

Medizinische bildgebende Verfahren

Spezielle Verfahren der medizinischen bildgebenden Techniken

Vergleich der bildgebenden Techniken

L. Smeller

- Molekulare Bildgebung.
- Optische Verfahren (OCT).
- Funktionelle bildgebende Verfahren.
- Multimodale Techniken: SPET-XCT, PET-MRI: Die Korrelation der funktionellen und morphologischen Informationen.
- Navigation, Bildsegmentation, Bildregistration.

Molekulare Bildgebung

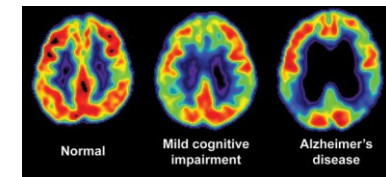
- Erforschung physiologischer Prozesse oder Diagnose von Krankheiten
- auf molekularer Ebene
- mittels bildgebender Verfahren
- in vivo.

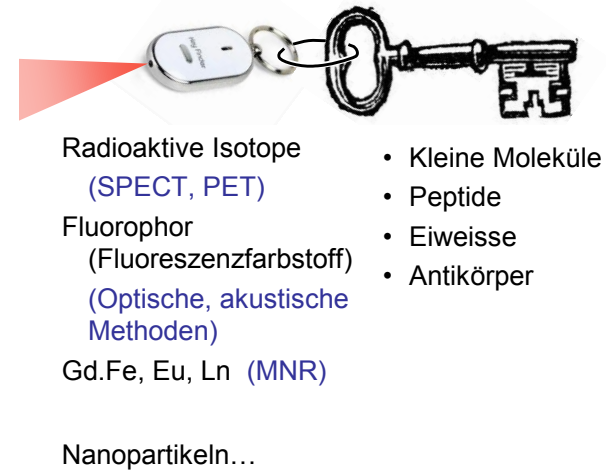
Molekulare Bildgebung

Bestimmte Krankheiten auf molekulare Abnormalitäten zurückzuführen

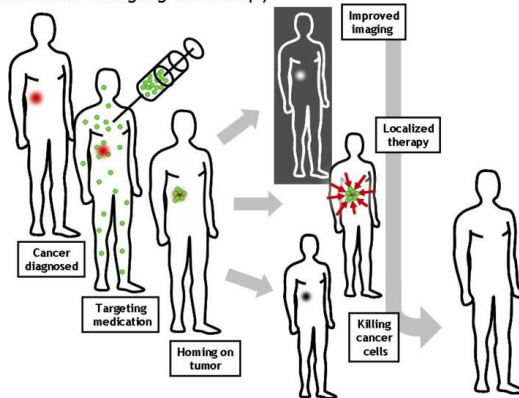
Molekulare Signaturen von Krankheiten zu detektieren und für die medizinische Diagnose zu nutzen

Frühdiagnostik
(häufig können die Symptomen nur später erkannt werden)



