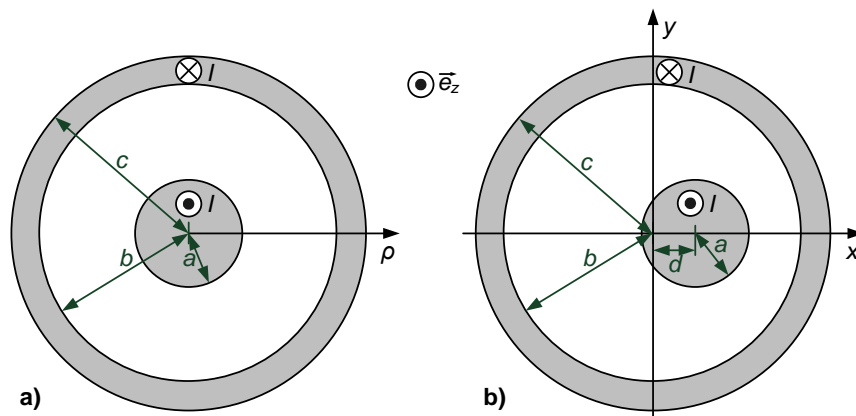


Name, Vorname	Testat	

### Aufgabe 1: Koaxialkabel

Das in z-Richtung als unendlich lang angenommene Koaxialkabel in **Fig. 1** führt im Innenleiter einen Gleichstrom  $I$ , der im Aussenleiter wieder zurückfließt.

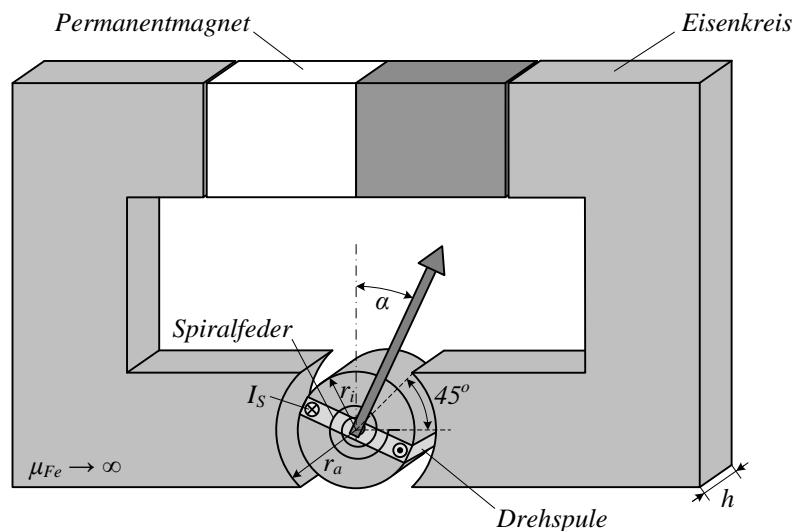


**Fig. 1:** Querschnitt bei konzentrischem (a)) und um  $d$  verschobenen Innenleiter (b))

- Berechnen Sie die magnetische Feldstärke  $H(\rho)$  im gesamten Bereich  $0 \leq \rho \leq \infty$  für den konzentrischen Fall nach **Fig. 1a**).
- Zeichnen Sie den Feldverlauf  $H(\rho)$  für den konzentrischen Fall.
- Berechnen Sie die magnetische Feldstärke  $H(x,y)$  im gesamten Bereich für den exzentrischen Fall nach **Fig. 1b**). Beachten Sie dabei, dass die magnetische Feldstärke im Aussenbereich nicht verschwindet. Die Feldverteilung kann durch die Überlagerung der Teilfelder des Innenleiters und des Aussenleiters gewonnen werden. Das Teilfeld des Innenleiters ist dabei gegenüber dem symmetrischen Fall um den Abstand  $d$  auf der  $x$ -Achse verschoben.
- Zeichnen Sie den Feldverlauf auf der  $x$ -Achse,  $H(x,0)$ , für den exzentrischen Fall.

## Aufgabe 2: Drehspulmessgerät

Zur Messung einer Gleichspannung über einen Zeigerausschlag soll die in **Fig. 2** gezeigte Anordnung eingesetzt werden. Die Drehspule weist einen Widerstand  $R_S$  auf. Wird die Drehspule an die zu messende Spannung gelegt, fließt ein Spulenstrom  $I_S$  durch die Spule, welcher mit der durch einen Permanentmagneten erzeugten magnetischen Flussdichte  $B_L$  ein Drehmoment bildet. Diesem Drehmoment wird durch Verdrehung einer Spiralfeder das Gleichgewicht gehalten. Der Ausschlagwinkel  $\alpha$  des Zeigers ist damit ein Mass für die angelegte Spannung.



