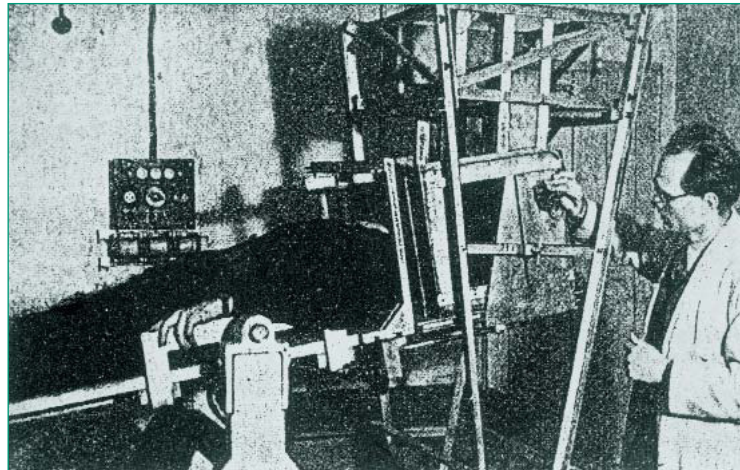


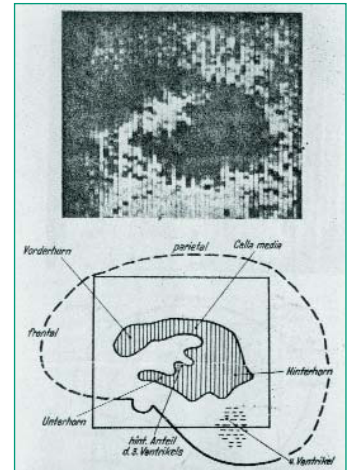
# Pioniere des medizinischen Ultraschalls



K. Th. Dussik



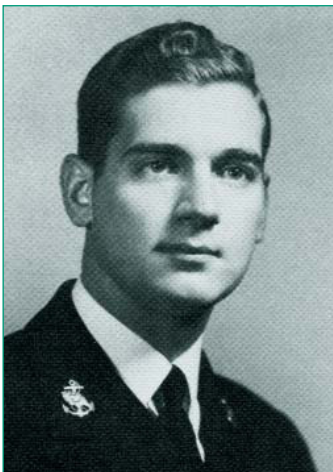
Das von Dussik und seinem Bruder konstruierte Gerät zur Transmissionsmethode



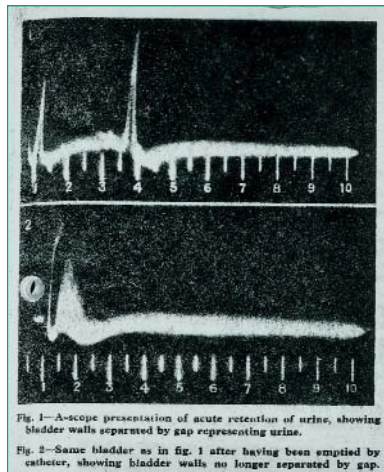
Hyperphonogramm der Seitenventrikel

Der Neurologe **K. Th. Dussik** aus Wien war **1942** der erste, der Ultraschall in der Medizin einsetzte. Er publizierte seine Methode der *Hyperphonographie* zur Beurteilung der Hirnventrikel. Auf der einen Seite der Schädelkalotte wurde der Sender aufgesetzt, der starr verbunden war mit dem auf der gegenüberliegenden Seite befestigten

