

Zur Geschichte der Ultraschalldiagnostik



Herausgeber:

Vorstand
Ultraschallmuseum e.V.:

B. Frentzel-Beyme

C. Jakobait

H. Lutz

D. Nürnberg

M. Salaschek

IMPRESSUM

Herausgabe durch Ultraschall-Museum e.V. Sitz in Lennep im Eigenverlag
Korrespondenz:

c/o Dr. Bernd Frentzel-Beyme, Libellenstr. 6, D - 14129 Berlin

c/o. Prof. Dr. Dieter Nürnberg, Fehrbelliner Str. 38, D – 16816 Neuruppin

www. www.ultraschallmuseum.de

1. Auflage, Lennep & Neuruppin 2020

Gestaltung und Satz: Susanne Löschner, iKU Agentur GmbH,
August-Bebel-Str. 49, D - 16816 Neuruppin

Historische Abbildungen: Fundus Ultraschall-Museum in Lennep

Weitere Abbildungen: Autoren (©)

Das Ultraschall-Museum bedankt sich bei der DEGUM für die langjährige und regelmäßige Unterstützung.

Das Ultraschall-Museum bedankt sich bei der Berlin-Brandenburgischen Ultraschallgesellschaft e.V. für finanzielle Unterstützung und Umsetzung des Buchprojektes.

HERAUSGEBER

Bernd Frentzel-Beyme

Christian Jakobeit

Harald Lutz

Dieter Nürnberg

Manfred Salaschek

und weitere Autoren:

Henning Bartels

Alfred Bunk

Christoph F. Dietrich

Sven Effert

Jochen Hackelöer

Volker Hofmann

Hans Jürgen Holländer

Peter Jecker

Christian Jenssen

Irmtraut Kruck

Jörg Langholz

Gerhard Michael von Reutern

Horst Sattler

Karlheinz Seitz

Jörg Simanowski

Gerhard Ströhmman

Hans Georg Trier

Dieter Weitzel

Hans-Peter Weskott

Zur Geschichte der Ultraschalldiagnostik

Die Entwicklung des medizinischen Ultraschalls aus deutscher Sicht



Inhaltsverzeichnis

Vorworte

Wort der Herausgeber	Nürnberg
Geleitwort	Seitz
01. Das Ultraschallmuseum	Frentzel-Beyme, Hofmann
02. Anfänge der Ultraschalldiagnostik	Frentzel-Beyme

Technische Methoden

03.1. A-Mode	Salaschek
03.2. Time Motion	Kruck
03.3. B-Mode (Compound-Geräte)	Frentzel-Beyme
03.4. Doppler	Salaschek, v. Reutern
03.5. Die frühen Real-time Geräte	Lutz
03.6. Sicherheit	Trier

Entwicklung der US-Diagnostik in verschiedenen Fachbereichen

04. Ophthalmologie	Trier
05. Neurologie	Salaschek
06.a Kardiologie Teil 1	Effert
06.b Kardiologie Teil 2	Kruck
07.a Geburtshilfe/Gynäkologie Teil 1	Hollaender
07.b Geburtshilfe/Gynäkologie Teil 2	Hackelöer
08. Innere Medizin	Lutz

Inhaltsverzeichnis

09.a	Pädiatrie Teil 1	Hofmann
09.b	Pädiatrie Teil 2	Weitzel
10.	Urologie	Bartels
11.	Radiologie	Frentzel-Beyme
12.	Kopf–Hals	Jecker
13.a	Chirurgie Teil 1	Bunk
13.b	Chirurgie Teil 2	Simanowski
14.	Bewegungsapparat	Sattler
15.	Angiologie	Langholz

Weitere Entwicklungen

16.	Interventioneller US (INVUS)	Lutz
17.	Endosonographie (EUS)	Lutz, Jansen
18.	Kontrastverstärker	Weskott
19.	Elastographie	Dietrich

Ultraschall-Gesellschaften

20.1.	Geschichte der DAUD und DEGUM	Lutz, Trier
20.2.	Geschichte der Ultraschall-Gesellschaften in der DDR	Nürnberg, Ströhmänn
20.3.	Geschichte der EFSUMB	Lutz
20.4.	Geschichte der WFUMB	Lutz
21.	Verzeichnis der Pioniere	
22.	Literaturverzeichnis	

Geleitwort der Herausgeber

Dieter Nürnberg



Liebe Freunde der Ultraschalldiagnostik,
sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,

das **Ultraschallmuseum in Lennep** wurde 1995 gegründet und besteht nun im 25. Jahr. Vieles wurde gesammelt, behütet und in Erfahrung gebracht. Nach Ansicht des Museumsrates ist es an der Zeit, davon einiges aufzuschreiben, um es aufzubewahren und weiterzugeben. Ansonsten wird das eine oder andere verloren gehen, da es natürlich auch in einem Museum ein Generationswechsel geben muss. Enormes hat sich verändert und die Ultraschalldiagnostik hat sich rasant entwickelt.

Das **Anliegen dieses Buches** soll es sein, sich gemeinsam mit anderen, die sich schon lange mit dem Schall beschäftigen, zu erinnern an die Anfänge, insbesondere natürlich an die Entwicklung in Deutschland mit, in und um die DEGUM. Aber auch um verdiente Ultraschaller und Akteure zu würdigen, zu erwähnen, zu nennen. Wünschenswert wäre es auch, jungen Kollegen Anreiz und Motivation zu geben, sich in die Ultraschalldiagnostik und die sicher noch längst nicht beendete Entwicklung einzubringen. Es ist natürlich auch ein Stück Medizingeschichte, zu der wir einen Beitrag leisten wollen und dafür bedanken wir uns bei den zahlreichen Autoren, die sich bemühten, mit Fakten, Bildern, der Weitergabe von persönlichem Wissen und Anekdoten die Entwicklung in Deutschland international einzuordnen und mitunter auch einen Ausblick zu geben. Gerichteter ist unser Buch nicht nur an die Ultraschallbegeisterten und die, die Geschichte selbst miterlebt haben, sondern auch zum Beispiel an neue Kursleiter, zukünftige Ausbilder und geschichtsinteressierte junge

Ärzte, die den Ultraschall demnächst in der Kitteltasche bei sich tragen.

Wir haben uns bemüht, die Geschichte – zumindest bis zur Jahrtausendwende – einzufangen, wobei es in einzelnen Bereichen sinnvoll erschien, einen Bogen zu moderneren Entwicklungen und zu deren Stellenwert heute zu spannen. Die Herausgeber haben sich bemüht, die Beiträge dem Ziel des Buches anzupassen.

Wir bedanken uns bei allen Autoren für die Bereitstellung des Bildmaterials. Vieles wurde zuvor im Museum in Lennep gesammelt und dem Fundus entnommen.

Haben Sie Nachsicht mit uns, wenn das Eine oder Andere Ihnen nicht vollständig erscheint. Wir sind dankbar, wenn es Ergänzungen dazu gibt, Richtigstellungen, Modifikationen. So wird dies ein Start sein und es kann nur vollkommener werden. Es sollte das Wissen nicht verloren gehen, was gegenwärtig insbesondere bei Harald Lutz und Bernd Frentzel-Beyme noch aus praktischem Erleben bereitstand. Die Ultraschalldiagnostik in Deutschland hat sich dank der DEGUM vielfältig und interdisziplinär fast einmalig entwickelt.

Ein Wort zu dem, was wir als **‘Pioniere’** bezeichnen – lange haben wir gestritten, ob es besser Aktivisten, Akteure, Aktive, was auch immer heißen sollte – wichtig war uns hier, einige verdienstvolle Namen zu nennen. Diese Liste und Reihe der gesondert Herausgestellten ist

sicher nicht vollständig. Es sind Personen, die nach unserer ganz persönlichen Wahrnehmung in Deutschland einen wichtigen Beitrag geleistet haben. Hier sind wir dankbar für weitere Hinweise, sind aber auch voller Anerkennung für diejenigen, die wir hier erwähnen.

Die Geschichte der Ultraschalldiagnostik in Deutschland ist eng verbunden mit der der **DEGUM**. Es ist auch eine beispielhafte Geschichte des Zusammengehens der beiden Teile Deutschlands. Innerhalb der DEGUM konnte man das Zusammenwachsen hautnah und beispielhaft erleben.

Noch **in eigener Sache**: Wir danken insbesondere Harald Lutz für seine persönlichen Beiträge und das unschätzbare Wissen, Bernd Frentzel-Beyme – den Motor des Projektes – für seine umfangreichen Ergänzungen

und sein jahrelanges Engagement um das Museum, Manfred Salaschek für die akribische Überarbeitung und Recherche diverser Beiträge, Christian Jakobeit für die jahrelange Arbeit vor Ort in Lennep mit dem Ultraschallmuseum. Letztendlich lag die Umsetzung des Projektes mit der erstmaligen Herausgabe im eigenen Verlag in meiner Hand, was viel Freude bereitete.

Wir wünschen den Lesern viel Spaß aber auch Informationen zur Nutzung z.B. in eigenen Fortbildungen und Vorträgen und freuen uns über Anmerkungen, Ergänzungen und Zuspruch.

Dieter Nürnberg
im Namen des Museumsbeirates

Geleitwort

Karlheinz Seitz



Heute ist es selbstverständlich, sonographisch in Echtzeit mit hoher Auflösung in den Körper des Patienten hinein zu sehen und die Befunde ad hoc zu interpretieren und zu erklären. Die Sonographie ist die weltweit am häufigsten angewandte bildgebende Methode, das war nicht immer so.

Erste ernsthafte Entwicklungsversuche setzten mehr oder weniger zeitgleich und unabhängig von einander in mehreren Ländern nach dem 2. Weltkrieg ein. Meist waren es Ingenieure, die ohne den Hintergrund einer großen Firma, oft in Verbindung mit Ärzten, sich mit oft einfachen Mitteln und unterschiedlichen Ideen an die schwierige Ultraschalltechnik heranwagten. 1962 waren 12 Exemplare des ersten Compound-Scanners kommerziell verfügbar (Ian Donald, GB). Die sog. Compound-Scanner waren mit einem Bildaufbau von 30-40 Sekunden extrem langsam, zeigten überwiegend nur Organumrisse und die ungewohnten Schnittbilder schienen kaum interpretierbar.

Die Anfänge der Ultraschallbildgebung ist im deutschsprachigen Raum vor allem mit den medizinischen Pionieren Alfred Kratochwil (Wien), Gerhard Rettenmaier (Erlangen) und Hans-Jürgen Holländer (Münster) verbunden. In Österreich entstand 1966 mit Anregungen des Gynäkologen Kratochwil bei Kretz-Technik der erste Compoundscanner. In Deutschland kam 1967 das von dem jungen Siemens-Techniker Richard Soldner für die Mammadiagnostik entwickelte erste Real-time-Gerät, das legendäre Vidoson auf den Markt.

Es schien zunächst ein „Flop“ zu werden. Erst im zweiten Anlauf wurde das Vidoson von Holländer und Rettenmaier in der Geburtshilfe und Inneren Medizin erfolg-

reich eingesetzt. Die Methode wurde lange eher belächelt, einhellig gaben Techniker und etablierte Mediziner dem Verfahren keine große Zukunft. Doch das Vidoson wurde mit letztlich 15000 verkauften Geräten zur Erfolgsgeschichte.

Wie die Sonographie in die Innere Medizin kam 1974 ergab sich eine spannende, fast emotionale Diskussion um die Vorzüge von Compound-Scan (langsames B-Bild) und Real-Time-Technik (Vidoson). Die Kernfrage war bessere physikalische Auflösung und Schwarzweiß-Bild und Ganzkörperquerschnitt versus schnelles B-Bild mit Grauwerten.

Nach dem Zusammenschluss von ultraschallinteressierten Ingenieuren und Medizinern kam innerhalb von 10 Jahren der Durchbruch für die Methode. Ein erster Meilenstein war der Wiener Weltkongress 1969.

Die junge Ultraschallszene traf sich ab 1971 zum interdisziplinären Wissensaustausch auf den Jahreskongressen der DAUD (Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Ultraschalldiagnostik) und der 1975 von der DAUD organisierten europäischen Tagung in München. 1977 fand in Wien das erste gemeinsame Dreiländertreffen der DEGUM, ÖGUM und SGUM statt.

Die kleine, aktive Szene bestand aus ultraschallbegeisterten Ingenieuren und Ärzten, im Schlepptau Doktoren und Assistenzärzte, die das wissenschaftliche und anwendungsorientierte Umfeld über einige Jahre bestimmten. Einen weiteren Entwicklungssprung stellten die Multiarray-Scanner dar. Rein empirisch stellte sich rasch der praktische Nutzen heraus.

Die Anwendungsmöglichkeiten lagen sozusagen auf der Straße, so dass viele Anregungen auch von nicht-universitären kommunalen Kliniken ausgingen. Bis spätestens 1985 war „alles“ bekannt, was mit B-Bild, Doppler- und Farbdopplertechnik diagnostiziert werden konnte. Der wissenschaftliche Austausch fand verbal auf den Kongressen statt, publiziert wurde oft in den damals üblichen Kongressbänden.

Highlights am EFSUMB-Kongress 1975 (München)

Neue Techniken waren angesagt: Multi-array und Phased-array waren wegweisend! Die Geräte wurden handlich und real time zugleich. Noch nicht praktikabel aber visionär ein pilzförmiges handheld device mit Akku und briefmarkengroßem Display, nur für die Diagnostik der Endokarditis und Mitralsenose erdacht (Niklas Bom, NL).

Weil zu wenig, und überdies kaum in englischer Sprache publiziert wurde, ist ein großer Teil des damals erarbeiteten Wissens in der Literatur nicht oder nur rudimentär auffindbar. Schade, denn damals war die deutschen Schaller weltweit führend. Nur die Gynäkologen behaupteten als „shooting stars“ der DEGUM ihre Spitzenstellung.

1. Dreiländertreffen Wien 1977

Es erfolgte die Gründung der „Ultraschall in der Medizin“, der gemeinsamen Zeitschrift von DEGUM, ÖGUM und SGUMB, die Zeitschrift erscheint ab 1980.

Die Ultraschalldiagnostik wurde „lehrbar“ und mehrere tausend Ärzte wurde in den z.T. bis heute bestehenden Ultraschall-Kursen ausgebildet. Nahezu alles was damals aus Erfahrung gelehrt wurde, wird heute in zahllosen Publikationen nochmals „neu entdeckt“ und publiziert. Alter Wein in neuen Schläuchen, so war es ja auch mit der Echokardiographie gelaufen.

Die Ultraschalldiagnostik wurde zum geschätzten diagnostischen Werkzeug in der Pädiatrie, Neurologie, Urologie, HNO, Chirurgie und Orthopädie. Die Radiologen standen abgesehen von einer kleinen Gruppe teilweise abseits und begeisterten sich für CT und MRT. Entgegen der ursprünglichen Erwartungen hat sich die Ultraschalldiagnostik technisch mit vielen Neuerungen stetig weiterentwickelt. Die verführerischen, exzellenten Bilder lassen das „Sonographieren“ heute allzu leicht erscheinen.

19. Dreiländertreffen 1995 in Dresden: erstes DLT in den neuen Bundesländern

Gründung des Ultraschallmuseums: „Festsitzung“ mit zahlreichen Pionieren der Ultraschall-Diagnostik. In der Folge Aufbau des Museums insbesondere durch das Engagement von B. Frentzel-Beyme, V. Hofmann, H. Lutz, R. Soldner, Ch. Jakobeit und D. Nürnberg

Wenn man die Geschichte der Sonographie in der vorliegenden Monographie Revue passieren lässt, so ergibt sich ein exzellenter Überblick über die technischen Entwicklungen vom A-Mode-Gerät bis zur Kontrastmittelanwendung und Elastographie. Als Pendant zu diesem historischen Abriss ist das Ultraschallmuseum zu sehen. Dieses Museum verfügt dank des jahrelangen engagierten Einsatzes über eine große Sammlung, sowohl von Geräten als auch Ultraschall-Literatur. Viele der dort ausgestellten Sono-Dinos laufen noch. Fahren Sie doch mal hin, Sie sind herzlich eingeladen!

Karlheinz Seitz

01. Das Ultraschallmuseum

Bernd Frentzel-Beyme, Volker Hofmann



Anfang der neunziger Jahre gab es von dem Gynäkologen Manfred Hansmann und dem Radiologen Rückert Überlegungen, alte Ultraschallgeräte zu sammeln. Bereits 1992 wurde auf der Mitgliederversammlung der DEGUM beschlossen, diesen Gedanken aufzugreifen und ein Ultraschall-Museum zu gründen.

Am 10.12.1993 wurde die Gründung mit der Verabschiedung der Satzung für den „Verein Ultraschall-Museum im Hygienemuseum in Dresden“ vollzogen. Mitglieder des ersten Museumsrates waren Volker Hofmann aus Halle, der zum geschäftsführenden Vorstand des Museums gewählt wurde, Frau Doris Neuerburg-Heusler aus Engelskirchen, Rudolf Millner aus Halle, Harald Lutz aus Bayreuth und Bernd Frentzel-Beyme aus Berlin.

Der Aufbau der Gerätesammlung wurde zunächst dem Biophysiker R. Millner übertragen, Leiter des Institutes für angewandte Biophysik der Universität Halle, welches in der methodischen Ultraschalldiagnostik einen Arbeitsschwerpunkt hatte. Millner verfügte zu diesem Zeitpunkt bereits über eine stattliche Sammlung alter Geräte aus der ehemaligen DDR mit den entsprechenden Quellenkenntnissen und -nachweisen, so dass mit weiteren Gerätezuführungen bald eine Anzahl von annähernd 100 Exponaten zur Verfügung stand.

Es mag vielleicht etwas befremdlich erscheinen, bereits so früh für den Ultraschall ein eigenes Museum zu gründen, da doch die Verbreitung der Ultraschalldiagnostik erst in den 80er Jahren begann. Es wurde aber schon Anfang der 90er deutlich, dass die Entwicklung so rasant schnell verlief, dass es zur Gründungszeit schon schwer fiel, ausreichend alte und v.a. funktionsfähige Geräte aufzutreiben.

Das Ultraschallmuseum wurde offiziell auf dem Dreiländertreffen in Dresden in einem historischen Symposium mit über 1000 Teilnehmern vorgestellt. Die Pioniere der

Ultraschallentwicklung der jeweiligen Fachgebiete waren eingeladen und schilderten lebhaft ihre frühen Erfahrungen und Anfänge mit dem diagnostischen Ultraschall.

Die Festredner waren:

R. Millner: *Vom Echo zur Echographie;*

S. Effert: *Die Anfänge der Echokardiographie;*

W. Buschmann: *Ophthalmologische Ultraschalldiagnostik im deutschsprachigen Raum;*

A. Kratochwil: *Geschichtliche Entwicklung der Ultraschalldiagnostik;*

G. Rettenmaier: *Wie die Bilder laufen lernten. Über die Anfänge der Real-time-Sonographie;*

A. Bollinger, U. Franzek, U. Hoffmann: *Zur Geschichte der Dopplersonographie.*

Gleichzeitig fand eine umfassende Geräteausstellung statt mit nahezu allen Exponaten (Abb. 1).



Abb. 1: Ausstellung 1995 in Dresden.

In der Folge wurde ein kleiner Schauraum im Hygienemuseum in Dresden eingerichtet mit wichtigen Informationen zur Ultraschalldiagnostik und mit wenigen Geräten. Die meisten Geräte wurden allerdings in einem gesondertem Lager des Hygienemuseums in Radebeul gelagert. Fast wären diese der großen Elbe-Flut 2002 zum Opfer gefallen. Die Rettung ist einer Einheit der Bundeswehr zu verdanken, die die Geräte in letzter Sekunde sicherten.

Leider erhielt das Hygienemuseum Dresden später eine andere inhaltliche Aufgabenstellung und sah keine Möglichkeit zur weiteren Beherbergung des Ultraschallmuseums.

Nach längerem Suchen wurde schließlich ein neuer Standort gefunden. Im **Deutschen Röntgenmuseum in Remscheid/Lennep** fand sich einen geeigneter Platz und in Direktor Ulrich Henning einen aktiven und interessierten Partner.

2002 wurden schließlich alle Geräte nach kurzzeitiger Zwischenlagerung in Neuruppin in das Depot des Röntgenmuseums gebracht, eine würdige und räumlich großzügige Unterbringung in einem alten denkmalgeschützten Fabrikgebäude in Dahlerau. Im Röntgenmuseum selbst wurde ein ca 12qm großes Schaufenster eingerichtet, in dem diagnostische Möglichkeiten u.a. die Embryonalentwicklung sehr anschaulich dargestellt werden. Der Mittelpunkt der Museums-Koje ist ein Touch-Screen-Monitor, auf dem sich Besucher einen Überblick verschaffen können über die Entstehung des Ultraschalls, über alle Exponate des Ultraschallmuseums und über Organe, die mit US untersucht werden können unter Einbeziehung sonographischer Bilder vieler Krankheiten (Abb. 2).



Abb. 2: sog. Koje im Röntgenmuseum

Die Exponate im Museums-Depot in Dahlerau sind auf drei Räume verteilt.

