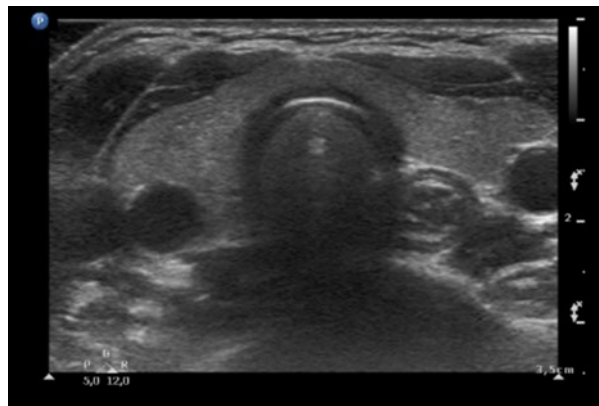


SONOGRAPHIE SKILL PRAKTIKUM

Medizinische bildgebende Verfahren
Pflichtkurs IV. Studienjahr



Zusammengestellt von Prof Dr. Miklós Kellermayer

SEMMELWEIS UNIVERSITÄT
Institut für Anatomie, Histologie und Embryologie
Institut für Biophysik und Strahlenbiologie
Klinik für Radiologie
Budapest
2016

Vorwort

Das vorliegende Hilfsmaterial soll mit der kurzen Zusammenfassung nützlicher Hinweise zur erfolgreichen Aneignung der Sonographie-Fertigkeiten beitragen. Es wird empfohlen, das Praktikum in der logischen Reihenfolge der folgenden, in Punkten zusammengefassten Informationen durchzuführen.

Vorstellung. Erklärung des Lehrkörpers: Lehrbeauftragte aus den Instituten für Anatomie und Biophysik. An jedem Ultraschallgerät arbeiten 4-5 Studenten und ein Instruktor.

Erinnerung an den Lehrauftrag des Fachs: Aneignung der physikalischen Grundlagen der bildgebenden diagnostischen Verfahren und der dazugehörigen anatomischen Kenntnisse.

Erinnerung an das Lernziel des aktuellen Praktikums: Demonstration und Einübung der **manuellen Basisfertigkeiten** auf dem Gebiet der Sonographie. Die Untersuchungen werden von den Studenten gegenseitig durchgeführt und geübt. Im Praktikum werden die abdominale und die zervikale Region untersucht. Es ist NICHT Ziel des Praktikums, pathologische Veränderungen aus dem Fachgebiet der Radiologie zu demonstrieren.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Kurze Zusammenfassung der Prinzipien der Sonographie.....	1
2. Kurze Vorstellung des Ultraschallgeräts - „eine kleine Knopfologie“	1
3. Arbeitsschutzaspekte im Praktikum	2
4. Untersuchung des Patienten.....	3
5. Die Ausgangsanforderungen des Praktikums.....	4
6. Halten, Bewegen und Positionieren des Transducers.....	4
7. Artefakte.....	6
8. Die Schritte der Abdominalsonographie	8
9. Untersuchung der Halsregion	13
10. Anhang – Notfallsonographie.....	13
11. Benutzte Quellen	16
12. Empfohlene Literatur.....	16

1. Kurze Zusammenfassung der Prinzipien der Sonographie

Ultraschall: mechanische Wellen mit einer Frequenz außerhalb des Wahrnehmungsbereichs des menschlichen Ohrs (16 – 20 000 Hz). In der Praxis wird ein Frequenzbereich von einigen MHz (1 – 30 MHz) benutzt. Die aktuell benutzte Frequenz kann in der Regel am Transducer abgelesen werden.

Transducer (Ultraschallkopf): ein Gerät mit einer Reihe von piezoelektrischen Kristallen, die sich zur Erzeugung und zum Detektieren von Ultraschall eignen. Zur Erzeugung von Ultraschall wird der **inverse piezoelektrische Effekt** (im elektrischen Feld deformiert sich der Piezokristall), zum Detektieren der **direkte piezoelektrische Effekt** (bei mechanischer Verformung polarisiert sich der Piezokristall elektrisch) genutzt. Nach der Form (d. h. der Geometrie der Piezokristalle) gibt es **lineare** oder **bogenförmig konvexe** (fächerförmige) Transducer. In der Echokardiographie werden kleine, sehr schnelle (hochfrequente) Transducer eingesetzt.

Prinzip der Ultraschallbildgebung: Impuls – **Echo** - Prinzip. Der in den Körper gesendete Ultraschallimpuls wird von den Grenzflächen reflektiert. Aus der bis zum Detektieren des Echos verstrichenen Zeit erhält man in Kenntnis der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Ultraschalls die Distanz zwischen Transducer und reflektierender Grenzfläche. Das Bild wird aus der Reflexionsdistanz (Tiefe) und der Intensität des reflektierten Schalls konstruiert. An der Grenzfläche von Medien mit deutlich unterschiedlicher akustischer Impedanz kann eine **totale Reflexion** auftreten. Solche Grenzflächen bilden z. B. die Luft mit dem Körpergewebe (allgemeiner: die Gase mit dem Körpergewebe) oder die Weichteilgewebe mit dem Knochen. Da die Luftschicht zwischen Transducer und Körperoberfläche die Bildgebung verhindern würde, wird dieser Spalt mit einem Koppelmittel, dem Ultraschallgel ausgefüllt. Die verschiedenen Organe enthalten unterschiedlich viele reflektierende Grenzflächen, welche die Bildqualität, die sog. **Echogenität** bestimmen. Man unterscheidet **echofreie** (keine Reflexion, auf dem Bild schwarz, aber dahinter ist eine Schallverstärkung zu sehen, z. B. eine Zyste), **echoarme** (geringe Reflexion), **isoechogene** oder echogleiche (ähnliche Echogenität wie das Umfeld), **echoreiche** (starke Reflexion, auf dem Bild weiß) und **echodense** (echoreicher Körper mit dahinter liegendem Schallschatten durch die totale Reflexion, z. B. Stein) Körper.

Darstellungsmethoden, Bilder: Die am häufigsten benutzte bildgebende Darstellungsmethode ist der **B-Mode**, nach englisch **brightness modulation**. Dabei wird mittels des vom Transducer in den Körper eingestrahlten linearen oder fächerförmigen Ultraschallstrahls ein zweidimensionales Bild erstellt, das auf der Aufnahme in Grauwerten (von schwarz bis weiß) erscheint. Da die Position und die Richtung des Transducers von der untersuchenden Person bestimmt werden, wird in Abhängigkeit von der Transducerstellung eine Schichtaufnahme in einer **beliebigen** Ebene erstellt. Durch die zeitliche Verschiebung des entlang einer Achse dargestellten B-Bildes erhält man die Aufnahme im **M-Mode (motion)**. Hierbei erscheinen auf der einen (vertikalen) Achse die räumlichen (Tiefen-) Informationen und auf der dazu senkrechten (horizontalen) Achse die Zeit. Dementsprechend können die räumlichen Veränderungen in der Zeit (z. B. Bewegungen der Herzklappen, Herzwand) als Laufbild dargestellt werden. Die Frequenz der Ultraschallwellen, die von sich bewegenden Grenzflächen (z. B. strömenden Blutzellen) reflektiert werden, ändert sich: bei näher kommenden Objekten nimmt die Frequenz zu, bei sich entfernenden nimmt sie ab (**Doppler-Effekt**). Das kann mittels **Color-Mode** auch bildlich dargestellt werden. Im Color-Mode werden auf die Grauwerte des B-Bildes die Bewegungsrichtung kodierende Farben projiziert (Superposition). Üblicherweise wird die sich **nähernde** Bewegung **rot**, die sich **entfernende blau** kodiert. Im **Power-Mode** (PW) kann die aktuelle bewegungsabhängige Frequenzänderung des Ultraschalls akustisch und aufgezeichnet dargestellt werden.

2. Kurze Vorstellung des Ultraschallgeräts - „eine kleine Knopfologie“

Das Bedienfeld des im Praktikum benutzten Ultraschallgeräts zeigt **Abb. 1**. Die wichtigsten Tasten sind markiert. Für die erfolgreiche Durchführung der Übungen sind die Einzelheiten der „Knopfologie“ („knobology“) nicht erforderlich, aber die Kenntnis der Funktionsparameter der markierten Tasten ist sehr nützlich.