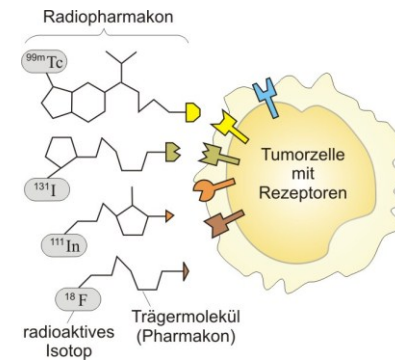


Molecular imaging & therapy



Opensource Handbook of Nanoscience and Nanotechnology

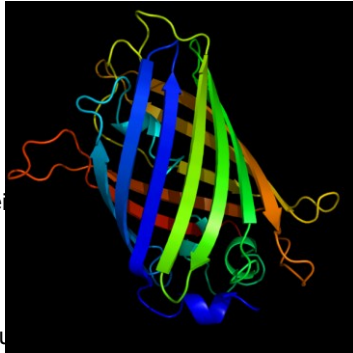
Radiopharmaka



Lumineszenzbasierende Bildgebung

GFP: Grün fluoreszierendes Protein

238 AS,
26,9 kDa

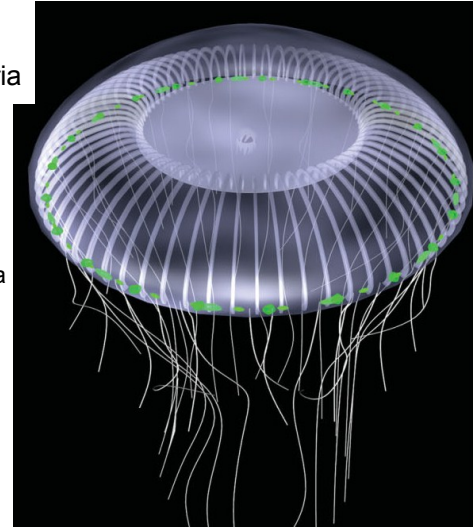
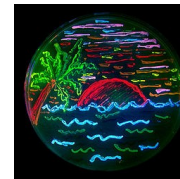


Kristallqualle
Aequorea victoria

2008: Nobel-Preis
in Chemie,
Roger Y. Tsien
Martin Chalfie
Osamu Shimomura

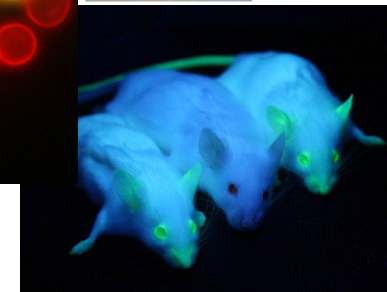
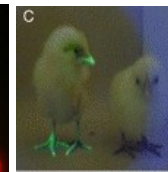
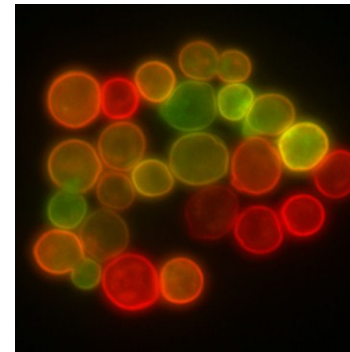
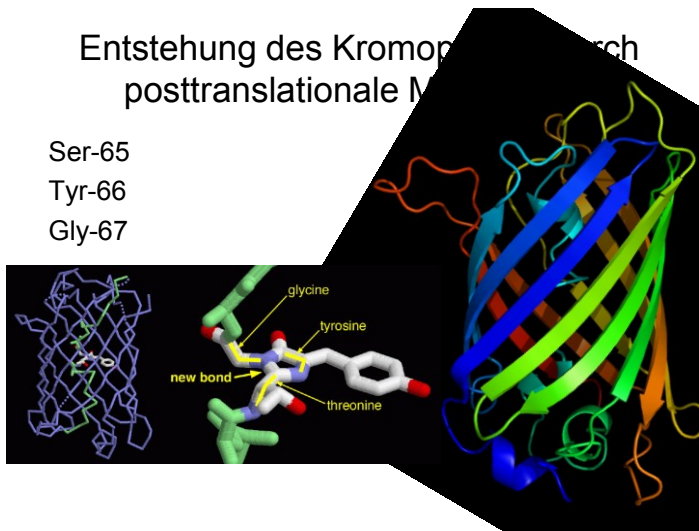
Kristallqualle
Aequorea victoria

2008: Nobel-Preis
in Chemie,
Roger Y. Tsien
Martin Chalfie
Osamu Shimomura

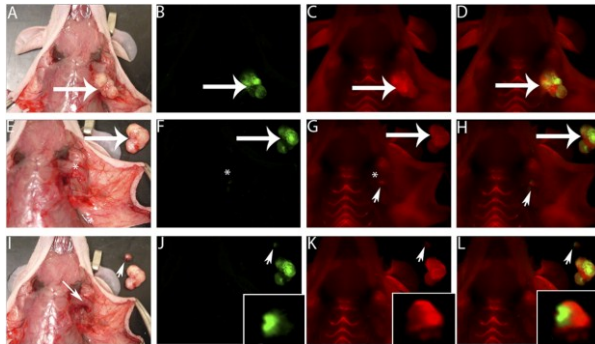


Entstehung des Kromophors durch posttranslationale Modifikation

Ser-65
Tyr-66
Gly-67



ACPPs delineate tumor at the margin of resection.



