



# BILDGEBENDE VERFAHREN: Magnetresonanztomografie MRT

Physikalische Grundlagen und Sicherheit

Sarah Hermann und Celine Steger

Mai 2019

celine steger



## Lernaufgabe:

### Modelle zur Erklärung Physikalischer Grundkonzepte des MRT

#### **Was lernen Sie Neues?**

Sie wissen bereits, dass es im menschlichen Körper viele H Atome gibt, welche man mit dem MRT messen kann. Auch haben sie sich vorgängig mit dem Aufbau eines MRT vertraut gemacht. Nun werden Sie mehr darüber erfahren, welche physikalischen Eigenschaften ermöglichen, das man H Atome messen kann.

#### **Hilfsmittel**

der nachfolgende Text und die ausgeteilten Bilder

#### **Masstab**

Die Aufgabe gilt als erledigt, wenn der Text durchgelesen, die Bilder angeordnet und die Konzepte einmal mit dem Partner besprochen beziehungsweise mündlich repetiert worden sind.

#### **Verfügbare Zeit**

10 Minuten

#### **Sozialform**

Einzelarbeit / Partnerarbeit

#### **Kontext**

Um als Radiologiefachmann/frau HF einen wertvollen Beitrag in der Diagnostik zu leisten, ist es wichtig, dass Sie die Funktionsweise und Möglichkeiten eines MRT verstehen. Das in dieser Aufgabe erlernte Wissen dient Ihnen als Grundlage, um die in den kommenden Lektionen vorgestellte Bildentstehung und die verschiedenen MRT Sequenzen nachvollziehen zu können.

#### **Aufgabenstellung**

1. Lesen Sie den nachfolgenden Text für sich durch.
2. Versuchen Sie die Bilder einzelnen Textstellen zuzuordnen und legen Sie sie in der entsprechenden Reihenfolge hin.
3. Mit Ihrem Sitznachbar versuchen Sie nun mit Hilfe der Bilder den Text mündlich widerzugeben und die Konzepte zu wiederholen.

### Physikalische Konzepte mit Modellen erklärt

Patienten, die wir in einen MRT Scanner platzieren, werden einem sehr starken Magnetfeld ausgesetzt.

Magnetresonanztomografie basiert auf dem 1946 von Felix Bloch und Edward Purcell entdeckten Phänomen der Kernspinresonanz (Nuclear Magnetic Resonance (NMR)). Verschiedene Atomkerne, darunter der des H Atoms, besitzen einen sogenannten Spin. Der Spin beschreibt die Rotation des Atomkerns um seine Achse. Durch die Bewegung dieser Ladung kommt ein kleines Magnetfeld zustande und der Atomkern besitzt ein sogenanntes Dipolmoment. Dies bedeutet, seine Ladungen sind nicht gleichmässig verteilt und er verhält sich darum wie eine kleine Kompassnadel. In einem starken Magnetfeld richten sich diese Kompassnadeln der Atomkerne parallel dazu aus. Einige wenige Atomkerne richten sich auch antiparallel aus, aber die Summe aller Atomkerne zeigt in dieselbe Richtung wie das starke Magnetfeld.

Dieses Ausrichten gelingt aber nicht ganz, vielmehr verhalten sich die einzelnen Kerne wie ein taumelnder Kreisel, sie präzisieren. Die Frequenz dieser Präzessionsbewegung ist die Larmorfrequenz. Diese ist sowohl von der Atomkern-eigenschaft (dem gyromagnetischen Moment), als auch von der Stärke des externen Magnetfeldes abhängig. Bei bekannter Larmorfrequenz kann ein elektromagnetischer Impuls (Radiowellen) mit derselben Frequenz die Atomkerne auslenken und somit wird auch ihr Summenvektor ausgelenkt. Sobald der elektromagnetische Impuls endet, kehren die Atomkerne in die Ursprungsposition zurück. Die hierfür benötigte Zeit ist die Relaxationszeit.

Da das Magnetfeld im Scanner nicht überall gleich stark ist, sondern einen Gradienten hat, ist es möglich, nur eine bestimmte Stelle im Körper zu messen. Dies ist möglich, weil die Larmorfrequenz von der Magnetfeldstärke abhängt. Mit einer Spule kann das Signal der ausgelenkten H Atome gemessen werden.

## Lernaufgabe: Patienteninformation

### Was lernen Sie Neues?

In der letzten Lektion haben Sie einen Überblick über die geläufigsten bildgebenden Verfahren erhalten, mit denen Sie in Ihrem Berufsalltag zu tun haben werden. Dabei wurde bereits kurz erwähnt, wie ein solches Bild erstellt werden kann (Mittels Strahlung, Magnetfeld, etc.). In dieser Lernaufgabe bearbeiten Sie nun die Sicherheit einer MRI/MRT Untersuchung.