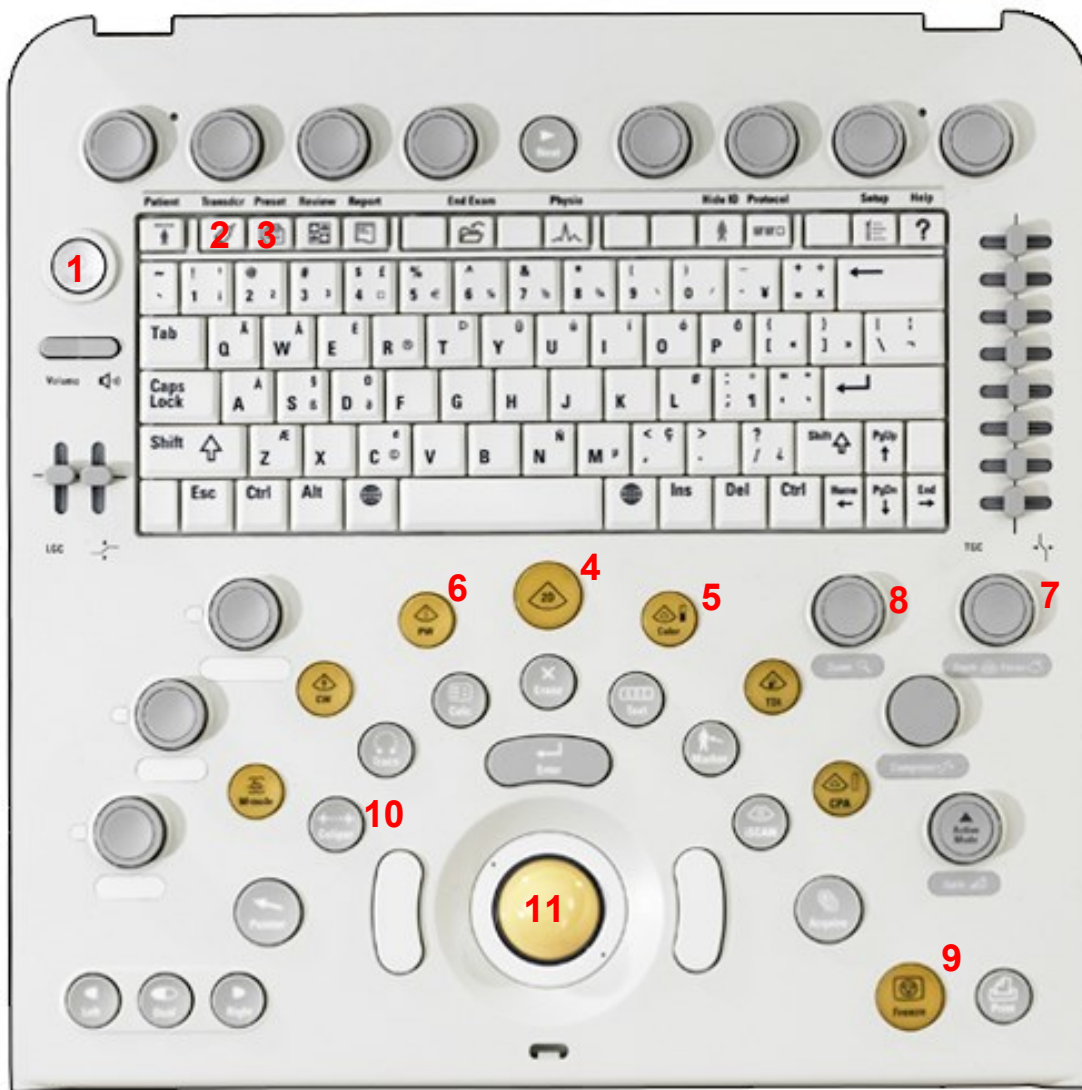


Abb. 1 Das Bedienfeld des im Praktikum eingesetzten Ultraschallgeräts Philips CX50

- 1 – Hauptschalter
- 2 – Auswahl des Transducers
- 3 – Vorwahl der komplexen, körperregion- und organspezifischen Einstellungen
- 4 – Auswahl des 2D B-Modes
- 5 – Auswahl des Color-(Doppler) Modes
- 6 – Auswahl des Power-Modes
- 7 – Einstellung von Fokus und Verstärkung
- 8 – Einstellung des Zooms (Vergrößerung)
- 9 – „Freeze“ Taste zum Einfrieren des Bildes. Besonders nützlich und wichtig bei Messungen.
- 10 – „Caliper“ (Tasterzirkel) für Distanzmessungen. Distanzen können durch Auswahl eines Ausgangs- und eines Endpunktes gemessen werden.
- 11 – Maustaste. Dient dem Positionieren des Cursors und jeder beweglichen Funktion (z. B. Tasterzirkel, Color- und Power-Mode Fenster usw.).

3. Arbeitsschutzaspekte im Praktikum

Die relevanten Gesichtspunkte des Patienten oder im Praktikum die der freiwilligen Studenten (Probanden) sowie des Messgerätes lassen sich folgendermaßen zusammenfassen.

Schutz, Würde und Achtung der untersuchten Person: Die Sonographie ist ein noninvasives Verfahren. Patienten bzw. untersuchte Studenten sind keiner schädlichen Strahlung ausgesetzt. Das benutzte Ultraschall-

gel ist ein Gel auf Wasserbasis, es ist wasserlöslich, unschädlich, lässt sich vom Körper leicht abwischen, abwaschen, aus der Kleidung auswaschen. Zum Abwischen stehen Papiertücher zur Verfügung. Im Praktikum werden Hals- und Bauchregion an sich freiwillig meldenden Studenten untersucht. Da bei der Untersuchung der Bauchregion diese freigemacht werden muss, präferieren wir die Meldung von männlichen Studenten (mit nicht zu starker Behaarung des Bauches). Bei schlanken Studenten mit gefüllter Blase und Gallenblase (d. h. die morgens getrunken haben, aber keinen Kaffee oder Kakao, und seit dem Morgen nichts gegessen haben) ist das Sonographie Praktikum eine besonders dankbare Übung. Verfahren wir mit der nötigen Achtung und Demut, vermeiden wir besonders Bemerkungen zur Figur. Zum Schutz der Persönlichkeit ist zu bemerken, dass im Praktikum weder Diagnosen noch Richtdiagnosen gestellt werden.

Schutz des Gerätes: Das Ultraschallgerät ist ein hochwertiges, auch in der klinischen Praxis eingesetztes Gerät von höchster Qualität. Der entsprechende Geräteschutz ist zu erwarten. Besonderen Schutz verdienen der Transducer (Millionenwert) und seine Kabel. Deshalb geben wir den Transducer niemals von Hand zu Hand weiter, sondern legen ihn nach der Untersuchung immer in den Schallkopfhalter zurück, von wo ihn der Untersuchende aufnimmt. Achten wir auch auf die Platzierung der Kabel, es soll nicht vorkommen, dass jemand auf die Kabel tritt oder sie brechen.

4. Untersuchung des Patienten

Da die Bildgebung bei der Sonographie in vom Untersuchenden ausgewählten Ebenen erfolgt, lässt sich eine Eventualität der Darstellungsebene auch bei Aufstellen gewisser Standards nicht ausschließen.

Positionierung der untersuchten Person: Bei der demonstrierten zervikalen und abdominalen Sonographie liegt der Patient auf dem Rücken. Um die abdominale Region besser zu erreichen, lockert der Proband die Hose und schiebt sie etwas nach unten. Zum Schutz der Kleidung werden die Ränder mit Papiertüchern abgedeckt. Der Proband hebt die Arme über den Kopf, so wird der Untersuchungsbereich besser zugänglich. Der Untersuchende sitzt an der rechten Seite des Probanden, er bewegt und positioniert den Transducer mit der rechten Hand. Bei der Untersuchung der Bauchregion – in erster Linie der Nieren und der Milz – kann die Seitenlage des Probanden erforderlich werden. Auch dann hält der Proband die Arme über dem Kopf. Zur besseren Untersuchung der Organe unter dem Rippenbogen (Leber, Milz) wird der Proband aufgefordert, tief einzuatmen und die Luft anzuhalten, damit die Organränder durch das Zusammenziehen des Zwerchfells unter den Rippenbogen gedrückt werden. Man soll aber nicht vergessen, den Probanden rechtzeitig zum Ausatmen oder zur normalen Atmung aufzufordern.

Anwendung des Ultraschallgels: Zur entsprechenden Ultraschallkopplung wird ein Ultraschallgel benutzt. Das Gel wird nicht auf den Körper des Patienten, sondern auf die Kante des Transducers aufgebracht. Während der Untersuchung kann mehrmals der Ersatz des Gels notwendig werden. Das Ultraschallgel ist notwendig, da an der Grenzfläche zwischen Transducer und Luft eine starke Reflexion des Ultraschalls auftritt, die es verhindert, dass die ausreichende Ultraschallenergie in den Körper eindringt. Das Fehlen des Kopplergels stellt sich auf dem Bild als Schatten dar. Erscheinen auf dem Bild vertikale Schatten, sollte man an den Ersatz des Ultraschallgels denken.

Auswahl des Transducers: Mittels des konvexen Transducers kann man am tiefsten in den Körper sehen. Dieser wird bei der abdominalen Untersuchung eingesetzt. Der lineare Transducer eignet sich in erster Linie zur Untersuchung oberflächlicher Strukturen. Diesen wählen wir bei der Untersuchung der Halsregion.

Positionieren des Transducers: Der Untersuchende hält den Transducer in der rechten Hand wie einen Bleistift. Die seitlich am Transducer markierte Referenzlinie soll zum Daumen des Untersuchenden zeigen. So stimmt die Richtung, d. h. die anatomischen Strukturen stellen sich auf dem Bildschirm seitenrichtig dar (d. h. rechts- und linksseitig). Das wichtigste Prinzip ist, dass die vom Untersuchenden eingestellte Transducer-Richtung und Position die Ebene der Bildgebung bestimmt. Im Allgemeinen wird der Transducer während der gesamten Untersuchung in kranio-kaudaler Richtung positioniert. Dementsprechend ist die empfohlene Reihenfolge Pankreas, Leber-Gallenwege, Milz, Nieren, kleines Becken. Bei der Untersuchung sollte man auf die Form (Grenzen), die Größe (mit dem Tasterzirkel messbare Parameter), die innere Struktur (Echogenität, innere anatomische Einzelheiten, z. B. Verlauf der Gefäße) und die Blutversorgung des Organs eingehen.

Bewegung des Transducers: Der Transducer wird nicht nur auf die Körperoberfläche positioniert, man kann auch mit Kippen, Drehen, nach rechts und links Neigen eine bessere Darstellung der Strukturen unterstützen.

Empfohlene Untersuchung: Im **Bauchbereich** sollten auf jeden Fall Leber und Gallengänge und eventuell auch die Milz aufgesucht und ins Gesichtsfeld gebracht werden. Des weiteren empfiehlt es sich, die Nieren zu untersuchen. Bei der Leber beobachte man ihre Grenzen, Lappen, Echogenität, charakteristische innere Struktur (Gefäßverlauf). Man suche die Gallenblase, stelle ihre Echogenität fest, messe die Dicke der Wand. Man ermittle die Größe der Milz. Bei den Nieren betrachte man ihre Größe, innere Struktur (Cortex, Medulla, Nierenbecken). Es sollte auch die Blutversorgung der Organe untersucht werden, dabei sind Color- und Power-Mode eine große Hilfe. In der **Halsregion** sind Form und Echogenität der Schilddrüse zu betrachten. Unbedingt sollen *A. communis* und *V. jugularis* untersucht werden, im Color-Mode.

5. Die Ausgangsanforderungen des Praktikums

Anwendung des Ultraschallgeräts: Alle Studenten sollen den Transducer in die Hand nehmen und eine Basisuntersuchung durchführen, ein Ultraschallbild erstellen, es mit eigenen Worten beschreiben. Es sollen Bilder im B-Mode, Color-Mode und Power-Mode erstellt und der Tasterzirkel benutzt werden. Man sollte unbedingt neben der richtigen Haltung des Transducers die Echtzeitbewegungen der Organe beobachten (pulsierende *A. carotis*, Bewegung der Leber beim Atmen, Magenperistaltik, Darmbewegungen, Ureter „jet“ Phänomen usw.).

