

Sonographie der Leber: Diffuse Lebererkrankungen Elastographie

SONOGRAPHIE AUFBAUKURS ROSTOCK

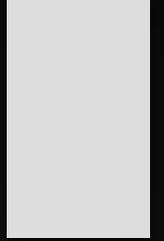
07.06.2023

ANNE STROHMEYER

Übersicht

- ▶ Sonographie Indikation und Allgemeines
- ▶ Exkurs Leber und Anatomie
- ▶ Untersuchungsablauf
- ▶ Sonomorphologie
- ▶ Krankheitsbilder diffuse Leberparenchymerkrankungen
- ▶ Übersicht Elastographie

Indikation und Allgemeines



Indikation zur Sonographie

- ▶ Rechtsseitige Oberbauchschmerzen
- ▶ Erhöhte Leberwerte
- ▶ Verdacht auf Leberparenchymveränderungen
- ▶ Verdacht auf Raumforderungen
- ▶ Staging und Verlaufskontrolle von Tumorerkrankungen
- ▶ Ultraschallgesteuerte Diagnostik und Therapie
- ▶ CEUS

Vor- und Nachteile

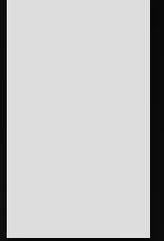
Vorteile

- ▶ Sonographie der Leber ist der nächste sinnvolle Schritt nach Anamnese und körperlicher Untersuchung
- ▶ Keine Strahlenbelastung
- ▶ Weit verbreitet
- ▶ Schnell durchführbar
- ▶ Schmerzlos
- ▶ Durch Farbdoppler und CEUS erweiterbar

Nachteile

- ▶ Untersucherabhängig
- ▶ Untersuchungseinschränkungen durch Luft- und Knochenüberlagerungen
- ▶ Untersuchungseinschränkungen durch Adipositas

Exkurs Leber und Anatomie



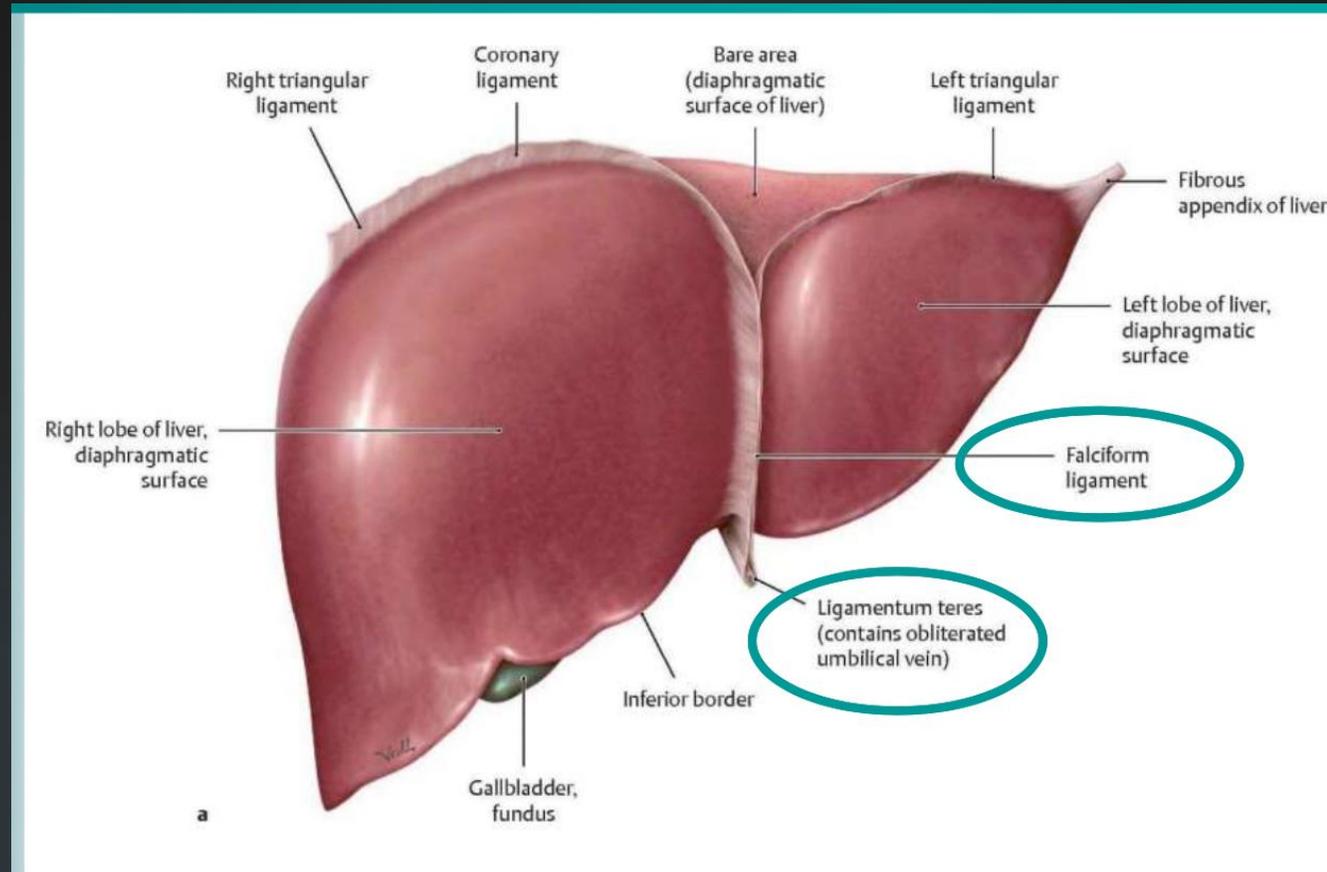
Exkurs Leber

- ▶ Gewicht 1500-1800 g und damit schwerste Drüse des menschlichen Körpers
- ▶ Verstoffwechselt Substanzen aus dem Blut (bevorzugt intestinales Einzugsgebiet)
- ▶ Neben Abbau und Neusynthese auch Speicherung von Proteinen, Glykogen und Fett
- ▶ Gibt Stoffwechselprodukte über das Blut oder die Galle ab
- ▶ Erfüllt mit organspezifischen Makrophagen Aufgaben der Entgiftung

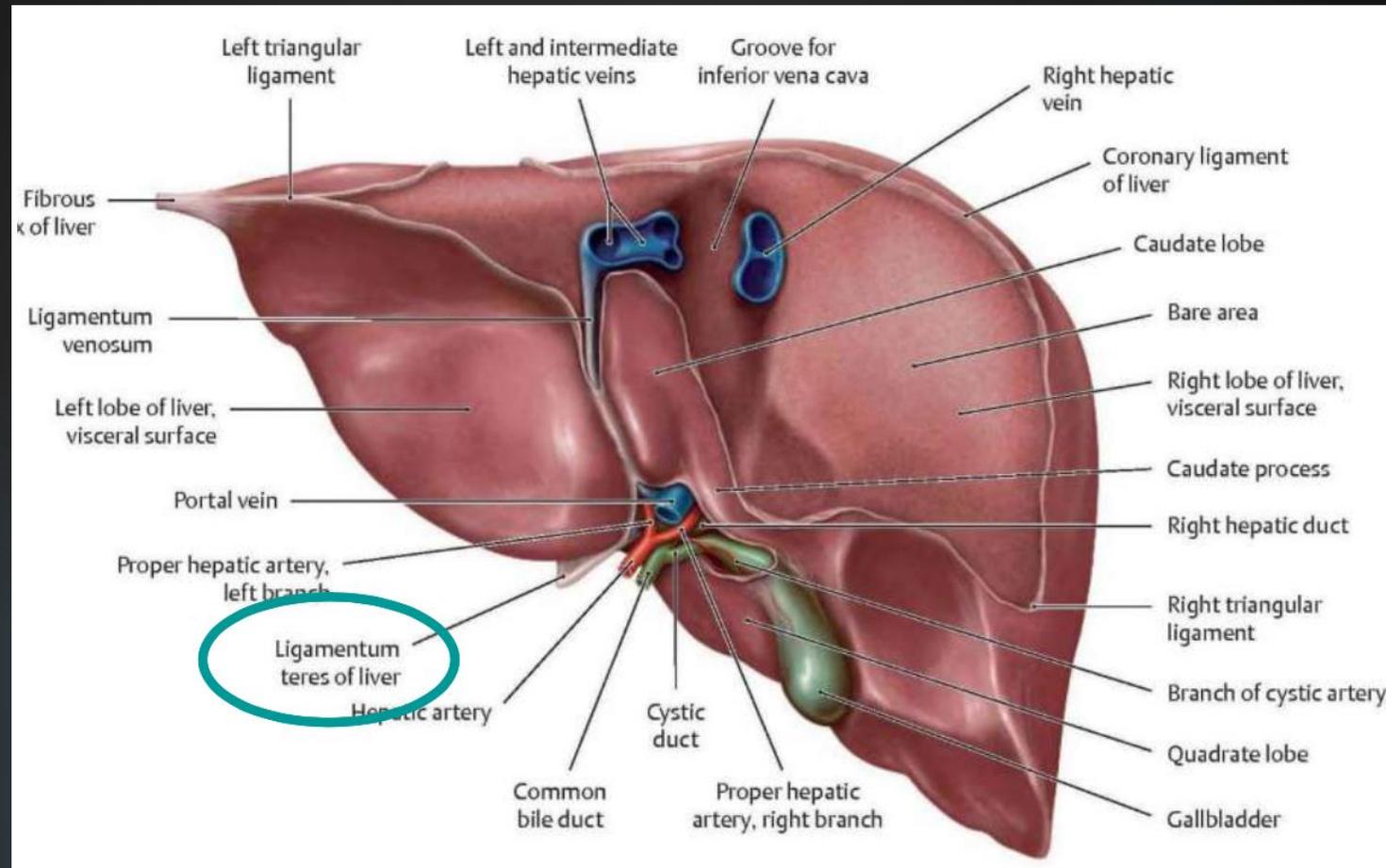
Anatomie

- parenchymatöses Organ im rechten Oberbauch bestehend aus rechtem und linken Lappen
- Anatomisch aus 8 funktionellen Segmenten bestehend
- Unterhalb des rechten Zwerchfells liegend, links bis zum Magen reichend, caudal an die rechte Niere reichend
- Über die Leberpforte durch die A. hepatica propria als Vas privatum mit Blut, zusätzlich über die Pfortader mit Nährstoffhaltigem Blut versorgt
- Über die Lebervenen fließt das Blut zur Vena cava ab

