

Institut für Neuroradiologie


Prof. Dr. med. P. Schramm

UKSH

Röntgen- Computer-Tomografie

Magnet-Resonanz-Tomografie

Physikalisches Prinzip




Dr. rer. nat. Uwe H. Melchert

Universität zu Lübeck


Institut für Neuroradiologie

Röntgen - Computer-Tomografie

- Bildbeispiele
- Physikalisches Prinzip
- Hounsfield-Einheiten
- Bilderzeugung
- Strahlenbelastung
- Bildbeispiele

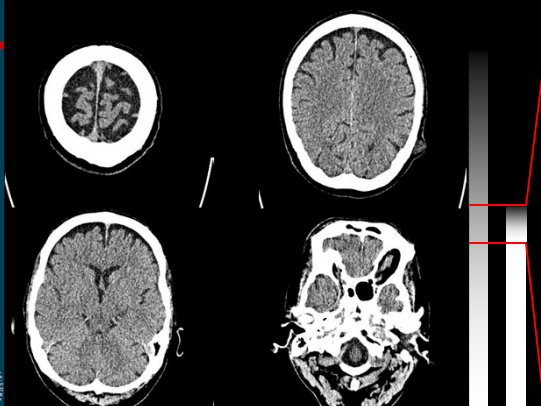


Universität zu Lübeck




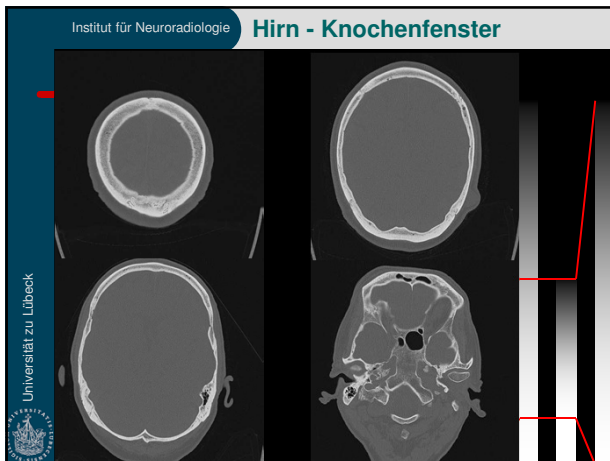
Institut für Neuroradiologie

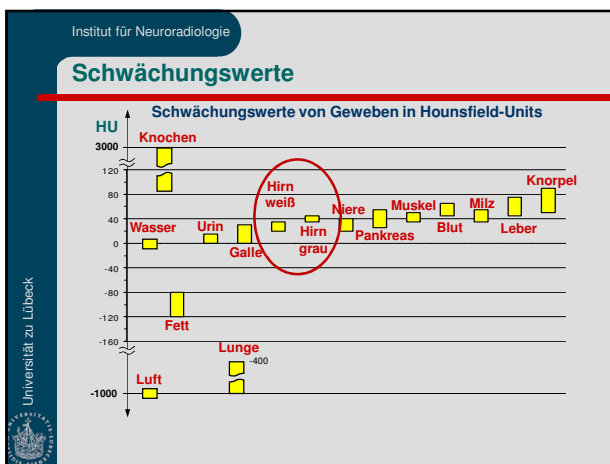
Hirn - Weichteilfenster



Universität zu Lübeck







Institut für Neuroradiologie **Physikalisches Prinzip**

Schwächungsgesetz:

$$\frac{\partial I}{\partial x} = -\mu \cdot I_0$$

bzw. $I(x) = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot x}$

mit

- I = Intensität
- x = durchstrahlte Länge
- μ = linearer Schwächungskoeffizient

Universität zu Lübeck

Institut für Neuroradiologie

Bilderzeugung

Aufnahme des Schwächungsprofils

Universität zu Lübeck

Institut für Neuroradiologie

CT Bild aus den Schwächungswerten

Universität zu Lübeck

Institut für Neuroradiologie

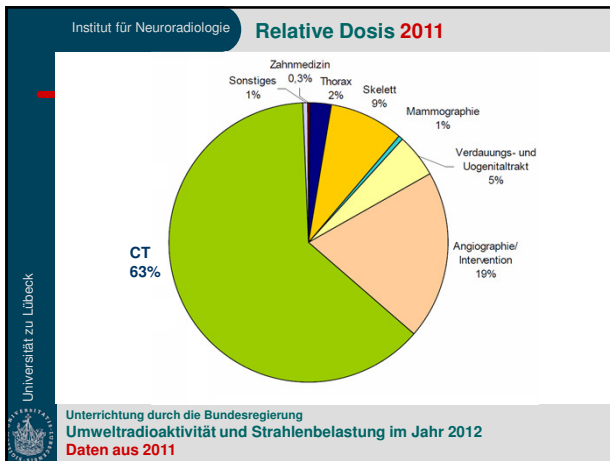
Relative Häufigkeit 2011

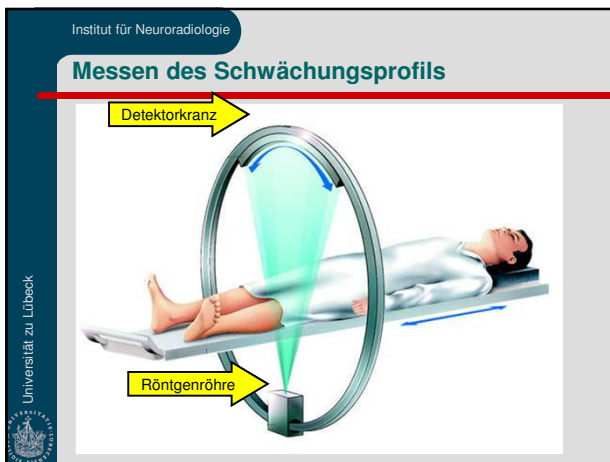
Prozedur	Relative Häufigkeit
Zahnmedizin	39%
Skelett	30%
Thorax	11%
Mammographie (einseitig)	7%
Angiographie/ Intervention	2%
Verdauungs- und Urogenitaltrakt	2%
Sonstiges	0.6%

CT 8%

Unterrichtung durch die Bundesregierung
Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2012
Daten aus 2011

Universität zu Lübeck







Institut für Neuroradiologie

Multi Slice CT

- Anordnung der Detektorelemente in xyz-Richtung

Multislice Helical CT

The diagram illustrates the arrangement of detector elements in a Multislice Helical CT. It shows a cross-section of the detector array in the x-y plane, with multiple slices (represented by different colors) being acquired simultaneously. The z-direction is indicated by an arrow, showing the helical path of the X-ray beam. The channel direction is also indicated.

Channel direction

Z-direction

Institut für Neuroradiologie

Einzeilen CT

The diagram shows a single helical spiral (green lines) representing the X-ray beam path in a single-row CT. The spiral is shown around a patient's torso.

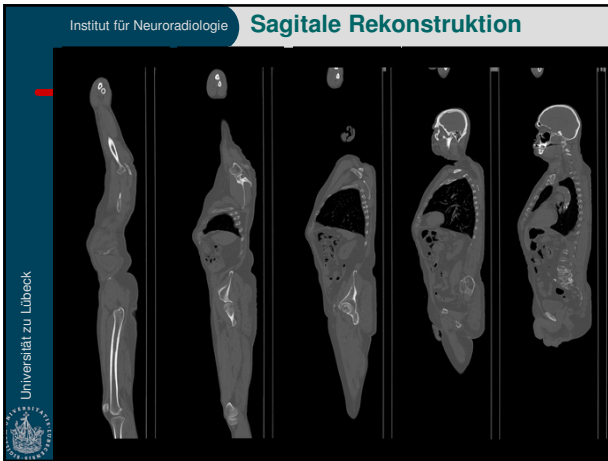
Es wird eine Spirale mit Schwächungswerten gemessen