Im sog. **A-Raum** (die meisten Geräte hier arbeiten mit dem A-Mode-Verfahren) sind z.B. alte Materialprüfgeräte und die ersten diagnostischen Geräte für die Ophthalmologie, Neurologie und Echokardiographie (die ältesten von 1958) ausgestellt. Eine Unterabteilung ist der Entwicklung in der DDR gewidmet und eine andere zeigt die komplette Schiene in der Augenheilkunde. Ein Compound-Gerät und das erste Real-Time-Gerät der Welt (1965), ein funktionierendes Vidoson, runden die Sammlung ab (Abb. 3).



Abb. 3: A-Raum

LESEPROBE - bleiben Sie neugierig!

02. Die Anfänge der Ultraschalldiagnostik

Bernd Frentzel-Beyme



Die Ultraschalldiagnostik beruht auf der Analyse der **Echos**, die der Ultraschall im Gewebe (Körper) erzeugt. Ultraschall bezeichnet dabei Schallwellen, die über dem menschlichen Hörvermögen liegen.

Das Phänomen der Echobildung von Schallwellen, die auf ein Hindernis treffen, ist den Menschen schon immer bekannt als ein zunächst rätselhaftes Phänomen. Daher haben es die alten Griechen der Bergnymphe Echo, zugeschrieben. Doch wurde es noch im klassischen Altertum von Aristoteles (320 v. Chr.) wissenschaftlich erklärt: „Luft wird von einer Wand am Vordringen gehindert und gleich einem Ball zurückgeworfen.“

In der Natur wird dieses Phänomen von Tieren vielfach genutzt: die Fledermaus orientiert sich im Raum mittels ausgesandter Ultraschallsignale, deren Echos sie hört und bewertet, etwa als Hindernis oder als Jagdbeute. So kann sie sich auch im Dunklen orientieren. Da ihre Ultraschallsignale für den Menschen nicht hörbar sind, vermutete man einen 6. Sinn, den der italienische Mönch Lazzaro Spallanzani experimentell suchte (xx). Er verschloss die Ohren von Fledermäusen mit Wachs und erkannte, dass die Tiere sich dann nicht mehr orientieren konnten. Erst 1946 konnte Donald Griffin nachweisen, dass dieser „6. Sinn“ der Fledermaus ein „Ultraschall-Sinn“ ist, also zu einem Zeitpunkt, als Echoverfahren längst technisch genutzt wurden (xx)

1673 nennt der Jesuitenpater und Gelehrte Athanasius Kirchner in seinem Buch über die „Laut- und Thonkunst“ erstmals den Begriff „**Echometria**“. Der Begriff bezeichnet das Messen mittels Echos.

Voraussetzung für die technische Nutzung des Ultraschalls ist der **piezoelektrische Effekt**, der von den Brüdern Jacques und Pierre Curie 1880 entdeckt wurde (xx). Natürliche oder künstliche piezoelektrische Kristalle

(Kristalle mit einem nicht polaren Kristallgitter) reagieren auf mechanische Verformung z. B. durch auftreffende (Ultra-)Schallwellen mit elektrischen Ladungen an den Oberflächen (Empfangssituation). Umgekehrt führt ein an den gegenüber liegenden Flächen angelegtes Potential zu einer Änderung der Dicke. In einem elektrischen Wechselfeld werden diese Kristalle so zu einer rhythmischen Dickenänderung, also zu Schwingungen ange-regt. Diese Bewegungsenergie geben sie als (Ultra-) Schallwellen an die Umgebung ab (Sendesituation).

Wichtig für die spätere Anwendung des Ultraschalls in der Medizin wurde die Entdeckung von zwei weiteren physikalischen Gesetzmäßigkeiten im 19. Jahrhundert. 1842 veröffentlichte der Österreicher **Christian Doppler** seine Arbeit „Über das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels“, in der er die Frequenzverschiebung – Rotverschiebung – sich vom Beobachter entfernender Objekte beschreibt und somit den nach ihm benannten „Doppler-Effekt“, der die Grundlage der Strömungsdiagnostik in Blutgefäßen mit Ultraschall darstellt (xx) (->Kap. xx).

1945 entdeckte der deutsche Arzt Robert Mayer das universelle Gesetz von der **Erhaltung der Energie**: „Wo Bewegung entsteht Wärme vergeht, wo Bewegung verschwindet Wärme sich findet (xx)“. So führt die Absorption der Ultraschallwellen im Gewebe zu einer Erwärmung, die zur Therapie genutzt wurde (s. u.), die aber auch Ursache für unerwünschte Nebenwirkungen der Ultraschalldiagnostik werden kann.

Technisch realisiert wurde die „Echometrie“ erstmals 1912: Angeregt durch den Untergang der Titanic entwickelte der deutsche Physiker Alexander Behm das **Echolot** als „Behmplot“ (xx). Etwa gleichzeitig meldete auch der Brite Lewis Fry Richardson ein Patent zur Ortung von Unterwasserhindernissen an (xx). Die Ortung

von Eisbergen gelang mit dem Echolot zwar nicht, aber die Messung der Meerestiefe war bei bekannter Schallgeschwindigkeit so möglich (Abb. 1). Behm nutzte übrigens noch hörbaren Schall (Knall einer Explosion).



Abb. 1: A. Behm

Interessanterweise wurde das Behm'sche Echowfahren auch zur Höhenmessung in der Luft verwendet und zwar von den Zeppelinern. Im ersten Weltkrieg wurde das Echolot als Sonar zur Ortung von getauchten U-Booten weiterentwickelt.

Die erste Anwendungsform des Ultraschalls in der Medizin war die **Therapie**: 1939 publizierte R. von Pohlmann aus Berlin eine Arbeit über die Behandlung der Epicondylitis der Violinspieler mit Ultraschall (Abb. 2).



Abb. 2: Ultraschallbehandlung durch R. Pohlmann

Durch den Ultraschall kommt es im Gewebe zu einer mechanischen und einer thermischen Wirkung. Die mechanische Wirkung ist eine Vibrationswirkung mit starken Kompressionen und Expansionen, was der Wirkung einer kräftigen Massage entspricht. Die thermische Wirkung entsteht durch Absorption, d.h. die Umwandlung der mechanischen Energie in Wärmeenergie (s. o.). Das erste Gerät zur **zerstörungsfreien Materialprüfung** wurde 1942 von F. Firestone aus den USA vorgestellt (xx). Das Prinzip besteht darin, dass Ultraschall an Grenzflächen unterschiedlicher Impedanz reflektiert wird und diese Grenze bei Luft–Metall besonders groß ist. So können Risse, Einschlüsse oder Schadstellen bei Schweißnähten von Metallen gesehen werden (Abb. 3a und b).



Abb. 3a:

Abb. 3b: Überprüfen von Schweißnähten

Der österreichische Neurologe Karl Theodor Dussik darf für sich in Anspruch nehmen, der erste Mediziner gewesen zu sein, der Ultraschall diagnostischen Zwecken nutzbar machte. In Zusammenarbeit mit seinem Bruder Friedrich, einem Physiker, begann er seine Arbeit 1938 am Physikalischen Institut der Wiener Universität und publizierte 1942 über erste Versuche mit der **Transmissionssonographie** und 1947 über die **Hyperphonographie** des Schädels (xx).

Auf der einen Seite der Schädelkalotte wurde der Sender platziert und genau gegenüber der Empfänger (Abb. 4a und b). Die US-Welle erfährt beim Durchtritt durch das Gehirn eine Schwächung und Dämpfung, so dass eine Absorptionskarte des Gehirns fotografisch

LESEPROBE - bleiben Sie neugierig!

03.1. A-Mode

Manfred Salaschek



Ein Echo liefert mehr Informationen als das einfache reflektierende Wiederholen des letzten Wortes. Der Wanderer kennt das: Von einer glatten Felswand zurückgeworfen hat das Schallecho eine andere Intensität und Qualität als die Reflexion von einem durchbrochenen Waldrand, die hier partiell und mit minimal variablen Laufzeiten zurückgeworfen werden. Und bestimmt er das Zeitintervall bis zum Eintreffen des Echosignals, kann er – bei bekannter Schallgeschwindigkeit in der Luft – auch die Entfernung abschätzen. Kommt aber anstelle des ausgerufenen „Halli“ ein „Hallo“ zurück, wie bei Georg Kreislers Lied vom „Max auf der Rax“, dann liegt wohl eine Frequenzverschiebung in Sinne eines Dopplereffektes durch sich bewegende Strukturen vor (->Kap. 06).

Die Genauigkeit der Entfernungsbestimmung (axiales Auflösungsvermögen) wird allerdings von der Wellenlänge und der Dauer des ausgesandten Schallimpulses bestimmt. Bei den heute möglichen sehr kurzen Impulsdauern ist ein theoretisches axiales Auflösungsvermögen möglich, das dem Einfachen bis Eineinhalbfachen der ausgesandten Wellenlänge (λ) entspricht (xx). Anhand der Formel zur Ermittlung der Wellenlänge ($\lambda = v / f$) errechnet sich bei einer Schallgeschwindigkeit (v) in Wasser von ca. 1540 m/s für eine von Menschen gut hörbare Tonfrequenz (f) von 1000 Hz eine Messgenauigkeit um 1,5 bis 2,3 m. Für diagnostische Zwecke muss daher auf die wesentlich höheren Frequenzen des Ultraschalls zurückgegriffen werden: bei 3 MHz in Wasser beträgt die axiale Auflösung ca. 0,7 mm, bei 12 MHz bis zu 0,1 mm.

Nach Entdeckung des piezoelektrischen Effekts durch die Brüder Jaques und Pierre Curie 1880 (xx) dauerte es fast 50 Jahre, bis Sergei Sokolov die Idee für ein Ultraschallgerät zur Materialprüfung nach dem Reflexions-

verfahren mit einer Frequenz von 3 MHz und sehr kurzen Ultraschallimpulsen entwickelte, das eine ähnliche Auflösung haben sollte wie die optische Mikroskopie (xx). Solche hoch auflösenden Geräte konnten allerdings erst in den 1940er Jahren von Floyd Firestone und Herbert Krautkrämer technisch realisiert werden und zwar zum Aufspüren von Materialdefekten (xx) (xx).

Nach ersten und aus heutiger Sicht wenig erfolgreichen Versuchen von H. Gohr, Th. Wedekind, Karl Dussik und Wolf-Dieter Keidel, Ultraschall in der Medizin zur Diagnostik nicht im Reflexions- sondern im Durchschallungsverfahren anzuwenden (xx) (xx, xx), suchte George Ludwig in Bethesda, Maryland, ab ca. 1946 mit einem solchen Materialprüfgerät experimentell in Tiergeweben nach Fremdkörpern, z.B. Gallensteinen (xx).

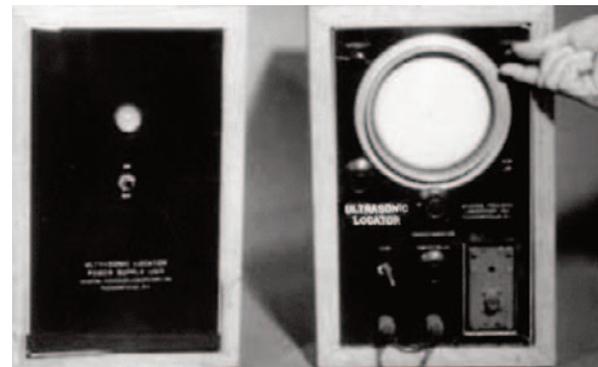


Abb. 1: George Ludwigs Oszilloskop (Quelle: xx)

Dieses Gerät basierte auf dem Prinzip des Impuls-Echo-Verfahrens, das bis heute für die medizinische Ultraschalldiagnostik genutzt wird. Bei dem damals allein verfügbaren eindimensionalen A-Mode (Amplituden Mode) wird das an einer Grenzfläche reflektierte Echo

des längs einer Linie ausgesandten Schallimpulses graphisch so dargestellt, dass die Laufzeit (damit die Entfernung) auf der X-Achse und die Intensität des Echos als Amplitude auf der Y-Achse eines Oszilloskops erscheint.

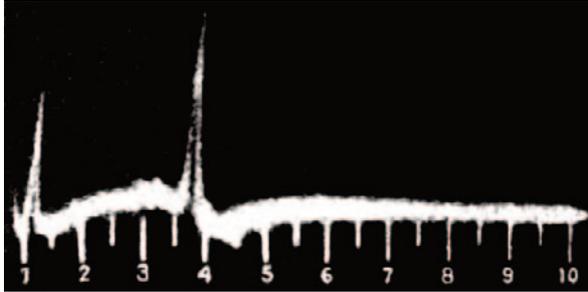


Abb. 2: Darstellung einer gefüllten Harnblase (© Ludwig)

Nach Ludwig schritt die Entwicklung rasch fort. 1949 arbeitete John Julian Wild an der Erkennung der Dicke der Darmwand, um so Tumore zu erkennen (xx). Zusammen mit French und Neil berichtete er von Untersuchungen zur Lokalisation von Tumoren an freigelegten Gehirnen von Verstorbenen (xx). Am intakten Schädel konnten schwedische und japanische Arbeitsgruppen 1953 erstmals reproduzierbar Strukturen des Gehirns nachweisen (xx).[Abb. 3]

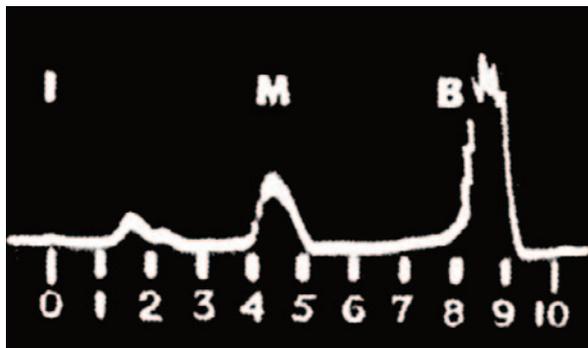


Abb. 3: Lars Leksells erstes veröffentlichtes „echo-encephalogram“ eines gesunden Kindes (I = Initialecho, M = Mittelecho, B = Endecho) (© Leksell)

A-Mode Untersuchungen am Hirnschädel werden **Echo-encephalographie** genannt. In Deutschland wurde die E. vor allem von den Neurochirurgen Ekkehard Kazner (xx) und Werner Pia (xx) sowie den Nervenärzten Wilhelm Feuerlein (xx) und Frieder Láhoda (xx) weiter entwickelt und propagiert. Rasch wurde die E. zur unverzichtbaren Untersuchungsmethode bei der Neurotraumatologie, insbesondere wegen einer leicht zu erkennenden pathologischen Verschiebung des Mittelechos.

Sie diente aber auch zur unblutigen Darstellung anderer, vor allem raumfordernder intrakranieller Strukturen. Erst mit Aufkommen der Cranialen Computertomographie (CCT) ab Ende der 1970er Jahre wurde sie obsolet. Der Begriff Echoencephalographie ist heute nicht mehr gebräuchlich, obwohl am Hirnschädel weiterhin andere Ultraschalluntersuchungen vorgenommen werden (-> Kap. 10).

Am Herzen wurde das A-Mode Verfahren **Echokardiographie** oder Herzecho genannt, Bezeichnungen, die bis heute für andere Ultraschallverfahren am Herzen fortbestehen. Allerdings spielte an dem sich ständig bewegenden Organ der A-Mode niemals eine nennenswerte Rolle, der Durchbruch kam hier erst mit der Entwicklung des zeitlich fortlaufend registrierten TM-Modes durch Inge Edler und Carl H. Hertz, 1953 (xx) (-> Kap. 04).

In der **Ophthalmologie** betrifft die A-Mode Anwendung Auge und Orbita und erlaubt hier Gewebsdiagnostik und vor allem Biometrie mit hohen und daher hochauflösenden Ultraschallfrequenzen (xx). Frühe Pioniere in den 60er Jahren waren Arvo Oksala (xx) und Werner Buschmann (xx), nach einer Erstbeschreibung 1956 von Henry Mundt und William Hughes (xx). Der A-Mode wird mit handgehaltenem Schallkopf oder aus dem B-Mode (als Vektor-A-Mode) erzeugt. Am Augapfel sind zwar viele Strukturen durch den Untersucher direkt bzw. mit Licht einsehbar, sofern keine Verletzungen oder Trübungen der brechenden Medien vorliegen, doch kommen dem A-Mode-Ultraschall hier bis heute spezielle, besonders biometrische Aufgaben zu, darunter die axiale Biometrie.

LESEPROBE - bleiben Sie neugierig!

03.3. B-Mode (Compound-Geräte)

Bernd Frentzel-Beyme



Die A-Mode-Technik war nach dem Impuls-Echo-Verfahren das erste in die medizinische Routine eingeführte diagnostische Ultraschallverfahren, etwa in der Neurologie (-> Kap. 09 u. 10). Dieses eindimensionale Verfahren schien von vornherein in komplexen Körperregionen wie dem Bauchraum weniger geeignet. Zur topografischen Orientierung war hier ein echtes bildgebendes Verfahren erforderlich.

Zwei Schritte führten vom A-Mode zu einem bildgebenden Verfahren, dem B-Bild:

1. Umwandlung des **Amplituden-Modus (A-Scan)** in einen **Brightness-Scan (B-Scan)**, das heißt, das Echo wurde als Bildpunkt auf einer Bildröhre dargestellt.
2. Im zweiten Schritt wurde aus dem eindimensionalen Messstrahl durch Anordnung zahlreicher Scanlinien in einer Ebene ein zweidimensionales Schnittbild erzeugt (Abb. 1).

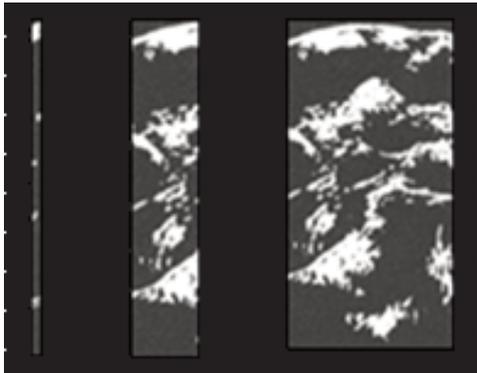


Abb. 1: Aus dem eindimensionalen B-Scan entsteht durch Aneinanderreihen vieler Scanlinien (durch Bewegung des Schallkopfes in einer Ebene) das zweidimensionale B-Bild

Die einzelnen Ultraschallimpulse wurden zwar in einer Ebene, aber in der Richtung ungeordnet in den Körper gesandt. Die Empfindlichkeit war noch gering, so dass eine Grenzfläche mehrfach getroffen werden musste, um ein messbares Echo zu erhalten. Diese Technik, mit dem Transducer die Körperoberfläche des Patienten zu umfahren und gleichzeitig Schwenkbewegungen für eine sektorförmige Abtastung durchzuführen, wird **Compound-Scan** genannt. Ab einem definierten Schwellenwert wurde jedes Echo entweder gleich hell dargestellt oder gar nicht abgebildet: das so genannte **bi-stabile Bild**. An der Abb. 2 kann man gut die komplette Compound-Bewegung erkennen: der Schallkopf umfährt das gesamte Abdomen und macht dabei Sektorbewegungen (weiße Zacken an der Körperoberfläche (Abb. 2).

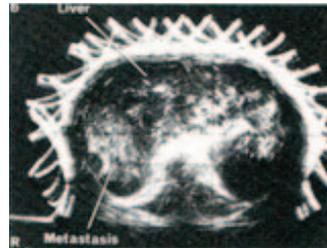


Abb. 2: Oberbauch, bi-stabil. Die weißen Zacken entsprechen den Sektorbewegungen (aus: Handbook of Clinical Ultrasound (xx))

Die ersten Geräte dieser Art konstruierte der Amerikaner Douglas Howry (xx), der als Radiologe Bilder erzeugen wollte, die eine ähnliche Topografie zeigten wie ein Röntgenbild. Zunächst saßen die Patienten in einem Wasserbad (Immersionsscanner) und der Schallkopf

03.4. Dopplersonographie

Manfred Salaschek, Gerhard-Michael von Reutern



„Eigentlich hätten wir seit den 1950er Jahren schon die Technik gehabt, um mit Ultraschall die Strömung in den Arterien zu untersuchen,“ sagte ein Neurologe beim Besuch der Echoenzephalographie-Geräte im Ultraschallmuseum, „gepulsten Ultraschall und Sonden, mit denen man sogar durch die Schädelkalotte schallen konnte. Nur die Idee fehlte, dafür das Dopplerprinzip einzusetzen“.



Abb. 1:
Christian Doppler und
das Doppler-Prinzip
(Schema auf d. Brief-
marke rechts unten)

Bei dem nach ihm benannten Effekt, den Christian Doppler erstmals 1842 an Hand von Sternbeobachtungen beschrieb (xx), geht es um die Änderung der Frequenz von Wellen abhängig vom Bewegungszustand ihres Senders (bzw. Reflektors) oder des Empfängers. Diesen Effekt fand Doppler bei Lichtwellen. In gleicher Weise tritt er bei Schallwellen auf. Da bei der Sonographie die Schallgeschwindigkeit v_{Schall} während des Vorgangs konstant bleibt, muss sich gemäß der Wellenformel mit einer Änderung der Wellenlänge λ auch die Schallfrequenz f ändern:

$$v_{\text{Schall}} = \lambda \cdot f \leftrightarrow f = v_{\text{Schall}} / \lambda$$

Dem entsprechend wird die Sendefrequenz des diagnostischen Ultraschalls an strömenden Blutkörperchen

mit einer höheren oder tieferen Frequenz reflektiert bzw. gestreut, je nachdem ob das Blut auf die Schallsonde hin- oder von ihr wegströmt. Bei der Untersuchung von Blutgefäßen liegt die Differenz zwischen emittiertem und reflektiertem Schall ("Dopplerfrequenz") im Bereich von etwa 50 Hz bis 16 kHz und kann damit unmittelbar hörbar gemacht werden. Aus der Frequenzverschiebung und dem Cosinus des Beschallungswinkels errechnet sich die Geschwindigkeit der Blutströmung.