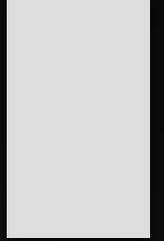
Leberanatomie von ventral



Leberanatomie von dorsal



Untersuchungsablauf



Topographie / Schnittebenen Oberbauch

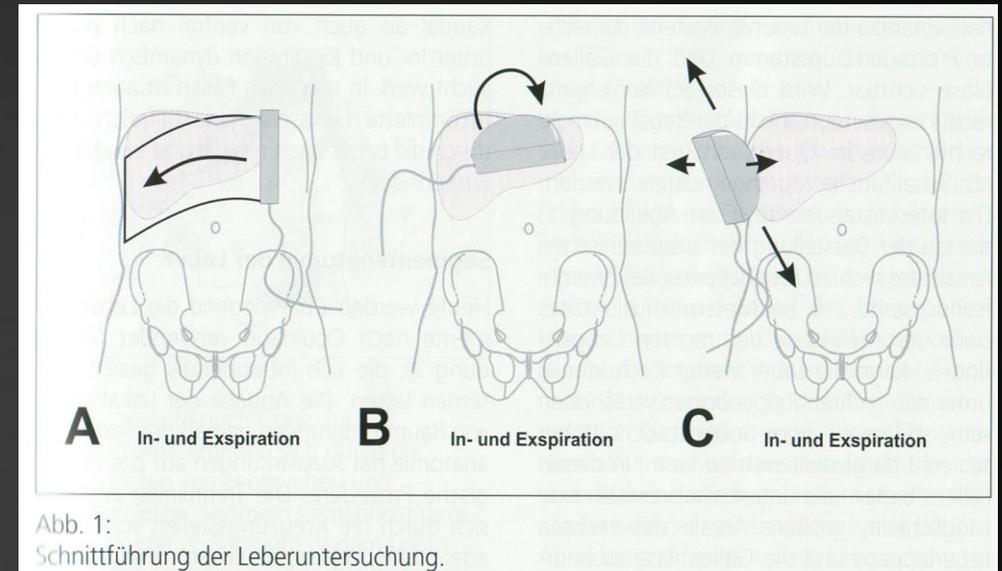
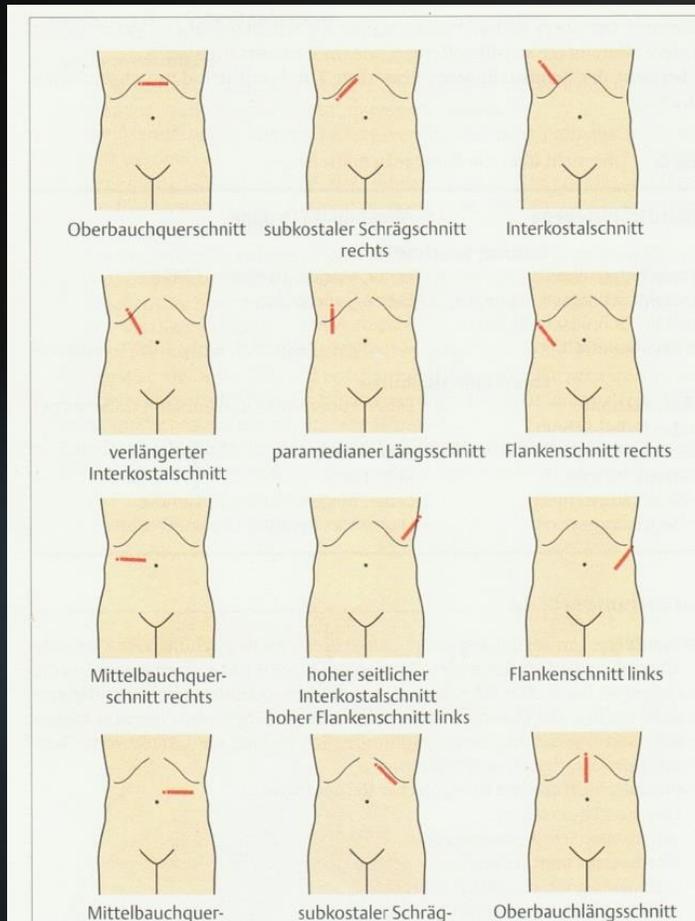


Abb. 1:
Schnittführung der Leberuntersuchung.

Info- broschüre Falk Foudation.V.; Sonografie der Leber ;
A.Ochs,Lovetto-Krankenhaus,Freiburg,S.9

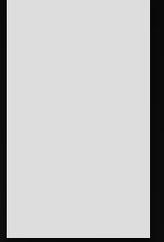
Untersuchungsvorbereitung und -Durchführung

- Nüchtern (letzte Mahlzeit vor 12 Stunden, nicht trinken, **NICHT RAUCHEN**) für die Abdomensonographie

Konvention:

- Längsschnitte linker Bildrand = kranial
- Querschnitte linker Bildrand = re. Seite des Patienten
- **WICHTIG!!! IMMER SYSTEMATISCHES VORGEHEN BEI DER UNTERSUCHUNG!!!**
- Patienten tief einatmen und die Arme hinter den Kopf verschränken lassen für Abdomensonographie, Tiefertreten der Abdominalorgane unter den Rippenbogen durch Zwerchfelldruck
- Patient auf linke Seite drehen lassen, um Leber besser beurteilen zu können

Sonomorphologie



Grundlagen Sonomorphologie

Die sonographische Beurteilung der Leber berücksichtigt eine Vielzahl verschiedener Kriterien:

Unterschieden wird in äußere, innere und dynamische Kriterien

Äußere Kriterien:

Organgröße
Form
Oberfläche
Randkontur
Anomalien

Innere Kriterien:

Parenchymstruktur
Schalleitung
Portalvenen
A. Hepatica
Gallenwege
Lymphgefäße

Dynamische Kriterien:

Atemverschieblichkeit
Konsistenz
Dolenz

Äußere Kriterien - Krankheitsbilder

| Kriterium | Normal | Pathologisch | Beispiel |
|---------------|------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Größe | 12 cm rechte MCL | Vergrößert | Fettzirrhose |
| | | Verkleinert | Atrophe Zirrhose |
| Form | Konvenx/konkav | Bikonvenx/rund | Fettleber, infiltrative Veränderungen |
| Oberfläche | Glatt | Unregelmäßig | Chronische Hepatitis, Zirrhose |
| | | Umschriebene Vorwölbung | Metastase, Raumforderung |
| | | Narbige Einziehung | posthepatitisch |
| Randkontur | Spitz | Stumpf, rund | Fettleber, Zirrhose |
| Normvarianten | | | Riedellappen |

Äußere Kriterien:

Bewertung der Lebergröße – rechte MCL Längsschnitt

Lebergröße

Asthenischer Typ Bis 15 cm

Normaltyp Bis 12 cm

Pyknischer Typ Bis 10 cm

Lobus caudatus ca 50x20 mm

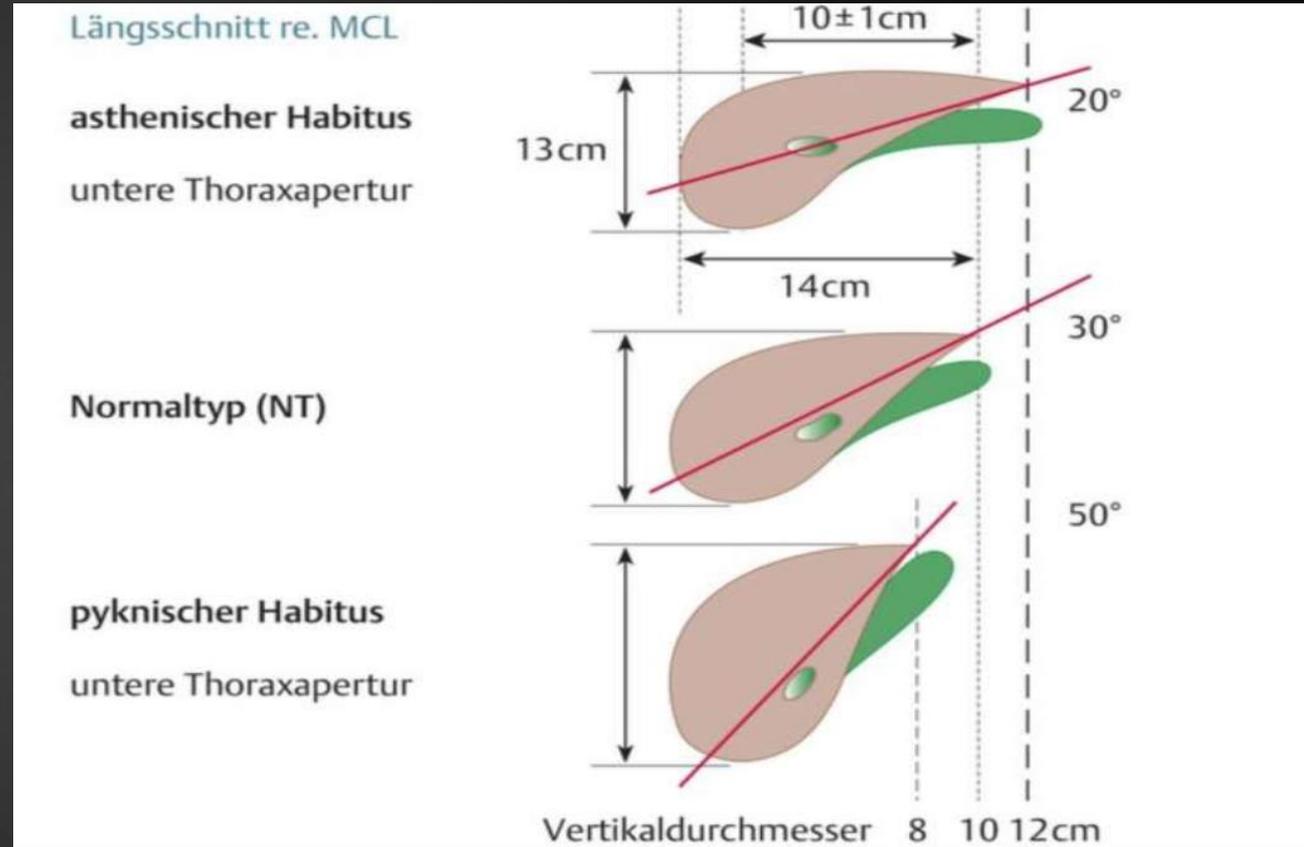
Relation zwischen rechtem und linken Leberlappen beachten