Untersuchung des Abdomens: Die Studenten sollen die Form der Leber, ihre Struktur (Gefäßstruktur), die größeren Ducti, Ligamente, die Gallenblase, die Milz und die Nieren, die Aorta und ihre Eingeweideäste (*Truncus coeliacus*, *A. mesenterica superior*) bzw. die *V. cava inferior* darstellen und charakterisieren.

Untersuchung der Halsregion: Die Studenten sollen die Schilddrüse darstellen und charakterisieren. Sie sollen bei den Halsgefäßen die *A. carotis* von der *V. jugularis* unterscheiden können. Die Differenzierung zwischen Arterien und Venen kann mit leichter Kompression unterstützt werden: bei Kompression nimmt der Venenquerschnitt ab.

6. Halten, Bewegen und Positionieren des Transducers

Transducer. In der allgemeinen Sonographiepraxis sind drei Transducerarten wichtig – und diese werden auch im Skill Praktikum demonstriert (**Abb. 2**). Der in der Echokardiographie eingesetzte Sektortransducer (**Abb. 2a**) strahlt mittels eines mechanisch schnell rotierten kleinen Kristalls oder einer speziellen elektronischen Steuerung (Zeitverschiebung) fächerförmig hochfrequente Ultraschallbündel ab. Sein Vorteil ist, dass man durch ein kleines Fenster (z. B. Rippenzwischenraum) untersuchen kann bzw. bei größeren Distanzen auch eine gute Auflösung erhält. Der Nachteil ist, dass die Auflösung naher Strukturen schwach ist. Im linearen Transducer (**Abb. 2b**) befinden sich piezoelektrische Kristalle entlang einer Linie. Sein Vorteil ist, dass die Auflösung der nahen Strukturen sehr gut ist, sein Nachteil, dass er ein großes Schallfenster erfordert. Im konvexen Transducer (**Abb. 2c**) sind die piezoelektrischen Kristalle entlang eines Bogens angeordnet. Sein Vorteil ist, dass er einen guten Kompromiss zwischen Sektortransducer und linearem Transducer darstellt, sein Nachteil, dass die Auflösung - durch die Divergenz der Ultraschallbündel – mit der Entfernung abnimmt.

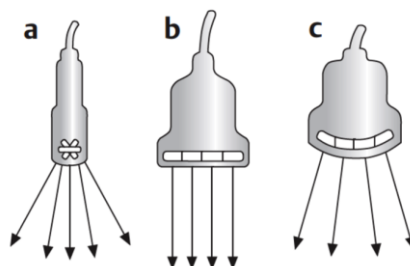


Abb. 2 Transducertypen: **a** Sektor- oder Echokardiographietransducer, **b** linearer Transducer, **c** konvexer Transducer

Der Transducer sollte wie ein Bleistift gehalten werden. Der Daumen wird so an den Transducergriff gelegt, dass er zur Markierung zeigt. Die Markierung besteht aus einer nicht zu übersehenden seitlichen Linie. Auf dem Bildschirm zeigt ein „P“ die Position der Markierung an. Das sollte man im Auge behalten, um sich auf

dem Bild gut zu orientieren und das Dargestellte in Abhängigkeit von der Transducerposition bewerten zu können. Beim Drehen des Transducers ist es eine allgemeine, aber nicht ausschließliche Regel, dass der Daumen nach kranial zeige.

Abbildungsebenen. Mit der entsprechenden Haltung des Transducers erfolgt die Bildgebung in entsprechenden Schnittebenen. Die Hauptschnitebenen sind die transversale (horizontale), die longitudinale (sagittale) und die koronare (frontale) Ebene (**Abb. 3**). Man muss aber betonen, dass der Untersuchende während der Sonographie die Abbildungsebene dynamisch wählt und verändert, deshalb ist die aktuelle Abtastebene in der Praxis sehr variabel.

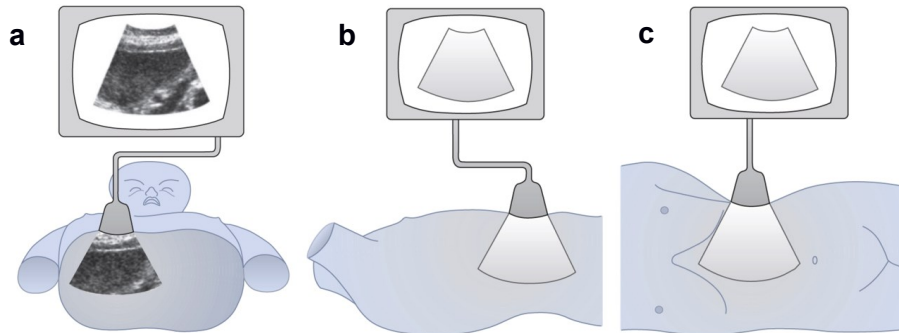


Abb. 3 Hauptschnitebenen: **a** transversale oder horizontale Ebene, **b** longitudinale oder sagittale Ebene, **c** koronare oder frontale Ebene

Standardebenen. Bei der Abdominalsonographie (s. unten) wird möglichst in Standardschnitebenen abgetastet (**Abb. 4**).

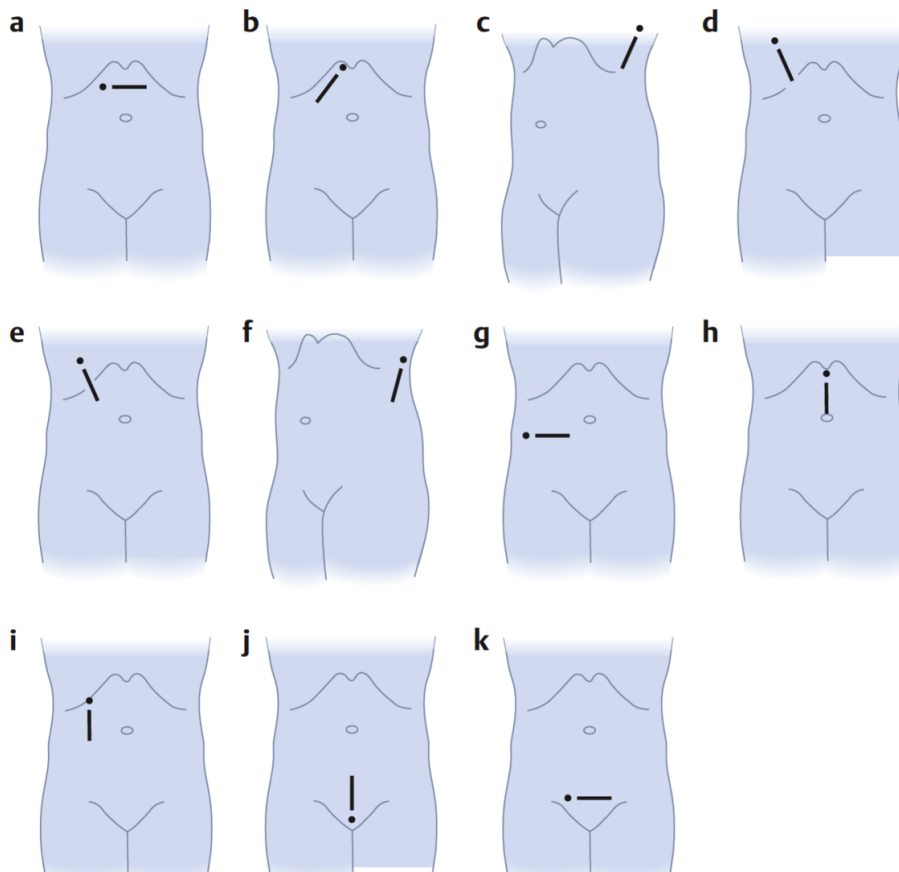


Abb. 4 Standardschnitebenen der Abdominalsonographie. Die dicke, schwarze Linie zeigt die Position und die Ebene des konvexen Transducers, der Punkt an ihrem Ende die Stellung des Daumens. **a** Oberbauchquerschnitt, **b** subcostaler Schrägschnitt (rechte Seite, aber sinngemäß sein Spiegelbild für die linke Seite), **c** hoher lateraler Interkostalschnitt (rechts oder links), **d** Interkostalschnitt (rechts oder links), **e** verlängerter Interkostalschnitt (rechts oder links), **f** Lendenschnitt (rechts oder links), **g** Mittelbauchquerschnitt (Transversalschnitt, rechts oder links), **h** Oberbauchlängsschnitt (Longitudinalschnitt), **i** Parasagittalschnitt (rechts oder links), **j** Unterbauchlängsschnitt, **k** Unterbauchquerschnitt

Die Bewegung des Transducers. Das wichtigste Element der Sonographie besteht darin, dass der Untersuchende den Transducer frei auf der Körperoberfläche des Probanden bewegt und damit die gewünschten Abtastebenen einstellt. Die verschiedenen Transducerbewegungen sind in **Abb. 5** zusammengefasst.