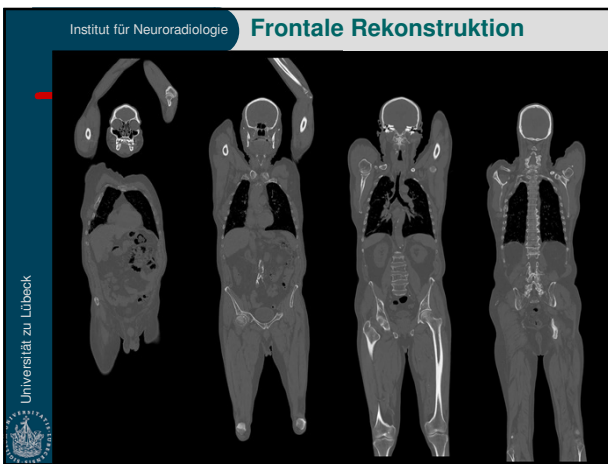
Institut für Neuroradiologie

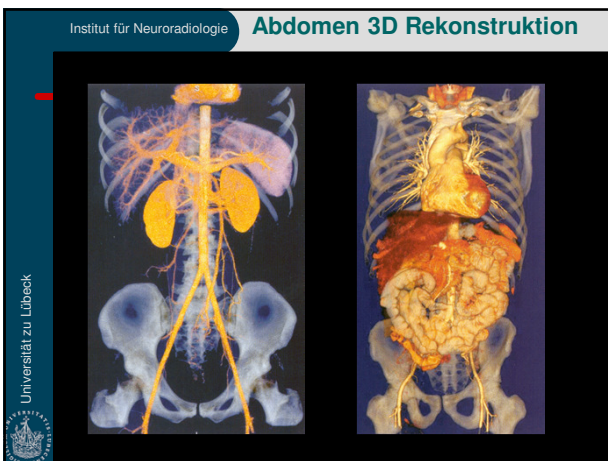
Mehrzeilen CT

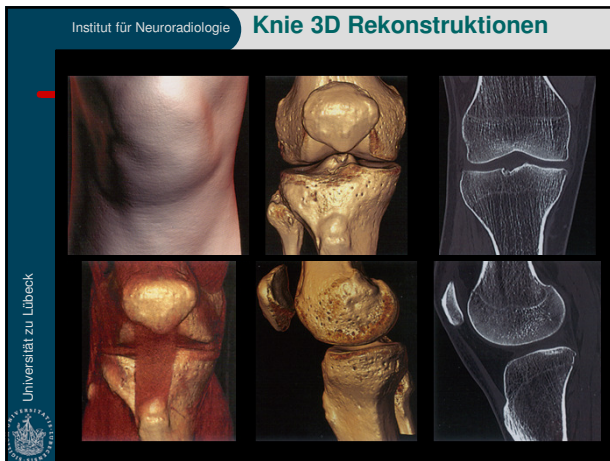
The diagram shows multiple helical spirals (colored lines) representing the X-ray beam paths in a multi-row CT. The spirals are shown around a patient's torso.

Es werden vier Spiralen mit Schwächungswerten gemessen









Institut für Neuroradiologie

Fragen zur Computer-Tomografie

- Welchen Anteil hat die Computer-Tomografie
 - an der Gesamtzahl der radiologischen Untersuchungen?
8 % im Jahre 2011
 - an der Strahlenbelastung der Bevölkerung?
63 % im Jahre 2011
- Warum können moderne Spiral-CTs beliebige Schichtorientierungen und 3D-Ansichten rekonstruieren?
Weil stets die Schwächungsprofile eines Volumens mit einer hohen räumlichen Auflösung gemessen werden.

