**Aus der Medizinischen Klinik-Innenstadt der Ludwig-Maximilians-Universität München**
**Komm. Direktor: Prof. Dr. D. Schlöndorff**

# Klinischer Stellenwert der Abdominellen Sonographie
## Eine prospektive konsekutive Studie an 1500 Patienten

**Dissertation**
**zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin**
**an der Medizinischen Fakultät der**
**Ludwig-Maximilians-Universität zu München**

**vorgelegt von**
**Andrea Hütt**
**aus Besigheim/Neckar**
**2002**

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der

Universität München

| | |
|---|---|
| Berichterstatter: | Prof. Dr.W. Heldwein |
| Mitberichterstatter: | Prof. Dr. R. Heinrich |
| Mitbetreuung durch den habilitierten Mitarbeiter: | Priv. -Doz. Dr. A. König |
| Dekan: | Prof. Dr. med. Dr. h.c.K. Peter |
| Tag der mündlichen Prüfung: | 24.10.2002 |

Meiner Mutter gewidmet

**1 EINFÜHRUNG 6**

**1.1 Entwicklung der Sonographie 6**

**1.2 Physikalische Grundlagen 7**
1.2.1 Axiale Auflösung 9
1.2.2 Laterale Auflösung 9

**1.3 Technische Umsetzung 9**

**2 QUALITÄTSSICHERUNG IN DER ABDOMINELLEN SONOGRAPHIE 10**

**2.1 Ziel der Studie 10**

**2.2 Fragestellung 11**

**3 PATIENTEN UND METHODIK 12**

**3.1 Patientenrekrutierung 12**
3.1.1 Einschlußkriterien der Patienten 12
3.1.2 Ausschlußkriterien der Patienten 12
3.1.3 Beschreibung des Patientenguts 12
3.1.4 Geschlechtsverteilung 12
3.1.5 Altersverteilung 13
3.1.6 Aufnahmeart 13

**3.2 Methodik 14**
3.2.1 Erhebungsbogen 14
3.2.2 Vorbereitung der Patienten 14
3.2.3 Dokumentierte Parameter 17
3.2.4 Follow-up 18
3.2.5 Apparativ-technische Ausrüstung 18
3.2.6 Statistische Auswertung 19

**4 ERGEBNISSE 21**

**4.1 Auswertung des Erhebungsbogen 21**
4.1.1 Vorbefunde 21
4.1.2 Indikation der Untersuchung 21
4.1.3 Sonographische Befunde in Abhängigkeit der Fragestellung 22
4.1.4 Erfahrung des Untersuchers 24
4.1.5 Schallbeeinträchtigende Faktoren 25
4.1.6 Sonographische Darstellbarkeit verschiedener Organe 26
4.1.7 Dauer der sonographischen Untersuchung 27

**4.2 Auswertung der sonographischen Befunde am Pankreas 29**
4.2.1 Sonographische Darstellbarkeit des Pankreas 29
4.2.2 Konsens der sonographischen Diagnosen am Pankreas 33
4.2.3 Diskordanz zum auswärtigen Befund 36
4.2.4 Dissens der sonographischen Diagnosen des Pankreas 38

**4.3 Auswertung der sonographischen Befunde an der Leber 40**
4.3.1 Sonographische Darstellbarkeit der Leber 40
4.3.2 Konsens der sonographischen Diagnosen der Leber 42
4.3.3 Statistische Auswertung umschriebener Lebererkrankungen 48
4.3.4 Diskordanz zum auswärtigen Befund: 49
4.3.5 Dissens der sonographischen Diagnosen an der Leber 50

**4.4 Auswertung sonographischer Befunde an der Gallenblase 53**
4.4.1 Sonographische Darstellbarkeit der Gallenblase 53
4.4.2 Konsens der sonographischen Diagnosen an der Gallenblase 54
4.4.3 Diskordanz zum auswärtigen Befund 56
4.4.4 Dissens der sonographischen Diagnosen an der Gallenblase 57

**4.5 Auswertung der sonographischen Befunde an den Gallenwegen 59**
4.5.1 Sonographische Darstellbarkeit der Gallenwege 59
4.5.2 Konsens der sonographischen Diagnosen an den Gallenwegen 59
4.5.3 Dissens der sonographischen Diagnosen an den Gallenwegen 62
4.5.4 Diskordanz zum auswärtigen Befund 62

**4.6 Auswertung der sonographischen Befunde an der Milz 63**
4.6.1 Sonographische Darstellbarkeit der Milz 63
4.6.2 Konsens der sonographischen Befunde an der Milz 64
4.6.3 Dissens der sonographischen Befunde an der Milz 68
4.6.4 Diskordanz zum auswärtigen Befund 68

**4.7 Auswertung der Sonographie des Gastrointestinaltraktes 69**
4.7.1 Sonographische Darstellbarkeit des Gastrointestinaltraktes 69
4.7.2 Konsens der sonographischen Diagnosen am Gastrointestinaltrakt 72
4.7.3 Dissens der sonographischen Diagnosen am Darmtrakt 81
4.7.4 Diskordanz zum auswärtigen Befund 82

**5 DISKUSSION 83**

**5.1 Qualitätssicherung in der Sonographie 83**

**5.2 Indikation und Effizienz der sonographischen Untersuchung 85**
5.2.1 Dauer der Untersuchung 85
5.2.2 Befundhäufigkeit insgesamt 85
5.2.3 Befundhäufigkeit in Abhängigkeit zur Fragestellung 86
5.2.4 Sinn und Kosten einer Screeninguntersuchung 86

**5.3 Pankreas 88**

**5.4 Leber 93**

**5.5 Gallenblase 97**

**5.6 Gallenwege 98**

**5.7 Milz 100**

**5.8 Gastrointestinaltrakt 102**

**6 ZUSAMMENFASSUNG 108**

**7 LITERATURVERZEICHNIS 111**

**8 ABKÜRZUNGEN 122**

**9 DANKSAGUNG 123**

**10 LEBENSLAUF 124**

# 1 Einführung

## 1.1 Entwicklung der Sonographie

Bereits 1880 wurde von dem Ehepaar Curie bei polar gebauten Kristallen der piezoelektrische Effekt nachgewiesen. Durch Anlegen geeigneter Wechselspannung gelang es Ultraschallwellen zu erzeugen, weiterzuleiten und wieder empfangen zu können.
Seit den fünfziger Jahren wird in der Medizin ein Bildgebungsverfahren eingesetzt und weiterentwickelt, welches auf der Wechselwirkung von Schallwellen mit dem Körpergewebe beruht: die Sonographie.
Zunächst wurde das sogenannte Amplituden-Bildverfahren (A-Mode) angewandt: je stärker der Reflex, desto höher dei Amplitude. Es ist dem „Echolot“ vergleichbar, das seit Anfang des letzten Jahrhunderts zur Bestimmung der Meerestiefe, der Fahrwassertiefe von Booten oder zur Ortung von Unterseebooten im Meer eingesetzt wurde. A-Bild-Geräte wurden in erster Linie in der Vorfelddiagnostik von intracraniellen Tumoren oder Blutungen (Verschiebung der Medianlinie) eingesetzt.
Eine zweidimensionale Darstellung der echogebenden Grenzflächen wurde durch das langsame B-Bildverfahren (B-Mode, B=Brightness=Helligkeit) ermöglicht: je stärker die Echointensität , desto heller die Abbildung auf dem Bildschirm.
Durch Bewegung des Schallkopfes auf der Körperoberfläche des Patienten wurde ein stehendes Ultraschallbild (Compound-Contact-Verfahren) erzeugt.
Als nächster Schritt wurde 1965 der B-Scan, als Real-Time-Verfahren (Echtzeitverfahren) entwickelt. Der große Vorteil liegt im schnellen Bildaufbau. Erstmals gelang es in der Sonographie, durch Erstellung von mehr als 18 Bildern pro Sekunde den Eindruck bewegter Bilder zu vermitteln und damit atem- und pulssynchrone Bewegungen von Körpergewebe nahezu zeitgetreu dem Untersucher darzubieten. Die Entdeckung der dynamischen Untersuchung in Echtzeit revolutionierte die Ultraschalldiagnostik.
Durch Einsatz speziell entwickelter Chips und Bildprozessoren, (verarbeiten pro Sekunde mehrere Gigabyte) übertrifft die in der Sonographie eingesetzte Technik inzwischen die anderer bildgebender Verfahren.
In der Echokardiographie kommt neben dem zweidimensionalen Real-Time-Verfahren das Time-Motion-Bild (TM-Bild oder M-Mode) zur Diagnostik von Herzklappenerkrankungen und Störung der Herzmuskelkontraktibilität zur Anwendung. Ein unbewegter Ultraschallstrahl registriert die Echos von sich bewegenden Oberflächen und stellt diese Bewegung als Kurvenverlauf im TM-Bild dar.
Durch heutige digitale Bildverarbeitungsprozeduren, wie Rauschunterdrückung oder Konturanhebung konnte die Abbildungsqualität der Ultraschallbilder in den letzten Jahren entscheidend verbessert werden. Die Weiterentwicklung der Schallköpfe hat zu einer höheren geometrischen Auflösung geführt, die in Verbindung mit einer großen Anzahl von Graustufen die Darstellung feiner Gewebestrukturen ermöglicht (54, 157).
Zur Untersuchung der Blutströmung in Gefäßen dient die Dopplersonographie.
Der dabei ausgenutzte Dopplereffekt beruht auf der Frequenzverschiebung des Ultraschallechos der Blutströmung gegenüber der Sendefrequenz. Die Differenz der Dopplerfrequenz hängt mit der Strömungsgeschwindigkeit zusammen. Bei der Duplexsonographie wird gleichzeitig das Realtime-B-Bild und das Dopplerfrequenzspektrum des beschallten Gefäßabschnittes dargestellt. Durch diese technische

Entwicklung können heute auch tiefer gelegene Gefäße in der abdominellen und angiologischen Ultraschalldiagnostik dargestellt werden. Seit der Entwicklung der Farbdopplersonographie 1982 wurden Sensitivität, räumliche und zeitliche Auflösung der richtungscodierten Blutflußdarstellung in Echtzeit ständig verbessert. Damit gelingt z.B. die rasche Unterscheidung zwischen der V. portae oder der A. hepatica und dem Ductus hepatocholedochus.
Bei der Powerdopplersonographie wird auf die Richtungscodierung verzichtet, um dafür kleinere Gefäße mit geringerem Blutfluß besser darstellen zu können. Damit sind typische Gefäßverläufe in Tumoren sensitiver darstellbar (11,100).
Eine weitere Steigerung der Sensitivität z.B. bei der Darstellung kleiner okkulter Metastasen wurde durch die intravenöse Anwendung von Echokontrastmitteln erreicht.
Durch das Panoramabildverfahren sind Körperregionen bis zu 60 cm Länge darstellbar, somit können ausgedehnte Befunde besser demonstriert werden (71).
Als neuere Entwicklung kommt auch die dreidimensionale Sonographie zur Anwendung. Bei der 3D-Sonographie kann durch entsprechende Software neben der üblichen Darstellung in zwei Schnittebenen eine dritte Ebene abgebildet werden. Die räumliche Darstellung der Organstrukturen und die Volumenbestimmung von Tumoren gelingt somit leichter als bei der konventionellen Methode (39).
Ob es künftig möglich wird, aus Helligkeits-und Mustermessungen durch den parametrischen Ultraschall nichtinvasiv Gewebeveränderungen zu klassifizieren und somit die Biopsiefrequenz zu senken, wird sich in der Praxis erst erweisen müssen (8, 158).
Sowohl in der Klinik als auch in der Praxis der niedergelassenen Kollegen ist die abdominelle Sonographie zu einem wesentlichen Bestandteil der Basisuntersuchung von internistischen und chirurgischen Patienten geworden und das mit Abstand am häufigsten eingesetzte bildgebende Verfahren (69).

## 1.2 Physikalische Grundlagen

Die Kenntnis der Grundlagen der Sonographie ist für das Verständnis der Möglichkeiten, Grenzen und Indikationsstellung erforderlich. Ich möchte daher kurz auf die physikalischen Grundlagen eingehen.
Ultraschall bezeichnet Schall mit einer Frequenz von über 20 kHz, d.h. oberhalb der menschlichen Hörgrenze. Die Diagnostik mittels Ultraschall beruht auf dem Reflexionsverhalten von Ultraschallimpulsen im Bereich von 1-10 MHz und höher.
Die Schallwellen breiten sich im Gewebe in Form von Longitudinalwellen aus. Das Echo ist durch Laufzeit und Echointensität charakterisiert. Die Laufzeit t steht nach der Formel $2s = v \cdot t$ in Zusammenhang mit der Entfernung s zwischen Schallquelle und der reflektierenden Grenzfläche und der Schallausbreitungsgeschwindigkeit v.
Die Echointensität I ist abhängig vom Härteunterschied zwischen schalleitendem und reflektierendem Medium. Als Maß für die Härte eines Mediums dient die Impedanz Z (=akustische Widerstand), sie ist abhängig von der Dichte $\rho$ eines Stoffes und der Schallgeschwindigkeit v nach der Formel: $Z = \rho \cdot v \cdot 100$.

Der Zusammenhang zwischen Echointensität und dem Impedanzunterschied zeigt die Fresnelsche Gleichung:

$$\frac{E_r}{E_e} = \left( \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \right)^2$$

$E_r$ = reflektierter Anteil
$E_e$ = einfallende Schallwelle
$Z_1$ = Impedanz des schalleitenden Mediums
$Z_2$ = Impedanz des reflektierenden Mediums

**Tabelle 1:** Impedanzwerte Z verschiedener menschlicher Medien in Abhängigkeit der Schallausbreitungsgeschwindigkeit v und der Dichte ρ.

| | v (m/sec) | ρ (g/cm$^3$) | Z ($10^5$ g cm$^{-2}$ sec$^{-1}$ ) |
|---|---|---|---|
| **Fett** | 1476 | 0,928 | 1,37 |
| **Muskel** | 1568 | 1,058 | 1.66 |
| **Leber** | 1507 | 1,055 | 1,66 |
| **Gehirn** | 1521 | 1,040 | 1,58 |
| **Wasser** | 1496 | 0,997 | 1,49 |
| **Knochen** | 3360 | 1,85 | 6,2 |
| **Luft** | 331 | 0,0012 | $41{,}3 \cdot 10^{-5}$ |

Je größer der Impedanzunterschied zwischen den schalleitenden Medien ist, an deren Grenzfläche das Echo entsteht, desto höher ist der reflektierte Anteil der ausgesandten Schallwelle und damit die Intensität des zurücklaufenden Echos. Der restliche Schallanteil breitet sich weiter in den echobildenden Strukturen aus. Wie in Tabelle 1 ersichtlich, unterscheiden sich die akustischen Widerstände der Weichteile gegenüber denen des Knochens oder der Luft erheblich.
In der Praxis bedeutet dies, daß Knochen und gasgefüllte Darmschlingen, ebenso wie eine ungenügende Ankoppelung des Schallkopfes auf der Haut des Patienten durch fehlendes Kontaktgel zu einer hohen Reflexion und Echointensität führen, so daß darunterliegende Strukturen aufgrund fehlender Schalltransmissionsenergie nicht mehr zur Darstellung kommen. So werden am Übergang Luft/Gewebe ca. 99% der Schallenergie reflektiert. Absorptionsvorgänge sind dabei noch nicht berücksichtigt.
Befindet sich z.B. im schallkopfnahen Bereich eine Rippe oder eine gasgefüllte Darmschlinge, so ist bei einem Parallelscanner, bei dem durch zeilenweises Abtasten ein rechteckiges Ultraschallbild entsteht, durch Ankopplungschwierigkeiten die Bilddarstellung erheblich eingeschränkt. Bei der Sonographie der Thorax-und Oberbauchorgane können durch ein Sektorscanner (Curved-array-Scanner) auch durch ein kleines „akustisches Fenster“wie z.B. der Intercostalraum tiefer gelegene Strukturen dargestellt werden. Dabei rotieren Transducer um eine zentrale Achse, so daß ein sektorförmigen Bildausschnitt dargestellt wird. Dadurch entsteht ein großer Bildausschnitt in der Tiefe mit guter Darstellbarkeit größerer tiefliegender Strukturen. Nachteile sind der relativ schmale schallkopfnahe Bildausschnitt, was eine Darstellung größerer schallkopfnaher Strukturen erschwert und, bedingt durch die Divergenz der ausgesendeten Schallimpulse, eine deutlich schlechtere Auflösung in tieferen Schichten.

### 1.2.1 Axiale Auflösung

Unter axialer Auflösung versteht man den kleinsten Abstand zweier Objektpunkte, die noch als getrennte Punkte wiedergegeben werden können.. Die axiale Auflösung $\Delta s$ ist abhängig von der Wellenlänge $\lambda$ des verwendeten Schallimpulses, es gilt: $2\,\Delta s > 2\lambda$. Die Wellenlänge verhält sich zur Frequenz indirekt proportional. Das heißt die axiale Auflösung wird mit zunehmender Schallfrequenz f besser und liegt dann unterhalb der 1mm-Marke. Durch Absorption und Streuung nimmt jedoch die Eindringtiefe ab, so daß die in der Sonographie verwendeten Frequenzen einen Kompromiß zwischen besserer Auflösung bei höheren Frequenzen, aber geringere Eindringtiefe (Schilddrüsen-, Mammadiagnostik mit 5-7,5 MHz) und schlechterer Auflösung, aber höherer Eindringtiefe bei niedrigeren Frequenzen (Abdomensonographie mit 2,8-5 MHz) darstellen.

### 1.2.2 Laterale Auflösung

Sie beschreibt das seitliche Auflösungsvermögen, das bei definierter Wellenlänge geringer als die entsprechende axiale Auflösung ist und von der Breite der sogenannten Hauptschallkeule abhängt. Diese entspricht dem Bereich der maximalen Schallintensität der sich vom Sendekristall ausbreitenden Elementarwellen. Durch Interferenzen der Elementarwellen ist der Bereich des maximalen Schalldrucks räumlich begrenzt. Dieses Maximum kann ungefähr durch eine senkrecht auf dem Punkt des Schallkopfes stehende Keule beschrieben werden und ist dem Lichtkegel einer punktförmigen Lichtquelle vergleichbar. Die Breite dieser Schallkeule hängt von der Frequenz und dem Durchmesser des Sendekristalls ab. Zwei in gleicher Entfernung vom Schallkopf liegende Punkte können nur dann getrennt durch Echos wahrgenommen werden, wenn sie sich nicht im Bereich ein und derselben Schallkeule befinden.

## 1.3 Technische Umsetzung

Zur Erzeugung der gewünschten Frequenzen benutzt man Schallköpfe, die polargebaute Kristalle z.B. aus Bariumtitanat oder Bleizirkonat enthalten. Durch Anlegung einer Wechselspannung wird der Kristall zu mechanischen Schwingungen angeregt, die in das angrenzende Körpergewebe fortgeleitet werden (umgekehrter piezoelektrischer Effekt). Die zurückkommenden Echos bewirken eine mechanische Verformung des nicht schwingenden Kristalls, dabei entstehen Ladungsverschiebungen, die als Spannung abgegriffen werden können (piezoelektrischer Effekt). Je nach Verfahren und Untersuchungszweck werden die Ultraschallwellen dabei im Dauerschall oder gepulst beim Impulsechoverfahren ausgesandt. Die zurückkehrenden Schallwellen enthalten neben der Lageinformation auch Aussagen über die Echogenität der beschallten Strukturen. Diese Echointensitäten werden im A-Bild amplitudenmoduliert und im B-Bild helligkeitsmoduliert auf dem Bildschirm wiedergegeben.

# 2 Qualitätssicherung in der abdominellen Sonographie

Die abdominelle Sonographie wird als unschädliche, schmerzlose, relativ kostengünstige und wiederholt durchführbare Methode meist als erstes bildgebendes Verfahren bei Erkrankungen des Abdomens, der Nieren und des Paravasalraums eingesetzt. Durch die Verbesserung der apparativen Technik und die Ausweitung der Indikationsstellung z.B. Darmdiagnostik ist eine Neuorientierung über den Stellenwert dieser Methode, insbesondere im Hinblick auf die anderen bildgebenden Verfahren erforderlich.
Die Qualität der sonographischen Untersuchung wird durch verschiedene Kriterien bestimmt. Neben der apparativ-technischen Ausrüstung ist eine strukturierte Befunderhebung zur Erfüllung hoher Qualitätskriterien Voraussetzung. Da bei der abdominellen Sonographie auch bei Videoaufzeichnung keine mit der CT oder MRT vergleichbare Nachbefundung möglich ist, ist die Qualität dieser Methode von der Erfahrung des Untersuchers und von der gezielten Fragestellung des anfordernden Arztes abhängig. Die individuellen Schallbedingungen des Patienten können die Aussagefähigkeit der Methode ebenfalls beeinflussen, z.B. Darmgasansammlungen, Adipositas oder mangelhafte Kooperationsfähigkeit.

Durch die routinemäßige Anwendung der sonographischen Diagnostik werden auch Zufallsbefunde entdeckt, die weitere diagnostische Maßnahmen initiieren und für den Patienten eine Belastung darstellen können. Sie werfen außerdem bei der Kostenexplosion im Gesundheitswesen die Frage der klinischen Relevanz auf.
Auch der zeitliche Untersuchungsaufwand spielt eine nicht unwesentliche Rolle. Andernseits soll geprüft werden, ob durch oberflächliche Untersuchungen Befunde eher übersehn werden und dadurch kostenaufwendigere Folgeuntersuchungen durchgeführt werden müssen. Inwiefern wirkt sich ein hoher Zeitaufwand bei der sonographischen Untersuchung in der Zuverlässigkeit der Ergebnisse aus bzw. wo liegen die Grenzen dieser Methodik?

## 2.1 Ziel der Studie

In dieser prospektiven Studie sollte deshalb die Zuverlässigkeit sonographischer Diagnosen an 1500 konsekutiven Patienten, die an unserer Klinik eine sonographische Erstuntersuchung hatten, überprüft werden. Nach einem Beobachtungszeitraum von 5 Monaten wurden anhand der Krankenakte sämtliche durchgeführten Untersuchungen und Befunde zum Vergleich herangezogen.
Ziel dieser Studie ist eine Qualitätskontrolle der im Studienzeitraum durchgeführten sonographischen Untersuchungen, die Beschreibung der Richtigkeit sonographischer Diagnosen und insbesondere bei falsch negativen oder postiven Befunden mögliche Zusammenhänge z.B. mit den individuellen Schallbedingungen des Patienten, der sonographischen Darstellbarkeit, der Indikation der Untersuchung und der Erfahrung des Untersuchers aufzudecken.

## 2.2 Fragestellung

**2.1.1.)** Wie hoch ist die organspezifische Korrelation sonographischer Diagnosen zur Klinik, Labor und, soweit verfügbar, zu anderen bildgebenden Verfahren, insbesondere CT, NMR, ERCP, Gastro- oder Koloskopie, Enteroklysma, Angiographie, Szintigraphie, Endosonographie, Histologie und Operationsbefund?

**2.1.2.)** Wie hoch ist der organspezifische Anteil pathologischer Befunde?
Wie häufig ist die Fragestellung gezielt, ungezielt, und wie häufig wird eine Screening-Untersuchung vom anfordernden Arzt gewünscht?
Wie hoch ist die tatsächliche organspezifische Ausbeute in Abhängigkeit der Fragestellung?
Wie häufig sind zufällig entdeckte Befunde und deren klinische Relevanz?

**2.1.3.)** Wie häufig sind organbezogen falsch negative und falsch positive sonographische Befunde? Wie hoch ist der prädiktive Wert bei positiven Befunden?

**2.1.4.)** In welchem Ausmaß ist die Zuverlässigkeit der sonographischen Befunde abhängig von:

**a)** den individuellen Schallbedingungen des Patienten? Untersucht werden soll die Abhängigkeit von Adipositas, erheblicher Gasüberlagerung und mangelnder Kooperationsfähigkeit des Patienten.

**b)** der sonographischen Darstellbarkeit der Organe? Wie häufig wird die Darstellbarkeit durch schlechte Schallbedingungen eingeschränkt? Wie häufig ist organspezifisch keine Aussage möglich?

**c)** der Erfahrung des Untersuchers? Wie oft werden erfahrene „Zweitschaller“ zugezogen?

**d)** der Fragestellung bzw. Indikation der Untersuchung?

**2.1.5.)** Wie hoch ist der zeitliche Untersuchungsaufwand in Relation zur Indikation, zur tatsächlichen Ausbeute, zur sonographischen Darstellbarkeit und zur Erfahrung des Untersuchers?

# 3 Patienten und Methodik

## 3.1 Patientenrekrutierung

### 3.1.1 Einschlußkriterien der Patienten

In dieser prospektiven Studie wurden im Zeitraum zwischen dem 17.7.1995 und dem 4.6.1996 1500 konsekutive Patienten erfaßt, die sich zu einer sonographischen Erstuntersuchung des Abdomens in unserer Abteilung vorgestellt haben. Zweituntersuchungen wurden nur unter der Bedingung einer neuen Fragestellung bei unauffälligem sonographischem Erstbefund berücksichtigt.
Eingeschlossen wurden alle stationären Patienten, einschließlich der Patienten auf der Intensivstation und ambulanten Patienten, sofern sie durch unsere Ambulanz betreut wurden, und Patienten der Notaufnahme, die stationär aufgenommen wurden oder von uns in die Chirurgische oder Urologische Klinik verlegt wurden. Somit war die weitere Verlaufsbeurteilung der Patienten sichergestellt. Die Erfassung der Patienten wurde lediglich während meiner Urlauszeit unterbrochen, um eventuell dadurch entstehende Lücken in der Dokumentation zu verhindern.

### 3.1.2 Ausschlußkriterien der Patienten

Alle Patienten, bei denen von uns bei früheren Untersuchungen ein pathologischer sonographischer Befund nachgewiesen worden ist, wurden ausgeschlossen. Notfallpatienten, die außerhalb meiner Dienstzeit erstmalig sonographiert worden sind, wurden ebenfalls nicht in die Studie aufgenommen.

### 3.1.3 Beschreibung des Patientenguts

In dieser Studie wurden 1500 Patienten erfaßt. Bei 49 Patienten (3.3%) konnte die Krankenakte nicht ausfindig gemacht werden, sie sind deshalb nachträglich von der Studie ausgeschlossen worden. Damit wurden bei 1451 Patienten die Untersuchungs-bedingungen erfaßt und die sonographischen Diagnosen durch Verlaufsbeobachtungen nach fünf Monaten beurteilt.

### 3.1.4 Geschlechtsverteilung

Der Anteil an weiblichen Patienten betrug 688 (47.4 %), der Anteil an männlichen Patienten 763 (52.6 %).

### 3.1.5 Altersverteilung

Die Altersverteilung lag zwischen 10 und 94 Jahren, die Aufteilung im einzelnen ist in der Abbildung 1 graphisch dargestellt. In wenigen Ausnahmefällen wurden auch Kinder sonographiert, sie sind der Altersgruppe bis 25 Jahre zugeordnet worden.

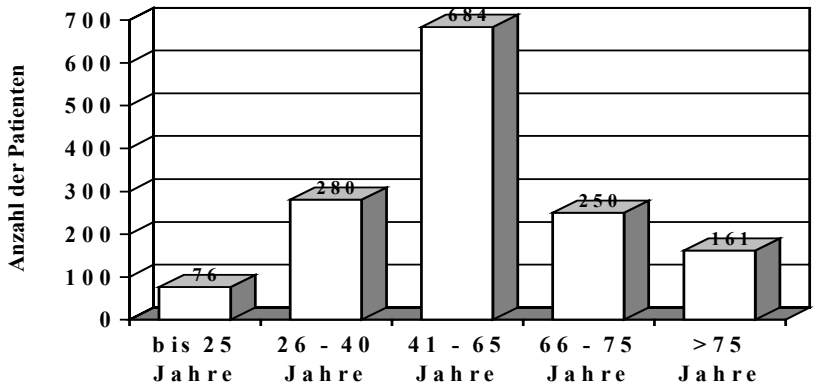



**Abbildung 1**:Altersverteilung des untersuchten Patientenkollektivs

### 3.1.6 Aufnahmeart

Der Anteil an stationären Patienten betrug 950, von den ambulanten Patienten wurden 501 erfaßt.
Routinemäßig sonographiert wurden 1307, eine notfallmäßige Sonographie wurde bei 144 der Patienten durchgeführt.

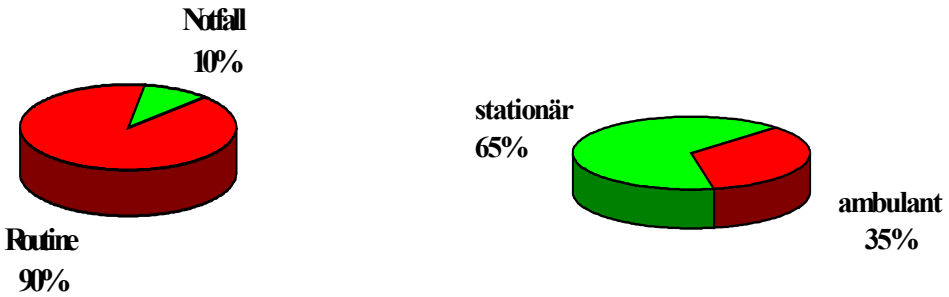



**Abbildung 2**: Aufnahmeart des Patientenkollektivs

## 3.2 Methodik

### 3.2.1 Erhebungsbogen

In Zusammenarbeit mit der EDV-Abteilung unseres Hauses wurde für diese Studie von mir ein computerlesbarer Markierungsbeleg entwickelt. (S. Abbildg. S. 15/16).
Unmittelbar nach der sonographischen Untersuchung aller 1500 in die Studie aufgenommenen Patienten wurden die entsprechenden Daten und Befunde im Markierungsbeleg markiert.

### 3.2.2 Vorbereitung der Patienten

Die Patienten waren zur Untersuchung nüchtern (Ausnahme gegebenenfalls Notfallpatienten), eine besondere Vorbereitung wie entblähende Medikamenteneinnahme oder Füllung des Magen-Darm-Traktes mit Flüssigkeit, fand nicht statt. Die Untersuchung erfolgte in der Regel in Rücken-und Seitenlage.

# Medizinische Klinik Klinikum Innenstadt der Universität München **Qualitätsstudie** Sonographie

Untersuchungsdatum: ..... Befundnummer: .....

Name und
Geburtsdatum: ..... Laufende Nr.: .....

männlich ( ) weiblich ( )
ambulant ( ) stationär ( ) Einsender .....
Routine ( ) Notfall ( )

Vorbefund auswärts Sono ( ) CT ( ) NMR ( ) ERCP( ) sonst. ( )

Fragestellung betrifft GI ( ) Staging ( ) NN ( ) akute Pankreatitis ( )
gezielte Fragestellung in Bezug auf die Anamnese ja ( ) nein ( ) Screening ( )

| Organ | Darstellbarkeit ++ | + | o | nicht Unter-sucht | Befund i.S.d Frage-stellung Zettel | Anm | Zusatz-befund relev | irrel | weitere Diagnosen Ko. | Di. | Zweit-schaller relev | irrel | Korrelation Erstschaller w. Diag. Ko. | Di. | Ko. | Di. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pankreas | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Caput | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Corpus | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Cauda | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Leber | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Gallenblase | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Gallenwege | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Milz | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Niere rechts | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Niere links | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Nebenniere re | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Nebenniere li | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Gefäße | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| paravasal | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| GI-Trakt | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Tx-Niere | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Tx-Pankreas | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Pleuraerguß re | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Pleuraerguß li | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Perikard | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Aszites | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Peritoneum | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |

Erstschaller > 600 ( ) > 1200 ( ) > 2000 ( ) > 20000 ( )
Zweitschaller > 600 ( ) > 1200 ( ) > 2000 ( ) > 20000 ( )

**Probleme**
Adipositas ( ) Gasüberlagerung ( ) mangelnde Kooperation ( )
Normalbefund ( ) pathol. Befund ( ) keine Überprüfung ( )
Diskordanz zum auswärtigen Befund ( )

| **Dauer in min.** | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | über 50 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Erstschaller | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| Zweitschaller | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |

Verdachtsdiagnose .....

***Korrelation sonographischer Befund / Verdachtsdiagnose***

Erstschaller: Zweitschaller:
Befund Nr.:
Laufende Nr.:

**1.) Organ:☐☐ Sonographischer Befund / Verdachtsdiagnose:☐☐**

| | Klin | Lab | CT | NMR | ERCP | Kolo | Eklys | Gastr | EUS | Angio | Szin | Histo | Op | sonst |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Konsens: | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ |
| Dissens: | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ |

**2.) Organ:☐☐ Sonographischer Befund / Verdachtsdiagnose:☐☐**

| | Klin | Lab | CT | NMR | ERCP | Kolo | Eklys | Gastr | EUS | Angio | Szin | Histo | Op | sonst |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Konsens: | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ |
| Dissens: | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ |

**3.) Organ:☐☐ Sonographischer Befund / Verdachtsdiagnose:☐☐**

| | Klin | Lab | CT | NMR | ERCP | Kolo | Eklys | Gastr | EUS | Angio | Szin | Histo | Op | sonst |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Konsens: | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ |
| Dissens: | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ |

**4.) Organ:☐☐ Sonographischer Befund / Verdachtsdiagnose:☐☐**

| | Klin | Lab | CT | NMR | ERCP | Kolo | Eklys | Gastr | EUS | Angio | Szin | Histo | Op | sonst |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Konsens: | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ |
| Dissens: | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ |

**5.) Organ:☐☐ Sonographischer Befund / Verdachtsdiagnose:☐☐**

| | Klin | Lab | CT | NMR | ERCP | Kolo | Eklys | Gastr | EUS | Angio | Szin | Histo | Op | sonst |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Konsens: | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ |
| Dissens: | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ | ☐☐ |

### 3.2.3 Dokumentierte Parameter

Nach Aufnahme der allgemeinen Patientendaten (Datum der Untersuchung, Geburtsdatum, Befundnummer, Geschlecht, Aufnahmemodus, Unterteilung in Routine- und Notfalldiagnostik) wurde der Sonographieuntersuchungsbogen des anfordernden Kollegen hinsichtlich auswärtiger Vorbefunde und der Fragestellung überprüft.
Die Unterteilung der Fragestellung war wie folgt: eine gezielte Fragestellung beeinhaltete konkrete Angaben zur Klinik, Anamnese und aktuellen Erkrankung des Patienten. Die gezielte Fragestellung wurde weiter unterteilt nach: Staging bei malignen Tumoren, Beurteilung des Gastrointestinaltraktes, der Nebennierenregion oder die Beurteilung des Pankreas bei Verdacht auf akute Pankreatitis.
Bei einer ungezielten Fragestellung fehlten klinische Angaben, der Untersucher mußte selbst noch eine Anamnese erheben, um die Untersuchung gezielt durchführen zu können.
Bei den Screening-Untersuchungen handelte es sich um ein sogenanntes Sekundärscreening, bei dem die Patienten zwar wegen einer internistischen Erkrankung die Klinik aufgesucht haben, jedoch keine abdominelle Fragestellung vorlag.

Weiterhin ist die sonographische Darstellbarkeit der einzelnen Organe dokumentiert worden. Der jeweilige Untersucher wurde über seine subjektive Einschätzung der Darstellbarkeit befragt. Die Unterteilung war wie folgt: gut, mäßig oder nicht darstell-bar. Vermerkt wurde ebenfalls, falls einzelne Organe nicht untersucht worden sind.

Bei pathologischen Befunden wurde unterteilt, ob sie im Sinne einer organbezogenen gezielten Fragestellung diagnostiziert wurden, oder ob der Untersucher selbst noch eine Anamnese erheben mußte, oder ob es sich um einen klinisch relevanten bzw. irrelevanten Zusatzbefund gehandelt hat.
Wurde ein erfahrenerer Untersucher hinzugezogen, wurde vermerkt, ob die Diagnosen der beiden Untersucher übereinstimmen oder ob sie korrigiert wurde und ob eine zusätzliche Diagnose gestellt wurde.

Die Erfahrung des Erstuntersuchers und gegebenenfalls des Zweituntersuchers, gemessen an den von ihnen bisher selbständig durchgeführten und dokumentierten sonographischen Untersuchungen, wurde ebenfalls in dem computerlesbaren Markierungsbeleg festgehalten.
Weitere dokumentierte Parameter waren: das Vorliegen von schallbeeinträchtigenden Faktoren, Adipositas, erhebliche Gasüberlagerung, mangelnde Kooperationsfähigkeit des Patienten und die Zeitdauer der Untersuchung.

### 3.2.4 Follow-up

Nach einem Beobachtungszeitraum von fünf Monaten wurden die sonographischen Verdachtsdiagnosen anhand der Krankenakte überprüft. Herangezogen wurden alle durchgeführten klinisch-chemischen, bildgebenden, sowie histologischen und operativen Befunde, der klinische Verlauf und ggf. der Sektionsbefund.
Als gesichert wurde eine Diagnose angesehen, wenn sie durch die typischen klinischen Symptome/Befunde und die klinisch-chemischen Parameter und /oder durch andere bildgebende Verfahren oder histologische Befunde bestätigt worden sind.
Sämtliche Folgeuntersuchungen wurden im Rahmen der klinischen Indikation durchgeführt, aufgrund dieser Studie wurde keine weitere zusätzliche Diagnostik initiiert.

Folgende bildgebende Verfahren wurden, sofern durchgeführt, mit den sonographischen Diagnosen verglichen: CT, NMR, ERCP, Koloskopie, Enteroklysma, Gastroskopie, Endosonographie, Angiographie, Szintigraphie, konventionelle Röntgenuntersuchungen.

Von den 1500 in die Studie aufgenommenen Patienten konnte bei 49 (3.2%) die Patientenakte nicht aufgefunden werden. Da die Verlaufsbeurteilung deshalb nicht möglich war, wurden diese 49 Patienten von der Studie ausgeschlossen. Somit sind in dieser Studie 1451 Patienten untersucht und im Verlauf beurteilt worden.
Zur Auswertung der gewonnenen Daten aller 1451 Patienten wurden die Daten in einer Datenbank abgelegt.

### 3.2.5 Apparativ-technische Ausrüstung

Die Untersuchungen wurden an zwei verschiedenen dem derzeitigen Standard entsprechenden Ultraschallgeräten mit einem 3.5 MHz Konvexscanner (Curved array-Scanner) durchgeführt.

Gerätetypen: 1) Sonolayer SSH-140A der Firma Toshiba
2) Echo Camera SSD-650 der Firma Aloka.

Mit beiden Geräten ist eine continiuous wave Doppler-Sonographie, bzw. Duplex-Sonographie möglich, wobei das Gerät Sonolayer auch über eine Farbdopplerfunktion verfügt. Für die Untersuchungszwecke dieser Studie wurde die Qualität der beiden Ultraschallgeräte als gleichrangig eingestuft. Eine Registrierung, mit welchem Gerät die Untersuchung durchgeführt wurde, ist nicht erfolgt.
Die Dokumentation aller Sonographiebefunde erfolgt grundsätzlich in einem EDV-lesbaren Markierungsbeleg. Bei pathologischen Befunden wurden Bilder in zwei Ebenen angefertigt und archiviert.

## 3.2.6 Statistische Auswertung

Sofern Mittelwerte angegeben wurden, handelt es sich stets um arithmetische Mittelwerte.

### 3.2.6.1 Faktoren der sonographischen Darstellbarkeit

Zur Überprüfung der statistisch signifikanten Abhängigkeit der sonographischen Darstellbarkeit der einzelnen Organe von den Untersuchungsbedingungen (Adipositas, erhebliche Gasüberlagerung und mangelnde Kooperationsfähigkeit des Patienten) und der Schallerfahrung des Untersuchers wurde der Pearson $\chi^2$-Test herangezogen. Nach Aufstellen der entsprechenden Kontingenztafel und der Festlegung des Erwartungswertes aufgrund der Nullhypothese (keine Korrelation zwischen den beiden Merkmalen) wurde die statistisch signifikante Abhängigkeit der jeweiligen beiden Merkmale überprüft. Je größer die Abweichung zwischen Erwartungswert und tatsächlicher Häufigkeit war, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß die beiden Merkmale A und B nicht unabhängig sind. Dabei wurden alle Werte mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha < 0{,}01$ (1%) als signifikant erachtet.

### 3.2.6.2 Ermittlung des positiven Vorhersagewertes und der Spezifität

In dieser prospektiven Studie wurden bei 1451 konsekutiven Patienten (Einschlußkriterien siehe Kapitel 3.1) sämtliche Ultraschallbefunde des Abdomens mit den ergänzenden Informationen der Krankenakte des Patienten verglichen. Die sonographischen Untersuchungen wurden ausschließlich von ausgebildeten Untersuchern (mindestens 600 Ultraschalluntersuchungen) durchgeführt.
Alle erhobenen Befunde, auch die negativen Sonographiebefunde, wurden mit den entsprechenden klinischen, klinisch-chemischen und sonstigen Untersuchungen verglichen (s. Kap. 3.2.3.).
Insgesamt war die Anzahl der Patienten mit einem Normalbefund aller in der Abdomensonographie untersuchten Organe mit 14.5% relativ gering.

