

Medizinische Biophysik

Überblick von den bildgebenden Verfahren

I. Verwendete Strahlungen

II. Schema der bildgebenden Verfahren

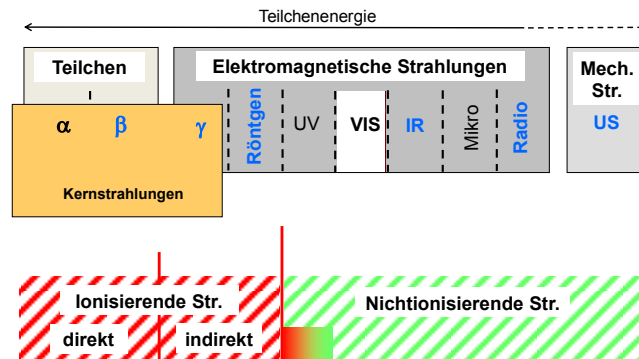
III. Einige allgemeine Begriffe (Passives/aktives Verfahren, Prinzip eines Verfahrens, Bild, Bildrekonstruktion, Bilddarstellung, Bildtyp, Bildinfo)

IV. Überblick

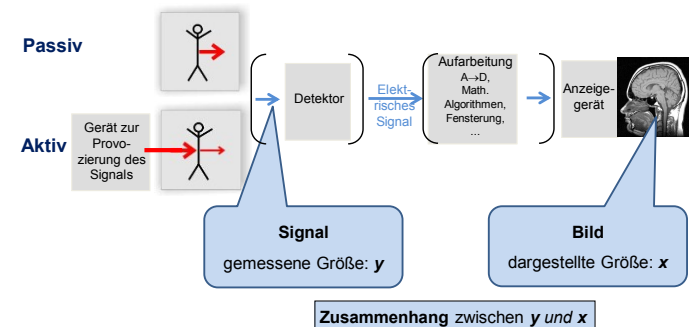
Bildgebende Verfahren

- 1. Endoskopie
- 2. Infrarotdiagnostik (Telethermographie)
- 3. Elektrische Potenzialkarte (EKG, EEG..)
- 4. Elektrische Impedanztomographie (EIT)
- 5. Nuklearmedizin (Szintigraphie)
 - 5a. Gammakamera; 5b. SPECT; 5c. PET
- 6. Röntgendiagnostik
 - 6a. Einfache Durchleuchtung; 6b. CT
- 7. Sonographie
 - 7a. Echoimpulsverfahren; 7b. Farb-Doppler Verfahren
- 8. Magnetresonanztomographie (MRT)

I. Verwendete Strahlungen



II. Schema der bildgebenden Verfahren

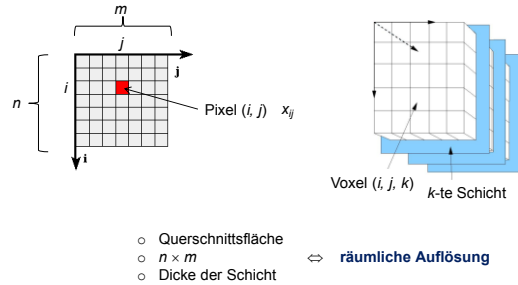


Prinzip =

Entstehung des gemessenen Signals + y + x + Zusammenhang zw. y und x

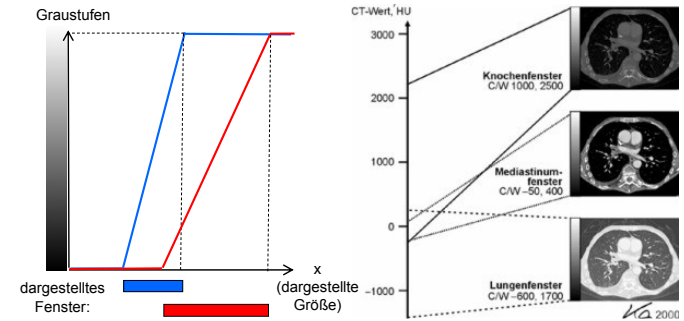
III. Einige allgemeine Begriffe

- **Bild:** 2/3D Darstellung der räumlichen Verteilung einer physikalischen Größe x im Körper