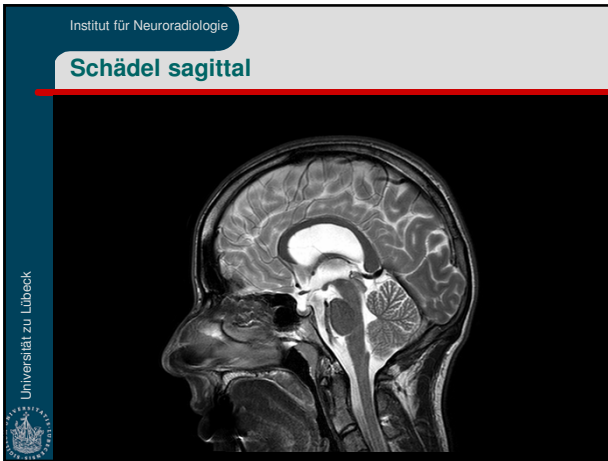
Universität zu Lübeck

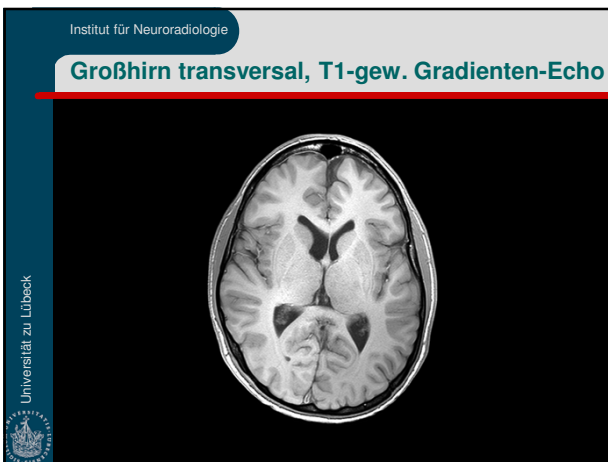
Institut für Neuroradiologie

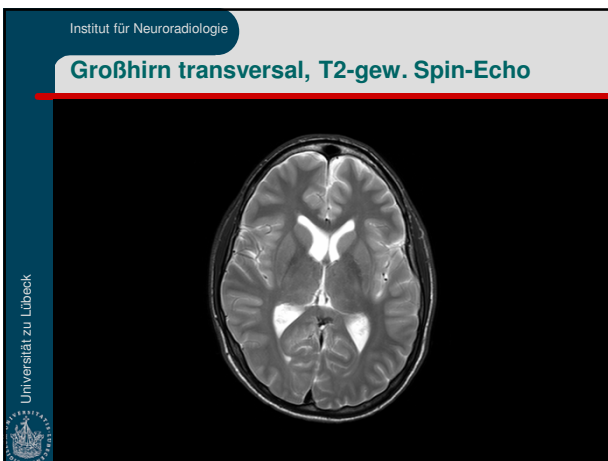
Magnet-Resonanz-Tomografie

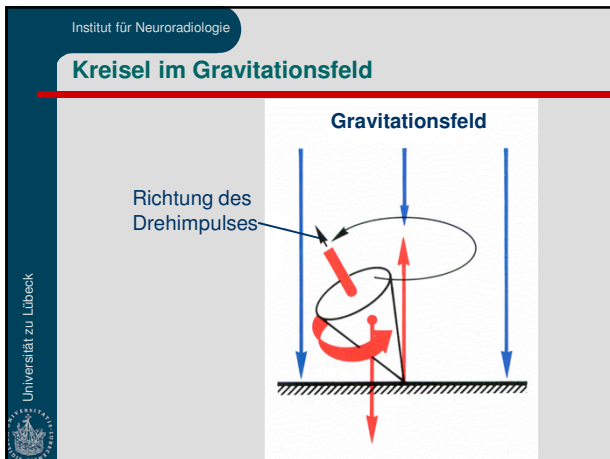
- Bildbeispiele
- Physikalisches Prinzip
- Magnetisierungsvektor
- Kontraste, ρ , T_1 , T_2
- Spin-Echo-Sequenz
- Bilderzeugung