Technisch umgesetzt wurde diese Idee zuerst ab 1955 in Osaka, Japan, durch Shigeo Satomura und Mitarbeiter mit perkutanen Untersuchungen am schlagenden Herzen und – später – an Blutgefäßen (xx).

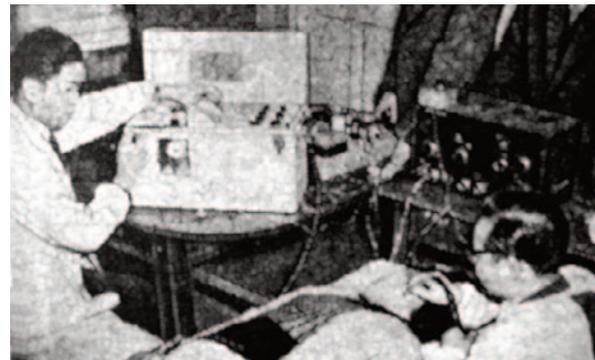


Abb. 2: Shigeo Satomura (rechts) und Ziro Kaneko bei dopplersonographischer Untersuchung am Hals
(Foto von B. Widder zur Verfügung gestellt)

Ohne Kenntnis der japanischen Forschungsergebnisse entwickelten in Seattle, USA, Dean Franklin u. M. ebenfalls ein Dopplersonographie-Gerät, mit dem sie 1958 an Hunden die ersten experimentellen Untersuchungen

durchführten, bei denen die Sonde noch direkt auf die Aorta aufgesetzt wurde (xx).

Das erste kleine tragbare Dopplersonographiegerät für die klinische Anwendung wurde Mitte der 1960er Jahre in Seattle unter Mitwirkung von Gene Strandness entwickelt (xx).



Abb. 3: Tragbares Dopplersonographiegerät Parks 802* (USA). Entwicklung ab 1966, Produktion ab 1968. (© Ultraschallmuseum)

Danach kamen in rascher Folge weitere kommerziell nutzbare Dopplersonographiegeräte auf den Markt. In Europa entwickelte Léandre Pourcelot das erste klinisch einsetzbare Gerät, mit dem wenig später auch die Neurologen der Universität Heidelberg arbeiteten: [siehe Abb. 4].

Damit waren die Voraussetzungen für Forschungen auf verschiedenen medizinischen Fachgebieten gegeben, z.B. Untersuchung des fetalen Herzens (xx); periphere Venenerkrankungen vor allem durch Alfred Bollinger und Mitarbeiter (xx); Arterielle Verschlusskrankheit der Extremitäten (xx, xx); differenzierte Herzuntersuchungen bei Erwachsenen (xx).

Über Untersuchungen hirnersorgender Arterien berichtete die japanische Arbeitsgruppe um Ziro Kaneko in Zusammenarbeit mit Satomura zuerst (xx); in Europa



Abb. 4: Delalande DUD 01* (Frankreich). 1968 als erstes europäisches kommerziell erhältliches Dopplersonographiegerät vorgestellt (© Ultraschallmuseum)

forschten vor allem die Franzosen Pourcelot und Thérèse Planiol ab 1967 (xx), im deutschsprachigen Raum die Schweizer Arbeitsgruppen um Hans Ruedi Müller ab 1971 (xx) und um Herbert Keller ab 1973 (xx), aus Freiburg i. B. um Joachim Büdingen, Michael Hennerici, Kristian Kendel, Hans-Joachim Freund und Gerhard-Michael von Reutern (xx, xx). In der DDR waren es vor allem die Biophysiker Rudolf Millner und Ulrich Cobet (xx, xx).

Da die Dopplerfrequenzen durch strömendes Blut bei den üblichen Ultraschall-Sendefrequenzen von 2-8 MHz im akustisch hörbaren Bereich liegen, konnten diese schon bei den ersten Untersuchung über Lautsprecher oder Kopfhörer verfolgt werden. In einem zweiten Schritt wurden die Dopplersignale in einen auf die Schallsonde zu- und einen von der Schallsonde weg-führenden Anteil zerlegt (Zunahme bzw. Abnahme der empfangenen im Vergl. zur gesendeten Schallfrequenz). Nach dem bisher beschriebenen kontinuierlich sendenden und empfangenden **cw-Doppler-Verfahren** wurde das Impulsdoppler-Verfahren (**pw-Doppler**) ent-

LESEPROBE - bleiben Sie neugierig!

04. Ophthalmologie

Hans Georg Trier



Teil I Ultraschall-Therapie und -Chirurgie

Erste Experimente erfolgten ab 1938 auf der Suche nach einer Behandlung für Glaskörperblutungen. (Goldberg 1967) Anfang der 60er Jahre Entwicklung von Ultraschallverfahren und -geräten zur Emulsifikation und Absaugung der Linse (Phakoemulsifikation) und des Glaskörpers. Die Phakoemulsifikation in der Kataraktchirurgie* (Kelman 1969) stellt bis heute weltweit die häufigste chirurgische Ultraschallanwendung dar.

Jahr	Arbeitsgruppe / Technik .
1956	Mundt u. Hughes (USA): A-Mode /NDT-Gerät SMITH KLINE Erstanwendung Ophthalmologie
1957-59	Oksala, Lehtinen (Finnland) A-Mode / NDT-Gerät KRAUTKRÄMER Beginn der A-Mode Systematik.
1958	Baum u. Greenwood (USA) Compound-B-Mode /Eigenbau; bis 15 MHz, fokussiert, Immersion, sitzend

Teil II Ultraschalldiagnostik

(1) Die frühen Jahre

Die ersten Ergebnisse zur Ultraschalldiagnostik ließen bereits bedeutende Innovationen und Wissenserweiterung in der Augenheilkunde erwarten.

(a) Gerätesituation

Zunächst arbeiteten die Forschungseinrichtungen für Augenheilkunde in Europa nur mit A-Mode-Geräten

industrieller Bauart für Materialprüfung (non destructive testing = NDT), u.a. von den Herstellern KRAUTKRÄMER, Köln oder KRETZ, Zipf (Gerät Serie 1000). Das erste speziell für die ophthalmologischen Bedürfnisse gebaute kommerziell erhältliche Ultraschalldiagnostikgerät war das Gerät Serie 7000 der Firma Kretztechnik*, das H. Bernardt (Kretz) in Zusammenarbeit mit W. Buschmann, Ost-Berlin, 1963 entwickelte. Ab etwa 1965 war das Gerät „Ophthalmograph“ von SIEMENS-KRAUTKRÄMER* erhältlich.

Im Vergleich zur einengenden B-Mode Mechanik mit Wasserbadkopplung versprachen A-Mode Untersuchungen wichtige Vorteile, weil der handgehaltene kleine Schallkopf direkt und frei am Augapfel wie auch peribulbär einsetzbar und so auf relevante Strukturen optimal justierbar war.

b) Entstehen und Verbreiten von Wissen zur Ultraschall-diagnostik

Die Anwendung eines A-Mode Geräts war vorerst eher experimentell. Ungenügendes Wissen über die Funktion der Geräte und über geeignete Diagnoseparameter erschwerten gegenseitig die Anwendung. In der Zeit bis 1964 wurden Grundlagen erarbeitet zu spezifischen Schallgeschwindigkeitswerten der Augengewebe, zum Einsatz für Biometrie und Refraktion sowie zur Echoanalyse in der Netzhaut-, Fremdkörper- und Tumordiagnostik. Aus Deutschland sind für jene Zeit vor allem die Arbeitsgruppen um Gernet, um Nover und um Buschmann zu nennen.

Die Forschung in Deutschland wurde durch die politische Entwicklung des „Eisernen Vorhangs“ mitbestimmt. Von der DDR aus waren wissenschaftliche Kontakte mit der BRD erschwert. Das führende wissenschaftliche Zentrum für Ultraschall in der Ophthalmologie ent-

wickelte sich an der Augenklinik der Charité in Ost-Berlin unter Werner Buschmann. Seine Habilitationsschrift 1964 war die erste Systematik für ophthalmologische Ultraschalldiagnostik; für den A-Mode eröffnete sie einen praktikablen Weg zu reproduzierbaren Untersuchungsbedingungen und diagnostischen Aussagen verbunden mit einer Kalibrierung der abgestrahlten Geräteleistung (Ölstreckenmessgerät*). (Buschmann 1966)

Der Einfluss des Schwerpunkts an der Charité ging über die DDR und die Augenheilkunde hinaus. Zwischen den frühen Forschern bestand der Wunsch nach einer vom Kalten Krieg unabhängigen Organisationsstruktur.

Im Juni 1964 veranstaltete die Humboldt-Univ. in Ost-Berlin in der Augenklinik der Charité ein internationales Symposium unter Buschmanns wissenschaftlicher Leitung. Von den 45 wiss. Vorträgen betraf die Hälfte Ultraschall-Physik und-Technik und med. Anwendungen außerhalb der Augenheilkunde. Aus Ost und West nahmen führende Köpfe der Biophysik und Technik des Ultraschalls teil (z. B. Baum, Filipczynski, Gerstner, Gordon, Greguss, Kossoff, Tschewnenko, v. Ardenne), zusammen mit den medizinischen Pionieren Oksala und White. Eine Unterteilung nach Fachgebieten war bisher nicht erfolgt; die Zeit war noch nicht reif für die Gründung einer supranationalen interdisziplinären Ultraschallgesellschaft. Zur Vorbereitung wurde SIDUO, die internationale Gesellschaft für Ultraschalldiagnostik in der Augenheilkunde, gegründet, die erste derartige Gesellschaft eines Fachgebiets der Medizin. (SIDUO 1964). "SIDUO spiegelte sowohl die Fortschritte von Ultraschall am Auge wie die Realität des "Kalten Kriegs" (White 1990). Die 3. SIDUO Tagung in Wien 1969 wurde gleichzeitig zum 1. Weltkongress der Ultraschalldiagnostik und SIDUO zum Gründungsmitglied der WFUMB.

Nach 1964 führte Buschmann an der Charité erste Schulungen durch Hospitation und Kurse durch, die A-Mode und Sonderverfahren (M-Mode an Gefäßen) betrafen. Sie enthielten technische Vor-träge, Praktika zur Kalibration von Geräten und Schallköpfen und exemplarische

Patientenuntersuchungen. Technische Gerätestandards existierten nicht. Die Teilnehmer – darunter Trier aus Bonn – reisten zu den Schulungen mit den Ultraschallgeräten ihrer Kliniken an und erwarben Kenntnisse, um die Eignung ihrer Geräte zu beurteilen und sie möglichst zu kalibrieren. In der BRD existierten noch keine Schulungen; ein Ultraschall-Schwerpunkt der BRD entstand 1974 durch Trier am Inst. für Experimentelle Ophthalmologie der Univ. Bonn. (Trier 1974) Nach Buschmanns Flucht aus der DDR begründeten beide gemeinsame Ausbildungskurse in der BRD ab 1976, Parallel veranstaltete Ossoinig mit Till klinische Echographiekurse in Wien.

(2) Entwicklung des A-Mode

An der Weiterentwicklung der A-Mode-Diagnostik in der Augenheilkunde hatten Arbeiten aus Deutschland und Österreich erheblichen Anteil (Tab. 1).

(2.1) Entwicklung der A-Mode Biometrie

Für die Ultraschallmessung von Distanzen und Dimensionen am Auge ist die Bezeichnung "Ultraschall-Biometrie" gebräuchlich (Gernet). Biometrie in der A-Mode-Technik entwickelte in der Augenheilkunde sehr große Bedeutung, besonders für die Messung der Achsenlänge und ihrer Teilstrecken (Hornhaut + Vorderkammer, Linsendicke, Glaskörperlänge) für die Berechnung der Refraktion des Auges, bei operativer Behandlung von Fehlsichtigkeit und Grauem Star (IOL-Implantation). Da eine Unsicherheit von +/- 0,1 mm in der Augenlänge schon etwa $\frac{1}{4}$ dptr Brechkraft entspricht ist eine hohe Messgenauigkeit nötig (Tab.2).

Biometrie mittels Ultraschall war in der Augenheilkunde etwa 30 Jahre lang konkurrenzlos; allein in Deutschland wurden 0,3-0,5 Mio. Untersuchungen pro Jahr vorgenommen. Ab etwa 2005 wurde sie von der berührungslosen Laser-Interferenz-Biometrie (Fercher, Mengedoht; Haigis) in der Routine der IOL-Versorgung weitgehend abgelöst, außer in komplizierten Fällen ohne optischen Einblick. Operative Zentren müssen daher auch weiter Geräte zur Ultraschall-Biometrie von

LESEPROBE - bleiben Sie neugierig!

05. Neurologie

Manfred Salaschek



1973, in seiner Medizinalassistentenzeit, machte sich der Verfasser in einem Vorort Hamburgs in der chirurgischen Abteilung des Kreiskrankenhauses mit einem technischen Gerät vertraut, das dort sonst keiner bedienen konnte. Es war ein Echoenzephalograph, der bei komatösen Kopfverletzten helfen sollte zu entscheiden, ob der Patient in eine Neurochirurgie weiter verlegt werden musste. Dort würde dann zur weiteren Abklärung eine Karotis-Angiographie in Direktpunktion oder eine Pneumenzephalographie vorgenommen werden.

So genial diese damaligen neuroradiologischen Untersuchungsmethoden auch erschienen, sie waren sehr aufwändig, potentiell gefährlich und standen nur in wenigen Spezialeinrichtungen zur Verfügung. Die ersten Computertomographie-Geräte gab es seinerzeit zwar schon in Großbritannien, aber in Hamburg nicht vor 1975. Daher ist es nicht verwunderlich, dass besonders die Neurowissenschaftler für Untersuchungen an unserem kostbarsten Gut, dem Gehirn, schon frühzeitig nach Alternativen suchten. Dazu bot sich der Ultraschall an.

Der Wiener Karl Theo Dussik, der als erster mit diagnostischem Ultraschall in der Medizin arbeitete, war ein Nervenarzt. Und zusammen mit seinem Bruder, dem Physiker Friedrich Dussik, stellte er 1942 erste Ergebnisse zur „Hyperphonographie“ vor, mit dem die Ventrikel des Gehirns dargestellt werden sollten (xx).

[Abb. 1]

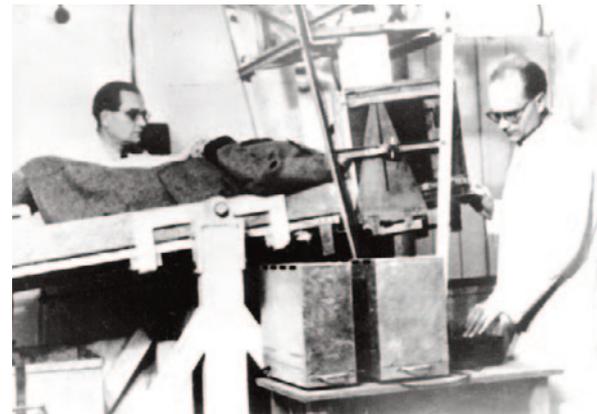


Abb. 1: Karl Dussik (rechts) mit seinem Bruder Friedrich an seiner Apparatur zur Hyperphonographie des Kopfes (© friedhofsfuehrer.at)

Mit einer Frequenz von 1,2 MHz durchschallten sie kontinuierlich den Kopf im Wasserbad; der Empfänger war auf der gegenüber liegenden Seite angebracht. Sie wählten die Durchschallungstechnik, da es nach ihrer Auffassung unmöglich war, schwache Echos zu empfangen, die durch die Kalotte reflektiert werden. Es ist umstritten, ob sie damit – wie damals angenommen – tatsächlich das Ventrikelsystem des Gehirns darstellten, oder ob es sich lediglich um Artefakte durch die Kalotte handelte (xx).

Gut 10 Jahre später wurde es dann doch möglich in den Kopf hineinzusehen, wenn auch noch nicht mit Bildern wie wir sie heute kennen. Aber Lars Leksell in Schweden und einer Gruppe um Toshio Wagai in Japan konnten durch die intakte Schädeldecke ab 1953 Messungen mit dem A-Mode vornehmen. (->Kap. A-Mode)

[Abb. 2]

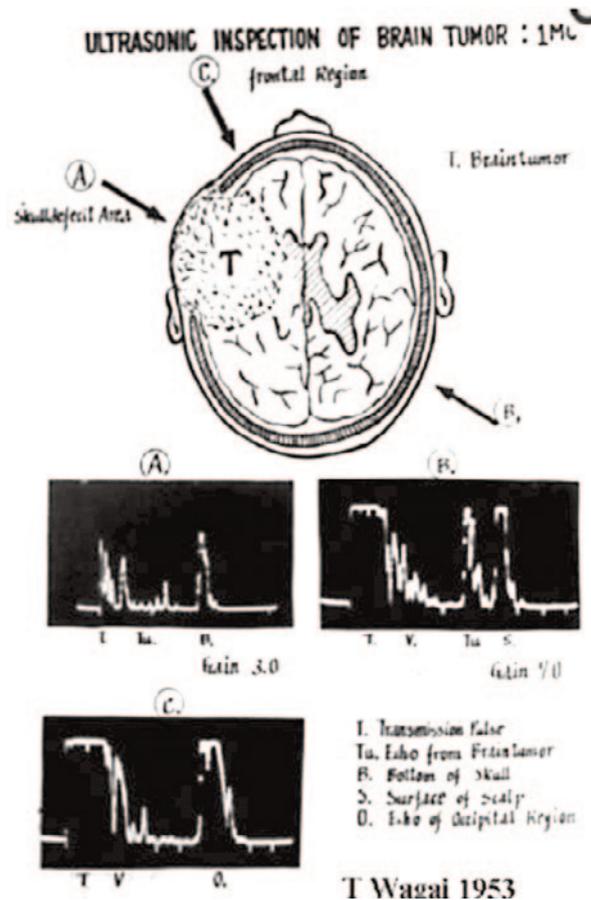


Abb. 2: Hirntumor im A-Mode, 1953. Die Aufnahmen erfolgten mit einem Materialprüfungsgerät (© Wagai)

Dabei kam es nicht nur auf indirekte raumfordernde Zeichen wie die Verschiebung des Mittellinienechos an, sondern auch auf eine direkte Tumordarstellung (xx, xx). Diese Methode wurde Echoencephalographie (E) genannt. Sie wurde auch in Deutschland (BRD) begeistert aufgenommen, wissenschaftlich bearbeitet, weiterent-

wickelt und bald selbst von kleineren Kliniken vorgehalten. In der DDR war die Verbreitung auf wenige Institute eingeschränkt – wie auch bei anderen späteren Ultraschallentwicklungen.



Abb. 3: Echoencephalograph* 1961

(© Ultraschallmuseum)



Abb. 4: Echopan* 1974 mit Polaroid-Vorsatz zur Fotodokumentation

Es war die E., die einen wesentlichen Anstoß zur Verbreitung des diagnostischen Ultraschalls in der Medizin gab. So waren 1971, bei der Gründung der DAUD, dem Vorläufer der DEGUM, von den 15 Gründungsmitgliedern 4 Neurochirurgen und 3 Neurologen. Und der Neurochirurg Ekkehard Kazner wurde zum ersten Präsidenten der DAUD gewählt.

Die E. verlor erst ab Ende der 1970er Jahre allmählich an Bedeutung – abgelöst durch die Craniale Computertomographie. Noch Mitte der 1980er Jahre sollten angehende Neurologen während der Fachartweiterbildung in der E. weitergebildet werden.

Mit der E. konnten zwar nunmehr Notfall-Angiographien gezielten Indikationen vorbehalten bleiben. Für die neurovaskuläre Diagnostik war die Angiographie aber noch immer unverzichtbar – bis der Ultraschall auch in diese

LESEPROBE - bleiben Sie neugierig!



© Springer-Verlag 1996

Die Anfänge der Echokardiographie

S. Effert

Medizinische Klinik I und Helmholtz-Institut für Biomedizinische Technik, RWTH Aachen

Wir schreiben 1954. Die kardiologische Diagnose stützt sich auf eine sorgfältig erhobene Anamnese, auf die Auskultation des Herzens, die Röntgendurchleuchtung des Brustkorbs und auf das Elektrokardiogramm. Die Auskultation wurde in Verbindung mit der Phonokardiographie in diesen Jahren auf eine – da bin ich mir sicher – heute nicht mehr erreichte Exaktheit perfektioniert.