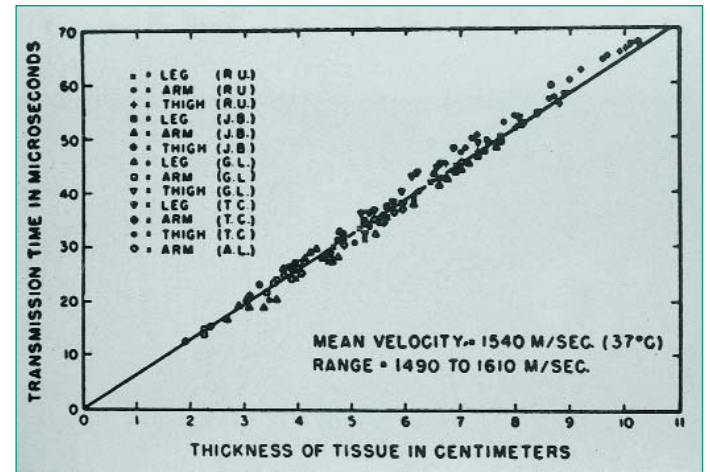
Empfänger. Die nach Durchschallung des Schädels auftretende Spannung wurde zur Belichtung einer fotografischen Platte benutzt. Durch paralleles Verschieben der Schallköpfe konnte Zeile für Zeile ein zweidimensionales Rasterbild erstellt werden. Es handelte sich um eine *Transmissionsmethode*.



G. Ludwig



A-Scan einer vollen Harnblase (oberes Bild) und nach Miktion (unteres Bild)



Geschwindigkeiten von Ultraschallwellen in verschiedenen Weichteilen

**G. Ludwig** aus Pennsylvania stellte **1949** das erste *Impulsechoverfahren* vor. Ein Gerät zur zerstörungsfreien Materialprüfung wurde zu einem A-Scan-Gerät modifiziert. Ludwigs Interesse galt den Gallensteinen. Er berichtete über

eine Treffsicherheit von Gallensteinen in vivo um 85 Prozent. Eine seiner bedeutenden Arbeiten war die exakte Messung der Ultraschallgeschwindigkeiten in verschiedenen Weichteilen.



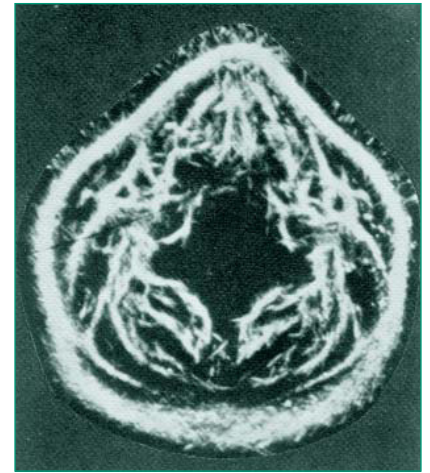
# Pioniere des medizinischen Ultraschalls



D. Howry



Gun-turret-Scanner:  
erster zweidimensionaler Compound-Scanner



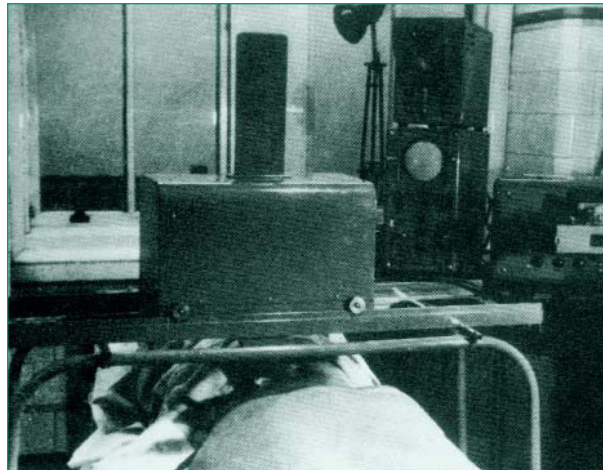
Ultraschallbild der Halsstrukturen

**D. Howry** aus Denver war der erste, der bereits **1952** zweidimensionale Ultraschallbilder vorstellte. Die Untersuchungen wurden in einem Wasserbad durchgeführt. Bei Untersuchungen des Halses lag der Patient bis zur Nasenspitze im

