



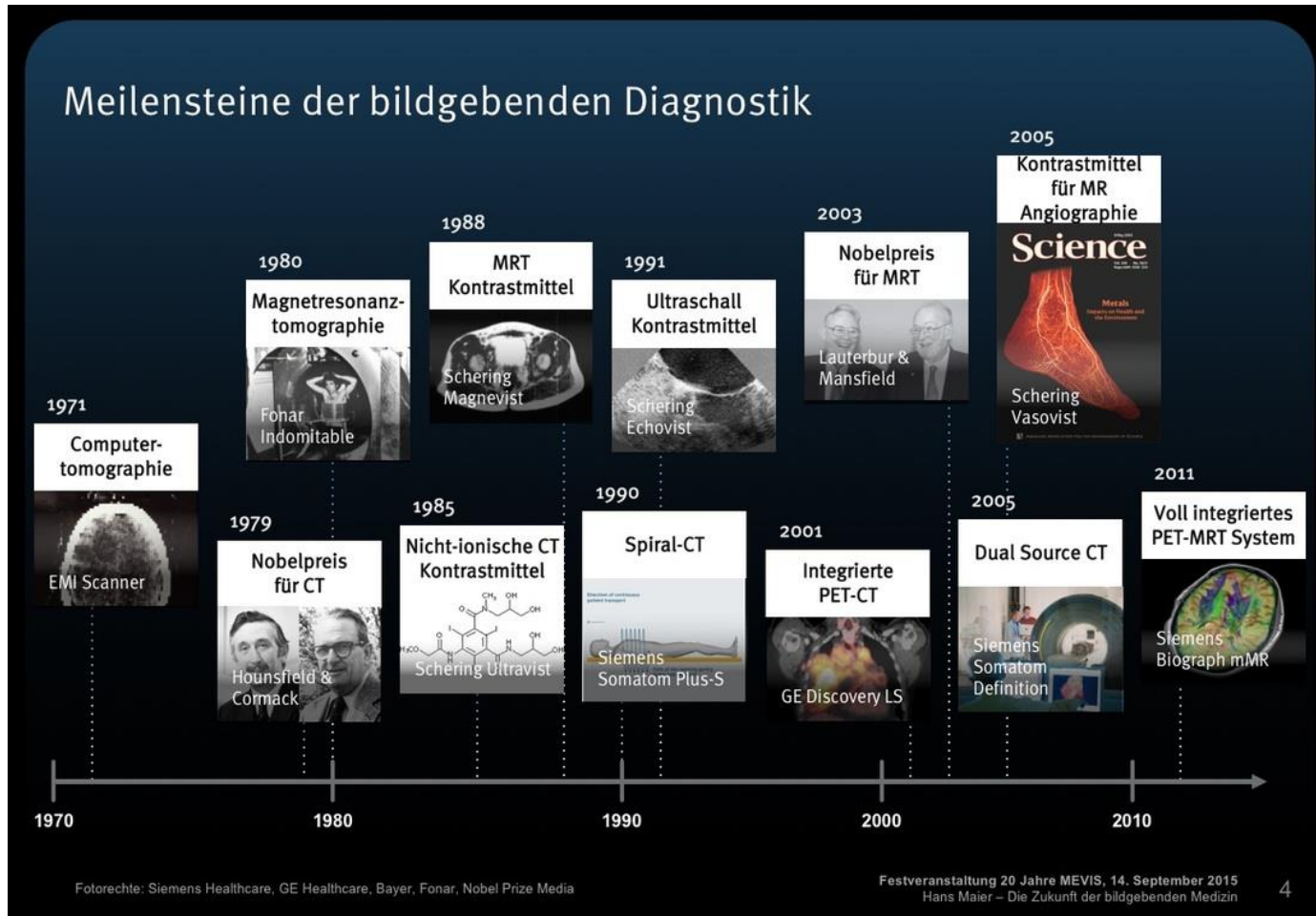
Bildgebende Verfahren

als analytische Methoden in der Diagnostik

Klassifizierung der Messmethoden

- Elektromagnetische Strahlung
 - Röntgen, Computertomografie, Endoskopie, ...
- Radionuklid-Methoden
 - Positronen-Emissions-Tomografie, Szintigrafie, ...
- Ultraschall
- Magnetismus-Methoden
 - Magnet-Resonanz-Tomografie, ...
- Passive Methoden
 - Diagnostische Thermografie, ...