- **Bildrekonstruktion:**
 - $y \Rightarrow x$
 - Ort

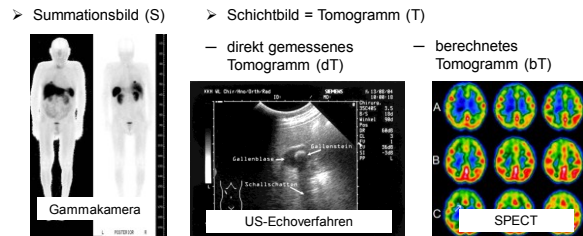
- **Darstellung:**
 - Grautöne/Farbtöne
 - Fensterung



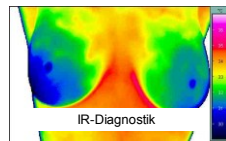
5

6

- **Bildtyp:**



- Spezielles Schichtbild, Oberflächenbild (O)



- **Bildinfo:**
 - (eher) morphologisch (M)
 - (eher) funktionell (F)

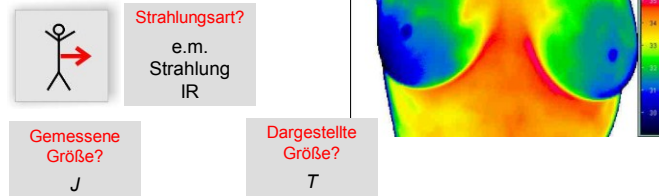
1. Endoskopie



7

8

2. Infrarotdiagnostik



Prinzip?

Temperaturstrahlung des menschlichen Körpers:

Stefan-Boltzmann: $M \sim T^4$ und $J \sim M$

Bildtyp?

O

Infos?

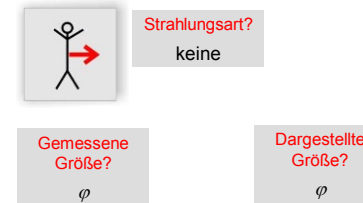
F

Nebenwirkungen/
Risikos?

Keine!

9

3. Elektrische Potenzialkarte



Prinzip?

Bei Muskel- und Nerventätigkeit entsteht ein elektrisches Feld im Körper, dessen Potenzialverteilung an der Körperoberfläche durch Elektroden direkt messbar ist.

Bildtyp?

O

Infos?

F

Nebenwirkungen/
Risikos?

Keine!

10

4. Elektrische Impedanztomographie



Prinzip?

Hochfrequente konstante Stromstärke wird an den Patient gelegt und die Spannung gemessen, und $U = Z \cdot I$ wobei die Impedanz Z gewebsabhängig ist.

Bildtyp?

bT

Infos?

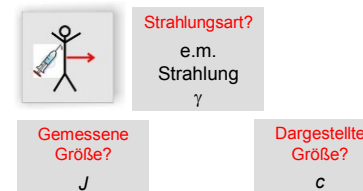
M

Nebenwirkungen/
Risikos?

Keine!

11

5. Nuklearmedizin 5a. Gammakamera



Prinzip?

Radioaktive Stoffe, chemisch-biologisch ununterscheidbar, physikalisch lokalisierbar und $J \sim \Lambda \sim c$

Bildtyp?

S

Infos?

F/M

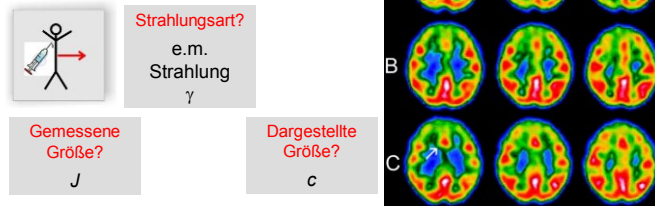
Nebenwirkungen/
Risikos?