In den kardiologischen Ambulanzen waren neben den angeborenen Herzfehlern in erster Linie erworbene Herzklappenfehler zu untersuchen, denn die Endokarditis spielte noch eine große Rolle. In der kardiologischen Ambulanz der I. Medizinischen Klinik in Düsseldorf, der ich damals angehörte, waren es an allmorgendlich u. a. an die 5–10 Patienten mit Mitralklappenfehlern. Die qualitative Diagnose machte keine Schwierigkeiten, wohl aber die Ermittlung des Schweregrades und damit die Operationsindikation. Zwar war die Herzkatheteruntersuchung bereits Routine. Aber es gab noch keine externe Defibrillation und keine elektrische Stimulation. Wegen des Fehlens eines Bildverstärkers war die Strahlenbelastung für Patient und Untersucher erheblich. Insgesamt war die Gefährdung bei der invasiven Diagnostik für die Patienten überhaupt nicht vergleichbar gegenüber dem heutigen Standard.

Die Suche nach einer nicht-invasiven Methode zur Beurteilung des Schweregrades von Herzklappenfehlern war ein weltweites Problem.

1952 kommen an der Universität Lund in Schweden ein Mediziner und ein Physiker beim Mittagessen über diese Problematik ins Gespräch. (Der Mittagstisch im Kasino ist bekanntlich einer der wissenschaftlich besonders fruchtbaren Treffpunkte.)

Der Physiker Hellmuth Hertz schlägt vor, die Methoden der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung am Herzen probatorisch einzusetzen und der Kardiologe Edler stimmt zu. Die Echokardiographie – damals noch die „Ultraschallkardiographie“ – ist geboren.

Mit der Vaterschaft hat die Wissenschaft ebenso Probleme wie die Justiz. Jedenfalls ist doch der Vater, der das Kind wirklich gezeugt hat, nicht der, der auch mal mit der Braut ein Techtelmechtel hatte. Die Väter des Impulsechoverfahrens zur Herzdiagnostik sind Edler und Hertz. Frühere Versuche mit permanenter Ultraschalleinstrahlung führten nicht zum Erfolg und mußten aufgegeben werden.

Das Grundsätzliche – Banalitäten aus heutiger Sicht – zeigt die erste Abbildung (Abb. 1). Das Insitut für Technische Akustik der RWTH hat uns den Versuch für didaktische Zwecke aufgebaut. Sie sehen eine Klingel in einer Glasglocke. Wird die Glasglocke evakuiert, so wird der Ton der Klingel leiser und ist schließlich nicht mehr zu hören: Schallwellen sind mechanische Schwingungen und an ein stoffliches Medium gebunden.

Unser Aufbau hat Vorgänger: Das „Experiment mit der Luftpumpe“ (Abb. 2) ist ein Schlüsselgemälde des 18. Jahrhunderts. Es zeigt eine Taube in einer Glasglocke. Der Experimentator mit dem überzeugenden Blick des alternativen Mediziners evakuiert das Gefäß, und die Taube in der Glasglocke gurr immer leiser. Einige der Zuschauer packt die Angst. Unsere Klingel war mit Wiedereinlassen von Luft natürlich wieder zu hören. Es ist aber meines Wissens kunsthistorisch offen, wie die Taube davongekommen ist.

Die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung beruht auf der Schallreflektion an Grenzflächen (Abb. 3). Der Riß in der metallische Welle erzeugt das Fehlerecho F. Das Vorgehen an einer Schiffskurbelwelle (Abb. 4) ist ohne weiteres verständlich.

Sie sehen in der Abb. 5 die Väter der Echokardiographie, den Physiker Hertz und den Mediziner Edler anläßlich der Verleihung des Aachener und Münchener Preises für Technik und angewandte Wissenschaften im Jahre 1988 in Aachen.

Ein bekanntes Phänomen der Ultraschallnutzung in der Natur ist die Ortung durch die Fledermaus. Die Ultraschallschreie (die Frequenz liegt in der Größenordnung von 80 kHz) werden reflektiert

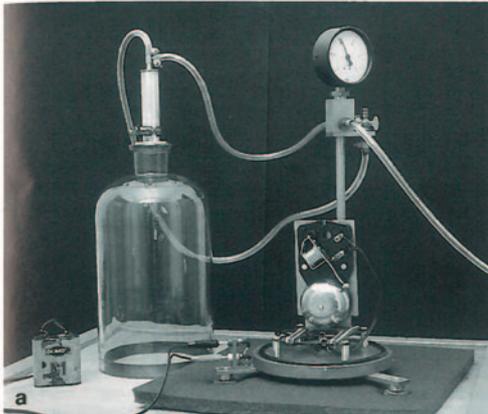


Abb. 1. a Schallwellen sind mechanische Schwingungen. Im Vakuum können sie nicht entstehen. Nach Evakuierung (b) ist das Läuten der Klingel nicht mehr zu hören

und die Echos werden mit den großen Ohren empfangen. Die Fledermaus ortet auch in vollkommener Dunkelheit nach diesem Prinzip mit erstaunlicher Genauigkeit ihre Umgebung und ihre Beute.

Eine im Prinzip analoge Anwendung in der Technik ist das Echolot. Bei bekannter Schallgeschwindigkeit in Wasser (rd. 1500 m/s; in Luft nur rd. 330 m/s) ergibt sich aus der Laufzeit vom Schallgeber am Schiffsboden bis zum Meeresgrund und zurück die Wassertiefe. Der Erfinder Behm (danach „Behm-Lot“) hatte noch hörbaren Schall, einen Explosionsknall benutzt. Die Steigerung der Schallfrequenz über den Bereich der Hörfähigkeit des menschlichen Ohres hinaus (Größenordnung 16000 Hz mit schneller Abnahme für die hohen Frequenzen mit steigendem Lebensalter) führt zur Bündelung der Schallenergie, so daß in dem Bereich von mehreren Millionen Schwingungen pro Sekunde –



Abb. 2. Das Experiment mit der Luftpumpe. „Die Heilige Allianz zwischen Wissenschaft und Religion“, Joseph Wright of Derby 1768. Mit freundlicher Genehmigung der National Gallery London.

für die Anwendung am Herzen werden Frequenzen in der Größenordnung von 1–5 MHz benutzt – von einem Schallstrahl gesprochen werden kann.

Für die Erzeugung mechanischer Schwingungen derart hoher Frequenz benutzt man den Piezoeffekt, den P.J. und P. Curie 1880 entdeckten und der zunächst ohne jeden praktischen Nutzen schien. Sie fanden nämlich, daß Druck, Zug oder Biegung auf eine in bestimmter Weise aus einem Quarzkristall ausgeschnittene Quarzscheibe zum Auftreten elektrischer Ladungen an deren Oberfläche führt. Der Effekt ist umkehrbar. Legt man eine Spannung an den Kristall an, so zieht sich die Scheibe zusammen oder sie dehnt sich aus, je nach der Feldrichtung. Wird Wechselfspannung angelegt, so führt der Kristall mechanische Dickenschwingungen aus. Der französische Physiker Langevin hat 1917 als erster auf diese Weise Ultraschall erzeugt und zur U-Boot-Ortung herangezogen.

Die Anwendung des gleichen Prinzips in der Herzdiagnostik ist eines der markantesten Beispiele der sog. Biomedizinischen Technik, der Anwendung der Ingenieurwissenschaften in der klinischen Medizin.

Hertz – mit dem Prinzip der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung vertraut – ist keineswegs sicher, daß die physikalischen Gegebenheiten ausreichend sind, um distinkte Echos von den einzelnen Herzstrukturen registrieren zu können (Abb. 6–8). Es handelt sich um die relativ kleinen Unterschiede des sog. Schallwellenwiderstands, dem Produkt aus Dichte und spezifischer Schallgeschwindigkeit zwischen den einzelnen Herzabschnitten und dem Blut. Doch ein auf einer Schiffswerft in Malmö zur Prüfung von Schweißnähten eingesetztes Ultraschallgerät liefert Echos von Hertz' eigenem Herzen.

Am folgenden Wochenende konnten Edler und Hertz das Gerät nach Lund ausleihen und an Patienten einsetzen. Es zeigt sich, daß an krankhaften

LESEPROBE - bleiben Sie neugierig!

06.b Die weitere Entwicklung der Echokardiographie

Irmtraut Kruck



Entgegen der zurückhaltenden Einstellung mancher Invasiv-Kardiologen hat sich die Echokardiographie in den folgenden Jahren (1980er bis 2000er) (-> Kap. 06a) kontinuierlich weiterentwickelt und nimmt mittlerweile einen dominanten Platz neben Auskultation und EKG ein.

Von der 2-D-Echokardiographie (Echtzeit-Schnittbild-Echokardiographie)

Nach der eindimensionalen Phase hat in den 80er Jahren die 2-D-Schnittbild-Technik neben der besseren lateralen Auflösung auch die räumliche Darstellung der kardialen Strukturen ermöglicht. Als einer der wichtigsten Echokardiographen muss an dieser Stelle **Harvey Feigenbaum** genannt werden, der auch "Father of Modern Echocardiography" genannt wurde. Er war Gründer und auch erster Präsident der American Society of Echocardiography (ASE) 1975. Von ihm erschien bereits 1984 das erste Echokardiographie-Lehrbuch basierend auf dem M-Mode-Verfahren (xx). Nachdem die schwedische Arbeitsgruppe **Inge Edler und Hellmuth C. Hertz** und parallel auch der Radiologe **R. Gramiak** einen Perikardergusses im A-Mode und M-Mode nachweisen konnten, beschäftigten sich Feigenbaum und sein Team vor allen Dingen auch mit Erfassung der LV-Funktion zunächst im M-Mode. Durch die intensive Zusammenarbeit mit innovativen Ingenieuren gelang es relativ schnell mittels B-Bild-Modus die Darstellung von 2-D-Echokardiographie-Bildern in „Kuchenstückform“ mit zunehmender Winkelgröße bis 90°. Mit den durch Mikroprozessoren gesteuerte Echokardiographen konnten dann Herzkammern, Herzwände und Herzklappen mit ihren Bewegungen in Echtzeit in immer besserer Bildqualität zunächst auf Oszillographen und später auf

digitalen Bildschirmen wiedergegeben werden. Aus den anfänglich großen schrankförmigen separaten M- und B-Bildgeräten wurden in den folgenden Jahren mobile und sogar handliche kleine Geräte entwickelt. Dies war der Durchbruch der Echokardiographie. Im Gegensatz zu anderen bildgebenden Verfahren wie CT/MRT ist diese Untersuchung schnell und ohne Strahlenbelastung auch am Krankenbett anwendbar.

Transösophageale Echokardiographie: (TÖE/TEE)

Die erste transösophageale Untersuchung wurde von **Edler** am eigenen Sohn ausprobiert – wahrscheinlich bereits im Jahr 1953. Diese Technik wurde in den 70er Jahren durch Integration eines Schallwandlers in ein Gastroskop verfeinert. Diese Entwicklung wurde besonders durch Pionierarbeiten aus Japan (xx), USA (xx) und aus Deutschland – hier muss **Peter Hanrath** (xx) aus Aachen genannt werden – Ende der 70er Jahren vorangetrieben. Es dauerte aber fast eine ganze Dekade bis sich diese Methode auch im ambulanten Bereich etablierte. Die anfänglich monoplanen TEE-Sonden wurden später durch bi- und dann multiplane Sonden ersetzt und sind heute auch mit 3-D-Technik verfügbar. Für den sicheren Nachweis bzw. Ausschluss einer Endokarditis ist eine TEE-Untersuchung heute der Goldstandard, falls von transthorakal kein Nachweis gelingt, da sowohl Sensitivität als auch Spezifität extrem hoch sind. Auch zum Nachweis von Shunt-Vitien oder zur Beurteilung einer Klappenprothesenfunktion und natürlich auch zur besseren Beurteilung von Klappensegeln und Klappentaschen wird diese seminvasive Technik angewandt. Zur Emboliequellen-Suche insbesondere bei der zunehmenden Zahl von Patienten mit Vorhofflimmern gehört vor einer Kardioversion die TEE zur Routineuntersuchung.

In der letzten Zeit hat sich die TEE-Technik auch als ein Muss in der präinterventionellen Evaluation von Vitien erwiesen, die für eine intrakardiale Intervention in Frage kommen. Alle Interventionen wie Mitral-/Trikuspidal-Clips, TAVI-Prothesen oder intrakardialen Device-Verschlüsse wie ASD/VDS, PFO-Verschlüsse und LAA-Okkluder finden unter TEE-Kontrolle statt und die TEE wird auch nach Implantation für die erste postinterventionelle Kontrolle eingesetzt. Auch die Ultraschall-Herstellerfirmen haben das erkannt und arbeiten intensiv an der Verbesserung bzw. Automatisierung der Bildakquirierung.

Kardiale Dopplertechnik:

Eine ähnliche und fast zeitgleiche Entwicklung wie die der Echokardiographie machte auch die Dopplertechnik. 1972 wurde das erste „Doppler-shift ultrasound instrument“ vorgestellt. 1974 berichteten **Cross und Light** von der nicht invasiven Messung der Blutflußgeschwindigkeit in der Aorta und 1976 berichtete **R.F. Sequeira** von der „Transcutanen Aortovelocity“ die Rückschlüsse auf die kardiale Funktion erlaubt zum Beispiel über die Änderung von Cardiac Output über die Zeit – ähnlich wie beim M-Mode aus dem Mitralbewegungssignal durch H. Feigenbaum (xx). Wie bei der Zusammenarbeit der beiden Echokardiographie-Pioniere Hertz und Edler war in den 80er Jahren auch die fruchtbare Zusammenarbeit der Kardiologin **L. Hatle** mit dem Elektroingenieur **B. Angelsen** in Trondheim für die Doppler-Echokardiographie eine wichtige Phase. Statt der deskriptiven Beurteilung von Herzkammergrößen, Wanddicken, Klappenmorphologie und -Beweglichkeit, konnten jetzt erstmals über die Blutflußgeschwindigkeit,-richtung und -qualität hämodynamische Parameter nicht invasiv erfasst und damit Herzfunktion und Herzvitien quantifiziert werden.

1982 erschien das erste Lehrbuch „Doppler-Ultrasound in Cardiology“ von L. Hatle (xx). Unvergesslich bleibt der

Vortrag von L. Hatle auf dem internationalen Echokardiographie-Kongress in Amsterdam 1984 (xx), wo sie erstmals die vereinfachte Bernoulli-Gleichung – $P_{max}/mean = 4x V_{max}/mean^2$ – zur Berechnung von Druckgradienten aus dem Geschwindigkeitssignal über den Herzklappen vorstellte. Erst die anschaulich Darstellung der Blutflussrichtung und -Geschwindigkeit aber auch seiner Qualität (laminar oder turbulent) durch Integration der Farbdopplertechnik (xx) im 2- oder später auch 3-D-Bild ermöglichte die rasche Integration der Dopplertechnik in der täglichen Routine der Echokardiographie-Laboren in Klinik und Praxis.

Gewebedoppler

Eine große Hoffnung zur besseren quantitativen Beurteilung der lokalen und globalen Myokardfunktion setzte man in die Gewebedoppler-Analyse (tissue doppler imaging- TVI bzw. auch doppler velocity imaging- DVI genannt). Durch Messung dieser Myokardgeschwindigkeiten in genau definierten Segmenten können longitudinale, radiale und zirkumferentielle Verkürzungen der Muskelfasern gemessen werden. Beim Gewebedoppler wird zwischen pulsed wave TDI (PW-TDI) und farbkodierter Gewebedoppler-Echokardiographie (color TDI oder cTDI) unterschieden. Aus den durch cTDI gewonnenen farbkodierten Aufnahmen können mittels einer entsprechenden Analysesoftware Spektralkurven generiert werden, die eine quantitative Auswertung analog zum PW-TDI erlauben. Als Doppler-Methode ist auch der TDI winkelabhängig. Daher hat sich die Erfassung der longitudinalen Verkürzungsgeschwindigkeit in den 3 apikalen Anlotungsebenen durchgesetzt. Die Ergebnisse des Gewebedopplers waren jedoch nicht robust genug. Ausgenommen sind die im septalen und lateralen Mitralring gemessene longitudinale diastolische Geschwindigkeit E'. Diese wird als ein wichtiger Wert zur Beurteilung der diastolischen Funktion benutzt und in der 2016 publizierten Leitlinie entsprechend positioniert (xx). Ebenso hat sich für die Beurteilung der

LESEPROBE - bleiben Sie neugierig!

07.a Die Anfänge der Realtime-Sonographie in Gynäkologie und Geburtshilfe

Hans-Jürgen Holländer



Nachdem ich im Herbst 1964 meine Ausbildung zum Frauenarzt an der Univ.-Frauenklinik in Münster begonnen hatte, hatte ich am 29. Juli 1965 – ich war noch der jüngste Assistent der Klinik – ein folgenreiches Erlebnis. Durch Zufall kam ich hinzu, als zwei Techniker in der Klinik einen neuartigen Apparat aufbauten. Die Herren Dipl.-Ing. Walter Krause und Ing. Richard Soldner von der Firma Siemens in Erlangen erklärten mir, dass man mit diesem von ihnen neu entwickelten Apparat mit Hilfe von Ultraschall Bilder aus dem Körperinneren machen könne (xx). Im Gegensatz zum Röntgen sei der Ultraschall in der verwendeten Intensität ungefährlich, auch in der Schwangerschaft.

Das Gerät war auf Initiative meiner Oberärzte Prof. Dr. D. Hofmann und PD Dr. P. Weiser zur Erprobung nach Münster gekommen, und da ich mich spontan dafür interessierte, wurde ich mit der Erprobung beauftragt, obwohl ich bis dahin noch nie etwas von der Anwendung von Ultraschall in der Medizin gehört hatte. Zur Einführung überließ man mir eine Doktorarbeit des Schweden Bertil Sundén (xx), eines Schülers von Ian Donald (xx) aus Edinburgh, dem Vater der gynäkologisch-geburtshilflichen Ultraschalldiagnostik. Dieser hatte schon 1955 in Glasgow mit der Ultraschalluntersuchung gynäkologischer Tumoren begonnen und gemeinsam mit der Firma Smith-Kline den „Diasonographen“ entwickelt. Dieses Gerät arbeitete nach dem Compound-Verfahren, war daher zeitaufwändig, und die auf der Speicherröhre erzeugten Bilder waren hart schwarz / weiß, also ohne Grautöne.

Das neue Gerät von Siemens war primär für Screening-Untersuchungen der weiblichen Brust konzipiert worden. Es lieferte ohne den Zwischenschritt einer Speicherröhre eine hohe Bildfrequenz von 15 - 16 Bildern pro Sekunde, so dass bei Screening-Unter-

suchungen innerhalb kurzer Zeit die ganze Brust gescannt werden konnte. Eine Erprobung des Geräts in einer süddeutschen Univ.- Frauenklinik hatte dann aber ein unbefriedigendes Ergebnis erbracht. Die Qualität der Ultraschallbilder der Brust war zu schlecht für das Screening. Auch eine Erprobung in der Universitäts-Frauenklinik Göttingen hatte keine klinisch relevanten Ergebnisse erbracht. Wie wir später erfuhren, sollte nun bei der Firma Siemens durch die Erprobung in Münster eine Entscheidung herbeigeführt werden, ob das Gerät weiter entwickelt würde oder nicht.

Ich konzentrierte mich zunächst auf die Darstellung gynäkologischer Tumore und die Differenzierung von Myomen und Ovarialtumoren (xx), entsprechend den Untersuchungen von Sundén, der wie Donald mit einem „Diasonographen“ gearbeitet hatte.

Von einigen Kollegen in der Klinik wurde ich zunächst belächelt und „Schallermann“ genannt, fand aber Unterstützung durch die damaligen Oberärzte. Den ersten Achtungserfolg erzielte ich mit der Darstellung eines 8 cm großen hormonaktiven Ovarialtumors bei einer sehr adipösen 81jährigen Patientin, der selbst in Narkose nicht tastbar gewesen war. Im Vertrauen auf den Ultraschallbefund wurde die Frau operiert, wobei sich die Diagnose bestätigte.

Da nach den von Sundén teils referierten teils auch selbst durchgeführten Untersuchungen nicht mit Schädigungen des ungeborenen Kindes durch die Anwendung diagnostischen Ultraschalls zu rechnen war, dehnte ich als Nächstes die Untersuchungen auf die zweite Schwangerschaftshälfte aus, z.B. bei unklarer Kindslage oder bei Verdacht auf Mehrlinge.

Nach acht Wochen wurde das Gerät nach Erlangen zurückgeholt und von der Fa. Siemens aufgrund unserer positiven Erfahrungen weiter entwickelt.

Am 10. November 1965 berichteten wir vor der Medizinischen Gesellschaft in Münster erstmals öffentlich über unsere Untersuchungsergebnisse (xx).