Übersicht



<https://www.bgmassociates.net/lecture-fraunhofer.html>

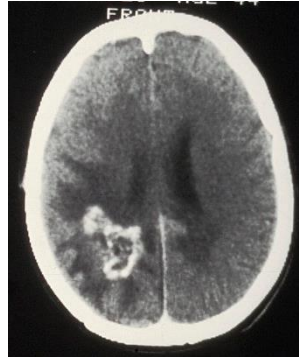
Übersicht

Röntgenbild (X Ray)



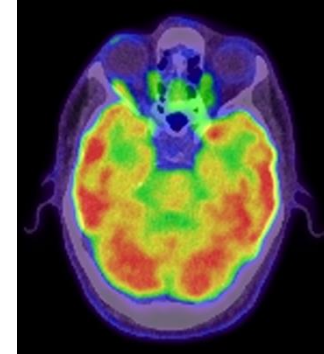
<https://photos.com/featured/normal-skull-x-ray-zephyr.html>

Computertomografie (CT)



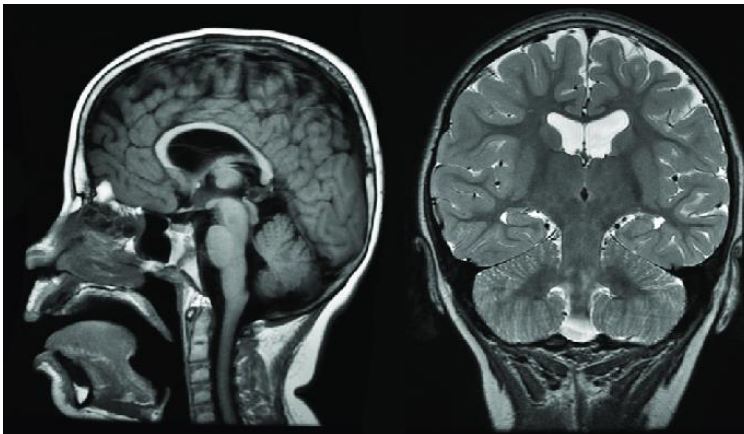
<https://wellcomecollection.org/works/mf736m59>

Positronen-Emissions-Tomografie (PET)



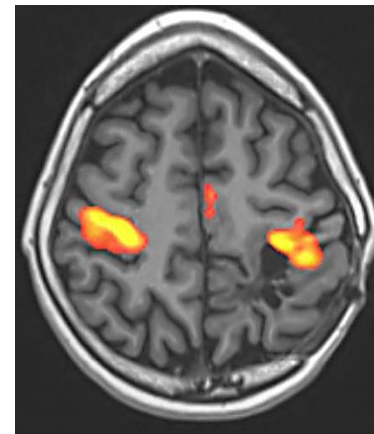
<https://radiopaedia.org/cases/normal-brain-pet>

Magnet-Resonanz-Tomografie (MRT/MRI)



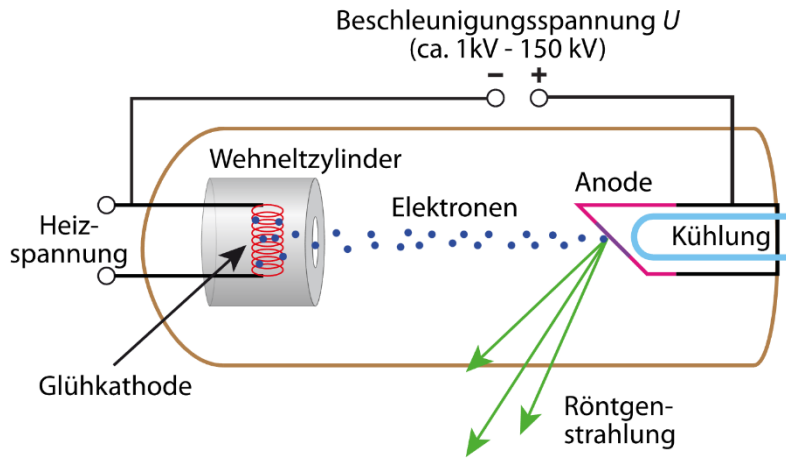
B. J. Burger, S. Rose, S. C. Bennuri, P. S. Gill, R. E. Frye, *Front. Pediatr.* 2017, 5, 1–12.

