) angeboten werden. Dabei ist grundsätzlich zu berücksichtigen, dass alle nachfolgenden Berater nur diejenige Information verwenden können, die sie vom Pränataldiagnostiker erhalten. Den Eltern sollte nach Information und Beratung eine gemessene Bedenkzeit bis zur Entscheidung zur Verfügung gestellt werden.

Stand: 10/2001

Arbeitsgruppe: Prof. Dr. E. Merz, PD Dr. K.H. Eichhorn, Prof. Dr. M. Hansmann, PD Dr. K. Meinel

#### **Literatur**

- (1) Bonnet D, Coltri A, Butera G, Fermont L, Le Bidosis J, Kachaner J, Sidi D, Detection of transposition of the great arteries in fetuses reduces neonatal morbidity and mortality. *Circulation* 1999; 99: 916-18
- (2) Hansmann M, Nachweis und Ausschluss fetaler Entwicklungsstörungen mittels Ultraschallscreening und gezielter Untersuchung – ein Mehrstufenkonzept. *Ultraschall* 1981;2;206-220
- (3) Richtlinien des Bundesausschusses für Ärzte und Krankenkassen über die ärztliche Betreuung während der Schwangerschaft und nach der Entbindung („Mutterschaftsrichtlinien“) in der Fassung vom 10.12.1985 (veröffentlicht im Bundesanzeiger Nr. 60a vom 27.3.1986), zuletzt geändert am 24.4.1998 (veröffentlicht im Bundesanzeiger Nr. 136 vom 25.7.1998)
- (4) Wissenschaftlicher Beirat der Bundesärztekammer – Bekanntmachungen; Richtlinien zur pränatalen Diagnostik von Krankheiten und Krankheitsdispositionen. *Deutsches Ärzteblatt* Heft 50, 1998; 95; A-3236-3242

Diese Qualitätsanforderungen traten im Februar 2002 in Kraft.

Sie sind publiziert:

E. Merz  
K.H. Eichhorn  
M. Hansmann  
K. Meinel

Titel „Ultraschall in der Medizin“, Ausgabe 21/2002; 23: 11 - 12



**Anforderungen zur Erlangung der  
DEGUM-Stufen I / I-Verlängerung, II / II-Verlängerung  
und III / III-Verlängerung**

## **Stufe I Qualifikationsvoraussetzung**

### **Für Fachärzte**

- **Mitgliedschaft in der DEGUM**
- **Kopie des Facharztzeugnisses**
- **Vorlage einer Bilddokumentation** von 10 Fällen nach dem Qualitätsstandard der DEGUM-Stufe I – **Zeitraum 19 bis 22 SSW – Bitte unbedingt die Qualitätsanforderungen für die Stufe I beachten** - (Biometriemessebenen Kopf, Abdomen, Femur oder Humerus mit den entsprechenden Messungen und Darstellungen von Kleinhirn, Vier-Kammer-Blick, Magen und Harnblase). Diese Befunddokumentationen werden von DEGUM-Stufe II Verantwortlichen der Sektion Gynäkologie und Geburtshilfe begutachtet.
- **Überweisung einer Bearbeitungsgebühr von 55,00 €**

### **Für Nichtfachärzte**

- **Mitgliedschaft in der DEGUM**
- **18 Monate ärztliche Tätigkeit** in der Gynäkologie und Geburtshilfe
- **Nachweis von 300 selbst** durchgeführten geburtshilflichen Ultraschalluntersuchungen und 300 selbst durchgeführten gynäkologischen Ultraschalluntersuchungen. Der Nachweis der Untersuchungen muss über Dokumente erfolgen und kann nicht über kumulative Bescheinigungen erbracht werden.
- **(Ausnahme: Bei Tätigkeit in einem Ultraschallzentrum der DEGUM-Stufen II oder III werden Bescheinigungen der DEGUM-Ausbilder der Stufen II und III akzeptiert).**
- **Vorlage einer Bilddokumentation** von 10 Fällen nach dem Qualitätsstandard der DEGUM-Stufe I – **Zeitraum 19 bis 22 SSW – Bitte unbedingt die Qualitätsanforderungen für die Stufe I beachten** - (Biometriemessebenen Kopf, Abdomen, Femur oder Humerus mit den entsprechenden Messungen und Darstellungen von Kleinhirn, Vier-Kammer-Blick, Magen und Harnblase). Diese Befunddokumentationen werden von DEGUM-Stufe II Verantwortlichen der Sektion Gynäkologie und Geburtshilfe begutachtet.
- **Überweisung einer Bearbeitungsgebühr von 55,00 €**

### **Stufe I Verlängerung (Rezertifizierung)**

Die Anerkennung der DEGUM-Stufe I gilt - analog zur DEGUM-Stufe II - 6 Jahre. Sie muss auf Antrag unter Vorlage einer Bilddokumentation von 10 Fällen nach dem Qualitätsstandard der DEGUM-Stufe I -- **Zeitraum 19 bis 22 SSW** - (Biometriemessebenen Kopf, Abdomen, Femur oder Humerus mit Messungen und Darstellungen von: Kleinhirn, Vier-Kammer-Blick, Magen und Harnblase) verlängert werden.

