* MRI
* Ablauf
  + Patientin rein
  + Hochfrequenzimpuls einschalten
  + Hochfrequenzimpuls abschalten
  + Patientin sendet Signal aus
  + Signal wird empfangen
  + Bild wird rekonstruiert
* Magnetstärke
  + 1.5T-3T (T für Tesla)
* Physik
  + Wasserstoffprotonen drehen sich ähnlich der Erde laufend um eine Achse («Spin»)
  + Die Achsen sind zufällig verteilt
  + Mit Magnetfeld vom MRI werden Achsen ausgerichtet
  + Ein Bild, das Text, Clipart, Design, Darstellung enthält.

    Automatisch generierte Beschreibung
  + Es sind aber nicht alle Achsen parallel sondern gewisse auch antiparallel (zur Veranschaulichung «laufen auf Händen»).
  + Antiparallel braucht mehr Energie, deshalb gibt es weniger davon
  + Differenz zwischen parallel und antiparallel ist die Netto-Magnetisierung, welche entlang des Magnets/der Z-Achse definiert ist. Diese wird auch longitudinale Magnetisierung genannt
  + Patient wird somit selber zum Magnet, welcher um seine eigene Achse dreht
  + Man kann aber longitudinale Magnetisierung nicht einfach messen, weil diese sehr klein ist im Gegensatz zum sehr starken externen Magnetfeld vom MRT
  + Daher schicken wir einen hohen Frequenzimpuls hinein. Dieser tauscht Energie mit den Protonen aus. Dies passiert nur wenn der Impuls die gleiche Frequenz wie die Protonen hat, welche durch die Larmorfrequenz bestimmt ist. Sind die beiden Frequenzen resonant (gleich), dann kann Energieaustausch stattfinden (daher Resonanztomographie)
  + Mit dem Frequenzimpuls nehmen gewisse Protonen Energie auf, was dazu führt, dass mehr Protononen auf den Händen laufen. Dies führt dazu, dass sich das Verhältnis zwischen «auf händen laufen» und «auf füssen laufen» ausgeglichener ist, als vorher.
    - Dies führt zu einer Abnahme der Longitudinalmagnetisierung
    - Es gibt Protonen welche minimal nicht genau mit der gleichen Achse drehen. Diese werden zusätzlich ausgerichtet («in phase gebracht»). Es entsteht neue Transversalmagnetisierung, welche in eine andere Richtung zeigt
  + Die neu ausgerichtete Transversalmagnetisierung ist das Signal, welches wir messen können, weil es nicht mehr in gleiche Richtung wie externes Magnetfeld läuft
  + Transversalmagnetisierung hängt von Amplitude und Dauer vom RF-Impuls ab
  + Sobald Impuls abgeschaltet wird, gehen Protonen wieder in ursprüngliche Richtung (Relaxation)
    - Longitudinale magnetisierung nimmt zu -> T1-Relaxation
    - Transversalmagnetisierung nimmt ab -> T2-Relaxation
    - Ein Bild, das Text, Screenshot, Reihe, Schrift enthält.

      Automatisch generierte Beschreibung
  + Messwerte
    - T1-Zeit: Zeit bis Longitudinalemagnetisierung um 63% wieder erholt hat
    - T2-Zeit: Zeit bis Transversalmagnetisierung um 63% abgenommen hat
  + Je nach Gewebe haben sie andere T1 und T2 Zeiten
    - Flüssigkeiten haben lange T1 und T2
    - Fette haben kurze T1 und T2
* Gewichtungen
  + Wenn ich genug lange warte zwischen den einzelnen Impulsen (lange TR), dann kann sich Längsmagnetisierung von allen Geweben erholen
  + Hat man eine kürzere TR, dann hat sich zum Bsp. das Hirngewebe komplett erholt (kurze T1/T2), aber Liquor noch nicht (lange T1/T2)
  + Dies führt dazu, dass die Transversalmagnetisierung vom Hirngewebe anschliessend grösser ist
  + Die unterschiedlichen Transversalmagnetisierung führen zu einem T1 gewichtetes Bild (T1w)
  + Der entscheidende Parameter ist TR (time to repetition eines neuen Signals)
  + T1w
    - Flüssigkeiten generieren weniger Energie aufgrund ihrer längeren T1 Zeit und sind deshalb dunkler als das Hirngewebe
    - Ein Bild, das Schwarzweiß, medizinisch, medizinische Bildgebung, monochrom enthält.

      Automatisch generierte Beschreibung
  + Bis jetzt hatten wir immer 90° Impulse. Bei T2 haben wir 180°
    - Hier wird zuerst 90° und dann 180° Impuls abgegeben
    - Beim 180° kehren Protonen ihre Richtung um und irgendwie entsteht grösseres Signal
    - Der entscheidende Parameter ist TE (time to echo d.h. Zeit zwischen dem 90° Impuls und dem darauffolgenden 180°)
    - Ein Bild, das Text, Screenshot, Reihe, Schrift enthält.

      Automatisch generierte Beschreibung
  + Die Stärke des Signals hängt von den T2 Eigenschaften eines Gewebes ab.
    - E.g. Hirngewebe hat eher kurze T2 Zeiten und Liquor lange
    - Weil Liquor länger braucht bis es Transversalmagnetisierung relaxiert hat, ist das Signal stärker und deshalb erscheint Liquor bei T2 gewichtetem Bild hell
    - Ein Bild, das Röntgenfilm, medizinische Bildgebung, Radiologie, medizinisch enthält.

      Automatisch generierte Beschreibung
* Bei den verschiedenen Gewichtungen werden TR und TE so gewählt, dass die Organe entweder durch ihre T1-Relaxationszeit oder durch ihre T2-Relaxationszeit differenziert werden
* MRT Sequenzen
  + Jede Sequenz beantwortet eine spezifische Frage
  + FLAIR
    - Ist Modifikation von T2w
    - Freie Flüssigkeit sendet hier wenig Signal (Liquor ist dunkel)
      * Unterschied zu gewebsgebundener Flüssigkeit, welche oft bei Ödemen etc. auftritt
    - Dies erleichtert Suche von gewebsgebundenen Flüssigkeiten, weil sie nicht vom Liquor etc. überstrahlt werden.
  + T2\*w (SWI)
    - Betonung von Suszeptibilitätsunterschiede im Gewebe
      * Magnetisierbarkeit von verschiedenen Materialien
    - Damit können Blutungen gut erkennt werden (dunkle Punkte)
    - Ein Bild, das medizinische Bildgebung, Kreis, Radiologie, Text enthält.

      Automatisch generierte Beschreibung
  + DWI
    - Modifikation von T2w
    - Sensitiv für Wassermolekülen. Ziel ist Bereiche zu erkennen, wo sich Wassermoleküle nicht so bewegen können, wie sie es normalerweise tun
    - Ein Bild, das Röntgenfilm, medizinische Bildgebung, Radiologie, medizinisches Bildgebungsverfahren enthält.

      Automatisch generierte Beschreibung
  + Darstellungen von Gefässtypen
    - Hier gibt es verschiedene Sequenzen um die Verschiedenen Gefässtypen zu unterscheiden.
* Unterschied zu CT
  + Wenn ich verschiedene Darstellungen möchte, kann ich dies aus dem CT direkt herausrechnen
  + Bei MRT muss ich die verschiedenen Sequenzen einzeln aufnehmen