

ULTRASCHALL IN DER MEDIZIN

1. DIAGNOSTIK
2. THERAPIE

1

1. DIAGNOSTIK

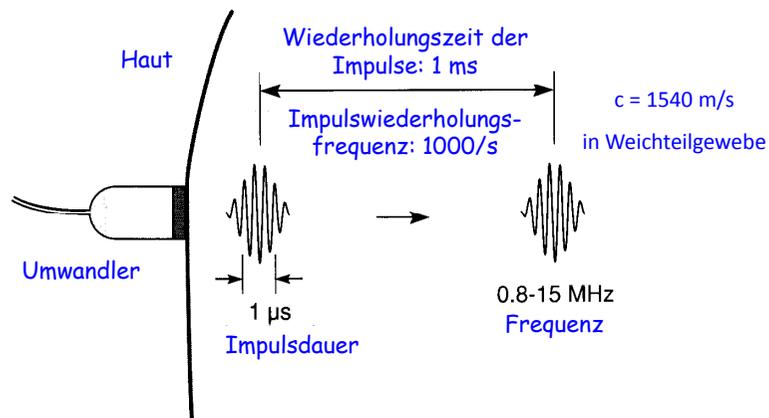
SONOGRAPHIE - Ultraschalluntersuchung des Patienten

- Vorteile:
1. Nahezu überall und jederzeit verfügbar (auch auf der Trage oder am Krankenbett)
 2. Biologisch unschädlich (keine Ionisation)
 3. beliebige Wiederholbarkeit
 4. ohne Kontrastmittel

2

Charakteristiken der Ultraschall-Impulse

Transducer/Umwandler: Sender und Empfänger
Zeitliche Trennung → Impulse



3

Auflösungsgrenze, Auflösungsvermögen

Auflösungsgrenze: der kleinste Abstand zweier noch getrennt detektierbaren Punkten

Auflösungsvermögen: Reziprokwert der Auflösungsgrenze

Die axiale Auflösungsgrenze hängt von der Impulslänge.

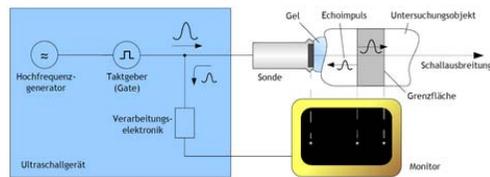
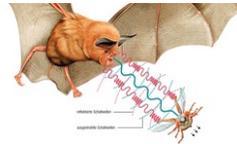
Die Impulslänge ist indirekt proportional zur Frequenz.

Die laterale Auflösungsgrenze hängt von dem Durchmesser des Ultraschallbündels.

4

1.1 SONOGRAPHIE

Prinzip des Echoimpulsverfahrens



$$z = c \cdot t / 2$$

z - Abstand der Grenzfläche vom Schallkopf

t - Laufzeit

c - Schallgeschwindigkeit

$A \sim R$

5

Bemerkungen:

1. Die Reflexion tritt nur an Grenzübergängen auf, die grösser als die Wellenlänge sind.
2. Sind Strukturen ähnlich gross oder kleiner als die Wellenlänge, so wird ein Teil der Intensität gestreut.
3. Je höher die Ultraschallfrequenz, desto stärker ist die Absorption im Gewebe und desto besser ist die Ortsauflösung.
4. Die Eindringtiefe und Auflösungsvermögen hängt von der Ultraschallfrequenz ab.

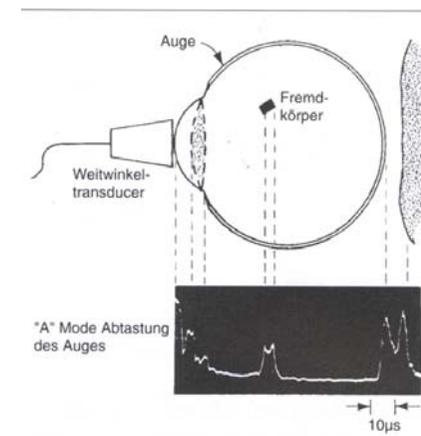
6

Bemerkungen: ad 3 und 4:

Sendefrequenz (MHz)	Wellenlänge (mm)	Eindringtiefe (hin und rück) (cm)	Ortsauflösung (mm)	
			laterale	axiale
2	0,78	25	3	0,8
3,5	0,44	14	1,7	0,5
5	0,31	10	1,2	0,35
7,5	0,21	6,7	0,8	0,25
10	0,16	5	0,6	0,2
15	0,1	3,3	0,4	0,15