Längsdurchmesser in der MCL Normaltyp:

normal: 12-13 cm

leicht vergrößert: 14-16 cm

stark vergrößert: 17-20 cm



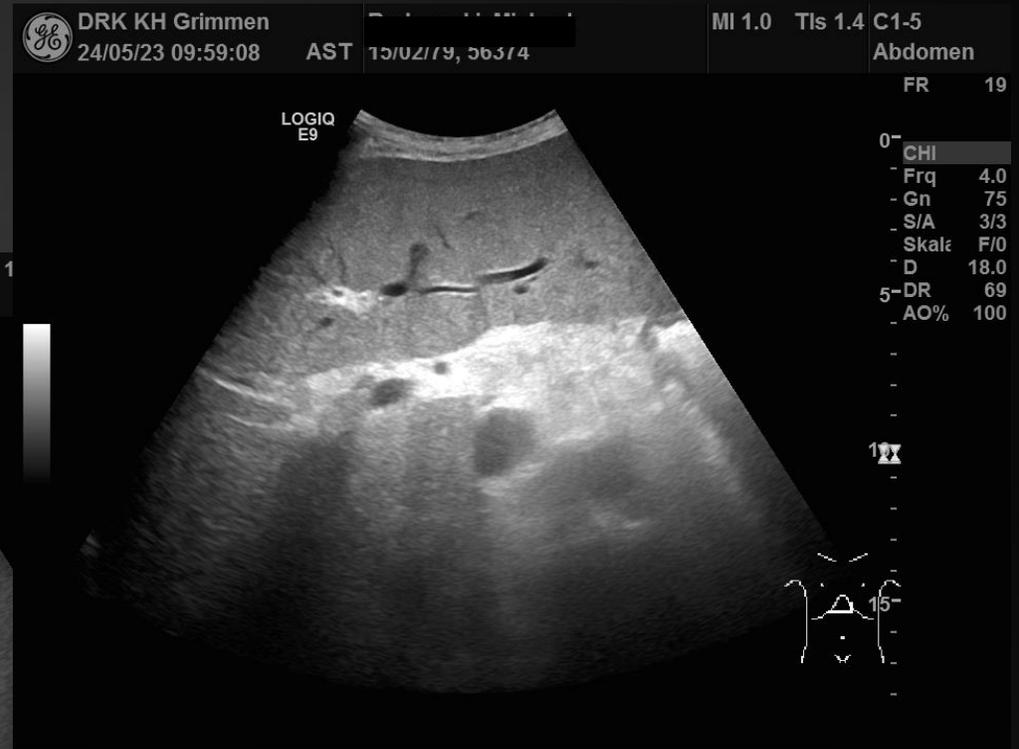
Äußere Kriterien Form

Konkav/konvex



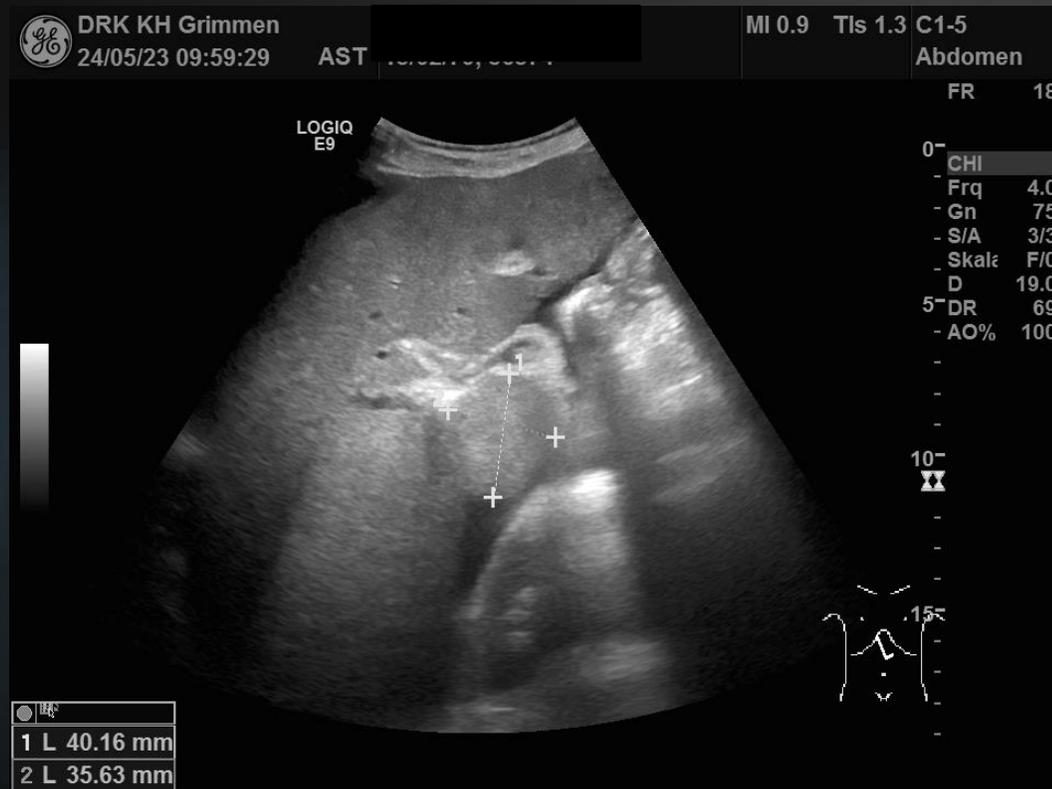
Äußere Kriterien Form

Relation rechter – linker Lappen



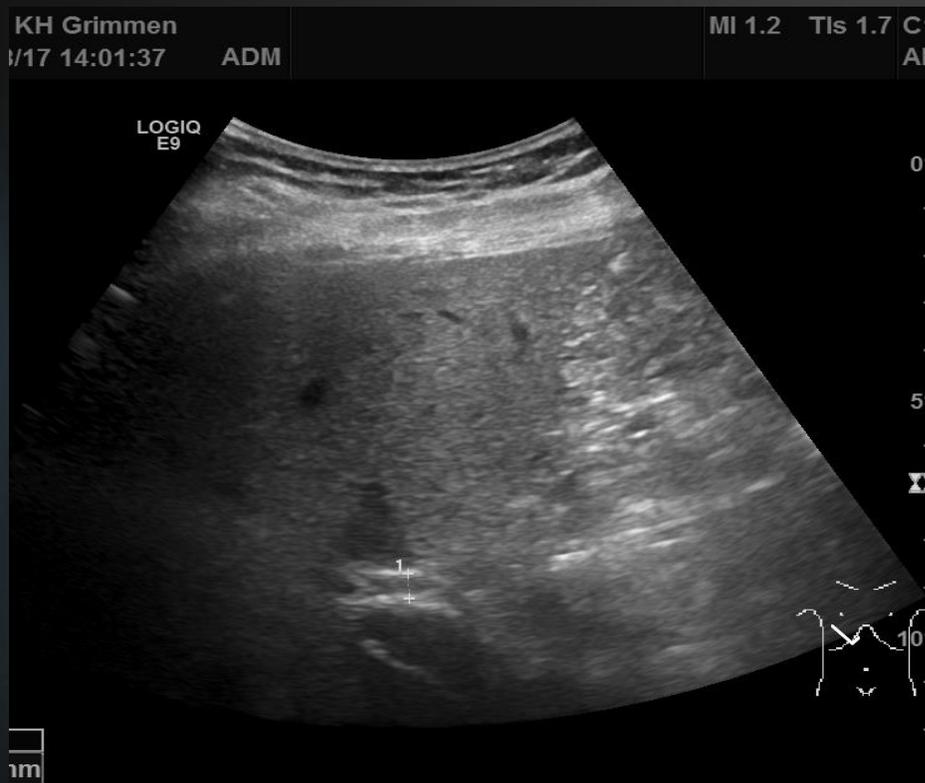
Äußere Kriterien Form

Lobus caudatus



Äußere Kriterien Oberfläche

glatt



wellig



Äußere Kriterien Randkontur

▶ linker Leberrand < 30°



Äußere Kriterien Randkontur

► Rechter Leberrand < 45°



Äußere Kriterien Riedel Lappen



Innere Kriterien - Krankheitsbilder

| Kriterien | Normal | Pathologisch | Beispiel |
|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---|
| Parenchym | | Echodichter | Fettleber |
| | | Echoärmer | Akute Leberstauung |
| | | Inhomogen | Hepatitis, Zirrhose |
| Schallleitung | Normal | Abgeschwächt | Fibrose |
| | | Verbessert | Ödem |
| Lebervenen <10 mm zentral | Grade, spitze Aufzweigungen | Bogig, stumpfe Aufzweigung | Fettleber |
| | | Scharf begrenzt | Unscharf begrenzt |
| | Keine Wandechos | Unregelmäßig konfiguriert | Chronische Hepatitis |
| | | Rarefiziert | Zirrhose |
| | | Okkludiert | Venenverschlusskrankheit, Budd-Chiari-Syndrom |
| | Lumen frei | Erweitert | Stauungsleber |

Innere Kriterien – dynamische Kriterien Krankheitsbilder

| Innere Kriterien | Normal | Pathologisch | Beispiel |
|------------------|----------------------------|---------------|---------------------------------|
| Portalvenen | Scharf begrenzt, Wandechos | Borkig | Zirrhose |
| | | Kalibersprung | Zirrhose + portale Hypertension |