## Stufe II

1. Mindestens 2 Jahre Stufe I (Kopie beifügen)
2. DEGUM - Mitgliedschaft
3. Nachweis über abgeschlossene Facharztausbildung. (Kopie beifügen)
4. Nachweis von mindestens 30 selbst untersuchten Feten mit dokumentierten Fehlbildungen unterschiedlicher Organsysteme (Kopf, Hals, Thorax, Abdomen, Extremitäten),  
**sowie postnatale Follow-up Berichte.**  
Es können maximal 10 Fälle aus Hospitationen eingereicht werden!  
**WICHTIG:** Bilder, Befunde und Fehlbildungslisten bitte mit einsenden !
5. Bescheinigung, dass alle Fehlbildungen selbst geschallt und dokumentiert wurden.
6. Auflistung der Fehlbildungen auf den entsprechenden DEGUM-Vordrucken\*.
7. Aktuelle Fortbildungsnachweise (DEGUM-anerkannte Kongresse und Kurse, z.B. Dreiländer-Treffen).  
Besondere apparative Ausstattung (Abdominal- und Vaginalsonden; Dopplereinrichtung, möglichst Farbdoppler; dynamische Dokumentationsmöglichkeit, z.B. Video).
8. Abschließende mündliche und praktische Prüfung die von Mitgliedern der Stufe III vorgenommen wird.
10. Überweisung der Bearbeitungs- und Prüfgebühr (bitte Kopie der Überweisung beifügen).

### **Die Stufenanerkennung gilt für 6 Jahre.**

Danach muss ein Tätigkeitsnachweis bezüglich der weiteren Fehlbildungsdiagnostik erbracht werden (siehe Stufen-Verlängerung)!

\*Sofern eine Zulassung zur weiterführenden differentialdiagnostischen Sonographie bei der KV beantragt wird, kann diese Liste auch hierzu verwendet werden.

### **Stufe II-Verlängerung (Rezertifizierung)**

- 1) Nachweis von 15 Fällen mit Fehlbildungen innerhalb der letzten 6 Jahre (Keine Hospitationsfälle, keine Softmarker)  
Einzureichen sind: Fehlbildungsliste, Bilder und Befunde sowie postnatale Follow-up Berichte
- 2) Nachweis der Teilnahme an mindestens 12 von der DEGUM anerkannten Fortbildungsveranstaltungen in den letzten 6 Jahren.
- 3) Überweisung einer Bearbeitungsgebühr von € 55,- (bitte Kopie der Überweisung beifügen).

**Die Stufenverlängerung gilt wiederum 6 Jahre und muss danach erneut beantragt werden.**

### **Stufe II- Kursleiter**

Ein Antrag auf Kursleiter muss auf einem gesonderten Formular gestellt werden (*siehe Gynäkologie, Richtlinien*)

**Der Kursleiterstatus gilt für 6 Jahre**

### **Stufe II – Kursleiter – Verlängerung**

- 1) Nachweis der Stufe II-Qualifikation (bzw. deren Verlängerung).
  - 2) Nachweis von jährlich zwei Vorträgen zu Ultraschallthemen auf DEGUM-zertifizierten Fortbildungen und/oder von mindestens 2 DEGUM-anerkannten Fortbildungsveranstaltungen pro Jahr.
  - 3) Überweisung einer Bearbeitungsgebühr von € 55 (bitte Kopie der Überweisung beifügen)
- Die Verlängerung gilt wiederum für 6 Jahre und muss danach erneut beantragt werden.**

## Stufe III

1. Der Bewerbungsantrag ist an den Leiter der Sektion Gynäkologie und Geburtshilfe zu richten.
2. Dem Bewerbungsantrag sind Befürwortungsschreiben von zwei Stufe III Mitgliedern beizufügen.
3. Einreichen eines Kurrikulums mit beruflichem und wissenschaftlichem Werdegang. Ferner ein aktuelles Publikations- und Vortragsverzeichnis.