Stochastische
Schädigungen
möglich

12

5. Nuklearmedizin

5b. SPECT



Prinzip?
Radioaktive Stoffe, chemisch-biologisch ununterscheidbar, physikalisch lokalisierbar und $J \sim \Lambda \sim c$

Bildtyp?
bT

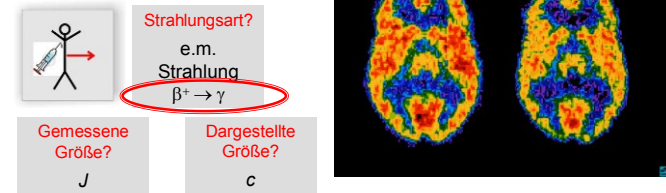
Infos?
F

Nebenwirkungen/
Risikos?
Stochastische
Schädigungen
möglich

13

5. Nuklearmedizin

5c. PET



Prinzip?
Radioaktive Stoffe, chemisch-biologisch ununterscheidbar, physikalisch lokalisierbar und $J \sim \Lambda \sim c$

Bildtyp?
bT

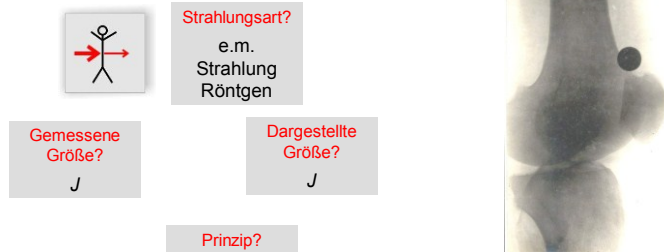
Infos?
F

Nebenwirkungen/
Risikos?
Stochastische
Schädigungen
möglich

14

6. Röntgendiagnostik

6a. gewöhnliche Durchleuchtung



Prinzip?
Unterschiedliche Schwächung der Rtg-Strahlen in verschiedenen Körperteilen.

Bildtyp?
S

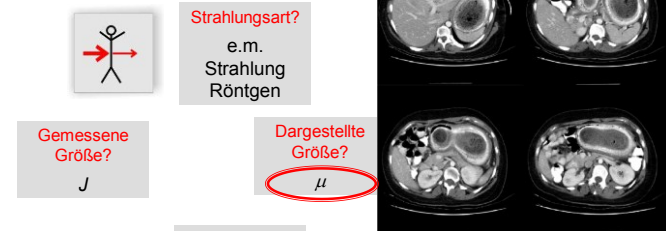
Infos?
M

Nebenwirkungen/
Risikos?
Stochastische
Schädigung
möglich!

15

6. Röntgendiagnostik

6b. Computertomographie



Prinzip?
Unterschiedliche Schwächung der Rtg-Strahlen in verschiedenen Körperteilen:

$$\lg \frac{J_0}{J} \sim \mu$$

Bildtyp?
bT

Infos?
M

Nebenwirkungen/
Risikos?
Stochastische
Schädigung
möglich!

16

7a. Echoimpulsverfahren



Strahlungsart?
Mech.
Strahlung
US

Gemessene
Größe?

$$t_{\text{Sende-Echo}} \text{ und } J_{\text{Echo}}$$

Dargestellt
Größe?

Abstände und J_{Echo}

Prinzip?

US-Impuls reflektiert, Radar-Prinzip:

$$t_{Sende-Echo} \sim l$$

Bildtyp?

Infos?

M

Nebenwirkungen/ Risikos?

Keine, wenn:
 $J < 0,1 \text{ W/cm}^2$ oder $J \cdot t < 50 \text{ J/cm}^2$



7b. Farb-Doppler Verfahren



Strahlungsart?

Mech.
Strahlung
US

Gemessene
Größe?

$$t_{\text{Sende-Echo}} \text{ und } J_{\text{Echo}} \text{ und}$$

Dargestellte
Größe?

Abstände und J_{Echo} und

Prinzip?

US-Impuls reflektiert, Radar-Prinzip:

$$t_{Sende-Echo} \sim l$$

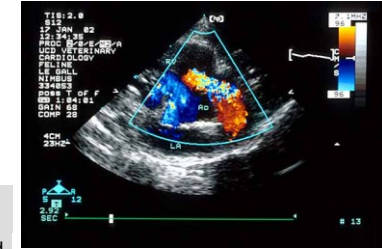
und Doppler Effekt: $f_D \sim v_{Blut}$

Bildtyp?
dT

Infos?
M/F

Nebenwirkungen/
Risikos?