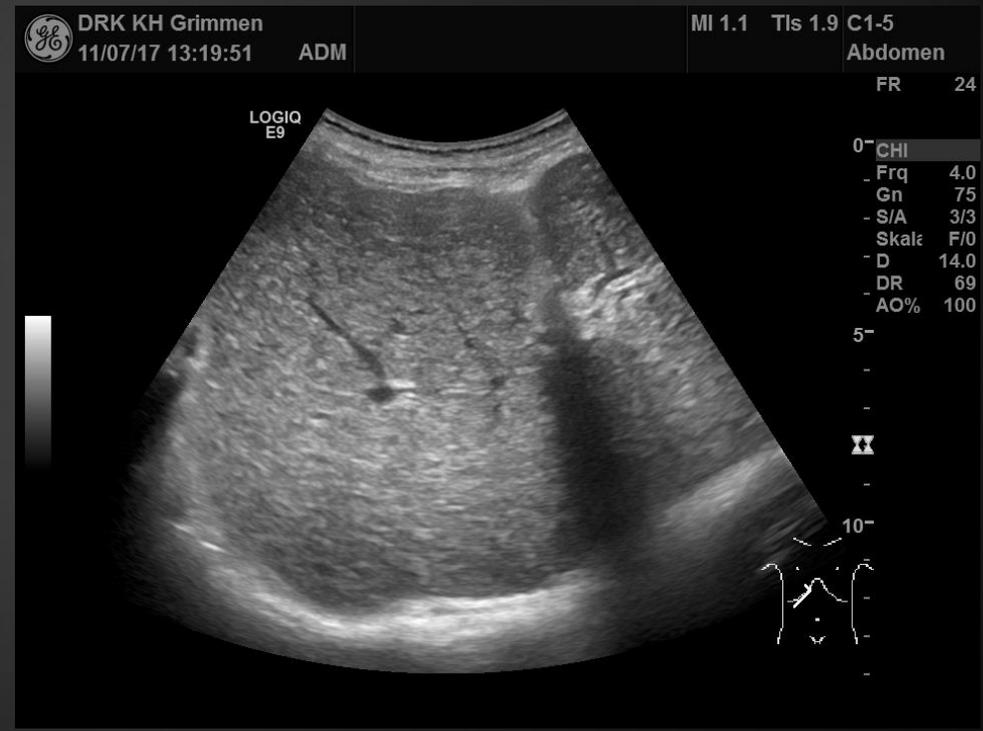
| Dynamische Kriterien | Normal | Pathologisch | Beispiel |
|-----------------------|------------------------|--------------|--------------------------------------|
| Atemverschieblichkeit | 2-3 Querfinger, 4-6 cm | Fehlend | Abszess, Verwachsungen |
| Konsistenz | Weich | Erhöht, hart | Infiltrative Veränderungen, Zirrhose |
| Dolenz | Keine | Druckdolent | Kapselspannung |

Parenchymstruktur

homogen



inhomogen

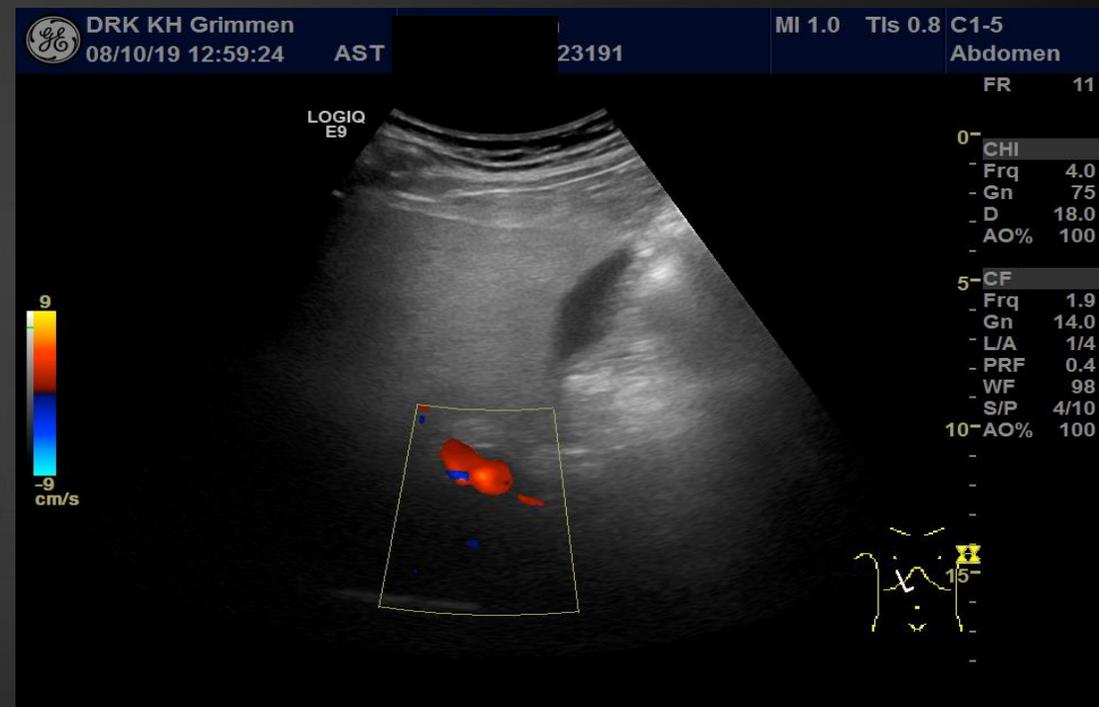


Schallleitung

normal



abgeschwächt



Lebervenen

normal



Stauung



Gallenwege

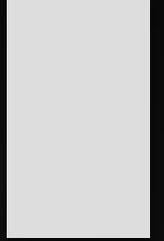
normal



gestaut

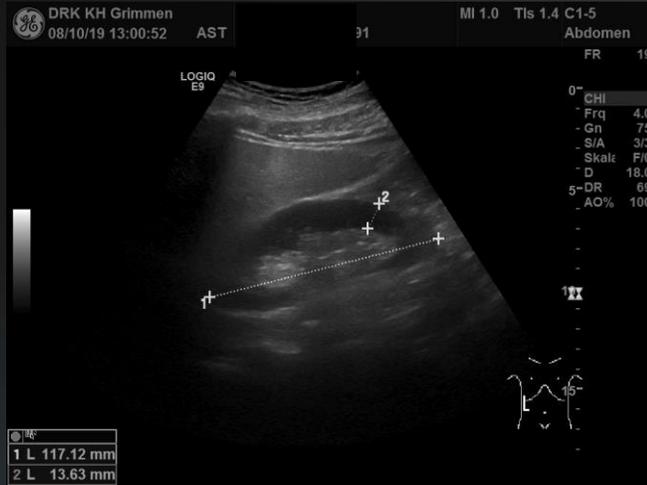


Diffuse Leberveränderungen



Diffuse Leberveränderungen

Fettleber



Leberzirrhose



Chron. Stauung



Diffuse Lebererkrankungen - Fettleber



Leberzellverfettung

Eine Leberzellverfettung gilt als Fettleber, wenn der Fettanteil $>10\%$ des Feuchtgewichts beträgt, bzw. wenn $> 50\%$ der Leberzellen mittel-großtropfig verfettet sind.

Eine Verfettung kann exogen bedingt sein:

Folge einer erhöhten Zufuhr – Steigerung des intestinalen Fettantransportes,
erhöhte Kohlenhydratzufuhr

Endogen bedingt sein: Steigerung der peripheren Fettmobilisation

Hemmung der Fettverwertung in der Leberzelle

Steigerung der Fettsynthese in der Leberzelle

Verminderung des Fettabtransportes

Ursachen: alimentär, Stoffwechselstörung, Alkohol, Arzneimittel, chemische Substanzen, Infektionen, Sauerstoffmangel, Schwangerschaft

Fettleber – häufigste Leberpathologie

- ▶ Westliche Länder – 20-30%
- ▶ bei Adipositas 70% (BMI >30)
- ▶ bei Diabetes Typ II > 75%

- ▶ Bei Kindern in den USA etwa 13%
- ▶ NAFLD bei „Gesunden“ etwa 10%

Pathologie der Fettleber

| Alkohol | Diabetes/Übergewicht | Medikamente/Chemotherapie |
|--------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Fettleber | Fettleber (NAFLD) | Fettleber |
| Fettleberhepatitis (ASH) | Fettleberhepatitis (NASH) | Fettleberhepatitis (CASH) |
| Zirrhose | Zirrhose | Zirrhose |
| HCC | HCC | |

Fettleber – sonographischer Befund

Der sonographische Befund einer Fettleber ist häufig und unspezifisch.

Als Folge der Volumenzunahme geht die Fetteinlagerung in der Regel mit einer Organvergrößerung einher, welche sich zuerst unter Veränderung der Form, in Folge der Gesamtgröße wahrnehmen lässt.

Die Oberfläche bleibt glatt.

Die Konsistenz bleibt normal weich.

Der kaudale Rand stumpft ab und der Winkel nimmt zu.

Steatosis I° - echoreich



Steatosis II° - Gefäßrarefizierung



Fokale Minderverfettung

Vor allem im GB Bett und im ventralen Leberhilus



Verfettungsstörung segmental



Fettleber - Zusammenfassung

- ▶ Vergrößerte Leber (längs größer 13 cm)
- ▶ Abgerundeter Unterrand
- ▶ Echodichte Struktur (Vergleich zur Niere) durch Brechung der Schallwellen an den zahlreichen Grenzen der einzelnen Fettvesikel
- ▶ Eventuell dorsale Schallabschwächung
- ▶ Schlechte Abgrenzbarkeit der Lebervenen (Rarefizierung) und bogiger Verlauf mit stumpfen Aufzweigungen durch expansive Wirkung der Fetteinlagerung

- ▶ Sonographische Stadien I-III°

Fettleberhepatitis

Bei der Fettleberhepatitis (ASH, NASH, CASH) kommt es neben der Verfettung zusätzlich zu Nekrosen und entzündlichen Veränderungen mit Fibrosierung.

Dies bewirkt sonographisch eine Zunahme der Konsistenz und Abnahme der Verformbarkeit der Leber.

Die Oberfläche bleibt unverändert glatt.