Aufgrund des Studiendesigns hat sich bei den klinisch relevanten Erkrankungen eine relativ kleine Fallzahl ergeben, was bei der Interpretation der statistischen Angaben berücksichtigt werden muß.
Teilweise wurde auch bei klinisch relevanten sonographischen Verdachtsdiagnosen aus allgemein-internistischen Gründen auf eine weitere Abklärung verzichtet.
Im Rahmen dieser Studie wurden keine zusätzlichen diagnostischen Untersuchungen durchgeführt. Normalbefunde wurden in der Regel, sofern keine klinische Indikation bestand, nicht durch eine weitere bildgebende Diagnostik gesichert bzw. widerlegt. Die Kontrolle erfolgte dann über die klinische und klinisch-chemische Verlaufsbeurteilung nach einem Zeitraum von 5 Monaten. Über die Korrektheit der richtig negativen Sonographiebefunde kann daher keine sichere Aussage gemacht werden. Möglicherweise ist die Anzahl der falsch negativen Befunde höher als angegeben. Da die Anzahl falsch negativer Befunde die Sensitivität und den negativen Vorhersagewert stark beeinflussen, erscheint ihre Berechnung statistisch wenig aussagekräftig bzw. nicht korrekt. Es wurde deshalb darauf verzichtet.

Auf die Bestimmung der Treffsicherheit wurde wegen nicht eindeutiger Begriffs-definition und der Abhängigkeit dieser Kenngröße von der Prävalenz ebenfalls verzichtet (109).

Bei der Berechnung der Spezifität wird die Anzahl der richtig negativen durch die Anzahl der Gesunden dividiert. In der Annahme, daß unter epidemiologischer Betrachtung die Anzahl der als richtig negativ eingestuften Sonographiebefunde der Realität zumindest annähernd entspricht, kann nach der Taylor-Entwicklung die Spezifität annäherungsweise korrekt bestimmt werden.

**(D+X)/(D+X+C)= D/(D+C) + 0(X/D) = Spezifität + 0(X/D)**
Nach der Taylor-Entwicklung kann X, unter der Annahme, daß X << D ist, vernachlässigt werden.
Somit konnte die Spezifität mittels unten stehender Formel und dem Aufstellen der Vierfeldertafel (Tab. 2) bestimmt werden.

Die Wahrscheinlichkeit, daß die getroffene Diagnose zutreffend ist, wird durch den Vorhersagewert ausgedrückt. Bezüglich der Berechnung des positiven Vorhersagewertes wird ebenfalls auf Tabelle 2 verwiesen (49).

**Tabelle 2: Vierfeldertafel** zur Auswertung der Befunde nach den Kriterien richtig-positiv (A), falsch-negativ (B), falsch-positiv (C), richtig-negativ (D).

| **Diagnose** | **Methode** | |
|---|---|---|
| | **positiv** | **negativ** |
| **Krankheit vorhanden** | **A** = Anzahl der richtig-positiven Befunde | **B** = Anzahl der falsch-negativen Befunde |
| **Krankheit nicht vorhanden** | **C** = Anzahl der falsch-positiven Befunde | **D** = Anzahl der richtig-negativen Befunde |

**Spezifität = D/(C+D)**
(Wahrscheinlichkeit, mit der ein Gesunder als gesund erkannt wird)

**Sensitivität =A/(A+B)**
(Wahrscheinlichkeit, mit der ein Kranker als krank erkannt wird)

**Positiver Vorhersagewert = A/(A+C)**
(Wahrscheinlichkeit, mit der die getroffene Diagnose „krank“ zutreffend ist)

**Negativer Vorhersagewert =D/(B+D)**
(Wahrscheinlichkeit, mit der die getroffene Diagnose „gesund“ zutreffend ist)

# 4 Ergebnisse

## 4.1 Auswertung des Erhebungsbogen

Die Daten beziehen sich im folgenden immer auf die 1451 in die Studie aufgenommenen und im Verlauf beobachteten Patienten.
Folgende Daten konnten aus dem computerlesbaren Erhebungsbogen (S.15/16) ermittelt werden:

### 4.1.1 Vorbefunde

**Tabelle 3:** Unterteilung der auswärtigen Vorbefunde

| Auswärtige Vorbefunde | Anzahl | Prozent |
|---|---|---|
| Sonographie | 76 | 5.2 % |
| CT | 47 | 3.2 % |
| NMR | 3 | 0.2 % |
| ERCP | 7 | 0.5 % |
| Sonstige | 39 | 2.7 % |
| Zusammen | 172 | 11.8 % |

Insgesamt waren 172 auswärtige Vorbefunde dem Sonographieanforderungsbogen zu entnehmen oder wurden durch den zuständigen Arzt mitgeteilt. Bei 16 Patienten ergab unsere Diagnostik eine Diskordanz zum auswärtigen Vorbefund. Eine Aufschlüsselung erfolgt später bei den jeweiligen Organen.
Die Unterteilung der Vorbefunde ist der Tabelle 3 zu entnehmen.

### 4.1.2 Indikation der Untersuchung

Eine gezielte Fragestellung in Bezug auf die Anamnese des Patienten war insgesamt 1381 Sonographieanforderungsbögen zu entnehmen, 42 mal mußte der Untersucher diese noch selbst erheben, um eine gezielte sonographische Diagnostik durchführen zu können. Bei 28 Patienten wurde von den anfordernden Kollegen ein sonographisches Screening des Abdomens gewünscht. Abbildung 3 zeigt die Prozentangaben dazu.

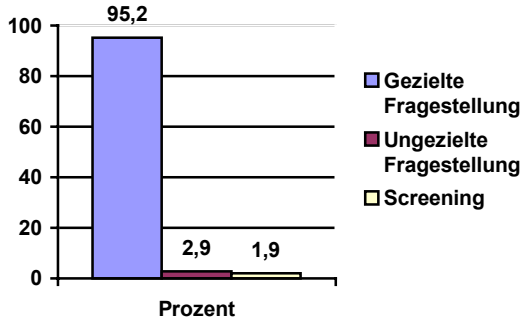



**Abbildung 3:** Indikation der sonographischen Untersuchungen (n=1451)

**Tabelle 4:** Fragestellung bei gezielter Untersuchungsanforderung

| Fragestellung | Anzahl | Prozent |
|---|---|---|
| Gastrointestinaltrakt | 149 | 10.0% |
| Tumor-Staging | 51 | 3.5% |
| Nebennieren | 122 | 8.4% |
| Akute Pankreatitis | 30 | 2.1% |
| Sonstige | 1029 | 76.0% |
| Gezielte Fragestellung insges. | 1381 | 100% |

Insgesamt war die Anzahl der Untersuchungen mit gezielter Fragestellung mit 95.2 % sehr hoch, wobei jedoch relativ häufig (je nach Organ zwischen 3.6% und 26%) klinisch relevante Zusatzbefunde erhoben wurden. Das betroffene Organ war dann nicht in der Fragestellung erwähnt.
Da die sonographische Beurteilung des Gastrointestinaltraktes, der Nebennieren, ein Staging bei malignen Erkrankungen, sowie die Untersuchung bei akuter Pankreatitis besonders schwierig und zeitaufwendig sind, war die Häufigkeit dieser Fragestellungen von besonderem Interesse.
In Tabelle 4 ist aufgeführt, wie häufig diese Indikationen von den anfordernden Kollegen gewünscht wurden.

## 4.1.3 Sonographische Befunde in Abhängigkeit der Fragestellung

### 4.1.3.1 Anteil der pathologischen Befunde insgesamt

Nur bei 14.5% (210 von 1451) der untersuchten Patienten wurde ein Normalbefund der untersuchten Organe im Oberbauchsonogramm diagnostiziert.
Bei den übrigen 1241 (85.5%) untersuchten Patienten war zumindest bei einem Organ ein pathologischer Befund gesehen worden. Damit ist der Anteil pathologischer Befunde bei Erstuntersuchung sehr hoch.

**Tabelle 5:** Anzahl der Befunde in Abhängigkeit von der Fragestellung

| Fragestellung | Anzahl | Normalbefund | Pathologischer Befund |
|---|---|---|---|
| Gezielt | 1381 (95.2%) | 184 (13.3%) | 1197 (86.7%) |
| Ungezielt | 42 ( 2.9%) | 15 (35.7%) | 27 (64.3%) |
| Screening | 28 (1.9%) | 11 (39.3%) | 17 (60.7%) |
| **Insgesamt** | **1451 (100%)** | **210 (14.5%)** | **1241 (85.5%)** |

Korreliert man die Anzahl pathologischer Befunde mit der Fragestellung ergibt sich folgendes: Bei Screeninguntersuchungen hatten 60.7% (17 Patienten), bei ungezielter Fragestellung 64.3% (27 Patienten), bei gezielter Fragestellung dagegen 86.7% (1197 Patienten) einen pathologischen Sonographiebefund . Die entsprechende Anzahl der Normalbefunde bei der jeweiligen Fragestellung sind der Tabelle 5 zu entnehmen.
Bei der statistischen Berechnung mit Hilfe des Pearson $\chi^2$-Test (Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha$ <1%) ergibt sich ein signifikanter Zusammenhang der Häufigkeit pathologischer Befunde mit

der Art der Fragestellung, wobei insgesamt relativ wenig Screeninguntersuchungen durchgeführt wurden.
Die Diagnosen sind bei den einzelnen Organkapiteln beschrieben.

#### 4.1.3.2 Anteil der pathologischen Befunde organbezogen

In Tabelle 6 ist die prozentuale Häufigkeit pathologischer Sonographiebefunde der einzelnen Organe aufgeführt. Die Angaben in Spalte 2 und 3 beziehen sich dabei auf die Häufigkeit der pathologischen Befunde insgesamt pro Organ, die in Spalte 4-9 nach gezielter bzw. ungezielter Fragestellung (Zusatzbefund) weiter unterteilt sind. Bei ungezielter Fragestellung wurde noch unterschieden, ob es sich um einen klinisch relevanten oder irrelevanten Zusatzbefund handelte.

**Tabelle 6:** Anteil der **pathologischen Sonographiebefunde** insgesamt pro Organ und jeweils bei **gezielter und ungezielter Fragestellung** (Zusatzbefund). Die Prozentangaben der Spalten 5-9 beziehen sich auf die Zahlen in Spalte 2. Anzahl der untersuchten **Patienten n=1451.**

| **Organ** | **path. Befunde insgesamt** | | **bei gezielter Fragestellung** | | **bei ungezielter Fragestellung** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **relevanter** | | **irrelevanter** | |
| | | | | | **Zusatzbefund** | | | |
| **Leber** | 932 | 64.3% | 658 | 70.6% | 43 | 4.6% | 231 | 24.8% |
| **Gallenblase** | 248 | 17.2% | 107 | 43.1% | 9 | 3.6% | 132 | 53.2% |
| **Gallenwege** | 38 | 2.6% | 29 | 76.3% | 6 | 15.8% | 3 | 7.9% |
| **Pankreas** | 32 | 2.2% | 27 | 84.4% | 5 | 15.6% | / | / |
| **Milz** | 289 | 20.1% | 187 | 64,7% | 75 | 26.0% | 27 | 9.3% |
| **Paravasalraum** | 25 | 1.7% | 25 | 100% | / | / | / | / |
| **Gefäße** | 294 | 20.3% | 74 | 25.2% | 45 | 15.3% | 176 | 59.9% |
| **rechte Niere** | 307 | 21.2% | 187 | 60.9% | 49 | 15.3% | 71 | 23.1% |
| **linke Niere** | 320 | 22.1% | 178 | 55.6% | 53 | 16.6% | 89 | 27.8% |
| **Darm-Trakt** | 51 | 3.6% | 48 | 94.1% | 3 | 5.9% | / | / |

Vergleicht man die Befundhäufigkeit verschiedener Organe, zeigt sich, daß insbesondere bei der Sonographie der Leber der Anteil pathologischer Befunde mit 64,3% sehr hoch und im Bereich des Paravasalraumes und des Pankreas mit 1.7% bzw. 2.2% eher niedrig ist. Weiterhin fällt auf, daß pathologische Befunde des Paravasalraumes, des Gastro-intestinaltraktes und des Pankreas bei gezielter Fragestellung zu einem hohen Prozentsatz diagnostiziert wurden, während es sich bei den Gefäßen sehr häufig um Zusatzbefunde handelte (meist V.a. Arteriosklerose). Insgesamt war die Rate der klinisch relevanten Zusatzbefunde an den einzelnen Organen mit 3.6%-26% sehr hoch. Näheres ist den jeweiligen Kapiteln zu entnehmen.

Auch bei gezielter, jedoch nicht präziser, Fragestellung mußte der Untersucher bei einigen Patienten noch zusätzlich eine Anamnese erheben, um eine differenzierte Untersuchung durchführen zu können. Da dies prozentual gesehen selten vorkam (n=42), wurden die Patienten unter gezielte Fragestellung mit aufgeführt.

### 4.1.4 Erfahrung des Untersuchers

Um die Zuverlässigkeit der Befunde in Abhängigkeit von der Erfahrung des Untersuchers beurteilen zu können, wurde jeweils vermerkt, wie erfahren der Erstuntersucher und gegebenenfalls der Zweituntersucher war. Die Erfahrung des Untersuchers wurde an der bisher von ihnen selbständig durchgeführten und interpretierten Anzahl der Abdominalsonographien gemessen. Die Einteilung war wie folgt: mindestens 600, bzw. 1200, bzw. 2000 oder 20000 bisher durchgeführte Untersuchungen. Kollegen, die bisher weniger als 600 Sonographien durchgeführt hatten, durften nicht selbständig den Befund erheben. In der folgenden Tabelle ist die Erfahrung der Untersucher dargestellt, die das Patientenkollektiv dieser Studie sonographisch untersucht haben.

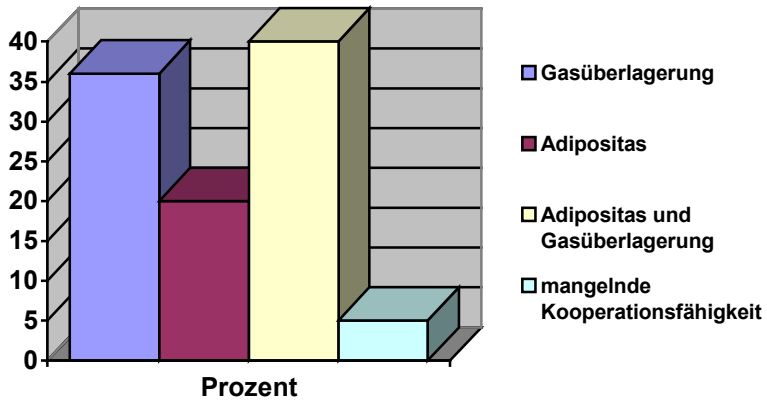
**Tabelle 7:** Sonographische **Erfahrung der Untersucher**. Die Prozentangaben beziehen sich jeweils auf die Angaben in Spalte 1.

| **Schallerfahrung** | **600-1200** | **1200-2000** | **2000-20000** | **>20000** |
|---|---|---|---|---|
| Untersuchungen (n=1451) | 790 (54.4%) | 62 (4.3%) | 81 (5.1%) | 518 (35.7%) |
| Kontrolle durch Zweituntersucher (n=170) | 26 (25.3%) | 12 (7.1%) | 26 (15.3%) | 106 (62.4%) |

### 4.1.5 Schallbeeinträchtigende Faktoren

Weiterhin wurde untersucht, wie häufig die individuellen Schallbedingungen der Patienten eingeschränkt waren und wie häufig dann die Qualität der sonographischen Darstellbarkeit der einzelnen Organe reduziert war. Dabei ergab sich, daß bei 36 % aller untersuchten Patienten eine erhebliche Darmgasüberlagerung vorlag; adipös waren 20 % der Patienten. Das Kriterium Adipositas war erfüllt, wenn das Körpergewicht geschlechtsunabhängig den Broca-Index um 20 % überstieg, (z.B. bei einer Körpergröße von 1.70m mehr als 84 kg Körpergewicht). Bei der Korrelation der beiden Störfaktoren zeigt sich, daß bei 40% (209 von 522) der Patienten mit erheblichen Gasüberlagerungen gleichzeitig eine Adipositas bestand. Damit lag bei Patienten mit erheblicher Gasüberlagerung doppelt so häufig eine Adipositas vor, wie im Gesamtdurchschnitt.
Eine mangelnde Kooperationsfähigkeit traf auf 5 % der Untersuchten zu. Sie lag vor, wenn der Patient aus gesundheitlichen Gründen z.B. nicht in der Lage war, bei tiefer Inspiration für kurze Zeit den Atem anzuhalten, oder unter starken Unruhezuständen litt.
Bei durchschnittlich 58% aller untersuchten Patienten waren keine schallbeeinträchtigenden Faktoren vorhanden.

**Abbildung 4** :Häufigkeit von schallbeeinträchtigenden Faktoren in Prozent. Anzahl der untersuchten Patienten n=1451.



### 4.1.6 Sonographische Darstellbarkeit verschiedener Organe

**Tabelle 8: Mäßige und fehlende sonographische Darstellbarkeit** verschiedener Organe bei Adipositas, erheblicher Gasüberlagerung, mangelnder Kooperationsfähigkeit Die Angaben in Spalte 2-5 sind jeweils bezogen auf die mäßige und fehlende sonographische Darstellbarkeit: in Spalte 2 bezogen auf das jeweilige Organ und in den Spalten 3-5 bei Vorhandensein der jeweiligen Störfaktoren. In Spalte 6 ist aufgeführt, ob die Erfahrung des Untersuchers einen signifikanten Einfluß hatte.

| **Organ** Anzahl n untersuchter Patienten | **Darstellbarkeit mäßig/fehlend** **Anteil an n** | **Adipositas** **20% (290)** | **Gasüber-lagerung** **36% (522)** | **Mangelnde Kooperation** **5% (73)** | **Untersucher Erfahrung** **signifikant** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Leber 1450** | **(302) 20.8%** | 44.0% (133) | 89.1% (269) | 13.2% (40) | nein |
| **Gblase 1352** | **(291) 21.5%** | 37.8% (110) | 80.8% (235) | 11.7% (34) | nein |
| **Pankreas Caput 1450** | **(314) 21.7%** | 38.2% (120) | 78.7% (247) | 10.5% (33) | ja |
| **Corpus 1450** | **(303) 20.9%** | 38.6% (117) | 76.9% (233) | 10.2% (31) | ja |
| **Cauda 1448** | **(833) 57.5%** | 28.9% (241) | 53.4% (445) | 7.3% (61) | ja |
| **Milz 1440** | **(100) 6.9%** | 50.0% (50) | 90.0% (90) | 17.0% (17) | nein |
| **Paravasal-raum 1105** | **(885) 80.1%** | 23.7% (275) | 44.8% (519) | 6.0% (69) | ja |
| **Gefäße 1448** | **(1045) 72.2%** | 25.5% (275) | 49.4% (516) | 6.5% (68) | nein |
| **re.Niere 1436** | **(161) 11.2%** | 41.0% (66) | 83.2% (134) | 13.7% (22) | nein |
| **li. Niere 1437** | **(213) 14.8%** | 34.3% (73) | 71.8% (153) | 12.2% (26) | nein |
| **Magen-Darm –Trakt 1429** | **(1370) 95.9%** | 20.4% (280) | 37.3% (511) | 5.1% (70) | ja |

In Tabelle 8 ist die absolute und prozentuale Häufigkeit mäßiger und fehlender sonographischer Darstellbarkeit verschiedener Organe zusammenfassend dargestellt. Auffallend ist die besonders schlechte Darstellbarkeit des Paravasalraumes, des Gastrointestinaltraktes, der großen Gefäße und des Pankreasschwanzes. Hingegen konnte die Milz und insbesondere die rechte Niere besonders häufig gut dargestellt werden. Schallbeeinträchtigende Faktoren, wie Adipositas, erhebliche Gasüberlagerung und mangelnde Kooperationsfähigkeit treten im Vergleich zu guter Darstellbarkeit signifikant häufiger auf. Ausnahme: kein signifikanter Zusammenhang ergab sich bei der sonographischen Darstellbarkeit des Gastrointestinaltraktes von der Kooperationsfähigkeit des Patienten. Näheres zur sonographischen Darstellbarkeit ist den einzelnen Organkapiteln zu entnehmen.
Die Schallerfahrung des Untersuchers hat bei der Darstellbarkeit des Pankreas, der Paravasal-region und des Gastrointestinaltraktes einen signifikanten Einfluß. (Pearson $\chi^2$-Test, Irrtums-wahrscheinlichkeit $\alpha$ <1%). Dabei hat sich gezeigt, daß sehr erfahrene Kollegen (> 20000 durchgeführte Untersuchungen) wesentlich häufiger die Qualität der Darstellbarkeit nur mäßig einstufen, aber daß durch sie, im Vergleich zu den weniger erfahreneren, insgesamt signifikant häufiger die Darstellbarkeit der genannten Organe gelingt.

### 4.1.7 Dauer der sonographischen Untersuchung

Die im folgenden Kapitel angegebene Dauer der sonographischen Untersuchung bezieht sich jeweils nur auf die reine Untersuchungszeit mit dem Ultraschallgerät.
Betrachtet man den zeitlichen Untersuchungsaufwand in Relation zur Indikation und zur tatsächlichen Ausbeute zeigt sich erwartungsgemäß, daß bei einem Normalbefund der Zeitaufwand mit 17.1 Minuten im Vergleich zu einem pathologischen Befund mit 23.4 Minuten deutlich geringer war. Bei gezielter Fragestellung dauerte die Untersuchung durchschnittlich 22.6 Minuten, bei ungezielter 20 Minuten und bei einem sonographischen Screening des Abdomens 18.1 Minuten. Siehe Abbildung 5.

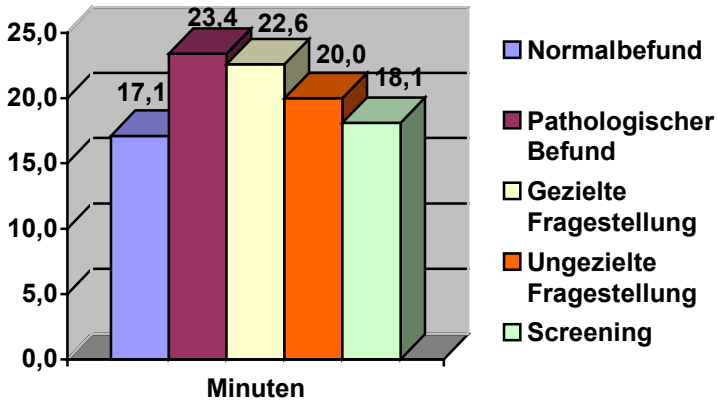



**Abbildung 5:** durchschnittliche Untersuchungszeit in Abhängigkeit des Befundes und der Fragestellung.

**Tabelle 9:** Durchschnittliche **Untersuchungszeit** in Abhängigkeit von der **Fragestellung** und der **sonographischen Darstellbarkeit**

| **Durchschnittliche Dauer der Untersuchung** | | |
|---|---|---|
| **Fragestellung / Darstellbarkeit** | **Erstschaller** | **Zweitschaller** |
| Akute Pankreatitis | 28.6 Min. | 17.9 Min. |
| Gastrointestinaltrakt | 24.1 Min. | 11.4 Min. |
| Tumorstaging | 27.8 Min. | 15.6 Min. |
| Nebennieren | 23.7 Min. | 12.1 Min. |
| gute Darstellbarkeit des Pankreas | 23.3 Min. | 13.2 Min |
| mäßige Darstellbarkeit des Pankreas | 30.0 Min. | 18.5 Min. |
| **Durchschnittliche Untersuchungszeit** | **20.8 Min** | **12.8 Min** |

Die durchschnittliche Untersuchungszeit des Erstuntersuchers betrug 20.8 Minuten. Wurde ein Zweituntersucher zu Hilfe gebeten, dauerte die Untersuchung durchschnittlich weitere 12.8 Minuten. (Durchschnittswerte jeweils arithmetischer Mittelwert).
Die mittlere Untersuchungsdauer bei der Fragestellung akute Pankreatitis war mit 28.6 Minuten und beim Staging maligner Tumoren mit 27.8 Minuten im Vergleich zur gesamtdurchschnittlichen Untersuchungszeit deutlich verlängert. Bei der Korrelation der Darstellbarkeit mit der Dauer der Untersuchung zeigt sich z.B. beim Pankreas, daß bei guter Darstellbarkeit die durchschnittliche Untersuchungszeit 23.3 Minuten betrug, während sie bei mäßiger Darstellbarkeit auf 30 Minuten verlängert war. (Tab. 9).

**Tabelle 10:** Durchschnittliche **Untersuchungszeit** in Abhängigkeit der **Erfahrung** des **Untersuchers.**

| **Schallerfahrung des Untersuchers** | **Durchschnittliche Untersuchungszeit** |
|---|---|
| 600-1200 | 21.4 Min. |
| 1200-2000 | 15.2 Min. |
| 2000-20000 | 12.0 Min. |
| >20000 | 21.9 Min. |
| Insgesamt: | 20.8 Min. |

Weiterhin wurde untersucht, ob die Schallerfahrung des Untersuchers eine Auswirkung auf die Dauer der Untersuchung hat. Dabei konnte gezeigt werden, daß Kollegen mit 2000 -20000 bisher durchgeführten Untersuchungen in einer kürzeren Zeitdauer die Sonographie durchführen, als weniger und sehr erfahrenen Untersucher (Tab. 10).

## 4.2 Auswertung der sonographischen Befunde am Pankreas

Um eine detailliertere Aussage über die Wertigkeit der Sonographie des Pankreas zu ermöglichen, wurde die Erfassung des Organs in Caput, Corpus und Cauda unterteilt. Die sonographische Darstellung des Pankreas kann durch dessen versteckte Lage im Retroperitonealraum und die geringe Organdicke vor allem bei Adipositas und Meteorismus schwierig sein. Die Aussagekraft der Ultraschalluntersuchung ist sehr von Erfahrung und Sorgfalt des Untersuchers abhängig. In dieser Studie sollen die genannten Kriterien an unserem Patientenkollektiv untersucht werden.

### 4.2.1 Sonographische Darstellbarkeit des Pankreas

**Tabelle 11:** Häufigkeit der **sonographischen Darstellbarkeit des Pankreas.**

| **Sonographische Darstellbarkeit des Pankreas** | **Caput (n=1450)** | **Corpus (n=12450)** | **Cauda (n=1448)** |
|---|---|---|---|
| gut | 1136 (78.3%) | 1147 (79.1%) | 615 (42.5%) |
| mäßig | 258 (17.8%) | 239 (16.5%) | 694 (47.9%) |
| nicht darstellbar | 56 ( 3.9%) | 64 ( 4.4%) | 139 ( 9.6%) |

Eine gute sonographische Darstellbarkeit des Pankreascaput wurde bei 78.3%, im Bereich des Corpus bei 79.1%, im Bereich der Cauda dagegen nur bei 42.5% der Patienten angegeben. Eine mäßige Darstellbarkeit des Caput ergab sich bei 17.8% der Patienten, des Corpus bei 16.5% der Patienten. Die Cauda war bei 47.9 % der Patienten nur mäßig und bei 9.6%, entsprechend 139 Patienten, nicht darstellbar.
Im Caput und Corpusbereich war die Darstellbarkeit damit insgesamt deutlich besser als im Caudabereich (Tabelle 11). Bei einem Patienten wurde bei der Abdomensonographie das Pankreas nicht untersucht, bei zwei weiteren wurde lediglich die Cauda nicht beurteilt.

**Tabelle 12:** Darstellbarkeit des **Pankreascaput** abhängig von Adipositas, Gasüberlagerung und mangelnder Kooperationsfähigkeit In den Tabellen 12-14 sind die Prozentangaben der Spalten 3-5 jeweils auf die sonographische Darstellbarkeit in Zeile 2 bezogen. Da die Störfaktoren kombiniert auftreten können, ergeben sich mehr als 100%.
Anzahl der untersuchten **Patienten n=1450.**

| **Störfaktoren** | **Anzahl (Anteil an n)** | **Sonographische Darstellbarkeit des Pankreascaput** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Σ gut:1136 | Σ mäßig:258 | Σ nicht darstellbar:56 |
| Adipositas | 289 (19.9%) | 169 (14.9%) | 96 (37.2%) | 24 (42.9%) |
| Gasüberlagerung | 521 (35.9%) | 274 (24.1%) | 196 (75.7%) | 51 (91.1%) |
| Mangelnde Kooperation | 72 (5.0%) | 39 (3.4%) | 24 (9.3%) | 9 (16.1%) |
| Keine Störfaktoren | 834 (57.5%) | 782 (68.8%) | 49 (20%) | 3 (5.4%) |

**Tabelle 13:** Darstellbarkeit des **Pankreascorpus** abhängig von Adipositas, Gasüber-lagerung und mangelnder Kooperationsfähigkeit. Untersuchte **Patientenzahl n=1450.**
Die Prozentangaben der Spalten 3-5 sind jeweils auf die sonographische Darstellbarkeit in Zeile 2 bezogen.

| **Störfaktoren** | **Anzahl (Anteil an n)** | **Sonographische Darstellbarkeit des Pankreascorpus** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Σ gut:1147 | Σ mäßig:239 | Σ nicht darstellbar:64 |
| Adipositas | 289 (19.9%) | 172 (15.0%) | 93 (38.9%) | 24 (38.1%) |
| Gasüberlagerung | 521 (35.9%) | 288 (25.1%) | 174 (72.8 %) | 59 (93.7%) |
| Mangelnde Kooperation | 72 (5.0%) | 41 (3.6%) | 21 (8.8%) | 10 (15.9%) |
| Keine Störfaktoren | 834 (57.5%) | 777 (67.7%) | 55 (23.0%) | 2 (3.1%) |

**Tabelle 14:** Darstellbarkeit des **Pankreascauda** abhängig von Adipositas, Gasüberlagerung und mangelnder Kooperationsfähigkeit. Untersuchte **Patientenzahl n=1448.** Die Prozentangaben der Spalten 3-5 sind jeweils auf die sonographische Darstellbarkeit in Zeile 2 bezogen.

| **Störfaktoren** | **Anzahl (Anteil an n)** | **Sonographische Darstellbarkeit des Pankreascauda** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Σ gut:615 | Σ mäßig:694 | Σ nicht darstellbar:139 |
| Adipositas | 289 (19.9%) | 48 (7.8%) | 186 (26.8%) | 55 (39.6%) |
| Gasüberlagerung | 521 (35.9%) | 75 (12.2%) | 342 (49.3%) | 103 (74.1%) |
| Mangelnde Kooperation | 72 (5.0%) | 11 (1.8%) | 46 (6.6%) | 15 (10.8%) |
| Keine Störfaktoren | 833 (57.5%) | 509 (82.8%) | 295 (42.5%) | 29 (20.1%) |

Weiterhin wurde untersucht, wie häufig die sonographische Darstellbarkeit durch Adipositas (Definition siehe Kapitel 4.15), erhebliche Darmgasüberlagerungen und mangelnde Kooperationsfähigkeit des Patienten eingeschränkt war. Wie aus den Tabellen 12-14 ersichtlich, wurde die Darstellbarkeit des Pankreas durch das Vorliegen von Störfaktorenn beeinflußt. War z.B. das Pankreas (bezogen auf Caput, Corpus und Cauda) nicht darstellbar, traf das Kriterium Adipositas doppelt so häufig zu als im Gesamtdurchschnitt. Auch bei mäßiger Darstellbarkeit des Organs waren die Patienten im Vergleich zum Gesamtkollektiv überdurchschnittlich häufig adipös, bei guter Darstellbarkeit dagegen deutlich seltener.
Bei erheblicher Darmgasüberlagerung, die durchschnittlich bei 36% der Patienten notiert wurden, war die fehlende Darstellbarkeit im Caput auf 91.1% und im Corpusbereich auf 93.7% erhöht. Bei mäßiger Darstellbarkeit waren die Patienten doppelt so häufig wie im Durchschnitt erheblich gasüberlagert.
Die sonographische Darstellbarkeit der Cauda war im Vergleich zum Caput und Corpus insgesamt deutlich schlechter, wie in Tabelle 14 schon an den wesentlich höheren Absolut-zahlen der fehlenden und mäßigen Darstellbarkeit erkennbar. Dabei hat sich gezeigt, daß mit abnehmender Qualität der sonographischen Darstellbarkeit die Häufigkeit von allen 3 unter-suchten Störfaktoren deutlich zunimmt. So waren bei guter Darstellbarkeit der Cauda nur 7,8%,

dagegen bei fehlender Darstellbarkeit fast 40% adipös (Tab.14). Weiterhin waren bei fehlender Darstellbarkeit der Cauda 74,1% erheblich gasüberlagert, während bei guter Datstellbarkeit nur 12,2% als erheblich gasüberlagert eingestuft worden sind. Auch die Kooperationsfähigkeit des Patienten war bei fehlender im Vergleich zur guten Darstellbarkeit der Cauda prozentual gesehen 5-mal häufiger eingeschränkt.
Bei nur 42,5% der Untersuchten (615 Patienten) war die Darstellbarkeit der Cauda gut.

Die in Tabelle 12-14 angegebenen Absolutwerte ergeben bei der Berechnung des Pearson $\chi^2$-Test mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha$ <1% einen signifikanten Zusammenhang der sonographischen Darstellbarkeit des Pankreas mit allen 3 untersuchten Störfaktoren.

**Tabelle 15:** Darstellbarkeit des **Pankreascaput,** abhängig von der Erfahrung des Untersuchers. Anzahl der untersuchten Patienten **n=1450.**

| **Schallerfahrung des Untersuchers** | **Anzahl der Untersuchungen** | **Sonographische Darstellbarkeit des Pankreascaputs** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **gut** | **mäßig** | **nicht darstellbar** |
| 600 - 1200 | 789 (54.4%) | 633 (80.2 %) | 121 (15.3%) | 35 (4.4%) |
| 1200 - 2000 | 62 (4.3%) | 44 (70.1%) | 13 (20.1%) | 5 (8.0%) |
| 2000 -20000 | 81 (5.6%) | 70 (86.4%) | 9 (11.1%) | 2 (2.4%) |
| >20000 | 518 (35.7%) | 390 (75.3%) | 115 (22.2%) | 13 (2.5%) |
| Summe: | 1450 (100%) | 1136 (78.3%) | 258 (17.8%) | 56 (3.9%) |

**Tabelle 16:** Darstellbarkeit des **Pankreascorpus,** abhängig von der Erfahrung des Untersuchers. Anzahl der untersuchten Patienten **n= 1450.**

| **Schallerfahrung des Untersuchers** | **Anzahl der Untersuchungen** | **Sonographische Darstellbarkeit des Pankreascorpus** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **gut** | **mäßig** | **nicht darstellbar** |
| 600 - 1200 | 789 (54.4%) | 606 (76.7%) | 138 (17.5%) | 45 (5.7%) |
| 1200 - 2000 | 62 (4.3%) | 41 (66.1%) | 17 (27.4%) | 4 (6.5%) |
| 2000 -20000 | 81 (5.6%) | 72 (88.9%) | 7 (8.6%) | 2 (2.5%) |
| >20000 | 518 (35.7%) | 429 (82.8%) | 77 (14.9%) | 12 (2.3%) |
| Summe: | 1450 (100%) | 1147 (79.1%) | 239 (16.5%) | 64 (4.4%) |

**Tabelle 17:** Darstellbarkeit der **Pankreascauda,** abhängig von der Erfahrung des Untersuchers. Anzahl der untersuchten Patienten **n= 1448.**

| **Schallerfahrung des Untersuchers** | **Anzahl der Untersuchungen** | **Sonographische Darstellbarkeit des Pankreascauda** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **gut** | **mäßig** | **nicht darstellbar** |
| 600 - 1200 | 789 (54.5%) | 360 (45.6%) | 326 (41.3%) | 103 (13.1%) |
| 1200 - 2000 | 61 (4.2%) | 23 (37.7%) | 27 (44.3%) | 11 (18.0%) |
| 2000 -20000 | 81 (5.6%) | 50 (61.7%) | 22 (27.2%) | 9 (11.1%) |
| >20000 | 517 (35.7%) | 182 (35.2%) | 319 (61.7%) | 16 (3.1%) |
| Summe: | 1448 (100%) | 615 (42.5%) | 694 (47.9%) | 139 (9.6%) |

Ebenfalls einen nachweisbar signifikanten Zusammenhang (Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha < 1\%$) ergab sich bei der Abhängigkeit von der Erfahrung des Untersuchers bei der Darstellbarkeit des Pankreas (Tabelle 15-17). So war eine fehlende Darstellbarkeit beim sehr Erfahrenen wesentlich seltener, insbesondere die Cauda. Diese konnten weniger Erfahrene in 13-18% der Untersuchungen nicht darstellen, während sie der sehr Erfahrene nur in 3% nicht darstellen konnte. Hingegen wurde die Darstellbarkeit durch sehr Erfahrene häufiger als nur mäßig beurteilt, als durch weniger Erfahrene. Bei der angebenen guten Darstellbarkeit war es umgekehrt.

## 4.2.2 Konsens der sonographischen Diagnosen am Pankreas

Von den 1450 untersuchten und im Verlauf beobachteten Patienten hatten 1418 (97.8%) einen sonographischen Normalbefund des Pankreas. Bei entsprechender klinischer oder chemischer Fragestellung wurde ein sonographischer Normalbefund 3mal durch eine ERCP und 7mal durch eine CT bestätigt. Eine chronische Pankreatitis ist trotz der durchgeführten unauffälligen Diagnostik möglich bzw. nicht auszuschließen.

Bei 34 Patienten wurde ein erfahrener Zweitschaller zu Rate gezogen, 33mal (davon 12 pathologische und 21 Normalbefunde) ergab sich dann eine positive Korrelation zur Verdachtsdiagnose des Erstuntersuchers. Bei einem Patienten konnte eine akute ödematöse Pankreatitis (gezielte Fragestellung bei klinisch-und chemischem Untersuchungsbefund) erst vom Zweitschaller sonographisch erkannt werden.

### 4.2.2.1 Pathologische Befunde am Pankreas

Bei 32 Patienten (2.2%) wurde in der Sonographie ein pathologischer Befund des Pankreas diagnostiziert (Tabelle 18).
Eine gezielte pankreasbezogene Fragestellung durch den anfordernden Arzt war bei 27 Patienten gegeben, 5mal konnte der Untersucher eine klinisch relevante **Zusatzdiagnose** stellen.

Klinisch relevante Zusatzdiagnosen (n=5), die nicht im Sinne der Fragestellung diagnostiziert wurden:

Bei einem 82 jährigen Patienten wurde im Pankreascaput eine 3.3 cm große echoarme Raumforderung sonographisch dargestellt, die eine erhebliche Dilatation sowohl des Ductus pankreaticus als auch des Ductus choledochus bedingte. Bei einer daraufhin durchgeführten CT-Untersuchung konnten die dilatierten Gänge nicht gesehen werden, das Pankreascaput wurde als atypisch und inhomogen beschrieben, eine weitere Klärung des Befundes konnte jedoch nicht erzielt werden. Auf Wunsch des Patienten wurde auf die Durchführung einer ERCP verzichtet.
Bei einem Patienten wurde ein gering erweiterter Ductus pankreaticus gesehen, der jedoch bei fehlendem klinisch-chemischen Untersuchungsbefund ebenfalls nicht weiter abgeklärt wurde.
Bei 3 Patienten konnte als relevanter Zusatzbefund eine chronische Pankreatitis diagnostiziert werden (s.Kap.4.2.2.2).

**Tabelle 18:** Häufigkeit der sonographischen Diagnosen am **Pankreas** und der **Konsens** bei Folgeuntersuchungen, soweit durchgeführt. Anzahl der untersuchten Patienten n=1450. Die Prozentangaben beziehen sich auf die Anzahl der jeweils durchgeführten Folgeuntersuchungen (z.B. CT 2/5 =40%, entspricht Konsens bei 2 von 5 Patienten , die mit CT untersucht wurden).

| **Sonographische Diagnose** | **n=1450** | **Klinik** | **Labor** | **CT** | **ERCP** | **Histo.** | **OP** | **EUS** | **sicher bestätigt** | **unsicher bestätigt** | **Spezifität** | **pos. präd. Wert** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Normalbefund | 1418 (97.8%) | n.a. | n.a. | 7/7 | 3/3 | / | / | / | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Chronische Pankreatitis | 5 | 3/5 (60%) | 3/5 (60%) | 2/2 | 3/3 | / | / | 1/1 | 3 | 2 | >95% | ≥60% |
| Akute ödematöse Pankreatitis | 6 | 6/6 | 6/6 | 2/2 | 1/1 | / | / | / | 6 | 0 | 100% | 100% |
| Akute hämorrh.-nekr.Pankreatitis | 2 | 2/2 | 2/2 | 2/2 | / | / | 1/1 | / | 2 | 0 | 100% | 100% |
| Papillencarcinom | 2 | 2/2 | 2/2 | 1/1 | 2/2 | 2/2 | 1/1 | / | 2 | 0 | n.a. | n.a. |
| Pankreascarcinom | 9 | 3/9 (33%) | 5/9 (56%) | 3/5 (60%) | 5/5 [1] | 3/3 | 3/3 | 1/2 | 6 | 3 | 99% | ≥66% |

n.a. = nicht ausgewertet

1: Bei 1 Patienten war eine Sondierung der Papille nicht möglich, die ERCP wurde daher nicht gewertet.

Im folgenden möchte ich auf die in Tabelle 18 aufgeführten sonographischen Diagnosen **am Pankreas** näher eingehen (S.35):

#### 4.2.2.2 Chronische Pankreatitis

Von den 5 Patienten, bei denen sonographisch eine chronische Pankreatitis diagnostiziert wurde, wurden 3 ohne gezielte Fragestellung entdeckt. Bei 3 (60 %) waren typische klinische und klinisch-chemische Parameter vorhanden, wie Schmerzen, Nahrungsintoleranz. Durchfälle, Gewichtsverlust und intermittierend Lipaseerhöhung im Serum.
4 Patienten zeigten Pankreasverkalkungen und 2mal waren Pseudozysten nachweisbar. Die Befunde konnten 2mal im CT, 1mal bei der EUS und 3mal bei einer ERCP bestätigt werden. Insgesamt konnte die Diagnose einer chronischen Pankreatitis klinisch und bildgebend bei 3 von den 5 Patienten sicher bestätigt werden, bei 2 Patienten (40%) konnte die Diagnose lediglich durch den klinischen Verlauf bestätigt werden.
In der Annahme, daß unter epidemiologischer Betrachtung (s.S.20) die Anzahl der als richtig negativ eingestuften Sonographiebefunde der Realität zumindest annähernd entspricht, kann annäherungsweise die Spezifität geschätzt werden: sie liegt für die abdominalsonographische Untersuchung zum Ausschluß einer chronischen Pankreatitis >95%.

