Prof. Dr. U. Motschmann
S. Töpfer, M. Sc.

13. Übungsblatt Abgabe: keine Abgabe

Fragen zu den Aufgaben: Simon Töpfer, Raum 3.317, Tel.: 391-5187, s.toepfer@tu-bs.de

33. **Biot-Savart-Gesetz II**

Bestimmen Sie mit Hilfe des Biot-Savart-Gesetzes das Magnetfeld einer *endlich* langen, dicht gewickelten Spule auf ihrer Mittelachse. Die Spule habe den Durchmesser $2R$, die Länge L und die Windungsdichte n (Anzahl N der Windungen pro Länge L) und werde von einem konstanten Strom I durchflossen. Die z-Achse soll mit der Mittelachse der Spule übereinstimmen, wobei $-L/2 \leq z \leq L/2$. Gehen Sie wie folgt vor:

(a) Berechnen Sie zunächst das Magnetfeld einer kreisförmigen Leiterschleife auf ihrer Symmetrieachse.

(b) Nehmen Sie nun an, dass die Spule eine Überlagung von N infinitesimal dünnen Leiterschleifen pro Länge L ist. Summieren (integrieren) Sie die Magnetfelder dieser Leiterschleifen auf.
Hinweis: Zeigen Sie dazu $\int \frac{\mathrm{d}x}{(a^2+x^2)^{(3/2)}} = \frac{x}{a^2\sqrt{x^2+a^2}}$ mittels der Substitution $x = a \sinh u$.

(c) Bestimmen Sie mit Hilfe des Grenzfalls $L \to \infty$ das Magnetfeld auf der Mittelachse einer unendlich langen Spule.

34. **Radial magnetisierte Kugelschale**

Betrachten Sie eine Kugelschale endlicher Dicke mit Innenradius R_1 und Außenradius R_2, die eine konstante Magnetisierung in radialer Richtung aufweist:

$$\underline{M} = M\underline{e}_r \quad \text{für} \quad R_1 \leq r \leq R_2 \quad ; \quad M = \text{const} \quad . \tag{1}$$

(a) Bestimmen Sie für eine solche Anordnung das magnetische Potential Ψ und die Felder $\underline{B}$ und $\underline{H}$ im ganzen Raum.
Vorsicht: In der *Kugelschale* verschwindet die Divergenz der Magnetisierung nicht, obwohl Homogenität ($M = \text{const.}$) vorliegt!

(b) Für die magnetische Induktion erhalten Sie ein sehr einfaches Ergebnis. Machen Sie dieses Ergebnis plausibel, indem Sie die Radialsymmetrie des Problems mit der Quellenfreiheit von $\underline{B}$ in Übereinstimmung bringen.

Hinweis: Benutzen Sie für die 3 Gebiete folgende Bezeichnungen: $I =$ Hohlraum, $II =$ Kugelschale, $III =$ Außenraum.