

W. G. Zoller / U. Gresser / N. Zöllner (Hrsg.)

Einführung in die Ultraschall- diagnostik

Kurzgefaßtes Lehrbuch
und Atlas

508 Abbildungen und 75 Tabellen, 1992

KARGER

Basel · München · Paris · London · New York · New Delhi · Bangkok · Singapore · Tokyo · Sydney

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	VII
Autorenverzeichnis	IX
I. Wertigkeit der Sonographie unter den bildgebenden Verfahren	1
II. Grundlagen der Ultraschalldiagnostik	5
1. Physikalische und technische Grundlagen der Ultraschalldiagnostik	6
2. Artefakte	14
3. Nomenklatur und Befundbeschreibung	22
4. Systematische Untersuchung und anatomische Schnittbilder	30
III. Abdomen	41
1. Leber	42
2. Gallenblase und Gallenwege	63
3. Pankreas	78
4. Milz	91
5. Lymphknoten	100
6. Nieren und Nebennieren	111
7. Magen-Darm-Trakt	130
8. Gefäße	141
9. Duplexsonographie abdomineller und retroperitonealer Gefäße	151
10. Harnblase, Prostata und Hoden	162
11. Uterus und Ovarien	175
IV. Pleura, Lunge und Perikard	187
V. Schilddrüse und Epithelkörperchen	197
VI. Weichteile und Gelenke	215
VII. Sonographische Notfalldiagnostik	229
VIII. Ultraschalldiagnostik und Dokumentation in der kassenärztlichen Praxis	243
Sachwortregister	251

II.2. Artefakte

J. R. Bogner

II.2.1. Zusammenfassung

Artefakte sind «Kunstprodukte» am Ultraschallmonitor ohne anatomisches Korrelat. Die Kenntnis von Artefakten schützt vor Fehlinterpretationen. Die Entstehung von Artefakten geht auf Diskrepanzen zwischen idealisierten Annahmen der Bildverarbeitung und wellenmechanischen Gegebenheiten zurück. Durch Reflexionen entstehen beispielsweise Wiederholungsechos hinter luftgefüllten Darmschlingen und Spiegelartefakte als Projektion intrahepatischer Strukturen kranial des Zwerchfells. Die dorsale Schallauslösung basiert auf einer kompletten Reflexion an Grenzflächen hohen Dichteunterschieds. Eine Schallverstärkung tritt hingegen hinter Bezirken ohne Reflexion und Absorption auf, beispielsweise hinter Flüssigkeiten. Bei Zystenrandschatten treten zusätzlich Streuungs- und Beugungsphänomene auf. Nebenkeuleneffekte ziehen Doppelbild- und Bogenartefakte nach sich, während die endliche Dicke von Schallkeulen zu Schichtdickenartefakten an schräg getroffenen Grenzflächen führt. Helle, kometenschweifartige Resonanzartefakte haben ihre Ursache in Eigenschwingungen, die Ultraschallimpulse an bestimmten Strukturen verursachen. Laufzeitartefakte können zur scheinbaren Konturunterbrechung führen. Streuungsphänomene, Beugung und Laufzeitunterschiede werden (üblicherweise unsystematisch) entweder nach der Morphologie oder nach dem Entstehungsmechanismus benannt. Im Fall von dorsalem Schallschatten und dorsaler Schallverstärkung geben Artefakte auch wichtige diagnostische Hinweise auf Konkremente beziehungsweise Zysten.

II.2.2. Allgemeines zu Artefakten: Entstehung und Vermeidung

Die *Fehldeutung* eines Artefakts ist potentiell an der Entstehung einer Fehldiagnose beteiligt. Umgekehrt ist das Nichterkennen einer vorhandenen pathologischen Struktur hinter einem Artefakt denkbar. Neben der Fehlbewertung besteht aber auch die Gelegenheit zur Erlangung zusätzlicher *diagnostischer Information* durch Artefakte, insbesondere zur Zystendiagnostik. Eine Gegenüberstellung der *Einteilungskriterien* ist in Tabelle 1 wiedergegeben. Prinzipiell entstehen Arte-

Tab. 1. Einteilung von Artefakten. Erste Spalte: Übliche Bezeichnung (entweder nach Entstehung oder nach Morphologie). Zweite Spalte: Echogenität. Dritte Spalte: Physikalische Erklärung

Artefakt	Bildschirm	Strahlenmechanik
Wiederholungsechos	echoreich	Reflexion
Spiegelartefakte	echoreich	Reflexion
Schallverstärkung	echoreich	Reflexion
Schallschatten	echofrei	Reflexion
Zystenrandschatten	echofrei	Beugung, Streuung
Rauschen	echoreich	Verstärkung
Doppelbilder	isoechogen	Beugung, Streuung
Resonanzartefakte	sehr echoreich	Resonanzzerzeugung
Nebenkeulenartefakte	mäßig echogen	Schallkeulen
Schichtdickenartefakte	mäßig echogen	Schallkeulen
Laufzeitartefakte	isoechogen	Laufzeit

fakte immer dort, wo idealisierte Annahmen zur Wellenmechanik und elektronischen Bildverarbeitung von den realen Gegebenheiten abweichen.