#### 4.2.2.3 Akute Pankreatitis

Insgesamt 8mal wurde die Diagnose einer akuten Pankreatitis gestellt, bei 6 Patienten eine ödematöse und bei 2 Patienten eine hämorrhagisch-nekrotisierende Pankreatitis. Bei diesen beiden Patienten waren sonographisch auch Nekrosestraßen erkennbar, die im CT und bei einem Patienten auch operativ bestätigt wurden. Es wurde keine falsch positive sonographische Diagnose bezüglich einer akuten Pankreatitis gestellt.
Der positive prädiktive Wert und die Spezifität betragen annäherungsweise 100%.

#### 4.2.2.4 Papillencarcinom

Bei 2 Patienten wurde ein Papillencarcinom diagnostiziert, 1mal war ein Tumor abgrenzbar, bei dem 2. Patienten war ein erweiterter Ductus pankreaticus aufgefallen, ohne daß eine andere Obstruktionsursache nachweisbar war. Bei beiden konnte die Diagnose bei der ERCP histologisch gesichert werden. Für stastische Angaben ist die Fallzahl zu klein.

#### 4.2.2.5 Pankreascarcinom

Bei 9 Patienten wurde die sonographische Verdachtsdiagnose eines Pankreascarcinoms gestellt. Von einem Drittel dieser Patienten wurden bereits klinische Symptome wie Schmerzen, Übelkeit oder Gewichtsverlust angegeben. Bei 5 der 9 der Patienten waren erhöhte Lipasewerte (für Carcinom sehr unspezifisch) und bei 2 Patienten zusätzlich ein erhöhter Tumormarker (CA 19.9) nachweisbar.
Bei 6 von den 9 Patienten konnte die Verdachtsdiagnose durch weitere Bildgebung, Histologie oder Operation sicher bestätigt werden.
Bei 3 Patienten konnte der Befund nur unsicher bestätigt werden: zweimal wurden im CT lediglich Inhomogenitäten bzw. eine Buckelung beschrieben, ohne sicheren Hinweis auf eine Raumforderung. Bei diesen beiden Patienten wurde aus allgemein-internistischen Gründen keine weitere diagnostische Abklärung (z.B. ERCP)

durchgeführt, so daß die Diagnose nicht gesichert werden konnte. Einer der beiden Patienten verstarb innerhalb des Beobachtungszeitraumes, eine Sektion wurde nicht durchgeführt.
Bei dem zweiten Patienten kann über den Verlauf leider nichts ausgesagt werden. Bei einem weiteren multimorbiden Patienten mit Leberfilialisierung wurde der Befund ebenfalls nicht weiter abgeklärt. Bei diesen 3 Patienten konnte daher die sonographische Verdachtsdiagnose eines Pankreascarcinoms nicht sicher bestätigt werden.

Bei 6 Patienten konnte die sonographische Diagnose sicher bestätigt werden:
Bei 5 von 6 durchgeführten ERCP-Untersuchungen konnte durch die Darstellung eines Gangabbruches mit prästenotischer Dilatation die Diagnose bildgebend und durch Entnahme einer Biopsie bei 3 Patienten auch histologisch gesichert werden. Bei 1 Patienten gelang es nicht, den Ductus pankreaticus zu sondieren. Hier konnte die Diagnose im CT bestätigt werden. Insgesamt wurde bei 3 Patienten die sonographische Verdachtsdiagnose eines Pankreascarcinoms im CT bestätigt. Bei 3 Patienten wurde eine Whipple-Operation durchgeführt.

Somit konnte bei insgesamt 6 von 9 Patienten die sonographische Diagnose sicher bestätigt werden, bei 3 Patienten konnte sie weder bestätigt noch widerlegt werden.
Der positive Vorhersagewert beträgt somit mindestens 67%.
Die Spezifität beträgt annäherungsweise 99%.

### 4.2.3 Diskordanz zum auswärtigen Befund

Bei der Sonographie des Pankreas ergab sich 2mal eine Diskordanz zum auswärtigen Befund: bei 2 Patienten wurde auswärts der sonographische Verdacht auf eine malignitätsverdächtige Raumforderung im Pankreascaput gestellt. Bei beiden Patienten wurde bei uns jedoch ein sonographischer Normalbefund gesehen (Kontrolle durch Zweitschaller). Bei Fehlen von klinischen Symptomen und Laborparametern wurde hier auf eine weitere diagnostische Abklärung verzichtet.

**Tabelle 19**: Häufigkeit der **falsch negativen sonographischen Normalbefunde** am **Pankreas,** bei denen sich ein **Dissens** bei klinisch-chemischen Befunden oder Folgeuntersuchungen, soweit durchgeführt, ergab. Anzahl der untersuchten Patienten n=1450. Problem 1=Adipositas, Problem 2=Gasüberlagerung, Problem 3=mangelnde Kooperationsfähigkeit.

| **Diagnose b. Folge-untersuchungen** | **nges. 1450** | **Klin. Lab.** | **CT** | **ERCP** | **Histo-logie** | **Darstell-barkeit** | **Problem** | | | **Untersucher-erfahrung** | **Bemerkung** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | **1** | **2** | **3** | | |
| V.a.Chronische Pankreatitis i.CT | 1 | neg. | 1 | / | / | mäßig | nein | nein | nein | >600 | Verkalkung im CT |
| Pankreascarcinom | 2 | 1 | 1 | / | / | mäßig | nein | ja | ja | >20000 | nicht definitiv abgeklärt |
| | | 1 | neg. | 1 | 1 | mäßig | ja | ja | ja | >1200<br>>20000 | Op-Histologie |
| Akute ödematöse Pankreatitis | 5 | 1 | / | / | / | mäßig | nein | ja | nein | >600<br>>20000 | Im Frühstadium Grenzen der Methodik, da Organgröße im Normbereich |
| | | 1 | / | / | / | gut | nein | ja | ja | >20000 | |
| | | 1 | / | / | / | mäßig | ja | ja | nein | >20000 | |
| | | 1 | / | neg. | / | gut | ja | nein | nein | >20000 | |
| | | 1 | / | / | / | gut | ja | ja | nein | >20000 | |

### 4.2.4 Dissens der sonographischen Diagnosen des Pankreas

Insgesamt 8mal ergab sich bei einem sonographischen Normalbefund ein Dissens bei der Folgediagnostik (Siehe Tabelle 19).

#### 4.2.4.1 Chronische Pankreatitis

Bei einem 43 jährigen Patienten mit langjährigem Alkoholabusus, wurden im CT Verkalkungen beschrieben, die bei einer chronischen Pankreatitis vorkommen können. Bei der abdominellen Sonographie wurde ein Normalbefund beschrieben. Klinische Hinweise auf eine chronische Pankreatitis oder Schmerzen wurden nicht angegeben, der Lipasewert war im Normbereich. Eine weitere Abklärung, z.B. durch eine ERCP hat deshalb nicht stattgefunden. Somit ergibt sich eine Diskrepanz von den 2 durchgeführten bildgebenden Verfahren, ohne daß eine eindeutige Klärung erfolgt ist.

#### 4.2.4.2 Pankreascarcinom

Eine 85-jährige Patientin kam zur Abklärung unklarer Schmerzen im Abdomen. Die Lipasewerte waren auf das 3-4 fache der Norm erhöht (bei normalen Kreatininserumwerten). Nach einem unauffälligen Sonographiebefund der Bauchspeicheldrüse wurde im CT im Caudabereich eine vier cm große inhomogene Raumforderung, vereinbar mit einem Pankreascarcinom, beschrieben. Eine Abklärung mittels Histologie konnte jedoch aus allgemeininternistischer Sicht und auf Wunsch der Patientin nicht durchgeführt werden.
Bei einer 71-jährigen Patientin mit Cholestaseparameter und Schmerzsymptomatik konnte ein Pankreaskopfcarcinom nach unauffälligem Sonographiebefund (CT und Angiographie ebenfalls unauffällig) erst in der ERCP diagnostiziert werden. Dort wurde eine sanduhrförmige Stenosierung des Ductus pankreaticus in Papillennähe beschrieben. Bei einer palliativen Operation konnte die Diagnose histologisch gesichert werden.

#### 4.2.4.3 Akute ödematöse Pankreatitis

Bei 5 Patienten war bei einer klinisch und klinisch-chemisch gesicherten akuten ödematösen Pankreatitis das sonographische Bild unauffällig. Die Genese der Pankreatitis war 3mal biliär (durchgeführte ERCP einmal unauffällig) und 2mal äthyltoxisch. Der Ductus pankreaticus war jeweils normal breit, Ascites nicht nachweisbar. Allerdings handelte es sich hierbei um Frühstadien einer akuten Pankreatitis, die sonomorphologisch kein pathologisches Bild verursachen müssen. Sonographische Verlaufsuntersuchungen sind per Definition nicht in meine Studie mit eingegangen.

#### 4.2.4.4 Zuverlässigkeit sonographischer Befunde

Über die Zuverlässigkeit der sonographischen Normalbefunde (richtig negativen) kann keine sichere Aussage gemacht werden, da bei den meisten Normalbefunden im Bereich des Pankreas keine weiterführende bildgebende Diagnostik erfolgte. Bei Patienten, bei denen keine sichere Bestätigung des sonographischen Befundes durch weitere Bildgebung (z.B. ERCP bei V.a. Pankreascarcinom) Histologie oder Operation erfolgte, sind mögliche falsch positive Diagnosen nicht auszuschließen. Es ist generell schwierig, einen durch eine Bildgebung erhobenen pathologischen Befund durch weitere Bildgebung zu widerlegen.
In Tabelle 19 sind die falsch negativen Sonographiebefunde (8 von 1450 Patienten), mit den jeweiligen klinischen und klinisch-chemischen Befunden bzw. Folgeuntersuchungen, den Untersuchungsbedingungen und der Erfahrung des Untersuchers aufgeführt. Bei 7 der 8 Patienten war die Fragestellung gezielt auf das Pankreas bezogen.
Bei fehlender Darstellbarkeit des Pankreas hat sich kein Dissens ergeben.
Schallbeeinträchtigende Faktoren, wie Adipositas, Gasüberlagerung, mangelnde Kooperationsfähigkeit und eine nur mäßige Darstellbarkeit, traten im Vergleich zum Gesamtdurchschnitt überproportional häufig auf. Eine statistische Aussage ist bei der geringen Zahl falsch negativer Befunde jedoch nicht möglich.

## 4.3 Auswertung der sonographischen Befunde an der Leber

Bei Verdacht auf eine Lebererkrankung ist die Sonographie als Screening-Methode immer indiziert, da sie eine Vielzahl von diffusen und umschriebenen Läsionen erkennen und zu der differentialdiagnostischen Abgrenzung gegenüber Gallenwegserkrankungen beitragen kann. Die Leber kann zwar im Vergleich zu anderen Organen im Abdominalraum sonographisch relativ einfach aufgesucht werden, die Darstellbarkeit einzelner Regionen aber z.B. durch Gasüber-lagerungen eingeschränkt sein.

### 4.3.1 Sonographische Darstellbarkeit der Leber

Im folgenden Kapitel wird die Zuverlässigkeit der sonographischen Diagnosen der Leber anhand von weiterführenden Untersuchungen an unserem Patientenkollektiv (n=1451) überprüft. Bei einem Patienten des Kollektivs wurde sie nicht untersucht.
Inwieweit hängt die Korrektheit der Diagnose von der Darstellbarkeit und von der Erfahrung des Untersuchers ab? Wie häufig sind falsch negative und falsch positive Befunde?
Die Leber konnte bei allen untersuchten Patienten sonographisch dargestellt werden.
Eine gute Darstellbarkeit war bei 79.2% der Patienten (1148) möglich, während sie bei 20.8% (302 Patienten) nur mäßig war.
Weiterhin wurde untersucht, wie häufig die sonographische Darstellbarkeit der Leber durch Adipositas, erhebliche Darmgasüberlagerungen und mangelnde Kooperationsfähigkeit (Definition siehe Kapitel 4.15) des Patienten eingeschränkt war.
Tabelle 20 zeigt die Korrelation der genannten Störfaktoren mit der unterschiedlichen Darstellbarkeit.

**Tabelle 20:** Darstellbarkeit der **Leber,** abhängig von Adipositas, Gasüberlagerung und mangelnder Kooperationsfähigkeit. Anzahl der untersuchten **Patienten n=1450.** Die Prozentangaben der Spalten 3 und 4 sind jeweils auf die sonographische Darstellbarkeit in Zeile 2 bezogen. Da die Störfaktoren kombiniert auftreten können, ergeben sich mehr als 100%.

| **Störfaktoren** | **Anzahl (Anteil an n)** | **Sonographische Darstellbarkeit der Leber** | |
|---|---|---|---|
| | | Σ gut: 1148 | Σ mäßig: 302 |
| Adipositas | 290 (20%) | 157 (13.7%) | 133 (44.0%) |
| Gasüberlagerung | 522 (36%) | 253 (22.0%) | 269 (89.1%) |
| Mangelnde Kooperation | 72 (5%) | 32 (2.8%) | 40 (13.2%) |
| Keine Störfaktoren | 833 (57.4%) | 811 (70.6%) | 22 (7.3%) |

Erwartungsgemäß zeigte sich, daß bei mäßiger Darstellbarkeit die Quote der Adipösen fast 3mal so hoch war wie bei guter Darstellbarkeit. Auch erhebliche Gasüberlagerungen sind ein wesentlicher Störfaktor bei der Darstellung der Leber. So waren bei mäßiger Darstellbarkeit fast 90 % der Untersuchten gasüberlagert, während bei guter Darstellbarkeit nur jeder fünfte Patient gasüberlagert war.

Mangelnde Kooperationsfähigkeit des Patienten, insgesamt nur bei 5 % der Untersuchten, war bei mäßiger Darstellbarkeit bei über 13% gegeben.
Die in Tabelle 20 angegebenen Absolutwerte ergaben bei der Berechnung des Pearson $\chi^2$-Test mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha$ <1% einen signifikanten Zusammenhang der sonographischen Darstellbarkeit der Leber mit allen 3 untersuchten Störfaktoren.

**Tabelle 21:** Darstellbarkeit der **Leber** abhängig von der Erfahrung des Untersuchers. Anzahl der untersuchten Patienten **n=1450.** Prozente in Spalte 3 u. 4 bezogen auf jeweilige Anzahl der Untersuchungen.

| **Schallerfahrung des Untersuchers** | **Anzahl der Untersuchungen** | **Sonographische Darstellbarkeit der Leber** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **gut** | **mäßig** | **nicht darstellbar** |
| 600 - 1200 | 789 (54.4%) | 612 (77.6%) | 177 (22.4%) | 0 |
| 1200 - 2000 | 62 (4.3%) | 48 (77.4%) | 14 (22.6%) | 0 |
| 2000 -20000 | 81 (5.6%) | 66 (81.5%) | 15 (18.5%) | 0 |
| >20000 | 518 (35.7%) | 422 (81.5%) | 96 (18.5%) | 0 |
| Summe: | 1450 (100%) | 1148 (79.2%) | 302 (20.8%) | 0 |

Kein signifikanter Zusammenhang ergab sich jedoch bei der Abhängigkeit von der Erfahrung des Untersuchers bei der sonographischen Darstellbarkeit der Leber (Tab. 21). So konnte die Leber von weniger erfahrenen etwa genauso häufig gut bzw. mäßig dargestellt werden, wie von sehr erfahrenen Untersuchern. Grundsätzlich war die Darstellbarkeit des Organs immer möglich.

## 4.3.2 Konsens der sonographischen Diagnosen der Leber

Von den 1450 untersuchten Patienten hatten 518 (35.7%) einen sonographischen Normalbefund der Leber. Bei entsprechender klinischer oder chemischer Fragestellung wurde dieser bei insgesamt 9 Patienten durch eine CT-Untersuchung bestätigt. Bei 6 Patienten, die an einem gastrointestinalen Tumor operiert wurden, ist die Leber makroskopisch vom Chirurgen ebenfalls als unauffällig beurteilt worden.

### 4.3.2.1 Pathologische Befunde der Leber

Bei 932 Patienten (64.3 %) ist bei der abdominellen Sonographie ein pathologischer Befund der Leber diagnostiziert worden. Da Mehrfachdiagnosen pro Patient ebenfalls mit aufgenommen wurden, erscheinen 1149 pathologische Befunde in Tabelle 23.
Die entsprechenden Diagnosen sind als Verdachtsdiagnosen zu sehen, da eine histologische Diagnose selbstverständlich nicht sonographisch möglich ist.
Bei 656 pathologischen Befunden lag eine gezielte Fragestellung vor, bei 2 Patienten erhob der Untersucher eine Anamnese, um eine gezielte Untersuchung durchführen zu können.
231mal wurde ein irrelevanter Zusatzbefund sonographisch beschrieben. Als irrelevant eingestuft wurde: Fetteinlagerungen der Leber, regionale Minderverfettung loco typico, typische Hämangiome und typische Leberzysten. Die Diagnosen sind in der Tabelle 23 mit aufgeführt.
Bei 43 Patienten ist bei nicht organbezogener Fragestellung ein klinisch relevanter **Zusatzbefund** sonographisch aufgefallen. Unterteilung der Befunde siehe Tabelle 22.

**Tabelle 22 :** Häufigkeit der **relevanten Zusatzdiagnosen** an der **Leber** und Folgeuntersuchungen soweit durchgeführt. (Text s.u.)

| **Sonographische Zusatzdiagnose** | **Nges. 1450** | **CT** | **NMR** | **Histologie** | **Diagnose** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | **gesichert** | **widerlegt** |
| Fettleber | 28 | 0 | 0 | 0 | n.a. | n.a. |
| Hepatomegalie | 8 | 0 | 0 | 0 | n.a. | n.a. |
| Stauungsleber | 1 | 0 | 0 | 0 | n.a. | n.a. |
| Leberzirrhose | **3** | 0 | 0 | 2 | **3** | **0** |
| Atypische Zyste | **1** | 1 | 0 | 0 | **0** | **1** |
| Solider Bezirk | **2** | 2 | 1 | 2 | **1** | **1** |
| Summe: | 43 | 3 | 1 | 4 | 4 | 2 |

Entsprechend der Fragestellung (Kapitel 2) soll in dieser Studie auch überprüft werden, wie häufig durch zufällig entdeckte Befunde weitere Untersuchungen initiiert werden und wie hoch die tatsächliche Ausbeute ist.
So ist bei einem Patienten eine atypische, gekammerte Leberzyste aufgefallen, der klinisch-chemische Befund war nicht hinweisend auf eine parasitologische Genese, die durchgeführte CT-Untersuchung konnte die Zyste nicht lokalisieren bzw. bestätigen. Der weitere Verlauf war unauffällig und sprach somit gegen ein Malignom.

Bei einem Patienten mit Leberzellverfettung war an atypischer Stelle ein echoarmer Bezirk aufgefallen, es wurde der Verdacht auf einen soliden Tumor wurde bei der daraufhin durchgeführten CT-Untersuchung bestärkt, die gezielte Leberbiopsie zeigte histologisch jedoch eine fokale Minderverfettung.
Bei einem 68 jährigen Patienten entdeckte der Untersucher Zeichen einer Leberzirrhose und einen soliden Tumor, der sich bei den daraufhin durchgeführten bildgebenden Verfahren (CT und NMR) ebenfalls darstellte. Die Histologie ergab ein hepatocelluläres Carcinom.

Bei 2 weiteren Patienten wurde als sonographischer Zusatzbefund eine Leberzirrhose diagnostiziert. Bei einem der beiden, der an einem septischen Schock verstorben ist, wurde die Diagnose einer kleinknotigen Leberzirrhose bei der Autopsie vom Pathologen bestätigt. Bei dem zweiten Patienten war die Genese der Zirrhose eine chronische Hepatitis, die uns vom anfordernden Kollegen nicht mitgeteilt worden ist. Die Laborparameter waren hinweisend auf eine schlechte Lebersynthese, eine Leberbiopsie wurde im Beobachtungszeitraum nicht durchgeführt.

**Tabelle 23**: Häufigkeit der sonographischen Diagnosen an der **Leber** und der **Konsens** bei Folgeuntersuchungen, soweit durchgeführt. Anzahl der untersuchten Patienten n=1450.

| **Sonographische Diagnose** | **Nges. 1450** | **Klinik** | **Labor** | **CT** | **NMR** | **Szinti-graphie** | **Angio-graphie** | **Histo-logie** | **OP** | **sicher** | **unsicher** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | **bestätigt** | |
| Normalbefund | 518 (35.7%) | n.a. | n.a. | 9/9 | / | / | / | / | 6/6 | n.a. | n.a |
| Mäßige Fetteinlagerungen | 483 (33.3%) | n.a. | 141/483 (29.2%) | 1/26 (3.8%) | / | / | / | 6/6 | / | n.a. | n.a. |
| Erhebliche Fetteinlagerungen | 181 (12.5%) | n.a. | 75/181 (41.4%) | 9/16 (56.3%) | / | / | / | 7/7 | / | n.a. | n.a. |
| Fettleber | 135 (9.3%) | n.a. | 82/135 (60.7%) | 7/15 (46.7%) | / | / | / | 1/1 | / | n.a. | n.a. |
| Fok. Minderverfettung | 33(2.3%) | n.a. | n.a. | 0/4 | / | / | / | 1/1 | / | n.a. | n.a. |
| Leberzirrhose | 50 (3.4%) | 37/50 (74.0%) | 40/50 (80.0%) | 7/10 (70.%) | / | / | / | 1/1 | 3/3 | n.a. | n.a. |
| Hepatomegalie | 75 (5.2%) | 31/75 (41.3%) | n.a. | 3/7 (42.9%) | / | / | / | / | 1/1 | n.a. | n.a. |
| Stauungsleber | 32 (2.2%) | 32/32 | n.a. | 1/1 | / | / | / | / | / | n.a. | n.a. |
| Leberzyste(n) | 62 (4.3%) | / | / | 4/9 (44.4%) | / | 0/1 | / | / | / | 5 | 57 |
| Hämangiom(e) | 46 (3.2%) | / | / | 8/12 (66.7%) | 1/1 | 1/1 | / | / | / | 45 | 1 |
| Andere benigne Lebertumoren | 6 (0.4 %) | / | / | 5/5 | / | 2/2 | / | 0/2 | / | 6 | 0 |
| Hepatocelluläres Carcinom | 8 (0.6%) | 3/8 | 4/8 | 5/8 (62,5%) | 2/2 | / | / | 2/5 | / | 5 | 3 |
| Metastase(n) | 37 (2.6%) | 33/37 (89.2%) | 24/37 (64.9%) | 20/21 (95.2%) | 1/1 | / | 1/1 | 6/6 | 4/4 | 30 | 7 |

n.a. = nicht ausgewertet

Im folgenden möchte ich auf die in **Tabelle 23** aufgeführten **parenchymatösen Erkrankungen der Leber** näher eingehen:

#### 4.3.2.2 Leberzellverfettung/Fettleber

Insgesamt wurden bei 45.8% der Untersuchten Fetteinlagerungen der Leber beschrieben, bei 483 Patienten mäßige und bei 181 Patienten erhebliche. Als Referenz wurde der deutliche Helligkeitskontrast zwischen Leber und rechter Niere (falls diese nicht selbst verändert war) genommen. Eine Fettleber wurde bei 135 Patienten diagnostiziert (häufig Volumenzunahme bei vermehrter Echogenität, Schallschwächung, Abrundung des Leberrandes, Gefäßrarefizierung). Eine Erhöhung der Gamma-Glutamyl-Transferase im Serum war bei mäßiger Steatosis hepatis bei 29.2% und bei einer Fettleber bei 60.7% vorhanden. Computertomographisch ist ein erhöhter Fettanteil der Leber anhand der verminderten Dichtewerte zu erkennen, bei dem untersuchten Patientenkollektiv wurde jedoch auch bei Vorliegen einer Fettleber diese nur bei 46.7% der durchgeführten CT-Untersuchungen bestätigt. Bei den mäßigen Fetteinlagerung lag die prozentuale Bestätigung nur bei knapp 4 %, bei erheblicher Fetteinlagerung bei 56.3%. Allerdings war die Indikation zur Durchführung einer CT-Untersuchung nicht die Abklärung der klinisch wenig relevanten Steatosis hepatis. Die in der Tabelle 23 angegebenen histologischen Befunde wurden nicht im Rahmen einer Abklärung der Leberzellverfettung oder aus Studiengründen erhoben. Leberpunktionen wurden nur bei klinischer Indikation durchgeführt.

#### 4.3.2.3 Leberzirrhose

Bei 50 Patienten wurden sonographische Zeichen einer Leberzirrhose diagnostiziert, bei 7 davon Hinweise eines beginnenden zirrhotischen Umbaus. Typische klinische Symptome wie z.B. Leberhautzeichen, hormonelle Störungen, Blutungsanomalien oder Aszites wurden bei 74% der Patienten laut Akteneinsicht beschrieben. Klinisch-chemische Zeichen einer Leberzirrhose waren bei 80% der Patienten vorhanden (Cholestaseparameter, Zeichen verminderter Syntheseleistung). Bei 7 von 10 durchgeführten CT-Untersuchungen wurde die Diagnose bestätigt, 3mal war der CT-Befund falsch negativ: bei einem Patienten mit sonographischen Zeichen einer Leberzirrhose bestand eine Hepatosplenomegalie und Zeichen des portalen Hypertonus (Umgehungskreislauf, Ascites), der für die Diagnose einer Zirrhose spricht. Im CT wurde lediglich die Splenomegalie beschrieben. Bei dem 2. Patienten wurden bei der Gastroskopie Ösophagusvarizen beschrieben, die für einen portalen Hypertonus sprechen.
Bei dem 3. Patienten war eine chronische Hepatitis C bekannt, eine histologische Bestätigung des beginnenden zirrhotischen Umbaus ist nicht erfolgt, eine mögliche falsch positive sonographische Diagnose ist bei diesem Patienten nicht auszuschließen.

Im nächsten Abschnitt möchte ich auf die in Tabelle 23 aufgeführten sonographischen Diagnosen **umschriebener Lebererkrankungen** näher eingehen:

#### 4.3.2.4 Leberzyste(n)

62mal konnte die Diagnose Leberzyste gestellt werden, davon waren 35 solitär, 16 multipel (davon eine Zystenleber) und bei 11 Patienten lag eine Kammerung der Zyste vor. Typische Leberzysten (zarte Randbegrenzung, echofrei und dorsale Schallverstärkung) können auch bei geringer Größe sonographisch gut erkannt werden und bedürfen in der Regel keiner weiteren Abklärung. Bei unklaren Befunden wurden Folgeuntersuchungen bzw. Verlaufskontrollen empfohlen. Bei 4 Patienten konnte im CT die Diagnose einer Leberzyste bestätigt werden, 5mal ergab das CT einen falsch negativen Befund (andere Fragestellung).
Bei einem Patienten mit einem Dünndarmcarcinoid wurde bei der Kolloidszintigraphie die gekammerte Zyste als Metastase interpretiert. Ein daraufhin durchgeführtes CT konnte keine Kontrastmittel aufnehmende Leberherde lokalisieren, auch der weitere Verlauf war unauffällig, so daß die sonographsiche Diagnose einer Zyste als richtig positiv einzuordnen ist.

#### 4.3.2.5 Hämangiom(e) der Leber

46mal wurden Hämangiome diagnostiziert, davon hatten 12 Patienten multiple Hämangiome, bei 6 Patienten waren sie teilthrombosiert. Bei typischen Hämangiomen (gleichmäßig, scharf begrenzt, kein echoarmer Randsaum) wurde auf weitere Diagnostik verzichtet, sofern klinisch kein Verdacht auf das Vorliegen einer Tumorerkrankung bestand. Bei atypischen Hämangiomen (inhomogene Textur, unscharf begrenzt, scheinbarer Randsaum) wurde eine Computertomographie mit Kontrastmittel durchgeführt. Dabei konnte bei 8 Patienten das Irisblendenphänomen als Hinweis für ein Hämangiom die sonographische Diagnose bestätigen.
Bei 4 Patienten mit einem sonographisch typischen Hämangiom war der CT-Befund unauffällig, wobei die CT-Untersuchung hier nicht zur Bestätigung des Hämangioms durchgeführtworden und ohne Kontrastmittelgabe wohl übersehen worden ist. Eine Kontrolle ist wegen fehlender klinischer Relevanz nicht erfolgt.
Bei je einem Patienten konnte das Hämangiom bei der Kernspintomographie und Szintigraphie bestätigt werden. Ein unauffälliger sonographischer Verlauf konnte bei 10 Patienten die Diagnose untermauern.
Bei einem Patienten wurde die sonographische Diagnose eines Hämangioms im CT als dysontogenetische Lebercyste interpretiert, eine definitive Klärung ist nicht erfolgt.
Somit konnten von den bei 46 Patienten sonographisch diagnostizierten Hämangiomen 20 relativ sicher bestätigt werden, 1mal entsprach der Befund wahrscheinlich eher einer Zyste. Über die übrigen 25 Hämangiome kann letzendlich keine sichere Aussage gemacht werden, eine falsch positive Diagnose oder eine maligne Raumforderung erscheint angesichts der unauffälligen Verlaufsbeurteilung jedoch eher unwahrscheinlich.
Wertet man die unklaren 25 Fälle, die sich im Verlauf nicht als falsch erwiesen haben, als richtig positiv, ergibt sich ein positiver Vorhersagewert von 97,8% (s. Tab. 24).

#### 4.3.2.6 Andere benigne Lebertumoren

Bei 6 Patienten wurde sonographisch die Verdachtsdiagnose eines benignen Lebertumors (z.B: fokal noduläre Hyperplasie, Leberzelladenom) gestellt. Bei einem Patienten konnte man über den Hausarzt erfahren, daß die Raumforderung in der Leber unverändert seit Jahren bekannt sei. Bei den übrigen 5 Patienten wurde zur weiteren Abklärung eine CT-Untersuchung durchgeführt.
Bei einem Patienten mit V.a. eine FNH ergab das CT die Diagnose eines Hämangioms, bei der Funktionsszintigraphie wurde aber die Diagnose einer FNH bestätigt. Eine histologische Untersuchung ist nicht erfolgt.
Bei 3 Patienten wurde im CT ein Rundherd bestätigt, jedoch ohne weitere Differenzierung. Bei einem der 3 Patienten wurde eine Funktionsszintigraphie durchgeführt, die keine Tc-Anreicherung ergab. Leider konnte die bei 2 Patienten durchgeführte Leberbiopsie die Diagnose nicht sichern (2mal unauffällige Histologie). Die Verlaufskontrolle über 5 Monate war unauffällig, was für eine benigne Veränderung sprach.
Bei einem weiteren 55-jährigen Patienten mit zirrhotisch veränderter Leber war sonographisch eine 1 cm große hyperdense Struktur (z.B. Hämangiom, HCC) aufgefallen. Das CT zeigte lediglich Inhomogenitäten, ohne eine Raumforderung erkennnen zu können. Eine definitive Diagnosesicherung (α-Fetoprotein normal) konnte leider nicht erfolgen, die Verlaufsbeurteilung war aber ebenfalls unauffällig.
Insgesamt konnten bei allen 6 Patienten die sonographische Verdachtsdiagnose eines benignen Lebertumors bildgebend oder durch eine unauffällige Verlaufsbeurteilung sicher bestätigt werden. Der positive Vorhersagewert beträgt 100%.

#### 4.3.2.7 Hepatocelluläres Carcinom

Bei 8 Patienten wurde die sonographische Verdachtsdiagnose eines hepatocellulären Carcinoms gestellt. Davon wurde bei 2 Patienten der Befund zufällig entdeckt, sie wurden bereits auf Seite 44/45 unter den relevanten Zusatzbefunden beschrieben. Hierbei konnte bei einem Patienten ein HCC diagnostiziert und auch histologisch bestätigt werden. Bei dem 2. Patienten wurde histologisch lediglich eine fokale Minderverfettung (an untypischer Stelle) nachgewiesen, so daß eine falsch positive sonographische Diagnose vorlag.
Bei insgesamt 5 von 8 durchgeführten CT-Untersuchungen konnte die sonographische Verdachtsdiagnose bestätigt werden, bei einem Patienten mit M. Osler wurde sonographisch bei einer Fettleber ein 1 cm großer unklarer Rundherd gesehen, der im CT nicht bestätigt werden konnte. Laut Angaben des Hausarztes war der weitere Verlauf unauffällig, es könnte sich um Gefäßektasien bei der Grunderkrankung gehandelt haben, eine Punktion wurde nicht (hohes Blutungsrisiko bei Grunderkrankung) durchgeführt.
Bei insgesamt 2 Patienten mit der sonographischen Verdachtsdiagnose eines malignen primären Lebertumors konnte ein hepatocelluläres Carcinom auch histologisch gesichert werden.
Bei einer 84-jährigen und einem 73-jährigen Patienten (beide deutlich erhöhtes α-Fetoprotein und Zeichen einer Leberzirrhose) wurde keine Biopsie durchgeführt, bei beiden wurde jedoch die sonographische Diagnose im CT bestätigt.
Die bei einer 80-jährigen Patientin (keine Zirrhose, CEA deutlich erhöht) durchgeführte Feinnadelpunktion ergab lediglich eine unauffällige Leberhistologie, ein Primärtumor konnte nicht gefunden werden. Die Bildgebung mittels CT, sowie der klinisch-chemische Verlauf sprachen jedoch für eine maligne Raumforderung.

Bei einem 41-jährigen Patienten (keine Zirrhose, normale Leberwerte), bei dem der histologische Befund ebenfalls zu keinem Ergebnis führte (in der Annahme, der Leberherd wurde nicht getroffen), könnte die etwa 2 cm große inhomogene Raumforderung der Leber differentialdiagnostisch eine Metastase bei histologisch nachgewiesenen Weichteilsarkoms der unteren Extremität sein. Somit könnte es sich auch um ein malignen sekundären Lebertumor handeln.
Insgesamt konnte damit durch weitere Bildgebung, Histologie oder Verlaufsbeurteilung bei 5 von 8 Patienten die sonographische Diagnose eines malignen primären Tumors sicher bestätigt werden (s.Tab.23). Bei 2 Patienten hat sich die sonographische Verdachtsdiagnose eines hepatocellulären Carcinoms als falsch positiv erwiesen (M.Osler, fok. Minderverfettung).
Bei einem Patienten mit einem Weichteilsarkom war die Diagnose letztendlich im Beobachtungszeitraum unklar, möglicherweise handelte es sich um eine Metastase.
Die Spezifität bei der sonographischen Diagnostik von malignen primären Lebertumoren beträgt in unserer Studie 99,8%, bei einem positiven Vorhersagewert von mindestens 62,5%, bei allerdings relativ geringer Fallzahl.

#### 4.3.2.8 Lebermetastasen

Bei 37 Patienten wurden bei jeweils gezielter Fragestellung Lebermetastasen entdeckt, davon waren 5 singulär und 32 multipel. Ein Primärtumor konnte bei 89.2% zugeordnet werden. Ein pathologischer Laborbefund (erhöhte Tumormarker CEA, CA 72-4 oder Cholestaseparameter) war bei 64.9% der Patienten nachweisbar. Bei 20 von 21 durchgeführten CT-Untersuchungen konnten die Metastasen bestätigt werden, bei einem Patienten mit histologisch gesichertem Coloncarcinom wurden die Leberrundherde als multiple Hämangiome interpretiert, allerdings wurde kein Kontrastmittel injiziert. Die Verlaufskontrolle bestätigte die Richtigkeit der sonographischen Diagnose der Lebermetastasen. Je 1mal wurde die Diagnose durch die Kernspintomographie und durch die Angiographie bestätigt, 6mal sicherte die Histologie die Metastasen, 4mal konnten sie vom Chirurgen und 1mal vom Pathologen bestätigt werden. Bei 7 Patienten sprach die deutliche Krankheitsprogression für die Richtigkeit der sonographischen Diagnose. Insgesamt konnte somit die sonographische Diagnose der Lebermetastasen bei allen 37 Patienten sicher bestätigt werden. Die Spezifität bei der sonographischen Diagnostik von sekundär malignen Lebertumoren beträgt 99,5% bei einem positiven Vorhersagewert von annäherunsweise 100%.

### 4.3.3 Statistische Auswertung umschriebener Lebererkrankungen

**Tabelle 24:** Statistische Auswertung umschriebener **Lebererkrankungen.**
Anzahl der untersuchten Patienten **n=1450**.

| **Sonographische Diagnose** | **Spezifität** | **Positiver präd.Wert** |
|---|---|---|
| Benigne Lebertumoren (n=6) | / | 100 % |
| Hämangiome (n=46) | / | 97,8 % |
| Hepatocelluläres Carcinom (n=8) | 99,8% | $\geq$ 62,5% |
| Metastasen (n=37) | 99,5% | 100% |

### 4.3.4 Diskordanz zum auswärtigen Befund:

Bei zwei Patienten ergab sich bei der Sonographie der Leber eine Diskordanz zum auswärtigen Befund:
Bei einem 37-jährigen Patienten mit bekannten Alkoholabusus wurde im auswärts durchgeführten CT (ohne Kontrastmittel) die Verdachtsdiagnose eines hepatocellulären Carcinoms (HCC) gestellt. Die Lebersyntheseparameter und das Alpha-Fetoprotein waren unauffällig, die bei uns durchgeführte Sonographie zeigte lediglich eine Fettleber, ohne Hinweise auf einen Tumor. Die Indikation zur Biopsie wurde deshalb nicht gesehen. Der weitere unauffällige Verlauf spricht für die richtig negative Diagnose bezüglich des HCC.
Bei einem weiteren Patienten (68 Jahre) mit bekannter chronischer Hepatitis B und Leberzirrhose wurde im auswärtigen CT (mit Kontrastmittel) die Diagnose eines HCCs gestellt, unsere sonographische Diagnose war diffuse Metastasierung, was bei einer zirrhotischen Leber eher selten vorkommt. Bei der Leberpunktion konnte jedoch eine metastatische Infiltration eines Melanoms histologisch nachgewiesen werden.

### 4.3.5 Dissens der sonographischen Diagnosen an der Leber

Insgesamt 13mal ergab sich bei Folgeuntersuchungen ein Dissens zur sonographischen falsch negativen Diagnose bei der Leber. Bei einem Patienten wurde sonographisch eine falsch positive Diagnose gestellt. Siehe Tabelle 25.

**Tabelle 25**: Häufigkeit der **falsch negativen und falsch positiven Sonographiebefunde** der **Leber,** bei denen sich bei Folgeuntersuchungen, soweit durchgeführt, ein **Dissens** ergab. Anzahl der untersuchten **Patienten n=1450.**

| Diagnose bei Folgeuntersuchungen | nges. 1450 | CT | Histo | Op | Darstellbarkeit | Adipos. | Gas | Untersuchererfahrung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mäßige Steatosis | 2 | / | 1 | / | gut | nein | nein | >1200 |
| | | / | 1 | / | gut | nein | nein | >600 |
| Hämangiom | 2 | 1 | / | / | gut | nein | nein | >600 |
| | | 1 | / | / | mäßig | ja | ja | >600 |
| Leberzyste | 4 | 1 | / | / | gut | nein | ja | >600 |
| | | 1 | / | / | gut | ja | ja | >20000 |
| | | 1 | / | / | mäßig | nein | ja | >2000 |
| | | 1 | / | / | mäßig | nein | nein | >600 |
| Leberzirrhose | 4 | / | / | 1 | gut | nein | nein | >600 |
| | | 1 | / | / | mäßig | nein | ja | >2000 |
| | | / | 1 | / | gut | ja | nein | >20000 |
| | | / | 1 | / | gut | nein | nein | >2000 |
| Lebermetastase | 1 | 1 | / | / | gut | nein | nein | >20000 |
| Fok. Minderverfettg bei sonographischem V.a. Malignom | 1 | 1 | 1 | / | gut | nein | nein | >2000 |

#### 4.3.5.1 Mäßige Fetteinlagerungen der Leber

Mäßige Fetteinlagerungen wurden bei 2 Patienten histologisch gesichert, bei denen die Echogenität der Leber als normal beschrieben wurde. Die Biopsien wurden im Rahmen der Abklärung einer chronischen Hepatitis durchgeführt. Auf die sonographische Diagnose der chronischen Hepatitis, mit Ausnahme selbstverständlich ihrer Komplikationen (z.B. Leberzirrhose), wird in dieser Studie nicht eingegangen.

#### 4.3.5.2 Hämangiom

Bei 2 Patienten wurden kleine Hämangiome sonographisch übersehen, die dann bei einem Abdomen-CT entdeckt wurden. Einer der beiden Patienten hatte eine Fettleber, bei der durch die Strukturverdichtung die echoreichen Hämangiome schwieriger abzugrenzen sind. Das CT beschrieb mehrere kleine (1.5 cm und kleiner) Hämangiome

im rechten Leberlappen. Der 2. Patient hatte eine in der Sonographie beschriebene FNH, was zur Durchführung einer CT-Untersuchung führte, wobei zusätzlich ein kleines Hämangiom beschrieben wurde.

#### 4.3.5.3 Leberzysten

Bei 4 Patienten wurden, ebenfalls im CT kleine typische Leberzysten gesehen, die sonographisch nicht entdeckt wurden.