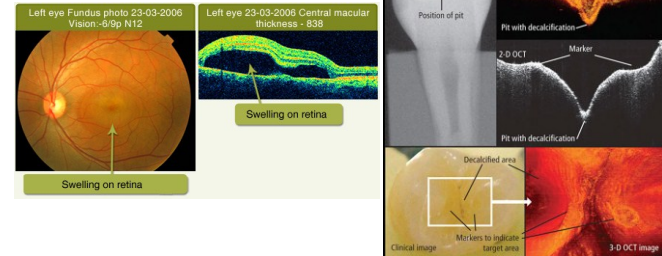
Nguyen Q T et al. PNAS 2010;107:4317-4322

©2010 by National Academy of Sciences

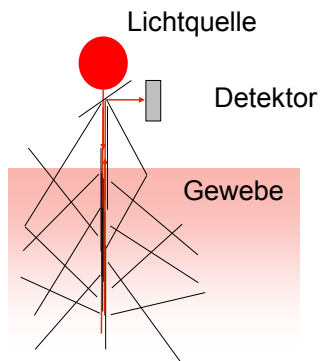
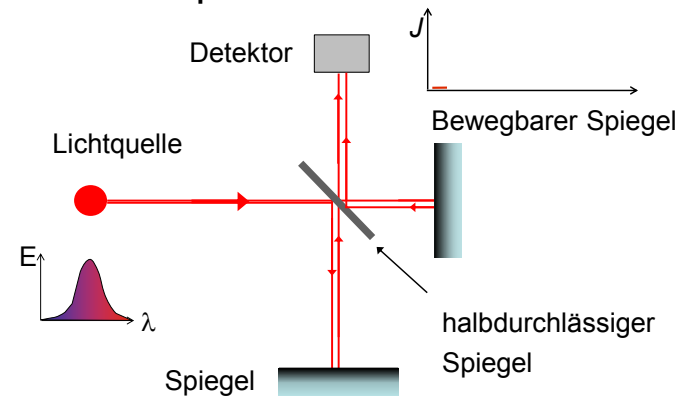
PNAS