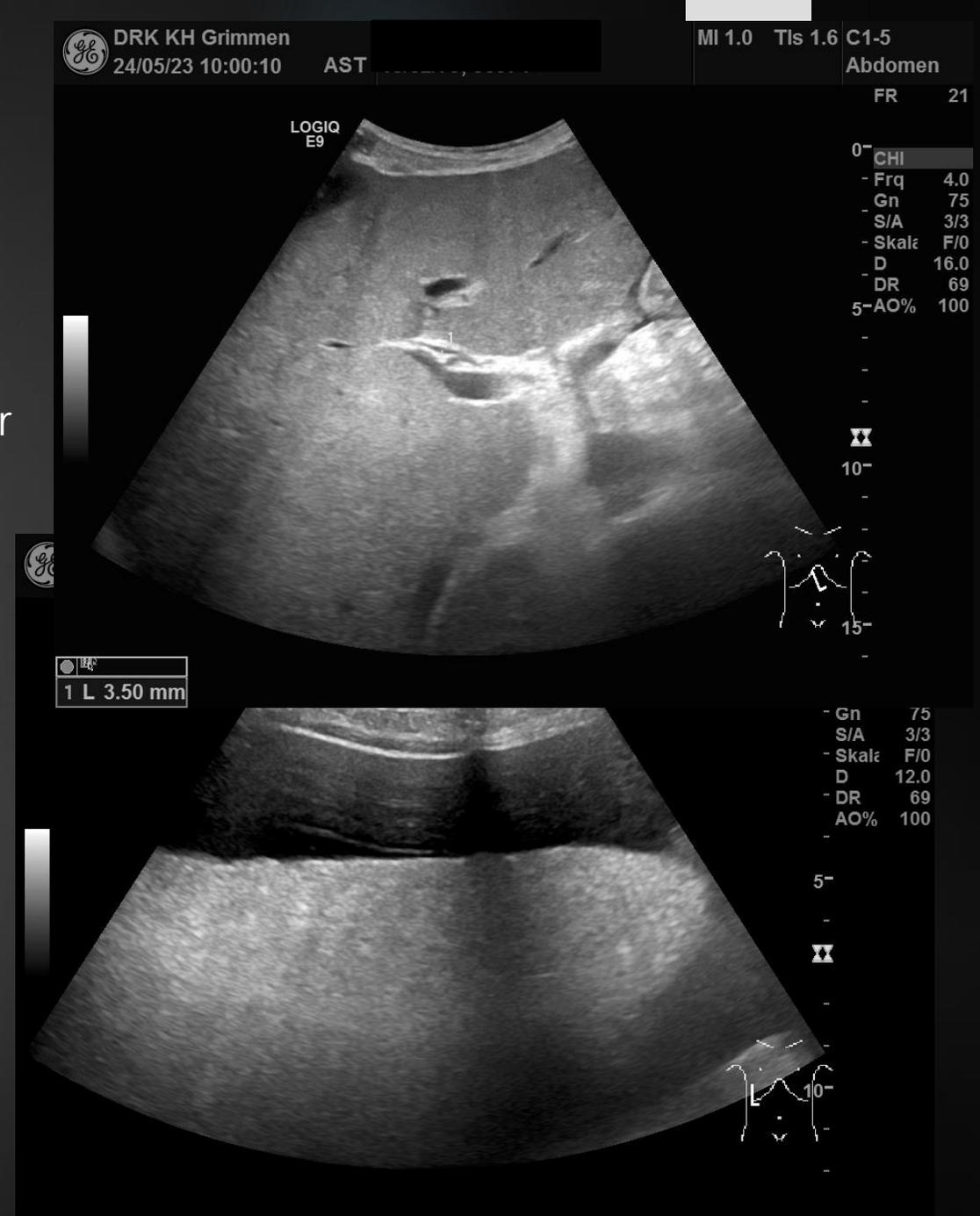
Entscheidend sind die Veränderungen an den Lebervenen, die im Gegensatz zur reinen Verfettung nur noch abschnittsweise in ihrem bogenartigen Verlauf darstellbar sind.

Darüber hinaus finden sich Wandunregelmäßigkeiten als Ausdruck perivenöser Entzündungsvorgänge.

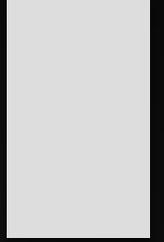


Fettzirrhose

Leber ein derbes, hartes Organ.
Häufig Masseverschiebung von rechts nach links.
Feinknotiger Charakter der Oberfläche kann nur mit hochauflösenden Schallköpfen erkannt werden, in der Routineuntersuchung imponiert die Oberfläche glatt.
Leberparenchym vergrößert, echodicht mit Schallabschwächung
Beginnende Rarefizierung der Lebervenen
Akzentuierung des Portalvenensystems



Leberzirrhose



Leberzirrhose

Direkte Zeichen (Konturveränderungen)

- ▶ Oberfläche wellig
- ▶ Lobus caudatus vergrößert
- ▶ Struktur inhomogen
(Regeneratknoten)
- ▶ Irregulär verkleinert

Indirekte Zeichen (portale Hypertension)

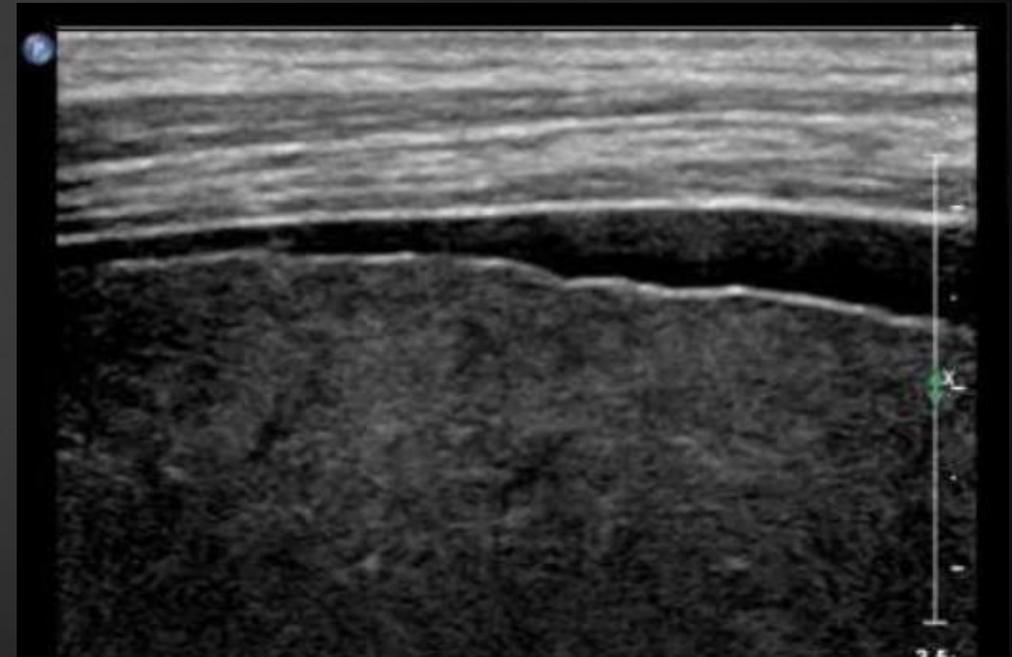
- ▶ Splenomegalie
- ▶ Aszites
- ▶ Pfortadererweiterung >13 mm,
Flussumkehr / Thrombose
- ▶ Umgehungskreisläufe