#### 4.3.5.4 Leberzirrhose

Bei der Diagnose der Leberzirrhose wurde bei 4 Patienten ein falsch negativer sonographischer Befund erhoben: bei einem Patienten wurde laparoskopisch eine Leberzirrhose bei chronischer Hepatitis B gesehen, leider ohne Histologie, allerdings sprechen die bei der Gastroskopie diagnostizierten Ösophagusvarizen für die Richtigkeit der Diagnose und somit für den falsch negativen Sonographiebefund.
Bei einem Patienten mit Malt-Lymphom wurde bei der CT-Untersuchung der Leber ein beginnender zirrhotischer Umbau beschrieben. Die Laborparameter für Lebersynthese waren normal, eine definitive Klärung der Diagnose konnte nicht erfolgen.
Bei 2 Patienten mit chronischer Hepatitis wurde bei der Leberbiopsie ein beginnender zirrhotischer Umbau gesichert, in der Sonographie wurde jeweils nur eine Strukturverdichtung ohne Zeichen eines Umbaus beschrieben.

#### 4.3.5.5 Lebermetastase

Bei einer 58-jährigen Patientin mit Coloncarcinom wurde im CT eine 1.5 cm große hypodense runde Struktur beschrieben, die als Lebermetastase gewertet wurde. In Kenntnis dieses Befundes wurde eine gezielte sonographische Untersuchung durchgeführt, bei der jedoch keine umschriebenen Veränderungen der Leber festgestellt werden konnten (lediglich mäßige Fetteinlagerungen). Bei der Verlaufsbeurteilung von 5 Monaten konnte keine Befundänderung gesehen werden, so daß über die Korrektheit der CT-Diagnose keine sichere Aussage gemacht werden kann.

#### 4.3.5.6 Fokale Minderverfettung

Bei einem Patienten mit Leberzellverfettung war sonographisch an atypischer Stelle ein echoarmer Bezirk aufgefallen, der Verdacht auf einen soliden Tumor wurde bei der daraufhin durchgeführten CT-Untersuchung bestärkt, die gezielte Leberbiopsie zeigte histologisch jedoch eine fokale Minderverfettung. Die sonographische Diagnose wurde als falsch positiv gewertet. (s.S. 44 Zusatzbefunde).

#### 4.3.5.7 Zuverlässigkeit sonographischer Befunde

Über die Zuverlässigkeit der richtig negativen sonographischen Normalbefunde kann keine sichere Aussage gemacht werden, da nicht bei allen Patienten eine weiterführende Untersuchung durchgeführt wurde. Auf die diagnostischen Schwierigkeiten, positive Befunde durch weiterführende Bildgebung bzw. histologisch zu bestätigen, wird im Kapitel Diskussion näher eingegangen. Insbesondere bei den parenchymatösen Lebererkrankungen können ohne histologischen Nachweis falsch positive Diagnosen nicht ausgeschlossen werden.
Bei einem Patienten wurde eine falsch positive Diagnose gestellt (s.Kap.4.3.5.6.). Bei den übrigen umschriebenen Lebererkrankungen wurden, soweit beurteilbar, keine falsch positiven Diagnosen gestellt.

Von insgesamt 1450 untersuchten Patienten wurde bei 13 (0.9%) ein pathologischer Befund sonographisch übersehen. Die Befunde wurden dann 8mal im CT, 4mal histologisch und 1mal operativ gesichert.
In Tabelle 25 sind die falsch negativen Sonographiebefunde mit der jeweils durchgeführten Folgeuntersuchung, der sonographischen Darstellbarkeit, schallbeeinträchtigender Faktoren wie Adipositas und erhebliche Gasüberlagerungen aufgeführt. Bei allen untersuchten Patienten konnte die Leber sonographisch dargestellt werden.
Die Kooperationsfähigkeit wurde nicht in der Tabelle mit aufgeführt, da sie nur bei einem Patienten, bei dem eine Leberzyste übersehen wurde, nicht gegeben war.
Die Fragestellung war bei allen 13 Patienten gezielt. Eine Korrelation der falsch negativen Befunde mit der sonographischen Darstellbarkeit, der Häufigkeit der untersuchten Störfaktoren und der Erfahrung des Untersuchers ist nicht zu erkennen.

## 4.4 Auswertung sonographischer Befunde an der Gallenblase

Die häufigste Indikation zur Sonographie der Gallenblase ist die Frage nach Konkrementen. Bei der Diagnostik der Cholelithiasis hat die Sonographie den Stellenwert der ersten, richtungsweisenden Methode nach Anamnese, Untersuchung und ggf. Blutchemie. Auch die Therapieplanung und spätere Therapiekontrolle bei medikamentöser Litholyse oder Lithotripsie gehört mittlerweile zur sonographischen Routine. Zur Differenzierung zwischen intrahepatischer Cholestase und Verschluß-ikterus ist die Sonographie ebenfalls die Methode der Wahl (siehe Kap. Gallenwege).

### 4.4.1 Sonographische Darstellbarkeit der Gallenblase

Im folgenden Kapitel wird die Zuverlässigkeit sonographischer Diagnosen an der Gallenblase anhand von weiterführenden Untersuchungen an unserem Patientenkollektiv (n=1443) überprüft. Inwieweit hängt die Korrektheit der Diagnose von der Darstellbarkeit und von der Erfahrung des Untersuchers ab? Wie häufig sind falsch negative und falsch positive Befunde?

Die sonographische Darstellbarkeit der Gallenblase war bei 73.1% (1061 Patienten) gut, bei 17.3% (251 Patienten) mäßig, in 2.7% (40 Patienten) der Untersuchungen konnte die Gallenblase z.B. postprandial nicht optimal dargestellt werden und wurde deshalb im Befund nicht beschrieben. Weitere einundneunzig Patienten waren cholecystektomiert. Bei acht Patienten wurde die Gallenblase sonographisch nicht beurteilt.
Weiterhin wurde untersucht, wie häufig die sonographische Darstellbarkeit der Gallenblase durch Adipositas, erhebliche Darmgasüberlagerungen und mangelnde Kooperationsfähigkeit des Patienten (Def. s. Kapitel 4.15) eingeschränkt war.
Tabelle 26 zeigt die Korrelation der genannten Störfaktoren mit der qualitativ unterschiedlichen sonographischen Darstellbarkeit.

**Tabelle 26:** Darstellbarkeit der **Gallenblase,** in Abhängigkeit von Adipositas, Gasüberlagerung und mangelnder Kooperationsfähigkeit. Anzahl der untersuchten **Patienten n=1352.** Die Prozentangaben der Spalten 3-5 sind jeweils auf die sonographische Darstellbarkeit in Zeile 2 bezogen. Da die Störfaktoren kombiniert auftreten können, ergeben sich mehr als 100%.

| **Störfaktoren** | **Anzahl (Anteil an n)** | **Sonographische Darstellbarkeit der Gallenblase** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Σ gut: 1061 | Σ mäßig: 251 | Σ nicht darstellbar:40 |
| Adipositas | 259 (19.2%) | 149 (14.0%) | 102 (40.6%) | 8 (20%) |
| Gasüberlagerung | 473 (35.0%) | 238 (22.4%) | 207 (82.5%) | 28 (70 %) |
| Mangelnde Kooperation | 71 ( 5.0%) | 31 (2.9%) | 26 (10.4%) | 8 (20%) |
| Keine Störfaktoren | 792 (58.6%) | 745 (70.2%) | 35 (13.9%) | 12 (30%) |

**Tabelle 27:** Darstellbarkeit der **Gallenblase** in Abhängigkeit von der Erfahrung des Untersuchers. Anzahl der untersuchten Patienten **n=1352.** Prozente in Spalte 3-5 bezogen auf jeweilige Anzahl der Untersuchungen.

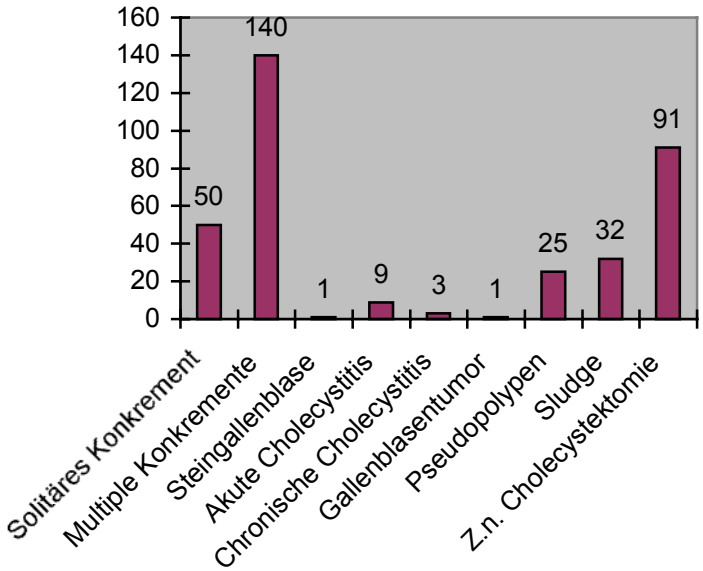
| **Schallerfahrung des Untersuchers** | **Anzahl der Untersuchungen** | **Sonographische Darstellbarkeit der Gallenblase** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **gut** | **mäßig** | **nicht darstellbar** |
| 600 - 1200 | 734 (54.3%) | 569 (77.5%) | 143 (19.5%) | 22 (3.0%) |
| 1200 - 2000 | 59 (4.4%) | 46 (78.0%) | 11 (18.6%) | 2 (3.4%) |
| 2000 -20000 | 77 (5.7%) | 60 (77.9%) | 13 (16.9%) | 4 (5.2%) |
| >20000 | 482 (35.7%) | 386 (80.1%) | 84 (27.4%) | 12 (2.5%) |
| Summe: | 1352 (100%) | 1061 (78.5%) | 251 (18.6%) | 40 (3.0%) |

Es hat sich gezeigt, daß bei nur mäßiger Darstellbarkeit über 40% der Untersuchten adipös waren, während im Gesamtdurchschnitt nur 19.2% übergewichtig waren. Erhebliche Darmgasüberlagerungen hatten sogar 82.5% der Untersuchten bei mäßiger Darstellbarkeit, während es bei guter Darstellbarkeit nur 22.4% waren und im Gesamtkollektiv 35%. Die in Tabelle 26 angegebenen Absolutwerte ergaben bei der Berechnung des Pearson $\chi^2$-Test mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha$ <1% einen signifikanten Zusammenhang der sonographischen Darstellbarkeit mit allen drei untersuchten Störfaktoren. Kein signifikanter Zusammenhang ergab sich jedoch bei der Abhängigkeit von der Erfahrung des Untersuchers bei der sonographischen Darstellbarkeit der Gallenblase (s. Tab. 27).

## 4.4.2 Konsens der sonographischen Diagnosen an der Gallenblase

Von den 1443 untersuchten Patienten waren einundneunzig (6,3%) cholezystektomiert, 1104 (76.5%) hatten einen sonographischen Normalbefund der Gallenblase.
Dieser wurde je einmal durch eine CT- und ERCP-Untersuchung bestätigt.

Abb. 6: Sonographische Diagnosen an der **Gallenblase.**
Zahl der untersuchten Patienten N=1443.



#### 4.4.2.1 Pathologische Befunde an der Gallenblase

Bei 248 Patienten, entsprechend 17.2 %, wurde in der Sonographie ein pathologischer Befund an der Gallenblase diagnostiziert (Mehrfachdiagnosen pro Patient möglich, s. Abb.6). Davon konnten bei 97 Patienten dem Anforderungsbogen eine gezielte Fragestellung entnommen werden, 10mal mußte der Untersucher noch eine gezielte Anamnese erheben. Bei 141 Patienten wurde bei nicht organbezogener Fragestellung ein Zusatzbefund erhoben, welcher 9mal relevant und 132mal irrelevant war. Als irrelevant eingestuft wurden „stumme" Gallensteine und unauffällige kleine Pseudopolypen. Die Zusatzdiagnosen sind in Tabelle 28 mit aufgeführt.
Bei 45 Patienten wurde ein erfahrener Zweitschaller hinzugezogen, der 42mal die Diagnose des Erstuntersuchers bestätigt hat, bei 3 Patienten konnte erst der Zweitschaller die Diagnose stellen. Dabei handelte es sich je einmal um eine chronische und akute Cholezystits und einmal um eine Steingallenblase.

**Tabelle 28:** Häufigkeit sonographischer Diagnosen an der **Gallenblase** und der **Konsens** bei Folgeuntersuchungen, soweit durchgeführt. Anzahl der untersuchten Patienten n=1443. (Mehrfach-Diagnosen pro Patient möglich).

| **Sonographische Diagnose** | **Nges. 1443** | **Klinik** | **CT** | **ERCP** | **OP/ Histo** | **sicher** | **unsicher** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | **bestätigt** | |
| Normalbefund | 1104 (76.5%) | n.a. | n.a. | n.a. | / | n.a. | n.a. |
| Z.n.Cholezystektomie | 91(6.3%) | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Solit. Konkremente | 50 (3.5%) | 2/50 (4%) | 2/4 (50%) | / | / | n.a. | n.a. |
| Mult. Konkremente | 140 (9.7%) | 17/140 (12.1%) | 7/21 (33%) | 6/6 | 8/8 | n.a. | n.a. |
| Akute Cholezystitis | 9 (0.6%) | 9/9 | 1/1 | / | 3/3 | 9 | 0 |
| Chron. Cholezystitis | 3 (0.2%) | n.a. | / | / | / | n.a. | n.a. |
| Gallenblasenhydrops | 16 (1.1%) | 6/16 | 5/6 | 1/1 | 1/1 | n.a. | n.a. |
| Pseudopolyp, solitär | 14 (1%) | / | / | / | / | 4 | 10 |
| Pseudopolyp. multiple | 11 (0.8%) | / | / | / | / | 3 | 8 |
| Sludge | 32 (2.2%) | n.a. | n.a. | n.a. | / | / | / |
| Gallenblasentumor | 1 | / | / | / | / | 0 | 1 |

n.a. = nicht ausgewertet

Im folgenden möchte ich auf die in **Tabelle 28** aufgeführten sonographischen Diagnosen der Gallenblase näher eingehen:

#### 4.4.2.2 Cholezystolithiasis

Bei insgesamt 190 Patienten (13.2%) wurden Gallensteine diagnostiziert, davon hatten 50 Patienten einen solitären Stein und 140 multiple Gallensteine. Von allen Gallensteinträgern hatten 19 (10%) eine Gallenkolik, 8 wurden bei uns in der Chirurgischen Innenstadtklinik cholezystektomiert.

Bei 25 Patienten, die Gallensteine hatten, wurde ein Abdomen-CT gefahren. Nebenbefundlich wurden dann bei 9 (36%) Patienten die Gallensteine beschrieben. Bei 6 Patienten wurde eine ERCP durchgeführt, wobei bei allen die Gallensteine bestätigt werden konnten.

#### 4.4.2.3 Cholezystitis

Bei 9 von 1443 untersuchten Patienten war sonographisch eine echoarme Wandauflockerung und Verbreiterung als Zeichen einer akuten Cholezystitis, bei 6 der 9 Patienten zusätzlich ein Gallenblasenhydrops nachweisbar. Alle 9 Patienten hatten entsprechende Entzündungsparameter und Schmerzen. 3 der 9 Patienten wurden einer sofortigen Operation zugeführt, bei der sich die Diagnose auch histologisch nachweisen ließ. Die übrigen 6 Patienten wurden nicht in der chirurgischen Universitätsklinik des Klinikums Innenstadt operiert. Insgesamt kann die sonographische Diagnose bei allen 9 als gesichert angesehen werden. Der positive Vorhersagewert und die Spezifität für die akute Cholecystitis ist jeweils 100%.
Bei 3 weiteren Patienten waren sonographisch Hinweise einer chronischen Cholezystitis zu sehen.

#### 4.4.2.4 Pseudopolypen

Bei 25 Patienten wurde, meist als sonographischer Zufallsbefund, der Verdacht auf das Vorliegen von Pseudopolypen geäussert. Als Kriterium galten echoreiche kleine Wandvorwölbungen (<1cm i. Durchmesser) bei sonst normaler Gallenblasenwand und das Fehlen von Konkrementen. Bei 14 Patienten handelte es sich um kleinen singulären Pseudopolypen, bei 11 Patienten um multiple, kleine Pseudopolypen, die meist Cholesterinpolypen entsprechen. Als weiterführende diagnostische Maßnahme wurden regelmäßige sonographische Verlaufskontrollen durchgeführt bzw. empfohlen. Dabei war der Verlauf bei 7 Patienten sicher unauffällig, bei 18 Patienten nicht bekannt, da die Patienten auswärts weiterkontrolliert worden sind.

#### 4.4.2.5 Gallenblasentumor

Bei einem 87-jährigen Patienten wurde bei gezielter Fragestellung sonographisch die Verdachtsdiagnose eines Gallenblasenkarzinoms gestellt. Bereits bei der auswärtigen Ultraschalluntersuchung war ein Tumor im Bereich der Gallenblase aufgefallen. In der Leber waren keine Metastasen nachweisbar. Intermittierend wurden Schmerzen im Bereich des rechten Rippenbogen angegeben, Cholestaseparameter waren positiv. Aus allgemeininternistischen Gründen und auf Wunsch des Patienten wurde auf eine weitere Abklärung verzichtet, so daß die Diagnose nicht gesichert werden konnte.

### 4.4.3 Diskordanz zum auswärtigen Befund

Insgesamt bei 3 von 1443 untersuchten Patienten ergab sich bei der Sonographie der Gallenblase ein Diskordanz zum auswärtigen Vorbefund: 2mal waren multiple Gallensteine vorbeschrieben, unsere Diagnose war multiple Pseudopolypen. Bei einem Patienten war eine Schrumpfgallenblase beschrieben, bei uns war die Konktraktion der Gallenblase normal, es waren lediglich multiple Konkremente nachweisbar.

### 4.4.4 Dissens der sonographischen Diagnosen an der Gallenblase

Insgesamt 4mal ergab sich bei Folgeuntersuchungen ein Dissens zur sonographischen Diagnose der Gallenblase (s. Tab. 29).

**Tabelle 29**: Häufigkeit der teilweise **falsch negativen Sonographiebefunde** an **der Gallenblase,** bei denen sich bei Folgeuntersuchungen, soweit durchgeführt, ein **Dissens** ergab. Anzahl der untersuchten Patienten n=1443.

| **Diagnose b. Folge-untersuchungen** | **Nges. 1443** | **CT** | **OP** | **Darstell-barkeit** | **Adipos.** | **Gas** | **Untersucher-erfahrung** | **Bemerkung** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Chron.Cholezystitis | 1 | / | 1 | mäßig | nein | nein | >20000 | Sono: Gallensteine u. Stau |
| Cholezystolithiasis | 3 | 1 | / | gut | nein | nein | >600 | Fragest. n. organbezog. |
| | | 1 | / | mäßig | ja | ja | >600 | |
| | | o.p. Bef. | 1 | mäßig | nein | ja | >2000 | Sono:Stau d. Gallenwege |

#### 4.4.4.1 Chronische Cholezystitis

Bei einem 52-jährigen Patienten mit kolikartigen Schmerzen im rechten Oberbauch und Cholestaseparameter wurde sonographisch die Diagnose Cholezystolithiasis und Choledocholithiasis mit einem Stau der intra- und extrahepatischen Gallenwegen gestellt. Diese Diagnose konnte bei der daraufhin durchgeführten ERCP und bei der Operation am Folgetag sicher bestätigt werden. Laut Aussage des Operateurs zeigte die Gallenblase makroskopisch (histologisch ebenfalls) deutliche Zeichen einer chronischen Entzündung, die jedoch sonographisch nicht nachweisbar war.

#### 4.4.4.2 Cholezystolithiasis

Bei 2 Patienten wurden im CT nebenbefundlich Gallensteine beschrieben, die sonographisch nicht entdeckt wurden. Die Fragestellung war dabei nicht organbezogen. Bei fehlender klinischer Relevanz wurde keine Kontrollsonographie durchgeführt, wahrscheinlich sind die Steine übersehen worden.
Bei dem 3. Patienten, einem 73 Jahre alten Mann, bestanden starke Schmerzen und deutlich erhöhte Cholestaseparameter. Sonographisch war der Ductus Choledochus erweitert und Doppelstraßen bis in die Peripherie zu sehen, jedoch ohne Konkrementnachweis. Das CT erbrachte denselben Befund. Eine daraufhin durchgeführte ERCP bestätigte den Stau und ein 1 cm großes präpapilläres Konkrement. Die Gallenblase selbst war jedoch auch steinfrei. Der Patient wurde cholezystektomiert, dabei fanden sich auch in der Gallenblase multiple Konkremente, die letzendlich durch keines der bildgebenden Verfahren entdeckt worden sind.

#### 4.4.4.3 Zuverlässigkeit sonographischer Befunde

Über die Zuverlässigkeit der sonographischen Normalbefunde (richtig negativ) kann keine sichere Aussage gemacht werden, da nicht bei allen Patienten eine weiterführende Untersuchung durchgeführt wurde.
Von insgesamt 1443 untersuchten Patienten wurde bei 4 ein pathologischer Befund sonographisch übersehen, das entspricht 0.3% (teilweise) falsch negativer Befunde. Die Befunde sind in Tabelle 29 mit der jeweils durchgeführten Folgeuntersuchung, der sonographischen Darstellbarkeit, schallbeeinträchtigenden Faktoren (Adipositas und erhebliche Gasüberlagerung) und der Erfahrung des Untersuchers aufgeführt. Die Kooperationsfähigkeit war bei allen 4 Patienten gegeben. Eine statistische Aussage über den Zusammenhang der falsch negativen Befunde mit den untersuchten Störfaktoren bzw. der Erfahrung des Untersuchers ist bei nur 4 Patienten nicht möglich.

## 4.5 Auswertung der sonographischen Befunde an den Gallenwegen

Als häufigste Indikation zur sonographischen Untersuchung der Gallenwege wird der Nachweis oder Ausschluß einer biliärem Obstruktion angegeben. Eine Erweiterung des Ductus hepatocholedochus, Ductus hepatici und der grösseren intrahepatischen Gallengänge („Doppelstraßen“) kann sonographisch erfasst, der Therapieerfolg nach endoskopischer Papillotomie (EPT) geprüft werden.

### 4.5.1 Sonographische Darstellbarkeit der Gallenwege

Die sonographische Darstellbarkeit der Gallenwege war bei 78.8% (1144 Patienten) gut, bei 20.7 % (300 Patienten) mäßig und bei einem Patienten nicht möglich. Bei 6 Patienten wurden die Gallenwege nicht untersucht. Die sonographische Darstellbarkeit der Gallenwege entspricht im wesentlichen der Darstellbarkeit der Leber. Auf eine detaillierte Aufschlüsselung der Korrelation von schallbeeinträchtigenden Faktoren sowie der Erfahrung des Untersuchers mit der Darstellbarkeit wurde daher verzichtet.

### 4.5.2 Konsens der sonographischen Diagnosen an den Gallenwegen

Von den 1445 untersuchten Patienten hatten 1413, entsprechend 97.8 %, einen sonographischen Normalbefund der Gallenwege. Bei entsprechender klinischer oder klinisch-chemischer Fragestellung wurde dieser 8mal durch eine ERCP, 4mal durch ein CT, 2mal durch einen EUS und 1mal histologisch bestätigt**.** Bei einem Patienten ergab sich in der ERCP der Verdacht auf ein Gallengangscarcinom bei sonographisch unauffälligem Befund. Die Diagnose konnte jedoch weder in der histologisch, noch szintigraphisch (beide ebenfalls Normalbefunde) oder im Verlauf bestätigt werden. Über die Korrektheit der Diagnose kann daher keine Aussage gemacht werden.

#### 4.5.2.1 Pathologische Befunde an den Gallenwegen

Bei 38 Patienten, entsprechend 2.6 %, wurde sonographisch ein pathologischer Befund an den Gallenwegen diagnostiziert. Ein zweiter Untersucher wurde 34mal zu Rate gezogen, wobei sich jedes Mal eine positive Korrelation zur Verdachtsdiagnose des Erstuntersuchers ergab. Mehrfachdiagnosen wurden ebenfalls aufgenommen, so daß in der Tabelle 30 mehr als 38 Diagnosen erscheinen. Davon konnte bei 29 Patienten eine gezielte Fragestellung dem Anforderungsbogen entnommen werden, bei 9 Patienten wurde ein Zusatzbefund diagnostiziert, welcher 6mal relevant (jeweils erweiterter Ductus hepatocholedochus) und 3mal irrelevant war. Als irrelevant eingestuft wurde Aerobilie bei Z.n. Papillotomie . Die Zusatzdiagnosen sind ebenfalls in Tabelle 30 aufgeführt.

**Tabelle 30**: Häufigkeit der sonographischen Diagnosen der **Gallenwege** und der **Konsens** bei Folgeuntersuchungen, soweit durchgeführt. Anzahl der untersuchten Patienten n=1445. Prozentangaben beziehen sich auf die jeweils durchgeführten Folgeuntersuchungen.

| **Sonographische Diagnose** | **Nges. 1445** | **Klinik** | **Labor** | **CT** | **ERCP** | **EUS** | **sicher** | **unsicher** | **pos. präd. Wert** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | **bestätigt** | | |
| Normalbefund | 1413 (87.8%) | n.a. | n.a. | 4 | 8 | 2 | n.a. | n.a. | n.a. |
| D.hepato-chol. erweitert | 29 (2%) | 12/29 (41.4) | 20/29 (69%) | 6/6 | 15/15 | 1/1 | 20 | 9 | >69% |
| erw.intrahep.Gw | 16 (1.1%) | | | 4/4 | 9/9 | / | | | |
| Choledocho-lithiasis | 3 | | | 0/2 | 3/3 | / | 3 | 0 | 100% |
| Stent | 2 | 2 | n.a | 1/1 | 1/1 | / | 2 | 0 | n.a. |
| Aerobilie | 6 | n.a. | n.a. | 1/1 | / | / | 6 | 0 | 100% |

n.a. = nicht ausgewertet

Im folgenden möchte ich auf die in **Tabelle 30** aufgeführten sonographischen Diagnosen der Gallenwege näher eingehen:

#### 4.5.2.2 Erweiterung der intra-und/oder extrahepatischen Gallengänge

Bei 29 von 1445 Patienten war der Ductus hepatocholedochus verbreitert (Grenzwert 0.6cm, bei Z.n. Cholezystektomie 0.8cm), bei 15 Patienten waren zusätzlich die intrahepatischen Gallenwege gestaut. Bei einer Patientin mit Leberfilialisierung bei Coecumcarcinom lag nur eine intrahepatische Obstruktion vor. Bei allen Patienten, bei denen ein CT oder eine ERCP durchgeführt wurde, konnte die sonographische Diagnose der Gallengangserweiterung sicher bestätigt werden. Bei 9 Patienten, die keine Schmerzsymptomatik angeben hatten, wurde keine bildgebende Folgeuntersuchung durchgeführt, daher sind die 9 Patienten als nicht sicher bestätigt eingestuft worden. Insgesamt konnte durch weitere bildgebende Verfahren die Diagnose Stau der Gallenwege bei 20 von 29 (69%) Patienten sicher und bei 9 Patienten mangels Folgeuntersuchung nur unsicher bestätigt werden. Der positive prädiktive Wert durch die Sonographie die korrekte Diagnose zustellen, liegt daher bei nur 69% (Mindestwert). Die Spezifität kann hier nicht bestimmt werden (s. Kap.3.2.5.2.).

#### 4.5.2.3 Choledocholithiasis

Bei 3 Patienten gelang sonographisch auch der Steinnachweis, wobei alle 3 Patienten einen Stau der Gallenwege hatten. Die Diagnose konnte jeweils bei der ERCP bestätigt werden. Bei 2 der 3 Patienten wurde ein CT durchgeführt, dort wurden die erweiterten Gallenwege bestätigt, Konkremente konnten nicht nachgewiesen werden.
Insgesamt konnte bei allen 3 Patienten die sonographische Diagnose Choledocholithiasis sicher bestätigt werden. Der positive Vorhersagewert und die Spezifität beträgt 100%, wobei die Fallzahl sehr gering ist..
Falsch negative Sonographiebefunde bei der Steindiagnostik der Gallenwege sind unter Kapitel 4.5.3 aufgeführt.

#### 4.5.2.4 Aerobilie

Bei 6 Patienten wurde sonographisch die Diagnose Areobilie gestellt. Bei allen 6 Patienten war eine Papillotomie bzw. eine biliodigestive Ananstomose durchgeführt worden. Der positive Vorhersagewert beträgt 100%.

### 4.5.3 Dissens der sonographischen Diagnosen an den Gallenwegen

Bei den sonographischen Diagnosen an den Gallenwegen ergab sich bei 4 von1445 Patienten (0.3%) ein Dissens zur Folgeuntersuchung (siehe Tabelle 31).

**Tabelle 31**: Häufigkeit der sonographischen Diagnosen an den **Gallenwegen**, bei denen sich zur ERCP ein **Dissens** ergab. Anzahl der untersuchten Patienten n=1445.

| **Diagnose b. Folge-untersuchungen** | **Nges. 1445** | **ERCP** | **OP** | **Darstell-barkeit** | **Adipos.** | **Gas** | **Unter-sucher** | **Bemerkung** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Choledocholithiasis | 4 | 1 | / | gut | nein | nein | >2000 | Sono:Gallen-wege o.B. ERCP:Präpap. kleine Konkr. |
| | | 1 | / | mäßig | ja | ja | >20000 | |
| | | 1 | / | gut | ja | nein | >2000 | Sono:Stau d. Gallenwege |
| | | 1 | 1 | mäßig | nein | ja | >2000 | |

#### 4.5.3.1 Choledocholithiasis

Bei insgesamt 4 Patienten konnten Gallengangsteine erst bei der ERCP dargestellt werden. Bei 2 von den 4 Patienten war der sonographische Befund der Gallen-wege unauffällig: Bei einem Patienten stellten sich bei der ERCP präpapilläre Gallen-gangskonkremente und ein parapapilläres Divertikel dar, die Gallenwege waren nicht gestaut (auch bei der ERCP kein Stau ). Bei dem zweiten Patienten wurde sonographisch eine ödematöse Pankreatitis diagnostiziert, ein Stau des Ductus hepatochole-dochus bzw. Ductus pankreaticus lag nicht vor. Bei der daraufhin durchgeführten ERCP konnten kleine (2-4 mm) präpapilläre Konkremente darstellt werden.
Bei den beiden anderen Patienten waren die Gallenwege sonographisch deutlich gestaut, Konkremente wurden jedoch nicht dargestellt. Bei der ERCP konnte als Ursache des Staus jeweils ein 1cm großes Konkrement, beim einen Patienten präpapillär, beim anderen in der Hepaticusgabel gelegen, nachgewiesen werden.

### 4.5.4 Diskordanz zum auswärtigen Befund

Eine Diskordanz zum auswärtigen Befund hat sich bei der Sonographie der Gallenwege nicht ergeben.

## 4.6 Auswertung der sonographischen Befunde an der Milz

Die Sonographie sollte bei Verdacht auf Milzveränderungen immer als erstes bildgebendes Verfahren eingesetzt werden. Zur Bestimmung der Milzgröße und deren Verlaufsbeurteilung ist sie die Methode der Wahl.

### 4.6.1 Sonographische Darstellbarkeit der Milz

Im folgenden Kapitel wird die Zuverlässigkeit sonographischer Diagnosen an der Milz anhand von weiterführenden Untersuchungen an unserem Patientenkollektiv (n=1451) überprüft. Es wurde die Frage untersucht, inwieweit die Korrektheit der Diagnose von der Darstellbarkeit und von der Erfahrung des Untersuchers abhängt und wie häufig falsch negative und falsch positive Befunde auftreten.

Vom Gesamtkollektiv (n=1451) waren 11 Patienten splenektomiert. Bei den verbleibenden 1440 Patienten war die sonographische Darstellbarkeit der Milz in 93.1% (1340 Patienten) gut und in 6.9 % (99 Patienten) mäßig. Bei einem Patienten (0.06%) war die Milz nicht darstellbar.
Es wurde weiterhin untersucht, wie häufig die sonographische Darstellbarkeit der Milz durch Adipositas, erhebliche Darmgasüberlagerungen und mangelnde Kooperationsfähigkeit (Definition siehe Kapitel 4.15) beeinträchtigt wurde (s. Tab. 32).

**Tabelle 32:** Darstellbarkeit der **Milz**, abhängig von Adipositas, Gasüberlagerung und mangelnder Kooperationsfähigkeit. Untersuchte Patientenanzahl **n=1440.** Die Prozentangaben der Spalten 3-5 sind jeweils auf die sonographische Darstellbarkeit in Zeile 2 bezogen. Da die Störfaktoren kombiniert auftreten können, ergeben sich mehr als 100%.

| **Störfaktoren** | **Anzahl (Anteil an n)** | **Sonographische Darstellbarkeit der Milz** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Σ gut: 1340 | Σ mäßig: 99 | Σ nicht darstellbar:1 |
| Adipositas | 290 (20.1%) | 240 (17.9%) | 49 (49.5%) | 1 (0.3%) |
| Gasüberlagerung | 517 (35.9%) | 427 (31.9%) | 90 (90.9%) | 0 |
| Mangelnde Kooperation | 72 ( 5.0%) | 55 (4.1%) | 17 (17.2%) | 0 |
| Keine Störfaktoren | 829 (58.6%) | 822 (61.3%) | 7 (7.1%) | 0 |

Dabei hat sich gezeigt, daß bei den Patienten mit mäßiger sonographischer Darstellbarkeit der Milz der prozentuale Anteil der Adipösen fast 2.5mal höher war als bei den Patienten mit einer guten Darstellbarkeit. Eine erhebliche Gasüberlagerung wurde sogar 3mal so häufig und eine mangelnde Kooperationsfähigkeit 4mal so häufig angegeben. Die in Tab.32 aufgeführten Absolutwerte ergeben bei der Berechnung des Pearson $\chi^2$-Test mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha < 1\%$ einen signifikanten Zusammenhang der sonographischen Darstellbarkeit der Milz mit allen 3 untersuchten Störfaktoren.

**Tabelle 33:** Darstellbarkeit der **Milz** abhängig von der Erfahrung des Untersuchers. Anzahl der untersuchten Patienten **n=1440.** Prozentangaben in Spalte 3-5 bezogen auf jeweilige Anzahl der Untersuchungen.

| Schallerfahrung des Untersuchers | Anzahl der Untersuchungen | Sonographische Darstellbarkeit der Milz | | |
|---|---|---|---|---|
| | | gut | mäßig | nicht darstellbar |
| 600 - 1200 | 783 (54.4%) | 720 (92.0%) | 63 (8.0%) | 0 |
| 1200 - 2000 | 62 (4.3%) | 56 (90.3%) | 6 (9.7%) | 0 |
| 2000 -20000 | 80 (5.6%) | 76 (95.0%) | 4 (5.0%) | 0 |
| >20000 | 515 (35.8%) | 488 (94.8%) | 26 (5.0%) | 1 ( 0.2%) |
| Summe: | 1440 (100%) | 1340 (93.1%) | 99 (6.9%) | 1(<0.1%) |

Kein signifikanter Zusammenhang ergab sich jedoch bei der Abhängigkeit von der Erfahrung des Untersuchers bei der sonographischen Darstellbarkeit der Milz (s.Tab.33). Sie konnte vom weniger erfahrenen Untersucher bei 92% der Untersuchten gut dargestellt werden, beim sehr erfahrenen Untersucher gelang eine gute sonographische Darstellbarkeit bei 94.8% der Untersuchten. Nur bei einem Patienten konnte die Milz nicht dargestellt werden.

## 4.6.2 Konsens der sonographischen Befunde an der Milz

Vom Gesamtkollektiv (n=1451) waren 11 Patienten splenektomiert. Von den verbliebenen 1440 untersuchten Patienten hatten 1151 (79.9%) einen sonographischen Normalbefund der Milz. Dieser wurde bei weiteren Untersuchungen weder bestätigt noch widerlegt.

### 4.6.2.1 Pathologische Befunde der Milz

Bei 289 (20.1 %) der Patienten wurde in der Sonographie ein pathologischer Befund diagnostiziert. Bei 27 Patienten wurde ein erfahrener Zweitschaller zu Rate gezogen, wobei sich jedes Mal eine positive Korrelation ergab. Da pro Patient Mehrfachdiagnosen möglich sind, erscheinen in Tab. 34 299 pathologische Befunde. Bei 182 der 289 Patienten mit einem pathologischen Befund an der Milz war dem Anforderungsbogen eine gezielte Fragestellung zu entnehmen. 5mal mußte der Untersucher noch selbst eine Anamnese erheben, um eine gezielte Untersuchung durchführen zu können. Bei ungezielter Fragestellung konnte bei 102 Patienten ein Zusatzbefund erhoben werden, welcher 75mal relevant und 27mal irrelevant war. Als irrelevant eingestuft wurden die Diagnosen Nebenmilz, Milzzyste und das Hämangiom der Milz. Als klinisch relevanter Befund wurde bei 68 Patienten eine Milzvergrösserung entdeckt, bei jeweils 2 Patienten ein Milzinfarkt bzw. Strukturveränderungen der Milz und bei 3 Patienten Metastasen.
Die Zusatzdiagnosen sind in der Tab.34 mit aufgeführt.

**Tabelle 34**: Häufigkeit sonographischer Diagnosen der **Milz** und der **Konsens** bei Folgeuntersuchungen, soweit durchgeführt. Anzahl untersuchter Patienten n=1451. Die Prozentangaben beziehen sich auf die jeweils durchgeführten Folgeuntersuchungen.

| **Sonographische Diagnose** | **Nges 1451** | **Klinik** | **Labor** | **CT** | **NMR** | **OP** | **sicher** | **unsicher** | **Spezifität** | **pos. präd. Wert** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | **bestätigt** | | | |
| Normalbefund | 1151 (79.9%) | n.a. | n.a. | / | / | / | n.a. | n.a. | n.a | n.a. |
| Zn.Splenektomie | 11(0.8%) | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. |
| Milzvergrößerung | 261 (18%) | 147/261 (56.3%) | 58/261 (22.2%) | 19/30 (63.3%) | 2/3 | 3/3 | 153 (58.6%) | 108 (41.4%) | n.a. | 58,6% |
| Struktur-Veränderungen | 5 (0.3%) | 3/5 | 3/5 | 2/3 | / | / | 4 | 1 | n.a. | 80% |
| Milzinfarkt | 2 | / | / | 1/1 | / | / | 1 | 1 | n.a. | n.a. |
| Metastasen | 3 | 3/3 | / | 3/3 | / | / | 3 | 0 | 100% | 100% |
| Hämangiom | 1 | / | / | 1/1 | 1/1 | / | 1 | 0 | n.a. | n.a. |
| Nebenmilz | 23(1.6%) | / | / | 1/2 | / | / | 22 | 1 | n.a. | 95.6% |
| Zyste | 2 (0.1%) | / | / | 1/1 | / | / | 2 | 0 | n.a. | n.a. |

n.a. = nicht ausgewertet

**Tabelle 35:** Erläuterungen zu den **11 Patienten** mit der **sonographischen Diagnose** einer Milzvergrösserung bei **unauffälligem CT-Befund der Milz.** Angaben der Milzgröße (längs, tief und quer) in cm. Gesamtkollektiv n=1451.

| Sonograph. Diagnose: Milzvergrösserung Größe der Milz in cm | Klinische Ursache der Splenomegalie | Sonographische Darstellbarkeit der Milz | Erfahrung des Untersuchers |
|---|---|---|---|
| 12.5 x 4.5 x 8.5 | / | gut | 20000 |
| 13.5 x 5.5 x 10 | Thrombopenie | gut | 20000 |
| 14.0 x 4.0 x 10 | / | gut | 600 |
| 13 x 5 x 10 (mäßig ↑) | Infektionskrankh. | gut | 20000 |
| 12 x 4.5 x 6.5 (gering ↑) | Hämolyt.Anämie | gut | 600 |
| 12.5 x 4.0 x 9.0 | Lymphom | gut | 600 |
| 13.0 x 4.0 x 7.5 | Lymphom | mäßig | 600 |
| 12.0 x 4.5 x 8(gering ↑) | / | gut | 600 |
| 14.0 x 4.5 x 8.5 | Infektionskrankh. | gut | 20000 |
| 12.5 x 6.0 x 9.0 | Lymphom | gut | 20000 |
| 15.0 x 5.0 x 10.0 | Neuroborreliose | gut | 20000 |

Im folgenden möchte ich auf die in **Tabelle 34 und 35** aufgeführten sonographischen Befunde an der Milz näher eingehen:

#### 4.6.2.2 Milzvergrösserung

Bei 261 Patienten (18%) wurde sonographisch eine vergrößerte Milz diagnostiziert (längs>11.5cm, tief>4.5cm, quer>7cm). Bei 147 Patienten lag eine Erkrankung vor, die mit einer Splenomegalie einhergehen kann und bei 58 Patienten waren auch entsprechende pathologische Laborwerte nachweisbar.
Bei 30 Patienten mit einer wurde zusätzlich ein CT durchgeführt, wobei die Diagnose nur bei 19 der 30 Patienten bestätigt werden konnte. Bei 11 Patienten ergaben sich somit zur Computertomographie konträre Aussagen. Zur Überprüfung, ob die sonographische Diagnose falsch positiv oder die Diagnostik mittels CT falsch negativ war, habe ich die 11 Patienten näher betrachtet (s.Tab. 35). Bei 8 der 11 Patienten war eine klinische Ursache der Milzvergrösserung nachweisbar, was die Richtigkeit der sonographischen Diagnose unterstreicht. Bei den 3 weiteren Patienten handelte es sich zweimal um eine geringe, einmal um eine mäßige Vergrösserung (bei 2 der 3 Patienten bestand ebenfalls eine klinische Korrelation). Somit sind 10 der 11 sonographischen Diagnosen bezüglich der Milzvergrößerung als richtig positiv bei falsch negativem CT-Befund einzuordnen. Insgesamt konnten unter Berücksichtigung der klinischen und klinisch-chemischen Parameter und der weiterführenden bildgebenden Diagnostik 153 von 261 sonographischen Diagnosen einer Splenomegalie sicher bestätigt werden. Bei den übrigen 108 Patienten kann letzendlich keine sichere Aussage über die Korrektheit der Splenomegalie gemacht werden. Der positive Vorhersagewert beträgt 58,6%.