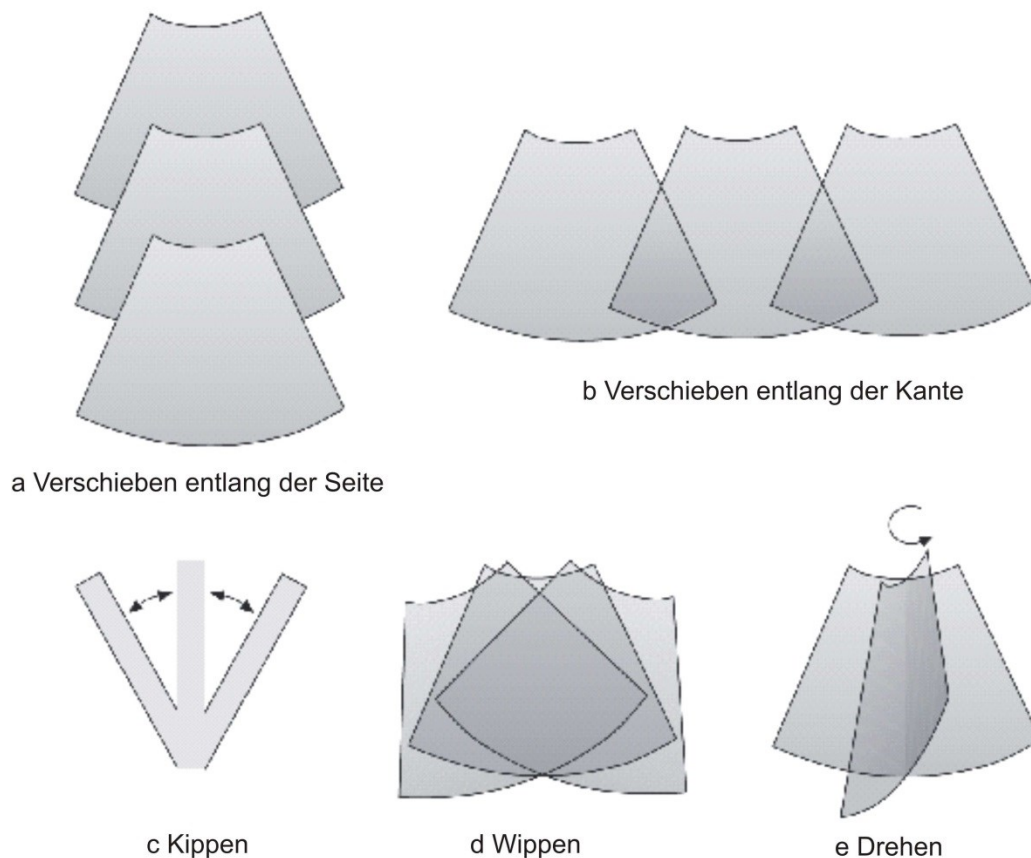


Abb. 5 Bewegung des Transducers

7. Artefakte

Bei der Sonographie können sich zahlreiche Artefakte darstellen. Diese sind Reflexionen, die nicht den anatomischen Strukturen entsprechen. Ihre Ursachen liegen in der Physik der Ultraschallausbreitung. Hier sind nur die wichtigsten erwähnt. Das **Rauschen** (**Abb. 6**) erscheint in Form von körnigen Echos, meist im proximalen (also transducernahen) Teil von zystischen Gebieten. Die Ursache ist eine zu große Verstärkung im Nahfeld. Sie können durch Reduzieren der Verstärkung (gain) gemindert werden. Der **akustische Schatten** (**Abb. 7**) ist ein echofreies, in der Richtung des Ultraschallbündels liegendes Gebiet hinter der bestrahlten Struktur. Die Ursache ist die Totalreflexion (z. B. durch Luft oder Darmgase) oder Absorption (z. B. durch Knochen, Gallen-/Nierensteine). **Reverberationen** (**Abb. 8**) sind parallele Linien senkrecht zum Ultraschallbündel. Sie treten bei aneinanderliegenden Grenzflächen mit deutlich unterschiedlicher akustischer Impedanz auf. In diesem Fall wird der Ultraschallimpuls mehrfach hin und her reflektiert. Das **Spiegelbild** („mirror image“ **Abb. 9**) ist ein virtuelles Bild, das hinter stark reflektiven Flächen (z. B. Diaphragma) erscheint.

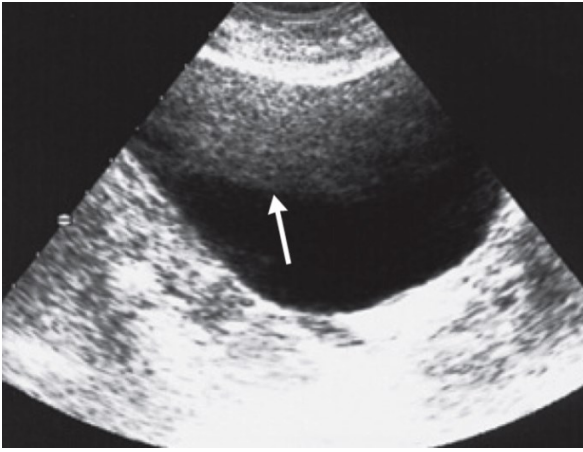


Abb. 6 Rauschen im Ultraschallbild (Pfeil)

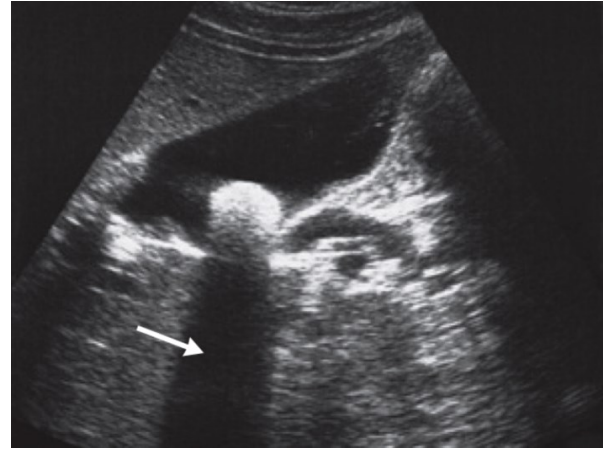


Abb. 7 Akustischer Schatten hinter einem Gallenstein

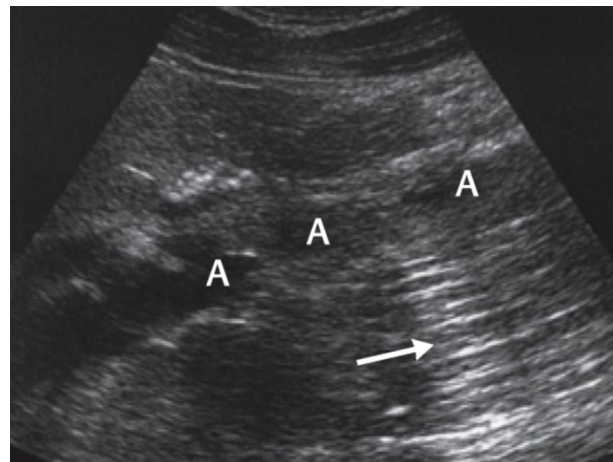


Abb. 8 Reverberation. Mehrfache linienförmige Reflexion, senkrecht zum Ultraschallbündel. Der Buchstabe „A“ zeigt die Lage der Aortawand.

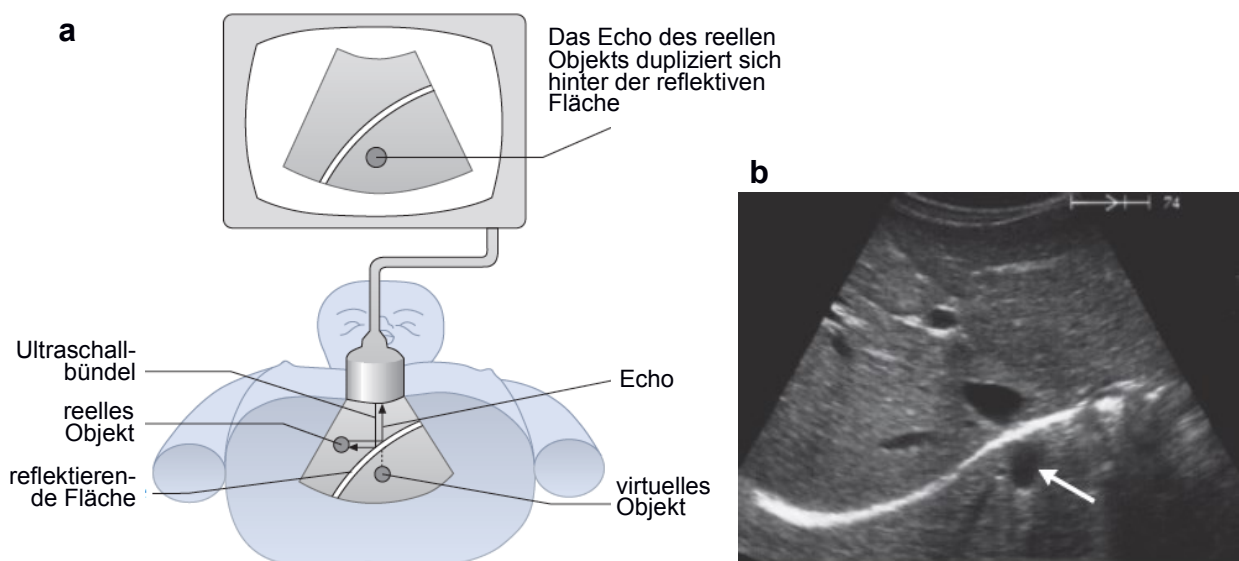


Abb. 9 Spiegelbildartefakt: **a** Schema des Entstehens des Artefakts, **b** Ultraschallaufnahme, auf der unter dem Diaphragma ein Spiegelbildartefakt (Pfeil) erscheint.

8. Die Schritte der Abdominalsonographie

Allgemeine Prinzipien. Bei der Abdominalsonographie sollte man in kraniokaudaler Richtung vorgehen. Dementsprechend beginnt man mit dem Abtasten des Epigastriums (Pankreas, *V. lienalis*), stellt dann die Oberbauchregion (Leber, Milz) und Mittelbauchregion (Nieren, große Gefäße) dar und schließt mit dem Bereich des kleinen Beckens (Blase, Ureter, Prostata). Die parenchymatösen Organe werden in longitudinalen und transversalen Schnitten vollkommen abgetastet. Man beobachtet die Organgrenzen und die Echogenität bzw. die im Parenchym eventuell vorhandenen pathologischen Strukturen (z. B. Zysten). Im Folgenden werden die relevantesten Schnittbilder in der obigen Reihenfolge demonstriert, wobei die ungefähre Transducerorientierung markiert ist.