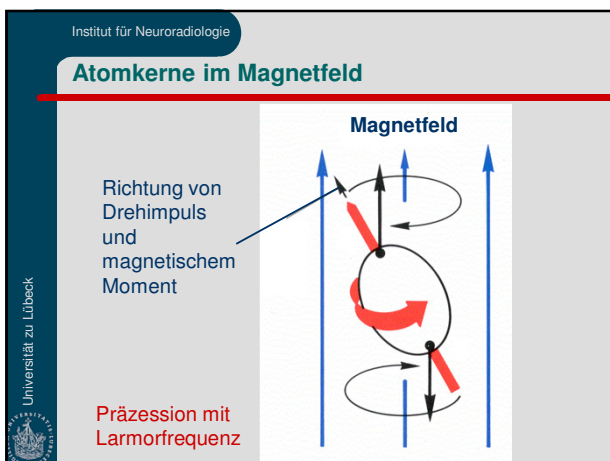
Universität zu Lübeck

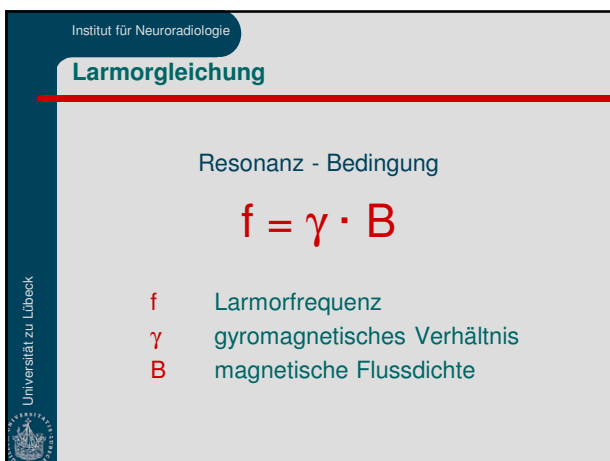










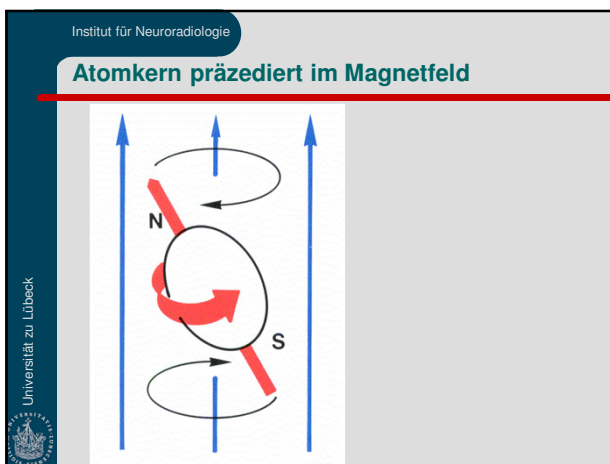


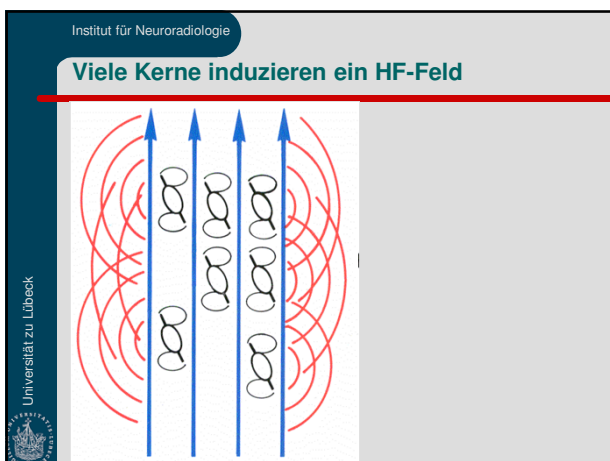
Institut für Neuroradiologie

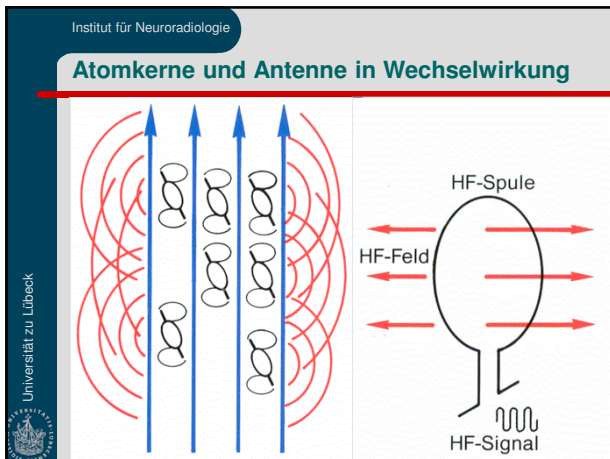
Kerne mit $i \neq 0$

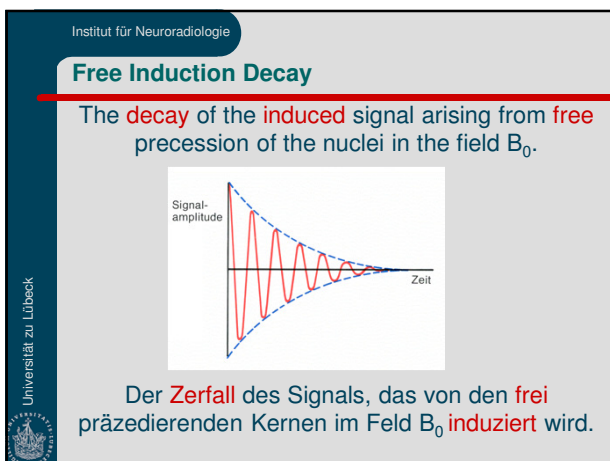
Kern	i	γ / MHz/T	nH / %	rE / %
^1H	$\frac{1}{2}$	42,6	99,985	100
^2H	1	6,5	0,015	0,97
^{10}B	3	4,6	19,58	1,99
^{13}C	$\frac{1}{2}$	10,7	1,108	1,59
^{14}N	1	3,1	99,63	0,10
^{19}F	$\frac{1}{2}$	40,1	100	83,3
^{31}P	$\frac{1}{2}$	17,2	100	6,63