#### 4.6.2.3 Strukturveränderungen der Milz

Bei 5 Patienten wurden umschriebene Veränderungen der Milz diagnostiziert. Bei allen 5 Patienten bestand gleichzeitig eine Splenomegalie. Bei 3 Patienten handelte es sich hierbei um Lymphominfiltrationen. Bei den anderen beiden Patienten konnte die Genese

der eher liquiden, echoarmen, knapp 2cm großen rundlichen Strukturen nicht eindeutig geklärt werden. Eine hämatologische oder maligne Erkrankung konnte nicht nachgewiesen werden, auch der Verlauf sprach bei beiden gegen eine Metastasierung oder eine Lymphominfiltration. Bei der weiterführenden Diagnostik mittels CT konnte der Rundherd nur bei einem Patienten bestätigt werden, bei dem zweiten Patienten erbrachte das CT einen unauffälligen Befund. Somit konnten 4 der 5 sonographischen Diagnosen sicher bestätigt werden. Der positive Vorhersagewert beträgt 80%.

#### 4.6.2.4 Milzinfarkt

Bei 2 Patienten wurde eine keilförmige, echoarme Parenchymläsion sonographisch beschrieben, die am ehesten einem Milzinfarkt entspricht. Klinische Symptome waren allerdings nicht vorhanden. Bei einem der beiden Patienten wurde ein CT durchgeführt, das die Diagnose bestätigt hat.

#### 4.6.2.5 Metastasen

Bei 3 Patienten wurden sonographisch Milzmetastasen entdeckt, die jedesmal im CT bestätigt werden konnten. Bei den Primärtumoren handelte es sich um ein Malignes Melanom, ein Coloncarcinom und um ein Karzinoid der Lunge. Somit konnte bei allen 3 Patienten die sonographische Diagnose sicher bestätigt werden. Der positive Vorhersagewert und die Spezifität beträgt 100%, bei allerdings sehr geringer Fallzahl.

#### 4.6.2.6 Hämangiom

Bei einem Patienten wurde ein echoreicher etwa 2cm großer, für ein Hämangiom typischer Rundherd in einer vergrößerten Milz sonographisch diagnostiziert. In der Leber waren ebenfalls Hämangiome nachweisbar. Da der Patient zur Nierentransplantation vorbereitet wurde, sind zur Sicherung der Diagnose ein CT, ein NMR und eine Milzzintigraphie durchgeführt worden. Bei der weiterführenden Diagnostik wurde die sonographische Diagnose des Hämangioms jeweils bestätigt.

#### 4.6.2.7 Nebenmilz

Bei 23 Patienten wurde sonographisch eine Nebenmilz diagnostiziert. Die Lokalisation war an typischer Stelle, und das Echomuster entsprach dem der normalen Milz. Weitere fokale Veränderungen oder vergrößerte Lymphknoten konnten bei diesen Patienten nicht gefunden werden, auch die Verlaufsbeurteilung war diesbezüglich unauffällig. Bei 2 der 23 Patienten wurde ein Abdomen-CT durchgeführt, wobei nebenbefundlich nur bei einem der beiden eine Nebenmilz beschrieben wurde.

#### 4.6.2.8 Milzzyste

Bei 2 Patienten wurde eine Milzzyste entdeckt. Bei einem Patienten war ein Trauma vorausgegangen, so daß wahrscheinlich eine sekundäre Zyste vorlag. Bei dem zweiten Patienten konnte die Genese nicht sicher geklärt werden, ein CT bestätigte hier die sono-graphische Diagnose einer Zyste. Klinisch-chemisch ergaben sich keine Hinweise auf eine Infektion.

### 4.6.3 Dissens der sonographischen Befunde an der Milz

Bei 11 Patienten wurde eine sonographisch diagnostizierte Milzvergrösserung im CT und bei einem Patienten im NMR nicht bestätigt. Auf die Zuverlässigkeit dieser Diagnosen wurde bereits im Kapitel 4.6.2.2 näher eingegangen.
Bei einem Patienten wurde bei der Sonographie eine Nebenmilz entdeckt, die im CT nicht beschrieben wurde. Am wahrscheinlichsten erscheint ein falsch negativer CT-Befund. Bei fehlender klinischer Relevanz ist keine weitere Kontrolle erfolgt.
Somit fand sich bei dem untersuchten Patientenkollektiv bei der Milzsonographie keine nachweisbaren falsch positiven oder falsch negativen Diagnosen.

### 4.6.4 Diskordanz zum auswärtigen Befund

Bei einem Patienten wurde uns ein unauffälliger sonographischer Vorbefund der Milz (aktuell) mitgeteilt, bei uns zeigte sich jedoch eine mit 14cm x 4.5cm x 8,5cm vergrößerte Milz. Eine ätiologische Zuordnung konnte nicht gefunden werden, die Anamnese des Patienten ergab lediglich Fieber und Nachtschweiß ohne Nachweis einer z.B. hämatologischen Erkrankung.

## 4.7 Auswertung der Sonographie des Gastrointestinaltraktes

Die abdominelle Sonographie wird als bildgebendes Verfahren seit einigen Jahren auch in der Magen-Darm-Diagnostik eingesetzt, beispielsweise um Wandveränderungen, Funktionsstörungen, oder bei Stenosen nicht invasiv nachweisen oder Verlaufskontrollen bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen durchführen zu können.
Im folgenden Kapitel wird die Zuverlässigkeit der sonographischen Diagnosen des Gastrointestinaltraktes anhand von weiterführenden Untersuchungen, wie Endoskopie und Enteroklysma, und klinischen Verlaufsbeurteilungen bei unserem Patientenkollektiv (n=1429) überprüft.
Inwieweit hängt die Korrektheit der Diagnose von der Darstellbarkeit und von der Erfahrung des Untersuchers ab? Wie häufig sind falsch positive oder negative Befunde?

### 4.7.1 Sonographische Darstellbarkeit des Gastrointestinaltraktes

Die sonographische Darstellbarkeit des Gastrointestinaltraktes war nur bei 4.1% (59 Patienten) gut, während sie bei 93.7% (1359 Patienten) mäßig war (hohe Reflexion der Schallwellen durch gasgefüllte Darmschlingen). Nicht darstellbar war der Gastrointestinaltrakt bei 11 Patienten, entsprechend 0.8%. Bei 22 Patienten wurde der Magen-Darm-Trakt sonographisch nicht beurteilt.
Weiterhin wurde untersucht, wie häufig die sonographische Darstellbarkeit des Magen-Darm-Traktes durch Adipositas (Definition siehe Kapitel 4.15), erhebliche Darmgasüberlagerungen und mangelnde Kooperationsfähigkeit des Patienten eingeschränkt war.

**Tabelle 36:** Darstellbarkeit des **Magen-Darm-Traktes**, abhängig von Adipositas, Gasüberlagerung und mangelnder Kooperationsfähigkeit. Untersuchte **Patienten n=1429.** Die Prozentangaben der Spalten 3-5 sind jeweils auf die sonographische Darstellbarkeit in Zeile 2 bezogen. Da die Störfaktoren kombiniert auftreten können, ergeben sich mehr als 100%.

| **Störfaktoren** | **Anzahl (Anteil an n)** | **Sonograph. Darstellbark. des Magen-Darm-Traktes** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Σ gut: 59 | Σ mäßig: 1359 | Σ nicht beurteilbar:11 |
| Adipositas | 283 (19.8%) | 3 (5.1%) | 276 (20.3%) | 4 (36.4%) |
| Gasüberlagerung | 512 (35.8%) | 1 (1.7%) | 500 (36.8%) | 11 (100%) |
| Mangelnde Kooperation | 71 ( 5.0%) | 1 (1.7%) | 68 ( 5.0%) | 2 ( 18.2%) |
| Keine Störfakt. | 824 (57.7%) | 56 (94.9%) | 768 (56.5%) | 0 |

Tabelle 36 zeigt die Korrelation der genannten Störfaktoren mit der unterschiedlichen Darstellbarkeit. Da bei 1359 (93.7 %) der Untersuchten eine nur mäßige Darstellbarkeit des Gastrointestinaltraktes registriert worden ist, entspricht das prozentuale Auftreten aller 3 Störfaktoren erwartungsgemäß der individuellen Häufigkeit im Gesamtkollektiv. Bei guter Darstellbarkeit waren die Störfaktoren dagegen wesentlich seltener zu beobachten.
Die Absolutwerte (s.Tab. 36) ergaben bei der Berechnung des Pearson $\chi^2$-Test mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha < 1\%$ einen signifikanten Zusammenhang der sonographischen Darstellbarkeit des Gastrointestinaltraktes mit dem Auftreten von Adipositas und erheblicher Gasüberlagerung. Kein signifikanter Zusammenhang ergab sich jedoch bei der Abhängigkeit von der Kooperationsfähigkeit des Patienten.

**Tabelle 37:** Darstellbarkeit des **Gastrointestinaltraktes,** abhängig von der Erfahrung des Untersuchers. Anzahl der untersuchten Patienten **n=1429.** Prozentangaben in Spalte 3-5 bezogen auf jeweilige Anzahl der Untersuchungen.

| **Schallerfahrung des Untersuchers** | **Anzahl der Untersuchungen** | **Sonographische Darstellbarkeit des Gastrointestinaltraktes** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **gut** | **mäßig** | **nicht beurteilbar** |
| 600 - 1200 | 779 (54.5%) | 29 (3.7%) | 745 (95.6%) | 5 (0.6%) |
| 1200 - 2000 | 58 (4.1%) | 6 (10.3%) | 52 (89.7%) | 0 |
| 2000 -20000 | 80 (5.6%) | 9 (11.3%) | 71 (88.8%) | 0 |
| >20000 | 512 (35.8%) | 15 (2.9%) | 491 (95.9%) | 6 (1.2%) |
| Summe: | 1429 (100%) | 59 (4.1%) | 1359 (95.1%) | 11 (0.8%) |

Die Erfahrung des Untersuchers hat -wie bei der Beurteilbarkeit des Pankreas- einen signifikanten Einfluß auf die sonographische Darstellbarkeit des Gastrointestinaltraktes. Der sehr erfahrene Untersucher (>20 000 durchgeführte Untersuchungen) beurteilte die Darstellbarkeit seltener als gut und häufiger als mäßig im Vergleich zu den Untersuchern mit bisher 1200 bis 20 000 durchgeführten Untersuchungen (s.Tab.37).

#### 4.7.1.1 Sonographische Befunde in Korrelation zur Darstellbarkeit und Erfahrung des Untersuchers

Um die Zuverlässigkeit der sonographischen Befunde in Abhängigkeit der individuellen Schallbedingungen und der Erfahrung des Untersuchers beurteilen zu können, wurden die genannten Kriterien mit den richtig positiven und falsch negativen Befunden des Gastrointestinaltraktes korreliert, wie Tabelle 38 zeigt:

**Tabelle 38:** Korrelation der **richtig positiven und falsch negativen** Sonographie-befunde am **Gastrointestinaltraktes** mit der sonographischen Darstellbarkeit und der Erfahrung des Untersuchers. Prozentangaben in Spalte 3 u.4 bezogen auf Spalte 2. Prozentangaben in Spalte 5-8 bezogen auf die jeweils durchgeführten Untersuchungen. Anzahl der untersuchten Patienten **n=1429**.

| **Sonographische Diagnose** | **nges. 1429** | **Sonographische Darstellbarkeit** | | **Schallerfahrung des Untersuchers** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **gut** | **mäßig** | **600-1200** | **1200-2000** | **2000-20000** | **>20000** |
| **richtig positiv** | **51** | 3 (5.9%) | 48 (94.1%) | 13/779 (1.6%) | 1/58 (1.7%) | 2/80 (2.5%) | 35/512 (6.8%) |
| **falsch negativ** | **14** | 1 (7.1%) | 13 (92.9%) | 8/779 (1.0%) | 2/58 (3.4%) | 0/80 | 4/512 (0.8%) |

Die individuellen Schallbedingungen (94.1% versus 92.9%) unterschieden sich bei richtig positiven Befunden nicht wesentlich von denen bei falsch negativen Befunden. Die individuellen Schallbedingungen entsprachen denen der übrigen unauffälligen Befunde, wobei insgesamt die sonographische Darstellbarkeit des Magen-Darm-Traktes nur bei 4.1% der Untersuchten als gut eingestuft wurde (Tab. 37). Eine Beurteilung der Korrelation der Qualität der Darstellbarkeit mit der Zuverlässigkeit der Diagnose ist deshalb wenig aussagekräftig. Die Richtigkeit der Diagnose bei der Sonographie des Gastrointestinal-traktes hängt somit nicht wesentlich von der unterschiedlichen Darstellbarkeit ab.

Bei der Korrelation der Erfahrung des Untersuchers mit der Korrektheit der Diagnose zeigt sich jedoch, daß weniger erfahrene Kollegen wesentlich seltener pathologische Veränderungen am Gastrointestinaltrakt nachweisen und häufige falsch negative Befunde erheben als erfahrene Kollegen (Tab. 38). Obwohl erfahrene Untersucher nur 35.8% der Sonographieuntersuchungen durchgeführt haben, wurden fast 70% der richtig positiven Befunde durch sie erhoben. Erwartungsgemäß hängt somit die Korrektheit der sono-graphischen Diagnosen am Gastrointestinaltrakt entscheidend von der Erfahrung des Untersuchers ab.

## 4.7.2 Konsens der sonographischen Diagnosen am Gastrointestinaltrakt

Von den 1429 untersuchten Patienten hatten 1378 (96.4%) einen unauffälligen sonographischen Befund am Magen-Darm-Trakt. Bei lediglich 36 Patienten wurde durch weiterführende Diagnostik ein Normalbefund bestätigt: 26mal bei einer Koloskopie, 6mal durch ein Enteroklysma, 3mal durch eine Computertomographie, sowie 2mal beim endoskopischen Ultraschall des oberen Gastrointestinaltraktes.

In dieser Qualitätsstudie soll an unserem Patientenkollektiv die Korrektheit der sonographischen Diagnosen überprüft werden. Die richtig positiven und falsch negativen Befunde des Gastrointestinaltraktes sind in den Tabellen 39 bis 42 aufgeführt und im folgenden Text erläutert.

### 4.7.2.1 Pathologische Befunde am Magen-Darm-Trakt

Bei 51 Patienten (3.6%) wurde bei der abdominellen Sonographie ein pathologischer Befund am Gastrointestinaltraktes erhoben. Da Mehrfachdiagnosen möglich waren, sind 55 Diagnosen in Tabelle 39 aufgeführt.
Von den 51 Patienten mit einem positiven sonographischen Befund war bei 48 Patienten eine gezielte Fragestellung durch den anfordernden Arzt gegeben.
3mal konnte bei der Sonographie **eine relevante Zusatzdiagnose**, die zufällig entdeckt wurde, diagnostiziert werden. Diese unterteilen sich wie folgt:

**1.)**Bei einem 80-jährigen Patienten wurden im Colon ascendens sonographische Zeichen eines malignen Tumors beobachtet. Wegweisend für die spezielle Beurteilung des Gastrointestinaltraktes waren bei dieser Untersuchung erstmals diagnostizierte Lebermetastasen gewesen. Das Coloncarcinom (im CT falsch negativer Befund) konnte endoskopisch und histologisch gesichert werden.

**2.)**Bei einem 27-jährigen Patienten wurden sonographische Zeichen einer chronisch entzündlichen Darmerkrankung im Dünndarmbereich diagnostiziert. Bei dem Patienten war zwar ein M. Crohn bekannt, die Diagnose war uns vom anfordernden Kollegen aber nicht mitgeteilt worden. Angegeben wurden lediglich positive Entzündungsparameter.

**3.)**Bei einem 62-jährigen intensivpflichtigen Beatmungspatienten wurde bei ungezielter Fragestellung ein Subileus mit Pendelperistaltik diagnostiziert. Im Nativröntgen wurde eine Spiegelbildung nachgewiesen. Es wurde die Diagnose eines paralytischen Ileus gestellt, der konservativ behandelt wurde.

Bei 27 Patienten vom Gesamtkollektiv (davon hatten 9 einen pathologischen Befund) wurde bei der sonographischen Untersuchung des Magen-Darm-Traktes ein erfahrener Zweituntersucher zu Rate gezogen. Dabei ergab sich 25mal eine positive, 2mal eine negative Übereinstimmung zur Verdachtsdiagnose des Erstuntersuchers. So konnte eine stenosierende Raumforderung in der rechten Colonflexur erst vom Zweituntersucher erkannt werden. Die Verdachtsdiagnose eines Coloncarcinoms wurde bei der Endoskopie, Histologie und der durchgeführten Operation bestätigt.

**Tabelle 39:** Häufigkeit der sonographischen Diagnosen am **Gastrointestinaltrakt** und der **Konsens** bei Folgeuntersuchungen, soweit durchgeführt. Anzahl der untersuchten Patienten n=1429. Mehrfachdiagnosen pro Patient möglich. Die Angaben beziehen sich auf die Anzahl der jeweils durchgeführten Folgeuntersuchungen (z.B. CT 2/3=66.7%, entspricht Konsens bei 2 von 3 Patienten, die mit CT untersucht wurden). Siehe Text.

| **Sonographische Diagnose** | **Nges. 1429** | **Klinik** | **Labor** | **CT** | **Koloskopie** | **Gastroskopie** | **Enteroklysma** | **EUS** | **Röntgen** | **Histologie** | **OP** | **sicher bestätigt** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Normalbefund | 1378 (96.4%) | n.a. | n.a. | n.a. | 26 | n.a. | 6 | 2 | / | n.a. | / | n.a. |
| Pathologische Kokarde/ Magenwandverdickung | 12 | n.a. | n.a. | 5/5 | / | 12/12 | / | 3/3 | / | 12/12 | 6/6 | 12/12 |
| Pathologische Kokarde/ Colonwandverdickung | 9 | 7/9 | 3/6 | 2/3 | 6/6 | / | / | / | / | 5/5 | 3/3 | 9/9 |
| Stenose Dünndarm | 2 | 2 | / | / | / | / | 1/1 | / | / | 2/2 | 2/2 | 2/2 |
| Ileus/Subileus | 9 | 6/9 | / | / | 2/2 | / | 2/2 | / | 2/4 | | 5/5 | 6/9 |
| Divertikulitis | 2 | 2/2 | 2/2 | 2/2 | 1/1 | / | / | / | 1/1 | 1/1 | 1/1 | 2/2 |
| Appendicitis | 1 | 1/1 | 1 | / | / | / | / | / | / | 1/1 | 1/1 | 1/1 |
| M.Crohn inaktiv | 9 | 9/9 | n.a. | / | 4/4 | 1/1 | 4/4 | / | / | 6/6 | 3/3 | 9/9 |
| M.Crohn gering aktiv | 1 | n.a. | n.a. | / | 1/1 | / | 1/1 | / | / | 1/1 | / | 1/1 |
| M.Crohn floride | 4 | n.a. | n.a. | / | 1/2[1] | / | 2/3 | / | / | / | 2/2 | 4/4 |
| Colitis ulc.gering aktiv | 2 | n.a. | n.a. | / | 2/2 | / | / | / | / | 2/2 | / | 2/2 |
| Colitis ulcerosa floride | 4 | n.a | n.a | / | 4/4 | / | / | / | / | 3/3 | / | 4/4 |

n.a. = nicht ausgewertet

[1] Anastomose bei der Koloskopie nicht passierbar

**Tabelle 40: Abdominelle Sonographie** bei Patienten mit **Colitis ulcerosa** (insges.6 von 1429 konsekutiven Patienten) und der **Vergleich** mit dem klinischen Verlauf und den **koloskopischen und histologischen Befunden.**

| **Patient/ Alter** | **Sonographischer Befund** | **Sonographische Lokalisation** | **Klinik/ Labor** | **Koloskopie** | **Histologie** | **Konsens** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| weiblich 27 Jahre | mäßig aktiv | Pancolitis | ja | mäßig diffuse Pancolitis | Zeichen mäßiger Entzündung | ja |
| männlich 32 Jahre | alte Veränderungen<br>floride Veränderungen | prox. Colon<br>distales Colon bis Rektum | ja | prox. Colon nicht floride, distales Colon u. Rektum floride Colitis | floride Entzündung | ja |
| männlich 46 Jahre | floride Veränderung | Rektumbereich | ja | Pancolitis | floride Entzündung | teilweise ja |
| männlich 56 Jahre | floride Veränderungen | Quercolon, dann Bef. abnehmend, Rektum o.B. | ja | ab 70 cm zunehmend floride Colitis,<br>Rektum o.B. | floride Entzündung | ja |
| männlich 27 Jahre | floride Veränderung | Pancolitis | ja | ausgeprägte Pancolitis | floride Entzündung | ja |
| männlich 59 Jahre | unauffälliger Befund | Magen-Darm-Trakt | ja | ab 25 cm im Colon descen. diffuser Schleimhautbefall | Zeichen mäßiger Entzündung | nein |

**Tabelle 41: Abdominelle Sonographie** bei Patienten mit **Morbus Crohn** (insges.12 von 1429 konsekutiven Patienten) und der **Vergleich** mit dem klinischen Verlauf und den **Folgeuntersuchungen**, soweit durchgeführt.

| Patient/ Alter | Sonographischer Befund | Sonograph. Lakalisation | Klinik/ Labor | Endoskopie | Enteroklysma | Histologie/ OP | Konsens |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| weiblich 27 Jahre | alte Veränderungen | Dünndarm | zur Zeit nicht aktiv | terminalem Ileum keine floride Entzündung | / | bek. Crohn seit 11 Jahren | ja |
| männlich 41 Jahre | alte Veränderungen | Dünndarm | zur Zeit nicht aktiv | / | / | Z.n. Ileocöcal-resektion | ja |
| weiblich 50 Jahre | alte Veränderungen | Dünndarm | zur Zeit nicht aktiv | / | / | Z.n. Ileocöcal-resektion | ja |
| weiblich 34 Jahre | alte Veränderungen | Ileum | u. Steroideinnahme gering aktiv, CRP ↑ | / | Stenose i. Ileum ohne prästenotische Dilatation | OP-Histo: zur Zeit mäßig aktiv | ( ja ) |
| weiblich 23 Jahre | alte Veränderungen flüssigkeitsgef.Darm | Dünndarm | seit J. bek. Crohn, zur Zeit aktiv | M.Crohn im Magen, Duodenum und Ileum | / | chron. u. aktive Duodenitis u.Ileitis | teilweise ja |
| weiblich 41 Jahre | alte Veränderungen V.a Stenose | Dünndarm Sigma | seit J. bek. M. Crohn jetzt Schmerzen | / | Fistel zw.Ileum u.Anasto-mose mit Stenosierung | Z.n. Ileosigmoido-stomie, OP.d.Fistel | teilweise ja |
| weiblich 75 Jahre | mäßig floride Veränderung. | Dünn-und Dickdarm | zur Zeit mäßig aktiv | koloskopisch floride Entzündung bei M.Crohn | Ø Stenose Ø Fistel | Z.n. Ileocöcalres. Histo:mittelgr.aktiv | ja |
| weiblich 30 Jahre | floride und teils alte Veränderungen | Dick-u.Dünnd. | seit J. bek. Crohn, zur Zeit aktiv, CRP↑ | / | Stenose zwischen Ileum und Colon | Z.n. Ileocöcalres. OP der Stenose florideEntzündung | ja |
| | Stenose | Mittl.U.bauch | | | | | |
| männlich 31 Jahre | floride und teils alte Veränderungen | Dünndarm | seit J. bek. Crohn, zur Zeit aktiv, CRP↑ | unauffälliger Anastomosenbereich | Ø Stenose Ø Fistel | Z.n. Ileocöcal-resektion | ja |
| männlich 54 Jahre | floride und teils alte Veränderungen | neoterm. Ileum | seit J. bek. Crohn, zur Zeit aktiv, CRP↑ | / | / | Z.n. Ileumresekt. u. Hemicolektomie | ja |
| weiblich 44 Jahre | floride Veränderung | terminalem Ileum | zur Zeit aktiv, CRP↑ | Anastomose bei Koloskop. nicht passierbar | aufgehob. Faltenrelief im Anastomosenbereich | Z.n. Ileocöcal-resektion | ja |
| Weiblich 31 Jahre | unauffälliger Befund | / | seit 3 J. bek. Crohn, zur Zeit gering aktiv | im terminal. Ileum gering entzündliche Schleimhaut | / | Histo.:geringe Ent-zündungsaktivität | nein |

Im folgenden möchte ich auf die in **Tabelle 39** aufgeführten Diagnosen des Gastrointestinaltraktes näher eingehen.

#### 4.7.2.2 Pathologische Magenwandverdickung

Bei insgesamt 12 Patienten wurde im Bereich des Magens bei jeweils gezielter Fragestellung sonographisch eine Wandverdickung, eine sogenannte pathologische Kokarde beschrieben. Bei 7 der 12 Patienten konnte bei der darauf folgenden Gastroskopie dann ein Magencarcinom histologisch gesichert werden. Bei jeweils 3 der 7 Patienten konnte die Diagnose auch im Kontrastmittel-CT und durch einen endoskopischen Ultraschall (EUS) des Magens bestätigt werden (4 der 7 Patienten wurden nicht endosonographiert). Bei 6 Patienten wurde eine Gastrektomie durchgeführt, ein Patient war bei Diagnosestellung bereits inoperabel. Da beim Magencarcinom die klinisch- chemischen Untersuchungsbefunde wenig aussagekräftig sind, wurde auf eine Auswertung verzichtet.
Bei 2 der 12 Patienten stellte sich das Kokardenphänomen im Bereich des Magens als Metastasierung heraus: Eine Patientin hatte vor 9 Jahren eine Gastrektomie bei Magencarcinom, nun war es zu einem Spätrezidiv gekommen, das bei der Endoskopie histologisch bestätigt wurde. Bei der zweiten Patientin war es zu einer Magenmetastasierung bei einem extragastralen Tumor gekommen, CT, Endoskopie und Histologie bestätigten ebenfalls den Befund.
Bei 2 weiteren Patienten zeigte sich eine Magenentleerungsstörung im Sinne einer Pylorusstenose. Beidesmal konnte bei klinischer Korrelation gastroskopisch und histologisch eine Bulbusstenose bei Ulkus duodeni verifiziert werden.
Bei einer Patientin, bei der sonographisch eine Magenwandverdickung aufgefallen ist, konnte bei der Gastroskopie eine Lymphominfiltration histologisch bestätigt werden. Der Befund konnte ebenfalls bei der CT- und EUS-Untersuchung nachgewiesen werden. Somit konnte bei allen 12 Patienten die sonographische Diagnose einer Wandverdickung im Bereich des Magens sicher gastroskopisch und histologisch bestätigt werden. Der positive Vorhersagewert beträgt 100%.

#### 4.7.2.3 Pathologische Colonwandverdickung (z.B. CED, s. 4.7.2.4.)

Bei insgesamt 9 Patienten war bei der Sonographie eine Wandverdickung im Bereich des Colons aufgefallen. Bei 6 der 9 Patienten wurde bei der Koloskopie ein Coloncarcinom diagnostiziert und histologisch bestätigt (bei 2 Patienten war die Diagnose allerdings durch eine auswärts durchgeführte Koloskopie bereits vor der Ultraschalluntersuchung bekannt). Eine typische klinische Symptomatik wie wechselndes Stuhlverhalten und Blutbeimengungen haben 4 der 6 Patienten angegeben, der bei Coloncarcinom möglicherweise erhöhte Tumormarker CEA war bei 3 der 6 Patienten erhöht.
Bei 3 der 9 Patienten wurde bei anhaltenden, teils auch blutigen Diarrhöen und Schmerzen eine Sonographie des Darmtraktes gewünscht. Sonographisch fand sich bei allen 3 Patienten echoarm aufgelockerte verbreiterte Darmwand, typisch bei florider Entzündung. Die klinische Diagnose einer unspezifischen Colitis wurde bei einem der 3 Patienten auch endoskopisch bestätigt, bei den anderen beiden wurde auf Wunsch des Patienten und aus allgemein-internistischen Gründen auf eine Endoskopie verzichtet, so daß zur Bestätigung der sonographischen Diagnose nur die Klinik herangezogen werden konnte.

Mit dieser Einschränkung sind somit alle 9 sonographischen Diagnosen einer Wandverdickung im Bereich des Colons sicher bestätigt worden. Die Spezifität und der positive Vorhersagewert beträgt annäherungsweise 100%.

#### 4.7.2.4 Chronisch entzündliche Darmerkrankungen

Tabelle 40 und 41 zeigen die sonographische Verlaufsbeurteilung bei 18 Patienten mit chronisch entzündlichen Darmerkrankungen und die Korrelation zur Klinik (Schmerzen, Diarrhoen), Labor (Entzündungsparameter wie CRP, Leukocytose und evtl. der Nachweis einer Anämie) und, soweit durchgeführt, zur Endoskopie, Enteroklysma, Histologie und Operation.
Bei allen 18 Patienten war die Diagnose der CED bereits vor der sonographischen Untersuchung bekannt. Die abdominelle Sonographie wurde zur Beurteilung der Floridität, der Befundausdehnung und zur Diagnostik von möglichen Komplikationen wie z.B. Stenosen, Fisteln und Ileus durchgeführt. Echoarme Wandverbreiterungen sind Ausdruck florider Veränderungen, während eine echoreich betonte oder verbreiterte Wand auf chronische Veränderungen hinweist.

##### 4.7.2.4.1 Colitis ulcerosa

Die sonographischen Kriterien wurde bei 6 Untersuchungen von Patienten mit Colitis ulcerosa zugrunde gelegt (s.Tab. 40). Bei allen 6 Patienten wurde eine Koloskopie durchgeführt und mit den Befunden der Sonographie verglichen.
Hierbei hat sich gezeigt, daß bei einem 46-jährigen Patienten, bei dem sonographisch lediglich das Rektum im Sinne einer floriden Entzündung mit einer echoarm verbreiterten Wand aufgefallen war, sich koloskopisch aber eine Pancolitis dargestellt hat. Somit ergibt sich nur teilweise eine Übereinstimmung.
Bei einem weiteren Patienten konnte bei unauffälligem sonographischen Befund des Magen-Darm-Trakts erst bei der Koloskopie eine mäßige Colitis diagnostiziert werden (dieser Patient ist auch in Tabelle 42 unter Dissens aufgeführt).
Bei den übrigen 4 Patienten ergab sich eine völlige Übereinstimmung hinsichtlich Befundausdehnung und Aktivität.
Insgesamt ergab sich somit bei der sonographischen Verlaufsbeurteilung bei 4 von 6 Patienten mit Colitis ulcerosa eine Übereinstimmung zur Klinik, Koloskopie und Histologie, beim 5. Patienten nur eine partielle. Die Sensitivität liegt etwa bei 83,3%. Die Spezifität und der positive Vorhersagewert beträgt jeweils100%.

##### 4.7.2.4.2 Morbus Crohn

Bei 12 Patienten mit Morbus Crohn wurden die Aktivität und die Ausbreitung der Entzündung sonographisch beurteilt. Dabei hat sich insgesamt ebenfalls eine gute Korrelation der sonographischen Kriterien und der Ausdehnung mit den radiologischen, endoskopischen und histopathologischen Befunden ergeben (s.Tab.39 und 41).
Bei 2 der 12 Patienten wurde sonographisch eine Stenosierung zwischen Ileum und Colon mit Subileus diagnostiziert. Die Befunde konnten im Enteroklysma und operativ bestätigt werden.
Bei einem weiteren Patienten konnte allerdings eine Stenose im Ileum (ohne prästenotische Dilatation) erst im Enteroklysma diagnostiziert werden.

Bei einer 23 Jahre alten Patientin wurden sonographisch flüssigkeitsgefüllte Darmschlingen mit lebhafter Peristaltik (Patientin litt unter Diarrhoe) und echoreich betonter Wand des Dünndarms mit Verdacht eines chronischen Verlaufs festgestellt. Die bei der Gastro-und Koloskopie entnommenen Biopsien zeigten jedoch pathohistologische Zeichen einer floriden und chronischen Entzündung im Sinne einer akuten und chronischen Duodenitis und Ileitis. Bei dieser Patientin ist somit keine Übereinstimmung bezüglich der Beurteilung der Aktivität der Erkrankung gegeben.
Bei einer 31-jährigen Patientin mit unauffälligem sonographischem Befund am Magen-Darm-Trakt war endoskopisch im Bereich des terminalen Ileums eine gering entzündliche Schleimhaut diagnostiziert worden (diese Patientin ist auch in Tabelle 42 unter Dissens aufgeführt).
Bei 3 der 12 Patienten wurden keine weiterführenden Untersuchungen durchgeführt, so daß lediglich der klinisch-chemische Verlauf zum Vergleich herangezogen werden konnte. Unter dieser Berücksichtigung ergab sich bei 9 von 12 Patienten mit Morbus Crohn eine Übereinstimmung, bei 2 weiteren Patienten eine teilweise Übereinstimmung hinsichtlich der Floridität und Ausdehnung des Befundes, sowie des Nachweises bzw. Ausschlusses von Komplikationen.
Die Spezifität und der positive Vorhersagewert beträgt jeweils100%.

### 4.7.2.5 Statistische Auswertung der Befunde am Gastrointestinaltrakt

**Tabelle 42: Korrelation der sonographischen Befunde mit der Koloskopie (n=55)**

| **Koloskopiebefund** | **Sonographischer Befund** | |
|---|---|---|
| | Normal | Patholgisch |
| Normal | 26 | 0 |
| Pathologisch | 10 | 19 |

Bei der Diagnostik des Colons und des terminalen Ileums wurde bei 55 Patienten jeweils der sonographische Befund endoskopisch abgeklärt. Tabelle 42 zeigt die Korrelation der sonographischen und koloskopischen Befunde der Patienten. Wie aus der Tabelle ersichtlich, konnte bei 26 Patienten bei der Koloskopie ein unauffälliger Sonographiebefund bestätigt werden. Bei 19 Patienten konnte eine Übereinstimmung der sonopathologischen Diagnose bei der Koloskopie gezeigt werden. Bei 10 der 55 Patienten war die sonographische Diagnose falsch negativ. Es hat sich jedoch bei keinem der untersuchten Patienten eine falsch positive sonographische Diagnose ergeben. Die Sensitivität bei der sonographischen Colondiagnostik beträgt somit 66%, bei einer Spezivität und einem positiven Vorhersagewert von 100%.

**Tabelle 43: Statistische Auswertung der Sonographie des Magen-Darm-Traktes (n=55)**

| Sonographische Diagnose | Spezifität | Sensitivität | Pos. präd.Wert |
|---|---|---|---|
| Colon insgesamt | 26/(26+0) =1 | 19/(19+10)=0,66 | 19/(19+0) =1 |
| Colitis ulcerosa | 1 | 5/(5+1) =0,83 | 5/( 5+0) =1 |
| Morbus Crohn | 1 | / | 11/(11+0) =1 |
| Tumoren Darm | 1 | / | 6/( 6+0) =1 |
| Tumoren Magen | / | / | 10/(10+0) =1 |

Bei der sonographischen Diagnostik von Erkrankungen des Darms insgesamt konnte eine Spezifität und ein positiver Vorhersagewert von 100% (entsprechend 1) bestimmt werden. Bei der Beurteilung der Befundausdehnung, der Aktivität und dem Erkennen von Komplikationen bei der Colitis ulcerosa kann die Sensitivitiät (da hier jeweils eine Koloskopie durchgeführt wurde) bei etwa 83,3% angegeben werden.
Für Erkrankungen des Magens ergibt sich ein positiver Vorhersagewert von ebenfalls 100%. Die Angabe der Spezifität und der Sensitivität ist hier nicht möglich (s.Tab. 43).

### 4.7.3 Dissens der sonographischen Diagnosen am Darmtrakt

Bei der Untersuchung unseres Patientenkollektives von n=1429 ergaben sich bei der konventionellen Sonographie des Magen-Darm-Traktes keine falsch positiven Diagnosen. Bei 10 Patienten (11 Diagnosen) war die sonographische Diagnose des Darm-Traktes falsch negativ (S. Tabelle 44).

**Tabelle 44:** Häufigkeit der **falsch negativen sonographischen Normalbefunde** des **Darmtraktes,** (n=11) bei denen sich bei Folgeuntersuchungen, soweit durchgeführt, ein **Dissens** ergab. Anzahl der untersuchten Patienten n=1429.

| **Diagnose bei Folge-untersuchungen** | **Nges. 1429** | **Kolo-skopie** | **Gastro-skopie** | **Entero-klysma** | **Histo-logie** | **OP** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Koloncarcinom | 3 | 3/3 | / | / | 3/3 | 3/3 |
| Magenmetastase mit gastrojejunaler Fistel | 1 | / | 1 | 1 | 1 | / |
| Colitis | 5 | 5/5 | / | / | 3/3 | / |
| M. Crohn gering aktiv | 1 | 1/1 | / | / | 1/1 | / |
| Colitis ulc. gering aktiv | 1 | 1/1 | / | / | 1/1 | / |

.

#### 4.7.3.1 Koloncarcinom

Bei gezielter Fragestellung wurde bei 3 Patienten ein Koloncarcinom bei falsch negativem Sonographiebefund erst bei der Endoskopie entdeckt und histologisch bestätigt. Einer der 3 Patienten hatte bereits eine Metastasierung in den Magen, wo im Bereich des Corpus ventrikuli ein 7 cm großer Ulkuskrater und im Enteroklysma eine Fistelbildung zwischen Magen und Jejunum festgestellt wurde. Diese wurde sonographisch nicht dargestellt.

#### 4.7.3.2 Colitis

Bei ebenfalls gezielter Fragestellung wurde 5mal eine Colitis sonographisch nicht gesehen, bei 3 der 5 Patienten wurde koloskopisch und histologisch eine unspezifische Colitis (bei einem Patienten V.a. Strahlencolitis) diagnostiziert. Bei diesen 3 Patienten ist von einem falsch negativen Sonographiebefund auszugehen.
Bei den beiden anderen Patienten konnte die Diagnose letztendlich nicht sicher geklärt werden. Bei einem Patienten war die Colitis antibiotikainduziert und einmal war koloskopisch lediglich die Rektumschleimhaut oberflächlich befallen (die sonographisch schwieriger einsehbar ist als das übrige Colon), eine histologische Klassifizierung konnte bei den beiden nicht erfolgen.

#### 4.7.3.3 Chronisch entzündliche Darmerkrankungen

Bei der Verlaufsbeurteilung je eines Patienten mit M. Crohn und Colitis ulcerosa wurde bei sonographischem Normalbefund beidesmal bei der Endoskopie eine geringe Aktivität der Erkrankung festgestellt, die auch histologisch bestätigt wurde. Insbesondere bei der Colitis ulcerosa, bei der die pathologischen Veränderungen nicht transmural sind, ist eine Wandverdickung als Ausdruck des entzündlichen Ödems nur im akuten Schub zu beo-bachten. Die sonographische Beurteilung bei nicht oder wenig aktiver Colitis ulcerosa ist daher nur eingeschränkt möglich.

#### 4.7.3.4 Zuverlässigkeit sonographischer Befunde

Über die Korrektheit der richtig negativen Sonographiebefunde kann keine sichere Aussage gemacht werden, da üblicherweise Normalbefunde (falls keine klinische Fragestellung vorlag) durch andere bildgebende und endoskopische Verfahren nicht bestätigt worden sind (s. Kap. Methodik).
Von insgesamt 1429 untersuchten Patienten wurde bei 10 ein pathologischer Befund des Darmtraktes übersehen, das entspricht 0.1%. In Tabelle 44 sind die falsch negativen Sonographiebefunde mit den jeweils durchgeführten Folgeuntersuchungen aufgeführt. Bei der abdominellen Sonographie des Magen-Darm-Traktes haben sich keine falsch positiven Befunde ergeben.

### 4.7.4 Diskordanz zum auswärtigen Befund

Eine Diskordanz zu auswärtigen Befunden hat sich bei der Sonographie des Gastrointestinaltraktes nicht ergeben.