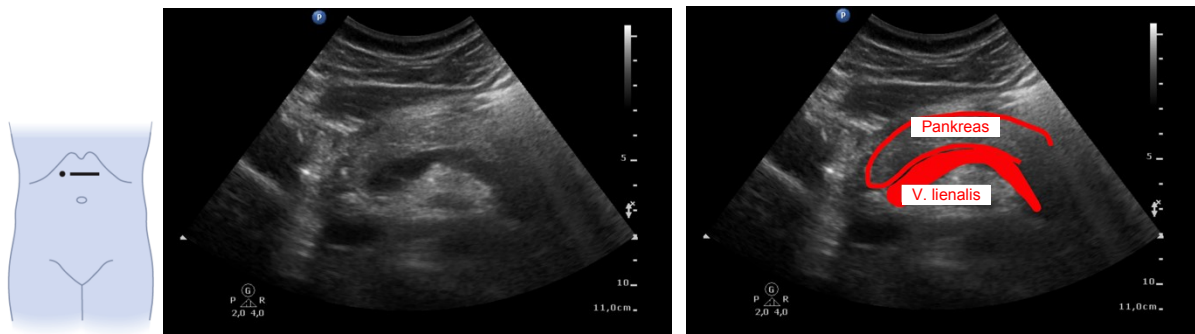


Abb. 10 Sonographie des Epigastriums

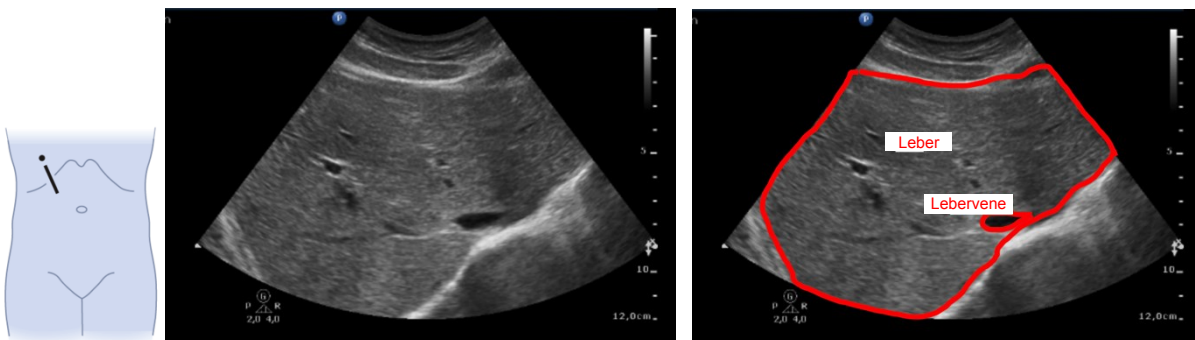


Abb. 11 Leber, *V. portae*

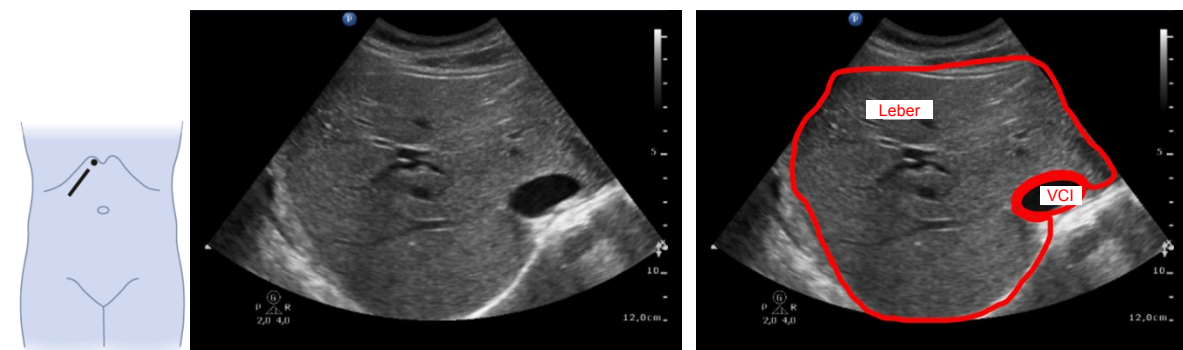


Abb. 12 Horizontalschnitt von Leber und *V. cava inferior (VCI)*

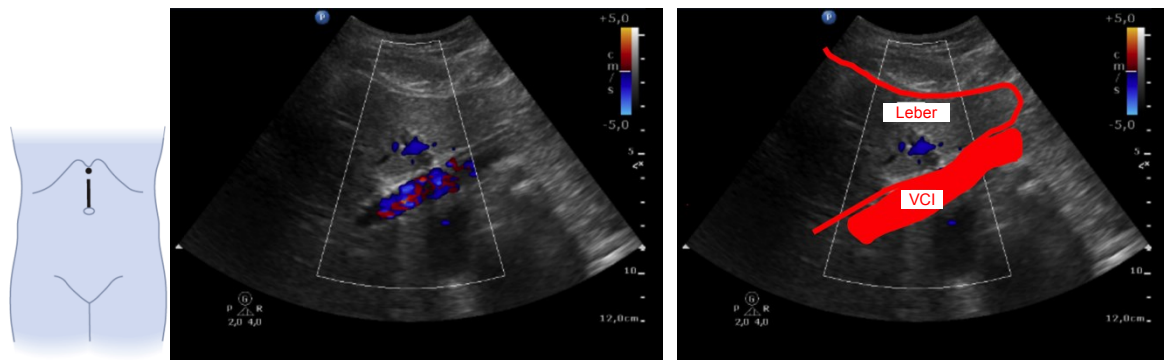


Abb. 13 Dopplersonographie im Längsschnitt von Leber und V. cava inferior (VCI)