Keine, wenn:
 $J < 0,1 \text{ W/cm}^2$ oder $J \cdot t < 50 \text{ J/cm}^2$



8. MRT



Strahlungsart?
e.m.
Strahlung
Radiowellen

Gemessene
Größe?
 J und $J(t)$

Dargestellte
Größe?
 n_H und T_1, T_2

Prinzip?

Magnetfeld (B), Anregung, anschließend darauf RW-Emission, wobei:

$$J \sim n_H \quad \text{und} \quad J(t) \Rightarrow \text{Relaxationszeiten } T_1, \text{ und } T_2$$













Bildtyp?

Infos?
M/F

Nebenwirkungen/
Risikos?

Herzschrittmacher, Metallprothesen



VERFAHREN	Strahlung		GRUNDPRINZIP	primäre Strahlung	derge- neigte Strahlung	Isotop	Infopt	Notenschau Result
1. Endoskopie	VIS		Beobachtung durch optische Faser (Totreflexion) oder durch Kapill-Endoskop	J	J	O	M	—
2. Infrarotdiagnostik (Thermographie)	e.m. Str.: IR		Temperaturstrahlung: Stefan-Boltzmann: $M = T^4$ und $J = M \cdot A$	J	T	O	F	—
3. Elektrische Potenziometrie (EKG, EEG, ...)	—		Bei Muskel- und Nerventätigkeit entsteht ein elektrisches Feld im Körper. dessen Potentialverteilung an der Körperoberfläche durch Elektroden gemessen ist	—	—	O	F	—
4. Elektrische Impedanztopographie (EIT)	—		Hochfrequente kosmische Strahlung wird an den Patient gelegt und in Spannung gemessen. $U = Z \cdot I$ wobei die Impedanz Z gewebeshängig ist	U	Z	BT	M	—
5. Nuklearmedizin (Szintigraphie) 5a. Gammastrahlung	e.m. Str.: γ		Radiaktive Isotope werden dem Patienten zugeführt. Sie verstrahlen sich in Organen genauso wie die natürlichen Isotope, so können aber durch Strahlung lokalisiert werden, und $J = A \cdot c$	J	c	BT	F	Stoch. Strahlen- schädigung möglich
5b. SPECT	e.m. Str.: γ		—	—	—	BT	F	—
5c. PET	e.m. Str.: β^+ + γ		—	—	—	BT	F	—
6. Röntgendiagnostik 6a. einfache Durchleucht. 6b. CT	e.m. Str.: Rg		Der Patient wird mit Röntgenstrahlen durchgeleuchtet, die in verschiedenen Geweben Organen unterschiedlich geschwächt werden, und $I = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot d}$	J	μ	BT	M	Stoch. Strahlen- schädigung möglich
7. Szintigraphie 7a. Echoptopographie	nach Str.: US		Der Patient wird mit US-Impuls bestrahlt, der in den Gewätschichten von akustisch unterschiedlichen Geweben im Teil reflektiert wird. Rück-Prinzip: Zeit zwischen Send- und Echozeit ist proportional dem Abstand US-Kopf-Gewebsoberfläche.	$f_{\text{Sende}} = f_{\text{Empf}}$	$f_{\text{Sende}} = f_{\text{Empf}}$	dT	M	— wenn $c = 0,1 \text{ W/cm}^2$ und $t_{\text{Str}} < 50 \text{ J/cm}^2$
7b. Farb-Doppler-Verfahren	—		Doppler-Effekt: Frequenzveränderung bei Reflexion durch sich bewegende Flächen $f_D = \gamma_{\text{Dop}}$	f_D	γ_{Dop}	dT	M+F	—
8. MRT	e.m. Str.: Radiowellen		Die Spins der H-Atomkerne (Protonen) werden durch ein starkes Magnetfeld orientiert. In einer Schicht des Körpers werden die Spins von ihrer Richtung durch RF-Strahlung abgelenkt. Die Rückkehr der Spins wird RF-Strahlung emittiert, deren Intensität zur Protonendichte proportional ist: $J(t) \propto \text{Relaxationszustand } T_1 \text{ und } T_2$ und Protonendichte. T_1 und T_2 sind gewebehängig	$J(t)$	μ T_1 T_2	dT	M	Protonen! Metall- prothesen!

Siehe separates pdf-Datei!