

# Übungsblatt 7

## zur EPR Vorlesung WS18/19

Besprechung 04.12.2018

### 1. Aufgabe

- a) Berechnen Sie bei welcher Mikrowellen-(Rabi-)Frequenz  $\omega_1$  bei resonanter Einstrahlung sich im stationären Gleichgewicht die longitudinale Magnetisierung im Vergleich zur Ausgangsmagnetisierung halbiert hat. Die Relaxationszeiten in ihrem System sind  $T_1 = 210$  ns und  $T_2 = 83$  ns.
- b) Der Resonator erzeugt aus der Mikrowellenleistung ein stehendes magnetisches Mikrowellenfeld mit der maximalen Auslenkung  $B_1$  am Ort der Probe. Jeder Resonator hat dabei eine andere Effizienz, welche mit dem Konversionsfaktor  $C$  beschrieben wird.

$$B_1[\text{G}] = C \cdot \sqrt{P[\text{W}]}$$

Berechnen Sie die Mikrowellenleistung, welche nötig ist, um den Zustand in a) zu erreichen, wenn Ihr Resonator einen Umwandlungsfaktor von  $C = 3.5 \frac{\text{G}}{\sqrt{\text{W}}}$  hat. Nutzen Sie für die Umrechnung den g-Wert des freien Elektrons.

### 2. Aufgabe

Unter nicht sättigenden Bedingungen wird die homogene Linienbreite einer Lorentzlinie beschrieben durch:

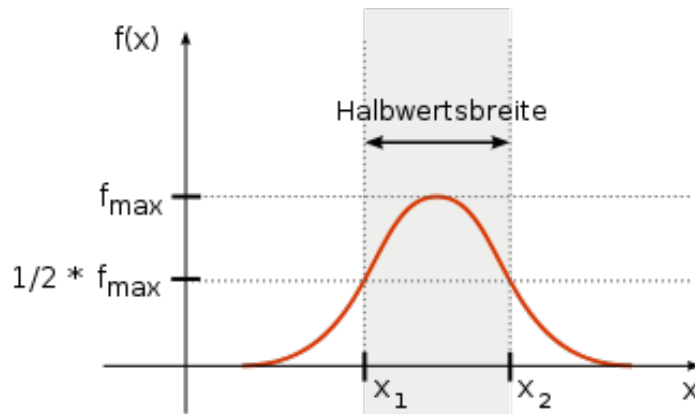
$$\Delta\omega_{\frac{1}{2}} = \frac{2}{T_2} \text{ in Winkelfrequenzen}$$

Wobei  $\Delta\omega_{\frac{1}{2}}$  die Halbwertsbreite der Lorentzlinie ist und  $T_2$  die transversale Relaxationszeit.

Leiten Sie diesen Ausdruck aus der Magnetisierung  $M_y$  her, welchen Sie als Lösung für den stationären nicht gesättigten Fall in der Vorlesung kennengelernt haben.

$$M_y^{\infty} = M_0 \frac{\omega_1 T_2}{1 + \Omega_0^2 T_2^2 + \omega_1^2 T_1 T_2}$$

Tipp: Überlegen Sie sich dazu wie groß die Magnetisierung maximal werden kann und wo die Absorptionslinie zentriert ist. Die folgende Abbildung soll als Hilfe dienen. Hinweis: unter nicht-sättigenden Bedingungen gilt  $\omega_1 \ll T_1^{-1}, T_2^{-1}$ .



Veranschaulichung der Halbwertsbreite (<https://de.wikipedia.org/wiki/Halbwertsbreite>)

### 3. Aufgabe

- a) Berechnen Sie die Position und die Separation zwischen zwei Absorptionslinien mit den jeweiligen  $g$ -Werten  $g = 2.000221$  und  $g = 2.003129$  bei einer Mikrowellenfrequenz von 34 GHz (Q-Band). Bestimmen Sie außerdem die Halbwertsbreite  $\Delta\omega_{\frac{1}{2}}$  und die daraus resultierende Linienbreite im Spektrum (in Tesla) mit  $T_2 = 35$  ns.
- b) An einer anderen Probe messen Sie eine Hyperfeinwechselwirkung von  $a_{\text{iso}} = 4.2$  MHz auch am Q-Band (34 GHz). Berechnen Sie die Peakpositionen und die Separation der beiden Absorptionslinien. Bestimmen Sie außerdem die Halbwertsbreite  $\Delta\omega_{\frac{1}{2}}$  und die daraus resultierende Linienbreite im Spektrum (in Tesla) mit  $T_2 = 42$  ns. Nutzen Sie für die Umrechnung den  $g$ -Wert des freien Elektrons.
- c) In welchem Fall a) oder b) können Sie die beiden Absorptionslinien unterscheiden? Nehmen Sie an, dass die Separation hierfür mindestens der Halbwertsbreite entsprechen muss.
- d) Nun führen Sie die beiden Messungen aus a) und b) im S-Band (3.4 GHz) durch. Wie verändern sich Ihre Beobachtungen?