### Hilfsmittel

Patienteninformation, Einverständniserklärung

### Hinweis zum Vorgehen / Sozialform

Einzelarbeit und anschliessend Partnerarbeit

### Masstab

Die Aufgabe gilt als erledigt, wenn in einer Partnerarbeit drei Punkte besprochen wurden, die beim Patienten nach dem Durchlesen der Dokumente Fragen aufwerfen könnten sowie drei mögliche Ausschlusskriterien für eine MRI/MRT Untersuchung notiert wurden und jeweils eine mögliche Erklärung dafür gefunden wurde.

### Verfügbare Zeit

10 Minuten

### Kontext

Bevor sich ein Patient einer MRI/MRT Untersuchung unterzieht, muss er die Patienteninformationen durchlesen. Diese Information dient dazu, den Patienten über die Prozedur aufzuklären und mögliche Fragen zu beantworten. Anschliessend muss der Patient einen Fragebogen wahrheitsgetreu ausfüllen. So können mögliche Risikofaktoren, die vom Patienten ausgehen, durch die Fachkräfte identifiziert werden.

### Aufgabenstellung

1. Lesen Sie die beigefügte Patienteninformation aufmerksam durch.
2. Lesen Sie nun den bereits ausgefüllten Fragebogen aufmerksam durch
3. Notieren Sie zu zweit drei Fragen auf Post-its, die der Patient nach dem Durchlesen der Dokumente haben könnte.

### Nach ca. 6 Minuten: INPUT IM PLENUM

4. Notieren Sie sich nun zu zweit drei Ausschlusskriterien einer MRI/MRT Untersuchung und finden Sie einen möglichen Erklärungsansatz dafür. Schreiben Sie Ihre Punkte auf Post-its und kleben Sie diese anschliessend an die Wandtafel (4 min)



## Lernaufgabe: Relaxation

### Was lernen Sie Neues?

In der Vorlesung haben Sie bereits gelernt, dass H Atome mittels eines elektromagnetischen Impulses ausgelenkt werden. Sobald dieser Impuls abgestellt wird, kehren sie wieder in ihre Ursprungsposition zurück. Diesen Vorgang nennt sich Relaxation. In dieser Aufgabe werden Sie sich noch etwas Vertiefter mit diesem Vorgang beschäftigen.

### Hilfsmittel

Bilder aus der Lernaufgabe, Youtube, Vorlesungsunterlagen, Internet

### Hinweis zum Vorgehen / Sozialform

Einzelarbeit, zu Hause

### Masstab

Die Aufgabe gilt als erledigt, wenn Sie der Text gelesen, das Video angeschaut und die Fragen beantwortet wurden. Falls Sie eine Frage nicht beantworten können, notieren Sie sich die Unklarheiten.

### Verfügbare Zeit

20 Minuten

### Kontext

Die Relaxation ist ein entscheidendes Konzept bei der Bilderstellung im MRT. Die Unterschiedlichen Relaxationseigenschaften von H Atomen in verschiedenen Geweben ermöglicht es, diese Gewebe zu unterscheiden.

### Aufgabenstellung

- 1) Lesen Sie den Textabschnitt Relaxion durch.
- 2) Lösen Sie die Aufgaben mit Hilfe der Videos.

## Relaxation

Relaxation lässt sich in zwei Prozesse unterteilen, die beide gleichzeitig ablaufen.

### Longitudinale Relaxation

Longitudinale oder Spin-Gitter-Relaxation ist die Relaxation in Richtung des äusseren Feldes und geschieht durch Abgabe von Energie an die Umgebung. Es wird allmählich wieder eine Magnetisierung in die Richtung des externen Magnetfeldes aufgebaut.

### Transversale Relaxation

Transversale oder Spin-Spin-Relaxation ist die Relaxation senkrecht zur Richtung des äusseren Feldes. Ein angeregter Spin gibt seine Energie an einen anderen Spin ab. Dank dem elektromagnetischen Impuls sind nach der Auslenkung alle Spins in derselben Phase, sie zerfallen danach in verschiedene Phasen wegen der Spin-Spin Interaktion.



## Aufgaben

- 1) Schauen Sie sich folgende Videos an und ordnen Sie es dem oben stehenden Text zu.  
Erstellen Sie danach eine Skizze unterhalb der Texte.
  - a. <https://www.youtube.com/watch?v=IKp67IqQjH4&list=PL40F1EE0DF59D777A&index=1>
  - b. [https://www.youtube.com/watch?v=LvyADhrgc\\_s&list=PL40F1EE0DF59D777A&index=6](https://www.youtube.com/watch?v=LvyADhrgc_s&list=PL40F1EE0DF59D777A&index=6)
- 2) Schauen Sie folgendes Video <https://www.youtube.com/watch?v=Y6deVPGdDCM>  
Warum ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Quermagnetisierung durch das externe Magnetfeld präzisiert, also seine Richtung ändert?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---