Funktionale MRI (fMRT/fMRI)

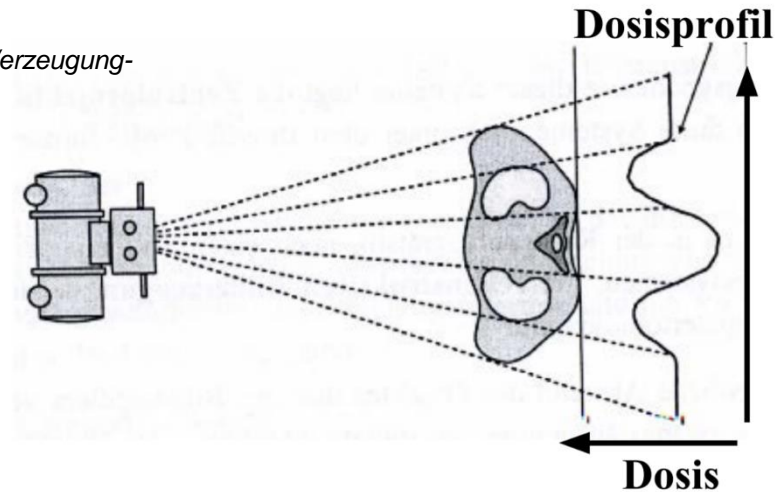


<https://www.dellchildrens.net/services-and-programs/imaging-services/functional-magnetic-resonance-imaging/>

Röntgen - Messmethode



<https://www.leifiphysik.de/atomphysik/roentgen-strahlung/grundwissen/erzeugung-von-roentgen-strahlung>



https://qnap.e3.physik.tu-dortmund.de/suter/Vorlesung/Medizinphysik_12/6_Roentgen.pdf

Röntgen - Anwendungsbereich

- Vielseitige Anwendung
 - Knochen
 - Gewebe
 - Nerven
 - Adern
- Livebilder während Operationen möglich



<https://www.tierarzt-fellner-ried.at/de/leistungen/grsk-e-v-r%C3%B6ntgen-beurteilungsstelle/>

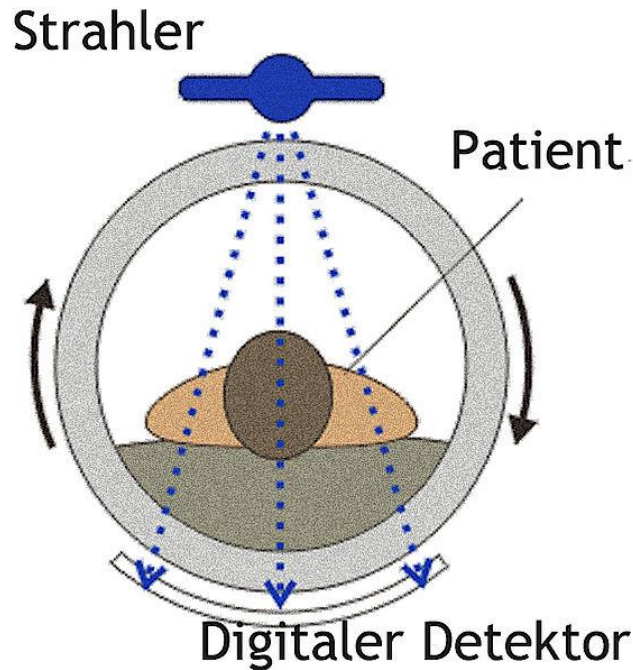


<https://www.scinexx.de/dossier/als-die-welt-glaesern-wurde/>

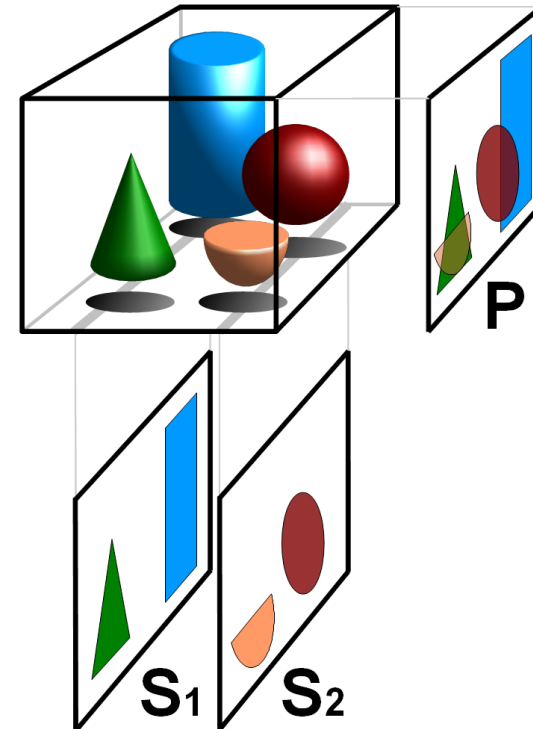
Röntgen - Risiken

- Röntgenstrahlung ist schädlich für Menschen
 - Hintergrundstrahlung auf der Erde: $\sim 2,4$ mSv/a
 - Röntgenuntersuchungen bis zu 5,0 mSv (Brustwirbelsäule)
- Möglicherweise schädliche Kontrastmittel