Wellenmechanische Gesetzmäßigkeiten, die zur *Artefaktentstehung* beitragen, sind Reflexion, Brechung, Streuung und Laufzeitunterschiede. *Verstärkungseinstellung* und Fokussierung können auf die Artefaktentstehung Einfluß nehmen. Eine wichtige Grundregel zur Erkennung und Vermeidung von Artefakten ist es, alle pathologischen Strukturen in *zwei Ebenen* darzustellen. Tritt in einer Ebene eine nicht klar zu diagnostizierende Struktur auf, die in der zweiten Ebene nicht reproduzierbar ist, so ist von vorneherein ein Artefakt wahrscheinlich.

II.2.3. Wiederholungsechos

Wiederholungsechos zeigen sich am Bildschirm als regelmäßige Abfolge von streifenförmigen, sehr hellen Echos, die in gleichbleibend regelmäßigem Abstand von schallkopfnah nach schallkopffern auftreten (Abb. 1). Zwischen diesen einzelnen Streifen befinden sich einheitlich echoarme Bezirke. Insgesamt entsteht das Bild einer «leiterförmigen» oder «treppenförmigen» Struktur. Mit zunehmendem Abstand vom Schallkopf werden die Streifen immer echoärmer.

Die Entstehung von Wiederholungsechos erklärt sich durch *Reflexion* von Ultraschallwellen zwischen zwei Grenzflächen mit hohen Impedanzunterschieden (Abb. 2). Der Abstand zwischen den einzelnen hellen

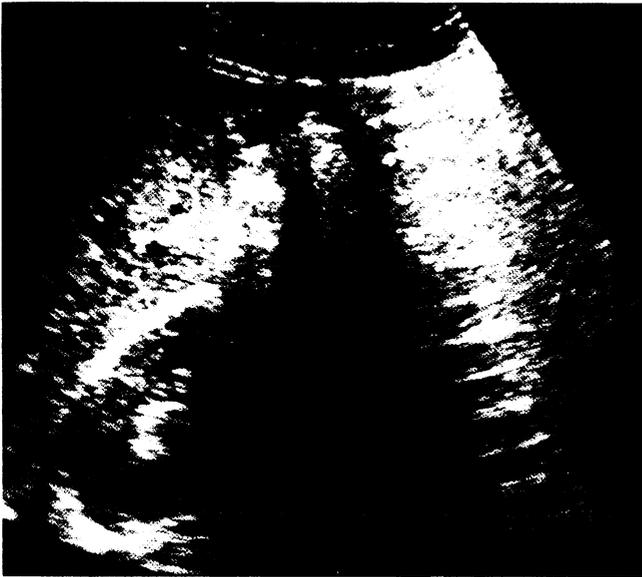


Abb. 1. Flankenschnitt rechts. Dargestellt sind der rechte Leberlappen und der kraniale Pol der rechten Niere. 36 Jahre, weiblich. «Strickleiterartige» Wiederholungsechos in der rechten Bildhälfte.



Abb. 3. Flankenschnitt rechts (linke Bildhälfte) und subkostaler Querschnitt (rechts). Rechter Leberlappen und Zwerchfell. 46 Jahre, weiblich; homogen-echoreiche, direkt der Leberkapsel anliegende, glatt begrenzte (hämangiomtypische) Struktur; jenseits des Zwerchfells spiegelbildliche Abbildung derselben Struktur, etwas echoärmer und vergrößert: Spiegelartefakt.

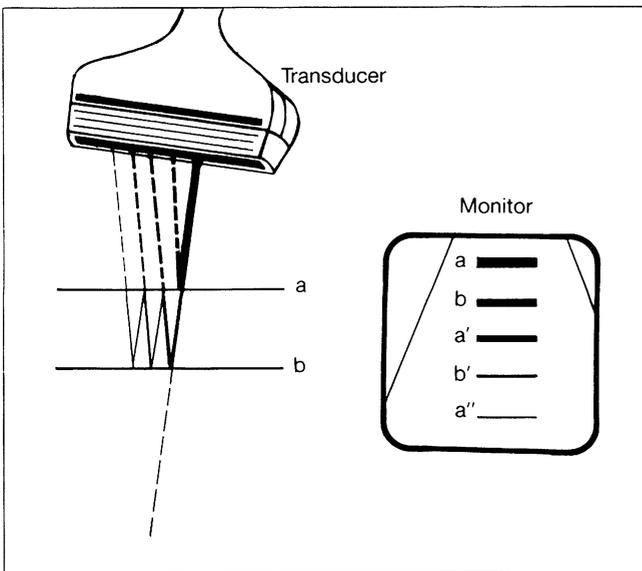


Abb. 2. Wiederholungsechos schematisch: Die Entstehung von Wiederholungsechos erklärt sich durch Reflexion von Ultraschallwellen zwischen zwei Grenzflächen a und b. Der Abstand zwischen den einzelnen hellen Echos entspricht der Laufzeit zwischen den beiden reflektierenden Grenzflächen. Durch Mehrfachreflexion entstehen weitere Echos mit doppelter, dreifacher usw. Laufzeit, die im doppelten, dreifachen usw. Abstand vom Schallkopf abgebildet werden.