Oberflächenveränderung bei Zirrhose

Grobhöckrige Oberfläche



Feinhöckrige Oberfläche



Leberzirrhose – direkte Zeichen

Inhomogene Textur



Vergrößerter Lobus caudatus

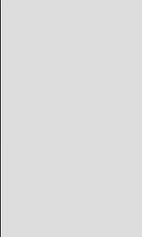


Leberzirrhose – direkte Zeichen

Wellige Oberfläche,
Konturunterbrechung
Kapselreflex



Indirekte Zeichen der Leberzirrhose – portale Hypertension



Aszites

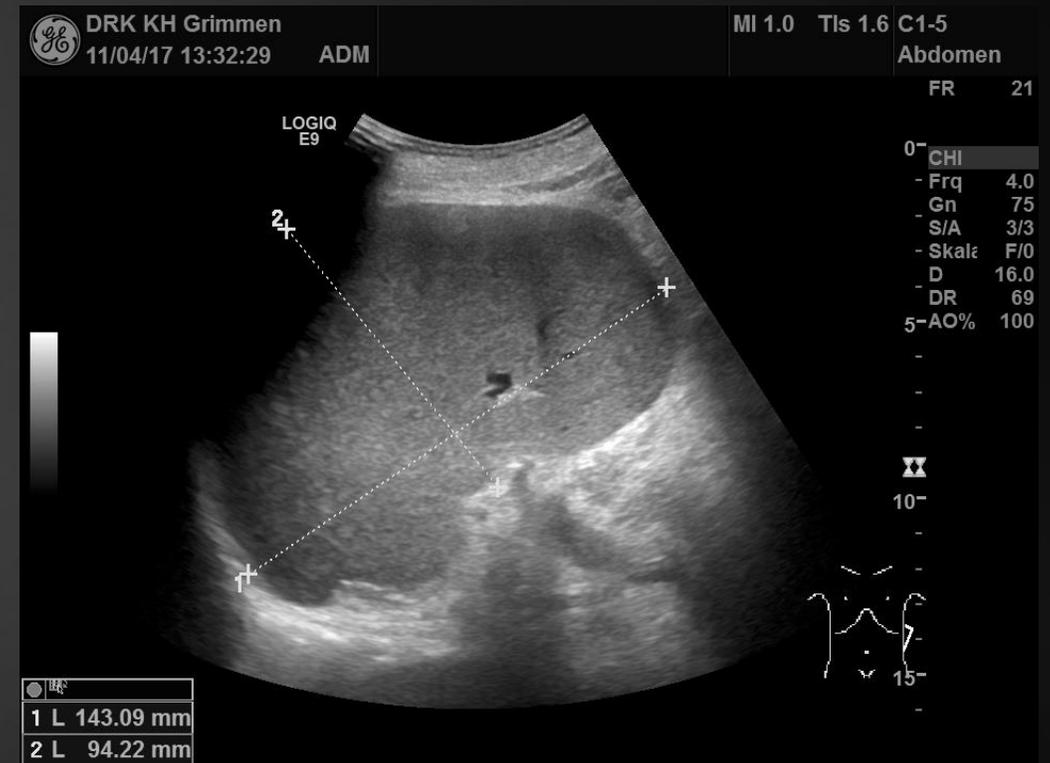


Scheinbare Wandverbreiterung

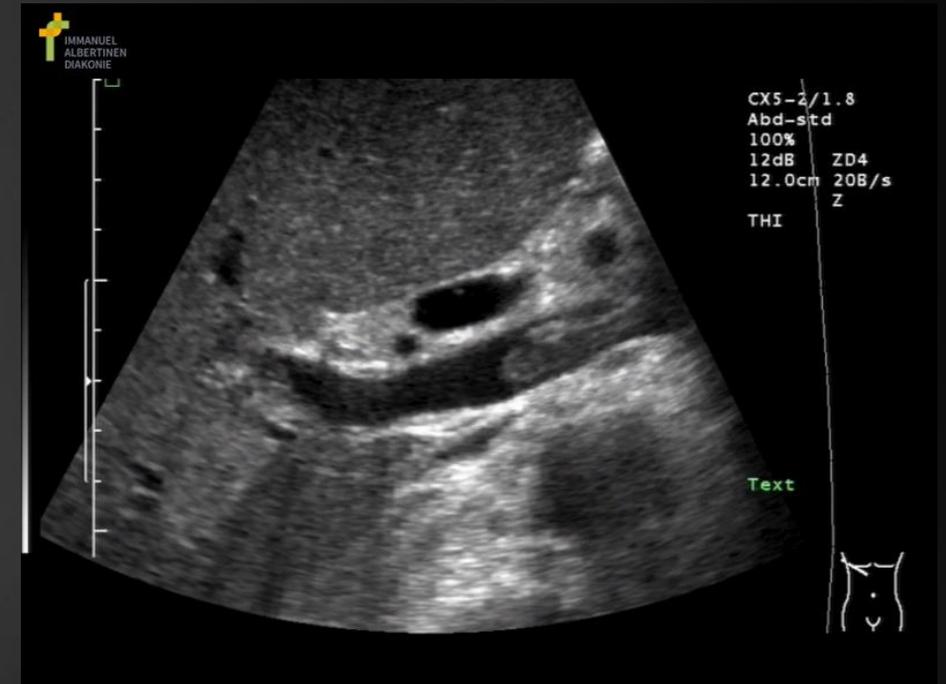
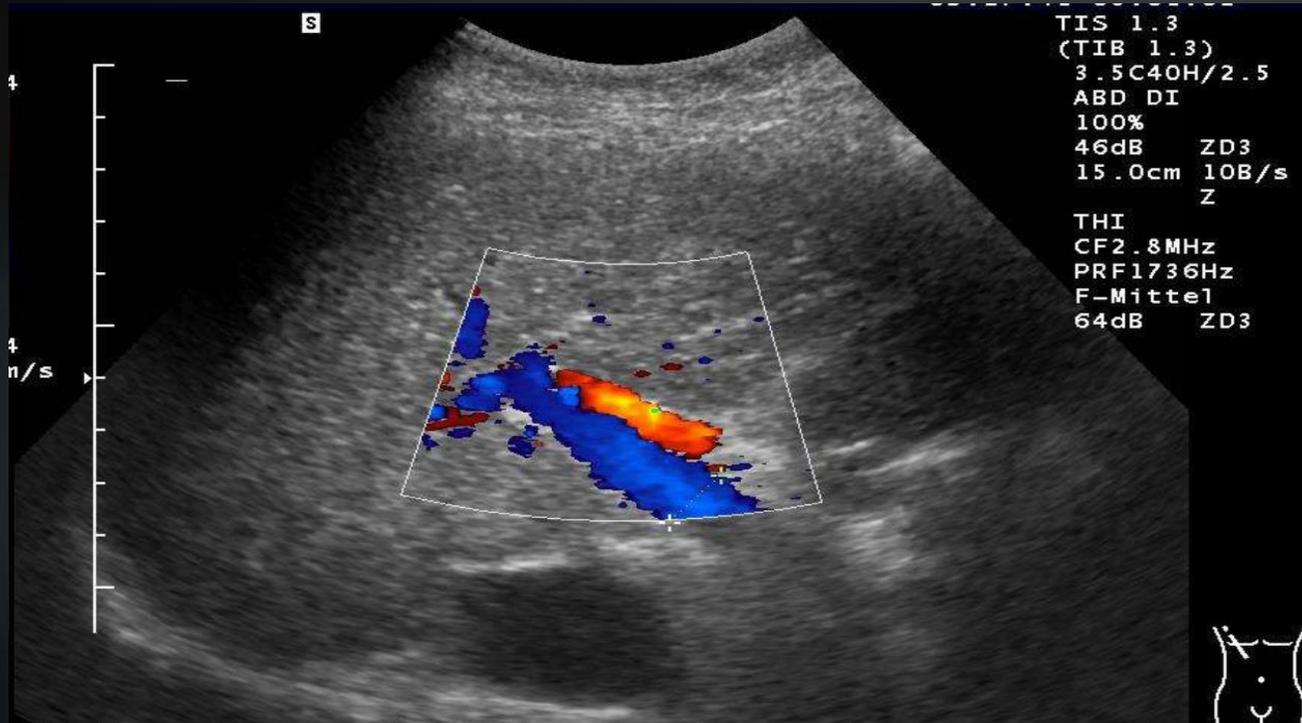


Indirekte Zeichen der Leberzirrhose – portale Hypertension

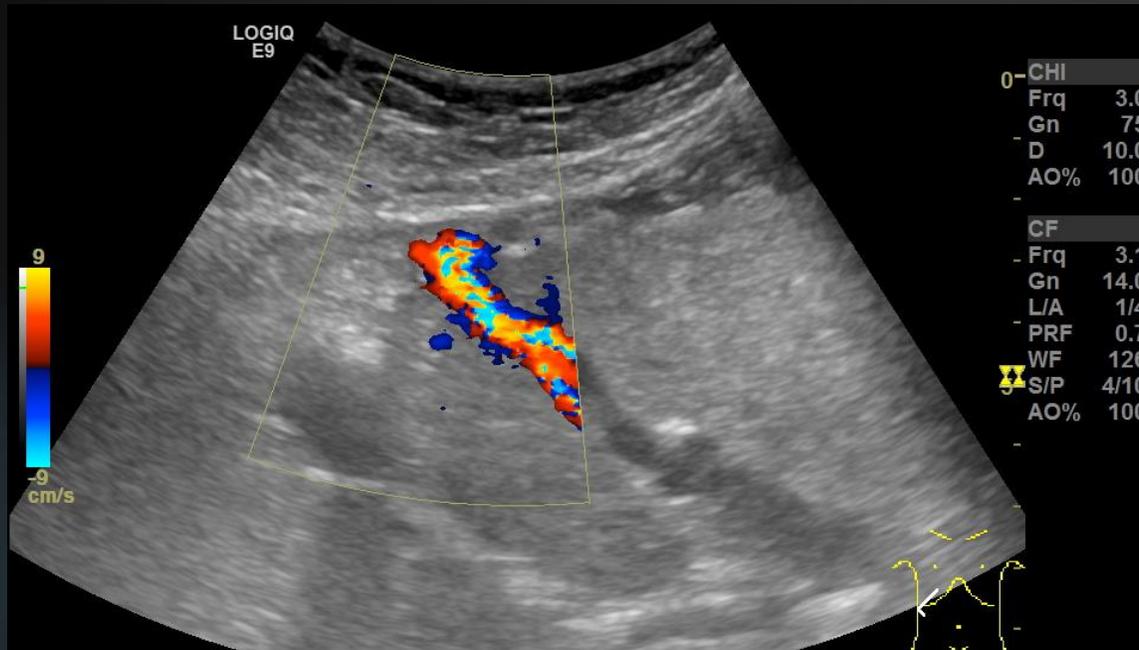
Splenomegalie



Pfortader Flussumkehr – zentrifugaler Fluss / Pfortaderthrombose



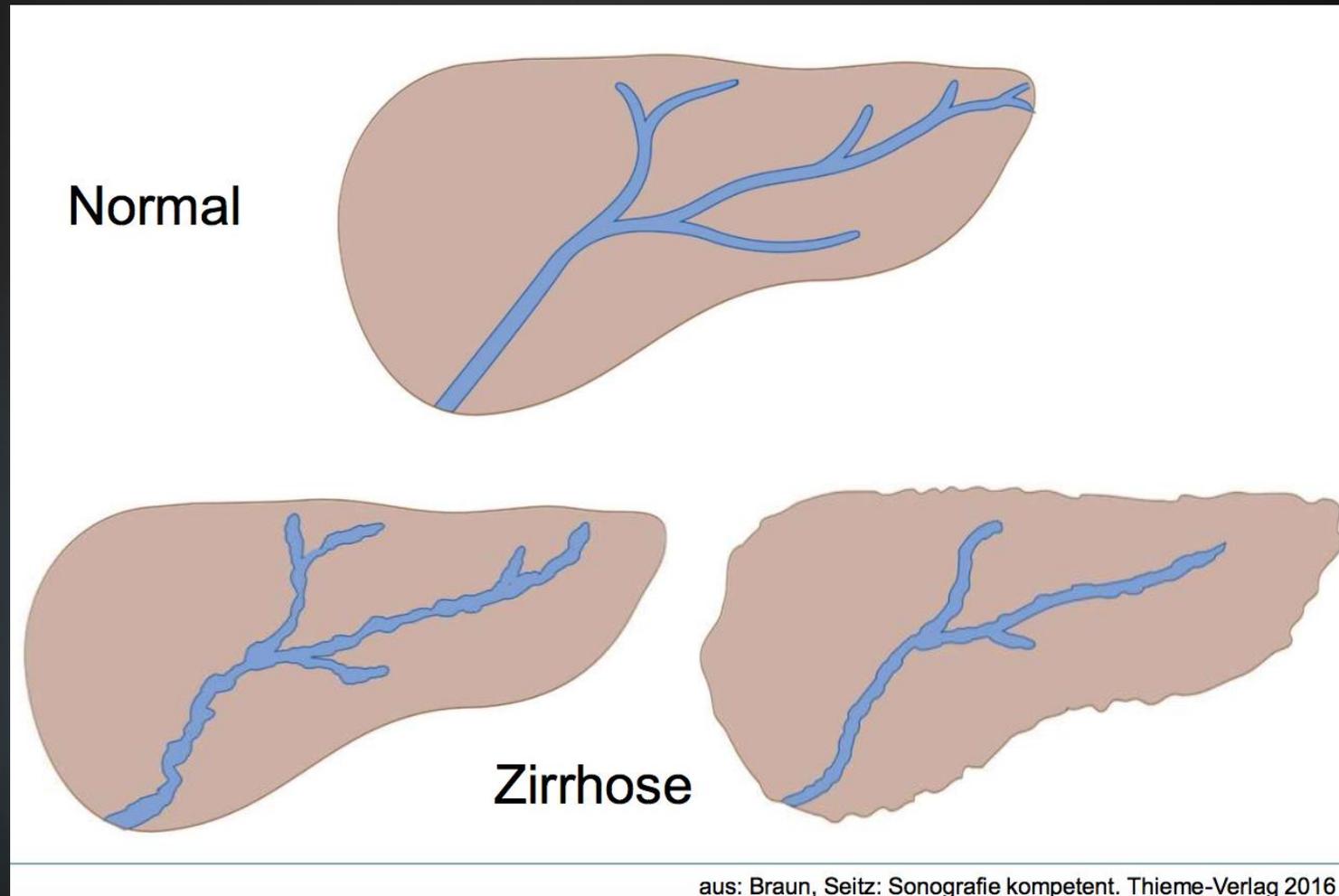
Umgehungskreislauf Cruveilhier von Baumgarten Syndrom (Wiedereröffnete Umbilicalvene)