CT - Messmethode



<https://www.do-ra.de/leistungen/computertomographie-ct/technik/>



https://de.wikipedia.org/wiki/Tomografie#/media/Datei:TomographyPrinciple_Illustration.png

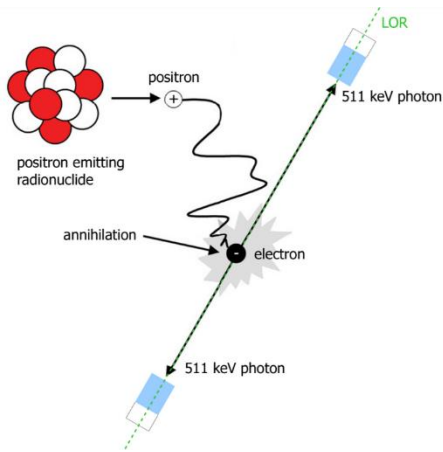
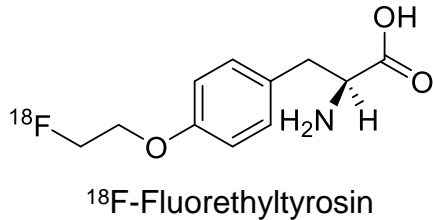
CT - Anwendungsbereich

- Ähnlich wie beim klassischen Röntgen
 - Durch 3 dimensionales Modell bessere Erkennbarkeit
- Alle strukturellen Veränderungen im Körper können erkannt werden
 - z.B. Bänder, Blutungen, Schwellung, uva.
 - Tumore sind zwar räumlich zu sehen, aber Diagnose sehr anspruchsvoll

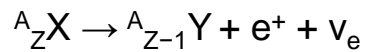
CT - Risiken

- Verwendung höherer Energien als beim „klassischen“ Röntgen
 - Strahlenbelastung steigt entsprechend auf bis zu 10-20 mSv (Ganzkörperscan)