# 5 Diskussion

## 5.1 Qualitätssicherung in der Sonographie

Der Gesetzgeber hat bei der Gesundheitsreform 1989 für alle Krankenhäuser die Verpflichtung eingeführt, sich an Qualitätssicherungsmaßnahmen zu beteiligen. Darunter wird nicht die schiere Infragestellung bewährter Techniken verstanden, sondern eine Optimierung der Leistungen, eine verbesserte Motivation aller Mitarbeiter und eine kundenorientierte Marketingstrategie, bei der der Patient künftig mehr denn je als Kunde angesehen wird (37,56).
Zur Sicherstellung einer hohen Qualität bei der sonographischen Diagnostik sind folgende Punkte Voraussetzung:
In der klinischen sonographischen Diagnostik sind, im Gegensatz zur Praxis, häufig sehr spezielle Fragen zu beantworten, hierfür sind moderne High-Tech-Geräte notwendig. Eine strukturierte elektronische Befunddokumentation gewährleistet eine größere Objektivität und Validität (72, 142).
Die Sonographie gilt als ein in hohem Maße untersucherabhängiges Verfahren (6, 41, 91, 150). Die Bereitschaft des Untersuchers zur Weiterbildung und eine kontinuierliche Tätigkeit im Ultraschall über einen längeren Zeitraum tragen wesentlich zur Qualtität der Untersuchung bei . Auch unter dem finanziellen Aspekt ist eine gute Ausbildung der erste Schritt zur Kostenreduktion (66).
Trotz möglicher Videoaufzeichnungen ist eine adäquate Nachbefundung im Gegensatz zum CT oder NMR nicht möglich. Ein Vorteil der Sonographie hingegen ist die dynamische Untersuchung in Echtzeit. Außerdem können die Bildschnitte der anatomischen Lage der Organe und Strukturen angepaßt werden, damit entfallen schräge Anschnitte, die in anderen bildgebenden Verfahren die Aussage einschränken können. Die Methode ist zudem unschädlich, beliebig wiederholbar, nichtinvasiv und universell verfügbar.
Wie bereits im Kapitel literarische Einführung beschrieben, sind die technischen Möglichkeiten bei der Sonographie sehr effizient weiterentwickelt worden. Die Qualität der sonographischen Darstellbarkeit konnte dadurch erheblich verbessert werden. Hochauflösender Ultraschall wird heutzutage z.B. auch in der Thorax- und Lungen-diagnostik eingesetzt (5, 54,131). Der Beleg für die Qualitätsverbesserung durch die neuen Verfahren in der Sonographie muß jedoch noch durch weitere Studien erbracht werden.
Die abdominelle Sonographie wird im „klinischen Alltag“ leider sehr häufig durch schlechte Schallbedingungen wie Adipositas, Darmgasüberlagerungen oder mangelhafte Kooperation des Patienten drastisch eingeschränkt. In dieser Studie lag insgesamt der Anteil von Patienten mit Adipositas bei 19.9%, erhebliche Darmgasüberlagerungen lagen bei 35.9% der Untersuchten vor und bei 5% war die kooperative Mitarbeit bei der Untersuchung nicht gegeben. Die 3 untersuchten Störfaktoren traten bei mäßiger und fehlender sonographischer Darstellbarkeit aller untersuchten Organe signifikant häufiger auf (s.S. 24). Die Dauer der Untersuchung war dann auch signifikant verlängert, z.B. bei nur mäßiger Darstellbarkeit des Pankreas auf 30 Minuten von 23 Minuten bei guter Darstellbarkeit (s.S.26 u.S.95).

Die Darstellbarkeit im Bereich der cauda pancreatis, des Paravasalraumes und des Gastrointestinaltraktes war besonders häufig schlecht. Parenchymatöse Organe waren hingegen erwartungsgemäß häufiger besser darstellbar.
Um das Problem der Gasüberlagerung zu reduzieren, wurde in mehreren Studien überprüft, inwiefern eine Vorbereitung des Patienten mit einem Laxans und/oder einem Karminativum zur besseren sonographischen Darstellbarkeit führt. Eine in unserem Haus durchgeführte Studie konnte jedoch keine signifikante Verbesserung der Darstellbarkeit nachweisen (52, 85). Auch andere Autoren kamen zu dem Schluß, daß sich durch die Gabe eines Laxans keine wesentliche „Schallverbesserung“ erreichen läßt, die Einnahme eines Karminativums hingegen wurde kontrovers diskutiert(41,79,133).
Man ist von der routinemäßigen prophylaktischen Gabe jedoch wieder abgekommen.
Offensichtlich ist die Beurteilung der sonographischen Darstellbarkeit auch von der Erfahrung des Untersuchers abhängig. Nach jeder Untersuchung wurde der Untersucher nach seinem subjektiven Eindruck der Darstellbarkeit der einzelnen Organe befagt. Die Einstufung der Beurteilung war folgendermaßen möglich: gut, mäßig und nicht darstellbar. Die Studie konnte zeigen, daß eine nur mäßige Darstellbarkeit beim Pankreas, des Paravasalraumes und des Magen-Darm-Traktes signifikant häufiger von sehr erfahrenen Untersuchern angegeben wird und gleichzeitig durch sie signifikant seltener die Darstellbarkeit zumindest beim Pankreas, einschließlich der Cauda nicht gelang. Möglicherweise sind die visuellen Ansprüche von sehr erfahrenen Untersuchern höher, so daß sie mit der Darstellbarkeit häufiger nicht zufrieden sind. Im Gegensatz dazu neigen weniger erfahrene Kollegen tendenziell eher dazu, eine gute sonographische Darstellbarkeit zu bestätigen.
Inwiefern korreliert die Qualität der Darstellbarkeit mit der Bestätigung der Befunde bei Folgeuntersuchungen bzw. der Korrektheit der Befunde? Diese Frage läßt sich bei der insgesamt geringen Anzahl falsch negativer Befunde (organbezogen zwischen 0,55 und 0,9%) nicht sicher belegen. Tendenziell lag z.B. bei falsch negativen Befunden des Pankreas, der Gallenblase und Gallenwege überproportional häufig eine Adipositas, erhebliche Gasüberlagerung und eine mangelnde Kooperationsbereitschaft vor. Hingegen war bei der Diagnostik der Leber und des Gastrointestinaltraktes keine Korrelation zu den genannten Störfaktoren erkennbar. In einer Studie von Hollerbach sind falsch negative Befunden der Bauchspeicheldrüse ebenfalls unabhängig von der Darstellungsqualität bei Darmgasüberlagerung und Adipositas(60).

## 5.2 Indikation und Effizienz der sonographischen Untersuchung

### 5.2.1 Dauer der Untersuchung

Die durchschnittliche reine Untersuchungszeit bei der abdominellen Sonographie betrug in dieser Studie 20,8 Minuten für den Erstuntersucher (s.S.25). Dabei ist die Akteneinsicht vor der Untersuchung, gegebenenfalls die gezielte Anamneseerhebung und das Eingeben des Befunds nicht mit eingerechnet. Damit entspricht die Dauer der Untersuchung den von der DEGUM geforderten 30 Minuten für einen Oberbauchstatus (129). Bei schwierigen Fragestellungen wie z.B. akuter Pankreatitis verlängerte sich die reine Untersuchungszeit auf 28,6 Minuten, bei Hinzuziehen eines Zweitschallers auf durchschnittlich weitere 13 Minuten. Untersuchungszeiten von 6 Minuten für einen Oberbauchstatus, wie von der KV vorgeschlagen, sind für einen qualifizierten Ultraschall sicher unrealistisch und somit nicht kostendeckend durchführbar. Unter dem Aspekt zunehmender technischer Weiterentwicklung wie Farbdopplermethoden, Echosignal-verstärker, Kontrastmittelgabe oder 3-D-Technik wird der Zeitbedarf und somit auch die Kosten eher zunehmen. Dieses finanzielle Problem ist bisher nicht gelöst.

### 5.2.2 Befundhäufigkeit insgesamt

Bei 85,5 % der sonographisch untersuchten Patienten wurde zumindest in einem Organ ein pathologischer Befund diagnostiziert, wobei der überwiegende Anteil der Befunde prognostisch nicht relevant war, z. B. Fetteinlagerungen der Leber, Nierenparenchymzyste, stumme Gallensteine. Somit hatten nur 14,5% der Untersuchten ein unauffälliges Oberbauchsonogramm.
Am häufigsten wurden pathologische Befunde an der Leber (64,3%), den Nieren (ca. 22%), der Milz (20,1%), den großen Gefäßen (20,3%) und der Gallenblase (17,2%) erhoben (s.S.24). Beim Vergleich der Befundhäufigkeit mit anderen Universitätskliniken ist der Anteil pathologischer Befunde in unserer Klinik relativ hoch. So wurden z.B. bei einer Studie der internistischen Universitätsklinik Freiburg nur bei 38% der Untersuchten ein sonopathologischer Befund der Leber, bei 10,9% einer der Gallenblase, bei 12,1% einer der Milz, bei 5% der Gefäßen und bei 16,9% der Nieren diagnostiziert. Bei fast 30% der dort Untersuchten war die Sonographie unauffällig (120, 122).
Dem Leistungsbericht unserer Klinik ist zu entnehmen, daß allein 15% aller Patienten wegen einem Malignom oder einer bösartigen hämatologischen Erkrankung in Behandlung waren. Dieser hohe Anteil schwerkranker Patienten könnte eine Erklärung für die ebenfalls hohe Anzahl pathologischer Sonographiebefunde sein.

### 5.2.3 Befundhäufigkeit in Abhängigkeit zur Fragestellung

In unserer Studie lag bei 95.2% der Untersuchungen eine gezielte Fragestellung des anfordenden Kollegen an den Untersucher vor. Dieser sehr hohe Anteil spricht für einen guten Informationsfluß zwischen den Kollegen. Bei den übrigen 4.8% der Untersuchten lag ein Screening bzw. eine unklare Fragestellung vor. (s.S.22/23)
Bei gezielter Fragestellung war der Anteil pathologischer Befunde mit 86,7% signifikant höher als bei ungezielter Fragestellung (64,3%) und beim Screening (60,7%).
Da die Patienten des untersuchten Kollektivs zumindest mit einer internistischen Fragestellung stationär bzw. ambulant behandelt wurden, handelt es sich bei dem Sreening um ein Sekundärscreening. In Abhängigkeit vom untersuchten Organ wurden zwischen 3,6% und 26% klinisch relevante Zusatzbefunde (z.B. Leberzirrhose, solider Bezirk, chronische Pankreatitis, Splenomegalie) erhoben (s.S.24). Diese Befunde sind nicht im Zusammenhang mit der Fragestellung zu sehen. In anderen klinischen Studien wurden ähnlich hohe Raten relevanter Zusatzbefunde beim Sekundärscreening entdeckt (99,139). Hollerbach beschreibt sogar bei ambulanten Patienten eine Rate von 30% relevanter Zusatzbefunde (59).

### 5.2.4 Sinn und Kosten einer Screeninguntersuchung

Beim primären Screening hingegen wurden in der Studie von Tato und Zoller bei asymptomatischen Patienten in weniger als 0,5% prognostisch relevante Befunde diagnostiziert (139). Aufgrund der Kostenexplosion im Gesundheitswesen wird der Sinn bzw. die „Ausbeute“ von Screeninguntersuchungen hinterfragt.
Bezweifelt wird z.B. der Wert eines primären Screenings bezüglich der sonographischen Diagnostik des Pankreas. Einige Studien, die allerdings schon 1983-85 durchgeführt wurden, haben gezeigt, daß eine frühe Diagnose des Pankreascarcinoms auf diese Weise nicht gelingt (30, 70, 86). Die Prävalenz des Pankreascarcinoms ist mit 10 pro 100000 relativ niedrig, so daß ein regelmäßiges Screening mit dem Ziel einer frühzeitigen Entdeckung eines Tumors aus wirtschaftlichen Gründen nicht sinnvoll erscheint. In unserem untersuchten Kollektiv konnte bei 1 Patienten eine malignitätsverdächtige Raumforderung des Pankreas bei ungezielter Fragestellung sonographisch erkannt werden, diese wurde aber auf Wunsch des 82 jährigen Patienten nicht weiter abgeklärt.
Anders verhält es sich bei Erkrankungen die häufiger vorkommen. In der Altersgruppe der über 65-jährigen hat sich z.B. gezeigt, daß ein Primärscreening für die Entdeckung des Bauchaortenaneurysmas (BAA) sinnvoll ist. In der Literatur wird die Häufigkeit eines BAAs bei den über 65-Jährigen mit 4-7% angegeben,bei Hypertonikern oder Patienten mit einer pAVK in dieser Altersgruppe sogar mit 10% (58, 95, 127). Auch in unserer Studie lag die Inzidenz des BAA in dieser Altersgruppe bei 5,8% (24 von 411 Patienten ) Im untersuchten Gesamtkollektiv (n=1451) wurde insgesamt bei 30 Patienten (2,1%) ein BAA diagnostiziert, wobei die meisten (19 von 30) zufällig entdeckt wurden. Das BAA ist bisher die einzige Erkrankung, bei der die Kosten-Nutzen-Analyse für ein Primärscreening belegt ist.
Unumstritten ist bei Risikopatienten z.B. mit einer Leberzirrhose oder chronisch aggressiver Hepatitis ein regelmäßiges Screening zur frühzeitigen Entdeckung von einem HCC (24, 108).

Die Frage, ob eine routinemäßige Anwendung der Methode z.B. aus Kostengründen gerechtfertigt ist, läßt sich bei dem Patientengut unserer Klinik sicher bejahen. Auch andere Autoren kommen zu den Schluß, daß die routinemäßige Durchführung einer abdominellen Sonographie bei Patienten mit internistischen Erkrankungen sogar bei ungezielter Fragestellung nützlich und eine wertvolle Ergänzung der Basisuntersuchung ist (139). Die Häufigkeit klinisch relevanter Zusatzbefunde (bis zu 26% der Befunde) in unserer Studie und in der Literatur unterstützt diese These (47, 120, 122). Die Frage, inwiefern durch die routinemäßige Anwendung der Sonographie hohe Folgekosten durch weitere Diagnostik entsteht, läßt sich zum Beispiel anhand der Ergebnisse des Gastrointestinaltraktes verneinen: hier wurde keine falsch positive Diagnose gestellt. Eine Ausschlußdiagnostik ist jedoch nicht möglich.
Einen erfahrenen Untersucher vorausgesetzt, nimmt die abdominelle Sonographie auch bei der Diagnosik von Erkrankungen des Gastrointestinaltraktes und der Verlaufsbeurteilung von chronisch entzündlichen Darmerkrankungen einen hohen Stellenwert ein.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß bei internistischen Patienten durch ein abdominalsonographisches Sekundärscreening bei relativ geringen Kosten ein hoher Informationszugewinn erfolgt.

## 5.3 Pankreas

Die sonographische Darstellung des Pankreas kann durch dessen versteckte Lage im Retroperitonealraum und die geringe Organdicke vor allem bei Adipositas und Meteorismus schwierig sein. Auch bei unserem Patientengut war bei fehlender oder nur mäßiger sonographischer Darstellbarkeit der prozentuale Anteil von Adipositas, erheblicher Gasüberlagerung und mangelnder Kooperationsbereitschaft doppelt so hoch wie im Gesamtdurchschnitt. Die Darstellbarkeit der Cauda war insgesamt deutlich schlechter, sie war im Vergleich zu Caput und Corpus mehr als doppelt so häufig nur mäßig oder überhaupt nicht darstellbar. Bekannte Ursachen hierfür sind Überlagerungen, insbesondere der Cauda durch das Colon transversum (107, 152).
In dieser Studie konnte ein signifikanter Zusammenhang der Qualität der sonographischen Darstellbarkeit des Pankreas mit allen 3 oben genannten Störfaktoren und der Abhängigkeit von der Erfahrung des Untersuchers bewiesen werden. Hierbei hat sich bestätigt, daß die Aussagekraft der Ultraschalluntersuchung sehr von der Erfahrung und Sorgfalt des Untersuchers abhängt. So konnten z.B. weniger Erfahrene in bis zu 18% der Untersuchungen die Cauda nicht zur Darstellung bringen, während der sehr Erfahrene sie nur in 3,1 % nicht darstellen konnte. Bei fehlender Darstellbarkeit (Caput in 3,9%, Corpus in 4,4% und Cauda in 9,6% insgesamt der Untersuchten nicht darstellbar) des Organs hat sich allerdings kein Dissens zu den Ergebnissen bei den Folgeuntersuchungen ergeben. Hollerbach beschreibt in einer retrospektiven Studie ebenfalls keinen signifikanten Unterschied von falsch negativen Befunden bei unvollständig darstellbarem Pankreas im Vergleich zu negativen Sonographiebefunden . Seine Schlußfolgerung daraus war, daß negative Befunde bei der sonographischen Pankreasdiagnostik nicht wesentlich sicherer in der Vorhersage seien, als nicht zu beurteilende Befunde (60).

Es gab insgesamt 8 falsch negative Sonographiebefunde (0,55%), die auf Seite 34/35 näher erläutert sind. Dabei läßt sich zwar eine überproportionale Häufung schallbeeinträchtigender Faktoren erkennen, eine sinnvolle statistische Aussage über die Abhängigkeit einer korrekten Diagnose von der sonographischen Darstellbarkeit kann bei der letztendlich geringen Anzahl falsch negativer Befunde jedoch nicht gemacht werden. Bei 5 der 8 falsch negativen Diagnosen handelte es sich um die Erstuntersuchung, also ein frühes Stadium bei einer akuten ödematösen Pankreatitis. Dieses muß sonomorphologisch noch kein pathologisches Bild verursachen (107, 123). Habscheid beschreibt in einer Studie bei der milden Form der Pankreatitis nur bei 17 von 26 (65,4%) Patienten eine Ödemschwellung (46). In einer Studie von Ferderic konnte nur bei 33% der Patienten mit akuter Pankreatitis die Diagnose sonographisch korrekt gestellt werden (31). Als Ursache wurden Darmgasüberlagerungen durch den bei einer akuten Pankreatitis häufig vorhanden paralytischen Ileus angegeben, die nach Angaben der Literatur in bis zu 38% zu Nichtbeurteilbarkeit führen. Im Vergleich dazu konnte bei unseren untersuchten Patienten bei 8 von 13 (61,5%) die Diagnose einer akuten Pankreatitis sonographisch (Frühstadium) korrekt gestellt werden. Es gab keine falsch positive Diagnose, so daß die Spezifität und der positive Vorhersagewert für die akute Pankreatitis 100% beträgt. Angaben in der Literatur für die Spezifität liegen auch bei über 90%, für die Sensitivität meist niedriger, bei etwa 65% (40, 60, 107). Da die Probleme der Gasüberlagerungen bei der CT-Untersuchung nicht relevant sind, ist sie bei der Diagnose der akuten Pankreatitis der Sonographie überlegen. Manche Autoren

kamen aus diesem Grund zu dem Schluß, daß die Sonographie bei der Diagnostik einer schweren, nekrotisierenden Pankreatitis nicht geeignet sei (13). Die Sensitivität der CT wird in der Literatur mit etwa 80-85% angegeben, bei allerdings im Vergleich zur Sonographie schlechteren Werten für die Spezifität (zwischen 80 und 95%) (60).
Bei akuter biliärer Pankreatitis ist die ERCP die diagnostische und therapeutische Methode der Wahl (Möglichkeit der Durchführung einer Papillotomie) (13, 40, 60, 119). In unseren Breitengraden ist die häufigste Ursache einer akuten Pankreatitis jedoch der Alkoholabusus (im eigenen Patientengut 78%) und erst am zweithäufigsten die Choledocholithiasis (78). Seltene Ursachen können ein Hyperparathyreodismus, eine Hyperlipoproteinämie, eine Mukoviscidose oder ein Trauma sein. Selten tritt auch eine vorübergehende Pankreatitis durch eine ERCP auf.
Zur prognostischen Verlaufsbeurteilung und dem frühzeitigen Erkennen von Komplikationen einer akuten Pankreatitis ist die Sonographie sicher besonders gut geeignet. Sonomorphologische Kriterien zur Abschätzung der Schwere einer akuten Pankreatitis sind Ödembildung, peripankreatisches Exsudat, Nekrosen und das Vorhandensein eines Konglomerattumors, wobei die Inzidenz von Ascites, Pleuraerguß und einem paralytischen Ileus mit der Schwere der Entzündung korreliert (40, 46, 86, 107, 123).
Bei unklarer Genese der Pankreatitis kann endosonographisch eine Mikrolithiasis der Gallenblase sensitiver (96%) als durch den konventionellen Ultraschall dargestellt werden (101). Die MRCP ist bei der Diagnostik der akuten Pankreatitis bisher selten eingesetzt worden (76).

Bei gezielter Untersuchung können sonographische Hinweise auf eine chronische Pankreatitis relativ sicher diagnostiziert werden. Im Frühstadium oder bei leichtem Verlauf ist die Diagnostik hingegen schwierig und teilweise erst retrospektiv möglich, wenn die Erkrankung fortschreitet. Klinisch-chemisch kann die Chymotrypsinbestimmung im Stuhl, der Pancreolauryl-Test oder z.B. der Sekretin-Pankreozymin-Test durchgeführt werden.
Hollerbach konnte in einer retrospektiven Studie durch die Sonographie einen positiven Vorhersagewert von 86% (n=27) erreichen. Andere Autoren liegen meist niedriger in ihren Angaben, zwischen 43 % und 88%. Die Sensitivität wird in der Literatur zwischen 60% und 70% angegeben, höhere Angaben der Sensitvität führen bei den üblichen diagnostischen Kriterien zu einem Verlust an Spezifität (20, 74, 86, 60 146).
In unserer Studie ergab die sonographische Diagnostik der chronischen Pankreatitis (n=6) eine Spezifität von annäherungsweise 95%. Da bei 2 der 6 Patienten keine weitere Diagnostik durchgeführt wurde, konnte die sonographische Diagnose weder bestätigt noch widerlegt werden und der positive Vorhersagewert beträgt >60%. Allerdings muß bei der statistischen Bewertung die sehr kleine Fallzahl berücksichtigt werden.
Bei einem Patienten wurden Verkalkungen, die Zeichen einer chronischen Pankreatitis sein können, bei nur mäßiger sonogaphischer Darstellbarkeit erst im CT gesehen. Diese falsch negative Diagnose ist in der Dissenstabelle mit aufgeführt.
In einigen Studien wird die Treffsicherheit bei der Diagnostik einer chronischen Pankreatitis durch die CT und den abdominellen Ultraschall (AUS) etwa gleichgesetzt, (Spezifität AUS und CT 75%) (18, 40), teilweise wird das CT im Vergleich zur Sonographie besser bewertet (CT Sens.75%-90%, Spezif. 94%-100%) (20, 89).
Goldstandard ist die ERCP und der endoskopische Ultraschall (Spezifität der ERCP und des EUS jeweils zwischen 90%-100%, Sensitivität des EUS 88%, ERCP:86%-93% und

CT 75%-90%). Komplikationen wie Pseudocysten, Abszesse oder peripancreatitische Flüssigkeit sind sonographisch jedoch besser zu erkennen als bei der ERCP(18, 21, 40 ). Mittlerweile hat sich auch die MRCP bei der Diagnostik der chronischen Pankreatitis bewährt, ist aber aus Kostengründen noch nicht breit verfügbar.
Wenn bei klinischem Verdacht auf eine chronische Pankreatitis durch den abdominellen Ultraschall keine sichere Diagnostik möglich ist, müssen weitere ergänzende bildgebende Verfahren, wie ERCP und CT durchgeführt werden.

Raumforderungen im Pankreasbereich werden primär meist abdominalsonographisch diagnostiziert. Mit 3.5MHz Sektorschallköpfen lassen sich heutzutage bei guten Untersuchungsbedingungen Tumoren mit einer Größe knapp unter 1cm nachweisen**.** Ältere Daten geben als Untergrenze 2cm an. Die Treffsicherheit der CT liegt ebenso hoch oder geringfügig höher, wobei Tumoren die kleiner als 1cm sind meist nur nach Kontrastmittelgabe erkennbar sind. Neuere Untersuchungen belegen, daß durch die bessere Detailauflösung moderner Ultraschallgeräte kleine Carcinome besser darstellbar sind als mit der CT. Del Maschio kommt in einer Studie mit 81 Patienten zu dem Schluß, daß wenn sich das Pankreas sonographisch darstellen läßt, bessere negative Vorhersagewerte als beim CT oder der CA 19.9-Bestimmung erreicht werden können (23). Auch bei der Diagnostik des Insulinoms ist die kombinierte Diagnostik mittels abdominellem Ultraschall und der Kernspintomographie dem CT und der Angiographie überlegen. Die Befunde von 28 Patienten wurden mit dem Operationsergebnis verglichen und die Sensitivität von Sonographie, MR, CT und Angiographie bestimmt:79,3%, 65,5%, 44,8% und 69% (3).
Bei Darmgasüberlagerungen im Pankreasschwanzbereich und beim Tumoreinbruch in das retroperitoneale Fettgewebe kann das CT vorteilhaft sein (40). Für unklare Fälle ist eine ERCP zum sensiblen Nachweis von Gangveränderungen und Gangabbrüchen erforderlich. Bei Papillentumoren ist die ERCP die Methode der Wahl. Die ERCP besitzt in der Diagnose des Pankreascarcinoms neben der Endosonographie die höchste Sensitivität. Sie wird in der Literatur zwischen 88 und 100% angegeben, Werte für die Spezifität liegen zwischen 95 und 98% (40, 67, 110, 111, 112, 137).
Die differentialdiagnostische Abgrenzung entzündlicher und tumoröser Pankreasveränderungen kann auch bei Kombination der verschiedenen bildgebenden Verfahren schwierig sein. Patienten mit chronischer Pankreatitis haben auch ein deutlich erhöhtes Risiko, an einem Pankreascarcinom zu erkranken (67).Wenn vom Malignitätsnachweis eine OP-Indikation abhängt, kann eine ultraschallgeführte Biopsie durchgeführt werden. Neue diagnostische Möglichkeiten durch die MRCP werden in Zukunft die diagnostische ERCP ablösen.
Da beim Pankreascarcinom Frühsymptome fehlen und Tumormarker (CA19.9) eine geringe Spezifität haben, sind 70-80% bei Diagnosestellung bereits inoperabel. In einer Sammelstatistik lag die 5-Jahresüberlebensrate bei 0,4% (112). Lediglich papillennahe Tumoren werden durch den biliären Aufstau potentiell früher entdeckt. Die Inzidenz bezogen auf die Anzahl der Einwohner wird mit 0.01% angegeben (20, 45, 55, 92, 107, 110).
In unserem untersuchten Kollektiv lag die Häufigkeit des Pankreascarcinoms, einschließlich des Papillencarcinoms bei 0.9% (13 von 1450) und ist vergleichbar mit der Inzidenz in anderen Universtiätskliniken (120). Bei 2 der 13 Patienten mit einem Carcinom wurde der Tumor sonographisch nicht erkannt (falsch negative Befunde). Bei 6 Patienten konnte die Diagnose eines Pankreascarcinoms sonographisch korrekt gestellt werden. Da bei 3 weiteren Patienten (s.S.32) die Diagnose nicht definitiv weiter

abgeklärt werden konnte und sie bei der statistischen Berechnung als falsch positiv gewertet wurden, ergibt sich für das Pankreascarcinom nur ein positiver Vorhersagewert von ≥ 66.7%. Angaben in der Literatur diesbezüglich varieren sehr stark und liegen zwischen 46% und 88%. Danach liegen unsere Ergebnisse in der Mitte. Allerdings muß bei der statistischen Bewertung des nicht vorselektionierten Patientenkollektivs die geringe Fallzahl bei seltenen Erkrankungen berücksichtigt werden. Durch die insgesamt hohe Anzahl der untersuchten Patienten ergibt sich eine Spezifität von 100%. In anderen Studien wird die Spezifität bei der sonographischen Tumordiagnostik zwischen 84 und 93% angegeben. Für das CT wird eine Spezifität zwischen 64 und 96%, bei einer Sensitivität zwischen 62 bis 87% angegeben (14, 21, 36, 40, 60, 94, 137). Für das Papillencarcinom lag in unserer Studie die Spezifität und der positive Vorhersagewert bei jeweils 100%, wobei von den 1450 untersuchten Patienten nur 2 an einem Papillencarcinom erkrankt waren und der statistische Wert daher wenig aussagekräftig ist.
Im Vergleich zu früheren Studien, als die Befunde noch ausschließlich im B-Mode beurteilt wurden, hat sich die Sensitivität des Ultraschalls auch bei der Entdeckung von Pankreastumoren deutlich verbessert. In der Literatur werden für Pankreaserkrankungen insgesamt bei der abdominalsonographischen Diagnostik mittlerweile positive Vorhersagewerte von bis zu 95% angegeben (60, 140). Neue High-End-Geräte haben eine wesentlich bessere Detailauflösung und mehr technische Möglichkeiten. So kann durch die Farbdopplersonographie (FDS) die Tumor-Gefäßbeziehung im Vergleich zur Angiographie sogar besser dargestellt werden (15). In einer Studie von Bunk et al. hat die FDS bei der präoperativen Diagnostik eine Sensitivtät von 93,2% und eine Spezifität von 97,7% bezüglich der Resektabilitätsbeurteilung von Pankreascarcinomen ergeben (12, 15). In einer prospektiven Studie von Del Maschio konnte bei 81 Patienten mit Pankreascarcinom oder chronischer Pankreatitis gezeigt werden, daß bei guter sonographischer Darstellbarkeit des Pankreas ein besserer negativer Vorhersagewert als durch das CT oder die CA 19.9 Bestimmung erreicht werden konnte (23). Ein weiterer großer Fortschritt bei der Diagnostik von kleinen (<1cm) Pankreastumoren konnte durch den endoskopischen Ultraschall (EUS) und den intraductalen Ultraschall erreicht werden. In einer Studie von Rösch hat der EUS eine Teffsicherheit von 100% und übertifft somit auch die ERCP (84%) und das CT (64%). Eine Unterscheidung maligner von benignen Tumoren ist endosonographisch jedoch ebenfalls nicht möglich (4, 17, 18, 34, 35,43, 101, 111, 112). In der Erfassung des allgemeinen onkologischen Status erscheint das Spiral-CT infolge des Übersichtsscans als etwas sensitiver.

Im folgenden möchte ich noch auf die derzeitigen Forschungsergebnisse bei der bildgebenden Diagnostik von Pankreaserkrankungen eingehen:
Die Magnetresonanz-Cholangiopankreatikographie (MRCP) stellt eine nichtinvasive Alternative zur Darstellung der Gallen- und Pankreaswege dar. Die Komplikationsrate ist im Vergleich zur ERCP niedriger und es besteht die Möglichkeit poststenotische Areale abzubilden. Allerdings können keine therapeutischen Maßnahmen oder Probeexzisionen durchgeführt werden und Kontraindikationen (Schrittmacher, Klaustrophobie) müssen beachtet werden.
Durch die Verwendung von oralem Kontrastmittel konnte bei der MRCP eine signifikante Reduktion störender Hintergrundsignale und somit eine verbesserte Bildqualität erreicht werden (98). In einer Studie von Diehl konnte bei 52 Patienten mit malignen Pankreaserkrankungen ein positiver Vorhersagewert von 85% für die MRCP, für das MRT und die MRCP zusammen von 91 % und 88% für die ERCP berechnet werden.

Die Trefferqoute betrug 88% für die kombinierte Durchführung von MRT und MRCP und für die ERCP 85%. Die Spezifität der MRCP bei Pankreaserkrankungen wird mit 100% bei einer Sensitivität von 90% angeben. Der diagnostische Wert der kombinierten MRCP/MRT Untersuchung ist nach Ansicht einiger Autoren dem der ERCP bei der Abklärung von Gallenwegserkrankungen und bei der Diagnostik von Pankreastumoren gleichzusetzen (1, 25, 36, 62, 104). Bisher ist die MRCP dann die Methode der Wahl, wenn die ERCP aus anatomischen oder technischen Gründen nicht gelingt. Im Bereich der Papille hat die MRCP bisher noch keine zuverlässigen Ergebnisse liefern können. Erste Berichte beschreiben, daß durch dynamische Aufnahmen mittels MRCP das Papillenspiel beobachtet werden kann (125).

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß durch die technischen Verbesserungen der Bildgebung die diagnostische Treffsicherheit insgesamt bei Pankreaserkrankungen bis zu einer Quote von 90% zugenommen hat (20). Dennoch ist die sichere Erkennung einer leichten akuten und chronischen Pankreatitis, sowie die Unterscheidung einer chronischen Pankreatitis vom Carcinom auch heute noch schwierig und in einigen Fällen erst durch die explorative Laparatomie möglich.
In unserer Studie gab es bei den 1450 untersuchten Patienten bei der Sonographie des Pankreas keine nachgewiesenen falsch positiven Diagnosen. Bei 5 Patienten konnte eine klinisch relevante Zusatzdiagnose im Bereich des Pankreas gestellt werden (s.S.30).

Neben klinisch-chemischen Parametern ist die abdominelle Sonographie des Pankreas das primär diagnostische Verfahren. Durch die dabei gewonnenen Ergebnisse werden die Weichen für das weitere Procedere bestimmt. Bei schwierigen Fragestellungen sind weitere bildgebende Verfahren wie ERCP, EUS, das CT und in Zukunft wohl die MRCP als sinnvoll ergänzende diagnostische und gegebenenfalls therapeutische Maßnahmen anzusehen (20, 21, 67, 125).

## 5.4 Leber

Bei Verdacht auf eine Lebererkrankung ist die Sonographie als Screening-Methode immer indiziert, da sie eine Vielzahl von diffusen und umschriebenen Läsionen ohne Komplikationen oder Strahlenbelastung gut erkennen kann. So ist sie die Methode der ersten Wahl bei der Differenzierung des Ikterus, bei rechtseitigen Oberbauchschmerzen, bei Hepatomegalie und z.B. bei Verdacht auf Beteiligung der Leber bei malignen Erkrankungen anderer Organe (6, 24, 43, 105, 107, 153,158).
Bei einer akuten Hepatitis kann sonographisch ein abgeschwächtes Reflexmuster bei gering oder stark vergrößerter Leber, verbunden mit einer verbesserten Darstellung der Portalvenenäste imponieren. Da dies aber auch bei gesunden, schlanken Kontrollpersonen dargestellt werden kann, ist es ein sehr unsicheres Zeichen. Die Hepatitisaktivität spiegelt sich nur indirekt in der Lymphadenopathie im Ligamentum hepatoduodenale wieder. Auch chronische Lebererkrankungen können erst erfaßt werden, wenn sie im Auflösungsbereich der Methode erscheinen.
Auf die sonographische Diagnose der akuten und chronischen Hepatitis, mit Ausnahme selbstverständlich ihrer Komplikationen (z.B. Leberzirrhose), wurde in dieser Studie nicht eingegangen, da die für die Diagnose ausschlaggebenden histologischen Befunde der entzündlichen Infiltrate und herdförmigen Nekrosen weit unterhalb der sonographischen Auflösungsgrenze liegen.
Somit können parenchymatöse Erkrankungen im frühen Stadium weder erkannt noch ausgeschlossen werden (16, 84, 87, 134, 148,158).
Die Sonographie dient hier in erster Linie zur frühzeitigen Erkennung von Neoplasien. In der Hand des Erfahrenen kann die Sonographie bei der Therapiekontrolle beispielsweise der chronisch aktiven Hepatitis durchaus erkennen, ob sich Übergänge in den zirrhotischen Umbau anbahnen. Eine ätiologische Zuordnung ist sonographisch nicht möglich ( 107). In der heutigen Forschung des parametrischen Ultraschalls wird durch die genaue Auswertung von Gewebemustern, Helligkeitskontrasten und Homogenitäten versucht, zwischen diffusem Leberparenchymschaden, Fettleber und beginnendem zirrhotischem Umbau unterscheiden zu können. Die Fehlerquelle liegt bisher noch bei 10-15% (8,158).
In unserer Studie wurde von allen untersuchten Organen am häufigsten pathologische Befunde an der Leber, bei insgesamt 64,3% der Patienten, diagnostiziert (s.S.24 u.46ff.). Davon entfielen auf den diffusen Leberparenchymschaden 55,7%, d.h. mehr als jeder zweite der 1450 untersuchten Patienten hatte sonographisch Zeichen einer Leberverfettung bis zur Fettleber. Im Vergleich zur Literatur ist die beschriebene Häufigkeit auffallend hoch. In einer Studie von Schölmerich werden beim Sekundärscreening internistischer Patienten nur bei 27% ein Leberparenchymschaden beschrieben (120). Obwohl mit der Zunahme der Leberverfettung die Häufigkeit der γ-GT-Erhöhung ebenfalls zugenommen hat, zeigte sich insgesamt keine gute Korrelation der Erhöhung der γ-GT zur sonographischen Diagnose eines diffusen Leberparenchymschadens (s.S.43). In neuen prospektiven Studien korreliert das „Fettleberbild“ eng mit einer Hypertriglyzeridämie und Diabetes (158). Da bei fehlender klinischer Relevanz nur selten Folgeuntersuchungen (s.Tab.23) durchgeführt wurden, kann über die Korrektheit der sonographischen Diagnosen eines Leberparenchymschaden keine sichere Aussage gemacht werden.

Ein relativ häufig vorkommender gutartiger Lebertumor ist das Hämangiom. Frauen sind 4mal häufiger davon betroffen als Männer. In der Literatur wird die Häufigkeit zwischen 4 und 7,5% angegeben.
In unserem Patientenkollektiv wurde diese Diagnose bei 46 Patienten (3,2%) gestellt. Bei 2 Patienten wurde im CT ein Hämangiom beschrieben, das sonographisch übersehen wurde. Bei unklaren Fällen (s.S.43) wurde ein CT mit Kontrastmittel durchgeführt, bei der allerdings nur Herde mit mindestens 2-3cm Größe (unterschiedlich Angaben in der Literatur) festgestellt werden können und eine relativ lange Anflutungszeit von 10 Minuten beachtet werden muß (106). Biopsien sollten wegen Blutungsgefahr beim Hämangiom nur bei spezieller Indikation durchgeführt werden. Eine weitere diagnostische Möglichkeit bei der Beurteilung eines Hämangioms bietet die Erythrozytenszintigraphie mit markierten Erythrozyten oder die hepatobiliäre Funktionsszintigraphie bei unklaren Adenomen oder einer FNH (24, 32, 105, 102, 106, 117). Nach Angaben der Literatur verbirgt sich auch bei sonographisch typischen Hämangimen in 0.4% ein maligner Tumor (158).
Für die Hämangiome (n=46) ergab sich ein positiver Vorhersagewert von 97,8% und für die anderern benignen Lebertumoren (FNH, Adenom) (n=6) von 100%.
Über die Spezifität kann bei der im Vegleich zu malignen Veränderungen höheren Inzidenz keine sichere Aussage gemacht werden (s.Kap.3.2.5.2 Statistik).

Bei der sonographischen Diagnostik von Lebermetastasen liegt die Spezifität nach Angaben der Literatur bei etwa 90% und ist damit vergleichbar mit der Spezifität von CT und MRT (36, 116, 130). Die Sensitivität der Sonographie wird mit etwa 53% angegeben und ist somit geringer als beim CT (68%) und dem NMR (63%). In einer neuen prospektiven Studie konnte jedoch der Sonographie bei der Metastasenerkennung eine 20% höhere Sensitivität gegenüber dem dynamischen Spiral-CT nachgewiesen werden (159). Die ERCP spielt bei der Diagnostik von fokalen Lebererkrankungen keine Rolle (24, 31).
In unserer Studie wurden bei 37 von 1450 untersuchten Patienten sonographisch Lebermetastasen diagnostiziert, wobei alle 37 sicher bestätigt werden konnten. Es konnten keine falsch positiven Diagnosen nachgewiesen werden, wobei bei einer Patientin ein diskordanter Befund zum CT vorlag. Die Patientin war an einem Coloncarcinom erkrankt, ein im CT beschriebener Rundherd mit 1,5 cm konnte auch bei wiederholter sonographischer Untersuchung nicht gesehen werden. Somit muß von einem falsch negativen sonographischen Befund ausgegangen werden. Bei gleichzeitigem Vorliegen eines diffusen Leberparenchymschadens, was bei der Patientin zutraf, können umschriebene Defekte dem Nachweis entgehen (16).
Die Spezifität und der positive Vorhersagewert bei der sonographischen Diagnostik von Lebermetastasen in unserer Studie liegt bei annäherungsweise 100% und ist damit im Vergleich zu Literaturangaben höher.

Ein echoarmer Randsaum (Halo) ist ein anerkanntes Kriterium für die Malignität einer Raumforderung in der Leber, der bei gutartigen Veränderungen dort selten vorkommt. In einer Studie von Wernicke wurde bei 44 malignen Tumoren (88%), aber nur bei 7 benignen Tumoren (14%) von jeweils 4 verschiedenen Radiologen ein echoarmer Randsaum beschrieben (24, 105, 151).
Durch die neue Anwendung von Echokontrastmitteln gibt es weitere Fortschritte bei der sonographischen Darstellung und Beurteilung von Gefäßen, Tumoren und Parenchym. Die Kontrastmittelkinetik von z.B. FNH oder Hämangiom unterscheidet sich hierbei

deutlich von anderen Tumoren. So ist die Injektion von Ultravist (Iopromid) bei Unklarheiten zum sonographischen Nachweis des typischen Irisblendenphänomens beim Hämangiom mittlerweile Standard.
Ziel dieser neuen Technik ist neben einer möglichst frühzeitigen Diagnostik, durch bildgebende Verfahren eine Aussage über die Dignität der Raumforderung machen zu können, um somit auf invasive Punktionen in Zukunft verzichten zu können (5, 48, 135,158). Andere Autoren kommen zu dem Schluß, daß sich durch farbdopplersonographische Untersuchungen keine vernünftigen Aussagen über die Dignität einer Raumforderung machen lassen und letztendlich immer die Histologie herangezogen werden muß (65, 102, 145, 153).
Weitere Fortschritte sind auch in der Tumornachsorge erreicht worden: durch einen Kontrastmittelbolus kann die Zeitdifferenz zwischen arterieller und portaler Signalanhebung Hinweise auf „okkulte“ Lebermetastasen geben. Eine farbdopplersonographische Bestimmung des Dopplerperfusionsindex (DPI: Verhältnis zwischen arteriellem und Gesamtblutfluß in der Leber) soll neueren Studien zufolge ebenfalls konkrete Hinweise auf okkulte Lebermetastasen liefern (77). Neue signalverstärkende Kontrastmittel reichern sich in Leber-und Milzsinusoiden an, durch Erhöhung der Ultraschallintensität können dann gepoolte Mikrobläschen zum Platzen gebracht werden. Dabei entsteht nur in intaktem Leber- oder Milzparenchym ein Farbsignal, während Fremdgewebe ausgespart bleibt. Damit können Metastasen bzw. Tumoren ab einer Größe von 3 mm dargestellt werden, die in der konventionellen Grauwertsonographie nicht sichtbar sind (5, 9). Durch eine frühe Diagnostik kann z.B. eine eventuelle adjuvante Chemotherapie rechtzeitig begonnen werden. Läsionen unter 1 cm werden bisher auch vom Erfahrenen selten erkannt. Noch vor 10 Jahren wurde bei der Abgrenzung von Lebermetastasen dem Nativ-CT und dem dynamischen CT (mit Kontrastmittelgabe) eine deutliche Überlegenheit im Vergleich zur sonographischen Diagnostik bestätigt (73). Andere Veröffentlichungen aus dieser Zeit bestätigen jedoch auch der konventienellen Sonographie bei der Diagnostik von soliden Prozessen in der Leber eine Treffsicherheit von 90%, wobei die Korrektheit der Befunde in hohem Maße von der Erfahrung des Untersuchers abhängig sind (6, 103,159). Neuere Studien haben gezeigt, daß durch den Einsatz von high-end-Ultraschallgeräten diese bei der Diagnostik von fokalen Lebererkrankungen sogar dem Spiral-CT überlegen sind (5,159). Die CT-Arterioportographie in Spiraltechnik weist hierbei mit 91% zwar eine hohe Sensitivität auf, bedingt durch die hohe Rate falsch positiver Befunde jedoch eine sehr niedrige Spezifität von nur 19% (75).