Echos entspricht der Laufzeit zwischen den beiden reflektierenden Grenzflächen. Durch *Mehrfachreflexion* entstehen weitere Echos mit doppelter, dreifacher usw. Laufzeit, die im doppelten, dreifachen usw. Abstand vom Schallkopf abgebildet werden.

Wiederholungsechos entstehen beispielsweise bei mangelnder *Ankopplung* des Schallkopfes oder an der

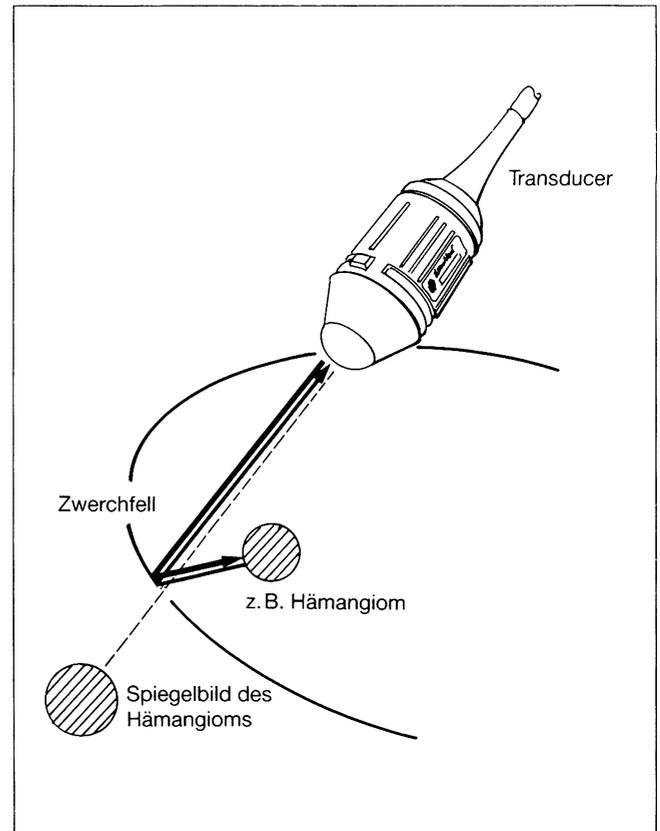


Abb. 4. Spiegelartefakt schematisch: Der am Zwerchfell reflektierte Ultraschallimpuls erreicht die abzubildende Struktur auf einem «Umweg», wird hier nochmals reflektiert und gelangt erst nach erneuter Reflexion am Zwerchfell als Echo zurück zum Transducer.

Grenzfläche zwischen einer Zyste (flüssigkeitsgefüllt) und angrenzendem *Darm* (gasgefüllt).

II.2.4. Spiegelartefakte

Das Spiegelbild eines sonographischen Bildes entspricht in Struktur und Echogenität dem abgebildeten Original (häufig Leberstruktur mit allen zugehörigen Formmerkmalen). Spiegelartefakte sind von geringerer Intensität als das gespiegelte Objekt (Abb. 3). Im Gegensatz zur typischen Organlokalisierung tritt ein Echomuster *an anatomisch «unmöglicher» Stelle* auf, etwa in Form von Leberstruktur kranial des Zwerchfells.

Spiegelartefakte entstehen durch reflexionsbedingte *Veränderung der Schallrichtung* und *doppelte Laufzeit* (Abb. 4). Wenn eine stark reflektierende Grenzschicht (Zwerchfell) bogenförmig verläuft, kann durch den sogenannten *Hohlspiegeleffekt* sogar eine Vergrößerung vorgetäuscht werden. Der am Zwerchfell reflektierte Ultraschallimpuls erreicht die abzubildende Struktur auf einem «Umweg», wird hier nochmals reflektiert, und gelangt erst nach erneuter Reflexion am Zwerchfell als Echo zurück zum Transducer. Die dadurch entstehende doppelte Laufzeit täuscht eine *schallkopffernere Abbildung* des Spiegelbildes vor. Die impulsverarbeitende Elektronik geht von einer geradlinigen Schallausbreitung aus und projiziert das entstehende Spiegelbild in Richtung des ursprünglichen Schallstrahls: Das imaginäre Bild kommt jenseits der spiegelnden Grenzfläche zu liegen.



Abb. 5. Flankenschnitt rechts mit Darstellung von rechtem Leberlappen und Gallenblase. 57 Jahre, männlich. Homogen-echoreicher Bezirk dorsal der Gallenblase: dorsale Schallverstärkung. Zusätzlich in Fortsetzung der tangential getroffenen kranialen Gallenblasenwand ein keilförmig-echoarmer Bezirk: Zystenrandschatten.

Spiegelartefakte treten am häufigsten bei parenchymösen Organen zwerchfellnahe im *Subkostalschnitt* auf (Leber, Milz). Bei der Frage nach echodichtem Material im Pleuraspalt (organisiertes Hämatom) ist die Kenntnis des Spiegelartefakts erforderlich. Erkennt man Leberinnenstruktur kranial des Diaphragmas, so liegt ein solches Artefakt vor.