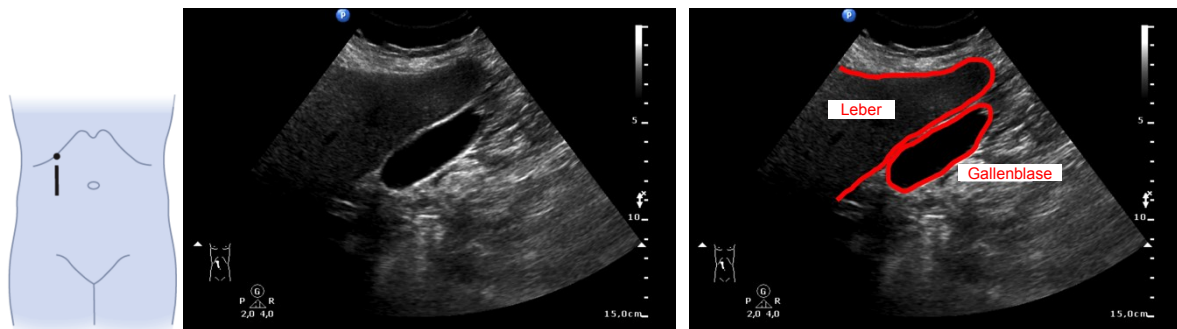


Abb. 14 Ultraschallbild der Gallenblase

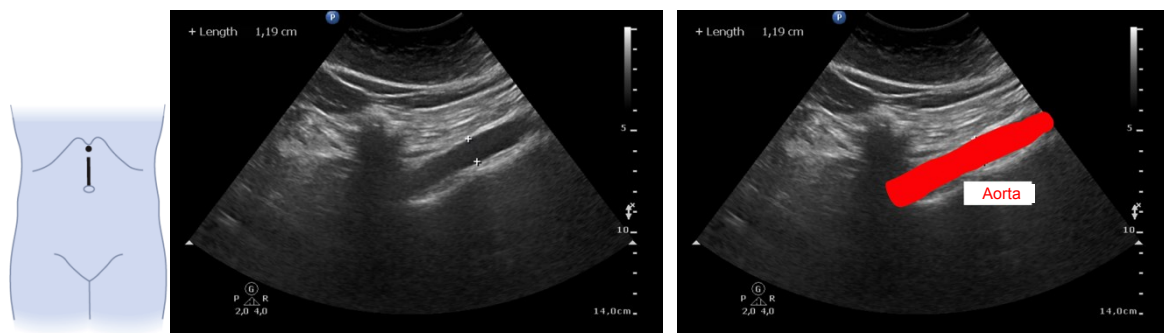


Abb. 15 Ultraschallbild der Aorta abdominalis

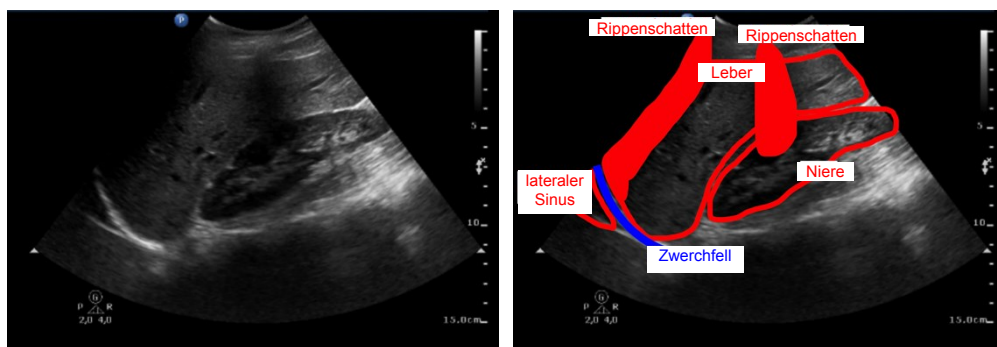


Abb. 16 Ultraschallbild der rechten Niere

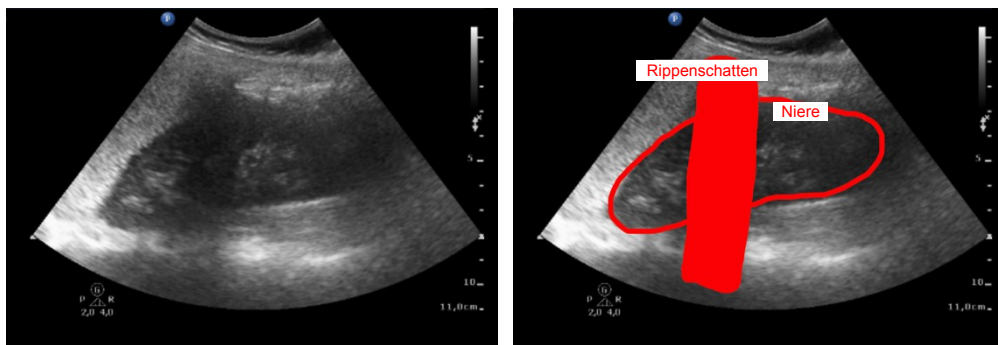


Abb. 17 Ultraschallbild der linken Niere

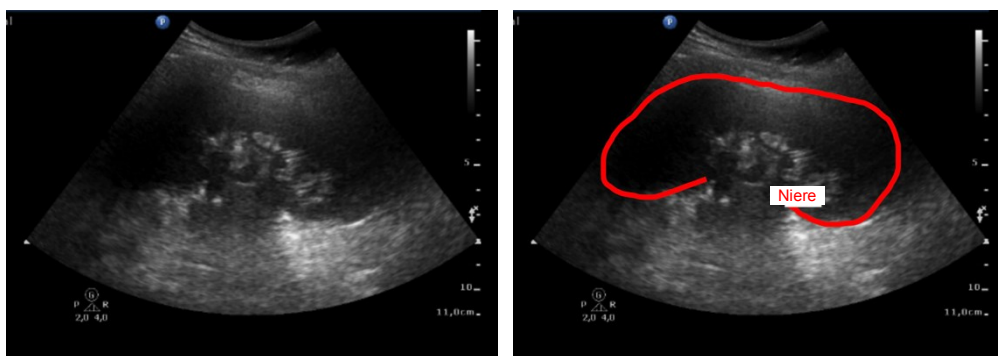


Abb. 18 Ultraschallbild der linken Niere

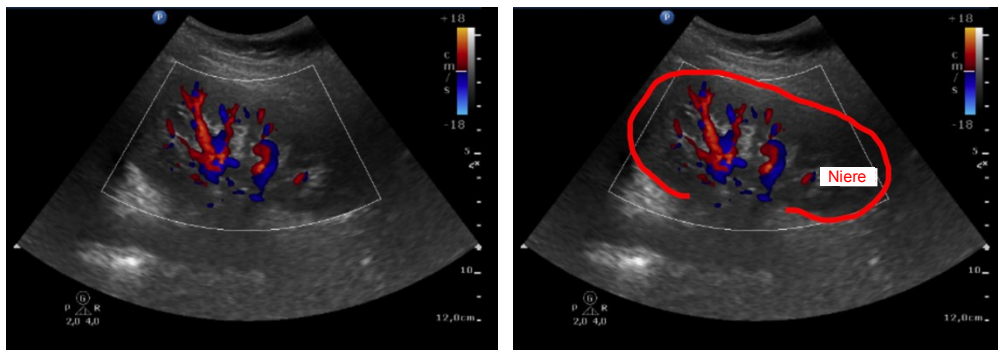


Abb. 19 Dopplersonographie der linken Niere. Mit ihrer Hilfe können die großen Gefäße dargestellt und die Richtung des Blutflusses sichtbar gemacht werden.

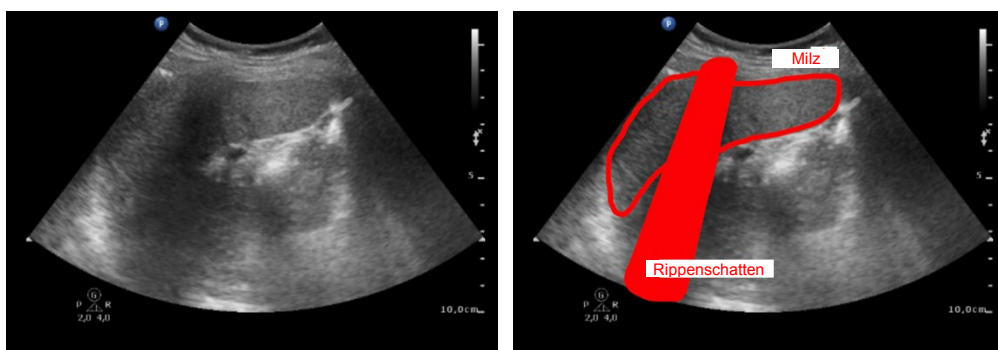


Abb. 20 Ultraschallaufnahme der Milz, auf der sich ein ernsthafter akustischer Schatten gut darstellt

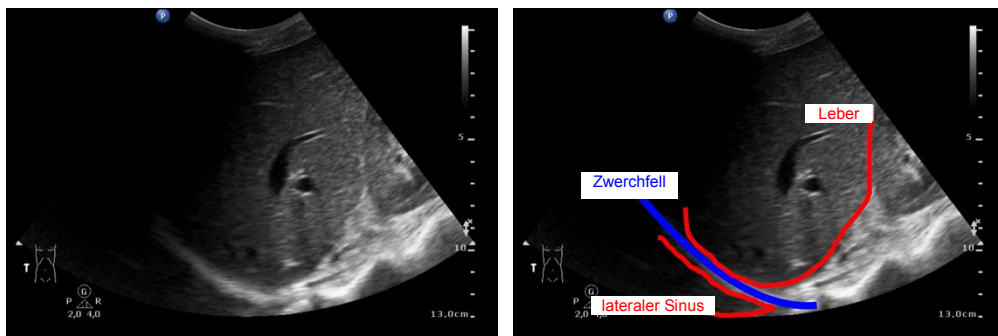


Abb. 21 Untersuchung des rechten oberen Quadranten

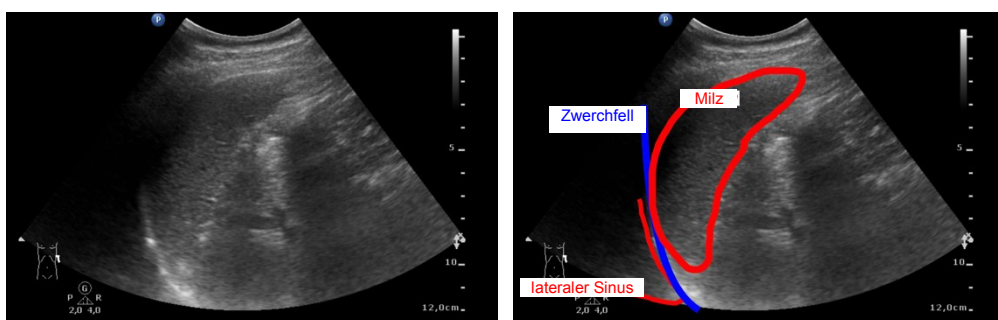


Abb. 22 Untersuchung des linken oberen Quadranten

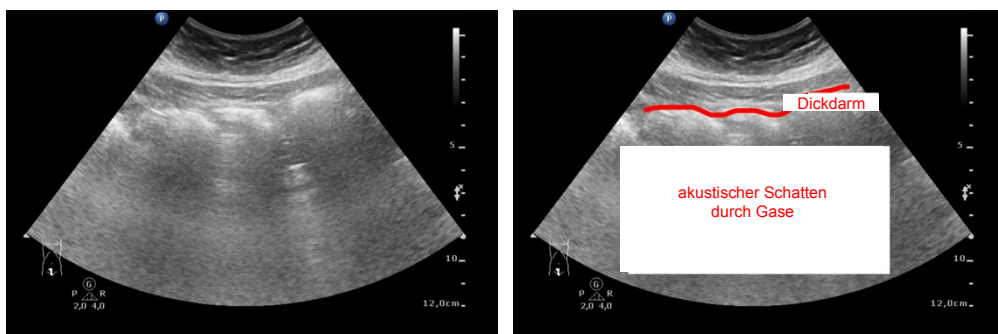


Abb. 23 Ultraschallbild des Dickdarms. Der große akustische Schatten durch die Darmgase ist gut zu erkennen.