Auf unser Drängen hin erhielten wir 1966 nochmals die Gelegenheit, das Ultraschallgerät einige Wochen lang zu testen, wobei wir jetzt auch Untersuchungen in der ersten Schwangerschaftshälfte vornahmen. Und das erwies sich als besonders aufregend, denn der Uterus war in der ersten Schwangerschaftshälfte damals, vor der Entwicklung der Ultraschalldiagnostik, diagnostisch noch wie ein schwarzes Loch. Der Fetus konnte mittels einer Röntgenuntersuchung vor der 20. Woche ja nicht dargestellt werden. Und Lebensäußerungen des Kindes waren bis zur 16. Woche nicht nachweisbar. Der Herzschlag war durch EKG allerfrühestens in der 17. Woche und akustisch erst nach der 20. Woche zu registrieren. Wir stellten nun fest, dass uns das Siemens-Gerät wesentlich mehr diagnostische Möglichkeiten eröffnete, als Sundén sie hatte. Infolge der hohen Abtastfrequenz von 16 Bildern pro Sekunde konnten jetzt nämlich erstmals direkt im Ultraschallbild Bewegungen und Herzaktionen des Fetus filmartig dargestellt werden (xx). Wir sahen Bilder, wie sie nie zuvor ein Mensch gesehen hatte. Es war eine spannende Zeit, in der wir immer neue Möglichkeiten der Realtime-Diagnostik entdeckten, z.B. die Darstellung von Gewebestrukturen und infolgedessen – über die Möglichkeiten von Donald und Sundén hinaus – auch die Darstellung der Plazenta.

Durch die Möglichkeit der Plazentalokalisation mittels Ultraschalles wurden diagnostische Fruchtwasseraspirationen bei Schwangeren mit Rhesus-Inkompatibilität jetzt risikoärmer. Gleichzeitig lernten wir, Zeichen eines schweren Morbus haemolyticus (Hydrops fetus et placentae) oder Anzeichen eines intrauterinen Fruchttodes im Ultraschallbild zu erkennen (xx).

Ich entwickelte auch eine Methode zur Messung des kindlichen Bauchumfangs, wodurch die intrauterine Gewichtsbestimmung des Feten wesentlich genauer wurde als allein durch die Schädelmessung, insbesondere bei fetaler Makrosomie infolge eines mütterlichen

Diabetes oder bei fetaler Dystrophie infolge einer Plazentainsuffizienz (xx).

Aufgrund der bahnbrechenden Erkenntnisse über die Bedeutung der Ultraschalldiagnostik für die Geburtshilfe (xx, xx) entschied sich die Firma Siemens jetzt, eine kleine Serie des neuen Gerätes unter dem Namen VIDOSON zu bauen. 1967 wurde in Münster das Gerät mit der Seriennummer 1 in Betrieb genommen, bei dem neben einigen anderen Verbesserungen die Eindringtiefe auf 15-16 cm vergrößert worden war.

Die Untersuchungsfrequenz mit dem VIDOSON stieg bei uns von Jahr zu Jahr, während die Zahl der Röntgen-Schwangerschaftsaufnahmen bis 1970 um über 90 % abnahm (Abb. 1).

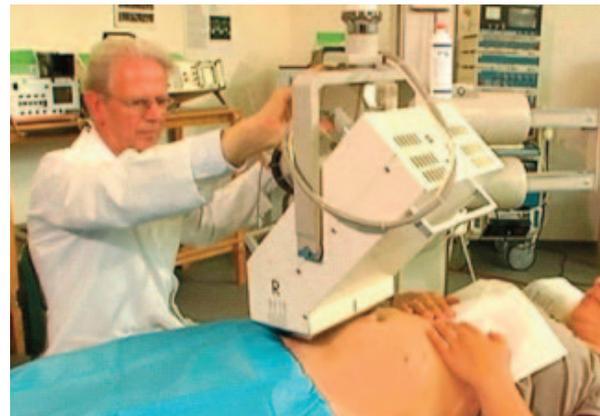


Abb. 1: H.-J. Holländer untersucht eine Schwangere mit dem Vidoson im Ultraschallmuseum, 2011

Da die Ärzte der Medizinischen Klinik von der Existenz der neuen diagnostischen Möglichkeit gehört hatten, kamen auch sie zunehmend häufig mit Patienten, die eine vergrößerte Leber und/oder Milz, ein Aortenaneurysma, Aszites oder einen Pericarderguss hatten. So blieb die diagnostische Tätigkeit nicht auf gynäkologische Fälle beschränkt.

1969 fand in Wien der 1. Ultraschall- Weltkongress statt. Dort trugen 13 gynäkologisch-geburtshilfliche Arbeits-

LESEPROBE - bleiben Sie neugierig!

Hans-Jürgen Holländer

Hans-Jürgen Holländer wurde am 02.08.1936 als viertes Kind der Familie im westfälischen Coesfeld geboren. Nach Besuch eines humanistischen Gymnasiums studierte er 1956 zunächst Hüttenkunde in Aachen, nahm aber schon ein Semester später sein eigentliches Wunschstudium der Medizin in Münster auf, ergänzt durch je ein klinisches Semester in Kiel und Göttingen. Das Staatsexamen legte er 1962 in Münster ab und verteidigte im gleichen Jahr die Promotion zum Dr. med. ebenfalls an der Universität Münster zu einem experimentellen Thema in der Arterioskleroseforschung.

1963 Heirat mit Frau Dr. med. Annerose Ellinghaus. Nach der Approbation 1964 Beginn der Weiterbildung zum Frauenarzt. Ab 1965 führte Holländer als Erster Real-Time Untersuchungen des Unterbauchs und bei Schwangerschaften mit dem später VIDOSON genannten Ultraschallgerät durch. Die Habilitation erfolgte 1971 über das Thema „Die Ultraschall-diagnostik in der Schwangerschaft“. 1973 Aufnahme einer Chefarztstätigkeit an der Frauenklinik des St.-Johannes-Hospitals in Duisburg. 1975 erfolgte die Ernennung zum apl. Professor.



Holländer war bereits ein frühes Mitglied der DAUD (später DEGUM). 1986 wurde er Ehrenmitglied der DEGUM. 1997 wurde er mit der Hermann-Goecke-Medaille der Universität Münster ausgezeichnet. Seit 1999 Ruhestand.

H.-J. Holländer schaut zu Recht mit Stolz auf seine richtungweisende Beteiligung an der Entwicklung der ultraschallgestützten Pränataldiagnostik zurück, betrachtet aber auch mit Sorge die weltweite Tendenz, den Sinn dieser Diagnostik dahingehend zu entwerten, nur noch „Kinder nach Wunsch“ haben zu wollen.

Manfred Salaschek

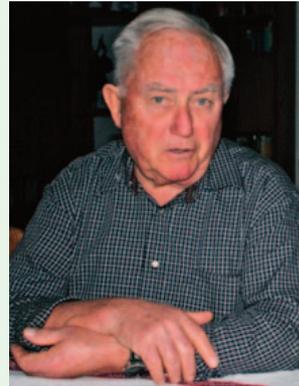
Richard Soldner

Richard Soldner wurde am 28. 10. 1935 in Nürnberg geboren. Er wuchs in Herzogenaurach auf, das seine fränkische Heimat blieb.

1950 begann er eine Lehre als Werkzeugmacher bei Siemens-Reiniger in Erlangen. Als Jahrgangsbester erhielt er ein Firmenstipendium und studierte Elektromedizin am Polytechnikum in Nürnberg.

1960 zurück zu Siemens befasste er sich als Leiter des Ultraschallabors, damals noch ein Einmann-Betrieb, mit der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung. Aufgrund des zunehmenden Interesses für medizinische Anwendungen dieser Geräte, erhielt er 1961 den Auftrag ein neuartiges Ultraschallgerät für die medizinische Anwendung, insbesondere für die Mammadiagnostik zu entwickeln. Im Vergleich zu den damals üblichen bistabilen Compoundscan-Geräten (s. Kap. 3.3.) entwickelte Soldner ein völlig neues Gerät mit mechanischer, schneller Abtastung des Untersuchungsbereiches, schnellem Bildaufbau und Graustufung, das Vidoson (s. S....). Es war das erste kommerzielle Real-Time-Gerät mit Graustufung und wurde, obwohl es für das ursprüngliche Ziel, die Mammdiagnostik, ungeeignet war, ein großer Erfolg in der Geburtshilfe und abdominellen Diagnostik mit über 3000 verkauften Geräten.

Paradoxerweise erwies sich aber gerade der große kommerzielle Erfolge seines Gerätes als ein Hindernis für die weiteren zukunftsweisenden Ideen, die R. Soldner damals schon bei der Fa. Siemens hatte, wie z. B. die Fokussierung der Wandler und ein Array-System (s. S. ...), da die Entwicklung weiterer Geräte, wie etwa eines Array-Gerätes zunächst für unnötig gehalten und daher verzögert wurde.



Richard Soldner war für die medizinischen Anwender der Ultraschallgeräte immer ein kompetenter und bereitwilliger Berater. Er unterstützte die Mitglieder der DEGUM stets sachkundig in Fragen der Standardisierung und Qualitätssicherung. 1999 wurde er daher zum Ehrenmitglied der DEGUM ernannt.

2004 erhielt er für seine großen Verdienste um die technische Entwicklung der Ultraschalldiagnostik die „Jan Donald Gold Medal for Technology Merit“ in Stockholm.

Auch nach seiner aktiven Laufbahn blieb er der Ultraschalltechnik treu. Als Mitglied des Museumsvereins der DEGUM war er „vor Ort“ der sachkundige Helfer und Berater, um die alten Geräte der Sammlung und besonders sein Vidoson am Laufen zu halten.

Richard Soldner starb am 12. 10. 2012 in Herzogenaurach.

Harald Lutz

07.b Entwicklung in der Gynäkologie Teil 2

Jochen Hackelöer



Abb. 1: Manfred Hansmann 1969 zwischen zwei Ultraschall-Welten an der UFK Bonn: im Vordergrund das Vidoson, im Hintergrund der bistabile Compound-Scanner „Combison“ der Fa. Kretz/Zipf Österreich.

Während in der Gynäkologie und Geburtshilfe in Münster mit den Vorteilen der Ultraschalluntersuchungen Real-time gearbeitet wurde, setzte Manfred Hansmann in Bonn andere Schwerpunkte. Angeregt durch Alfred Kratochwil in Wien beschäftigte er sich mit den besonderen Vorteilen des Compound-Scanners, nämlich den reproduzierbaren Biometrie-Fragestellungen der Gewichtsschätzung und der Gestationsaltersbestimmung. M. Hansmann trug beim 1. World Congress on Ultrasonic Diagnostics 1969 in Wien über die biologische Kalibrierung zur Messung des biparietalen Kopfdurchmessers (BIP) mittels A-Mode (Abb. 2) vor und postulierte dabei eine zugrunde liegende Schallgeschwindigkeit im Gewebe von 1582 m/sec, während Stuart Campbell in London und Salvatore Levi in Brüssel ihre Messkurven des BIP mit 1600 m/sec resp. 1500 m/sec erstellten, was bis zu 7% Messunterschiede ergab.

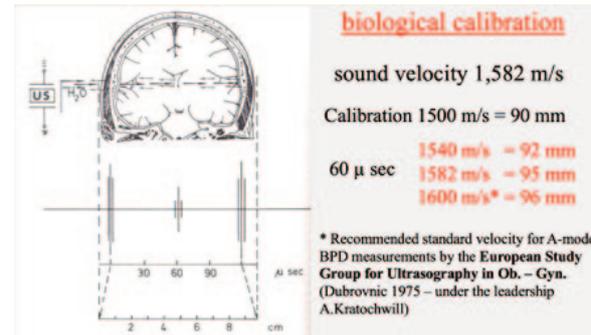


Abb. 2: Standardisierung der Cephalometrie mit dem A-Mode (xx)

Erst 1975 wurden von der European Study Group for Ultrasonography in Obs/Gyn 1600 m/sec als Messstandard festgelegt, was dann zu einer internationalen Harmonisierung der Messtabellen führte.

Hansmann arbeitete weiterhin an der Etablierung der Thorakometrie (Abb. 3).

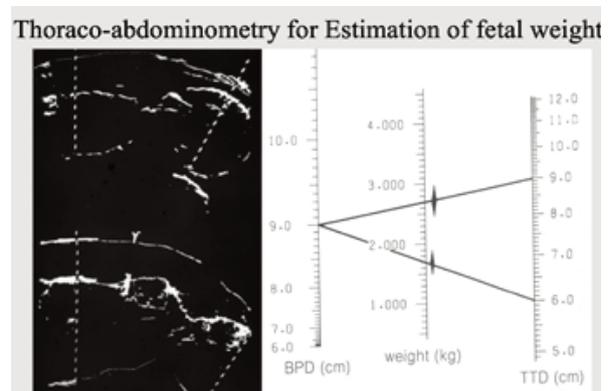


Abb. 3: M. Hansmann, Thorako-Abdominometrie (xx)

Diese ermöglichte erstmals eine Zustandsbeurteilung sowohl bei dystrophen, durch Plazentainsuffizienz retardierten Feten, als auch bei makrosomen Feten durch Diabetes. Die Umfangsmessung durch Campbell in England kam erst später, die Dopplersonografie zur Zustandsbeurteilung deutlich später.

W. Jonatha in Ulm hatte 1972 begonnen, mit dem Vidoson auch ultraschallgeführte Amniozentesen durchzuführen. Hansmann nutzte diese Erfahrungen, um – ebenfalls 1972 – die weltweit erste ultraschallkontrollierte intrauterine Transfusion bei Rh-Inkompatibilität durchzuführen (Abb. 4) und damit weltweit weitere Untersucher zu stimulieren bis hin zur ultraschallgeführten Laserchirurgie durch Kurt Hecher und Jochen Hackelöer (xx).

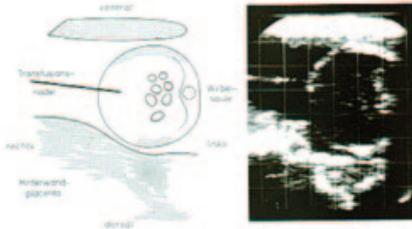


Abb. 4: Erste US-geführte intrauterine Transfusion (xx)

1973 habilitierte Hansmann über die fetale Gewichtsschätzung durch Encephalo- und Thorakometrie mittels Ultraschall und etablierte erstmals einfach zu handhabende Schätztabellen, die auch heute noch Gültigkeit haben. Zeitgleich entwickelte H. Schillinger in Freiburg – auch mit Compound-Scannern – Beurteilungskriterien für Ovarialtumoren.

Hans Jürgen Holländer, M. Hansmann und Jochen Hackelöer besuchten 1973 gemeinsam den 2. Weltkongress für Ultraschall in Rotterdam. Sie waren beeindruckt von den mit dem Vidoson nicht möglichen Messungen der Scheitel-Steiß-Länge von Embryonen und Feten ab der 7. SSW und erfuhren, dass eine Grauwertdifferenzierung im Feten und der Mamma jetzt auch mit Compound-Scannern möglich war.

Die Vorstellung des ersten Kontakt-Compound-Scanners Disonograph aus Glasgow/Edinburgh (Jan Donald und H. Robinson) (Abb. 5) und des Octoson aus Sydney (rapid multitransducer general purpose water coupling echoscope) von George Kossoff und J. Jellins stimulierten Hackelöer durch Besuche und Aufenthalte in Glasgow und Sydney, zum einen mit dem präzisen Compound-Scanner das Ovarialfollikelwachstum durch den gesamten Zyklus zu demonstrieren (xx), zum anderen mit dem extrem grauwertreichen Octoson die Mammasonografie in Deutschland zu etablieren (Abb. 6). Die 1979 von seiner Arbeitsgruppe aufgestellten Benignitäts- und Malignitätskriterien haben bis heute Gültigkeit (xx).

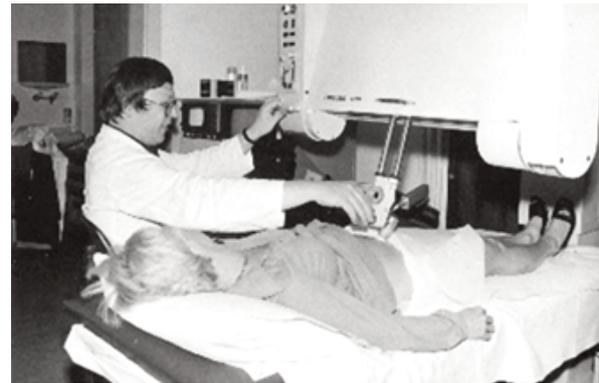


Abb. 5: Erster Kontakt-Compound-Scanner (im Bild J. Hackelöer am Disonograph)

Hackelöer habilitierte 1978 in Glasgow bei J Donald über die Ultraschalldarstellung des Follikelwachstums und der Ovulation. Er zeigte Ultraschallmöglichkeiten, die den Hormonbestimmungen nicht nur gleichwertig sondern auch überlegen waren, was letztendlich zur Basis der gesamten IVF-Behandlung wurde.

Noch beim ersten Retortenbaby Louise Brown 1978 wurden zu Follikelbeobachtung und Punktion tägliche Laparoskopien durchgeführt! Dies konnte durch Ultraschalluntersuchungen nun abgelöst werden.

LESEPROBE - bleiben Sie neugierig!

09.a Anfänge der Sonografie im Kindesalter (DDR)

Volker Hofmann



Mit dem Vidoson beginnt die Geschichte der Ultraschall-diagnostik im Kindesalter, denn erst mit dem schnellen B-Bild war man wirklich imstande, Neugeborene, Säuglinge und Kinder zu untersuchen. Das erklärt auch, warum die Sonografie des Kindesalters ihren Ursprung vor allem in Deutschland hatte.

Der Verfasser musste 1977 infolge der sozialistischen Umgestaltung die Karl-Marx-Universität Leipzig verlassen und nach Halle (Saale) an das konfessionelle St. Barbara-Krankenhaus wechseln. Hier stand in der geburtshilflichen Abteilung das damals landesweit einzige Vidoson 635, denn Instrumente zur modernen Diagnostik kamen vorwiegend aus dem Westen, und konfessionelle Krankenhäuser wurden damit in gewissem Umfang über westliche Spenden versorgt. Uns wurde schnell klar, dass eine derartige bildhafte Darstellung von Organen, Geweben und ganzen Körperarealen ohne zeitliche Verzögerung, ohne Strahlenbelastung und ohne Gefährdung der Kinder ein besonderer Glücksfall der modernen Medizin ist. Umso erstaunlicher war es, dass weder im deutschen noch im englischen Sprachraum zusammenfassende Darstellungen dieser Diagnostik existierten. Ein direkter Erfahrungsaustausch mit der Arbeitsgruppe um Dieter Weitzel in Mainz war zu dieser Zeit noch nicht möglich, wir mussten alles selbst erarbeiten. Es begann an der Schnittstelle zwischen Geburtshilfe und Kinderchirurgie: Mit der pränatalen Fehlbildungsdiagnostik und ihren therapeutischen postnatalen Konsequenzen.

Abb. 2a (li.): Niere im Längsschnitt (Bild: Hofmann)

Abb. 2b (re.): beide Nieren im Querschnitt Vidoson 735 (1978) (Bild Hofmann)

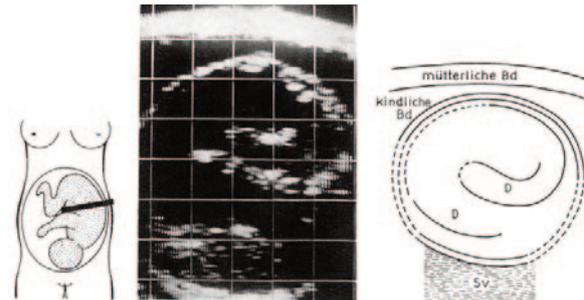
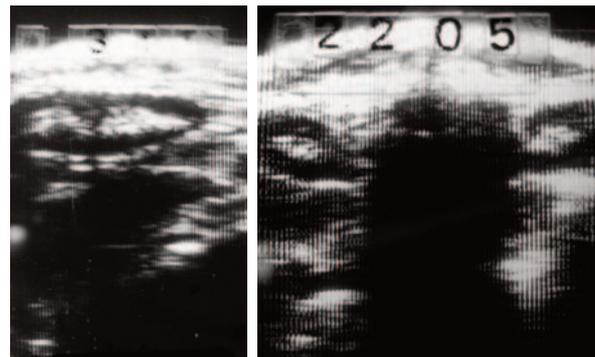


Abb. 1: Pränatale Diagnostik einer Darmatresie, dilatiertes, flüssigkeitsgefüllter Darm (1977) Vidoson 735 (©Hofmann)

Schon damals zeichnete sich die ethische Dimension dieser neuen Möglichkeiten der pränatalen Diagnostik ab, die später eine zunehmende Bedeutung erhalten sollten.

In dieser Anfangszeit war die Niere nach der Geburt das „dankbarste“ Organ: Oberflächlich gelegen und mit dem riesigen Schallkopf des Vidoson waren im Querschnitt sogar beide Nieren auf einem Schnitt gut abzubilden.



Das war sehr hilfreich bei der Klärung der häufigen Fehlbildungen der Nieren und ableitenden Harnwege. Aber bald stellte sich heraus, dass man auch völlig neue Einblicke in das Schädelinnere bei Neugeborenen und Säuglingen gewinnen konnte, CT und MRT standen ja noch nicht zur Verfügung.