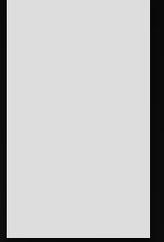
Dilatierte
Milzvenen



Lebervenen bei Zirrhose



Stauungsleber



Akute Stauungsleber

- ▶ Größenzunahme der Leber – ausgelöst durch kardial bedingte untere Einflusstauung mit Ödem
- ▶ Abrundung des Unterrandes
- ▶ Evt. Echoarm und gut Schallgängig
- ▶ Oberfläche glatt
- ▶ Dilatierte Lebervenen, bis in die Peripherie verfolgbar
- ▶ Begleitbefunde:
 - ▶ Dilatierte wandstarre V. cava, fehlende Atemmodulation, Pleuraergüsse, Aszites

Chronische Stauungsleber

- ▶ Häufig ebenfalls Größenzunahme
- ▶ Im Vordergrund stehen die zunehmenden Fibrosierungsvorgänge
- ▶ Fulminante Fibrosierung kann schließlich als “cirrhose cardiac“ zur Organverkleinerung führen und als deutliche Konsistenzzunahme zu vermehrter Echogenität.
- ▶ Oberfläche glatt, höchstens gering unregelmäßig.
- ▶ Randwinkel meist abgestumpft.
- ▶ Es bleiben die weiten Lebervenen und der verplumpte Venenstern.

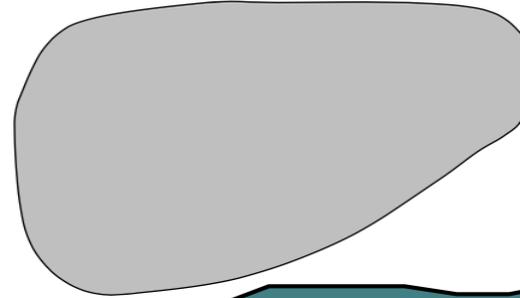
Stauungsleber



Zusammenfassung diffuse Leberschäden

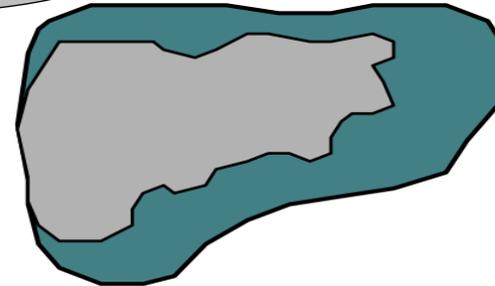
1) Fettleber

- ▶ Große, „weiße“ Leber!
- ▶ Schallabschwächung
- ▶ Cave Überdiagnose



2) Zirrhose

- ▶ v.a. Veränderungen der Kontur !
- ▶ Oberfläche !!!
- ▶ Gefäße / Kollateralen
- ▶ Größe variabel (groß ⇨ verkleinert)
- ▶ Frühstadien nicht immer erkennbar !



3) Stauungsleber

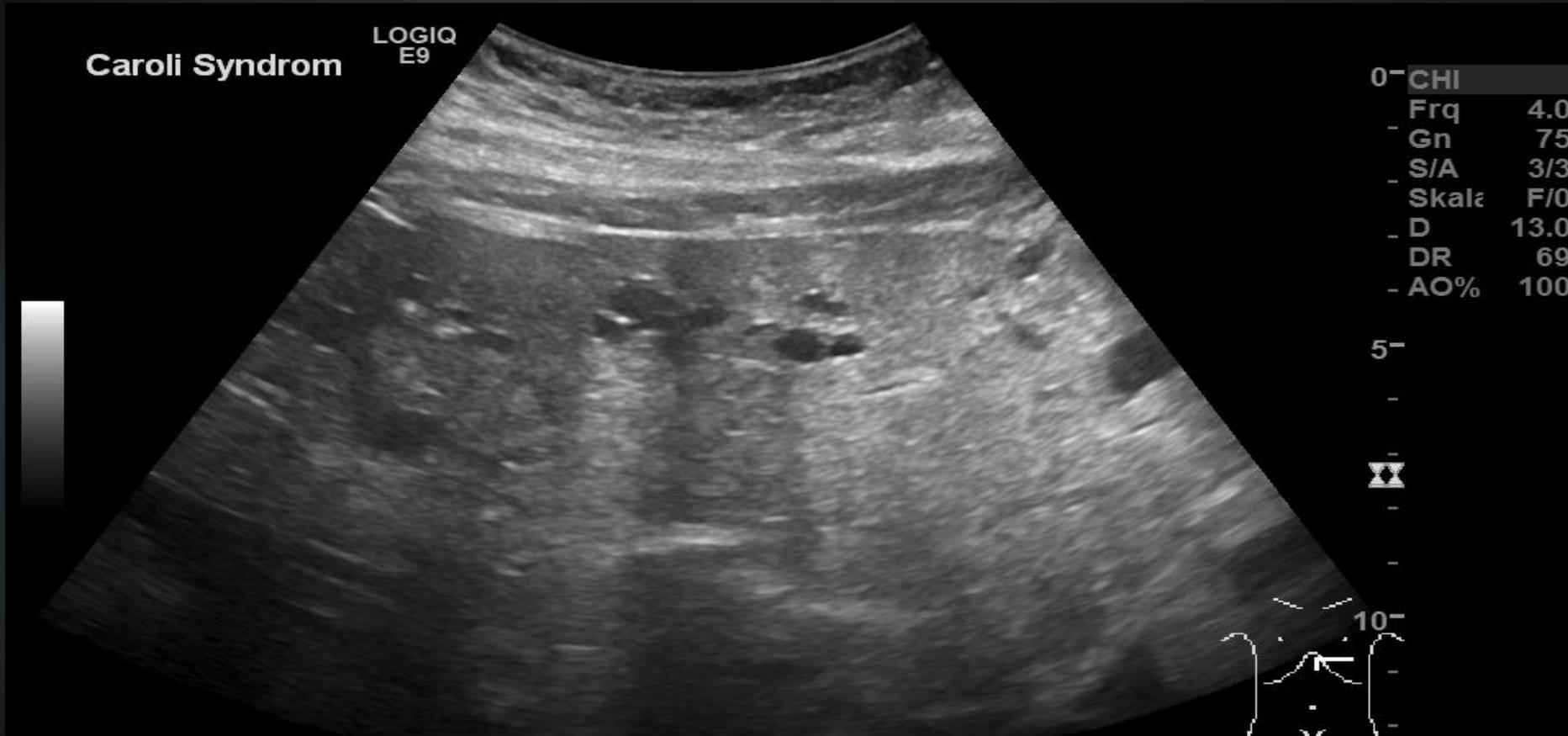
- ▶ Große, echoarme Leber
- ▶ Abgerundeter Unterrand
- ▶ Dilatierte Lebervenen + V. cava



DR. KLAUS DIRKS

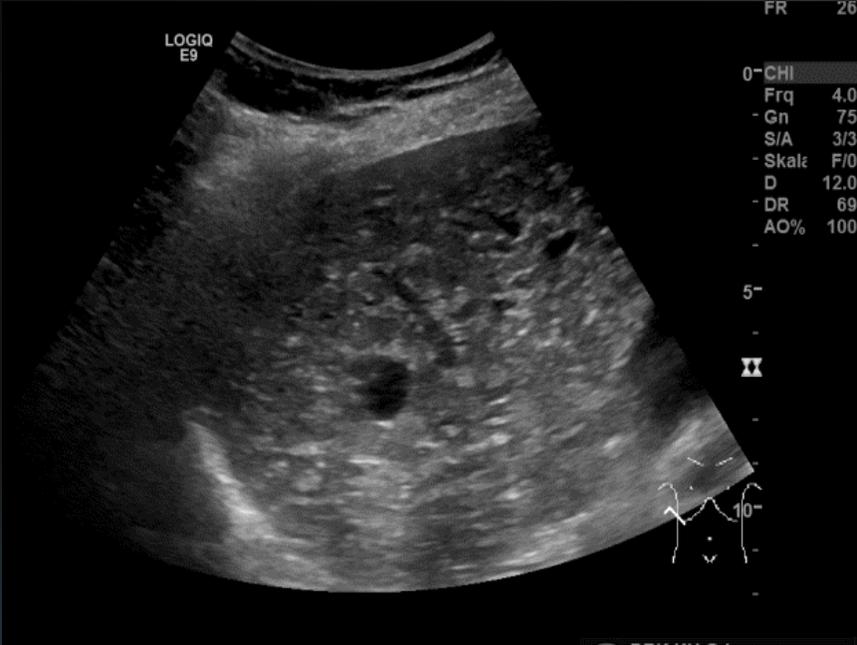
INTERDISZIPLINÄRE SONOGRAPHIE
REMS-MURR-KLINIKUM WINNENDEN

Caroli Syndrom – angeborene zystische Erweiterung der Gallenwege



- ▶ Caroli-Syndrom (TypII): seltene angeborene Erkrankung der Gallenwege mit zystischen Erweiterungen der Gallengänge in Kombination mit einer angeborenen Fibrose der Leber; autosomal – rezessiv; höheres Risiko für CCC
- ▶ Caroli-Krankheit (TypI): Charakteristische Ektasien der intrahepatischen Gallengänge ohne weitere Leberanomalien (ist nicht mit einer konnatalen Leberfibrose/-zirrhose verknüpft).
- ▶ Komplikationen: Cholangitis ->Sepsis/Abszesse; Portale HT/Varizen/CCC

Caroli Syndrom Beispiel



Akute Entzündungen

- ▶ Führen zu keiner sichtbaren Parenchymveränderung, erst chronische Erkrankungen zeigen aufgrund der Reaktion der Leber inhomogene und vergrößerte Parenchymstrukturen.
- ▶ Sie sind so unspezifisch, dass sie ohne Berücksichtigung weiterer Kriterien nicht ausreichend charakterisierbar sind.
- ▶ Bei der akuten Hepatitis finden sich häufig pathologisch vergrößerte Lymphknoten im Leberhilus.