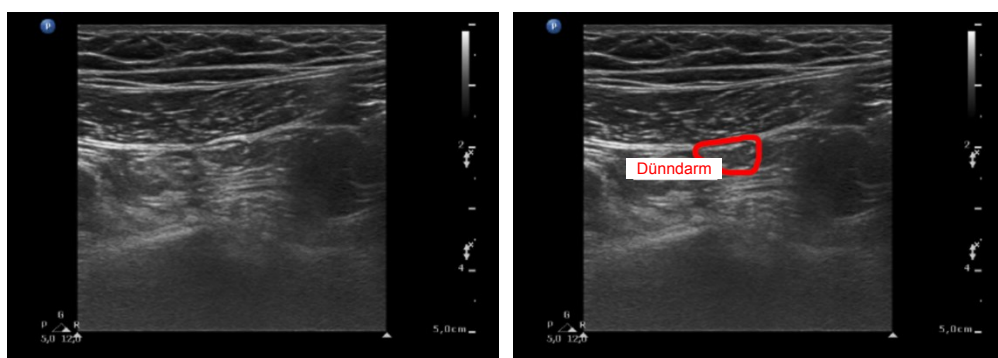


Abb. 24 Ultraschallbild des Dünndarms

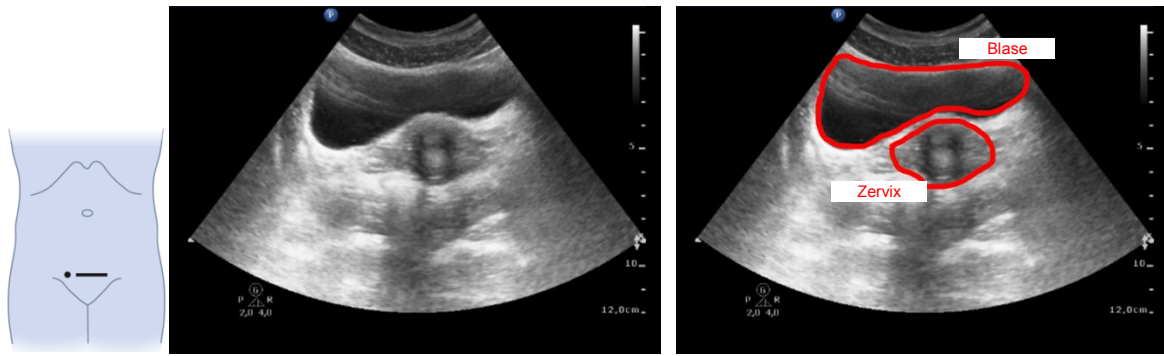


Abb. 25 *Transversales (horizontales) Schnittbild von Harnblase und Zervix*

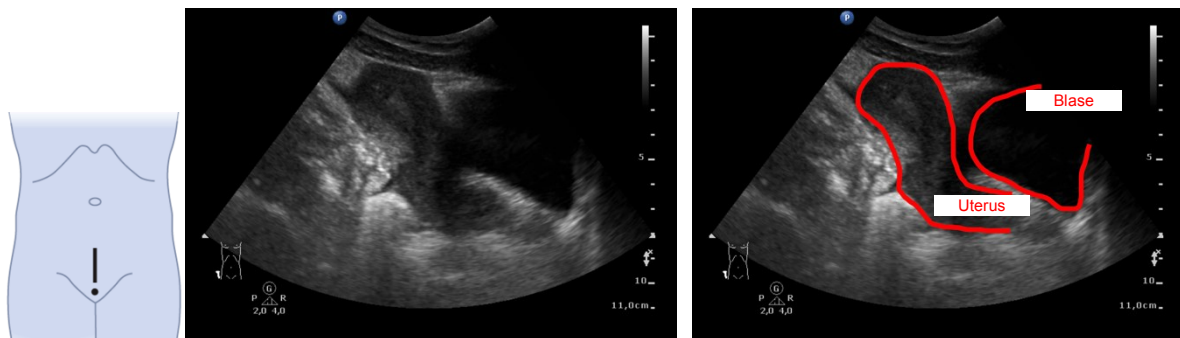


Abb. 26 *Longitudinales (sagittales) Schnittbild von Harnblase und Uterus*

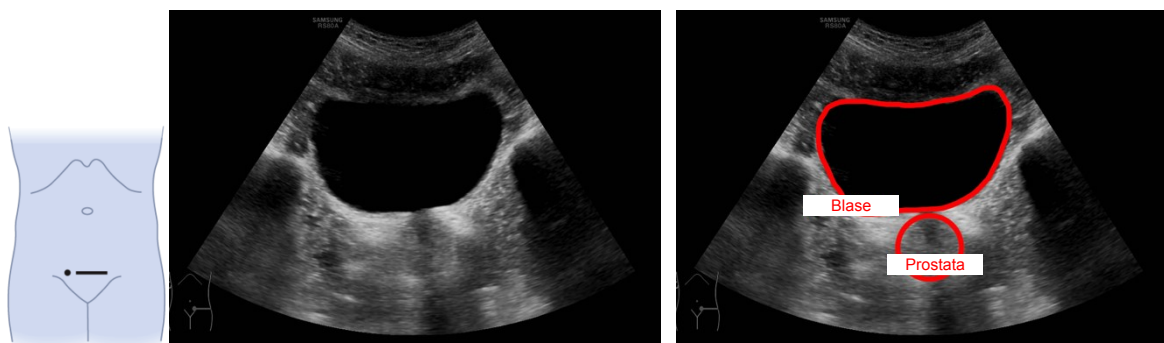


Abb. 27 *Transversales (horizontales) Schnittbild von Harnblase und Prostata*

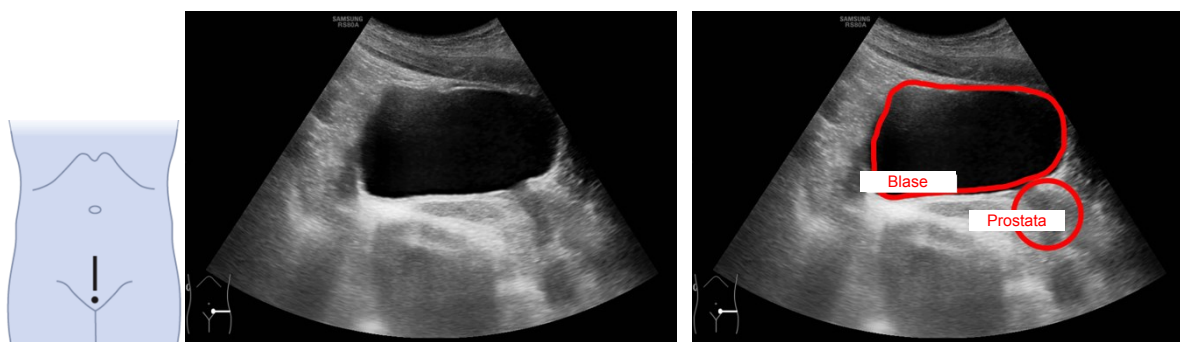


Abb. 28 *Longitudinales (sagittales) Schnittbild von Harnblase und Prostata*

9. Untersuchung der Halsregion

Bei der Untersuchung der Halsregion wird der lineare Transducer benutzt, denn er hat die größte Auflösung im Nahfeld (in Transducernähe). Untersucht werden Schilddrüse, Rachen und Trachea bzw. die großen Gefäße (A. carotis, V. jugularis). Man sollte auch den markanten akustischen Schatten durch den Luftgehalt von Rachen und Trachea beachten. Gleichfalls sollten die großen Gefäße nach ihrer Komprimierbarkeit verglichen werden. Auch besteht eine gute Möglichkeit für den Einsatz der Dopplersonographie.

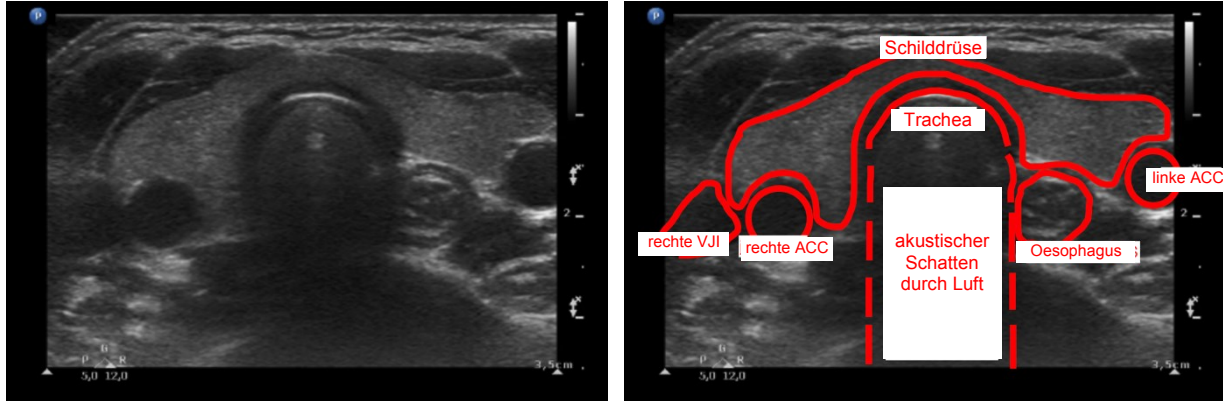


Abb. 29 Untersuchung der Halsregion, transversales (horizontales) Schnittbild

10. Anhang – Notfallsonographie

In der modernen Notfallversorgung spielt die Ultraschalldiagnostik eine sehr große Rolle. Die traumatischen Patienten erleiden oft Verletzungen, die bei der ersten physikalischen Untersuchung nicht unbedingt entdeckt werden. Die Ruptur des Herzens, der großen Gefäße oder eines parenchymatösen Bauchorgans mit signifikanter Blutung in den Brustkorb oder den Bauchraum kann mit latenten Symptomen einhergehen, die späte Diagnose kann den Patienten jedoch das Leben kosten. Der größte Vorteil der „bedside“ Notfallsonographie, bekannt unter der Bezeichnung **FAST Sonographie** (*FAST – Focussed Assesment with Sonography for Trauma*), besteht im schnellen Nachweis von freier Flüssigkeit, meist Blut, im Bauch oder Brustkorb. Diese Technik muss sich auch der Kliniker, der sich nicht auf bildgebende Verfahren spezialisiert hat, unbedingt aneignen. Natürlich darf diese gezielte Untersuchung nicht mit der eingehenden Abdominalsonographie verwechselt werden, die in Ungarn von Fachärzten für Radiologie durchgeführt wird. Bei der FAST Sonographie folgt man einem einfachen Algorithmus, wobei an vier Punkten der Bauchwand untersucht wird. Das sind die folgenden vier Regionen:

1. Substernal
2. Rechter Oberbauch
3. Linker Oberbauch
4. Suprapubisch (in zwei Schnittebenen)

Der liegende Patient wird mit einem 3,5-5,0 MHz konvexen Transducer untersucht, der ausreichend „tief sieht“. Der Transducer wird im „Bleistiftgriff“ gehalten. Man achte darauf, dass die Markierung beim Querschnitt zum Untersuchenden (zum Daumen), bei frontalen und sagittalen Schnitten zum Kopf der untersuchten Person (nach kranial) zeige. Die Markierung kann ein tastbarer Punkt, eine Linie (wie auf dem unteren Bild) oder eine winzige Ledlampe sein.



Abb. 30 Konvexer Transducer und die richtige Haltung

Substernale Region. Beim substernalen Schnitt „sieht“ man mit dem Transducer zum Herz hin, so lassen sich perikardiale Flüssigkeitsansammlungen bzw. Blut und ausgeprägte Störungen der Wandbewegungen nachweisen. Man erinnere sich, dass man, wenn man sich in die Stellung des Transducers versetzt, selbst „auch unter das Sternum blickt“. So wird es verständlich, dass auf dem Monitor die dem Transducer am nächsten liegende Herzspitze an der Spitze des fächerförmigen Schnittbildes erscheint. Die weiter entfernten Regionen stellen sich auf dem unteren Teil des Bildes dar.

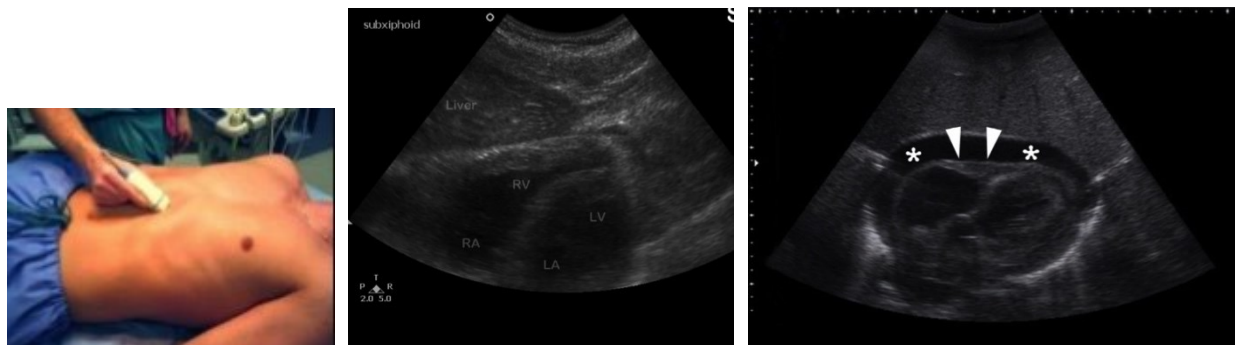


Abb. 31 Untersuchung der substernalen Region: **a** Die richtige Positionierung des Transducers zur Darstellung der Herzspitze, **b** Darstellung der Herzspitze und der Kammern auf dem Ultraschallbild, **c** Ultraschallbild der perikardialen Flüssigkeitsansammlung

Rechter Oberbauch. In liegender Position sammelt sich die freie Bauchflüssigkeit am tiefsten Punkt der Bauchhöhle, dem Recessus hepatorenalis (Morison-Grube, „Morison's pouch“). Bei der Untersuchung wird der Transducer in der rechten mittleren Achsellinie frontal platziert, wobei man darauf achtet, dass die Markierung zum Kopf der untersuchten Person zeige. Aus dieser Sicht kann, wie auf der Abbildung dargestellt, nicht nur der Recessus hepatorenalis sondern auch der Recessus costodiaphragmaticus der Pleurahöhle überblickt werden.