7

Das A-Mode Verfahren

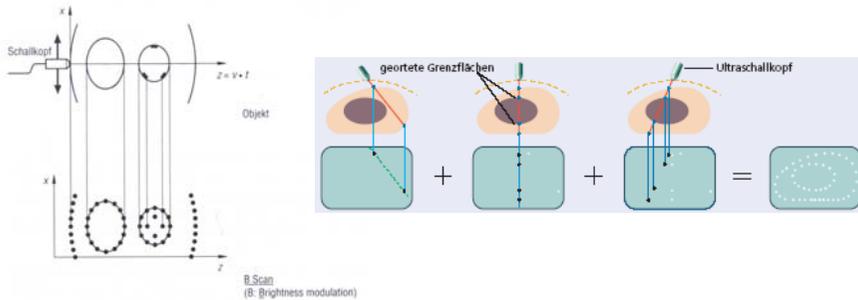


Ultraschallamplitudenmessung zur Bestimmung der Lage eines Fremdkörpers aus der Laufzeit des reflektierten Ultraschallsignals

8

Das B-Bild Verfahren

Man kodiert die Echoamplitude als Intensität oder Grauwert des Kathodenstrahls.



Grundsätzliche Darstellung der B-Bild-Technik

Der Schallstrahl wird nach jedem Sendeimpuls in der darzustellenden Ebene Senkrecht zur Körperoberfläche verschoben.

9

Das B-Bild Verfahren



2D-Sonogramm eines Menschenfetuses von neun Woche

10

Das B-Bild Verfahren

- Der Schallkopf wurde ursprünglich *manuell* auf der Körperfläche bewegt.
- Wird der Wandler gezielt bewegt, entsteht ein 2D *Schnittbild*.

Aufnahme von Schnittbildern (Scan):

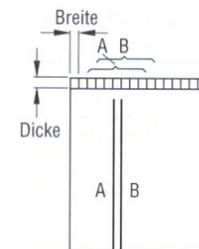
Regelmässige *Abtastung* einer Ebene der zu untersuchenden Körperregion mit Ultraschallimpulsen mit einem bestimmten *Scanformat*.

11

Das B-Bild Verfahren

Abtastverfahren (Scanverfahren)

Linearscan (Parallelscan)

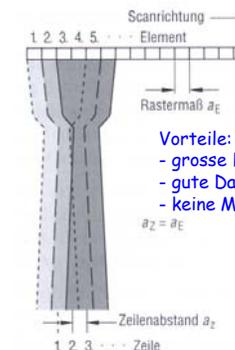


- Schallwandler wird linear verschoben
- 2D, rechtwinklige Abtastung

Elektronische Scanner

Linear-Array

- reihenförmige Anordnung von Einzelwandlern



Vorteile:

- grosse Körpereintrittsfläche
- gute Darstellbarkeit
- keine Mechanik

$a_z = a_E$

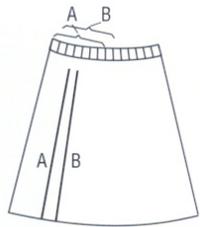
1 2 3 ... Zeile

12

Das B-Bild Verfahren

Abtastverfahren (Scanverfahren)

Convexscan



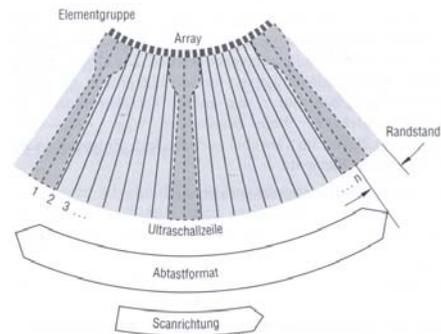
- Schallwandler wird längs einer konvex gebogenen Linie verschoben

- 2D Abtastung

Elektronische Scanner

Convex-Array

- reihenförmige, *gebogene* Anordnung von Einzelwandlern



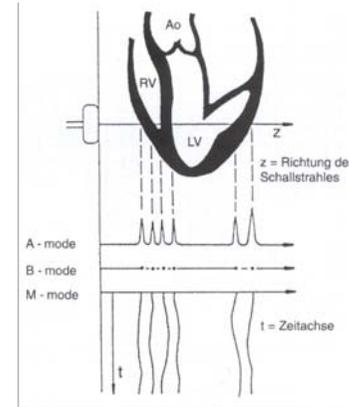
Vorteile:

- Sektorförmige Abtastung
- Gekrümmte Ankopffläche
- keine Mechanik

13

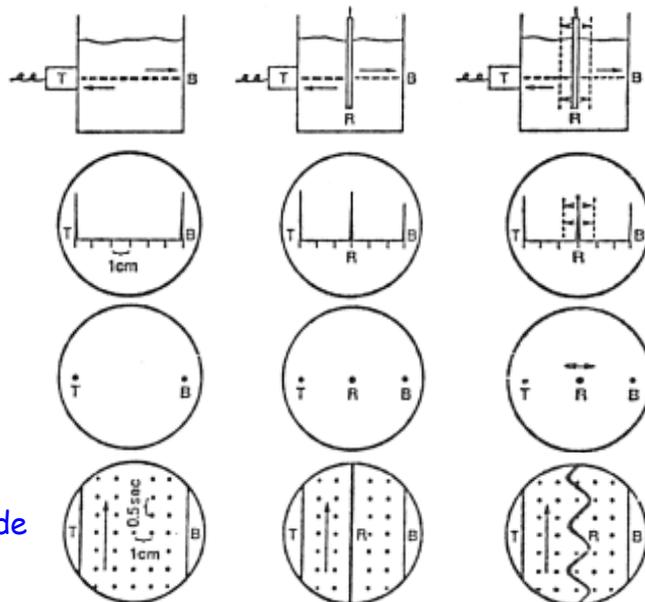
Das M-Mode Verfahren

Man schreibt die zeitlich aufeinanderfolgenden Echozeilen nebeneinander.



Bewegungsablauf, Amplitude, *Geschwindigkeit* der Bewegung anatomischer Strukturen lassen sich genau verfolgen.

14



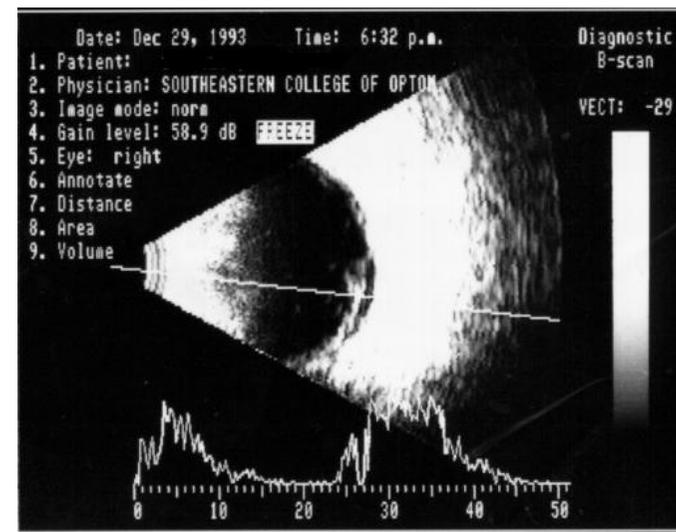
A - Mode

B - Mode

TM - Mode

15

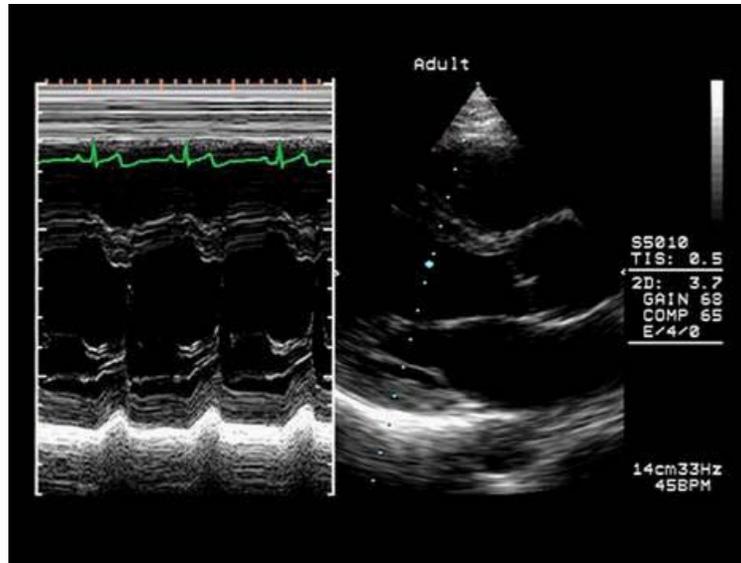
B-Bild und A-Bild



16

TM-Bild

B-Bild



Mehrdimensionale Anwendung

3D-Ultraschall: produziert räumliche Standbilder

4D-Ultraschall (Live-3D): 3D plus zeitliche Dimension