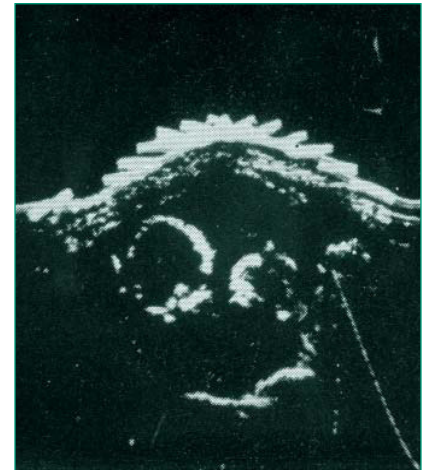
Wasser. Der Scanner fuhr im Wasser automatisch einen Halbkreis und wurde dabei hin- und herbewegt – *Compound scanning*. Zusammen mit **J. Holmes** untersuchte D. Howry die inneren Organe v.a. Leber, Nieren, Milz und Harnblase.



J. Donald



Erster Kontakt-Compound-Scanner. Der Schallkopf wird von Hand auf dem Abdomen bewegt.



Zwillingsschwangerschaft

**J. Donald** aus Glasgow konstruierte als erster bereits **1957** einen Kontakt-Compound-Scanner. Jetzt war es nicht mehr nötig, den Patienten in ein Wasserbad zu tauchen, sondern der Schallkopf wurde direkt auf die Haut aufgesetzt und von Hand bewegt. Donald entdeckte als erster

Zwillingsschwangerschaften, Drillings- und Frühschwangerschaften, Blasenmoln, Hydrozephalus und propagierte die Untersuchung mit voller Harnblase. Mit dem Kontakt-Compound-Scanner wurde der Weg für eine breitere Anwendung der medizinischen Ultraschalldiagnostik geebnet.

# Dopplersonographie



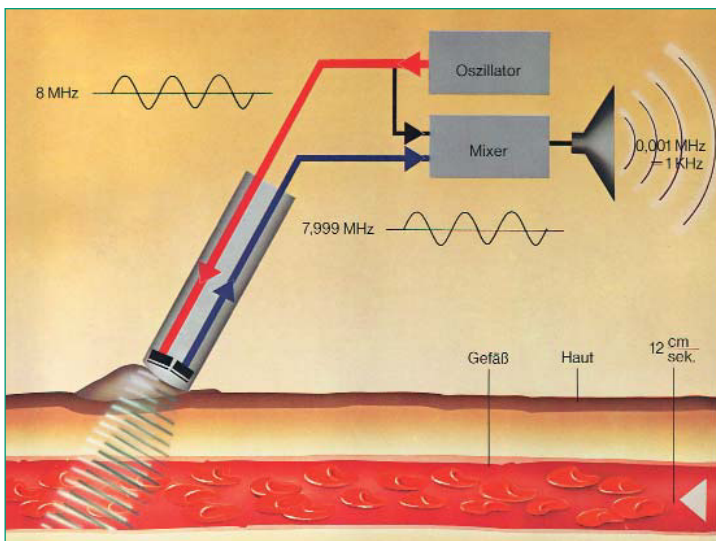
Christian Doppler

Der Einsatz des Ultraschalls als sog »Dopplersonographie« beruht auf der Entdeckung des Physikers **Christian Doppler (1803 – 1853)**. Sie besagt, dass die Frequenz von Wellen, also auch die von Schallwellen, eine Frequenzverschiebung erfährt, wenn sich Schallquelle und Beobachter relativ zueinander bewegen.