Bei der Diagnostik von malignen primären Lebertumoren (5 von 1450 untersuchten Patienten) konnte in unserer Studie ein positiver Vorhersagewert von mindestens 62,5% und eine Spezifität von 99,8% bestimmt werden, bei allerdings relativ geringer Fallzahl. Das heißt, die Wahrscheinlichkeit mit der ein unauffälliger Befund auch korrekt und der Patient diesbezüglich gesund ist, ist sehr hoch. Auch in der Literatur werden ähnlich hohe Werte für die Spezifität angegeben, wobei die Werte für die Senisitivität nur bei 50% liegen (26, 33). Ein hepatocelluläres Carcinom ist in unseren Breitengraden relativ selten (2,5% aller Krebserkrankungen) und kommt fast nur bei zirrhotisch veränderter Leber und bei chronisch aggressiver Hepatitis vor. Im Gegensatz dazu sind Metastasen in einer zirrhotischen Leber sehr selten (10, 24, 26, 108, 128). Die hohe Spezifität bei der sonographischen Diagnostik sollte insbesondere bei eben genannten Patienten dazu führen, daß jede Läsion bis zum Beweis des Gegenteils als maligne angesehen werden muß.

Farbdopplersonographisch (FDS) kann die Flußrichtung im Portalvenensystem und die Quantifizierung der Flußgeschwindigkeit bestimmt werden, sie ist daher bei der Beurteilung der portalen Hypertension und dem Erkennen einer Thrombose von wichtiger klinischer Bedeutung und hierbei wesentlich sensitiver im Vergleich zur Angiographie. Auch zur Beurteilung der Resektabilität von malignen Lebertumoren und in der Darstellung der Tumor-Gefäßbeziehung ist die FDS nach Ansicht von Bunk et al. der Angiographie überlegen (15). Zum Nachweis von Gefäßanomalien und bei interventionellen Eingriffen, z.B. bei Blutungskomplikationen, ist nach wie vor die Angiographie die Methode der Wahl.

Bei der Powerdopplersonographie wird auf die Richtungscodierung verzichtet, um dafür kleinere Gefäße mit geringerem Blutfluß sensitiver darstellen zu können (11, 100). Derzeit fehlt es jedoch noch an einer objektiven Überprüfung, ob die Powerdopplersonographie z.B. bei der Lebertumordiagnostik wirklich zu einer Verbesserung führt und dadurch andere invasive Diagnostik eingespart werden kann (5).
Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Sonographie bei den parenchymatösen, hiervon insbesondere bei den entzündlichen Veränderungen weniger aussagekräftig ist, bei den umschriebenen Leberveränderungen und der Größenbestimmung jedoch ein sehr aussagekrätiges diagnostisches Verfahren darstellt.
Die Sonographie ist hier ein ergänzendes bildgebendes Verfahren zu CT und NMR.

## 5.5 Gallenblase

Die häufigste Indikation zur Sonographie der Gallenblase ist die Frage nach Konkrementen. Bei der Diagnostik der Cholelithiasis hat die Sonographie den Stellenwert der ersten, richtungsweisenden Methode nach Anamnese, Untersuchung und ggf. Blutchemie (31). Auch die Therapieplanung und spätere Therapiekontrolle bei medikamentöser Litholyse oder Lithotripsie gehört mittlerweile zur sonographischen Routine. Gallengangskonkremente lassen sich ebenfalls oft sonographisch diagnostizieren (siehe Kap.4.5).
Bei einer akuten und chronischen Cholezystitis kann ein sonographisches Korrelat für den entzündlichen Prozeß gefunden werden. Bei der akuten Cholezystitis findet man meist eine echoarme Auflockerung der mittleren Wandschicht mit einer Gesamtdicke von über 3 mm, Sludgebildung und eine relativ große Gallenblase. Auch bei einer normalen Gallenblase kann nach Kontraktion eine Schichtung der Wand gesehen werden. Die Beurteilung der Gallenblase sollte daher möglichst im Nüchternzustand erfolgen.
In unserem untersuchten Kollektiv konnte bei 9 Patienten die Verdachtsdiagnose einer akuten Cholecystitis gestellt werden. Bei allen 9 konnte die Diagnose sicher bestätigt werden, so daß der positive Vorhersagewert und die Spezifität bezüglich der sonographischen Diagnostik einer akuten Cholecystitis in unserer Studie jeweils 100% betragen. Auch in der Literatur wird die Spezifität mit 95% sehr hoch (Sensitivität 88%) angegeben (149). Andere Autoren geben eine Spezifität von nur 71% an (144). In einer sonographisch-histologischen Vergleichsuntersuchung konnte eine gute und hoch signifikante Übereinstimmung zwischen sonographisch gemessener Dicke der Gallenblasenwand und der Bestimmung durch den Pathologen nachgewiesen werden. Eine Wandstärke unter 3 mm schließt jedoch eine akute Cholecystitis nicht aus (22, 136, 149).
Gallenblasentumoren und seltene Raumforderungen in den Gallengängen sind sonographisch meist faßbar. Als ergänzende Untersuchung wird man bei Verdacht auf einen malignen Tumor eine CT-Untersuchung anschließen. Beim Nachweis exophytisch wachsender Gallenblasenkarzinome ist die Sonographie allen anderen bildgebenden Verfahren überlegen (115). Bei Gallenblasenpolypen, meist Zufallsbefunde, kann die regelmäßige Kontrolle einer Größenzunahme rechtzeitig die OP-Indikation ermöglichen. Wesentliches Unterscheidungskriterium zum invasiv wachsenden Gallenblasenkarzinom ist die intakte Gallenblasenwand an der Polypenbasis.
Zur Durchführung einer Leberblindpunktion ist die sonographische Lagekontrolle der Gallenblase Voraussetzung.
Zur Differenzierung zwischen intrahepatischem und mechanischem Ikterus ist die Sonographie ebenfalls die Methode der Wahl (29).

## 5.6 Gallenwege

Die sonographische Diagnostik der Choledocholithiasis ist abhängig von der Größe des Konkrements, der Weite des Gallengangs, der Abbildungsqualität und dem Geschick des Untersuchers. Von den bildgebenden Verfahren steht die Sonographie als nicht belastendes, rasch verfügbares und kostengünstiges Verfahren auch hier an erster Stelle. Sie ist bei typischer Anamnese in aller Regel in der Lage, zwischen benigner und maligner Obstruktionsursache zu unterscheiden. In einer Studie von Hoffmann et al. wurde bei 136 Patienten die sonographische Diagnose Cholecystolithiasis und Cholodocholithiasis mit der ERCP und den Operationsbefunden verglichen, wobei sich bei 97,8 % eine Übereinstimmung ergab (57). Das CT ist bei der Diagnostik der Choledocholithiasis nicht weiterführend (125, 150).
Bei Patienten nach Stentimplantation ist die Sonographie ebenfalls Methode der Wahl, um Komplikationen rasch erkennen zu können (2). Weitere radiologische Untersuchungen wie CT und NMR sind dann meist überflüssig. Der Goldstandard zur Darstellung der Gallenwege ist weiterhin noch die ERCP, durch die gleichzeitig therapeutische Optionen wie z.B. die Papillotomie durchgeführt werden können (31). Hierbei können intrahepatische Gallengangsabbrüche durchaus der ERC-Bildgebung entgehen, während sie sonographisch darstellbar sind (43). Auch die extrahepatische Gallengangserweiterung kann bei impaktiertem Choledochuskonkrement bei unzureichender Kontrastmittelinjektion als maligne Stenose fehlinterpretiert werden. Endosonographisch kann in Ergänzung zur konventienellen Sonographie eine verbesserte Ortsauflösung der parenchymatösen und tubulären Strukturen vor allem an der Papille und periampullär erreicht werden (43,101).
Bei akut eingetretener mechanischer Cholestase sind die sonomorphologischen Kriterien immer mindestens 12-24 Stunden vor der Erhöhung der Serumcholestaseparameter nachweisbar. Auch die zirrhosebedingte nichtobstruktive Cholestase kann in vielen Fällen sonomorphologisch gut diagnostiziert werden, allerdings ist bei einer primär oder sekundär sklerosierenden Cholangitis der Ultraschall häufig unauffällig (43, 96).
Die intravenöse Cholecystocholangiographie ist wegen der hohen Sensitivität der Sonographie und der Möglichkeit, Choledochussteine durch ERCP sicher nachzuweisen mittlerweile obsolet.
Die Sonographie darf zur Darstellung von Gallengangssteinen jedoch nicht überbewertet werden, aufgrund der durch Darmgas überlagerten Steinlokalisation gelingt der direkte extrahepatische Steinnachweis allenfalls bei der Hälfte der Patienten (115). Andere Autoren geben Werte zwischen 60 und 70% an (43). Insbesondere distale Choledochussteine sind wegen Darmgasüberlagerungen schwierig darstellbar (119).
In unserem Patientengut war bei insgesamt 7 Patienten die Diagnose einer Choledocholithiasis gestellt worden, wobei bei 3 (42,9%) sonographisch der Steinnachweis gelang. Bei 2 weiteren Patienten waren erweiterte extrahepatische Gallenwege sonographisch aufgefallen. Bei den übrigen beiden Patienten waren die Konkremente so klein, daß sie keinen Stau verursacht haben und erst bei der ERCP diagnostiziert und beseitigt werden konnten. Es gab keine falsch positive Diagnose, der positive Vorhersagewert für den Nachweis eines Konkrementes ist 100%. Allerdings ist bei der kleinen Fallzahl die statistische Aussagefähigkeit sehr begrenzt.
Intrahepatisch gelegene Konkremente der Gallenwege lassen sich sonographisch meist besser darstellen als extrahepatische. Als indirektes Zeichen einer Choledochusobstruktion sind aber die erweiterten extra- und/oder intrahepatischen Gallengänge gut sichtbar

(Doppelstraßen). Die Bestimung der Spezifität bei der sonographischen Diagnostik von Gallengangserweiterungen (relativ hohe Inzidenz) ist in dieser Studie nicht möglich (s. Kap. Statistik 3.2.6).
Da bei 9 von 29 Patienten die sonographische Diagnose einer Gallengangserweiterung nicht weiter abgeklärt wurde, ergibt sich nur ein positiver Vorhersagewert von 69% (Mindestwert).
Beim Vorliegen einer Pankreatitis kann die sonographische Diagnostik über die Darstellung erweiterter Gallengänge die biliäre Genese der Pankreatitis bestärken und so das therapeutische Procedere entscheidend beeinflussen.
Die Entleerungsfunktion der Gallenblase und die Durchgängigkeit des Ductus cysticus kann nach einer Reizmahlzeit sonographisch besonders gut untersucht werden.
Durch den semi-invasiven endoskopischen Ultraschall gelingt in 95-100% die Darstellung der intrahepatischen Gallenwege und des Ductus choledochus bis zur Mündung in die Papilla duodeni (101).
Ein relativ neues nichtinvasives Verfahren bei der Diagnostik der Choledocholithiasis bietet die Magnetresonanz-Cholangiopankreatikographie (MRCP). Die Sensitivität wird zwischen 80 und 100% angeben und ist damit vergleichbar mit der ERCP. Allerdings ist die Sensitivität für kleine (< 6mm) Choledochussteine schlecht und ein therapeutisches Vorgehen ist nicht möglich. Im Vergleich zur ERCP können dilatierte Gallengänge oder Strikturen auch oberhalb der Stenose dargestellt werden (25, 36, 62, 125). Bei der Behandlung von Gallengangssteinen hat sich die ERCP etabliert, durch sie gelingt die Steinextraktion mit einem Drahtkörbchen oder einem Ballonkatheter bei 75-85%. Größere Steine können durch die Extrakorporale Stoßwellenlithotripsie (ESWL) oder neuerdings durch die intrakorporale, endoskopische Elektrohydraulische Lithotripsie (EHL) und die Laserinduzierte Stoßwellenlithotripsie (LISL) zerkleinert werden. Insgesamt kann dadurch bei 99% der Patienten eine Steinfreiheit erreicht werden (88). Bei der Diagnostik und Therapie einer Choledocholithiasis ist bisher die ERCP führend, wobei die diagnostische ERCP in Zukunft durch die MRCP abgelöst werden wird.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Sonographie und die ERCP komplementäre diagnostische und gegenenfalls therapeutische Methoden bei jeder Form des Cholestasesyndroms darstellen.

## 5.7 Milz

Die Sonographie sollte auch bei Verdacht auf Milzerkrankungen immer als erstes bildgebendes Verfahren eingesetzt werden. Zur Bestimmung der Milzgröße und deren Verlaufsbeurteilung ist sie die Methode der Wahl (27, 44, 83, 121). Die häufigsten Ursachen einer Splenomegalie sind hämatologische Systemerkrankungen, Infektionserkrankungen oder eine portale Hypertension. Das Reflexmuster der Milz ist bei Stauungszuständen, akuten und chronischen Infektionskrankheiten, Lymphominfiltrationen sowie Septikämien nicht spezifisch verändert. Eine sonographisch normale Milz schließt eine diffuse Infiltration durch ein malignes Lymphom nicht aus. Auch wenn die morphologische Beurteilung der Parenchymstruktur eine sonographische Artdiagnostik nicht zuläßt, können zusätzlich erhobene Befunde auf die Genese einer Splenomegalie hinweisen (z.B. Leberzirrhose mit portalem Hypertonus, Rechtsherzinsuffizienz, vergrößerte intraabdominelle Lymphknoten bei hämatologischen Systemerkrankungen).
In unserer Studie wurde bei 261 Patienten eine vergrößerte Milz ausgemessen, das entspricht 18% und ist somit relativ häufig im Vergleich zu Angaben in der Literatur (2-7%). Die sonographische Größe der Milz wurde standardmäßig in 3 Ebenen bestimmt, wobei zur Diagnose einer Splenomegalie bei mindestens 2 Ebenen eine Vergrößerung vorliegen mußte. Dem Leistungsbericht unserer Klinik ist zu entnehmen, daß knapp 20% der Patienten wegen malignen hämatologischen Erkrankungen und Infektionserkrankungen behandelt werden. Dieser hohe Anteil erklärt zumindest teilweise die hohe Inzidenz der sonographisch diagnostizierten Milzvergrößerungen.
Von den 261 Patienten sprachen bei 153 typische klinisch-chemische Parameter oder eine weitere Bildgebung für die Korrektheit der Diagnose. Bei 30 Patienten mit Splenomegalie wurde zusätzlich ein CT durchgeführt. Dabei hat sich bei 11 Patienten ein Dissens zum Sonographiebefund (im CT Normalbefund der Milz) ergeben. Betrachtet man die klinische Diagnose und das Ausmaß der Splenomegalie bei diesen 11 Patienten (s.Tab. 35) zeigt sich jedoch, daß die sonographische Bestimmung der Milzgröße zumindest tendenziell bei 10 der 11 richtig ist. Die sonographische Darstellbarkeit war mit einer Ausnahme bei allen Patienten gut. Die Untersuchungen wurden von weniger erfahrenen Untersuchern genauso häufig wie von sehr erfahrenen durchgeführt. Sofern man also bei der geringen Fallzahl überhaupt eine Aussage treffen möchte, spielt die Schallerfahrung hierbei keine Rolle.
Bei den übrigen 108 Patienten bleibt die Richtigkeit der Diagnose letztendlich unklar, der positive Vorhersagewert ist dementsprechend mit 58,6% relativ niedrig.
Es stellt sich die Frage, ob es möglicherweise bedingt durch die große Formvariabilität der Milz zumindest in Einzelfällen sinnvoll erscheint, das Milzvolumen (Länge x Breite x Dicke x 0,6) zu berechnen, um eine falsch-positive Diagnose der Splenomegalie zu vermeiden (147). Andere Autoren kamen zu dem Schluß, daß der geeignetste Parameter zur sonographischen Erfassung einer Splenomegalie die Milzdicke mit einer Größe von mindestens 5cm sein sollte (27). Die Dicke der Milz wird senkrecht zur Längsachse bzw. Länge der Milz bestimmt.
Aussagen über die Milzfunktion, sowie über die Dignität intralienaler Raumforderungen sind sonographisch nicht möglich. Neuere Forschungsergebnisse lassen jedoch durch die genaue Interpretation von Gewebemuster mit einer Fehlerquote <5% eine Zuordnung der Splenomegalie zur portalen Hypertension, systemischen Infektionen oder hämatogenen Infiltrationen zu (8). Andere Autoren meinen, daß die Veränderungen des

Reflexmusters nicht pathognomonisch sind und eine Verbesserung der rechnergesteuerten Analysen keine sicheren Aussagen zuläßt (107, 147).
Umschriebene Strukturveränderungen der Milz wie z.B. Zysten, Infarkte, Hämangiome, Verkalkungen, Einblutungen, Infektionen (Amöbiasis oder Echinococcus), primäre Milztumoren und Metastasen sind selten und meist Zufallsbefunde. Sie können ab einer Größe von 3 bis 10 mm erfaßt werden. Bei den Metastasen ist anzunehmen, daß sie häufiger vorkommen, als der sonographische Nachweis gelingt, da sie meist reflexarm sind und falls sie keinen Halo aufweisen, schwierig vom übrigen Milzparenchym abzugrenzen sind. Insgesamt werden Strukturveränderungen in der Literatur mit 3 auf 1000 untersuchte Patienten angegeben (83,147). In unserem Studienkollektiv sind bei 13 von 1451 Patienten umschriebene Strukturveränderungen der Milz aufgefallen, das entspricht 0.9%, also etwa 3mal so häufig wie in der Literatur angegeben.
Zur Differenzierung der Strukturveränderungen kann der Einsatz weiterer Diagnoseverfahren notwendig werden. Hilfreich ist das CT mit Kontrastmittel bei der Diagnostik des Hämangioms oder dem Nachweis von Kalk und Gas. Bei malignen Veränderungen ist durch das CT aber meist keine detailliertere Aussage im Vergleich zur Sonographie möglich. Wegen erhöhtem Blutungsrisiko wird eine sonographisch geführte Feinnadelpunktion zur Sicherung der Diagnose nur sehr selten durchgeführt.
Nebenmilzen kommen häufiger vor (10% aller Obduktionen), sie liegen im Milzhilus, entlang des Ligamentums gastrolienale oder am kaudalen Milzpol und entsprechen dem sonomorphologischen Bild der normalen Milz. In unserem Patientengut konnte allerdings nur bei 1,6% eine Nebenmilz, die keine klinische Relevanz hat, gefunden werden.
Bei Pfortader- bzw. Milzvenenthrombose findet sich eine Dilatation der Gefäße, zur Abklärung des hämodynamischen Blutflußes wird die duplexsonographische Untersuchung herangezogen (107, 147).
Zusammenfassend kann gesagt werden, daß bei der Diagnostik der Splenomegalie und bei Parenchymveränderungen die konventionelle Sonographie an erster Stelle steht. Nur in seltenen Fällen ist durch den Einsatz anderer bildgebender Methoden wie Computertomographie, Kernspintomographie, Szintigraphie und Angiographie eine zusätzliche Information zu erwarten.

## 5.8 Gastrointestinaltrakt

Die Sonographie wird als bildgebendes Verfahren seit wenigen Jahren (erste Veröffentlichungen ab 1980) auch in der Magen-Darm-Diagnostik eingesetzt, beispielsweise um grobmorphologische Wandveränderungen, Funktionsstörungen z.B. mit Stenosesymptomatik nichtinvasiv nachzuweisen oder zur Verlaufskontrolle bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen. Durch die verbesserte Detailauflösung moderner Ultraschallgeräte ist eine Neuorientierung bezüglich der sonographischen Möglichkeiten bei der Diagnostik des Magen-Darm-Traktes nötig.
Während bei der Endoskopie und Röntgenuntersuchung in erster Linie die Mukosa und Lumenweite des Gastrointestinaltraktes beurteilt werden, können bei der Sonographie mit hochauflösenden Schallköpfen (>7,5MHz) sämtliche Wandschichten dargestellt werden. Wichtigstes sonographisches Zeichen einer pathologischen Veränderung ist die zirkuläre Wandverdickung, auch als Kokardenphänomen bezeichnet. Es ergeben sich allenfalls Hinweise auf die Dignitität des Befundes, zur Sicherung der Diagnose ist die Histologie notwendig.
Beim Nachweis extraintestinaler Komplikationen (z.B.Abszess, lokaler Ascites) ist die Sonographie der Endoskopie und der Radiologie eindeutig überlegen (136). Auf die Mukosa beschränkte Veränderungen können jedoch nicht ausreichend diagnostiziert werden. Der Ausschluß einer Magenerkrankung (z.B. Gastritis) oder die Erkennung eines Magenfrühcarcinoms ist durch die konventionelle Sonographie somit nicht möglich. Die Endosonographie ist jedoch für das präoperative Staging bei Ösophagus-, Magen-, Pankreas- und Rektumcarcinom die Methode der Wahl und ist hierbei dem CT deutlich überlegen (64, 81, 107,113, 114).
Echoarmut, fehlende Darmperistaltik, unregelmäßige Wanddicke oder Lumeneinengung sind weitere sonographisch gut erkennbare Zeichen eines pathologischen Befundes. Bei den chronisch entzündlichen Darmerkrankungen (CED) zeichnen sich floride Veränderungen eher durch eine echoarme Wandverbreiterung, die beim Morbus Crohn im Gegensatz zur Colitis Ulcerosa (C.U.) häufig mit einer Aufhebung der Wandschichtung einhergehen. Beim hochfloriden Krankeitsbild findet sich teilweise ein entzündliches Exsudat zwischen den einzelnen Darmschlingen. Eine statistisch nachweisbare Korrelation zwischen Wanddicke und Aktivität findet sich beim M.Crohn nicht, während bei der Colitits ulcerosa Wandverdickungen in akuten Schub doppelt so häufig nachweisbar sind wie bei fehlender Aktivität. Im schubfreien Intervall kann eine echoreich betonte oder verbreiterte Wand mit akzentuierter Wandschichtung vor allem beim Morbus Crohn, weniger bei der Colitits nachgewiesen werden. Bei der Colitits ulcerosa werden im schubfreien Intervall häufig keine Wandveränderungen diagnostiziert, im Spätstadium möglicherweise ein Verlust der Haustrierung des Colons (Gartenschlauchphänomen) (50, 51, 80, 82, 90, 107, 132, 155).
Da eine floride Entzündung mit einem erhöhten Blutfluß einhergeht, wurde versucht, diesen dopplersonographisch zu erfassen. Dabei konnten bei hoher Entzündungsaktivität im farbkodierten Doppler erhöhte systolische und diastolische arterielle Flußkurven der jeweiligen darmwandversorgenden Gefäße dargestellt werden. Im Power-Color-Doppler sind 3 und mehr darmwandversorgende Gefäße Zeichen einer floriden Entzündung in dem betreffenden Darmabschnitt (93, 97).
Eine sonographische Differenzierung zwischen Morbus Crohn, Colitis ulcerosa und anderen Darmerkrankungen ist nur sehr eingeschränkt möglich. Es ist unzweifelhaft, daß die Endoskopie bei der Diagnostik des Magen-Darm-Traktes der Goldstandard ist

und nur durch sie eine Entnahme von Gewebeproben zur histologischen Sicherung der Diagnose möglich ist. Allerdings ist bei 10-30% der Patienten bei der Koloskopie das terminale Ileum nicht einsehbar (67,118). Die Röntgenkontrastmitteluntersuchung des Dünndarms (Enteroklysma) hat neben der Strahlenexposition den Nachteil, daß sie, wie bereits erwähnt, im Gegensatz zur Sonographie intramurale und außerhalb des Darmes gelegene Veränderungen nicht darstellen kann. Auch können durch Überlagerungen nicht alle Dünndarmabschnitte beurteilt werden. Bei der Darstellung von entero-enteralen Fisteln ist die Röntgenkontrastaufnahme jedoch der Sonographie überlegen. Enterokutane Fisteln können aber sonographisch gut dargestellt werden.
Einige Autoren sind der Meinung, daß durch die technische Weiterentwicklung der Sonographie auf Röntgenkontrastuntersuchungen zumindest bei einigen Patienten verzichtet werden kann. In jedem Fall sollte, einen erfahreneren Untersucher vorausgesetzt, bei der Primärdiagnostik von Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes die abdominelle Sonographie an erster Stelle stehen. In besonderen Fällen kann die abdominelle Sonographie als echte Alternative zur Endoskopie und Röntgendiagnostik eingesetzt werden, z.B. bei cardiopulmonal nicht belastbaren Patienten oder wenn bei fehlender therapeutischer Konsequenz eine invasive Untersuchung nicht gerechtfertigt ist (63, 64, 67, 107, 118, 132, 136).
Es scheint mir wichtig, nochmals zu erwähnen, daß die Sonographie des Magen-Darm-Traktes nur sinnvoll sein kann, wenn sich der Untersucher bewußt ist, daß durch diese Methode keine Ausschlußdiagnostik möglich ist. Vielmehr ist nur eine orientierende Untersuchung möglich. Jeder sonopathologische Befund sollte jedoch weiter abgeklärt werden.
Ein weiteres bildgebendes Verfahren zur Darstellung des Darmtraktes ist die Kernspintomographie. Hierbei konnten durch die orale Kontrastmittelgabe bei der Darstellung des Darmtraktes große Fortschritte erzielt werden. Die sogenannte Hydro-MRT kann mittlerweile bei der Beurteilung des Dünndarmes als bildgebendes Verfahren der ersten Wahl angesehen werden, im Bereich des Dickdarmes als wertvolle Ergänzung zur Koloskopie. Wegen fehlender Standardisierung und der niedrigen Nachweisrate insbesondere von kleinen (< 5mm) Polypen kann die MR-Koloskopie jedoch noch nicht als Routineverfahren empfohlen werden (42, 53, 82, 126).

Bei der sonographischen Beurteilung des Darmtraktes werden häufig die schallbeeinträchtigenden Faktoren (Adipositas, Gasüberlagerung) als Hindernis eines breiten klinischen Einsatzes gesehen. Die Hydrocolonsonographie soll zu einer besseren Darstellbarkeit führen. Zur Vorbereitung muß hierbei, wie vor anderen diagnostischen Maßnahmen des Colons, eine adäquate Darmreinigung durchgeführt werden .Vor der Untersuchung werden dann retrograd bis 1500ml Wasser in das Colon instilliert. Wegen Inkontinenzproblemen und langer Untersuchungszeiten konnte sich die Hydrocolonsonographie aber nicht allgemein durchsetzen (81).
Auch in unserer Studie war die Darstellbarkeit des Gastrointestinaltraktes bei 93,7% der Untersuchten nur mäßig. Erwartungsgemäß bestand ein signifikanter Zusammenhang der sonographischen Darstellbarkeit mit den schallbeeinträchtigenden Faktoren Adipositas und Gasüberlagerung. Bei den wenigen Patienten (59 entsprechend 4,1%) bei denen der Untersucher eine gute sonographische Darstellbarkeit angegeben hat, waren nur 5% im Vergleich zu 19,8% im Gesamtkollektiv übergewichtig. Weiterhin war nur einer von 59 Patienten (1,7%) bei guter Darstellbarkeit erheblich gasüberlagert im Vergleich zu 36,8% der Patienten bei mäßiger Darstellbarkeit. Allerdings scheint zumindest bei der Beurteilung des Magen-Darm-Traktes die Qualität der Darstellbarkeit

keinen Einfluß auf die Korrektheit der Diagnosen zu haben (s.S.70). So ist bei falsch negativen Befunden prozentual gesehen bei weniger Patienten der Darmtrakt nur mäßig darstellbar als bei Patienten mit richtig positiver Diagnose.
Hingegen spielt die Erfahrung des Untersuchers eine wesentliche Rolle bei der Darstellung von Wandveränderungen bei Darmerkrankungen (s.Tab.38) (132).

In dieser Studie wurde bei 18 Patienten mit chronisch entzündlicher Darmerkrankung eine sonographische Untersuchung durchgeführt. Die Diagnose war teilweise durch auswärtige Voruntersuchungen bekannt oder wurde durch weiterführende Untersuchungen gesichert. Die Sonographie wurde zur Beurteilung der Floridität, der Befundausdehnung und zur Diagnostik von möglichen Komplikationen wie z.B. Stenosen, Fisteln oder Ileus durchgeführt. Dabei hat sich bei 9 von 12 Patienten mit M. Crohn eine gute Korrelation ergeben (s.S.79/80).
Nach Angaben der Literatur scheint hierbei das terminale Ileum und das Colon im Vergleich zum Duodenum, Jejunum und dem Rektum besser beurteilbar zu sein (61).
In dieser Studie wurde auf eine spezielle Lokalisierung bei der Beurteilung der sonographischen Darstellbarkeit des Magen-Darm-Traktes verzichtet. Der Untersucher wurde lediglich gefragt, ob der Gastrointestinaltrakt sonographisch gut, mäßig oder nicht darstellbar war.
Bei 6 Patienten mit Colitits ulcerosa wurde jeweils eine sonographische und eine koloskopische Untersuchung durchgeführt. Dabei ergab sich bei 4 Patienten eine völlige Übereinstimmung bezüglich der Befundausdehnung und der Aktivität, bei einem Patienten eine teilweise Übereinstimmung. Bei einem Patienten mit mäßigen Entzündungszeichen (koloskopisch und klinisch-chemisch) bei bekannter Colitis ulerosa war sonographisch kein auffälliger Befund gesehen worden.
Insbesondere bei der Colitis ulcerosa, bei der die pathologischen Veränderungen nicht transmural sind, ist die Wandverdickung als Ausdruck des entzündlichen Ödems allerdings nur im akuten Schub vorhanden. Die sonographische Beurteilung bei nicht oder wenig aktiver Colitis ulcerosa ist daher nur eingeschränkt möglich. Einige Autoren meinen, daß die sonographische Diagnostik der C.U. insgesamt schwieriger sei, als bei M.Crohn. Angaben über die Sensitivität liegen daher in der Literatur meist für die Colititis ulcerosa niedriger (66%-73%) als bei M. Crohn (81%-84%). Im akuten Schub steigt die Sensitivität bei M.Crohn auf 90% und bei der Colitis ulcerosa auf 88%. Da in dieser Studie bei 6 Patienten mit C.U. jeweils eine Koloskopie durchgeführt wurde, ist hier die Angabe der Sensitivität möglich: sie liegt etwa bei 83%. Angaben über die Spezifität liegen für beide Erkrankungen in der Literatur zwischen 84 und 95% (61, 82, 93), in unserer Studie bei annäherungsweise 100%. Allerdings wurden nur 18 Patienten mit chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen untersucht. Hierbei möchte ich noch einmal betonen, daß die Diagnosen der CED bereits vor den sonographischen Untersuchungen bekannt waren oder durch weitere Bildgebung abgeklärt wurden und sich die Angaben der Spezifität nur auf die Befundausdehnung, der Beurteilung der Aktivität und dem Erkennen von möglichen Komplikationen bezieht. Diesbezüglich konnte bei den 18 Patienten jedoch eine gute Korrelation zu klinisch-chemischen, endoskopischen, radiologischen und histologischen Befunden gezeigt werden (s.S.71 ff).
Die Schlußfolgerung lautet: die abdominelle Sonographie ist als nichtinvasives, schmerzloses und relativ kostengünstiges Verfahren zur Verlaufsbeurteilung und dem Erkennen von Komplikationen bei CED gut geeignet.

Bei Verdacht auf eine akut entzündliche Darmerkrankung kann die abdominelle Sonographie ebenfalls wichtige diagnostische Hinweise geben, beispielsweise bei der Differen-zierung einer rechtseitigen Colondivertikulitis und einer akuten Appendicitis. Die Sensitivität bei der Diagnostik einer Appendicitis wird in der Literatur mit 91% bei einer Spezifität von 98% angeben (7, 138). Zur Darstellung von Divertikeln ist die Endoskopie sicher der Sonographie überlegen. Bei einer akuten Entzündung der Divertikel verschließt sich jedoch die Öffnung des Divertikels und sie entgehen damit dem endoskopischen Blick. Wegen dem Risiko einer Perforation bei akuter Diverkulitis ist die Endoskopie und auch die Colonkontrastuntersuchung relativ kontraindiziert. Hier ist die abdominelle Sonographie neben dem CT die diagnostische Möglichkeit der Wahl. Sonographisch erkennt der Erfahrene neben einer echoarm aufgelockerten Darmwand eine ebenfalls echoarme Ausstülpung mit meist echoreichem Inhalt (Domzeichen). Lokale Schmerzen bei der Einfingerpalpation unter dem Schallkopf sind hierbei wegweisend. In unserer Studie konnte bei 2 Patienten die Diagnose einer akuten Divertikulitis und bei einem Patienten die einer akuten Appendicitis gestellt werden. Die Befunde konnten jeweils sicher bestätigt werden.

Insgesamt konnte von den 1429 untersuchten Patienten bei 51 ein sonopathologischer Befund im Bereich des Magen oder des Darms diagnostiziert werden. Alle pathologischen Befunde konnten jeweils durch weiterführende Untersuchungen sicher bestätigt werden, es gab keine falsch positiven Befunde. Der positive prädiktive Wert beträgt somit 100%. Für Erkrankungen des Darms kann die die Spezifität ebenfalls mit 100% angeben werden. Das bedeutet sonopathologische Befunde des Magen-Darm-Traktes treffen mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit zu und müssen unbedingt weiter abgeklärt werden. Auch negative Befunde sind bei gezielter Untersuchung durch einen erfahrenen Untersucher aussagekräftig, bei klinischem Verdacht auf eine Erkrankung des Magen-Darm-Traktes müssen sie jedoch weiter endoskopisch oder radiologisch abgeklärt werden.
Bei 55 Patienten, bei denen eine Koloskopie durchgeführt wurde, konnte das Ergebnis der Endoskopie mit den Sonographiebefunden des Colons und des terminalen Ileums verglichen werden (s.Tab.39-44). Dabei konnte bei 26 Patienten ein unauffälliger Sonographiebefund koloskopisch bestätigt werden. Bei 19 Patienten konnte die sonopathologische Verdachtsdiagnose koloskopisch bestätigt werden, während bei 10 Patienten ein falsch negativer Sonographiebefund erhoben wurde. Es konnte kein falsch positiver Befund nachgewiesen werden (s.Tab.44). Hier ist hier die Angabe der Sensitivität möglich (s.S.82). Sie beträgt für Erkrankungen des Colons und des terminalen Ileums insgesamt 66% (n=55) und liegt im Vergleich zu Literaturangaben (76%) etwas niedriger. Die Sensitivtät speziell bei der Darmtumordiagnostik wird jedoch auch in der Literatur nur mit 46% angeben, so daß unsere Ergebnisse in etwa mit anderen Studien übereinstimmen (61).

Diese Fortschritte der sonographischen Darmdiagnosik sind durch weitere Studien der letzten Jahre ebenfalls bestätigt worden. So konnte in einer prospektiven Studie von Hollerbach et al. bei 227 Patienten mit entzündlichen Darmerkrankungen insgesamt durch transabdominelle Ultraschalldiagnostik ebenfalls eine sehr hohe Spezifität von 95% und ein positiver Vorhersagewert von 98% erreicht werden. Die Sensitivität insgesamt lag bei 76% (61). Weitere Studien haben ähnlich hohe Werte bei der sonographischen Diagnostik von entzündlichen Darmerkrankungen ergeben.

(Sensitivität zwischen 78 und 88%, Spezifität zwischen 91 und 93%) (28, 132, 107). Der negative Vorhersagewert wird in der Literatur mit 58% angegeben (61).
Eine Ausschlußdiagnostik ist somit sonographisch sicher nicht möglich.
Über die Grenzen der konventionellen sonographischen Diagnostik bei auf die Mukosa begrenzten Befunden wurde bereits hingewiesen. Da die Sonographie eine Gastritis nicht darstellen kann und auch der Ausschluß von Ulcera oder eines Magenfrühcarcinoms nicht möglich sind, ist eine sinnvolle Aussage über die Korrektheit der negativen Sonographiebefunde nicht möglich. Es wurde daher auf eine Auswertung diesbezüglich verzichtet. Aufgrund des Studiendesigns wurden Folgeuntersuchungen auch nur bei klinischer Indikation durchgeführt. Die Angabe der Sensitivität und Spezifität für Erkrankungen des Magens sind daher nicht möglich (s.Kap.Statistik3.2.6). Es konnte jedoch in unserer Studie bei allen 12 Patienten, bei denen sonographisch im Bereich des Magens eine Wandverbreiterung aufgefallen war, eine pathologische Diagnose gastroskopisch und histologisch bestätigt werden (s.S.79). Es gab also auch im Bereich des Magens keine falsch positive Diagnose. Der positive Vorhersagewert für die abdominelle Sonographie beträgt 100% (s.Tab.43). Die Untersuchung erfolgte im Nüchternzustand.

Bei der Magentumordiagnostik läßt sich die Sensitivität bei der transabdominellen Sonographie durch die Füllung des Magens mit Flüssigkeit und der Verwendung eines hochfrequenten Schallkopfes (7.5 MHz oder höher) deutlich steigern. Die Angaben in der Literatur liegen für die Sensitivität bei 77,8%, bei einer Spezifität von 99,1%, einem positiven und negativen Vorhersagewert von etwa 95% (141,154). In einer Studie von Tung-Lung Tsai konnten in Kenntnis des endosonographischen und/oder endoskopischen Befundes bei 93% von 101 untersuchten Patienten Tumoren der Submukosa (z.B. Leiomyom, Leiomyosarkom, Lipome, Cysten ) mit einer Größe zwischen 1,3cm und 7cm auch beim transabdominellen Ultraschall nachgewiesen werden. Zur Verlaufsbeurteilung bei benignen submukösen Tumoren ist nach Meinung des Autors daher der konventionelle Ultraschall ausreichend (143). Hinzugefügt werden muß hier, daß üblicherweise auch Leiomyome wegen der Tendenz zur maligen Entartung einer operativen Therapie zugeführt werden sollen.
Zur Diagnostik und Beurteilung von submukösen Tumoren gilt der EUS als Standardmethode (114).

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß bei der sonographischen Diagnostik des Magen-Darm-Traktes bei 1429 untersuchten Patienten keine falsch positive Diagnose nachgewiesen werden konnte. Der positive Vorhersagewert beträgt 100%.
Sonopathologische Befunde sollten daher unbedingt weiter endoskopisch oder radiologisch abgeklärt werden.
Es konnte keine Korrelation zwischen der Qualität der sonographischen Darstellbarkeit, die allerdings bei den meisten Untersuchten im Bereich des Magen-Darm-Traktes nur mäßig war, und der Korrektheit der Diagnosen festgestellt werden. Die Erfahrung des Untersuchers hingegen spielt eine entscheidende Rolle.
Die Sonographie liefert auch bei der Diagnostik des Magen-Darm-Traktes wichtige Befunde und sollte als nichtinvasive und relativ kostengünstige Methode bei abdominellen Beschwerden in der Primärdiagnostik eingesetzt werden. Eine histologische Beurteilung ist selbstverständlich sonographisch nicht möglich.
Bei den chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen ergab sich eine gute Übereinstimmung der sonographischen Befunde zur aktuellen klinischen Aktivität, sowie zu den

radiologischen und endoskopischen Befunden. Die Sonographie eignet sich daher gut zur Verlaufsbeurteilung und dem Erkennen von möglichen Komplikationen bei CED. Eine Ausschlußdiagnostik für Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes ist durch diese Methode jedoch nicht möglich.