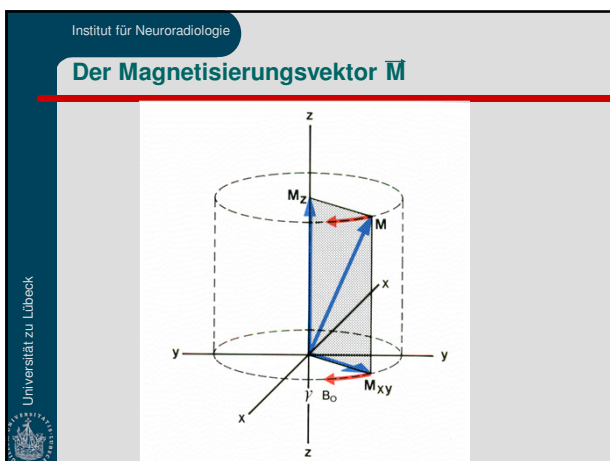
Universität zu Lübeck





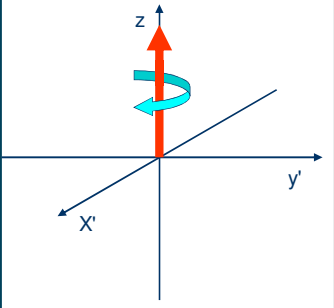






Institut für Neuroradiologie

Der Magnetisierungsvektor \vec{M}



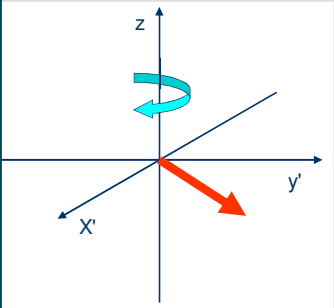
\vec{M} im rotierenden Koordinatensystem x', y', z

Die x-y-Ebene rotiert mit der Larmorfrequenz um die z-Achse.