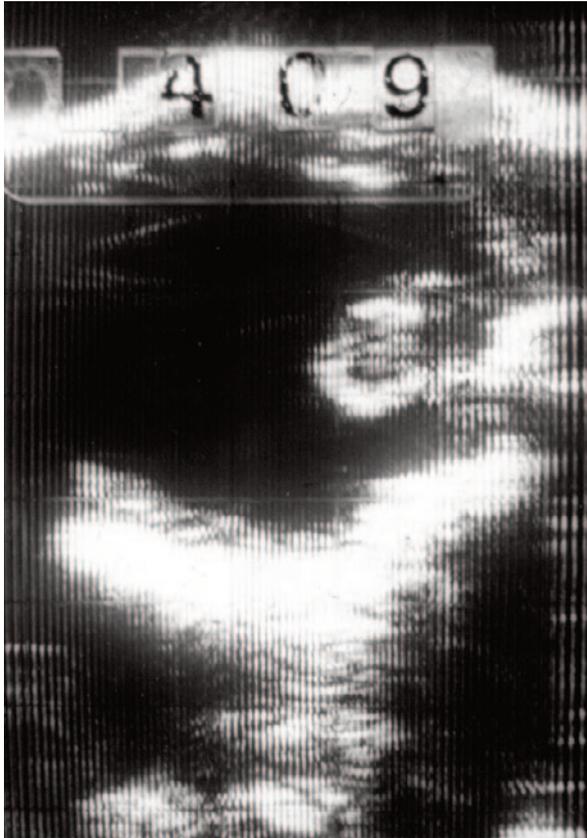


Abb. 3: Hydrocephalus parasagittaler Schrägschnitt Vidoson 735 (1977) (©Hofmann)

Und es war bereits die ultraschallgesteuerte und ab 1980 auch die ultraschallgezielte Punktion möglich, einschließlich Drainagetechniken, z. B. bei der perkutanen Nephrostomie.



Abb. 4: Pankreaspseudocyste bei einem 4-jährigen Kind nach Unfall, Aufnahme während der ultraschallgesteuerten Punktion, die Nadelspitze ist sichtbar. Oberbauchquerschnitt Vidoson 735 (1980) (©Hofmann)

Da diese neue Bildgebung sofort und ohne besondere Vorbereitungen zu jeder Tages- und Nachtzeit einsetzbar war und direkte Ergebnisse erbrachte, war sie natürlich besonders bei allen akuten Erkrankungen, Notsituationen und Unfällen einsetzbar. Jetzt konnte man nach schweren Unfällen Organverletzungen und ihre Folgen direkt abbilden, insbesondere das Ausmaß der Blutung.

LESEPROBE - bleiben Sie neugierig!

09.b Anfänge der Sonografie im Kindesalter (BRD)

Dieter Weitzel



Da Kinder strahlensensibler sind als Erwachsene, schien es uns an der Mainzer Kinderklinik naheliegend zu sein, vor dem Einsatz radiologischer Methoden zunächst zu prüfen, inwieweit man klinische Fragestellungen mit der Sonographie beantworten bzw. inwieweit man durch Kenntnis des Sonographie-Befundes eine nachfolgende radiologische Diagnostik sinnvoll steuern kann. Allerdings herrschte in angelsächsischen Publikationen die Meinung vor, Ultraschall bestenfalls komplementär bzw. additiv nach eingehender radiologischer bzw. nuklearmedizinischer Diagnostik einzusetzen. Dort gab es in dessen seinerzeit nur Compound-Scanner mit zeitaufwendigem manuellem Bildaufbau. Bewegten sich die Kinder während der Schnittebenen-Aufzeichnung, entstanden Artefakte und ggf. wäre eine Sedierung erforderlich gewesen.

In Deutschland hatte die Firma Siemens aber bereits mit dem Viduson ein Gerät mit schnellem Bildaufbau in Echtzeit eingeführt. Der Hersteller bot uns 1973 nach dem 2. Weltkongress für Ultraschall in der Medizin an, die Einsatzmöglichkeiten in der Pädiatrie mit einem Leihgerät auszuloten. Die Klinik räumte die Möglichkeit ein, breit gefächert Kinder zu untersuchen, um Anwendungsgebiete für die Sonographie zu eruieren – natürlich nur in der Freizeit.

Zunächst war die Frage von Interesse, ob die Sonographie über die umfangreichen radiologischen Möglichkeiten hinausgehende Erkenntnisse liefern konnte, und ob es nicht diagnostische Fragestellungen gab, bei denen das Ultraschallbild eher die zutreffende Diagnose lieferte.

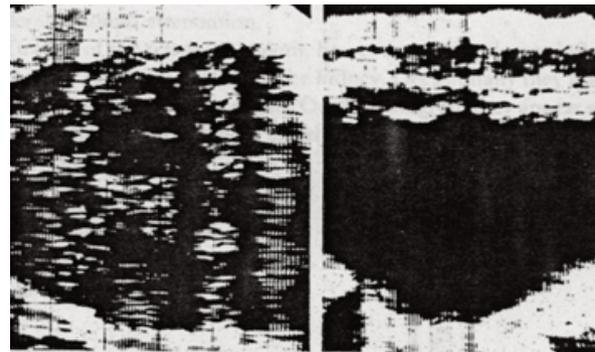


Abb. 1: Weichteildifferenzierung: solide und zystische Raumforderung. Links Wilms-Tumor, rechts subpelvine Stenose.

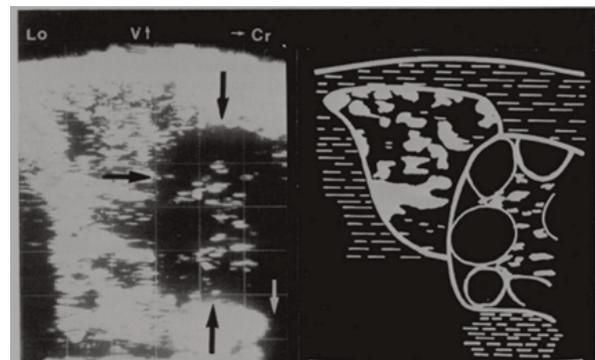


Abb. 2: Weichteildifferenzierung bei komplexer Raumforderung: 3-jähriger fiebernder Junge mit hohen Entzündungszeichen. Rö Thorax: großer Leberschatten, fragliche leichte Eintrübung des Mittellappens. Sonographie: Verd. auf subphrenischen Abszess, operativ subkapsulärer Leberabszess.

Die Einführung der Sonographie war kein Selbstläufer. Um Vertrauen in die Methode aufzubauen, wurden Ultraschall-Befunde in der Röntgenschau vorgestellt. Da die Dokumentation nur auf Polaroid-Bildern möglich war, war die Demonstration ein schwieriges Unterfangen: Die Bilder waren zu klein und schienen zu unübersichtlich. Diskussionen entzündeten sich nur an Befunden, bei denen die Sonographie der Radiologie eindeutig überlegen war, insbesondere bei der Weichteildifferenzierung (Abb. 1 und 2). Daher ging noch Zeit ins Land, bis man die Konsequenzen zog, bei abdominalen Raumforderungen die Reihenfolge der Diagnostik zu ändern. Schließlich wurde aber bei eindeutig zystischen Raumforderungen auf Angiographien verzichtet (Abb. 3).

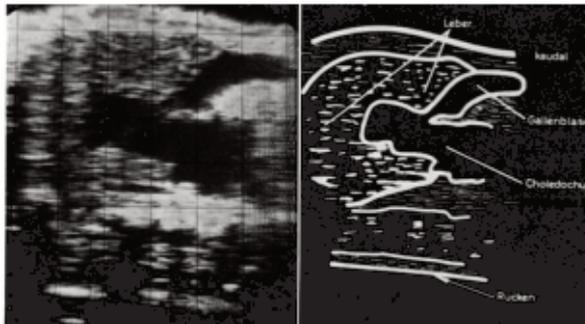


Abb. 3: Periphere Choledochus-Stenose bei einem 4-jährigen Mädchen. Einweisung wegen Verd. auf chronische Hepatitis. MDP: Verd. auf Raumforderung bei Impression des Duodenums, iv Pyelogramm oB, Leberszintigraphie: Aussparung im Hilusbereich und Zöliakographie: avaskuläre Raumforderung im Pankreas-kopf-Bereich. Zuletzt Ultraschall: massive Erweiterung des Choledochus, der Gallenblase und der intrahepatischen Gallengänge.

Schwerpunkt in unserer Klinik war die sonographische Nierendiagnostik. So untersuchte Gerd Alzen im Rahmen seiner Dissertation an isolierten Nieren im Wasserbad die Möglichkeit der Nierenvolumenbestimmung

mittels planimetrierten Schnittflächen bzw. mittels dreidimensionaler Durchmesser (xx). Die entsprechende Volumenbestimmung über die Ellipsoidformel ist bis heute ein Baustein der Nierendiagnostik (xx). Der Nachweis der Übereinstimmung von sonographischen und anatomischen Messungen bildete die Grundlage für sonographische Normwertbestimmungen von Organen. Das wachsende Vertrauen in das maßstabsgerechte Schnittbild führte letztlich auch dazu, dass notwendige Nierenbiopsien perkutan und nicht mehr operativ durchgeführt wurden. Daher wurde die pädiatrische Sonographie als erste von den Urologen wertgeschätzt. Sie drängten darauf, dass der Verlauf postoperativer Harntransportstörungen nicht mehr radiologisch, sondern nur noch sonographisch verfolgt wurde.

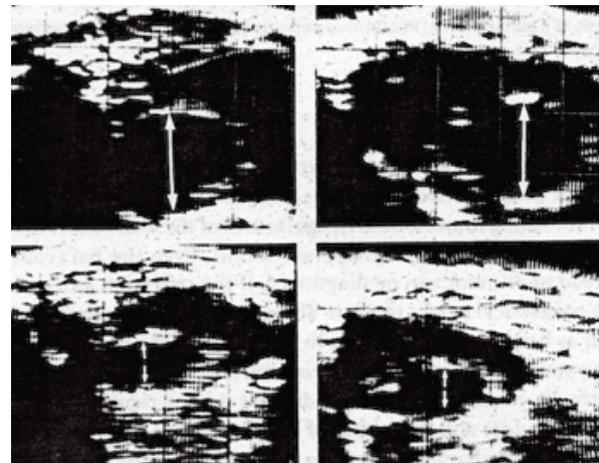


Abb. 4: Zustand nach Operation einer subpelvinen Stenose rechts. Obere Bildhälfte nach einer Woche, untere nach 4 Wochen

Zudem wurde das Vidison routinemäßig in der nephrologischen Sprechstunde eingesetzt. Die Folge war, dass iv-Urogramme in der Regel erst nach der Sonographie durchgeführt wurden (Abb. 4). Nach dem Vorliegen von Vergleichsstudien engten wir im Konsens mit den Uro-

11. Die Anfänge der Ultraschalldiagnostik in der Radiologie

Bernd Frentzel-Beyme, Dieter Nürnberg



Der erste Radiologe, der bereits 1951 wegweisende Ergebnisse in der medizinischen Ultraschalldiagnostik nachweisen konnte, war der Amerikaner Douglas Howry. Er wollte als Radiologe Bilder erzeugen, die eine ähnliche anatomische Topografie zeigten wie ein Röntgenbild. So erforschte er als erster den B-Scan und den Compound-Scan in Form des zweidimensionalen Querschnittsbildes (xx) (-> Kap. 03.3). Bis 1951 gab es nur den A-Mode, der die Diagnostik mit Darstellung von Amplituden ermöglichte (-> Kap. 03.1).

Als das Vidoson 1965 als erstes Real-Time-Gerät der Welt vom Ingenieur Richard Soldner (Siemens, Erlangen) auf dem deutschen Markt vorgestellt wurde, hatte es zunächst der Gynäkologe Hans Jürgen Holländer in Münster erproben dürfen. Die Ergebnisse wurden sehr positiv aufgenommen, so dass der Internist Gerhard Rettenmaier, Erlangen als nächster das Gerät erhielt.

Die Radiologen in Deutschland entdeckten den Ultraschall erst später. Die ersten waren im Jahr 1974 Dietmar Koischwitz und Hermann Frommhold in Bonn und Günther van Kaik in Heidelberg (1974 noch als Internist und Nuklearmediziner).

D. Koischwitz im Interview 2019:

„Mein Oberarzt Hermann Frommhold und ich bekamen ein bistabiles Compound -Gerät der Firma Unirad. Der Verkäufer der Firma Kau hatte sich um nichts gekümmert, nicht einmal eine Anleitung oder ähnliches gab es. So haben wir experimentiert. Was passiert, wenn man den einen oder den anderen Knopf um eine Einstellungsstufe weiterdreht? Wie sieht das Bild dann aus? Vor allem aus der Chirurgie und der Urologie erbateten wir uns Patienten, deren Diagnosen weitgehend geklärt waren

und die sich einer Operation unterziehen wollten. Nach der Experimentierphase haben wir v.a. Patienten mit Raumforderungen in der Leber untersucht. Die Operationen wollten insbesondere wissen, wie nah der Tumor an die Vena cava inferior in ihrem hepatischen Abschnitt heranreichte.“

Trotz der Anfangsschwierigkeiten erschien ihre erste Publikation bereits im September 1975 mit dem Titel „Ultraschalluntersuchungen an den Organen des Oberbauches“ (Abb. 1) (xx).



Abb. 1: Abbildung multipler Nierenzysten. Querschnitt von dorsal. C: Zyste. Rs: linke Niere. Rd: rechte Niere

Das erste Ultraschallbuch in der Radiologie war das Thieme Taschenbuch „Sonographie des Abdomens“ 1982 von Frommhold und Koischwitz (xx).

Die deutschen Radiologen arbeiteten zunächst hauptsächlich mit dem Compound-Scan, weil er nach der Einführung der Grayscale-Technik Bilder erzeugte und für die Demonstration die anatomische Zuordnung einfacher erschien. Man nahm dabei aber in Kauf, auf die wichtige diagnostische Funktion der Bewegung und auf eine schnellere Untersuchungszeit zu verzichten. Als

Ende der 70er Jahre mehrere kleine Real-Time-Geräte mit besserer Auflösung auf den Markt kamen (ADR von Kranzbühler, Combison 100 von Kretz und SAL 20 von Toshiba u.a.; (-> Kap. 07), wurden das Vidoson und die Compound-Geräte nur noch vereinzelt verkauft.

Rainer Heckemann aus Essen erforschte später mit der Technik der US-gezielten Punktionen die Morphologie der abdominellen Lymphknoten und war der 1. Vorsitzende der Sektion Radiologie der DEGUM, die 1983 gegründet wurde. Dietmar Koischwitz war sein Nachfolger, der dann auf den jährlichen Sektionstagungen die Seminarleiter-Kandidaten organisierte.

Gert Albers aus Hamburg arbeitete auch mit einem Compound-Gerät. Zusammen mit Gisela Schneekloth und Thomas Frank brachten sie ein Buch heraus über Sonographie des Abdomens, erstmalig mit einem Abschnitt über einzelne Schilddrüsenerkrankungen (Abb. 2) (xx).

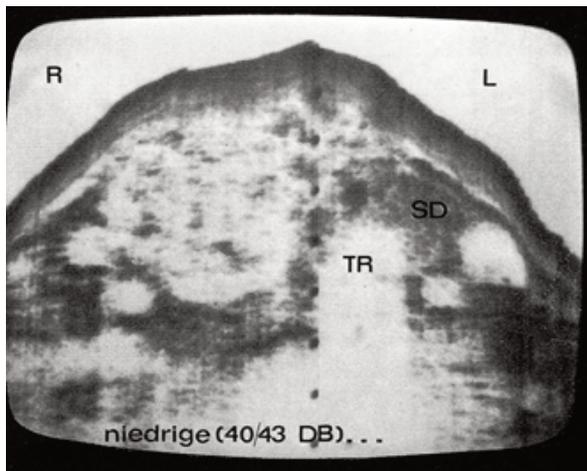


Abb. 2: Großes Schilddrüsenkarzinom rechts (Inverse Polung: Zyste weiß. TR: Trachea).(xx)

Fritz Friedrich aus Berlin stellte Anfang der 80er einen automatischen Abtastscanner der Mamma vor mit einer speziellen Aufrüstung des Combison 100 von der Fa. Kretz. Bernd Frenzel-Beyme, Berlin beschrieb 1983 erstmalig die Sonomorphologie des Prostatakarzinoms mit der transrektalen Methode (Abb. 3) (xx). Franz Fobbe, Berlin veröffentlichte 1993 als erster ein Buch über die farbcodierte Dopplersonographie (xx).

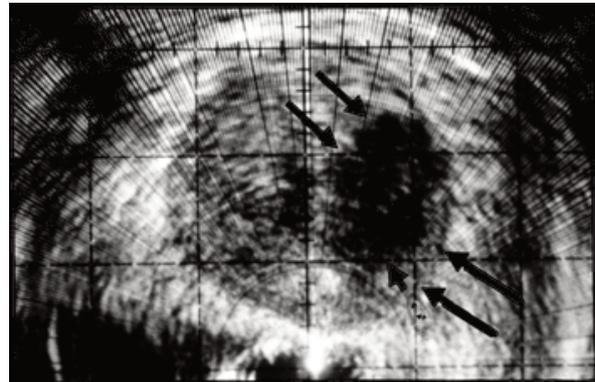


Abb. 3: Prostatakarzinom links (->). Transrektaler Querschnitt.

In der DDR begann der Ultraschall insgesamt früher als in der BRD, aber in der Radiologie etwas später. Das Institut für Röntgendiagnostik der Charité` bekam erst 1979 das erste Ultraschall-Gerät. Die AG Ultraschall-diagnostik der Gesellschaft für Medizinische Radiologie der DDR (GMR) gründete sich 1980 in Rostock, anlässlich eines Radiologenkongresses (-> Kap. 20.2). Bis 1983 war ihr Leiter A. Raab, Berlin, nach dessen „Republikflucht“ in den Westteil leitete bis 1987 Gerhard Ströhm, Berlin die Arbeitsgemeinschaft, danach Norbert Grosche, Dresden. Das erste radiologische Lehrbuch in der DDR publizierten K. Raab und Horst Schilling 1983 mit dem Titel „Atlas der Allgemeinen Ultraschalltomographie) (xx) (Abb. 4).

12. Die Entwicklung des diagnostischen Ultraschalls im Kopf-Halsbereich

Peter Jecker



Heutzutage ist die Ultraschalluntersuchung aus dem Kopf-Halsbereich nicht mehr wegzudenken. Es gibt kaum eine Klinik in Deutschland, in der nicht mindestens ein Ultraschallgerät für die tägliche Routinediagnostik zur Verfügung steht. Zudem ist die Ultraschalldiagnostik inzwischen fester Bestandteil der Facharztweiterbildung zum Hals-Nasen-Ohrenarzt.

Das war nicht immer so. Noch zu Beginn der 90er Jahre war der Ultraschall in den Abteilungen der Kopf-Halschirurgie, sei es die HNO oder die Mund-Kiefer- und Gesichtschirurgie, nicht so weit verbreitet. Dabei liegen uns aus der Literatur bereits sehr frühe Arbeiten vor, in denen die Ultraschalldiagnostik bei bestimmten Fragestellungen beschrieben wurde. So berichtete Wolf Dieter Keidel bereits 1947 [ww] über die Verwendung des Ultraschalls in der klinischen Diagnostik der Nasennebenhöhlen. Naturgemäß waren aber die Kopf-Halsuntersuchungen mit dem historischen Equipment, wie beispielsweise dem Wasserbadscanner der frühen 60er Jahre von Howry und Holmes nicht so ohne weiteres durchzuführen. Denn die Patienten waren im Scanner sitzend bis zum Hals mit Wasser überflutet, um ein entsprechendes Schnittbild zu erhalten. Eine Untersuchung, beispielsweise der Ohrspeicheldrüsen war mit dieser Technik nicht auszudenken, denn der Patient wäre ja während der Untersuchung ertrunken. Dennoch zeigen alte Darstellungen, dass bereits die Muskeln des Halses, wenn auch im damals typischen Schwarz-Weiß-Bild, schon gut voneinander unterschieden werden konnten [Abb.1].

Spätere Entwicklungen, wie beispielsweise der Contact-Compound-Scanner von Jan Donald und Thomas Brown waren für die Kopf-Halssonographie vollkommen unbrauchbar, allein schon aufgrund ihrer Größe. Um den Anforderungen der Kopf-Halsanatomie gerecht zu

werden, war es nötig, kleinere Schallköpfe einzusetzen. Dies war ungefähr Ende der 70er Jahre möglich. So gab es zu dieser Zeit eine zunehmende Anzahl von Publikationen, in denen der Einsatz der Sonographie in der Kopf-Halsregion beschrieben wurde [xx, xx]. Zum Einsatz kamen vor allem solche Geräte, die für andere Fachdisziplinen konzipiert wurden. Denn im Gegensatz zur heutigen Situation gab es damals für den Kopf-Halsbereich noch nicht den entsprechenden Bedarf, Geräte zu konzipieren, welche die speziellen Anforderungen des Fachgebietes berücksichtigten.