II.2.5. Dorsale Schallverstärkung

Hinter echoarmen oder echofreien Strukturen bildet sich häufig ein *bandförmiger Bezirk* größerer Echodichte ab. Dies ist das typische morphologische Merkmal einer dorsalen (distalen) Schallverstärkung (Abb. 5). In Flüssigkeiten und Geweben geringer Dichte findet keine oder nur eine unwesentliche Schallreflexion statt. Die von der bildverarbeitenden Elektronik regelhaft durchgeführte *Verstärkung* führt deshalb schallkopfferner zu einer helleren Abbildung des Gewebes hinter einer *echofreien Struktur*. Diese Art der Schallverstärkung kann als *diagnostisches Kriterium* bei der Beurteilung von flüssigkeitsreichen oder zystischen Strukturen herangezogen werden. Zu beachten ist, daß die dorsale Schallverstärkung prinzipiell nicht nur hinter Flüssigkeiten, sondern auch hinter sehr echoarmem, zellhaltigem Material auftreten kann (z. B. bei zentraler Einschmelzung). Generell gilt, daß für die *Zystendiagnostik* eine dorsale Schallverstärkung gefordert wird.

Umgekehrt darf die relativ stärkere Echodichte nicht mit einer Strukturverdichtung verwechselt werden. Ne-



Abb. 6. Subkostaler Querschnitt: rechter Leberlappen und Gallenblase. 60 Jahre, weiblich, Diabetes mellitus. Strukturverdichtete Leber, großes Gallenblasenkongrement. Dorsale Schallauslöschung hinter dem Kongrement. Links daneben zusätzlich dorsale Schallverstärkung hinter der Gallenblase.

ben klassischen Zysten können auch Abszesse, Lymphome und Metastasen mit zentraler Einschmelzung eine dorsale Schallverstärkung aufweisen.

II.2.6. Dorsale Schallauslöschung

Am Monitor zeigt sich hinter einem sehr hellen Echo ein bandförmiger *echofreier Bereich* (Abb. 6, 7).

Die physikalische Voraussetzung hierfür ist, daß aufgrund des hohen Dichteunterschiedes an einer akustischen Grenzfläche sämtliche Ultraschallimpulse reflektiert werden. Solche hohen Impedanzunterschiede entstehen etwa an einer Grenzfläche Gewebe/Konkrement, Luft/Darmwand und Muskel/Knochen. Durch die *absolute Reflexion aller Impulse* an dieser Grenzfläche besteht für die Darstellung der distal gelegenen Strukturen keine Möglichkeit mehr.

Das Phänomen der dorsalen Schallauslöschung kann einerseits als *hilfreich*, andererseits als *störend* imponieren. Tritt es an Rippen oder an gasgefüllten Darmschlingen auf, so wird die Darstellung der dahinterliegenden Strukturen behindert. Andererseits kann die dorsale Schallauslöschung zur Identifizierung von *Verkalkungen*, *Konkrementen* und *Gas* benützt werden. Zu beachten ist, daß über längere Strecken tangential getroffene Bindegewebs- und Narbenanteile ebenfalls zu einem Schallschatten führen können (z. B. Bindegewebsanteile in der Leberpforte, Lig. teres hepatis). Die Schnittebenen, in welchen dorsale Schallauslöschung eine vollständige Untersuchung verhindert, müssen durch parallele und senkrechte Ebenen ergänzt werden. Hierzu



Abb. 7. Flankenschnitt rechts: rechter Leberlappen. 57 Jahre, männlich. Leberparenchymschaden: Verkalkung in der Leber mit dorsaler Schallauslöschung.

S. Erratum!

kann der Gefahr entgangen werden, schallkopffern der schallauslöschenden Struktur einen pathologischen Befund zu übersehen.

II.2.7. Zystenrandschatten

Am Bildschirm entstehen in der Fortsetzung einer tangential getroffenen Zystenwand schmale, echoarme oder echofreie «Ränder». Diese können eine in *spitzem Winkel divergierende* Form annehmen (Abb. 5, 8).

Physikalisch entstehen Zystenrandschatten vorwiegend durch *Streuung und Brechung* an der Zystenwand. Andererseits spielen aber auch Schallabschwächung und -auslöschung beim Durchlaufen der bindegewebsreichen Wand eine Rolle. Dies trifft mehr auf zystische Organe (Gallenblase) als auch dysontogenetische Zysten zu. Eine Brechung der Schallwellen führt zur Ablenkung des Schallstrahls aus der ursprünglichen Richtung. Hierdurch wird die divergierende Erscheinung des Zystenrandschattens erklärt. Durch Streuung und Schallabschwächung ist die relativ verminderte Echodichte zu erklären. Der hierdurch entstehende *Schallschatten* darf nicht zu Verwechslung mit wandständigen Konkrementen Anlaß geben. Die Darstellung eines Zystenrandschattens ist ebenso wie die dorsale Schallverstärkung ein wichtiges diagnostisches Kriterium für die *Erkennung von Zysten*. Unsicherheiten können im Bereich des Gallenblasenfundus auftreten, wo dorsale Schallverstärkung und Zystenrandschatten ein *Konkrement vortäuschen* können (Abb. 8).