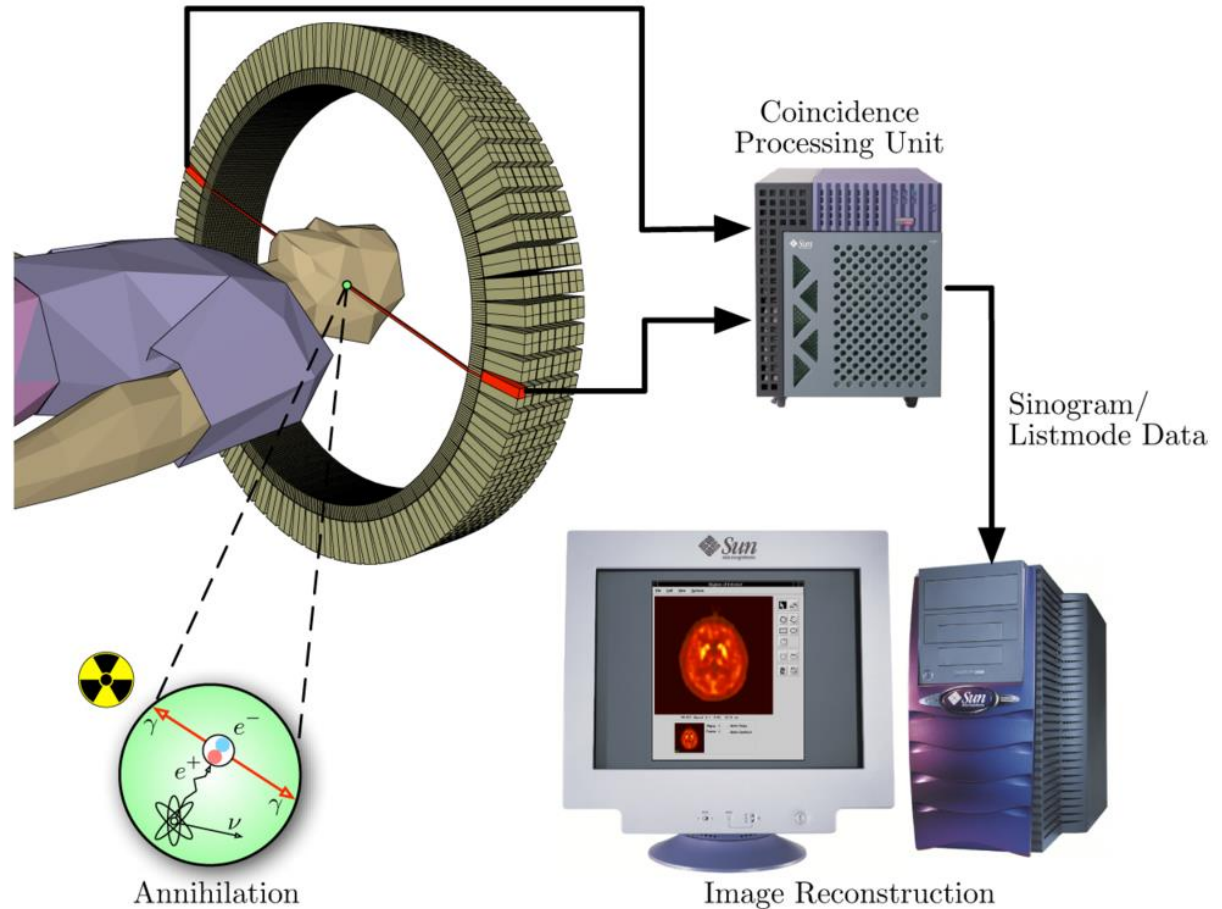
PET - Messmethode



<https://www.ph.tum.de/academics/org/labs/fopra/docs/userguide-65.en.pdf>



β^+ -Zerfall



Jens Langner, *Development of a Parallel Computing Optimized Head Movement Correction Method in Positron-Emission-Tomography*, University of Applied Sciences, Dresden, 2003, 3.

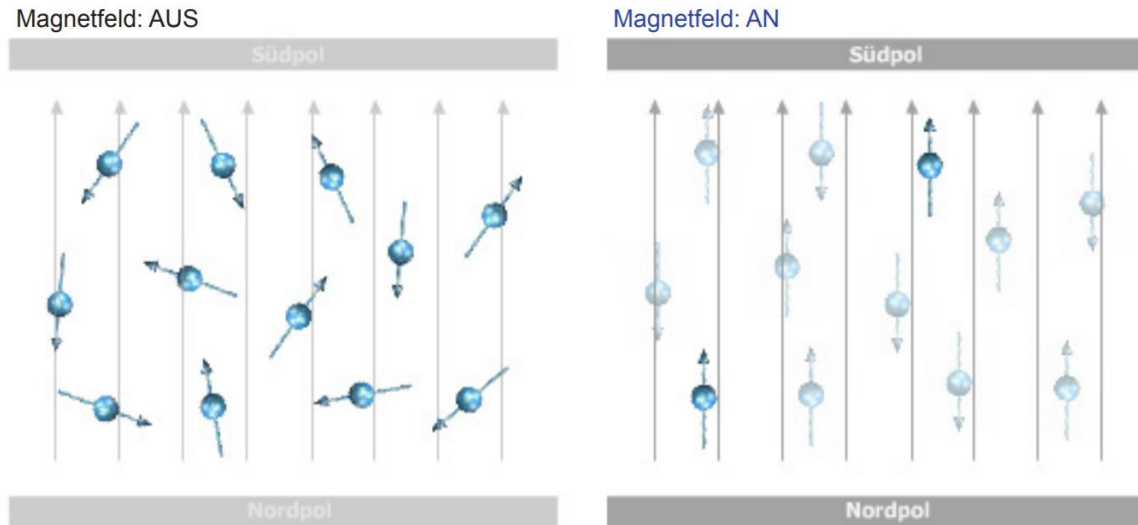
PET - Anwendungsbereich

- Stoffwechsel kann genau untersucht werden
 - Weg des Tracers nachverfolgbar
- Krebszellen können gut aufgespürt werden
 - Höherer Glucose Verbrauch (Warburg-Effekt), Tracer wird über ein Glucose Carrier Molekül transportiert
- Gehirn und Herzmuskel können besonders gut untersucht werden
 - Hoher Energieverbrauch