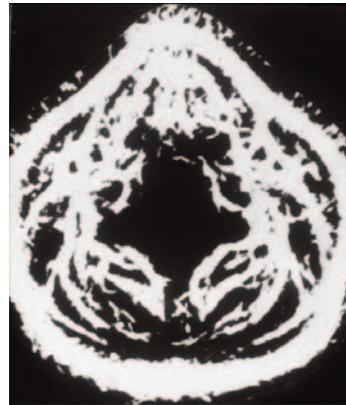


Abb. 1: Historisches Schnittbild des Halses (Quelle: Ultraschallmuseum)

So ist es auch nicht verwunderlich, dass anfangs vor allem die Nasennebenhöhlen-sonographie einen Aufschwung erlebte. Zwar handelt es sich bei den Kiefer- und den Stirnhöhlen um „knöchernen Organe“. Diese liegen allerdings oberflächennah und aus der Sicht des Klinikergalt es vor allem, bei einer Sinusitis Flüssigkeit oder Polypen in den Nebenhöhlen zu erkennen oder auszuschließen – also eine recht einfache Fragestellung [Abb.2].

Aber die Sonographie wurde in jener Zeit auch für Fragestellungen eingesetzt, die heute gar nicht mehr denkbar sind, beispielsweise zur Beurteilung der Bewegung der Pharynxwand oder der Stimmlippen bei Schluck- und Stimmstörungen [xx, xx].



Abb. 2: Compound-Scan der Nasennebenhöhlen, ca. 80er Jahre. (© W. Mann)



Abb. 3: Sonographie eines Zungenkarzinoms, ca. 80er Jahre (© U. Mende)

So richtig profitierte die Kopf-Halssonographie von der Entwicklung der Grauwertskala und natürlich von der Entwicklung kleinerer Schallköpfe. Gerade die Grauwertskala erlaubte es, pathologische Gewebe im Kopf-Halsbereich besser von den natürlichen Geweben zu differenzieren und hinsichtlich ihrer Dignität zu beurteilen. So fand der Ultraschall Mitte der 90er Jahre zunehmenden Einsatz in der Diagnostik und Ausdehnungsbestimmung von Kopf-Halstumoren [Abb.3] und in der Lymphknotendiagnostik [Abb.4].

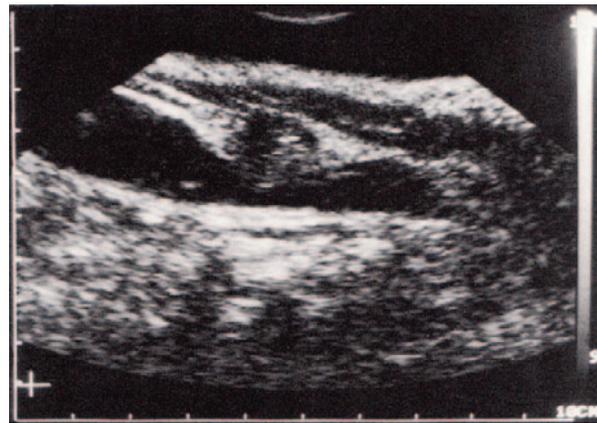


Abb. 4: Frühe Sonographie einer Halslymphknotenmetastase (© W. Mann)

Während damals noch das Abtasten des Halses mit den Händen die gängigste und einzig vorhandene Möglichkeit des Kopf-Halschirurgen war, um möglichst schnell pathologische Halsprozesse zu erfassen, ist heutzutage die Sonographie gerade in der Primär- aber auch in der Nachsorgediagnostik von Patienten mit Kopf-Halsmalignomen nicht mehr wegzudenken. Dennoch mussten die Protagonisten der Kopf-Halssonographie in der damaligen Zeit oft ein für die heutige Zeit unvorstellbares Improvisationstalent besitzen, um an ihr Ziel zu gelangen [Abb.5].

LESEPROBE - bleiben Sie neugierig!

13.a Ultraschalldiagnostik in der DDR – aus Sicht der Allgemein Chirurgie von 1974 bis 1991

Alfred Bunk



Bezüglich der Historie der Ultraschalldiagnostik in der DDR sei auf die Publikationen von R. Millner und **Gerhard Ströhm** verwiesen (-> Kap. 20.2.) (xx). Meine chirurgische Tätigkeit begann im September 1974 im St. Elisabethkrankenhaus in Leipzig. Hier erlernte ich 1975 die Grundlagen der Sonographie bei **Klaus Meinel**, Leipzig, einem ausgewiesenen Experten in der Missbildungsdiagnostik (Vidoson 635). Die Bilddokumentation erfolgte mittels eines selbstgebauten Tubus und eines speziellen Films für Monitorfotografie.

In staatlichen Krankenhäusern waren zu dieser Zeit lediglich einfache Doppler- und A-Bildgeräte verfügbar. Haupteinsatzgebiet war in der Chirurgie die Echoenzephalographie (xx).

Etwa Ende der 60er Jahre gab es Ansätze der Zysten- und Gallensteindiagnostik mittels A-Mode (xx).

Anfang der 70er Jahre wurden vor allem in kirchlichen Einrichtungen B-Bildgeräte, primär für die geburtshilfliche Diagnostik angeschafft. Insofern gab es interdisziplinäre, regionale chirurgische Aktivitäten in der abdominalen Sonographie, obwohl es diesbezüglich kaum zitierfähige Publikationen gibt. Deshalb kann ich nur auf persönliche Mitteilungen und Programme von Wissenschaftlichen Veranstaltungen verweisen.

In den Programmen der Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (GUM) AG „Weichteildiagnostik“ (u.a. geleitet von **G. Ortmann** 1972 – 1982) und der AG Ultraschalldiagnostik der Gesellschaft für Medizinische Radiologie (GMR) finden sich bis Mitte der 80er Jahre aus chirurgischer Sicht meist nur Beiträge der Arbeitsgruppen G. Ortmann (Erfurt) und **Alfred Bunk** (Leipzig/ ab 1982 Dresden).

Chirurgische Vorträge fanden sich zu Jahrestagungen

der GUM 1976, 1978, 1981 und 1982, der Thüringischen Gesellschaft für Chirurgie 1985 und der Gesellschaft für Chirurgie der Bezirke Dresden und Cottbus 1986. Die Referenten Ortmann/Erfurt, Bunk/Leipzig, Heynemann/Halle, Palowski/ Halle, Seeger/Berlin und H. Kleinau/Berlin berichteten zu Themen der Gallensteindiagnostik, dem Nachweis freier Flüssigkeiten und zystischen Raumforderungen sowie zur Nierenparenchym-Diagnostik und Nierenvolumetrie (xx).

Zielstellung war in diesem Zeitraum, den Einsatz des Ultraschalls in der Chirurgie als neues Diagnostikum zu etablieren (xx). Im Vordergrund stand u.a. der sichere Nachweis von Gallensteinen bzw. liquider Formationen beim akuten Abdomen.

Obwohl es praktisch keine diagnostischen Alternativen gab (z.B. CT), setzte sich dieses Verfahren nur zögerlich durch. Ursache war der Gerätemangel und die problematische Bilddokumentation. Deshalb forderten auch namhafte Chirurgen (z.B. Usbeck/Erfurt, Schröder/Jena, Herzog/Dresden, Wolff/Berlin) eine breite und bessere Ausstattung der Kliniken mit Ultraschalltechnik.

Als die DDR Mitte der 80er Jahre eine größere Anzahl Ultraschallgeräte importierte, war nach wie vor meist nur eine interdisziplinäre Nutzung möglich aber es erhöhte sich auch die Zahl der aktiven chirurgischen „Schaller“.

Verpflichtend war auch für Chirurgische Sonographeure eine 3-Monatige Hospitation bei einem zertifizierten Ausbilder der Akademie für ärztliche Fortbildung (AfÄF). Insofern erhöhte sich auch der Bedarf an Hospitationsmöglichkeiten. Diese sehr effiziente Einrichtung der Hospitationszentren wurde nach dem Ende der DDR ersatzlos abgeschafft. Ergänzt wurde diese Ausbildung

seinerzeit durch interdisziplinäre Fortbildungen und Gruppenhospitationen.

Die am häufigsten genutzten Geräte waren u.a. SAL 32A, SAL 35A (Toshiba); SDR 1200 (Philips); SL1 und SL2 (Siemens) (Abb.1).



Abb. 1: Sonoline SL 1 Chirurgische Klinik BKH Dresden-Friedrichstadt 1987

Einen Einfluss auf die Geräteauswahl hatten die Einrichtungen bzw. Untersucher jedoch nicht.

Mit verbesserter Bildqualität und Dokumentation (Blattfilmkamera) sowie neuen Technologien, erweiterten sich auch die chirurgischen Einsatzgebiete.

Vor allem auf gastroenterologischen und chirurgischen wissenschaftlichen Tagungen wurden neue Einsatzgebiete der Sonographie vorgestellt. Neben Fortschritten vor allem in der Leber- und Pankreasdiagnostik, fanden sich immer häufiger Beiträge zu OP-Planungen viszeralchirurgischer Eingriffe, der intraoperativen und endorektalen Sonographie, der Arthrosonographie sowie zu ultraschallgestützten Punktionen und Drainagen.

Chirurgische Vorträge gab es zu gemeinsamen Arbeitstagungen der GUM und der GMR 1987, 1988, 1989, der Sektion für gastroenterologische Endoskopie der Gesellschaft für Gastroenterologie der DDR 1987 und 1989, der Gesellschaft für Chirurgie der Bezirke Dresden und Cottbus 1988 und 1989.

Die Autoren Klühs/Berlin, Hermann/Suhl, Behm/Rostock/Hoyer/Stralsund, Dorn und Bickel/Erfurt, Kändler/Rostock, Merk/Magdeburg und Bunk/Dresden referierten u.a. über Möglichkeiten des endorektalen Ultraschalls, der Arthrosonographie, perkutane Punktionen

und Drainagen von Leberabszessen, perkutane ultraschallgezielte Punktionen, Drainage und Klebung von Leber- und Pankreaszysten, Sonographie des akuten Abdomens und intraoperative Sonographie sowie interventionelle Sonographie bei Komplikationen der akuten Pankreatitis (xx).

Ein zentraler Lehrgang (Kurs) für Ultraschalldiagnostik der Akademie für ärztliche Fortbildung der DDR (AfÄF) 1988 in Berlin Buch berücksichtigte auch Einsatzmöglichkeiten verschiedener operativer Fachgebiete(xx).

Publikationen waren seinerzeit nur in DDR-Fachzeitschriften möglich (xx). Zugang zu westlicher Fachliteratur gelang meistens nur über persönliche Kontakte zu Kollegen in der BRD und Österreich. Erst nach dem Ende der DDR änderte sich das (xx).

Trotz aller Neuerungen und technischer Fortschritte war Improvisieren weiterhin notwendig. Für Punktionen und Drainagen z.B. gab es kein geeignetes Material.

So experimentierten wir z.B. mit dem Institut Manfred von Ardenne in Dresden an einer Oberflächenbehandlung von Punktionsnadeln. Bezüglich der Lieferung von Drainagekathetern gab es ab 1986 Kontakte mit dem VEB Polyplast Halberstadt. Das Anliegen wurde zunächst abgelehnt aber man bestätigte, es im nächsten Fünfjahresplan zu berücksichtigen. Als Ersatz erhielten wir jährlich je 10 m 10F und 12F Polyethylen-Schlauch, aus dem wir die Drainagen selbst anfertigten (Abb.2).

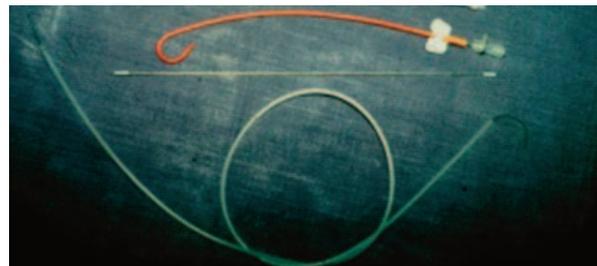


Abb. 2: selbst gefertigte Drainagen – Chirurgische Klinik BKH Dresden-Friedrichstadt

LESEPROBE - bleiben Sie neugierig!

13.b Sektion Chirurgie – Beginn in der BRD und vereintes Wirken in Nord, Süd, West und Ost

Jörg H. Simanowski



Die Gründung der **DEGUM-Sektion Chirurgie** erfolgte am 07.10.1989 auf dem Dreiländertreffen in Hamburg. 1. Vorsitzender wurde H.-J. Klotter/Marburg, Stellvertreter B. Bouillon/Köln (West), J. Simanowski/Hannover (Nord) und A. R. El Mouaauouy/Tübingen (Süd). Im Verhältnis zu den anderen großen medizinischen Fächern erfolgte die Gründung der Sektion Chirurgie sehr spät. Lange wurde von den Meinungsmachern der vom Prinzip her konservativ eingestellten Chirurgie die sonographische Diagnostik als 'Kaffeesatzleserei' (mit Ausnahme in der Neonatologie) abgetan. Doch irgendwann waren die in der Literatur durch Internisten und Radiologen vorgestellten Ergebnisse nicht mehr zu ignorieren. In Marburg mit W.B. Schwerk und Hannover mit M. Gebel wirkten zwei exzellente Sonographeure, die bereit waren, ihr Können an die Chirurgen weiter zu geben, so dass dort unabhängig voneinander ab 1987, das *hochchirurgeneigene* Feld der intraoperativen und intrakorporalen Sonographie in den Arbeitsgruppen **Klotter** und **Simanowski** sich entwickeln konnte. Die erste relevante Veröffentlichung in Deutschland zur intraoperativen Sonographie der Leber erfolgte durch H.J. Klotter (xx), zur intraoperativen Duplexsonographie der Gefäße durch J. Simanowski (xx). Zuvor hatte bereits im europäischen Raum J.J. Jakimowicz/Eindhoven publiziert (xx). Auch entzündliche Erkrankungen des Abdomens (Appendizitis, Sigmadivertikulitis, ...) waren bereits in den Fokus der Chirurgen getreten, als erster aus dem deutschen Sprachraum veröffentlichte G. Meiser/Salzburg zur Appendizitis (xx). Und plötzlich explodierten die sonographischen Anwendungen und der Einsatz in der Chirurgie. Neue Anwendungsgebiete kamen hinzu: Trauma, Weichteile, interventionelle Therapien u.a.. Die Sonographie wurde in die Weiterbildungsordnung für Chirurgen aufgenommen. Eine erste Zusammenfassung

erfolgte in dem **Workshop „Intraoperative und Interventionelle Sonographie“** am 17. und 18. Februar 1989 im Leibniz-Haus Hannover. Alle relevanten sonographierenden Chirurgen aus der BRD unterstützt von Internisten, Zytologen und Physikern kamen und diskutierten die Themen in zeitlich unbegrenzten Rahmen. Aus diesem Workshop entstand das beim Springer-Verlag 1991 erschienene Buch „Interventionelle und intraoperative Sonographie“, Herausgeber J.H. Simanowski (xx). Im selben Jahr erschien im Thieme Verlag die „Checkliste für Chirurgen“, Herausgeber M. Röthin, B. Bouillon, H.-J. Klotter (xx). In diesem Buch werden stichwortartig alle Einsatzgebiete der Sonographie unter dem chirurgischen Blickwinkel und erstmalig in der Literatur der „Koller-Pouch“ für den Sinus splenorenalis als einer der 3 tiefsten Räume bei auf dem Rücken liegenden Patienten zur sensitiven Detektion freier Flüssigkeit beschrieben. Der Begriff „Koller-Pouch“ fand sich später bis in die anglo-amerikanische Literatur wieder und ist im deutschen Sprachrum heute ein feststehender Begriff. Hintergrund: In jedem Buch sollte irgendetwas Neues sich finden. Der Sinus splenorenalis hatte im Gegensatz zum Morison-Pouch (Sinus hepatorenalis) auf der rechten Seite keinen Eigennamen. J. Koller hatte über die Milz promoviert und war deshalb als Namensgeber prädisponiert (xx).

In der chirurgischen Sonographie bestand ein gewaltiger Nachholbedarf an Ausbildung. Es wurden Richtlinien zur Weiterbildung verabschiedet, die denen für das Abdomen, Retroperitoneum und der Schilddrüse der Internisten und Radiologen angeglichen waren. Diese wurden im Verlauf auch gegenseitig anerkannt. Es etablierten sich an vielen Orten – auch in der Schweiz und Österreich entsprechende Kurse, die Teilnehmerzahlen

nahmen exponentiell zu, wobei in den ersten Jahren die Chirurgen hinsichtlich der Qualität der Kurse von anderen Fachrichtungen kritisch beäugt werden. Nur langsam können die Chirurgen überzeugen. Sie haben aber sehr entscheidende Argumente auf ihrer Seite. Chirurgen beherrschen aufgrund von Operationen die Schnittbildanatomie wesentlich besser, die Dichte pathologischer Fälle ist wesentlich höher als in konservativen Fachrichtungen und die Qualitätskontrolle der sonographischen Diagnosen unterliegen häufig der direkten, persönlichen Sicht im eigenhändig zuvor sonografierten Situs.

Die **1. Seminarleitertagung der Sektion Chirurgie** fand in der Zeit vom 01.-03. März 1990 in Hannover statt, im Rahmen eines Workshops „Chirurgische Sonographie“ mit 61 Vorträgen, 41 Referenten und 280 Teilnehmern. Es herrschte eine regelrechte Aufbruchstimmung. In der deutschen Presse berichteten vom niedersächsische Ärzteblatt, über die großen regionalen Zeitungen bis zur Frankfurter Allgemeinen Zeitung und „Bild“, letztere wissenschaftlich am korrektesten.

Im Juni 1990 etablierte sich in der **Deutschen Gesellschaft für Chirurgie die Chirurgische Arbeitsgemeinschaft für Sonographie (CASO)** unter der Leitung von R. Siewert und dem Sekretär Tilling. Zu Beiräten wurden aus der DEGUM-Sektion Chirurgie H.-J. Klotter und U. Hildebrandt berufen. Die CASO übertrug der DEGUM-Sektion Chirurgie die sonographische Basisausbildung und die Ausbildung in den speziell chirurgischen eingesetzten, sonographischen Verfahren, wie endorektale und intraoperative Sonographie.

Im Juni 1990 hat die Sektion Chirurgie 8 Seminarleiter. Am 27.11.1990 beantragt A. Bunk aus Dresden die Aufnahme der DDR-Chirurgen in die Sektion Chirurgie, mit Schreiben vom 05.12.1990 erkennt der damalige DEGUM-Vorstand unter Leitung von K.H. Seitz den beiden Chirurgen A. Bunk/Dresen und G. Ortmann/Erfurt den DEGUM-Seminarleiter-Status zu.

Am 08.12.1990 findet unter der wissenschaftlichen Leitung von M. Rothmund in Marburg der 1. Sonographiekurs für Ultraschallausbilder und Fortgeschrittene mit 95 Teilnehmern statt.

Mit Schreiben vom 22.03.1991 ernennt der erweiterte DEGUM-Vorstand A. Bunk zu einem der stellvertretenden Leiter der Sektion Chirurgie. Damit ist die deutsche Vereinigung auch in der Sektion Chirurgie offiziell vollzogen.

Die chirurgische Sonographie etabliert sich zusehends auch außerhalb der DEGUM. Auf dem deutschen Chirurgen Kongress 1992 findet erstmalig eine eigene Sitzung „Sonographie in der Chirurgie“ statt. Ähnliche Veranstaltungen finden gemeinsam mit der CASO auf regionalen Kongressen in Dresden, Luxemburg, Stuttgart und Göttingen statt. Selbst in der Zeitschrift „der Chirurg“, dem zentralen Blatt der deutschen Chirurgie, können vier Artikel zur Standortbestimmung der „Sonographie in der Chirurgie“ untergebracht werden (xx).

Am 22.10.1992 auf dem 3-Ländertreffen in Karlsruhe wird eine neuer Sektions-Vorstand gewählt: Leiter der Sektion J. Simanowski, Stellvertreter: H. Gai/Hamburg, A. R. El Mouaaouy/Tübingen, A. Bunk/Dresden, H.-J. Klotter/Marburg. Zur Sektion gehören inzwischen 14 Seminarleiter.



LESEPROBE - bleiben Sie neugierig!

16. Entwicklung der Interventionellen Sonographie

Harald Lutz



Erste Berichte

1964 berichteten Wang Hsin-Fang et al (xx) aus Wuhan, China (Wuhan Medical Research Group) über 218 Fälle von Leberabszessen, die ultraschall-gezielt punktiert wurden (A-scan und B-Bild, dort genannt BP-Technik) (Abb. 1a, b). Dies war wohl der erste Bericht über die Anwendung von Ultraschallverfahren zur Lokalisation von Abszessen im Bauchraum und Festlegung der geeigneten Punktionsstelle. Dabei nutzten die Autoren schon den wichtigen Vorteil der ein- und zweidimensionalen Ultraschallverfahren im Vergleich zur Röntgendiagnostik, nämlich die Distanz von der Hautoberfläche zum Abszess direkt messen zu können. Das geschah in einer Zeit, in der Punktionen größerer Flüssigkeitsansammlungen perkutan nur aufgrund anatomischer Fixpunkte und Perkussionsbefund durchgeführt wurden. Auch die Punktion eines größeren Organes, wie der Leber bei vermuteter diffuser Erkrankung war bei standardisiertem Vorgehen nach perkutorischer Lokalisation möglich und durch die Entwicklung der Menghini-Nadel 1958 (xx) einfach geworden. Dabei galt aber der Tumorverdacht als zumindest relative Kontraindikation. Tumorknoten in der Leber gezielt zu punktieren war so nicht möglich.