Universität zu Lübeck

Institut für Neuroradiologie

Der Magnetisierungsvektor \vec{M}



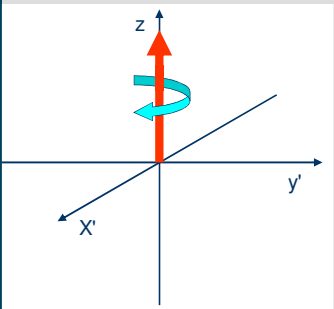
\vec{M} nach einem 90° HF-Impuls

Δt einige μs

Universität zu Lübeck

Institut für Neuroradiologie

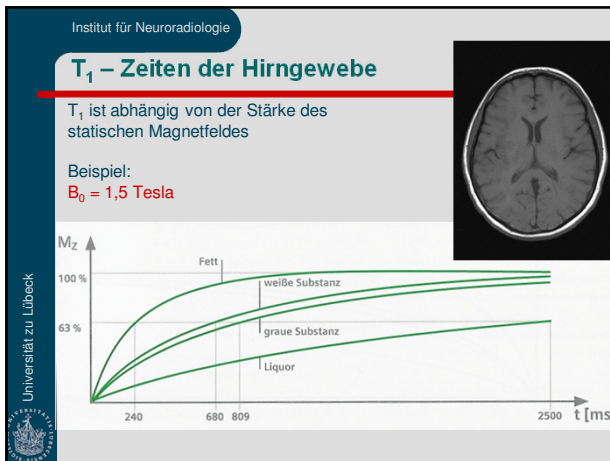
Der Magnetisierungsvektor \vec{M}

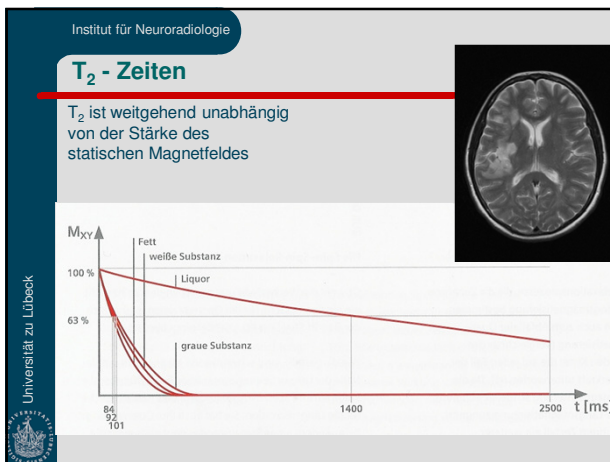


\vec{M} nach der Erholung (Relaxation) wieder im thermodynamischen Gleichgewicht

Δt einige s

Universität zu Lübeck



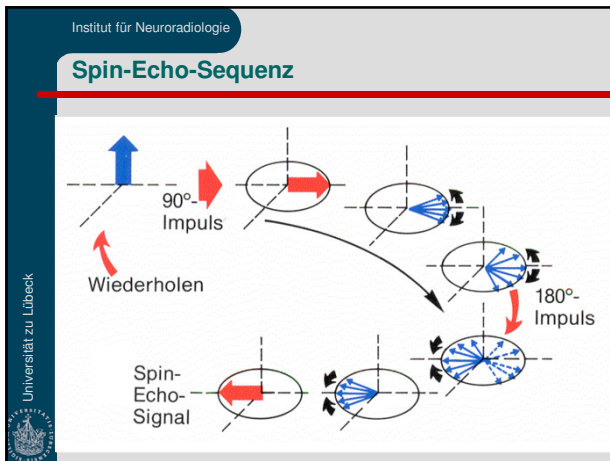


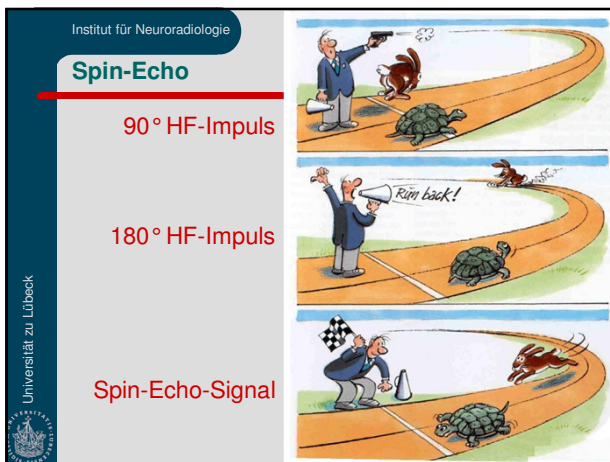
Institut für Neuroradiologie

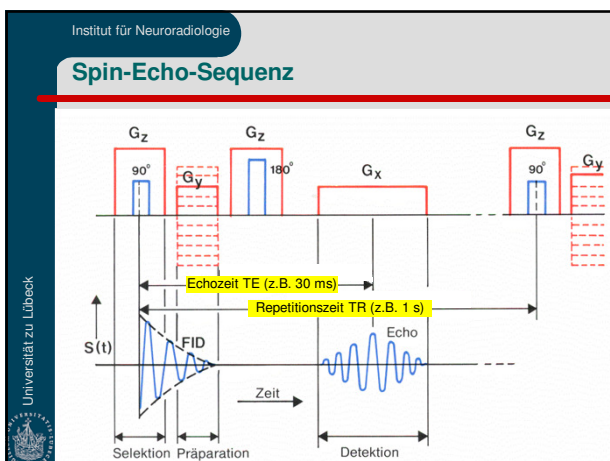
Kontrastgebende Parameter

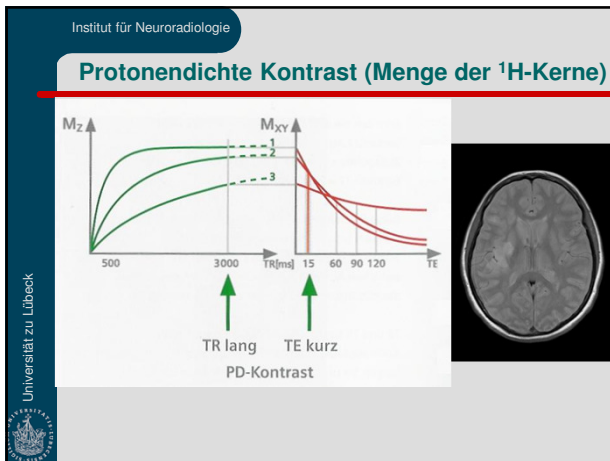
- $|M|$ Anzahl der ^1H -Kerne im Voxel
- T_1 longitudinale Relaxationszeit bzw. Spin-Gitter-Relaxationszeit
- T_2 transversale Relaxationszeit bzw. Spin-Spin-Relaxationszeit