OCT

- Optische Kohärenztomografie
- Optical Coherence Tomography

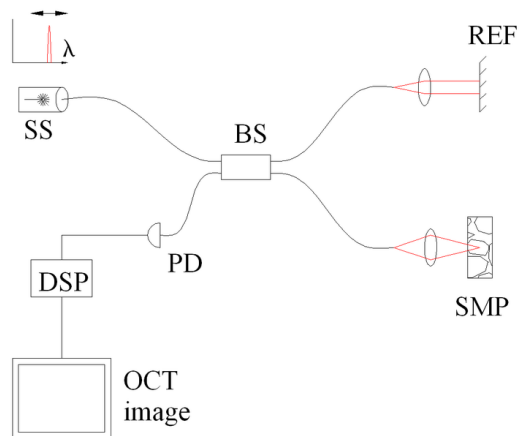
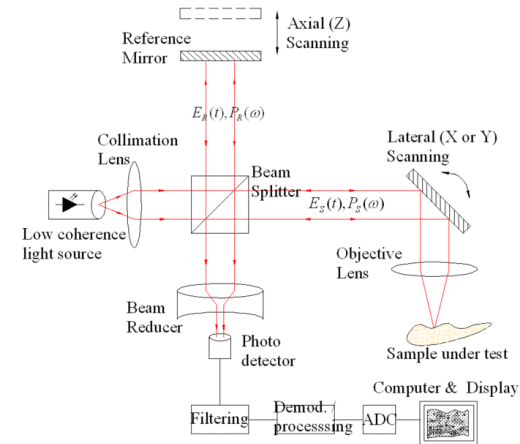
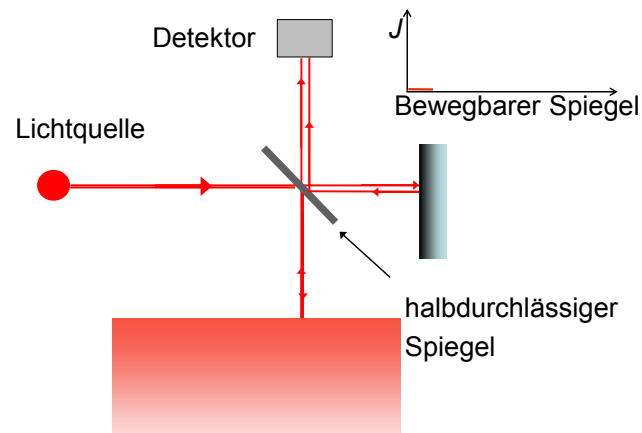


Prinzip des Interferometers

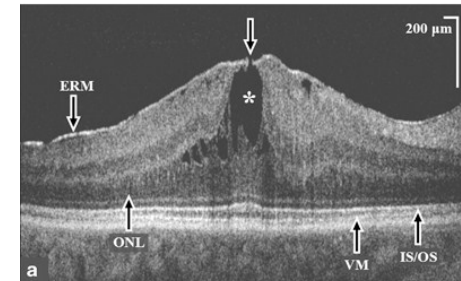


Problem:
Streulicht stört die Abbildung!

Prinzip des Interferometers



Beispiel:



High-resolution Fourier-domain optical coherence tomography (FD-OCT) B-scan macular images through the fovea of eyes with idiopathic epiretinal membrane (ERM). (a) High-resolution FD-OCT image through the fovea of an eye with BCVA of 20/20, (group 1) showing a lamellar hole (white arrow) with cystoid spaces (white asterisk) in the outer nuclear layer (ONL), and a normal inner segment-outer segment (IS/OS) junction of the photoreceptor layer. Central foveal thickness was 229 μm on FD-OCT, whereas central macular thickness on Stratus OCT was 408 μm .

Eye (2011) 25, 775–783; doi:10.1038/eye.2011.55; published online 25 March 2011

Fourier-domain optical coherence tomography of eyes with idiopathic epiretinal membrane: correlation between macular morphology and visual function