Weiterhin müssen die nachfolgenden Voraussetzungen erfüllt sein :

1. Mindestens 2 Jahre DEGUM-Stufe II sowie Kursleiterstatus
  2. Habilitation oder habilitationsähnliche Leistung mit dem Thema Sonographie in der Frauenheilkunde
  3. Mindestens 1-jährige ausschließliche Tätigkeit in einem DEGUM III geleiteten Zentrum oder einer gleichwertigen Institution im Ausland.
  4. Leiter, bzw. stellvertretender Leiter einer Institution für pränatale Medizin mit verantwortlicher Schwangerschaftsbetreuung und Geburtsleitung bei Risikopatientinnen; dabei sollte eine interdisziplinäre Zusammenarbeit gewährleistet sein.
  5. Nachweis spezieller Erfahrung mit modernen apparativen und invasiven pränatalen fetalmedizinischen Techniken:
    - Doppler
    - Farbdoppler
    - Chorionzottenbiopsie
    - Amniozentese
    - Fetalblutgewinnung (Cordozentese)
    - Eingriffe am Feten.
  6. Probevortrag vor der Stufe III-Versammlung.
  7. Zustimmung der Stufe III-Versammlung bezüglich einer Aufnahme in die DEGUM-Stufe III (2/3-Mehrheit erforderlich).
  8. Überweisung einer Bearbeitungsgebühr von € 55 (bitte Kopie der Überweisung beifügen)
- Die Stufenanerkennung gilt für 6 Jahre.**

### Stufe III-Verlängerung ( Rezertifizierung)

1. Der Verlängerungsantrag ist an den Leiter der Sektion Gynäkologie und Geburtshilfe zu richten
  2. Nachweis der Tätigkeit in einer Institution für Pränatale Medizin in der eine interdisziplinäre Zusammenarbeit gewährleistet ist.
  3. Nachweise von Vortragstätigkeit und Fortbildungsveranstaltungen - national und international DEGUM
  4. Regelmäßige Teilnahme an den DEGUM III-Treffen.
  5. Überweisung einer Bearbeitungsgebühr von € 55 (bitte Kopie der Überweisung beifügen)
- Eine Verlängerung gilt wiederum für 6 Jahre und muss danach erneut beantragt werden.**

*Pressegespräch der DEGUM: „Herz-Ultraschall beim Ungeborenen:  
Wie können angeborene Herzfehler rechtzeitig erkannt werden?“  
Mittwoch, 23. September 2009, 11.00 bis 12.00 Uhr  
Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin (Mitte)*

## **Curriculum Vitae**

Privatdozentin Dr. med. Annegret Katja Geipel  
Vorstandsmitglied der DEGUM, Leitende Oberärztin, Abteilung für  
Pränatale Medizin und Geburtshilfe Universitätsklinikum Bonn



### **Studium:**

1988–1990                      Studium der Humanmedizin an der Universität Leipzig  
1990–1995                      Studium der Humanmedizin an der Georg-August Universität Göttingen  
07/1995                         Promotion Georg-August Universität Göttingen

### **Beruflicher Werdegang:**

02/9711/00                      Assistenzärztin, Klinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe,  
Universität Lübeck  
11/2000                         Anerkennung als Fachärztin für Frauenheilkunde und Geburtshilfe  
02/2001                         Anerkennung DEGUM Stufe II  
04/2001                         Oberärztin, Klinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe, Universität  
Lübeck, Schwerpunkt Pränatale Diagnostik und Geburtshilfe  
07/2002                         Oberärztin, Abteilung für Geburtshilfe und Pränatale Medizin, Universität  
Bonn (Direktor Prof. Dr. med. U. Gembruch)  
09/2002                         Fakultative Weiterbildung „Spezielle Geburtshilfe und Perinatalmedizin“  
01/2004                         Stellvertreterin des Direktors der Abteilung für Geburtshilfe und Pränatale  
Medizin für den Bereich Pränatale Medizin, Bonn  
07/2005                         Leitung des Bereiches Pränatale Medizin, Abteilung für Geburtshilfe und  
Pränatale Medizin, Universität Bonn (gegenwärtige Tätigkeit)  
09/2005                         Anerkennung DEGUM Stufe III  
10/2008                         Mitglied des Vorstandes der DEGUM

### **Wissenschaftlicher Werdegang:**

ab 02/97                         verschiedene Studien zur pränatalen Fehlbildungsdiagnostik, der fetalen  
Echokardiographie und der Dopplersonographie fetaler und uteriner  
Gefäße in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. U. Gembruch an der Klinik für  
Frauenheilkunde und Geburtshilfe, Universität Lübeck  
ab 07/02                         Fortführung der wissenschaftlichen Tätigkeiten im Schwerpunktbereich  
Pränatale Diagnostik, Abteilung für Geburtshilfe und Pränatale Medizin,  
Universität Bonn  
12/04                             Erteilung der venia legendi für das Lehrgebiet Gynäkologie und  
Geburtshilfe der Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität Bonn  
(Habilitation)