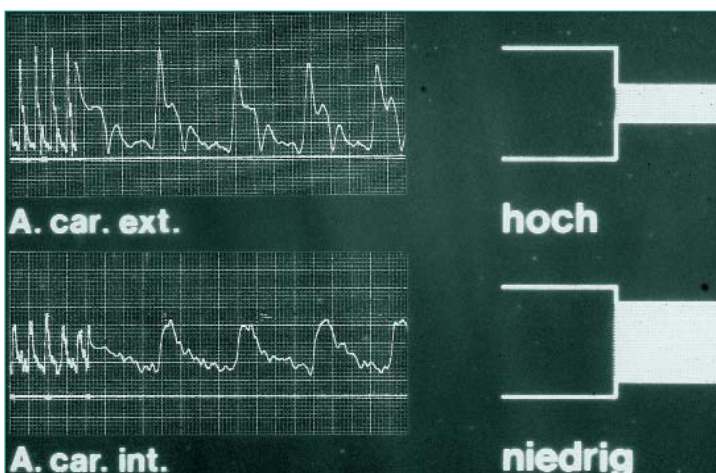
Bewegt sich die Schallquelle auf den Beobachter zu, verdichten sich die Schwingungen, die Frequenz steigt, der Ton wird höher (bei hörbarem Schall).

Der umgekehrte Vorgang tritt ein, wenn sich die Schallquelle vom Beobachter wegbewegt; der Wellenabstand wird weiter, die Frequenz nimmt ab, der Ton wird tiefer.

Folgerichtig erfährt die Sendefrequenz des diagnostischen (nichthörbaren) Ultraschalls (ca. 2 bis 20 MHz) an bewegten korpuskulären Strukturen im Körper eine Änderung. Für die Untersuchung von Gefäßen ist die Rückstreuung an Erythrozyten von Bedeutung. Die Differenzfrequenz zwischen emittiertem und rückgestreutem Schall entspricht der Strömungsgeschwindigkeit des Blutes und liegt im hörbaren Bereich von 16 Hz bis 20 kHz.



Prinzip der Dopplersonographie

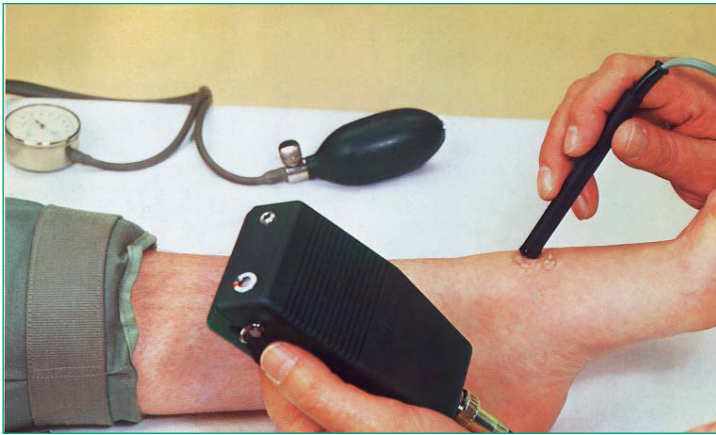


Kontinuierliche (cw)-Dopplersonographie (ca. 1978)

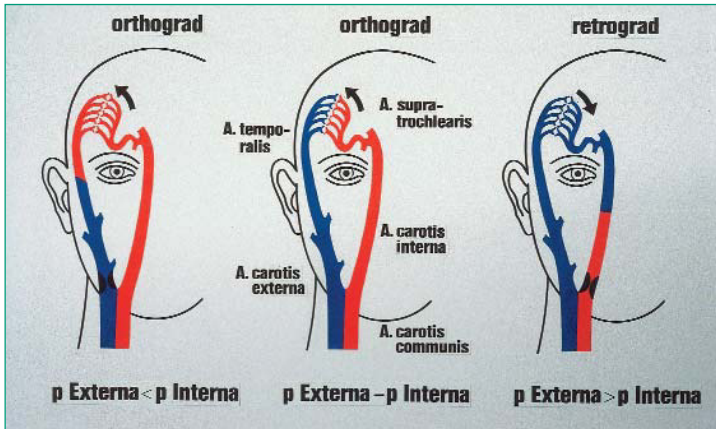
Klinisch ist die Bestimmung der Blutströmungsgeschwindigkeit eine wichtige hämodynamische Größe. Stenosen in Gefäßen bewirken eine Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit, deren Ausmaß eine Bewertung des Schweregrades der Stenose ermöglicht; in Aneurysmen ist die Strömung verlangsamt und verwirbelt, Verschlüsse der Arterien werden u. a. durch das Fehlen des Dopplersignals erkannt.