Chronische Hepatitis

chronisch viral - autoimmun

- ▶ Entzündung mit Ödem und Nekrose periportal und im Leberparenchym
- ▶ Folge: inhomogene Einzelechos im Parenchym der Leber
- ▶ Oberfläche zunehmend unregelmäßig mit narbigen Einziehungen
- ▶ Narbige Veränderung an den Lebervenen "Knabberstellen" mit schließlich korkenzieherartigen Verlauf und peripherer Rarefizierung der Gefäße.
- ▶ Vermehrte periportale Echos entlang der Pfortaderäste
- ▶ Leberkonsistenz derb
- ▶ Sonographische Veränderung weniger von der Genese als der Dauer und des Schweregrades abhängig
- ▶ Fließender Übergang zur Leberzirrhose

Hämochromatose

- ▶ Die Ablagerung von Eisen in den Hepatozyten führt zu einer homogenen Zunahme der Echodichte und Schallabschwächung.
- ▶ Befund völlig unspezifisch -> keine sonographische Diagnose

Leberfibrose

Als primäre Erkrankung oder Folge einer Hepatitis bzw. chronisch vaskulären Schädigung

- ▶ Homogene, eher grobkörnige Echodichte der Leber ohne Organvergrößerung
- ▶ Gering wellige Oberfläche
- ▶ Derbe Konsistenz
- ▶ Erhaltene Gefäß- und Leberarchitektur

Lebernekrose

Segmentale Nekrose bei Unterbrechung der Blutzufuhr sowohl des zugehörigen Pfortaderastes als auch der A. hepatica

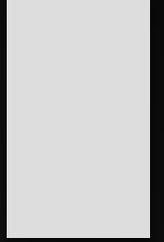
Frühphase: Schwellung und Ödem mit echoarmer Auflockerung
Spätphase: segmentabhängige grobe Musterstörung



Portalvenöse Gasembolie

- ▶ Nekrotisierende Erkrankungen im Bauchraum (z.B. Mesenterialinfarkt, Pankreatitis) Erkrankungen mit Schrankenstörung des Darmlumens und septische Krankheitsbilder mit Gas bildenden Erregern
- ▶ Können zum Einstrom von Gasbubbles über die Pfortader in die Leber führen
- ▶ Diese sind als grobe Echos im Pfortaderstrom sichtbar, im Leberparenchym erst Pfortadernah abgelagert.
- ▶ (Echoreiche Gasbläschen "bubbles")

Elastographie - Übersicht



Untersuchung der Leber

Nicht-invasive Diagnostik – Elastographie

Chronische Lebererkrankungen unterschiedlicher Ursache können zu einem narbigen Umbau des Lebergewebes bis hin zur Leberzirrhose mit schwerer Einschränkung der Leberfunktion führen. Häufig wird von Patienten erst spät aufgrund von Komplikationen das Vorliegen einer Lebererkrankung bemerkt, da Schmerzen als Warnsymptom fehlen.

Konventionelle bildgebende Verfahren (z.B. Sonographie oder Computertomographie) ermöglichen in der Regel erst in fortgeschrittenen Stadien die sichere Diagnose der Leberzirrhose.

Aus diesem Grunde war lange Zeit die Durchführung einer Leberbiopsie (Entnahme einer Gewebeprobe) zur sicheren Diagnose der Leberzirrhose erforderlich.

Seit einigen Jahren stehen mehrere apparative Verfahren zur Verfügung, mit deren Hilfe das Ausmaß der Bindegewebsvermehrung (Leberfibrose, Vorstufe der Zirrhose) ohne Entnahme einer Gewebeprobe quantifiziert werden kann. Die verschiedenen Methoden werden unter dem Oberbegriff **Elastographie** zusammengefasst.

Untersuchung der Leber

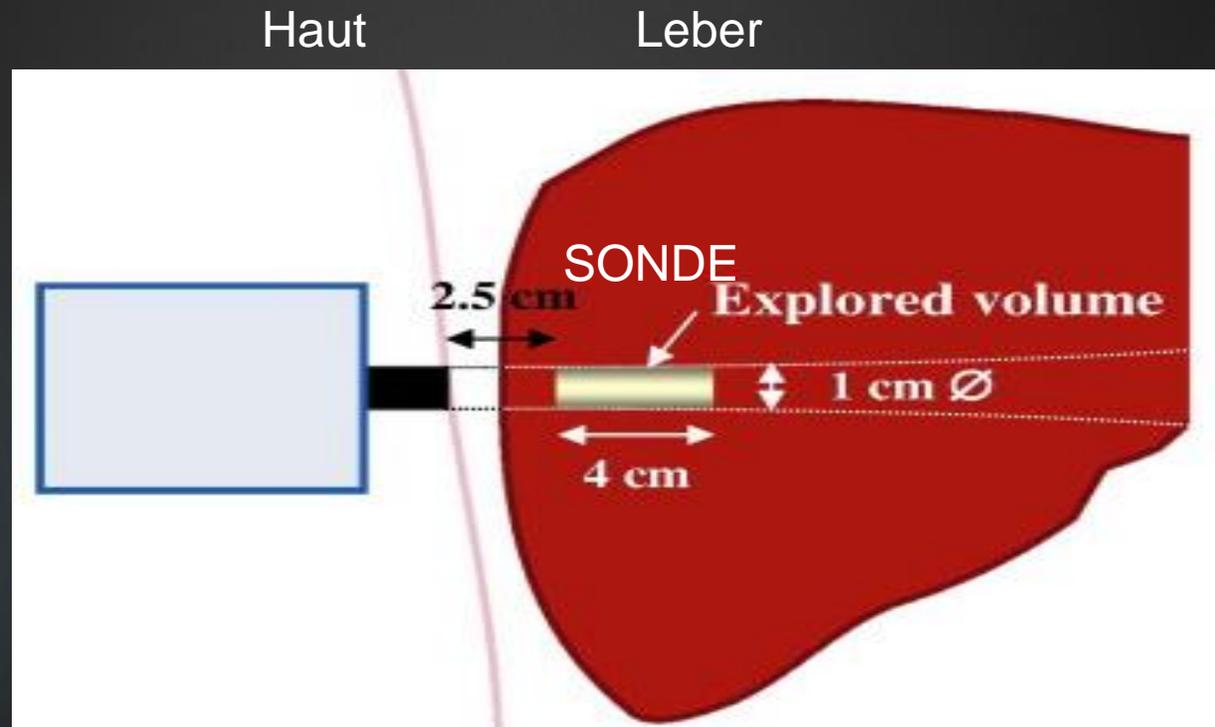
Nicht-invasive Diagnostik – transiente Elastographie



Klinik für Gastroenterologie, Hepatologie und Infektiologie- UKD Uniklinik Düsseldorf

Untersuchung der Leber

Nicht-invasive Diagnostik - Elastographie



Quelle: Castera, L., et al. (2008). J Hepatol 48(5): 835-847.

Untersuchung der Leber

Nicht-invasive Diagnostik – transiente Elastographie

Bei der transienten Elastographie (**FibroScan[®]**) erfolgt die Messung mit Hilfe einer speziellen Sonde, die auf die Haut über der Leber aufgesetzt wird.

Ein singulärer, mechanischer Impuls wird in Richtung der Leber ausgesendet.

Eine im Sondenkopf integrierte 5-MHz-Ultraschallsonde misst die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Impulswelle im Lebergewebe. Je steifer bzw. unelastischer das Lebergewebe ist, desto schneller läuft der Impuls durch die Leber.

Untersuchung der Leber

Nicht-invasive Diagnostik – transiente Elastographie

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist proportional zur Lebersteifigkeit und wird als numerischer Wert mit der Einheit Kilo-Pascal (kPa) angegeben.

Bei gesunden Lebern werden Werte zwischen 3,0 und 7,5 kPa ermittelt, bei zirrhotisch veränderten Lebern liegen die Werte zwischen 13 und 75 kPa.

Dieses Verfahren weist im Vergleich zu einer histologischen Untersuchung für die Diagnose einer Leberzirrhose eine Sensitivität von 90 % und eine Spezifität von 82 % auf.

Das Verfahren eignet sich auch für die Verlaufsbeurteilung von Lebererkrankungen.

Die Messwerte korrelieren nicht nur mit dem Vorliegen einer Fibrose oder Zirrhose, sondern erlauben auch die Risikoabschätzung für das Auftreten von Ösophagusvarizen oder des hepatozellulären Karzinoms.

Untersuchung der Leber

Nicht-invasive Diagnostik – transiente Elastographie

Die beiden anderen Messverfahren (**2-D-Scherwellenelastographie** und **Acoustic Radiation Force Impulse Imaging - ARFI**) sind in unsere modernen Ultraschallsysteme integriert.

Dabei wird während der Ultraschalluntersuchung über den Schallkopf ein Impuls mit hoher mechanischer Energie ausgesandt.

In einem im B-Bild positionierbaren Messfenster wird die seitliche Ausbreitungsgeschwindigkeit der hierdurch ausgelösten Gewebekompression gemessen, die proportional zur Lebersteifigkeit ist.

Noch Fragen? – Vielen Dank