*Pressegespräch der DEGUM: „Herz-Ultraschall beim Ungeborenen:  
Wie können angeborene Herzfehler rechtzeitig erkannt werden?“  
Mittwoch, 23. September 2009, 11.00 bis 12.00 Uhr  
Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin (Mitte)*

09/09 Organisationskomitee 19. Weltkongress der International Society of  
Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG), Hamburg 2009

**Mitgliedschaften:**

- Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM)
- International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG)
- Deutsche Gesellschaft für Pränatal- und Geburtsmedizin

**Gutachtertätigkeit:**

- American Journal of Medical Genetics, American Journal of Obstetrics and Gynecology, Human Reproduction, Obstetrics and Gynecology, Ultrasound in Obstetrics and Gynecology, Ultraschall in der Medizin, Prenatal Diagnosis, Der Gynäkologe, Geburtshilfe und Frauenheilkunde

*Pressegespräch der DEGUM: „Herz-Ultraschall beim Ungeborenen:  
Wie können angeborene Herzfehler rechtzeitig erkannt werden?“  
Mittwoch, 23. September 2009, 11.00 bis 12.00 Uhr  
Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin (Mitte)*

## **Curriculum Vitae**

Professor Dr. med. Rabih Chaoui,  
Leitung Arbeitskreis „Fetale Echokardiographie“  
der DEGUM, Praxis für Pränatalmedizin, Berlin

1980–1986	Studium der Humanmedizin an der Humboldt-Universität
1986–1999	Berlin Facharztausbildung und Oberarzt an der Universitäts-Frauenklinik-Charité
1999–2000	Oberarzt am Universitäts-Spital in Zürich
2001–2004	Professur an der Frauenklinik der Charité
seit 10/2004	Praxis Friedrichstrasse für Pränataldiagnostik

### **Wissenschaftlicher Werdegang:**

1983–1986	Diplomarbeit und Doktorarbeit am "Institut für experimentelle Endokrinologie" der Charité
1996	Habilitation zum Thema "Die fetalen Echokardiographie im Rahmen der pränatalen sonographischen Diagnostik an der Universitäts-Frauenklinik der Charité

### **Qualifikationen und Funktionen:**

seit 1990	DEGUM Stufe 2
seit 1997	DEGUM Stufe 3
seit 1996	Leiter des Arbeitskreises „Fetale Echokardiographie“ in der Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM)
seit 1999	Mitgliedschaft im erweiterten Vorstand der DEGUM
seit 2001	Vorstandsmitglied der „Gesellschaft für „Pränatal und Geburtsmedizin“
seit 2003	Vorstandsmitglied (Board) in der „International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology“ (ISUOG)

Mitglied im wissenschaftlichen Beirat von 5 wissenschaftlichen nationalen und  
Internationalen Zeitschriften

Autor von mehr als 200 wissenschaftlichen Publikationen und Monographien

*Pressegespräch der DEGUM: „Herz-Ultraschall beim Ungeborenen:  
Wie können angeborene Herzfehler rechtzeitig erkannt werden?“  
Mittwoch, 23. September 2009, 11.00 bis 12.00 Uhr  
Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin (Mitte)*

## **Curriculum Vitae**

Prof. Dr. med. Andreas Franke  
Chefarzt der Medizinischen Klinik II, Krankenhaus Siloah,  
Klinikum Region Hannover



### **Studium:**

11/1986	Staatsexamen der Humanmedizin
12/1986	Approbation als Arzt
02/1995	Anerkennung als Facharzt für Innere Medizin
06/2000	Anerkennung des Schwerpunktes Kardiologie
03/2002	Anerkennung der Weiterbildung Internistische Intensivmedizin
09/2008	Zusatzqualifikation "Erwachsene mit angeborenen Herzfehlern"

### **Weitere Abschlüsse:**

01/2002	Fachkunde im Strahlenschutz entsprechend der Röntgenverordnung
09/2005	Fachkunde "Echokardiographie in der Inneren Medizin" und "Doppler der hirnversorgenden Gefäße in der Inneren Medizin" (= Berechtigung der zukünftigen Zeugniserteilung)
01/2006	Strahlenschutzbeauftragter
01/2006	Weiterbildungsbefugnis Innere Medizin und Kardiologie (nach neuer WBO) am UKA Aachen
12/2007	Weiterbildungsbefugnis Innere Medizin und Kardiologie (nach neuer WBO) am KRH Klinikum Siloah, Hannover