# 6 Zusammenfassung

In dieser prospektiven Studie wurde die Zuverlässigkeit sonographischer Diagnosen des Abdomens an 1500 konsekutiven Patienten überprüft, die erstmals in unserer Klinik untersucht wurden. Nach einem Beobachtungszeitraum von 5 Monaten wurden anhand der Krankenakten sämtlich durchgeführte Untersuchungen und Befunde zum Vergleich herangezogen. Bei fehlenden Folgeuntersuchungen (Bildgebung, Histologie) wurde der klinische und klinisch-chemische Verlauf beurteilt.
Ziel dieser Studie war, die Beurteilung der Richtigkeit der sonographischen Diagnosen und insbesondere bei falsch negativen oder falsch positiven Befunden mögliche Zusammenhänge mit der sonographischen Darstellbarkeit, der Erfahrung des Untersuchers und der Indikationstellung der Untersuchung aufzudecken. Außerdem sollte festgestellt werden, wie häufig schallbeeinträchtigende Faktoren die Qualität der sonographischen Darstellbarkeit der einzelnen Organe mindert.
Vom Gesamtkollektiv waren 20% erheblich adipös, bei 36% lag eine erhebliche Gasüberlagerung vor und bei 5% lag eine mangelnde Kooperationsbereitschaft vor. Im Vergleich dazu war bei fast allen untersuchten Organbereichen bei nur mäßiger und bei fehlender sonographischer Darstellbarkeit der Anteil der Adipösen auf etwa 40%-50% erhöht und der Anteil der erheblich Gasüberlagerten auf etwa 70%-90% erhöht. Die mangelnde Kooperationsbereitschaft trat dann bei etwa 10%-17% der Patienten auf. (s.Tab.8). Somit sind alle 3 untersuchten Störfaktoren bei mäßiger und fehlender Darstellbarkeit wesentlich häufiger aufgetreten.
Die cauda pancreatis, der Gastrointestinaltrakt und der Paravasalraum waren hierbei überproportional häufig nur mäßig sonographisch darstellbar, hingegen war die Milz und die rechte Niere überproportioanal häufig besonders gut darstellbar.
Die sonographische Darstellbarkeit und die Indikation der Untersuchung hat zwar einen signifikanten Einfluß auf die Dauer der Untersuchung (durchschnittlich von 20 auf 30 Minuten verlängert), interessanterweise konnte jedoch kein statistisch relevanter Einfluß auf die Korrektheit der Diagnosen der einzelnen Organe festgestellt werden.
Die sonographische Darstellbarkeit des Pankreas, der Paravasalregion und des Magen-Darm-Traktes war signifikant abhängig von der Erfahrung des Untersuchers. Dabei hat sich gezeigt, daß sehr erfahrene Untersucher häufiger die Qualität der Darstellbarkeit nur mäßig einstufen, aber durch sie insgesamt signifikant häufiger die Darstellbarkeit eben genannter Organe gelingt.
Bei 85,5% der Untersuchten konnte zumindest in einem Organbereich ein pathologischer Befund diagnostiziert werden. Eine gezielte Fragestellung an den Untersucher lag bei 95,2% der Untersuchten vor, dennoch konnten je nach Organ zwischen 3.6% und 26% teils klinisch relevante Zusatzbefunde (z.B. Leberzirrhose, Tumoren, chronische Pankreatitis, Splenomegalie) erhoben werden. Der Anteil pathologischer Befunde war bei gezielter Fragestellung signifikant höher, wobei nur bei 4.8% der Untersuchungen ein Screening bzw. eine unklare Fragestellung vorlag.
Die routinemäßige Durchführung eines abdominalsonographischen Screenings kann, auch unter Berücksichtigung der Kosten-Nutzen-Analyse, bei internistischen Patienten sogar bei ungezielter Fragestellung empfohlen werden.
Die Sonographie stellt ein sehr untersucherabhängiges Verfahren dar.

Im folgenden werden die Ergebnisse der einzelnen Organe zusammengefaßt:
Bei der Sonographie des Pankreas gab es keine nachgewiesenen falsch positiven Diagnosen. Bei 5 Patienten konnte eine klinisch relevante Zusatzdiagnose gefunden werden. Durch die bessere Detailauflösung moderner Ultraschallgeräte können Raumforderungen des Pankreas heute schon mit knapp 1cm nachgewiesen werden.
Die Sensitivität bei der Diagnostik von Tumoren ist damit vergleichbar mit der einer CT-Untersuchung.
In unserer Studie ergab sich für das Pankreascarcinom, bei allerdings geringer Fallzahl (n=11), ein positiver Vorhersagewert von 66,7% bei einer Spezifität von 99,8%. Die ERCP besitzt neben der Endosonographie bei der Diagnose des Pankreascarcinoms bisher die höchste Sensitivität. Die Diagnose einer akuten Pankreatitis gelang bei 8 von 13 Patienten (61,5%) bereits im Frühstadium und entspricht damit etwa den Angaben in der Literatur. Die Sensitivität der CT wird in der Literatur aufgrund der fehlenden Probleme der Gasüberlagerung deutlich höher angegeben, bei allerdings im Vergleich zur Sonographie schlechteren Werten für die Spezifität. Die abdominelle Sonographie ist zur prognostischen Verlaufsbeurteilung und dem frühzeitigen Erkennen von Komplikationen einer akuten Pankreatitis besonders gut geeignet.
In dieser Studie wurde bei 64,3% der untersuchten Patienten ein pathologischer Befund der Leber diagnostiziert, davon entfielen 55,7% auf den diffusen Leberparenchymschaden. Dieser Anteil ist im Vergleich zur Literatur auffallend hoch.
Bei den benignen Lebertumoren (n=6) ergab sich ein positiver Vorhersagewert von annäherungsweise 100% und für die Hämangiome (n=46) 97%.
Die sonographische Diagnose von Lebermetastasen wurde bei 37 Patienten gestellt, die bei allen 37 sicher bestätigt werden konnten. Einmal ergab sich ein falsch negativer Befund. Die Spezifität und der positive Vorhersagewert bei der sonographischen Diagnostik von Lebermetastasen in unserer Studie liegt bei annäherungsweise 100%. Angaben für die Spezifität in der Literatur liegen bei etwa 90% und sind heute vergleichbar mit der Spezifität der CT und dem NMR.
Nach Literaturangaben sind bei der sonographischen Beurteilung des Parenchyms, von Gefäßen und Tumoren der Leber durch farbdopplersonographische Bestimmungen und der Anwendung von Echokontrastmitteln große Fortschritte erzielt werden. So können mittlerweile Tumoren ab einer Größe von 3mm dargestellt werden.
Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Sonographie bei den parenchymatösen und hierbei insbesondere bei den entzündlichenVeränderungen weniger aussagekräftig ist, bei fokalen Erkrankungen der Leber jedoch ein sehr aussagekrätiges diagnostisches Verfahren darstellt.
Bei der Diagnostik der Cholelithiasis und bei der Abklärung einer Cholestase ist die Sonographie unbestritten die diagnostische Methode der Wahl. Bei der Choledocholithiasis gelingt der Steinnachweis sonographisch nach Angaben der Literatur nur bei 50-70% der Fälle, wobei als indirektes Zeichen erweiterte intra-und extrahepatische Gallengänge gut sichtbar sind. In unserer Studie wurde bei 29 von 1445 untersuchten Patienten erweiterte Gallenwege diagnostiziert , die Diagnosen wurden, falls eine ERCP oder CT durchgeführt wurde, jeweils bestätigt. Die Spezifität beträgt 99,4% bei einem positiven Vorhersagewert von mindestens 69%.
Bei der Diagnostik der Splenomegalie und den relativ selten vorkommenden Parenchymveränderungen der Milz ist die abdominelle Sonographie ebenfalls die Methode der Wahl. Nur selten kann durch weitere Bildgebung zusätzliche Information gewonnen werden. Die Interpretation der Gewebemuster läßt neuerdings mit einer geringen Fehlerquote eine Zuordnung auf die Genese einer Splenomegalie zu. In unserer

Studie wurde bei 261 Patienten (18% der Untersuchten) eine Splenomegalie diagnostiziert, wobei 108 mal die Diagnose nicht sicher bestätigt werden konnte, so daß die Richtigkeit der Diagnose unklar bleibt. Der positive Vorhersagewert beträgt daher nur 58,6%. Im Vergleich zu Literaturangaben ist die Splenomegalie bei uns relativ häufig diagnostiziert worden.
Bei der Sonographie des Magen-Darm-Traktes konnte bei insgesamt 51 von 1429 untersuchten Patienten ein sonopathologischer Befund diagnostiziert werden. Dabei konnten alle pathologischen Befunde jeweils durch weiterführende Untersuchungen sicher bestätigt werden. Es wurde keine falsch positive Diagnose nachgewiesen, so daß der positive Vorhersagewert annäherungsweise 100% beträgt.
Eine Korrelation zwischen der Qualität der sonographischen Darstellbarkeit und der Korrektheit der Diagnosen konnte nicht festgestellt werden. Bei 55 Patienten wurden jeweils die koloskopischen mit den sonographischen Befunden verglichen. Für die sonographische Diagnostik von Colontumoren, einer Colitits oder Iliitis und einer Divertikulits konnte bei allerdings kleiner Fallzahl insgesamt eine Sensitivität von 66% erreicht werden, bei einer Spezifität und einem positiven Vorhersagewert von 100%.
Bei 18 Patienten mit chronisch entzündlichen Darmerkrankungen ergab sich eine gute Übereinstimmung der sonographischen Befunde zur aktuellen klinischen Aktivität, sowie zu den radiologischen und endoskopischen Befunden.
Fazit: einen erfahrenen Untersucher vorausgesetzt, hat die abdominelle Sonographie bei entsprechender Geräteausstattung auch bei der Diagnostik des Magen-Darm-Traktes einen hohen positiven Vorhersagewert. Eine sonographische Ausschlußdiagnostik ist jedoch nicht möglich, ebenso können auf die Mukosa begrenzte Veränderungen nicht erfasst werden. Sonopathologische Befunde sollten jedoch in jedem Fall weiter endoskopisch oder radiologisch abgeklärt werden. Weiterhin ist die konventionelle Sonographie zur Verlaufsbeurteilung, der Befundausdehnung und dem Erkennen von Komplikationen bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen gut geeignet.

# 7 Literaturverzeichnis

(1) Adamek H. et al.: Pancreatic cancer detection with magnetic resonance cholangio-pankreaticography and endoscopic retrograde Cholangiopankreaticography. Lancet 356 (2000) S.190-193.

(2) Amman M. et al.: Wertigkeit der Sonographie in der Kontrolle biliärer Metallstents-Erste Ergebnisse. Ultraschall Med. 14 (1993) S.23-27.

(3) Angeli E. et al.: Value of abdominal sonography and MR imaging at 0.5 T in preoperative diagnosis of pancreatic insulinoma: a comparison with dynamic CT and angiography. Abdominal Imaging. 22/3 (1997) S.295-303.

(4) Ariyama J. et al.: Endoscopic ultrasound and intraductal ultrasound in the diagnosis of smal pancreatic tumors. Abdom.Imaging 23 (1998) S.380-386.

(5) Becker D. et al.: Tissue Harmonic Imaging und Contrast Harmonic Imaging. Verbesserung der Diagnose von Lebermetastasen? Internist 41 (2000) S.17-23.

(6) Becker-Gaab Ch. et al.: Sonograph. Diagnostik von Lebertumoren Ergebnisse vergleichender Untersuch. von Ultraschall, CT, Laparoskopie, Biopsie und Szintigraphie bei 413 Patienten. Digit. Bilddiagn. 7 (1987) S.35-42.

(7) Beyer D. et al.: Sonographie der akuten Appendizitis Radiologie 33 (1993) S.399-406.

(8) Bleck J.S. et al.: Quantitative Sonographie. Internist 41 (2000) S.10-16.

(9) Bloomley MJ. et al.: Improved imaging of liver metastasis with US contrast agent SHU508 A: early experience. Radiology 210 (1999) S.409-416.

(10) Börner N. et al: Farbkodierte Dopplersonographie primärer und sekundärer Lebertumoren. Ultraschall 11 (1990) S.274.

(11) Bolondi L et al.: Portovasculär pathology and liver disease: diagnosis and monitoring. Europ. Journal of Ultrasound 7 (1998) S.42-52.

(12) Boozari B.et al.: 3D and color Doppler ultrasound evaluation of cystic space-occupying lesions of the head of the pancreas. Ultraschall Med.19 (1998) S.280-5.

(13) Block S. et al : Diagnostik der nekrotisierenden Pankreatitis. Deutsche med. Wochenschrift 110 (1985) S. 826-832.

(14) Brambs H.J. et al.: Pancreatic and Ampullary Carcinoma, Ultrasound, Computed Tomography, Magnetic Resonance Imaging and Angiography. Endoskopy 25 (1993) S.58-68.

(15) Bunk, A. et al.: Farbdoppler, Power-Doppler, Echokontrastmittsel Verbesserung der perioperativen Diagnostik? Internist 41 (2000) S.29-36.

(16) Burkhardt H. et al.: Diagnostik umschrieb.maligner und diffuser benigner Leberveränderungen mit der Sonographie und CT. Die Medizinische Welt (1987) S.302-306.

(17) Buscail L et al.: Role of EUS in the management of pancreatic and ampullary carcinoma: a prospective study assessing resectability and prognosis. Gastointestinal Endosc.50 (1999) S.34-40.

(18) Buscail L. et al.: EUS in chronic pancreatitis :a comparative propective study with convent. ultrasonography, CT and ERCP. Pancreas. (1995) S.251-7.

(19) Choi Yh. et al.: CT and US of the pancreas. Clin. Imaging 21 (1997) S.414-440.

(20) Classen M. Rösch Th.: Klinischer Einsatz der Pankreasdiagnostik. Wiesbaden spezial (1995) S.208-211.

(21) Classen M., Phillipp J.: ERCP and endoskopic therapy in pancreatic disease. Clin.Gastroentero.13 (1984) S.819-842.

(22) Daves ML., Seale WB.: Cholecystedema-transient aseptic acalculous cholecystitis. J.Clin.Ultrasound 20 (1992) S.410-411.

(23) Del Maschio A. et al.: Pankreascarzinom versus chronische Pankreatitis: Diagnose mittels CA 19.9, Ultraschall, CT und CT-gesteuerter Feinnadelbiopsie. Radiology 178 (1991) S.95-99.

(24) Delorme S. , Kaick G. : Sonographie fokaler Leberveränderungen. Radiologie 32 (1992) S.198-206.

(25) Diehl S.J.et al.: Wertigkeit von MRT, MRCP und ERCP bei der Diagnose von Pankreastumoren, Fortschritt Röntgenstr. (1999) S.463-469.

(26) Dodd G.D. et al.: Diagnose von malignen Tumoren bei Leberzirrhose im Endstadium: die Effektivität der Sonographie als Screeningverfahren. Am.J.Roentgenol.159 (1992) S.727-733.

(27) Doll M., Schölmerich et al: Klinische Bedeutung der sonographisch festgestellten Splenomegalie. Deutsche Med. Wochenschrift 23 (1986) S.887-890.

(28) Faure C. et al.: Ultrasonographic assessment of inflammatory bowel disease in children. Journal of Pediatric 130 (1997) S.147-51.

(29) Fiegler W. et al.: Leistungsfähigkeit der Sonographie, Computertomographie, hepatobiliären Szintigraphie und Kernspintomographie bei Erkrankung der Gallenblase und Gallenwege. Röntgen-Blatt 37 (1984) S.327-332.

(30) Frank K., Linhart P.:Was leistet die Sonographie bei chronischen Bauchschmerzen? Medizinische Welt 34 (1983) S.1244.

(31) Frederic N. et al.: Comparative Study of ultrasound and ERCP in the Diagnosis of Hepatic, Biliary and Panreatic Diseases: A Prospective Study Based on a Continuous Series of 424 Patients. Europ. J. Radiology (1983) S. 208-211.

(32) Frick E., Hollerbach et al.: Diagnosis of round liver lesions.
Leber Magen Darm 25. (1995) S.12-17.

(33) Furose Junji et al.: Visualization of Blood Flow in Hepatic Vessels and Hepatocellular Ca. using B-Flow Sonography. J.of Clin.Ultrasound 29 (2001) S.1-5.

(34) Furukawa T.et al.: Diagnosis of the pancreatic diseases by intraductal ultrasound of the pancreas. Rinsho Byori 42, (1994) S. 118-26.

(35) Furukawa T. et al.: Differential diagnosis between benign and malignant localized stenosis of the pancreatic duct by intraductal ultrasound of the pancreas.
Am. J. Gastroenterol.(1994) S. 2038-41.

(36) Gaa, J.,Georgi M. :Kernspintomographische Diagnostik von Pankreastumoren., Deutsches Ärzteblatt (2001) S. 307-309.

(37) Gärtner A. : Total Quality Management. medizintechnik 116/5 (1996).

(38) Gebauer, A.,Scherer,U.: Differentialindikation für die Computertomographie und die Ultraschalluntersuchung, Internist19, (1978) S.568-578.

(39) Gebel, M.J.: Neue Modifikationen und Verfahren der Sonographie und ihre praktische Bedeutung, Internist 41 (2000) S.3-9.

(40) Glaser J.: Bildgebende Diagnostik bei Erkrankungen der Bauchspeicheldrüse.
Dtsch. med. Wochenschrift. 115 (1990) S.1361-1367.

(41) Gmeinwieser J. et al.: Qualitätsicherung in der Sonographie.
Röntgenpraxis 41 (1988) S.279-282.

(42) Günther R.W.: Virtuelle Koloskopie-Elektronische Spielerei?
Deutsches Ärzteblatt (2001) S.893.

(43) Greiner L., Schulz H.: Sonographie und Endoskopie bei Cholestase.
Endoskopie heute (1999/3).

(44) Groell R. et al.: Morphometric measurement of abdominal organs. Comparison of ultrasound and spiral CT. Acta Radiol 38 (1997) S. 982-985.

(45) Gronen G.et al.: Die differentialdiagnostische Abgrenzung der chron. Pankreatitis zum Pankreaskarzinom. Zeitschrift f. Gastroenterologie 24 (1986) S.416-425.

(46) Habscheid W.: Ultrasonic morphology of acute pancreatitis taking into consideration the disease severity, Ultraschall Med 8, (1987) S.134-137.

(47) Habscheid W.: Real-time-Sonographie in der internistischen Intensivmedinzin. Dtsch. med. Wochenschrift (1989) S.1989-1995.

(48) Hann L. et al.: Hepatic sonography: comparison of tissue harmonic and standard sonography techniques. AJ Roentgenology 173 (1999) S. 201-6.

(49) Harms, V.: Statistik und Dokumentation, Harms Verlag Kiel, 5. Aufl. (1988) S.161 ff.

(50) Hata J. et al.: Ultrasonographic assessment of inflamatory bowel disease. Am.J.Gastroenterology 87 (1992) S.443-447.

(51) Heldwein W., Folwacny C.: Klinische Probleme bei CED. Klinikum Innenstadt LMU-Fortbildung (10/2000).

(52) Heldwein W. et al.: Evaluation of the Usefulness of Dimethicone and/or Senna Extract in Improving the Visualization of Abdominal Organs.
Journal of Clinical Ultrasound 15 (1987) S.455-458.

(53) Herfarth H.,Schölmerich J. et al.: MR-basierte virtuelle Endoskopie des Gastrointestinaltraktes. Deutsches Ärzteblatt (2001) S.894-897.

(54) Hermann, U.B.: Meßtechnik in der med. Diagnostik.
Medizintechnik (1995), S.111-115.

(55) Herold, G.et al.: Innere Medizin (2001).

(56) Hessenbruch H. E.: Qualitätsmanagementsysteme im Gesundheitswesen. Medizintechnik 115/6 (1995).

(57) Hoffmann C. et al.: Value and sensitivity of abdominal ultrasound in preoperative histologic diagnosis before laparaoscopic cholecystectomy.
Zentralbl Chir 123 (1998) S.89-91.

(58) Hoffmann G. , Dörrler J.: Das infrarenale Aortenaneurysma.
Deutsches Ärzteblatt 86 (1989) S.1031-1036.

(59) Hollerbach S. et al.: Clinical significance of sonogaphic findings in outpatients clinics. Bildgebung 61 (1994) S.242-247.

(60) Hollerbach S.et al.: Aktueller Stellenwert der abdominellen Pankreassonographie Medizinische Klinik (1994) S.7-13.

(61) Hollerbach S. et al.: The accuracy of abdominal ultrasound in the assessment of bowel disorders. Scand. Journal of Gastroenterology 33 (1998) S.1201-1208.

(62) Janowitz P.: Wertigkeit der MRCP in der Routinediagnostik.
Endoskopie heute (4/2000).

(63) Jenss H. et al.: Darstellung von Fisteln und Abszessen beim M.Crohn.
Leber Magen Darm (1980) S. 317.

(64) Jenss H.: Bedeutung der Sonographie für Magen-Darm-Diagnostik.
Der Internist 23 (1982) S. 541-547.

(65) Kamilli I. et al.: Bildgebende Verfahren in der Diagnostik eines großen solitären hepatozellulären Karzinoms-sinnvoll? Bildgebung 60 (1993) S.31-34.

(66) KBV: Qualifikationsvoraussetzungen für die Ultraschalldiagnostik.
Deutsches Ärzteblatt (2/1993) .

(67) Keim V., Mössner J.: Endoskopie, Ultraschall und Röntgen als rationelles Komplementärsystem. Internist 37 (1996) S.785-792.

(68) Kellner, H.: Ultraschalldiagnostik. Bildgebung 90, 96-97.

(69) Kratzer,W.: Aus-u.Weiterbildung i. d. Abdomen-Sonographie an deutschen Universitäten. Internist 41 (2000) S.37-40

(70) Kremer, H.et al.: Sonographie des Abdomens als Screeningmethode.
Ultraschall in Med.5 (1985) S. 272-278.

(71) Kroeger K.: SieScape: a new sonographic dimension with fictive images.
Ultrasound Med. Biol. 24 (1998) S.1125-1129.

(72) Kuhn K.et al.: Strukturierte Befunderhebung und Benutzerakzeptanz-Ergebnisse einer Studie für die abdominelle Sonographie. Leber Magen Darm (1/1993) S.25-28.

(73) Kumm M. et al.: Vergleich der Darstellung von Lebermetastasen in Sonographie und dynamischer Computertomographie Radiologie 1 (1991) S.174-180.

(74) Lankisch P. et al.: Sicherheit bei der Diagnostik der chronischen Pankreatitis.
Z. Gastroenterologie 28 (1990) S.253-258.

(75) Layer G. et al.: Portal kontrastverstärkte Spiral-CT der Leber-Korrelation radiolog. u. intraoperativer Befunde, Fortschritt Röntgenstr. (1999) S.455-460.

(76) Lecesne R. et al.: Acute pancreatitis: interobserver agreement and correlation of CT and MRCP with outcome. Radiology 211 (1999) S.727-735.

(77) Leen E.,: The detection of occult liver metastases of colorectal carcinoma.
J. Hepatobiliary Pancreatic Surgery 6 (1999) S. 7-15.

(78) Lehnert P.: Ätiologie und Pathogenese der chronischen Pankreatitis.
Der Internist (1979) S.321-330.

(79) Lembcke B. et al.: Does an antifoaming agent improve the quality of abdominal ultrasonography? Gastroenterology 23 (1985) S.628-631).

(80) Limberg B.: Differentialdiagnose akut entzündlicher Dickdarmerkrankungen durch Kolonsonographie. Dtsch. Med. Wochenschrift 122 (1987) S. 382.

(81) Limberg B. :Diagnose von Dickdarmtumoren und chronisch entzündlichen Dickdarmerkrankungen durch Hydrokolonsonographie. Radiologie 33 (1993) S.407-11.

(82) Limberg B. :Diagnosis of chronic inflammatory bowel disease by ultrasonography. Z. Gastroenterol. 37 (1999) S.495-508.

(83) Lissner, J.:Lehrbuch der Radiologie II, 3.Aufl. (1990) S.254 ff.

(84) Lissner J., Vogl Th., et al.: Diffuse Leberparenchymerkrankungen: Wertigkeit der Kernspintomographie im Vergleich mit Sonographie und CT.
Fortschritt Röntgenstr.154 (1991) S.495-503.

(85) Littig, G. : Auswirkung der Prämedikation mit DMPS und/oder X-Prep auf die sonographische Darstellbarkeit der Abdominalorgane. Dissertationsarbeit an der Med. Fakultät der LMU-München (1986).

(86) Lutz,H.: 20 Jahre sonographische Pankreasdiagnostik.
Ultraschall 10 (1989) S.136-142.

(87) Martinez-Noguera A. et al.: Chronic Liver Disease: Comparison of Ultrasound Patterns with Laparoscopy and Biospsy. J.Clin. Ultrasound 21 (1993) S.325-30.

(88) May A. et al.: Neue endoskopische Therapieverfahren.
Internist 42 (2001) S.494-504.

(89) Mayer D. et al.: Wertigkeit von Sonographie und Computertomographie im Nachweis von zystischen Veränderungen bei chronischer Pankreatitis.
Z. Gastroenterlogie 30 (1992) S.709-712.

(90) Meckler U., Herzog P.: Sonographischer Darmwandaufbau –Bedeutung für die Diagnose entzündlicher Darmerkrankungen. Ultraschall 10(1989) S.152.

(91) Meudt R. et al.: Untersuchungskonzept für die sonographische Organdiagnostik-Ein Beitrag zur Qualitätssicherung. Ultraschall 7 (1986) S.54-58.

(92) Meyer J. et al.: Die Wertigkeit diagnostischer Verfahren beim Pankreaskarzinom. Zentralbl.Chir 112 (1987) S.12-19.

(93) Möller K. et al.: Sonographische Diagnostik bei CED: Ausbreitungsdiagnostik, Power-Color-Doppler und farbkodierte Duplexsonographie von Stenosen als Aktivitätsmarker. Endoskopie heute 3 (1999) S.6-10.

(94) Moskowitz G. : Analysis of abdominal imaging procedures.
Gastroenterology 87 (1984) S.1408.

(95) Mostbeck G.: Ultrasound screening examination of the abdomen: value or senseless. Ultraschall Med. 17 (1996) S.175-178.

(96) Mostbeck G, Mallek R.: Täuschungsmöglichkeiten und Fallstricke in der Sonographie der Gallenblase und Gallenwege. Radiologie (1993) S. 19-26.

(97) Mirk P. et al.: Doppler sonography of hemodynamic changes of the inferior mesenteric arterie in inflammatory bowel disease. Am.J. Radiology 173 (1999) S.381-7.

(98) Obenauer, Fischl et al.: Optimierung der MR-Cholangiopankreatikographie, Fortschritt Röntgenstr. (1999) S.450-454.

(99) Ochs A. et al.: Klinischer Stellenwert von Sonographie und Computertomographie vor abdominllen Einriffen. Medizinsche Klinik (1991) S.617-622.

(100) Ohishi H. et al.: Three-dimensional power Doppler sonography of tumor vascularity. J.Ultrasound Med.17 (1998) S. 619-622.

(101) Palazzo L: Which Test for Common Bile Duct Stones? Endoscopic and Intraductal Ultrasonogaphy. Endoscopy 29 (1997) S.655-665.

(102) Perkins A. et al.: Color and Power Doppler Sonographie of Liver Hemangiomas: A Dream unfilled? Journal of Clinical Ultrasound 28 /4 (5/2000).

(103) Reimund K.-P., Junginger T.: Wertigkeit präoperativer Diagnostik für die operative Therapie von Lebertumoren. Medizinische Klinik (1990) S.121-124.

(104) Renner E. et al: Gastro Highlights 2000: Neuentwicklung in der Gastroenterologie. Dtsch. Ärzteblatt 15 (2001) S.797-800.

(105) Rettenmaier G. et al: Diagnostik umschriebener Leberveränderungen durch Ultraschall. Gastroenterologie 23 (1988) S.11-17.

(106) Rettenmaier G. et al: Atypische Hämangiome der Leber.
Ultraschall Klin. Praxis (1987) S.32-33.

(107) Rettenmaier, Gerhard: Sonographische Differentialdiagnostik Band 1+2 (1992) S.79, S. 349.

(108) Reuß J. et al: Sonographische Diagnostik des hepatozellulären Karzinoms. Bildgebung 60 (1993) S.18-22.

(109) Richter K./Windeler J.: Die Treffsicherheit.
Dtsch.med.Wschr. 115 (1990), S.1487-1489.

(110) Rösch Th. u. Classen M.: Diagnostik des Pankreaskarzinoms.
Dtsch. med. Wochenschrift 115 (1990) S.304-308.

(111) Rösch T. ,Classen M.: Endosonographie - Neue Einblicke.
Internist (1992) S.802-810.

(112) Rösch T. et al: Endoskopischer Ultraschall bei kleinen Pankreastumoren.
Zeitschrift f. Gastroenterology 29 (1991) S110-115.

(113) Rösch T., Lorenz R. et al: Lokal staging and assesssment of resectabiltiy in carcinoma of oesophagus, stomach and duodenum by endoscopic ultrasonography.
Gastrointestinal Endoskopy (1992) S.460-467.

(114) Rösch T. Classen M.: Richtlinien für endoskopische Untersuchungen in der Gastroenterology: Endosonographie bei Tumoren des Gastrointestinaltraktes.
Zeitschrift f. Gastroenterology (1992) S. 167-170.

(115) Sackmann,M./Zoller W.G.: Sonographische Gallensteindiagnostik 6.Auflage 99.

(116) Schillinger H. et al: Nachweis von Lebermetastasen durch Sonographie, Szinitgraphie, CT und Leberenzyme. Onkologie (1988) S. 216-220.

(117) Schorn S. et al: Computertomographischer Nachweis von Leberhämangiomen.
Dtsch. med Wochenschrift 115 (1990) S.1790-1794.

(118) Schober E. et al: Die radiologische Abklärung des M. Crohn.
Radiol. 38 (1998) S.15-22.

(119) Schölmerich J. et al: Detection of Origin of Acute Pancreatitis.
Digestive Diseases and Sciences34, (1989), S.830-833.

(120) Schölmerich J. et al: Die Sonographie als Routineuntersuchung-eine Analyse von 1764 Untersuchungen in 3 Monaten. Innere Med.13 (1986) S.131-135.

(121) Schölmerich J., Groß V.: Sonographisch große Milz. Internist 30 (1989)

(122) Schölmerich J. et al: Zufallsbefunde bei abdomineller Sonographie. Häufigkeit und klinische Bedeutung. Dtsch.Med.Wochenschrift (1986) S. 807-811.

(123) Schölmerich J. et al: Die Bedeutung sonographischer Verlaufskontrollen bei der akuten Pankreatitis. Ultraschall 4(1983) S.31-36.

(124) Schulte B. et al:Sonographische Diagnostik des akuten Abdomen.
Bildgebung (1993) S. 241-247.

(125) Schunk K., Adamek H.: Diagnostik von Erkrankungen des biliopankreatischen Systems und des Darms. Internist 42 (2001) S.507-514.

(126) Schunk K. et al: Hydro-MRT mit schnellen Sequenzen bei M.Crohn: Vergleich mit der fraktionierten Magen-Darm-Passage. Fortschritt Röntgenstr.179 (1999) S.338-346.

(127) Scott R. et al: Abdominal aortic aneurysma in 4237 screened patients; prevalence, development and management over 6 years. Br. J. Surgery, (1991) S.1122-25.

(128) Seitz G: Warum sind Metastasen in zirrhotischen Lebern so selten?
Ultraschall 10 (1989) S.123-126.

(129) Seitz.K.: Ärztlicher Zeitbedarf für die abdominelle Ultraschalldiagnostik.
Ultraschall Med.20 (1999) S. 224 –225.

(130) Semelka RC. et al: Liver metastases: comparison of current MR techniques and spiral CT during portography for detection in 20 surgically staged cases.
Radiology 213 (1999) S. 86-91.

(131) Shapiro R. et al: Tissue harmonic imaging sonography: evaluation of image quality compared with convent. sonography. Am. J. Roentgenol 171 (1999) S.1203-1206.

(132) Sheridan M.B. et al: Transabdominal ultrasonography as the primary investigation in patients with suspected Crohn`s disease or recurrece.
Clin.Radiol.48 (1993) S.402-404.

(133) Sommer G. et al: Use of simethicone as a patient preparation for abdominal sonography. Radiology 125 (1977) S.219-221.

(134) Steinmaurer HJ.et al: Accuracy of sonography in the diagnosis of diffuse liver parenchymal diseases-comparison of sonography and liver histology.
Ultraschall Med.5 (1984) S.98-103.

(135) Strobel D.et al: Clinical Evaluation of Contrast-Enhanced Color Doppler Sonographie in the Differential Diagnosis of Liver Tumors.
Journal of Clin. Ultrasound 28 (2000) S.1-13.

(136) Swobodnik W.:Sonographie in der Gastroenterolgie Internist 33 (1992) S.822-33.

(137) Swobodnik W. et al: Ultrasound, computed tomograhy and endoscopic retrograde cholangiopancreaticography in the morphologic diagnosis of pancreatic diseasis.
Klinische Wochenschrift 61.(1983) S.291-296.

(138) Takayuki Kori et al: Sonographic Features of Acute Colonic Diverticulitis: The „Dome Sign“. Journalof Clin. Ultrasound (2000) S340-345.

(139) Tato F., Zoller W.G. :Abdominelle Sonographie als Screening-Methode.
Bildgebung 4 (1995).

(140) Torresan F. et al: The role of ultrasound in the differential diagnosis of serous and mucinous cystic tumours of the pancreas.
Europ. Journal of Gastroenterol. Hepatol. 9 (1997) S.169-172.

(141) Tous F., Busto M.: Assessment of abdominal sonography in the diagnosis of tumors of the gastroduodenal tract. J. Clin. Ultrasound 25 (1997) S.243-7.

(142) Trier H.G.: Apparative Qualitätsicherung in der Ultraschalldiagnostik.
Deutsches Ärzteblatt 91 (1994) S.1253.

(143) Tung-Lung Tsai et al: Demonstration of Gastric Submucosal Lesions by High-Resolution Transabdominal Sonography. J. of Clin. Ultrasound 38 (3/2000) S.125-28.

(144) Uggowitzer M. et al: Sonography of acute cholecystits: comparison of color and power Doppler sonography in detecting a hypervascularized gallbladder wall.
Am. J. Roentgenol. 168 (1997) S.707-12.

(145) Weimann A. et al: Diagnostic Value of Color Doppler Sonography in Primary Liver Tumors Bildgebung 60 (1993) S. 140-143.

(146) Weiss H.: Bildgebende und endoskopische Verfahren in der Diagnostik der chronischen Pankreatitis. Verdauungskrankheiten 4 (1990) s.99-111.

(147) Weiss H. Weiss A.: Diagnostische Wertigkeit der Milzsonographie
Dtsch.med.Wschr.90;115:S. 1149-1153.

(148) Weiss H.: Möglichkeiten und Grenzen der sonographischen Diagnostik diffuser Lebererkrankungen.

(149) Weiss H. et al: Die Schichten der Gallenblasenwand: Eine sonographisch-anatomische Vergleichsuntersuchung. Bildgebung 60 (1993) S.125-130.

(150) Wermke W., Schulz H.: Sonographische Diagnostik von Gallenwegs-konkrementen. Ultraschall 8. (1987) S.116-120.

(151) Wernecke K. et al: Die sonographische Differenzierung zwischen benignen und malignen Lebertumoren: Die Wertigkeit des hypodensen Halo.
Am. J. of Roentgenol. 159 (1992) S.1005-1009.

(152) Wittich, H. et al.: Qualitätskriterien der Pankreassonographie.
Fortschritt Röntgenstr. 135.1 (1981) 68-72.

(153) Wolf K.J. et al: Sonographie maligner Leberläsionen: eine Standortbestimmung.
Bildgebung 60 (1993) S.251-255.

(154) Worlicek H.: Sonographic diagnosis of fluid-filled stomach.
Ultraschall Med. 7 (1986) S.259-63.

(155) Worlicek H. et al: Sonographie chronisch entzündlicher Darmerkrankungen-eine prospektive Studie. Ultraschall 7 (1986) S.275-280.

(156) Zoller W.G., Ließ´H.: 3D-Sonographie in der Gastroenterologie. Bildgebung (1994) S.95-99.

(157) Zoller W.G., Gresser U.; Zöllner N.: Einführung in die Ultraschalldiagnostik, Karger Verlag-München, 1. Aufl. 92.

(158) Gebel M.: Sonographie 2001. Dtsch. Med. Wschr. (2001) 126: 461-466.

(159)Seemann MD et al: Comparison of a high-end ultrasound system with a spiral CT scanner in screening for liver metastases. Ultraschall Med. (1998) 19:S. 164-167.

# 8 Abkürzungen

AUS: Abdomineller Ultraschall
CED: Chronisch entzündliche Darmerkrankung
CRP: C-reaktives Protein (akute Phase Protein)
CT: Computertomographie
CU: Colitis ulcerosa
DEGUM: Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin
DD.: Differentialdiagnose
EDV: Elektronische Datenverarbeitung
γ-GT: Gamma-Glutamyl-Transferase
ERCP: Endoskopische retrograde Cholangiopankreatikographie
EUS: Endoskopischer Ultraschall
n.a.: nicht ausgewertet
FDS: Farbdopplersonographie
FNH: Fokal noduläre Hyperplasie
ggf.: gegebenfalls
HCC: Hepatocelluläres Carcinom
KV: Kassenärztliche Vereinigung
KBV: Kassenärztliche Bundesvereinigung
KST: Kernspintomographie
MRCP: Magnetresonanz-Cholangiopankreatikographie
NMR: Nuclear magnetic resonance
o.p.B.: ohne pathologischen Befund
Pos. präd. Wert: positiver prädiktiver Wert = pos. Vorhersagewert (s.S.18)
Σ : Summe

# 9 Danksagung

Meine Danksagung gilt in erster Linie Herrn Prof. Dr. med. P. Lehnert für die Überlassung des Dissertationsthemas sowie für die hervorragende Betreuung während der gesamten Arbeit. Leider ist Herr Prof. Lehnert vor Abgabe der Promotionsarbeit verstorben. Freundlicherweise hat Herr Prof. Dr. W. Heldwein die weitere Betreuung meiner Arbeit übernommen, wofür ich mich sehr herzlich bedanken möchte.
Bedanken möchte ich mich außerdem bei Herrn PD. Dr. med. Dipl.Math. A. König und bei Herrn Dr. med. Dipl. Phys. S. Endres für die stets freundliche Zusammenarbeit und Beratung bei der Entwicklung eines computerlesbaren Auswertungsbogen, sowie bei der statistischen Auswertung der Daten und Ergebnisse.
Mein herzlicher Dank gilt auch Frau H. Beranek für die Aufarbeitung des Datensatzes mit dem BMDP Statistik-Paket, sowie dem Zivildienstleistenden A. Kölbl, der mich bei der Dateneingabe tatkräftig unterstützt hat. Last but not least bedanke ich mich bei allen Kollegen, die während des Studienzeitraumes in der Sonographie tätig waren und ohne deren freundliche Mithilfe die Durchführung der Qualitätsstudie nicht möglich gewesen wäre.

## 10 Lebenslauf

**Persönliche Daten:**

| | |
|---|---|
| Name: | Andrea Hütt, geb. Schneider |
| Geburtsdatum: | 21.07.1962 |
| Geburtsort: | Besigheim / Neckar |
| Familienstand: | verheiratet |
| Sohn Emanuel: | geb. am 11.7.1997 |
| Tochter Lea: | geb. am 11.3.1999 |
| Eltern: Vater: | Paul Schneider, Bauingenieur, verstorben |
| Mutter: | Maria Schneider, geb. Möhler, verstorben |

**Ausbildung:**

| | |
|---|---|
| 1969-1973 | Grundschule Besigheim |
| 1973-1979 | Gymnasium Besigheim - Abschluß:Mittlere Reife |
| 08.79-03.83 | Haushaltspraktikum und Krankenpflegeausbildung zur examinierten Krankenschwester a. Städt. Krankenhaus Bietigheim |
| 08.83-12.86 | Abendgymnasium in Marburg / Lahn - Abschluß: Allgemeine Hochschulreife |
| 08.83-04.88 | Zuerst schulbegleitend, dann Vollzeittätigkeit als Krankenschwester an der Universitätsklinik Marburg auf Anästhesie-, Chirurgie-, und Nephrologieintensivstationen |

| | |
|---|---|
| **05.88- 94** | **Medizinstudium an der Ludwig-Maximilian-Universität** |
| **Examen:** | **München** |
| 08.90 | Physikum |
| 08.91 | I. Staatsexamen |
| 09.93 | II. Staatsexamen |
| 10.94 | III. Staatsexamen |

**Famulaturen:**

| | |
|---|---|
| 03.91 | Gynäkologie und Geburtshilfe im District Hospital in Kuala Terengganu, Malaysia |
| 09.91 | Praxisfamulatur bei Dr.Merz/ Dr. Küenzlen in Bietigheim Gastroenterologie und Kardiologie |
| 08.92 | Homöopathie und Allgemeinmedizin im Homoeopathic Hospital in Glasgow, Scotland |
| 09.92 | Innere Medizin im Dr. Gray`s Hospital in Elgin, Scotland |

| | |
|---|---|
| **Nebentätigkeiten:** | als Krankenschwester i. Klinikum Innenstadt der LMU-München: |
| 08.88-04.92 | Chirurgische Intensivstation |
| 05.92-04.93 | Innere Medizin - Allgemeinstation |

**Praktisches Jahr:**

| | |
|---|---|
| 10.93-01.94 | I.Tertial: Chirurgie im Lehrkrankenhaus Neuperlach |
| 02.94-05.94 | II.Tertial: Neurologie im Klinikum Großhadern-LMU |
| 06.94-09.94 | III.Tertial: Innere Medizin i. Klinikum Innenstadt-LMU |

| | |
|---|---|
| **Ärztin im Praktikum :** | **15.11.94-14.5.96**<br>Medizinische Klinik-Innenstadt, Klinikum der Ludwig-Maximilian- Universität München |
| 15.11.94 - 30.04.95 | Einsatz auf allgemein-internistischer Station, Schwerpunkt Gastroenterologie und Infektiologie bei Prof. Löschke |
| 01.05.95 - 31.05.95 | Einsatz auf der Notaufnahme |
| 01.06.95 - 14.05.96 | Einsatz in der abdominellen Sonographie bei Prof. Lehnert und regelmäßige Teilnahme an den Notaufnahmediensten |
| **Assistenzärztin:** | **seit 15.5.96** |
| 15.05.96 - 31.10.96 | Wiss. Mitarbeiterin a. Klinikum Innenstadt d. LMU |
| 01.11.96 - 31.07.01 | regelmäßige Praxisvertretung und Teilnahme an hausärztl.Bereitschaftsdiensten im Krkh. M.-Harlaching |
| 12.02.01- 18.03.01 | Krankheitsvertretung in der Sonographie im Krankenhaus Neuwittelsbach-München |
| seit 1.8.01 | Assistenzärztin in Vollzeit bei Prof. Scherer im Krh. Neuwittelsbach-Fachklinik für Innere Medizin |
| **Sprachkenntnisse:** | Englisch (fließend), Französisch (gute Schulkenntnisse), Spanisch (gute Grundkenntnisse). |