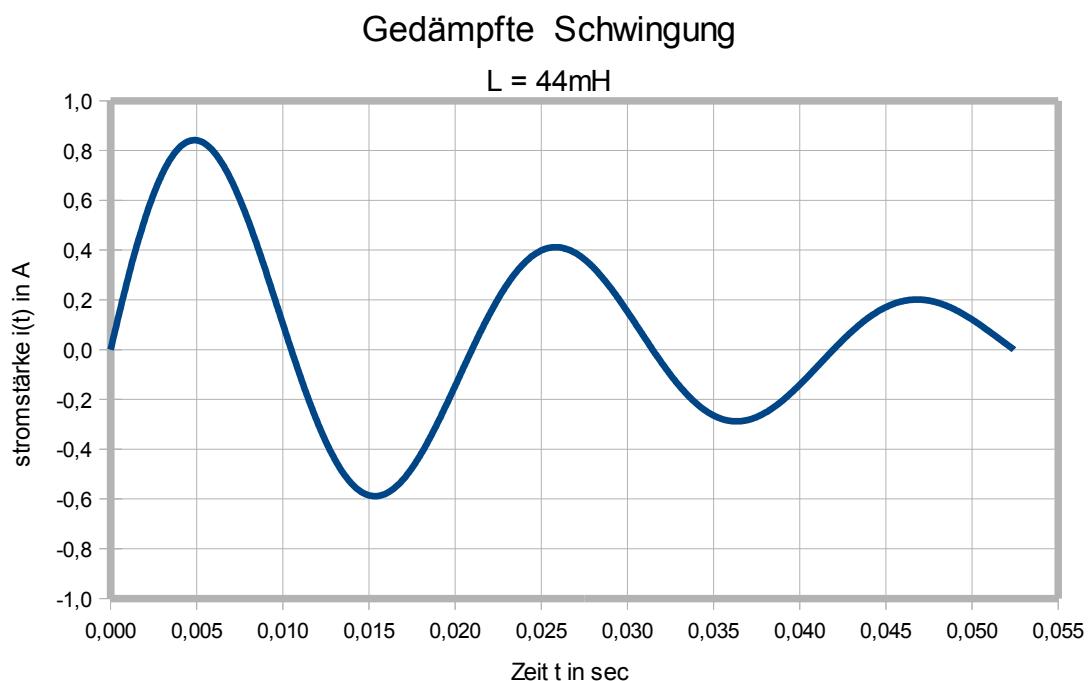


### **1. Aufgabe – Schwingkreise (40 Punkte)**

Ein realer elektrischer Schwingkreis wird durch eine Reihenschaltung aus Spule, Kondensator und (real unvermeidbarem) ohmschen Widerstand dargestellt.

1. Zeichne das Schaltbild eines idealen, d.h. ungedämpften Schwingkreises, formuliere für diesen die Kirchhoffsche Maschenregel und stelle anhand dieser die korrespondierende Differentialgleichung für  $q(t)$  auf. (5P)
2. Löse diese Gleichung mittels des üblichen harmonischen Ansatzes und leite bei gegebenem  $L$  und  $C$  die Thomsonfrequenz formelmäßig her. (5P)
3. Stelle ausführlich anhand geeigneter Skizzen die Analogie zwischen elektrischem Schwingkreis und mechanischem Federpendel (horizontal, um keine dritte Energieform ins Spiel zu bringen) dar. Nenne die korrespondierenden Größen. Betrachte dabei besonders die Zeitpunkte  $t=0$  (Kondensator voll aufgeladen),  $t=T/8$ ,  $t=T/4$ ,  $t=T/2$ . (15P)
4. Die Lösung der allgemeinen DGL des ungedämpften, realen Schwingkreises führt zu einem Stromverlauf  $i(t) = i_0 \sin(\omega t) e^{(-\alpha t)}$ . Die Dämpfung  $\alpha$  ergibt sich dabei aus  $\alpha = R/2L$  und die Winkelfrequenz  $\omega$  aus der Formel  $\omega^2 = \omega_0^2 - \alpha^2$ . In einem Experiment wird ein unbekannter Kondensator  $C$ , ein unbekannter Widerstand  $R$  und eine bekannte Spule  $L = 44\text{mH}$  zum Schwingen angeregt und mittels eines Oszilloskops folgender Stromverlauf gemessen:



- a) Bestimme aus diesen Daten  $\alpha$ ,  $\omega$ ,  $\omega_0$ ,  $R$  und  $C$ . (10P)
- b) Berechne die Vakuumwellenlänge der abgestrahlten Welle und die Mindest-Länge des Antennenstabes, wenn dieser Schwingkreis an eine Antenne („Hertzscher Dipol“) angekoppelt würde. (5P)

## **2. Aufgabe – Elektromagnetische Wellen (40 Punkte)**

Bereits im Jahre 1866 stellte Sir James Clark Maxwell seine nach ihm benannten Gleichungen auf. Darin enthalten war die unvermeidliche Kopplung von elektrischem und magnetischen Feld bei beschleunigten Ladungen. Aus den Gleichungen kann gezeigt werden, dass elektrische und magnetische Feldstärke zueinander proportional sind ( $E=Bc$ ) und dass die Vakuumlichtgeschwindigkeit aus den Feldkonstanten berechnet werden kann:  $c=1/(\epsilon_0\mu_0)$ .

1. Beschreibe die geometrische Lage und die Phasenlage von elektrischem und magnetischen Feld zueinander und zum Wellenvektor (10P).
2. Berechne die Vakuumlichtgeschwindigkeit  $c$  aus der elektrischen Feldkonstanten  $\epsilon_0$  und der magnetischen Feldkonstanten  $\mu_0$  des freien Raumes unter korrekter Umformung der Einheiten. (5P)
3. Eine Mikrowelle der Frequenz 10GHz und der relativen Leistung 1 trifft auf einen Metallschirm (Reflektor). Beschreibe anhand einer geeigneten Skizze den resultierenden Vorgang und das erwartete Ergebnis, wenn mittels einer HF-Diode das elektrische Feld zwischen Sender und Reflektor ausgemessen wird. Betrachte dabei nur das elektrische Feld. (10P)
4. Der Poynting- Vektor gibt die Strahlungsleistung von EM-Wellen pro Fläche an. Sein Betrag wird auch als Intensität bezeichnet und hat die Einheit Watt pro Quadratmeter.

$\vec{S}=\frac{1}{\mu_0}\vec{E}\cdot\vec{B}$ . Die Sonne strahlt mit einer Intensität von etwa  $1.460 \text{ W/m}^2$  auf die obere Erdatmosphäre („Solarkonstante“). Berechne für diese Strahlung  $E$  und  $B$  sowie die gesamte Sonnenleistung, welche die Erde trifft. Vergleiche diese mit der mittleren Leistung eines KKW von typisch 4GW. (15P)

😊 😊 😊 Viel Spaß! 😊 😊 😊