

Ausgabe: 20.12.2013

Abgabe: bis 15.01.2014 10:15 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

**Aufgabe 1: Kernspinresonanz****2 Punkte**

- a) Berechnen Sie die Resonanzfrequenz  $\nu$  der NMR-Übergänge von Protonen in einem Magnetfeld von  $B = 7\text{ T}$  sowie im Erdmagnetfeld. Nehmen Sie für das Erdmagnetfeld näherungsweise  $B = 50\ \mu\text{T}$  an.
- b) Welche Wellenlänge haben die Photonen, die diese Übergänge jeweils anregen? In welchem Bereich des elektromagnetischen Spektrums liegen die Wellenlängen?

**Aufgabe 2: Spin-Echo-Sequenz****3 Punkte**

Eine der am häufigsten in der MR Bildgebung verwendeten Bildgebungssequenzen ist die Spin-Echo Sequenz. Für die Signalamplitude in jedem Voxel der damit gewonnenen MR-Bilder gilt der Zusammenhang:

$$S(T_1, T_2) = S_0 e^{-T_E/T_2} (1 - e^{-T_R/T_1}) \quad (1)$$

Mit dieser Sequenz soll ein Organ untersucht werden, wobei ein Kontrast zwischen Fett- und Muskelgewebe erreicht werden soll. Für die Relaxationszeiten der beiden Gewebearten gilt:

Gewebe	$T_1$ [s]	$T_2$ [ms]
Fett	0,2	100
Muskel	1,0	30

- a) Skizzieren Sie, nach welchem Schema die Radiofrequenz- und Gradientenpulse geschaltet werden.
- b) Berechnen Sie den Kontrast zwischen Fett- und Muskelgewebe bei einer  $T_1$ -Gewichtung und einer  $T_2$ -Gewichtung (beide Gewebearten besitzen identische Protonendichten!).
- c) Zur Verbesserung des Kontrastes soll die Magnetisierung des Fettsignals durch die Platzierung eines  $\pi$ -Pulses vor der eigentlichen Bildgebungssequenz eliminiert werden. Welchen zeitlichen Abstand muss dieser Puls zur Bildgebungssequenz besitzen?

**Aufgabe 3: Auflösungsvermögen und HF-Absorption****4 Punkte**

- a) Das statische Magnetfeld  $B_0$  wird in einem MRI Tomographen der Feldstärke  $3\text{ T}$  mit einem linearen Gradientenfeld  $G$  überlagert ( $|G| = 4\text{ mT/m}$ ), um eine Ortsbestimmung durchführen zu können. Beide Felder seien in  $z$ -Richtung orientiert. Für die Magnetfeldstärke gilt folgende Beziehung:

$$B = B_0 + zG. \quad (2)$$

Das Signal wird mit einer zeitlichen Auflösung von  $\tau = 5\text{ ms}$  aufgenommen.

Bestimmen Sie die Frequenzauflösung und die räumliche Auflösung, die mit diesem Gerät erzielt werden kann.

- b) Wie hoch ist die Bandbreite des zu erwartenden Signals, wenn die untersuchte Schichtdicke 10 mm beträgt? ( $\gamma_{\text{Proton}} = 2,675 \cdot 10^8 \text{s}^{-1}\text{T}^{-1}$ )
- c) Bei einer Turbo-Spin-Echo Sequenz wird zuerst ein  $90^\circ$ -Puls appliziert, auf den elf  $180^\circ$ -Pulse folgen. Diese Sequenz soll auf 20 Schichten mit einer Repetitionszeit von  $T_R = 6$  s angewandt werden. Nehmen Sie an, dass der  $180^\circ$ -Puls 2,5 ms dauert und im Mittel eine Amplitude von 200 V hat. Der Wellenwiderstand sei auf  $50 \Omega$  angepasst.  
Berechnen Sie die spezifische Absorptionsrate ( $SAR = \text{Leistung}/\text{Masse}$ ) in W/kg bei einer Körpermasse von  $m = 70$  kg unter der Bedingung, dass die halbe Leistung absorbiert wird.
- d) Welcher Temperaturerhöhung entspricht diese Leistung nach einer Stunde? Nehmen Sie dazu an, dass der Körper näherungsweise aus Wasser bestehe.