S Pilli¹, P Lim¹, R J Zawadzki¹, S S Choi¹, J S Werner¹ and S S Park¹

Eigenschaften der OCT

Auflösung: Mikrometer

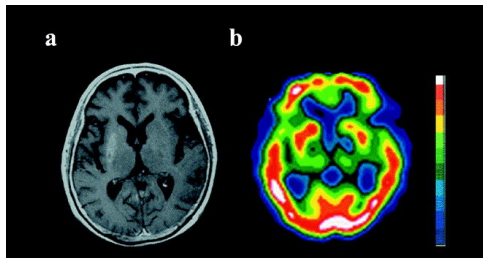
Eindringtiefe: Millimeter

Bildart: direkt tomographisches Bild

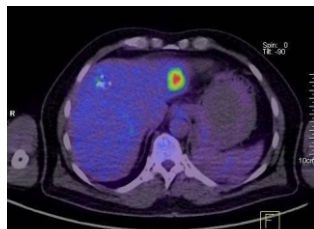
Multimodale Techniken

- PET-CT
- SPECT-CT
- PET-MRI
- Funktionale – anatomische Aufnahmen

MRI-
SPECT



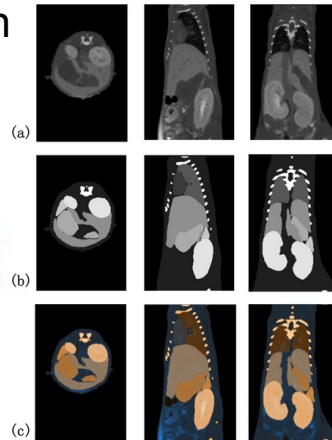
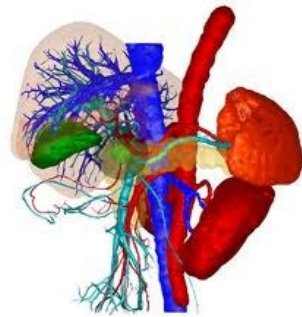
PET-CT



Bildsegmentation

Die Erzeugung von
inhaltlich zusammenhängenden Regionen
durch Zusammenfassung benachbarter Pixel
oder Voxel
entsprechend einem bestimmten
Homogenitätskriterium

Bildsegmentation



Bildregistrierung

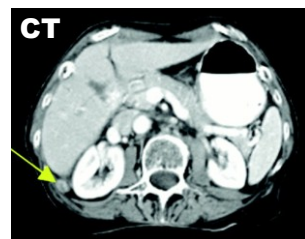
Bildregistrierung:

zwei oder mehrere Bilder

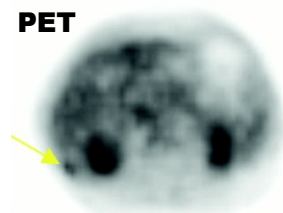
desselben Objekts,

in Übereinstimmung miteinander zu bringen

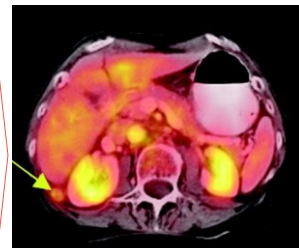
CT
MRI
PET
SPECT



PET



Referenzbild



Objektbild

Schritte der Bildregistrierung

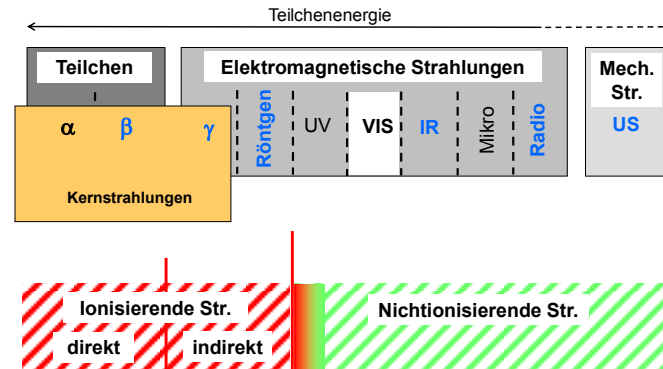
- Merkmalsextraktion: Aus den zu registrierenden Bildern werden Merkmale, wie z. B. Ecken, Kanten, Konturen oder ähnliches manuell oder automatisch detektiert.
- Merkmalsanpassung: Die Korrespondenz der extrahierten Merkmalspunkte wird hergestellt.
- Transformation: Das Objektbild wird mit der im vorherigen Schritt berechneten Umbildung transformiert. Hierbei kommen auch Interpolationstechniken zum Einsatz.