Das hörbare Dopplersignal über Arterien und Venen kann in Kurvenform registriert und frequenzanalytisch ausgewertet werden. Die Konfiguration der Dopplerkurve variiert u. a. durch den peripheren Widerstand im Ausstromgebiet.





Systolische Doppler-Blutdruckmessung

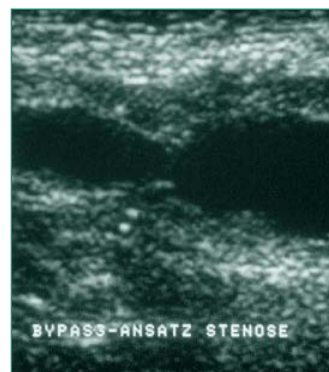


Ophthalmika-Kreislauf

## Duplexverfahren

In Duplexgeräten werden der bildgebende Ultraschallteil und das funktionelle Doppler-Mode in einer Schallkopfeinheit gekoppelt. Unter Sicht des B-Bildes kann das Doppler-Messvolumen in das Gefäß (Arterie oder Vene) gelenkt und eine genaue Messung in der »region of interest« vorgenommen werden.

Mit dem Farbduplex-Verfahren wird ein Netz von Messvolumina über das B-Bild gelegt. Frequenzverschoben wird der Ultraschall von allen bewegten Strukturen des Blutes rückgestreut, die Dopplerverschiebung errechnet und farbkodiert dem B-Bild überlagert. Der Effekt ist eine weitgehend homogene Anfärbung der Gefäße, wobei die Strömungsrichtung in



Farbkodierte Darstellung einer Bypass-Ansatz-Stenose

## Anwendungsgebiete

**Geburtshilfe:** Registrierung der fetalen Herztöne und der Nabelschnurgefäße (*Kratochwil 1967, Weber und Stockhausen 1967*)

**Periphere Arterien:** Messung des systolischen Blutdrucks an den Extremitäten, Nachweis einer arteriellen Durchblutungsstörung und quantitative Bewertung ihres Schweregrades (*Schoop und Levy 1969, Bollinger, Mahler und Zehender 1970*). Direktionale Dopplersonographie, Etagediagnostik der Strombahnhindernisse.

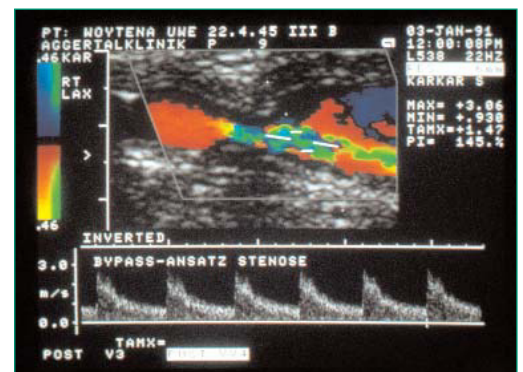
**Periphere Venen:** Nachweis von Thrombosen und Klappeninsuffizienz durch *Bollinger und Mahler (1968)*.

**Extra- und intrakranielle Arterien:** Indirekte Dopplersonographie über den Orbitaarterien (*Müller 1972*). Direkte Beschallung und Differenzierung der Halsarterien (*Büding, von Reutern und Freund 1976*). Untersuchung der intrakraniellen Arterien (*Aaslid 1982*).