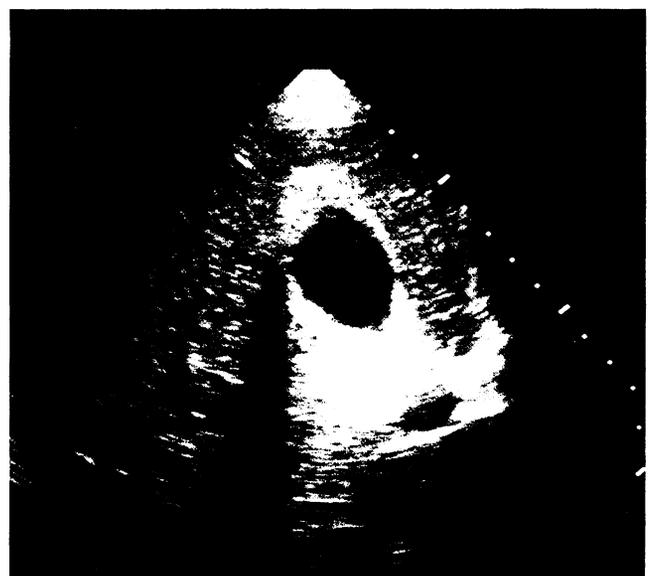


Abb. 8. Subkostaler Querschnitt: rechter Leberlappen und Gallenblase. 45 Jahre, männlich. Schallauslöschung hinter der tangential getroffenen Gallenblasenwand: Zystenrandschatten.

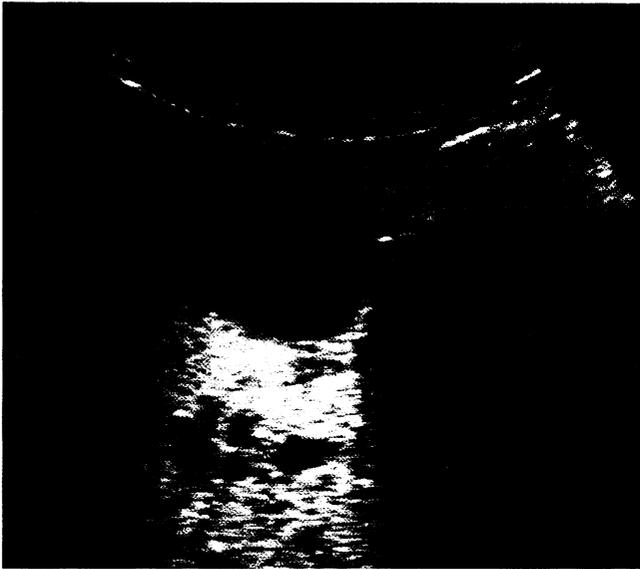


Abb. 9. Subkostaler Querschnitt. Rechter Leberlappen und Gallenblase nüchtern. 63 Jahre, männlich. Schallkopfnahes Rauschen.

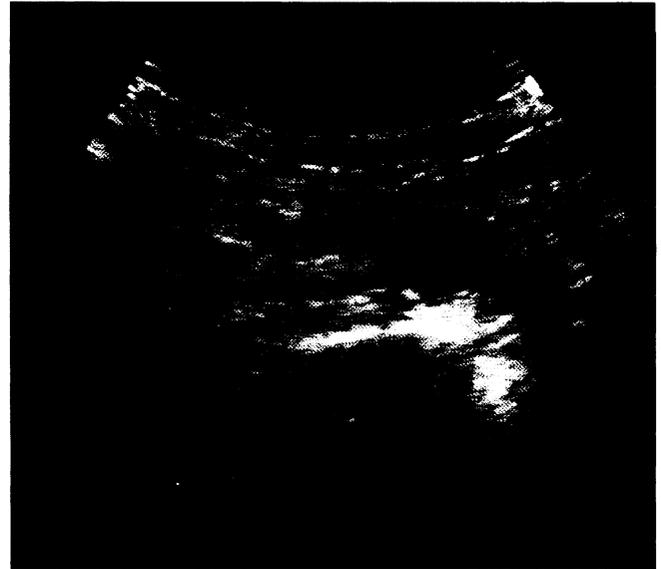


Abb. 10. Mittelbauch-Querschnitt. Aorta quer und Wirbelsäule. 35 Jahre, männlich. Das helle Echo der Wirbelsäule zeigt im linken Bildabschnitt nach ventral eine leicht konvexe Form und entspricht einer Totalreflexion an der vorderen Wirbelkante. Im rechten Teil des Bildes, dorsal der Aorta, wiederholt sich die Konvexität, welche mit der Aorta über eine dorsale Schallverstärkung scheinbar verbunden ist und etwas weiter ventral zu liegen kommt: Doppelbildartefakt.

II.2.8. Rauschen

Beim Phänomen des Rauschens (auch «*schallkopfnahes Rauschen*») tritt eine Wolke feiner, gleichmäßig über das Bild verteilter, heller Echos auf. Dieses Artefakt ist besonders bei *oberflächennahe* gelegenen, echoarmen oder echofreien Strukturen zu beobachten (Gallenblase, Harnblase, Abb. 9).

Physikalisch erklärt sich das schallkopfnahes Rauschen durch eine *Verstärkung* der schallkopfnahen Abbildungsschichten. Durch Verringerung der Verstärkungsleistung oder Veränderung der Fokussierung hin zu tieferen Gewebsschichten kann das Rauschen verhindert oder abgeschwächt werden.

