

Übungsblatt 11

Ausgabe: Fr. 23. 6. 2006 **Abgabe:** bis Mi. 28. 6. 2006 12:00 Uhr

Aufgabe 1

Bei einem Spin-Echo-Experiment sei bei einer Wahl der Echozeit von $T_E = 15\text{ ms}$ ein Zyklus des Datenauslesens nach etwa 25 ms beendet. Die Wiederholungszeit soll aber für den gewünschten T_1 -Kontrast $T_R = 500\text{ ms}$ betragen. Da das Datenauslesen aber schon nach 25 ms beendet ist, kann man die Wiederholungszeit effektiv nutzen, indem man zum Beispiel während dieser Zeit weitere Rohdatenzeilen anderer Schichten aufnimmt. Das Verfahren wird als *Mehrschichttechnik* bezeichnet.

- Wieviele Schichten können in diesem Beispiel insgesamt während T_R aufgenommen werden?
- Die gewünschte Auflösung des Bildes sei 256 Zeilen mal 256 Spalten. Wie lang ist die Gesamtmeßzeit?

Aufgabe 2

Bei einer *Turbo-Spin-Echo* Sequenz (*TSE*, auch *Fast Spin Echo - FSE* genannt) für T_2 -Wichtung nimmt man nach einer Anregung mit einem 90° -Puls mehrere Rohdatenzeilen der gleichen Schicht auf. Das geschieht, indem nicht nur ein 180° -Refokussierungspuls, der zu einem Echo führt, benutzt wird, sondern mehrere (typisch sind 3 bis 23). Diese aufeinander folgenden 180° -Refokussierungspulse sind äquidistant und die dazugehörigen Echos werden als ein Echozug bezeichnet. Damit mehrere Rohdatenzeilen aufgenommen werden können, hat jeder Refokussierungspuls einen anderen Phasenkodiergradienten. Weitere Details entnehmen Sie bitte der Abbildung.

Eine Turbo-Spin-Echo-Sequenz für T_2 -Wichtung liefert alle 15 ms ein Echo, und der Echozug ist vom Beginn des ersten Gradienten bis zum Ende des letzten 175 ms lang. Es sollen 20 Schichten mit einer Auflösung von 242 Zeilen und 256 Spalten gemessen werden.

- Wieviele Echos passen in einen Echozug?
- Wieviele Echozüge werden benötigt um die gewünschte Auflösung zu erhalten?
- Das Turbo-Spin-Echo soll mit der in Aufgabe 1 beschriebenen Mehrschichttechnik kombiniert werden. Wenn alle 20 Schichten während T_R aufgenommen werden sollen, wie groß ist dann die benötigte minimale Wiederholungszeit $T_{R,min}$?
- Wie lange dauert die Messung unter Benutzung dieser minimalen Wiederholungszeit $T_{R,min}$, wenn zur Erhöhung des Signal-zu-Rausch-Verhältnisses 2 Akkumulationen benutzt werden?
- Wie lange hätte die gleiche Messung mit einer Akkumulation bei einem konventionellen Spin-Echo mit einer Repetitionszeit von 2 s gedauert?
- Was glauben Sie: führt die Aufnahme von mehreren Rohdatenzeilen bei der Turbo-Spin-Echo Sequenz zu Problemen mit der T_2 -Wichtung? Wenn ja, zu welchen?

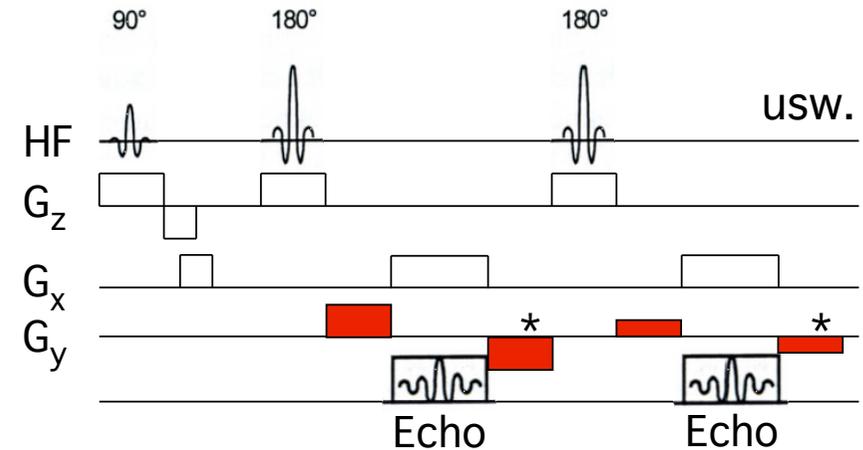


Abbildung 1: Prinzip einer Turbo-Spin-Echo Sequenz. HF ist die Hochfrequenzanregung, G_z ist der Schichtselektionsgradient, G_x ist der Auslesegradient, und G_y ist der Phasenkodiergradient. Das erste Echo gehört zu einer anderen Rohdatenzeile als das zweite abgebildete, wie man an dem unterschiedlichen Phasenkodiergradienten sehen kann. Nach jedem Auslesen des Echos muß der dazu benutzte Phasenkodiergradient rückgängig gemacht werden, damit danach eine andere Rohdatenzeile aufgenommen werden kann. Diese zusätzlichen Gradienten sind mit einem Stern gekennzeichnet. (In der Abbildung ist die Mehrschichttechnik nicht berücksichtigt worden.)

Aufgabe 3

- Berechnen Sie die spezifische Absorptionsrate (durch absorbierte HF-Leistung) in W/kg einer Turbo-Spin-Sequenz mit 11 Echos pro Pulszug. Nehmen Sie vereinfachend an, daß der 180° -RF-Puls $2,5\text{ ms}$ dauert und im Mittel eine Amplitude von 150 V hat. Die Sequenz soll auf 15 Schichten angewendet werden und mit einer Repetitionszeit von $T_R = 4\text{ s}$ laufen. Nehmen Sie weiterhin an, daß die halbe Leistung absorbiert würde und die Anpassung des Wellenwiderstandes perfekt bei $50\ \Omega$ liege. Die Körpermasse sei 60 kg .
- Um wieviel Grad hätte sich der Körper nach einer Stunde erwärmt bei der HF-Leistung aus a)? Nehmen Sie an, er bestünde nur aus Wasser und es wären keine Kühlmechanismen vorhanden.