### **Akademische Grade:**

07/1993	Promotion mit dem Thema: "Selektive intrakoronare Thrombolyse und perkutane transluminale Dilatation beim akuten Myokardinfarkt – Früh- und Spätergebnisse" (Medizinische Klinik I, Universitätsklinikum Aachen, Prof. Dr. R. Uebis)
12/2000	Habilitation und Erlangung der Venia legendi für das Fach Innere Medizin mit dem Thema: "Dreidimensionale Echokardiographie: Methodik und klinische Einsatzmöglichkeiten" (Medizinische Klinik I, Universitätsklinikum Aachen, Prof. Dr. P. Hanrath)
12/2005	Ernennung zum apl. Professor

*Pressegespräch der DEGUM: „Herz-Ultraschall beim Ungeborenen:  
Wie können angeborene Herzfehler rechtzeitig erkannt werden?“  
Mittwoch, 23. September 2009, 11.00 bis 12.00 Uhr  
Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin (Mitte)*

**Beruflicher Werdegang:**

12/1986–02/1988	Wehrdienst als Sanitätsoffizier
03/1988–1995	Assistenzarzt in der Weiterbildung zum Arzt für Innere Medizin an der Medizinischen Klinik I des Universitätsklinikums der RWTH Aachen
seit 1990	Aufbau und Etablierung der interdisziplinären Sprechstunde für angeborene Herzfehler im Erwachsenenalter in enger Kooperation mit der Klinik für Kinderkardiologie
seit 1997	Oberarzt an der Medizinischen Klinik I des Universitätsklinikums der RWTH Aachen
seit 1997	Mitglied des Medizinischen Beirates der Marfan Hilfe Deutschland (Patientenselbsthilfegruppe)
seit 1998	Einführung der katheterinterventionellen Verschlussverfahren bei Vorhofseptumdefekten und offenem Foramen ovale
Seit 12/2007	Chefarzt der Medizinischen Klinik II des KRH Klinikums Siloah
Seit 03/2008	Ärztlicher Leiter der zentralen Notaufnahme des KRH Klinikums Siloah

**Qualifikation:**

- Facharzt für Innere Medizin, Teilgebiete: Kardiologie, Internistische Intensivmedizin, Erwachsene mit angeborenem Herzfehler

**Klinische Schwerpunkte:**

- Therapie des akuten Myokardinfarktes, sämtliche interventionellen Kathetertechniken inklusive Verschlüsse von Septumdefekten und Valvuloplastien
- Kardiale Bildgebung (Echokardiographie, Magnetresonanztomographie)
- Angeborene Herzfehler im Erwachsenenalter
- Internistische Intensivmedizin

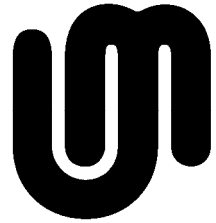
**Wissenschaftliche Schwerpunkte:**

- Bildgebende Verfahren in der Kardiologie, insbesondere Echokardiographie und Magnetresonanztomographie
- Angeborene Herzfehler im Erwachsenenalter
- Interventionellen Kathetertechniken inklusive Verschlüsse von Septumdefekten und Valvuloplastien

**Publikationen:**

Gesamtzahl: 374 darunter 85 Original- und Übersichtsarbeiten, 12 Beiträge zu Lehrbüchern, 2 Leitlinien bzw. Positionspapiere, 22 Einladungs- und Hauptreferate, 273 Abstracts





**Bestellformular Fotos**

**Pressegespräch der  
Deutschen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM)**

**„Herz-Ultraschall beim Ungeborenen:  
Wie können angeborene Herzfehler rechtzeitig erkannt werden?“**

Termin: Mittwoch, den 23. September 2009, 11.00 bis 12.00 Uhr

Ort: Langenbeck-Virchow-Haus, Luisenstraße 58/59, 10117 Berlin (Mitte)

Bitte schicken Sie mir folgendes Foto per E-Mail:

- Privatdozentin Dr. med. Annegret Geipel
- Professor Dr. med. Andreas Franke

Vorname:	Name:
Redaktion:	Ressort:
Anschrift:	PLZ/Ort:
Telefon:	Fax:
E-Mail:	Unterschrift:

Kontakt für Journalisten:

Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin

Silke Jakobi

Pressestelle

Postfach 30 11 20

70451 Stuttgart

Tel.: 0711 8931-163

Fax: 0711 8931-167

E-Mail: jakobi@medizinkommunikation.org

**Bitte an 0711 8931-167 zurückfaxen.**