Für die Beurteilung der schallkopfnahen Binnenstruktur und Zystenwand kann das Rauschen hinderlich sein. In diesem Fall muß durch eine Veränderung der *Geräteeinstellung* Abhilfe geschaffen werden (Abb. 9).

II.2.9. Doppelbilder

Wenn am Bildschirm zwei identische Echomuster nahe nebeneinander auftauchen, kann es sich um ein Doppelbild-Artefakt handeln (Abb. 10).

Ultraschallwellen unterliegen den Gesetzen von *Beugung* und *Brechung*. Anatomische Strukturen können als *akustische Linsen* zu Doppelbildartefakten führen, wenn beispielsweise eine bikonvexe, ovale oder runde Struktur zur Beugung der durchlaufenden Ultraschallwellen führt. Als akustische Linse wirkt – neben Zysten

– auch der *Musculus rectus abdominis*. Die weiter distal reflektierten Anteile solcher gebrochener Wellen werden vom Transducer aufgenommen, als kämen sie geradlinig und ohne Laufzeitunterschied auf diesen zurück. Es resultiert eine Doppeldarstellung zweier horizontal nebeneinanderliegender identischer Strukturen. In der praktischen Ultraschalldiagnostik spielt diese Art von Artefakt eine untergeordnete Rolle.

II.2.10. Resonanzartefakte

Relativ häufig imponieren am Bildschirm sehr *helle Lichtstreifen*, die in Schallausbreitungsrichtung verlaufen und eine Darstellung anatomischer Strukturen in diesem Bereich ebenso verhindern, wie dies bei Schallschatten der Fall ist (Abb. 11 und 12). Diese Erscheinungen werden nach dem Entstehungsmechanismus unter dem Begriff Resonanzartefakte zusammengefaßt. In der Literatur sind auch Bezeichnungen wie *Kometenschweifartefakt* und *Ring-down-Artefakt* gebräuchlich. Die wellenmechanische Ursache liegt in der Entstehung von Resonanzschwingungen. Die Energie eines Ultraschallimpulses wird nicht mittels Reflexion in ein Echo verwandelt, sondern von einer geeigneten Struktur (kleine *Luftbläschen*, metalldichte Fremdkörper, Zwerchfellanteile) aufgenommen. Dies führt zu einer Eigenschwingung der getroffenen Struktur, wodurch

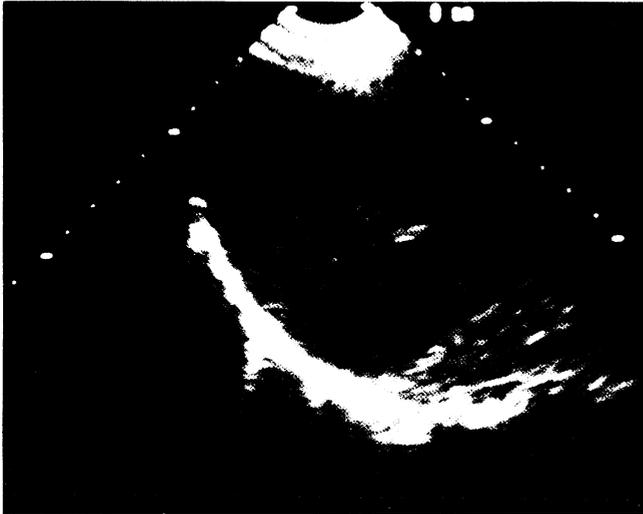


Abb. 11. Flankenschnitt. Rechter Leberlappen und Zwerchfell. 50 Jahre, männlich. Strukturverdichtete Leber. Vom Diaphragma ausgehend zwei hell leuchtende Echostreifen: Resonanzartefakte in der Form eines Kometenschweifs.



Abb. 12. Unterbauch-Längsschnitt. 72 Jahre, weiblich. Kometenschweifartefakt, am Darm entstehend (linke Bildhälfte), bei geringer Verstärkung in derselben Ebene Verhinderung des Resonanzartefakts. Jetzt ist die Diagnose eines Aszites (A) direkt neben der Harnblase (H) möglich.

der ursprüngliche Impuls sogar verstärkt werden kann. Die Ausbreitung dieser Echos erfolgt unter anderem in Richtung auf den Transducer. Die hierdurch und durch Reflexion an der nächsten Grenzfläche zum Transducer zurückgelangenden Echos sind dementsprechend heller als die der umliegenden anatomischen Strukturen.