Für die Lokalisation nicht tastbarer Organe, wie der Nieren zu einer perkutanen Punktion stand als bildgebendes Verfahren nur die klassische Röntgendiagnostik zur Verfügung. Diese war aber problematisch aus mehreren Gründen: Voraussetzung für die röntgenologische Darstellung war eine Restfunktion der Niere zum Einsatz des für ihre Abbildung notwendigen Kontrastmittels. Auch war der Strahlenschutz für Patient und Personal aufwendig. Prinzipiell war so die Lagebeziehung etwa des zu punktierenden unteren Nierenpols zu

anatomischen Fixpunkten, wie der Wirbelsäule messbar, aber nicht der Abstand zur Hautoberfläche, also die 3. Ebene. Daher hatte G. M. Berlyne (xx) schon 1961 vorgeschlagen, vor Punktion einer Niere ergänzend zum zweidimensionalen röntgenologischen Pyelogramm die Distanz von der Hautoberfläche zum unteren Nierenpol mit dem eindimensionalen Ultraschall A-Scan auszumessen. Gerhard Rettenmaier (xx) wies dann 1970 darauf hin, dass mit einem Real-Time Gerät (Vidoson) zusätzlich die Atemverschieblichkeit der Niere direkt beobachtet werden kann.

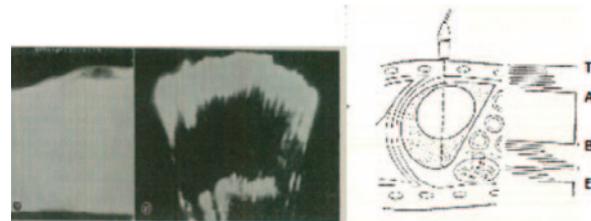


Abb. 1: Leberabszess, a. Röntgenbild mit Luftkontrast nach Punktion, b. Echogramm („BP-Typ Diagnostic Detektor“), c. Schema, A-Mode (T = Eintrittsecho, A = Abszess Eintrittsreflex, B = Ausgangsreflex, E = dorsale Grenze der Leber, A-B = Durchmesser des Abszesses (Quelle: Museum)

1969 wurde in Wien der „1. Weltkongress über Ultraschalldiagnostik in der Medizin“ veranstaltet. Er markierte das Ende der eigentlichen Pionierzeit der Ultraschalldiagnostik, die nach dem 2. Weltkrieg begonnen hatte. Klinisch regelmäßig angewandt wurde der Ultraschall zu diesem Zeitpunkt in der Augenheilkunde (A-Scan, B-Bild). Die Ophthalmologen waren als erste schon seit 1964 in einer internationalen Gesellschaft

(SIDUO) organisiert und die ursprünglichen Organisatoren des Kongresses (SIDUO III), der dann wegen umfassender Vortragsanmeldungen aus vielen Fachgebieten und Ländern (190 Vorträge insgesamt, davon 48 aus dem Bereich Ophthalmologie, 29 Neurologie, 20 Kardiologie, 19 Geburtshilfe und Gynäkologie und 23 Innere Medizin) in einen interdisziplinären Weltkongress umgewandelt wurde.

Klinisch eingesetzt wurden Ultraschallgeräten damals auch schon in der Neurologie (Echo-Enzephalographie zur Feststellung z. B. von intrakraniellen Blutungen und Kardiologie (Echo-Kardiographie zur Diagnose von Klappenfehlern mittels TM-Mode). Vor allem für Geburtshilfe, Gynäkologie und auch Innere Medizin, wo in erster Linie ein bildgebendes Verfahren benötigt wurde, markierte der Kongress den Anfang einer dann schnell fortschreitenden klinischen Forschung.

Obwohl in nur 2 Vorträgen die Möglichkeiten einer Ultraschall-geleiteten perkutanen Punktion diskutiert wurden, deuteten diese beiden Vorträge schon das ganze Spektrum der möglichen Punktionsverfahren und der zukünftigen diagnostischen Anwendungen an: Alfred Kratochwil (xx) berichtete über die ultraschallkontrollierte Amniozentese mittels eines speziell konstruierten Biopsie-Schallkopfes (Abb. 2). Er betonte, dass selbst standardisierte perkutane Punktionsverfahren durch die Ultraschallkontrolle auch bei ungewöhnlichen Situationen, etwa einer ungewöhnlichen Lage der Plazenta einfacher und vor allem sicherer durchgeführt werden können. Das sonographische Schnittbildverfahren ermöglicht eben eine bildliche Darstellung der interessierenden Region und die Vermessung des Punktionsziels in allen 3 Ebenen.

U. W. Blauenstein (xx) berichtete über die Möglichkeit Tumorknoten in der Leber mittels Ultraschall zu erkennen und dann an Hand von auf die Haut gezeichneten Markierungen (Abb. 3) und Messung des Abstandes

Haut-Tumor perkutan zu punktieren zur Gewinnung von Material für die zytologische Auswertung.

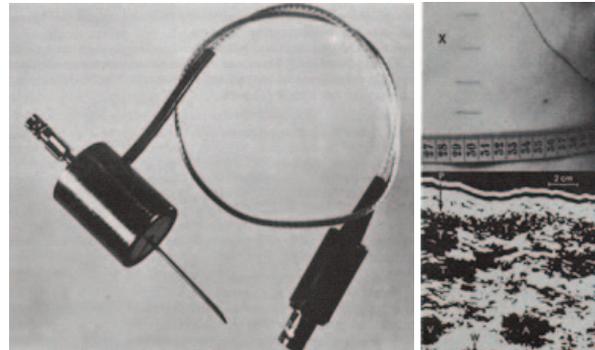


Abb. 2: Punktionsschallkopf zur Amniozentese, vorgestellt von Alfred Kratochwil 1969 in Wien (Quelle: Museum)

Abb. 3: Punktion von Lebermetastasen (bistabiles B-Bild) ohne unktionsschall-Transducer nach Blauenstein (Quelle: Museum)

Über die Aspirationspunktion tumorverdächtiger Herde hatten erstmals Martin und Ellis berichtet (xx). Diese Methode konnte damals aber nur bei tastbaren, oberflächennahen Prozessen, röntgenologisch kontrolliert bei Tumoren im Thoraxbereich oder im Rahmen einer (Probe-) Laparotomie gezielt eingesetzt werden.

Blauenstein zeigte mit seiner Präsentation nun erstmals, dass es nicht nur möglich ist, mit Ultraschall verdächtige Läsionen in Organen zu identifizieren, sondern auch diese anschließend zur weiteren Differenzierung gezielt zu punktieren. Dies war der Anfang der Entwicklung einer relativ einfachen diagnostischen Methode zur Aufdeckung und Differenzierung auch kleinerer, nicht tastbarer, tumorverdächtiger Prozesse. Dabei bestanden zu diesem Zeitpunkt schon gute Erfahrung vor allem in den skandinavischen Ländern mit der zytologischen Auswertung mittels perkutaner Punktion aspirierten Materials.

LESEPROBE - bleiben Sie neugierig!

20.1. Die Geschichte der DAUD und DEGUM

Harald Lutz



Die Entwicklung der wissenschaftlichen Ultraschallgesellschaften

Mit der Entwicklung der Ultraschalldiagnostik wuchs auch das Bedürfnis der forschenden Wissenschaftler die gefundenen Ergebnisse zu publizieren und zu diskutieren. Dies war anfangs in den meisten medizinischen Fachgesellschaften nur sehr eingeschränkt möglich, da dort diese neue Methode zu fremd erschien und sich noch zu wenige Ärzte mit dieser neuen Methode beschäftigten. Physikalische Fachgesellschaften waren umgekehrt an diesen medizinischen Themen nur begrenzt interessiert. So waren 3 verschiedene Wege grundsätzlich möglich und in den verschiedenen Ländern auch zu beobachten:

1. Die medizinische Ultraschalldiagnostik wurde in die entsprechende Fachgesellschaft von vorne herein integriert. Das war insbesondere in der Kardiologie der Fall, wo die Echokardiographie schon früh in der Fachgesellschaft akzeptiert wurde.

In manchen Ländern wurde die Ultraschalldiagnostik von vorne herein der Radiologie als ein bildgebendes Verfahren zugeordnet.

2. Die medizinische Ultraschalldiagnostik wurde in vorhandene physikalisch – medizinisch Gesellschaften integriert, die sich vorher mit der medizinischen Anwendung des Ultraschalls zur Therapie befasst hatten, etwa als spezielle Sektion oder sie entwickelte sich daraus als selbstständige Gesellschaft. So erklärt sich etwa das lange Bestehen der amerikanischen Gesellschaft AIUM, die sich 1952 aus einer Untergruppe der physikalisch medizinischen Gesellschaft entwickelte mit dem Arbeitsgebiet Ultraschalltherapie

und 1964 formal die Aufnahme aller Forscher beschloss, die sich entweder mit Ultraschalltherapie oder Ultraschalldiagnostik befassten.

3. Die Ultraschalldiagnostiker gründeten eigene interdisziplinäre Gesellschaften.

Die Ultraschallgesellschaften in Deutschland. Westdeutschland (BRD)

Vor Gründung der Deutschen Arbeitsgemeinschaft für Ultraschalldiagnostik (DAUD) 1971 befassten sich in Deutschland bereits mehrere wissenschaftliche Gesellschaften mit Ultraschall.

Zwischen 1. und 2. Weltkrieg hatte sich aus Anfängen in den Fächern Physik und Akustik international das Forschungsgebiet „Ultraschall“ zunehmend entwickelt und neben technischen, militärtechnischen und industriellen Anwendungen auch biologische und medizinische Wirkungen des Ultraschalls bearbeitet. In Deutschland erschien 1949 bereits die 4. Auflage (erste Neuauflage nach dem Krieg) des umfassenden Werkes „Der Ultraschall und seine Anwendung in Wissenschaft und Technik“ von Ludwig Bergmann, Wetzlar, Honorar-Professor der Physik an der Universität Giessen.

Im gleichen Jahr- 1949- fand in Erlangen die internationale Ultraschall-Tagung über Ultraschall in Medizin und Biologie statt, die sich besonders mit der Ultraschalltherapie, der damals jüngsten physikalischen Therapiemethode befasste einschließlich der biologischen Wirkungen des Ultraschalls. Bei dieser Tagung wurden zwei Vorträge über erste Anwendungen des Ultraschalls zur Diagnostik gehalten: Karl Dussik (Wien) berichtete über die „Ultraschallanwendung in der Diagnostik und Therapie der Erkrankungen des ZNS (Hypersonogra-

phie“ und W. D. Keidel (Erlangen) über Ultraschallkardiographie zur fortlaufenden Volumenmessung Herzens. Der Vorsitzende sprach in seiner Zusammenfassung am Ende der Tagung die „prophetischen“ Worte „...ist anzunehmen, dass die Ultraschallwellen auch in die Diagnostik Eingang finden werden“.

Im Tagungsband (später als Band 1 der Reihe DER ULTRASCHALL in der MEDIZIN bezeichnet), heißt es (Der Ultraschall in der Medizin, S. Hirzel, Zürich 1949, S. 365), dass die Gründung einer „Ultraschall-Arbeitsgemeinschaft“ vorgeschlagen wurde mit dem Vorstand Bergmann (Wetzlar), Rajewski (Frankfurt) und Gruetz (Univ.-Hautklinik Bonn). Eine eigene Ultraschall-Zeitschrift sei noch verfrüht. Es wurde vielmehr vorgeschlagen, das Angebot von Meyer, Herausgeber der „Strahlentherapie“ aufzugreifen, diese Zeitschrift für Veröffentlichungen zu nutzen.

Schon der 2. und 3. Band der Reihe „Der Ultraschall in der Medizin“ erschien aber 1952 bei Hirzel mit dem Dermatologen KH Woeber, Bonn, als Herausgeber. Der 3. Band erschien „im Einvernehmen mit der Wissenschaftlichen Vereinigung für Ultraschallforschung e.V. Bonn“. Woeber war deren Mitbegründer im Jahre 1948, und Herausgeber der Zeitschrift „Ultraschall in Medizin und Grenzgebieten“, zunächst im Hirzel-Verlag. Ab etwa 1954 wurde diese Zeitschrift zum Vereinsorgan. Auch manche Pioniere der Ultraschalldiagnostik, z. B. Dussik, publizierten in dieser Zeitschrift. Woeber war 1968 auch Mitbegründer der bis heute bestehenden Gesellschaft für angewandte Ultraschallforschung e.V. (GEFAU) am Ultraschall-Institut von R. Pohlmann an der TH Aachen, die sich mit Geräteentwicklung, Normung und Sicherheit befasste.

DAUD

Am 27. 11. 1971 trafen sich 15 Wissenschaftler (Abb. 1) in Erlangen und beschlossen die Gründung einer Arbeitsgemeinschaft für Ultraschalldiagnostik, die dann 1972 mit Erstellung der Satzung und Eintrag am

Registergericht unter dem Namen

Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Ultraschalldiagnostik (DAUD)

vollzogen wurde.

Die Fachgebiete der Gründungsmitglieder (Abb. 1) waren Neurologie (3), Neurochirurgie (4), Unfallchirurgie (1), Gynäkologie/Geburtshilfe (3), Innere Medizin (2), ZMK (1) und Physik (1).

Die Zusammensetzung der von vorne herein interdisziplinär ausgerichteten DAUD entsprach somit nur teilweise den damals schon wesentlichen Anwendungsgebieten. Diese waren die eindimensionale **Echo-Encephalographie** zur Erkennung einer Verschiebung des Mittelechos infolge einer intrakraniellen Raumforderung (z.B. durch traumatische Blutung oder Tumor) in der Neurochirurgie (Abb. 2) und des zweidimensionalen **Compoundscan** Verfahrens in der Geburtshilfe (Abb. 3) und Gynäkologie.



Abb. 3: Programm der 1. Tagung der DAUD Wiesbaden 1972 - Titelblatt

Die routinemäßige Anwendung dieser zeitaufwändige Technik auf dem Gebiet der Inneren Medizin, in erster Linie im Abdomen, war noch begrenzt.

LESEPROBE - bleiben Sie neugierig!

20.3. Die Geschichte der EFSUMB

Harald Lutz



1972 lud die Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Ultraschalldiagnostik in Verbindung mit ihrer 4. Jahrestagung zu einer

Ersten Europäischen Konferenz der Gesellschaften für Ultraschall in Medizin und Biologie

nach Basel ein. Der Kongress umfasste die damaligen Anwendungsgebiete mit Vorträgen aus den Fachgebieten Neurochirurgie/Neurologie, Ophthalmologie, Kardiologie und Geburtshilfe, sowie Beiträge zur Standardisierung. Er wurde komplett in Englisch gehalten, was zu sprachlichen Problemen vor allem während der Diskussionen führte. So stand am Ende der Tagung ein Kollege auf und bedankte sich, dass alle Sprecher ihm zu Liebe Englisch gesprochen haben, – er sei der einzige Teilnehmer aus England.

In Basel wurde auf einer Delegiertenversammlung die Gründung der **Europäischen Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology (EFSUMB)** beschlossen.

Delegierter der DAUD (s. S.) war damals der Gynäkologe Ernst-Gerhard Loch.

Die 13 nationalen Gesellschaften, die sich zur EFSUMB zusammenschlossen, repräsentierten folgende Länder:

- Belgien,
- Deutschland Ost (DDR),
- Deutschland West (BRD),
- Finnland,
- Frankreich,
- Jugoslawien,
- Niederlande,
- Österreich,
- Schweden,
- Spanien,
- Schweiz, Großbritannien (U.K.),
- Ungarn.

Als Ziele der EFSUMB wurden genannt:

“The Federation’s purpose shall be to promote the exchange of scientific knowledge and development in the medical and biological professions as applied to ultrasound. The Federation shall propose standards and give advice concerning criteria for the optimum apparatus and techniques, and concerning presentation and interpretation of results. This aim is to be served by arrangement of congresses and study and development meetings on an international level, as well as the exchange of information both in and outside Europe by the member organisations. The Federation shall represent the interest of its membership in the founding of a World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology.”

Europaweite Kongresse sollten in einem Rhythmus von 3 Jahren veranstaltet werden.

Marinus de Vlieger, Niederlande, wurde als erster Präsident der EFSUMB von den Delegierten gewählt. Weitere Board Member waren: Vizepräsident W. Buschmann, Sekretär H. R. Müller, Treasurer West: S. Levi, Treasurer East Anna Bertenyi. De Vlieger organisierte den 2. Kongress 1975 in Rotterdam mit deutlich größerer Beteiligung. Durch Aufnahme der nationalen Gesellschaften Dänemarks, Griechenlands, Norwegens und Polens war die Zahl der Mitgliedergesellschaften inzwischen auf 18 angewachsen (1975). 1976 wurde die Ultraschallgesellschaft Israels aufgenommen. Der 3. Kongress war dann 1978 in Bologna, was insofern nicht selbstverständlich war, als in Italien mehrere konkurrierende Gesellschaften existierten (s. u.). Auf diesem Kongress wurde die wichtige **Bologna Erklärung** der EFSUMB beschlossen:

Resolution der EFSUMB zu der Frage der Integration der Ultraschalldiagnostik in Klinik und Praxis:

„Die Europäische Föderation der Gesellschaften für Ultraschall in der Medizin und Biologie (EFSUMB), der 21 Fach-Gesellschaften West- und Osteuropas angeschlossen sind, hat sich auf ihrer Delegiertenversammlung vom 3. Oktober 1978 mit der **Frage der Integration der Ultraschall-Diagnostik in Klinik und Praxis** beschäftigt und dabei folgende Resolution gefasst:

Im Verlauf der letzten 30 Jahre ist die diagnostische Anwendung von Ultraschall auf verschiedenen Gebieten der Medizin entwickelt worden. Zu den Disziplinen, in denen sie heute einen festen Platz hat, gehören unter anderem Geburtshilfe und Gynäkologie, Gastroenterologie, Kardiologie, Angiologie, Ophthalmologie und Neurologie.

Gleichzeitig hat die Medizinische Radiologie, die sich ursprünglich ausschließlich mit der Anwendung von Röntgenstrahlen befasste, in manchen Ländern ihr Interessensgebiet auf die diagnostische Nutzung anderer Energieformen, u. a. des Ultraschalls, ausgeweitet.

Im Allgemeinen vollzog sich die Entwicklung der Ultraschalldiagnostik in den verschiedenen Fachgebieten harmonisch. Indessen sind da und dort Interessenkonflikte zwischen den einzelnen klinischen Fachgebieten und der Medizinischen Radiologie aufgetreten. Anlass dazu können u. a. die Anschaffung, der Betrieb und die Wartung teurer Geräte geben, die sich für mehrere klinische Fachgebiete nutzbar machen lassen. Während die aus solchen resultierenden Probleme je nach den lokalen Verhältnissen individuell gelöst werden müssen, dürfen einige Prinzipien bei der Planung ultraschalldiagnostischer Zentren allgemeine Gültigkeit beanspruchen.

Eine unabdingbare Voraussetzung für die diagnostische Anwendung von Ultraschall in einem bestimmten Gebiete der Medizin setzt beim zuständigen Arzt vor allem

gründliche klinische Kenntnisse im betreffenden Fach voraus. Von nicht geringerer Wichtigkeit sind aber auch seine technologischen Kenntnisse auf dem Gebiete der Ultraschalldiagnostik.

Zu den Voraussetzungen gehört fernerhin die Kenntnis der möglichen schädlichen Wirkungen des Ultraschalls. Wenn auch aus den Ergebnissen aller diesbezüglichen Untersuchungen keine Indizien hervorgehen, die auf eine mögliche Gefährdung von Patienten und Untersuchern durch die heute üblichen diagnostischen Untersuchungstechniken hinwiesen, so wird die Frage der Nebenwirkungen doch stets weiter untersucht werden müssen.

Die Verantwortung dafür muss von denjenigen Ärzten getragen werden, die sich dieser Energieform als diagnostisches Mittel bedienen. Da es sich dabei um eine Frage handelt, die alle interessierten Gebiete gleichermaßen betrifft, werden die diesbezüglichen Aufgaben am besten unter der Verantwortung der nationalen und übernationalen interdisziplinären Fachorganisationen wahrgenommen.“

„Als allgemeine Richtlinien der EFSUMB für die diagnostische Anwendung des Ultraschalls auf den verschiedenen Gebieten der Medizin sollen gelten:

- 1. Die Ultraschalldiagnostik steht einer Vielzahl medizinischer Disziplinen offen, von denen keine das exklusive Recht ihrer Anwendung auf einem bestimmten Gebiet beanspruchen kann.**
- 2. Die entscheidenden Kriterien, die überall dort angewendet werden sollen, wo es darum geht, die Verantwortung für die Ultraschalldiagnostik bestimmten Fachvertretern zu übertragen, sind das Wohlergehen der Patienten und die Wirtschaftlichkeit.**
- 3. Die EFSUMB, die auch auf diesem Gebiet eng mit der Weltföderation für Ultraschall in Medizin und**

LESEPROBE - bleiben Sie neugierig!

Ultraschall



Museum

DIE ENTWICKLUNG DES MEDIZINISCHEN ULTRASCHALLS AUS DEUTSCHER SICHT