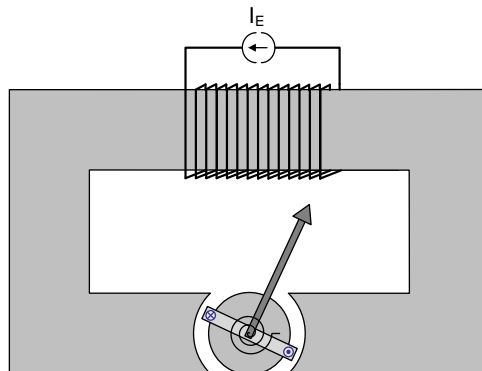
**Fig. 2:** Drehspulmessgerät

Spiralfederkonstante:	$c$	$=$	$0,1 \text{ mNm/}^\circ$
Höhe des Eisenkreises:	$h$	$=$	$12 \text{ mm}$
Durchmesser der Öffnung im Eisenkreis:	$D_a$	$=$	$31 \text{ mm } (= 2 \cdot r_a)$
Durchmesser des Eisens der Drehspule:	$D_i$	$=$	$29 \text{ mm } (= 2 \cdot r_i)$
Magnetische Feldkonstante:	$\mu_0$	$=$	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$
Permeabilität des Eisenkreises:	$\mu_{Fe}$	$\rightarrow$	$\infty$

Hinweis: Die Feldlinien des magnetischen Feldes verlaufen im Luftspalt radial.

- Welche Richtung muss das Magnetfeld aufweisen, damit sich für die gegebene Richtung des Spulenstromes die in **Fig. 2** gezeigte Verdrehung einstellt? Tragen Sie in **Fig. 2** die Feldrichtung ein und begründen Sie die Antwort (Formel genügt zur Begründung).
- Skizzieren Sie die Feldlinien im Bereich der Drehspule, d. h. im Eisenkern der Drehspule, im Luftspalt und die Fortsetzung im Eisenkreis.

- c) Welchen Widerstand  $R_S$  muss die Spule aufweisen, damit bei einer Windungszahl von  $N_S = 350$  für eine maximal zu messende Spannung von  $U_{M,max} = 50$  V der Vollausschlag der Skala von  $\alpha_{max} = 30^\circ$  erreicht wird? Die magnetische Flussdichte im Bereich der Spule kann zu  $B_L = 0,8$  T angenommen werden, der mittlere Spulendurchmesser beträgt  $D_S = 30$  mm.
- d) In der Messspule darf, um die mit der Eigenerwärmung verbundenen Fehler gering zu halten, nur eine Verlustleistung von max.  $P_{V,max} = 0,6$  W auftreten. Auf welchen Wert  $N_S$  ist die Windungszahl zu ändern, damit dieser Grenzwert bei  $U_{M,max}$  eingehalten wird?
- e) Mit dem Messgerät soll die Spannung  $U_2$  am Widerstand  $R_2$  eines an  $U = 10$  V liegenden ohmschen Spannungsteilers mit  $R_1 = 1,2$  k $\Omega$  und  $R_2 = 2,7$  k $\Omega$  gemessen werden. Welche Spannung wird das Messgerät anzeigen und wie gross ist der tatsächliche Wert (bei nicht angeschlossenem Messgerät)? Die Windungszahl der Drehspule betrage hier wieder  $N_S = 350$ .
- f) Die Permanenterregung des Magnetkreises soll nach **Fig. 3** durch eine Erregerwicklung ersetzt werden. Die durch das Entfernen des Magneten entstehende Lücke wird dabei mit Eisen gefüllt. Welche Windungszahl  $N_E$  ist vorzusehen, damit sich im Luftspalt die gewünschte Flussdichte von  $B_L = 0,8$  T einstellt? Die Permeabilität des Eisenkreises kann dabei mit  $\mu_{Fe} \rightarrow \infty$  angenommen werden. Der Erregerstrom betrage  $I_E = 4$  A.



**Fig. 3** Drehspulmessgerät mit Erregerwicklung.

- g) Zeichnen Sie das Reluktanzmodell (magnetisches Ersatzschaltbild) der Anordnung aus Teilaufgabe f).
- h) Die Drehspule liege in einem Magnetfeld  $B_P$  mit parallel (und nicht radial) verlaufenden Feldlinien. Wie ist dann das zufolge der elektromagnetischen Kraft entstehende Drehmoment vom Drehwinkel abhängig? Wie hoch ist der Maximalwert des Drehmomentes für  $B_P = 1$  T,  $N_S = 350$ ,  $I_S = 10$  mA und bei welchem Verdrehwinkel tritt er auf?