Resonanzartefakte werden am häufigsten am Zwerchfell (Abb. 11) und hinter Darmschlingen (Abb. 12) beobachtet. Zusammen mit der Schallauslöschung an gasgefülltem Darm können sie zu einer

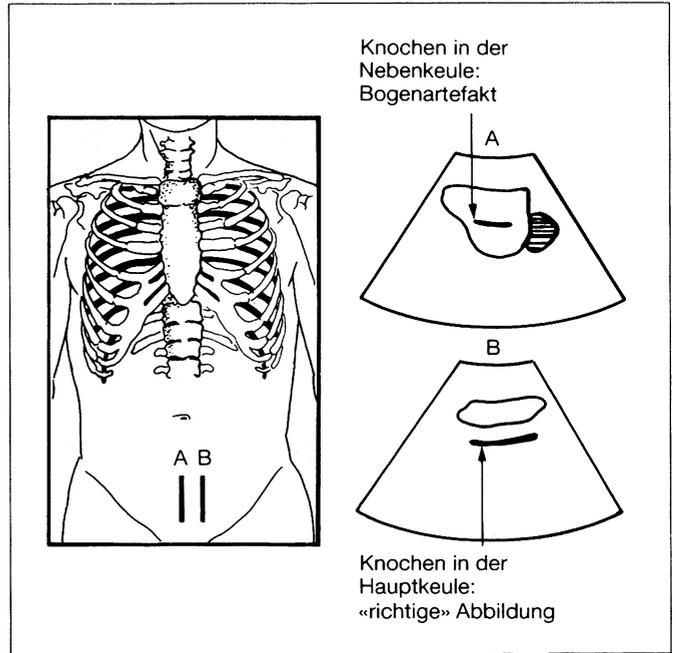


Abb. 13. Schallkeulenartefakte schematisch: Liegt neben der in der Hauptkeule dargestellten Harnblase ein sehr starker Reflektor (hier z. B. Beckenknochen), so kann die in der Nebenkeule erfaßte, reflektierte Energie ausreichend sein, um die zugehörige (meist bogenförmige) Kontur in die aktuelle Hauptkeule der untersuchten Ebene zu projizieren.

erheblichen Minderung der Beurteilbarkeit bei der abdominalen Sonographie führen. Abbildung 12 veranschaulicht, daß auch dieses Artefakt von der Verstärkungsleistung abhängig ist.

Im Falle von metallischen Fremdkörpern können Reflexionsartefakte die diagnostische Sicherheit erhöhen: Typischerweise läßt sich ein *Intrauterinpressar* aufgrund des beschriebenen Effekts sicher diagnostizieren (Abbildung 11, Kapitel 12). *кер III, 11 Abb. 12*

II.2.11. Bogenartefakte

Auch dieses Artefakt ist entsprechend der morphologischen Erscheinungsform benannt. Am Bildschirm tritt eine, *bogenförmige Linie* auf, meist in echofreien, zystischen Strukturen, aber auch im echoärmeren Parenchym.

Zu erklären ist das Bogenartefakt durch die räumliche Ausdehnung von Ultraschallimpulsen in Form von *Schallkeulen* (Abb. 13 und Abb. 3 in Kapitel II.1.). Die Ausbreitung erfolgt üblicherweise in einem interferenzreichen Schallfeld, bestehend aus Hauptkeulen und *Nebenkeulen*, so daß ein zwar gedämpftes, aber doch bildgebendes Echo aus einer Nebenkeule in die Abbildung der benachbarten Hauptkeule projiziert werden kann (Abb. 13, 14). Liegt beispielsweise neben der in der

Hauptkeule befindlichen Leberstruktur ein sehr starker Reflektor in Form einer luftgefüllten Darmschlinge oder eines Konkrements, so kann die in der Nebenkeule erfaßte reflektierte Energie ausreichend sein, um die zugehörige (meist bogenförmige) Kontur in die aktuelle Hauptkeule der untersuchten Ebene zu projizieren.

Bogenartefakte können besonders dem Unerfahrenen nicht vorhandene anatomische *Strukturen vortäuschen* und sind insbesondere bei der Zystendiagnostik nicht selten mit vermeintlichen Binnenechos zu verwechseln (Abb. 14). Entsprechend des Entstehungsmechanismus verschwindet ein Bogenartefakt bei einer *Parallelverschiebung der Schnittebene*. Im Gegensatz zu tatsächlich vorhandenen Binnenstrukturen eines zystischen Organs verschwinden Bogenartefakte bei Umlagerung und geänderter Schallrichtung: Während Gallenblasenschlick in allen Ebenen auftritt, ist ein Bogenartefakt nur in einer Ebene darzustellen.

II.2.12. Schichtdickenartefakte

Man versteht unter Schichtdickenartefakten *feine, linear angeordnete Reflexstreifen*, die meist an Grenzflächen hoher akustischer Impedanz (etwa Übergang Flüssigkeit/Bindegewebe) auftreten (Abb. 15). Wie beim Bogenartefakt besteht die Erklärung des Schichtdickenartefakts in der räumlichen Ausdehnung von Schallwellen in Schallkeulen. Durch die Breite der Hauptkeule entsteht eine *limitierte räumliche Auflösung*. Es kann der Fall eintreten, daß sich innerhalb einer Schallkeule

lendecke sowohl Anteile des Zystenlumens, wie auch Anteile der stark reflektierenden Zystenwand befinden. Transducer und informationsverarbeitende Elektronik bilden alle Echos, die innerhalb einer Schallkeulen-Schicht registriert werden, mit einem *Mittelwert* ab. Zystenwandnah stellen sich Echos dar, die aus der Wand



Abb. 15. Flankenschnitt links: Aszites, Zwerchfell und Milz. 47 Jahre weiblich. Scheinbare Verdickung des Diaphragmas, durch Schichtdickenartefakt hervorgerufen.