Zusammenfassung

Vergleich der bildgebenden Verfahren



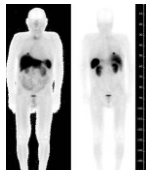
Verwendete Strahlungen



30

Bildtyp:

Summationsbild



Gammakamera



Röntgendurchleutung

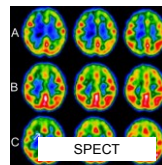
Schichtbild = Tomogramm (T)

— direkt
gemessenes
Tomogramm

— berechnetes
Tomogramm



US-Echoverfahren



SPECT

Bildinfo:

morphologisch (M)
funktionell (F)

31

Röntgendiagnostik gewöhnliche Durchleuchtung

| | |
|--------------------------|--|
| Verwendete Strahlung | e.m. Strahlung Röntgen |
| Prinzip | Unterschiedliche Schwächung der Rtg-Strahlen in verschiedenen Körperteilen |
| Dargestellte phys. Größe | durchdringende Strahlungsintensität |
| Bildtyp | Summationsbild |
| Information | morphologisch |
| Vorteile | hohe Auflösung, (<mm) schnell |
| Nachteile | Strahlenbelastung, Summ. B., schwacher Weichteilkontrast |

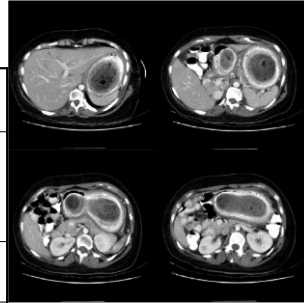


Nebenwirkungen/
Risikos?
Stochastische
Schädigung
möglich!

32

Röntgendiagnostik Computertomographie

| | |
|--------------------------|--|
| Verwendete Strahlung | e.m. Strahlung Röntgen |
| Prinzip | Unterschiedliche Schwächung der Rtg-Strahlen in verschiedenen Körperteilen |
| Dargestellte phys. Größe | Schwächungskoeffizient |
| Bildtyp | berechnetes Tomogramm |
| Information | morphologisch |
| Vorteile | hohe Auflösung, (<mm) 3D, schnell |
| Nachteile | Strahlenbelastung, schwacher Weichteilkontrast |

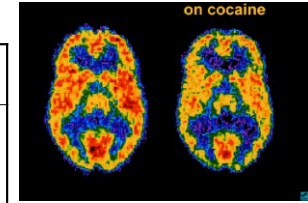


Nebenwirkungen/
Risikos?
Stochastische
Schädigung
möglich!

33

Nuklearmedizin PET

| | |
|--------------------------|---|
| Verwendete Strahlung | $\beta^+ \rightarrow 2\gamma$ |
| Prinzip | Radioaktive Stoffe chemisch-biologisch ununterscheidbar, physikalisch lokalisierbar |
| Dargestellte phys. Größe | Isotopenkonzentration |
| Bildtyp | berechnetes Tomogramm |
| Information | funktionell |
| Vorteile | hohe Empfindlichkeit 3D, Molekulare Bildgebung |
| Nachteile | Strahlenbelastung, begrenzte Auflösung: (einige mm), sehr teuer |

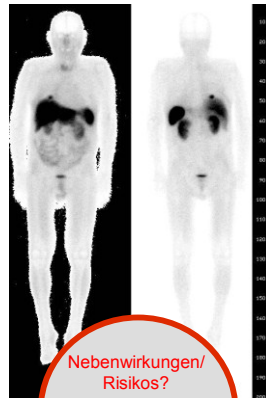


Nebenwirkungen/
Risikos?
Stochastische
Schädigung
möglich!

34

Nuklearmedizin Gammakamera

| | |
|--------------------------|---|
| Verwendete Strahlung | e.m. Strahlung: γ |
| Prinzip | Radioaktive Stoffe chemisch-biologisch ununterscheidbar, physikalisch lokalisierbar |
| Dargestellte phys. Größe | Isotopenkonzentration |
| Bildtyp | Summationsbild |
| Information | funktionell |
| Vorteile | hohe Empfindlichkeit billig, Molekulare Bildgeb. |
| Nachteile | Strahlenbelastung, schwache Auflösung: (~ cm), Summationsbild |

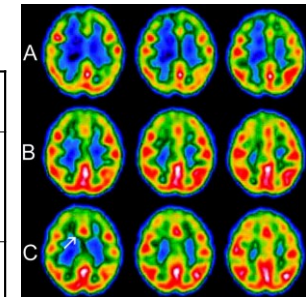


Nebenwirkungen/
Risikos?
Stochastische
Schädigung
möglich!