PET - Risiken

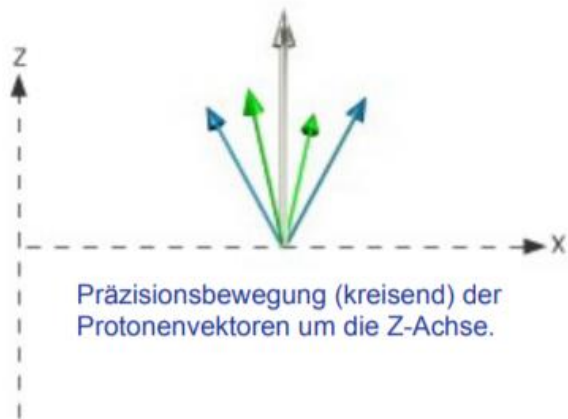
- Strahlenbelastung ähnlich wie beim Röntgen
 - Besonders bei PET-CT etwas höher
- Allergische Reaktionen auf Tracer möglich
- Bei Glucose Carriern darf vor der Untersuchung kein Zucker zu sich genommen werden
 - Problematisch für Diabetiker

MRT - Messmethode



https://www.ukgm.de/ugm_2/deu/umr_rdi/Teaser/Grundlagen_der_Magnetresonanztomographie_MRT_2013.pdf

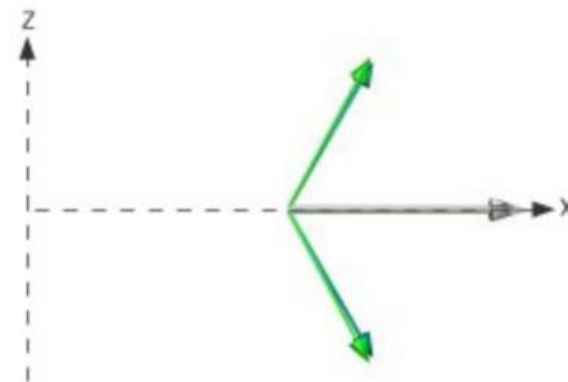
MRT - Messmethode



Präzisionsbewegung (kreisend) der Protonenvektoren um die Z-Achse.

Grundzustand im Magnetfeld, der Gesamtvektor (grau) ist parallel zur Z-Achse ausgerichtet.

— Protonen-Vektoren
— resultierender Vektor

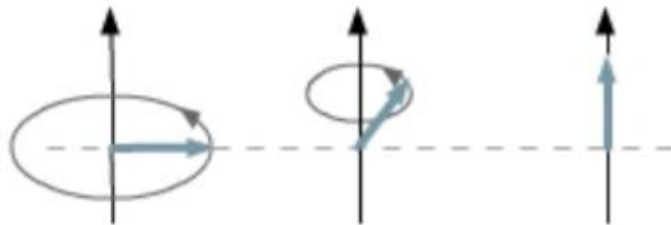


Ausrichtung direkt nach dem Larmorfrequenz-Impuls. Einige Protonen klappen um 180° nach unten, der Gesamtvektor (grau) kippt dadurch um 90° und dreht sich durch die Präzisionsbewegung der Protonen in der X-Y-Ebene.

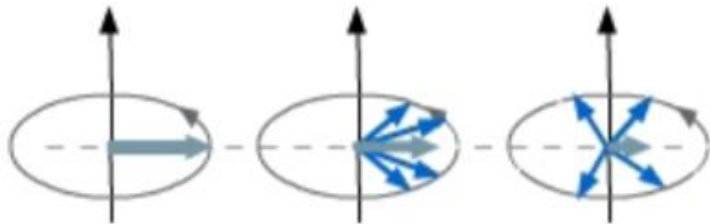
https://www.ukgm.de/ugm_2/deu/umr_rdi/Teaser/Grundlagen_der_Magnetresonanztomographie_MRT_2013.pdf

MRT - Messmethode

T1-Relaxation (longitudinal)



T2-Relaxation (transversal)