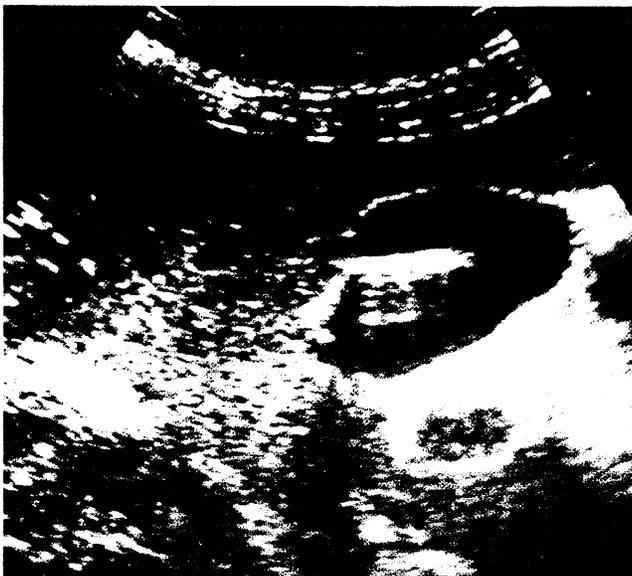


Abb. 14. Flankenschnitt rechts: Rechter Leberlappen und Gallenblase. 52 Jahre, männlich. Helles Echo in der Gallenblase: Bogenartefakte als Nebenkeuleneffekt durch eine Darmschlinge in der Nachbarschaft hervorgerufen.

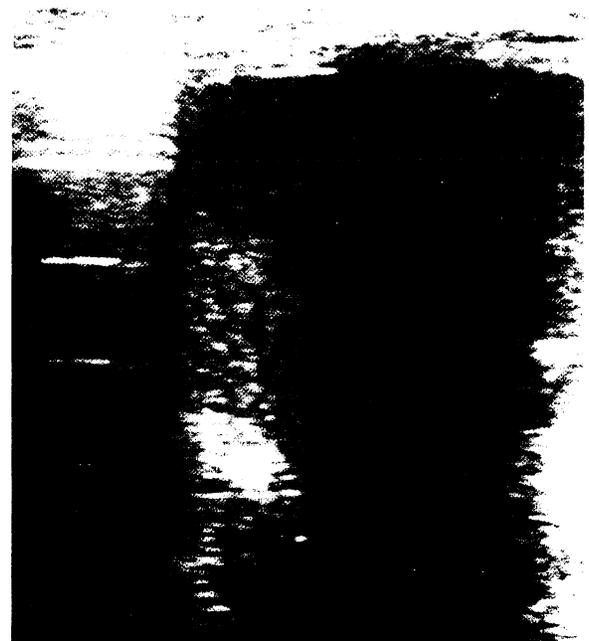


Abb. 16. Längsschnitt medial der Medioklavikularlinie: Teile des rechten Leberlappens und des Diaphragmas. 27 Jahre, männlich. Im linken Bildabschnitt Wiederholungsartefakte durch lufthaltige Lungenanteile. Im rechten Bildteil angedeutete Konturunterbrechung der ventralen Leberkontur durch ein Laufzeitartefakt. Die kürzere Laufzeit durch Knorpelgewebe bedingt eine scheinbare Konturvorböschung nach ventral.

oder dem benachbarten Organ stammen. Dadurch entsteht eine scheinbare Binnenstruktur, die z. B. bei der Gallenblase mit Schlick verwechselt werden kann.

II.2.13. Laufzeitartefakte

Eine Vorwölbung der Organstruktur kann durch Laufzeitunterschiede vorgetäuscht werden. Die kürzere Laufzeit der Ultraschallimpulse durch den schneller leitenden Rippenknorpel führt dazu, daß alle distal gelegenen Bildabschnitte schallkopfnäher abgebildet werden (Abb. 16). Umgekehrt können Zwerchfellkonturen hinter Zysten verbreitert erscheinen, da ein Teil der Schallenergie in gleicher Zeit einen weiteren Weg zurücklegt. Die Summe aus mittelwertig geleiteten und beschleunigt geleiteten Impulsen führt zur verbreiterten Darstellung in «richtiger» und scheinbar verlängerter Linie. Die Kenntnis des Phänomens ist ausreichend zur Vermeidung einer Fehlinterpretation.

Literatur

- 1 Bönhof JA, Kremer H, Bönhof B, Stapff M, Zöllner N: Bedeutung der Schallkeulendicke in der Real-time Sonographie. CT-Sonographie 1983;3:38–41.
- 2 Goldstein A, Madrazo BL: Slice-thickness artifacts in grayscale ultrasound. J Clin Ultrasound 1981;9:365–379.
- 3 Kremer H, Dobrinski W: Artefakte. in Kremer H, Dobrinski W (eds): Sonographische Diagnostik. Innere Medizin und angrenzende Gebiete. München, Urban & Schwarzenberg, 3. Auflage 1988, pp 27–36.
- 4 Stapff M: Artefakte. Bildgebung/Imaging 1989; 56, Suppl 2: 80–84.
- 5 Richmann TS, Taylor KJW, Kremkau FW: Propagation speed artifact in a fatty tumor (Myolipoma). Significance for tissue differential diagnosis. J Ultrasound Med 1983;5:70–73.