35

Nuklearmedizin SPECT

| | |
|--------------------------|---|
| Verwendete Strahlung | e.m. Strahlung: γ |
| Prinzip | Radioaktive Stoffe chemisch-biologisch ununterscheidbar, physikalisch lokalisierbar |
| Dargestellte phys. Größe | Isotopenkonzentration |
| Bildtyp | berechnetes Tomogramm |
| Information | funktionell |
| Vorteile | hohe Empfindlichkeit billig, Molekulare Bildgeb. |
| Nachteile | Strahlenbelastung, schwache Auflösung: (~ cm), Summationsbild |



Nebenwirkungen/
Risikos?
Stochastische
Schädigung
möglich!

36

MRT

| Verwendete Strahlung | e.m. Strahlung: Radiowellen |
|--------------------------|---|
| Prinzip | Magnetfeld (B), Anregung, anschließend darauf RW-Emission |
| Dargestellte phys. Größe | Wasserstoffkonzentration, Relaxationszeiten: T_1 , T_2 |
| Bildtyp | direktes Tomogramm |
| Information | morphologisch / funktionell |
| Vorteile | keine Strahlenbelastung gute Auflösung (mm), guter Weichteilkontrast. |
| Nachteile | teuer, unempfindlich, lange Aufnahmezeiten |



Nebenwirkungen/
Risikos?

Herzschrittmacher,
Metallprothesen

37

Sonographie Echoimpulsverfahren

| Verwendete Strahlung | mechanische Strahlung: US |
|--------------------------|---|
| Prinzip | US-Impuls wird bei Grenzflächen reflektiert |
| Dargestellte phys. Größe | Intensität des reflektierten Ultraschalles |
| Bildtyp | direktes Tomogramm |
| Information | morphologisch |
| Vorteile | keine Strahlenbelastung gleichzeitiges Bild, billig hohe Auflösung (mm) |
| Nachteile | Operatorabhängig Begrenzte Eindringtiefe |



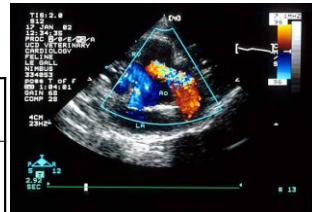
Nebenwirkungen/
Risikos?

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

38

Sonographie Farb-Doppler Verfahren

| Verwendete Strahlung | mechanische Strahlung: US |
|--------------------------|--|
| Prinzip | US Reflexion und Doppler Eff.: Frequenzverschiebung bei bewegten refl. Objekt |
| Dargestellte phys. Größe | Intensität des reflektierten Ultraschalls + Geschwindigkeit des refl. Objektes |
| Bildtyp | direktes Tomogramm |
| Information | morphologisch / funktionell |
| Vorteile | keine Strahlenbelastung gleichzeitiges Bild, billig hohe Auflösung (mm) |
| Nachteile | Operatorabhängig Eindringtiefe (dm), kein 3D |



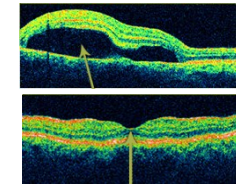
Nebenwirkungen/
Risikos?

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

39

Optische Method OCT

| Verwendete Strahlung | elektromagnetische Str.: infrarotes Licht |
|--------------------------|---|
| Prinzip | Reflexion des Lichtes, und Interferometrie |
| Dargestellte phys. Größe | Intensität des reflektierten Lichtes |
| Bildtyp | direktes Tomogramm |
| Information | morphologisch |
| Vorteile | keine Strahlenbelastung hohe Auflösung (μm) |
| Nachteile | sehr begrenzte Eindringtiefe (mm) |



Nebenwirkungen/
Risikos?

Keine

40