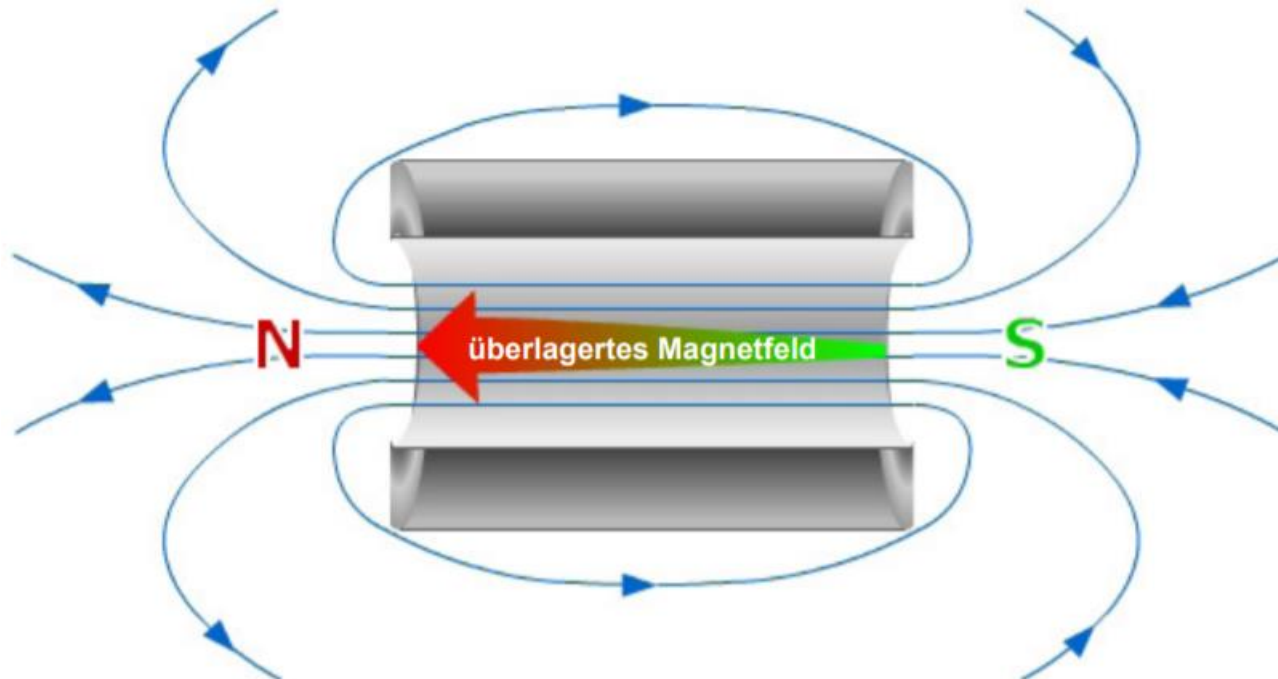


— res. Vektor
— Protonenvekt.

(bei $B_0=1,5T$)	T1 (ms)	T2 (ms)
Skelettmuskel	870	47
Leber	490	43
Niere	650	58
Milz	780	67
Fett	260	84
Liquor	>4000	>2000
Lunge	830	79

https://www.ukgm.de/ugm_2/deu/umr_rdi/Teaser/Grundlagen_der_Magnetresonanztomographie_MRT_2013.pdf

MRT - Messmethode



https://www.ukgm.de/ugm_2/deu/umr_rdi/Teaser/Grundlagen_der_Magnetresonanztomographie_MRT_2013.pdf

MRT - Anwendungsbereich

- Besonders geeignet für Gewebekontraste
 - Gehirn, Tumordiagnose, Herzklapper, etc.
- Ersetzt andere Methoden oft nicht, da diese meist preiswerter und schneller sind
 - Ultraschall und Röntgen z.B.

MRT - Risiken

- Allergische Reaktion auf Kontrastmittel
- Prothesen können sich erwärmen
 - Schädigung durch erwärmtes Gewebe
- Patienten mit Herzschrittmacher können nicht untersucht werden
 - Lebensgefährliche Schädigung des Gerätes möglich