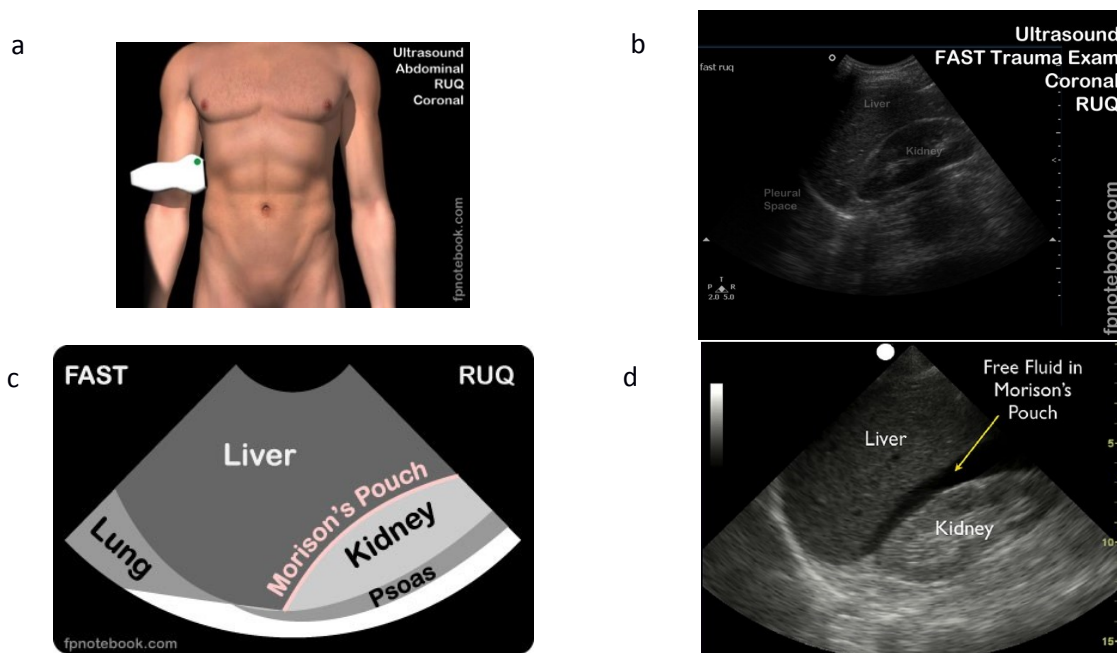


Abb. 32 Untersuchung des rechten Oberbauchs: **a** Die richtige Positionierung des Transducers, **b** Darstellung des Recessus hepatorenalis, **c** Schema der Morison-Grube, **d** freie Bauchflüssigkeit in der Morison-Grube

Befindet sich der Patient in Trendelenburg Lagerung, dann sammelt sich in der Morison-Grube eine größere Menge Flüssigkeit an, und so erleichtert diese Position den Nachweis. Im entgegengesetzten Fall kann mit leichtem Hochlagern des Oberkörpers der Nachweis einer pleuralen Flüssigkeitsansammlung unterstützt werden (Abb. 33).

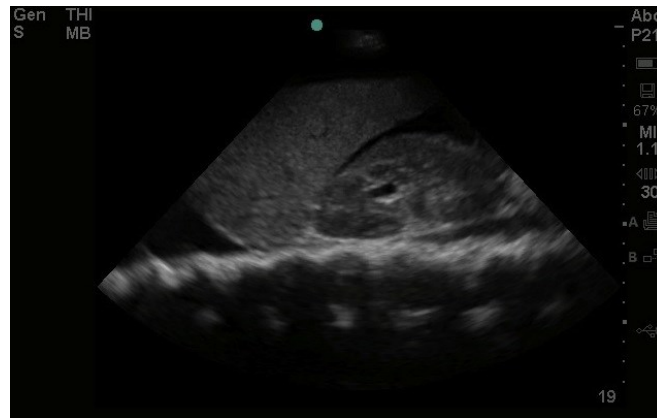


Abb. 33 *Ultraschallbild der pleuralen Flüssigkeitsansammlung*

Linker Oberbauch. Im linken Oberbauch können der perisplenische und der perirenale Raum sowie der linke Recessus costodiaphragmaticus ins Gesichtsfeld gebracht werden. Der Transducer wird ähnlich wie zuvor auf der linken Körperseite platziert.

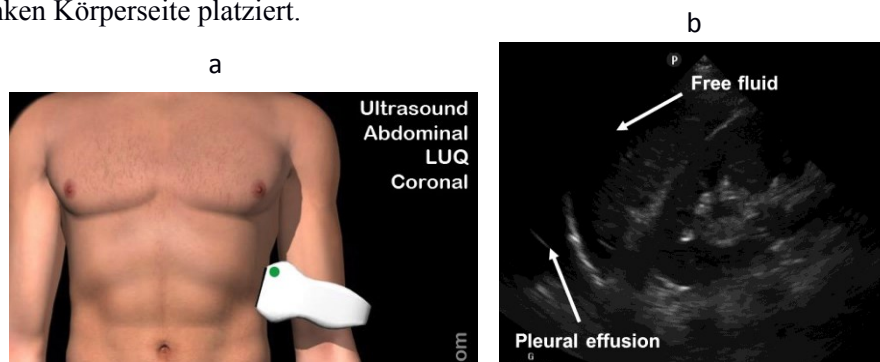


Abb. 34 *Sonographie des linken Oberbauchs: a Die richtige Positionierung des Transducers, b Flüssigkeitsansammlung im linken Recessus costodiaphragmaticus*

Suprapubische Region. Im suprapubischen Schnitt können freie Flüssigkeitsansammlungen in der Tiefe des kleinen Beckens (bei Frauen im Douglas-Raum, bei Männern im Recessus rectovesicalis) nachgewiesen werden. Hier ist neben dem Querschnitt auch ein Sagittalschnitt notwendig, der auch als 5. Schnitt bezeichnet wird.

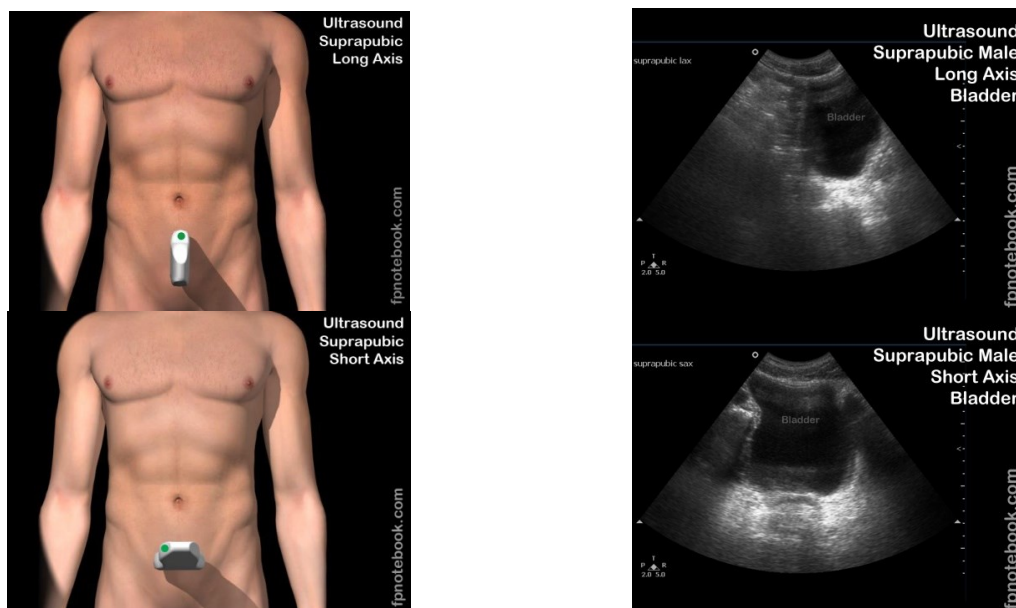


Abb. 35 *Untersuchung der suprapubischen Region: a Longitudinale (sagittale) Positionierung des Transducers, b longitudinales (sagittales) Abtasten von Blase und Prostata, c transversale (horizontale) Positionierung des Transducers, d transversales (horizontales) Abtasten von Blase und Prostata*

Um sich Obiges besser merken zu können, erinnere man sich an die vier „P“:

PERICARDIUM, POUCH, PERISPLENIC, PELVIS.

11. Benutzte Quellen

Die Abb. 9-25 wurden mit ihren Beschriftungen von Dr. Gergely Pölöskei, dem Mitarbeiter der Radiologischen Klinik der Semmelweis Universität erstellt.

Der Abschnitt Notfallsonographie wurde von Dr. Georgina Gáti, der Mitarbeiterin der Radiologischen Klinik der Semmelweis Universität zusammengestellt.

Berthold Bock, Abdominal Ultrasound, 2nd edition, Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 2012.

CX50 Ultrasound System User Manual 4535 613 06532 Rev A, Koninklijke Philips Electronics N.V. September 2008.

12. Empfohlene Literatur

Berthold Bock, Abdominal Ultrasound, 2nd edition, Thieme, Stuttgart, New York, 2012.

Berthold Bock, Color Atlas of Ultrasound Anatomy, 2nd edition, Thieme, Stuttgart, New York, 2004.

Paul L. Allen, Grant M. Baxter and Michael J. Weston (editors), Clinical Ultrasound, 3rd edition, Churchill Livingstone Elsevier, 2011.

P.E.S. Palmer, editor, Manual of Diagnostic Ultrasound, WHO, Geneva, 2011.

Bridgette M. Lunsford and Diane M. Kawamura, Workbook for Diagnostic Medical Sonography - A Guide to Clinical Practice, Abdomen, And Superficial Structures, Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia etc., 2012.