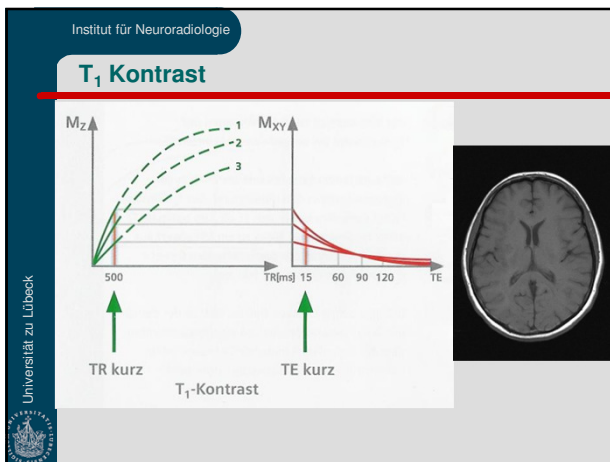
Universität zu Lübeck

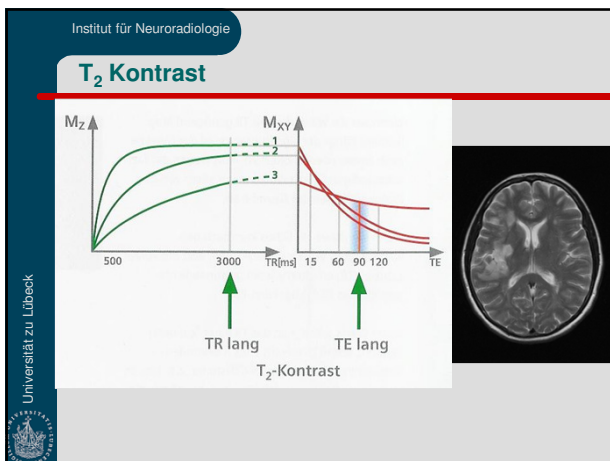












Institut für Neuroradiologie

Spin-Echo-Sequenz

T_R lang & T_E kurz \Rightarrow $|M|$ -gewichtet \Rightarrow

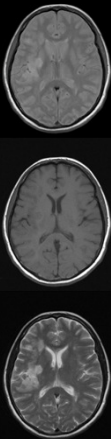
3000 ms 10 ms

T_R kurz & T_E kurz \Rightarrow T_1 -gewichtet \Rightarrow

500 ms 10 ms

T_R lang & T_E lang \Rightarrow T_2 -gewichtet \Rightarrow

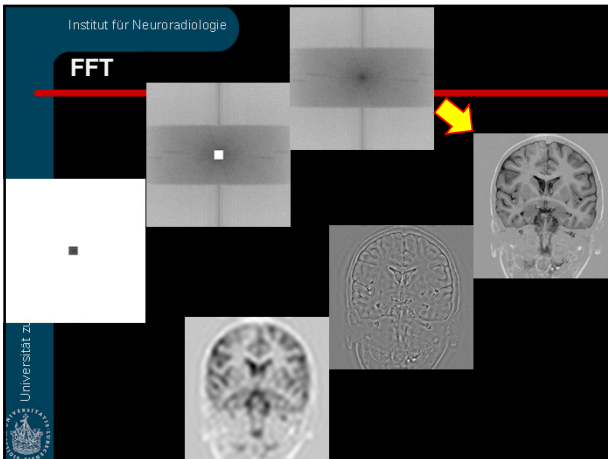
3000 ms 100 ms



Universität zu Lübeck

Institut für Neuroradiologie

FFT



Universität zu Lübeck

Institut für Neuroradiologie

Fragen

- Wie lautet die Resonanzbedingung bzw. Larmorgleichung der Magnetresonanz-Tomografie?

$$f = \gamma \cdot B$$

Resonanzfrequenz = gyromagnetisches Verhältnis • magnetische Flussdichte
- Welche Gewebeparameter beeinflussen den Kontrast eines MR-Bildes?
 - Die Anzahl der Wasserstoffkerne (1H)
 - Die Spin-Gitter- oder longitudinale Relaxationszeit T_1
 - Die Spin-Spin- oder transversale Relaxationszeit T_2

Universität zu Lübeck