**Kardiologie:** Intrakardiale Flussmessungen durch *Seipel* (Ende der sechziger Jahre), Doppler-Echokardiographie (*Hatle und Angelsen 1982*)

unterschiedlichen Farben dargestellt und die Strömungsgeschwindigkeit hellkeitsmoduliert wird (*Baker und Strandness 1974*).

Das Verfahren erleichtert das Aufsuchen der Gefäße und hat den Einsatz der Duplexsonographie in vielen Gefäßregionen erst ermöglicht.



## Teil 1

### Die Wegbereitung bis 1939

- 1793 Spalanzini** postuliert einen sechsten Sinn der Fledermaus, der 1920 als Ultraschall-Sinn vermutet und erst 1939 von *Griffin* und *Galambos* als Ultraschall bewiesen wurde.
- 1842 Doppler** Theorie der Frequenzverschiebung – »Dopplereffekt«
- 1877 Strutt** »the theorie of sound« – physikalische Grundlagen
- 1880 Gebrüder Curie** piezoelektrischer Effekt
- 1912 Behm** Entwicklung des Echolots
- 1912 Richardson** unabhängige Entwicklung des Echolots
- 1916 Langevin und Chilkowsky** Konstruktion des ersten Ultraschallgenerators und U-Boot-Ortung
- 1929 Sokolov** zerstörungsfreie Materialprüfung
- 1929 Wood/Loomis/Johnson** erste Untersuchungen über biologische Nebenwirkungen
- 1936 Gohr/Wedekind** Theorie der Echolotung innerer Organe
- 1939 v. Pohlmann** Ultraschall in der Therapie

## Teil 2

### Phase des ersten Versuchs bis 1951

- 1942 Dussik** Hyperphonographie – Darstellung der Hirnventrikel mit der Transmissionsmethode
- 1949 Keidel** Volumenmessung des Herzens (Transmission)
- 1949 Ludwig/Struthers** erstes Impulsechoverfahren als A-Scan. Diagnostik von Gallensteinen.
- 1950 Wild/Reid** Gewebedifferenzierung an der Darmwand
- 1951 Wagai** Gallensteindiagnostik
- 1960 Satomura** Dopplersonographie der Halsgefäße

## Teil 3

## Phase der klinischen Einführung

- 1952 Howry/Bliss** erste zweidimensionale Darstellung – Compound-Scanner – Wasserbaduntersuchungen
- 1952 Wild/Reid** zweidimensionale Darstellung von Körperstrukturen
- 1953 Edler/Hertz** Echokardiographie<sup>1</sup>
- 1954 Leksell** Echoenzephalographie
- 1956 Mundt/Hughes** Ophthalmographie, A-Scan
- 1957 Donald/Brown** erster Kontakt-Compound-Scanner
- 1958 Baum/Greenwood** Ophthalmographie, Compound-Scanner
- 1961 v. Ardenne/Millner** Focoscan-Verfahren, erstes C-Mode
- 1964 Schentke/Renger** Gewebeanalyse – A-Scan
- 1965 Krause/Soldner** erstes real-time-Gerät (Vidoson)<sup>1</sup>
- 1965 Holländer** real time in Gynäkologie und Geburtshilfe
- 1966 Strandness jr.** erstes CW-Dopplersonographie-Gerät
- 1967 Watanabe** transrektale Prostata-Sonographie
- 1969 Rettenmaier** real time in der Inneren Medizin
- 1972 Greene** Transmissionskamera
- 1972 Holm** erster Biopsieschallkopf
- 1973 Carlsen/Garrett** gray-scale-Technik
- 1974 Baker/Strandness** Prototyp Duplex-Gerät
- 1974 ADR** erstes kommerzielles Linear-Array-Gerät<sup>1</sup>
- 1976 COMBISON** erstes kommerzielles Sektor-Gerät<sup>2</sup>
- 1986 ALOKA, QUANTUM** farbcodierte Duplexsonographie<sup>3</sup>

1 im Schauraum

2 in der Wanderausstellung

3 in der Sammlung