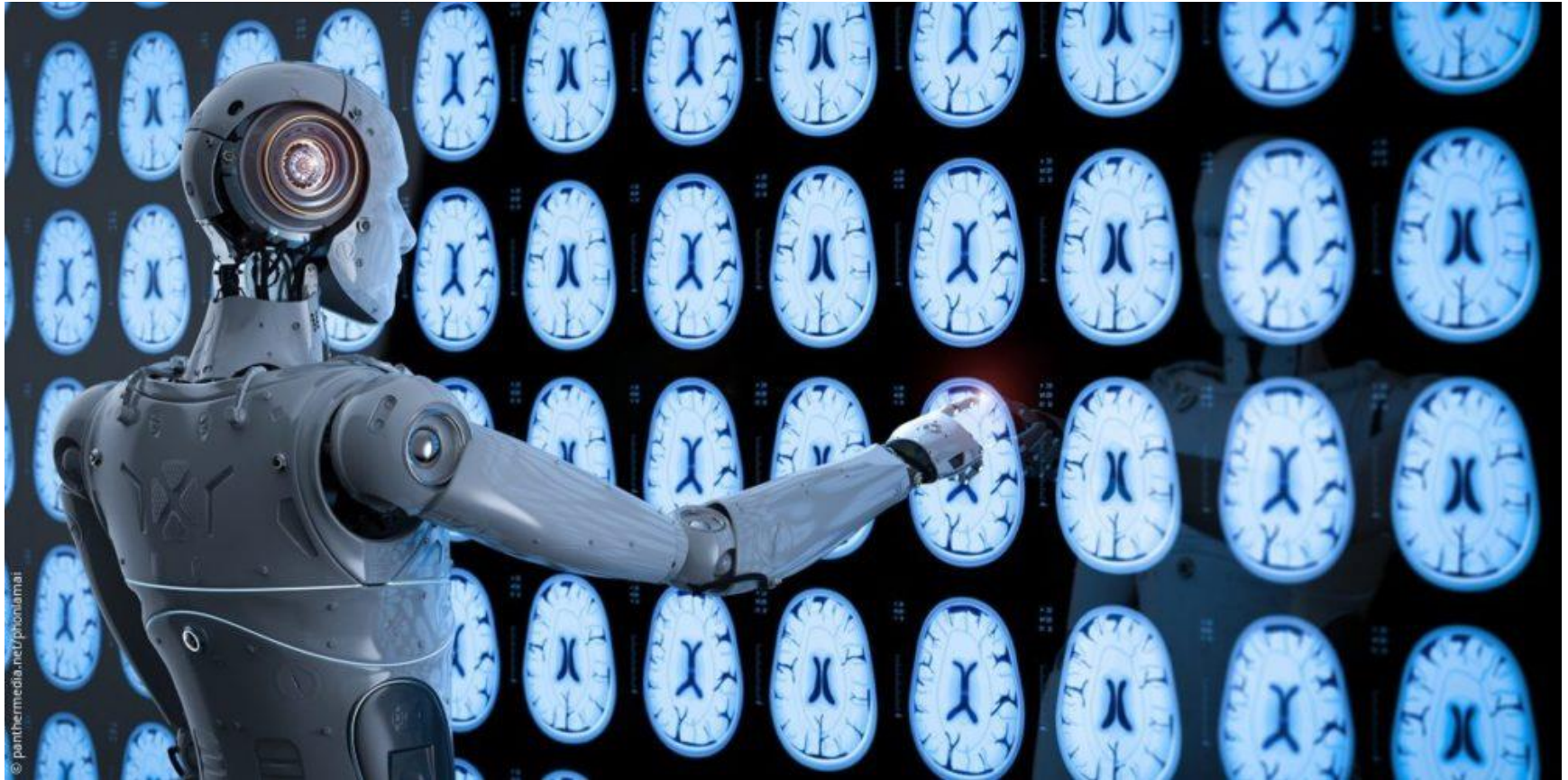
fMRT - Messmethode

- Das Blut des Patienten ist hierbei Kontrastmittel
 - Keine weiteren Kontrastmittel nötig
- Menge an Sauerstoff im Blut lässt sich unterscheiden (BOLD-Mechanismus)
 - Fe(II) vs. Fe(III)
- Energieverbrauch in Organen kann gemessen werden

fMRT - Anwendungsbereich

- Hirndiagnostik
 - Welche Hirnareale sind an welchen Handlungen beteiligt...?
 - Rückschlüsse von Krankheitsbildern auf Hirnaktivität möglich
 - Erfolg einer medikamentösen Behandlung untersuchbar

Was bringt die Zukunft?



https://www.medica.de/de/News/Thema_des_Monats/%C3%84ltere_Themen_des_Monats/Themen_des_Monats_2019/K%C3%BCnstliche_Intelligenz_Big_Data/KI_in_der_Bildgebung_wie_Maschinen_unsere_Datenberge_bezwingen

Fazit

- Diagnostische Methode wird durch den behandelnden Arzt ausgewählt
 - Oft werden klassische Methoden (z.B. Röntgen) bevorzugt
- Analyse der Bilder obliegt dem Facharzt
 - Teilweise großer Interpretationsspielraum
 - Methoden selbst, sehr genau
- Methoden unterliegen ihren physikalischen Grenzen
 - Richtige Wahl der Methode entscheidet über Erfolg