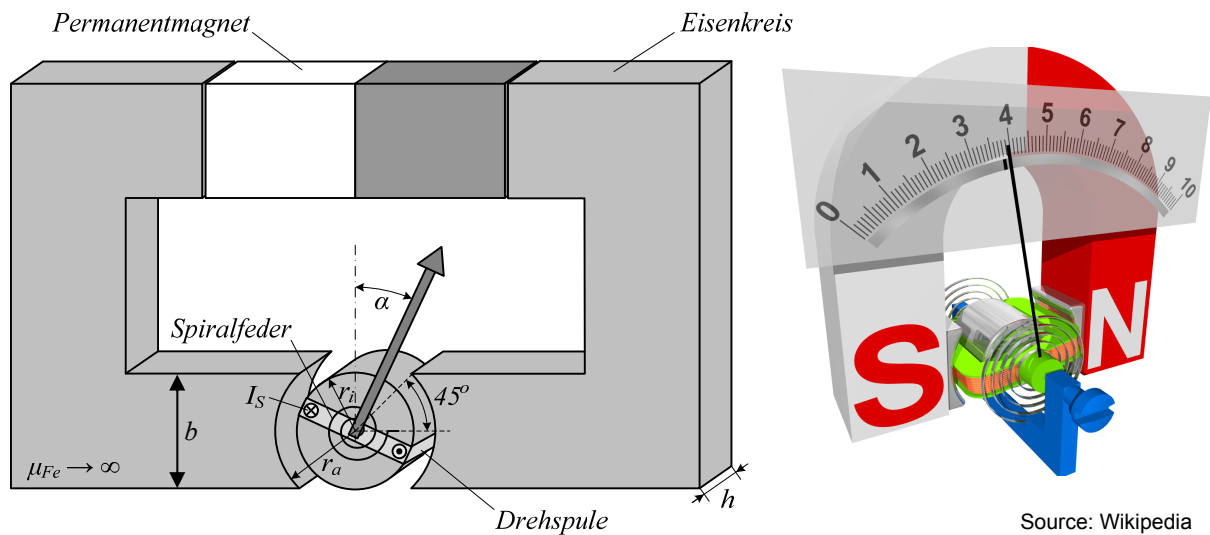


Drehspulmessgerät

Um eine Gleichspannung zu messen wird ein Drehspulmessgerät eingesetzt, siehe **Abb. 1**. Ein Zeiger ist über eine Spiralfeder mit dem Gehäuse verbunden. Um die Spiralfeder ist eine Drehspule mit dem Zeiger verbunden. Die Drehspule weist einen Widerstand R_S auf. Die zu messende Spannung wird an die Drehspule angelegt. Es fließt ein Spulenstrom I_S durch die Spule, welcher mit dem durch einen Permanentmagneten erzeugten magnetischen Feld B_L ein Drehmoment bildet. Diesem Drehmoment wird durch Verdrehung der Spiralfeder das Gleichgewicht gehalten. Der Ausschlagwinkel α des Zeigers ist damit ein Mass für die Spannung. Wenn keine Spannung angelegt ist, befindet sich der Zeiger in der Mitte ($\alpha = 0$).



Source: Wikipedia

Abb. 1: Drehspulmessgerät.

Spiralfederkonstante:	c	=	0.2 mNm/°
Höhe des Eisenkreises:	h	=	15 mm
Breite des Eisenkreises	b	=	29 mm
Durchmesser der Öffnung im Eisenkreis:	D_a	=	31 mm (= $2 \cdot r_a$)
Durchmesser des Eisens der Drehspule:	D_i	=	29 mm (= $2 \cdot r_i$)
Magnetische Feldkonstante:	μ_0	=	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{Vs/Am}$
Permeabilität des Eisenkreises:	μ_{Fe}	→	∞
Permeabilität in Luft	μ_{Luft}	=	1

Hinweis: Die Feldlinien des magnetischen Feldes verlaufen im Luftspalt radial (ausser bei Aufgabe 7).

- 1) Welche Richtung muss das Magnetfeld aufweisen, damit sich für die gegebene Richtung des Spulenstromes die in Abb.1 gezeigte Verdrehung einstellt? Trage in Abb. 1 die Feldrichtung ein und begründe kurz deine Antwort – Formel genügt!
- 2) Berechne den magnetischen Fluss Φ und die Erregerdurchflutung Θ des Permanentmagneten. Das Magnetfeld im Bereich der Spule kann mit $B_L = 0.9 \text{ T}$ angenommen werden. Es kann weiter angenommen werden, dass keine Streuflüsse existieren und die Querschnittsflächen A_i konstant sind.
- 3) Welchen Widerstand R_S muss die Spule aufweisen, damit bei einer Windungszahl von $N_S = 400$ für eine maximal zu messende Spannung von $U_{M,\max} = 100\text{V}$ der Vollausschlag der Skala von $\alpha_{\max} = 30^\circ$ erreicht wird? Das Magnetfeld im Bereich der Spule kann mit $B_L = 0.9\text{T}$ angenommen werden, der mittlere Spulendurchmesser beträgt $D_S = 30\text{mm}$.
- 4) In der Messspule darf, um die mit der Eigenerwärmung verbundenen Fehler gering zu halten, nur eine Verlustleistung von max. $P_{V,\max} = 0.6\text{W}$ auftreten. Auf welchen Wert N_S ist die Windungszahl zu ändern, damit dieser Grenzwert bei $U_{M,\max}$ eingehalten wird?
- 5) Mit dem Messgerät soll die Spannung U_2 am Widerstand R_2 eines an $U = 20\text{V}$ liegenden ohmschen Spannungsteilers $R_1 = 1.5\text{k}\Omega$ und $R_2 = 3.5\text{k}\Omega$ 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 wiederum $N_S = 400$.

Tipp: Zeichne für beide Fälle ein Ersatzschaltbild.

- 6) Die Permanenterrregung des Magnetkreises soll 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 $B_L = 0.9\text{T}$ einstellt? Die Permeabilität des Eisenkreises kann dabei mit $\mu_{Fe} = 4500$ angenommen werden. Der Erregerstrom betrage $I_E = 4\text{A}$. Die mittlere Weglänge im Schenkel beträgt $l_{\text{Schenkel}} = 185\text{mm}$, im Luftspalt $\delta = 2\text{mm}$, und im Eisenkern der Drehspule $l_{\text{Kern}} = 25\text{mm}$.
- 7) 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 $B_P = 1\text{T}$, $N_S = 400$, $I_S = 10\text{mA}$ und bei welchem Verdrehwinkel tritt er auf?