

2.1.0 Die nebenstehende Skizze zeigt den prinzipiellen Aufbau des Thomson'schen Ringversuchs. Eine Spule mit 500 Windungen und einem langen Weicheisenkern wird an die Netzspannung ($U = 230\text{ V}$) angeschlossen.

Ein geschlossener Aluminiumring wird bei geöffnetem Schalter von oben über den Weicheisenkern auf die Spule gelegt.



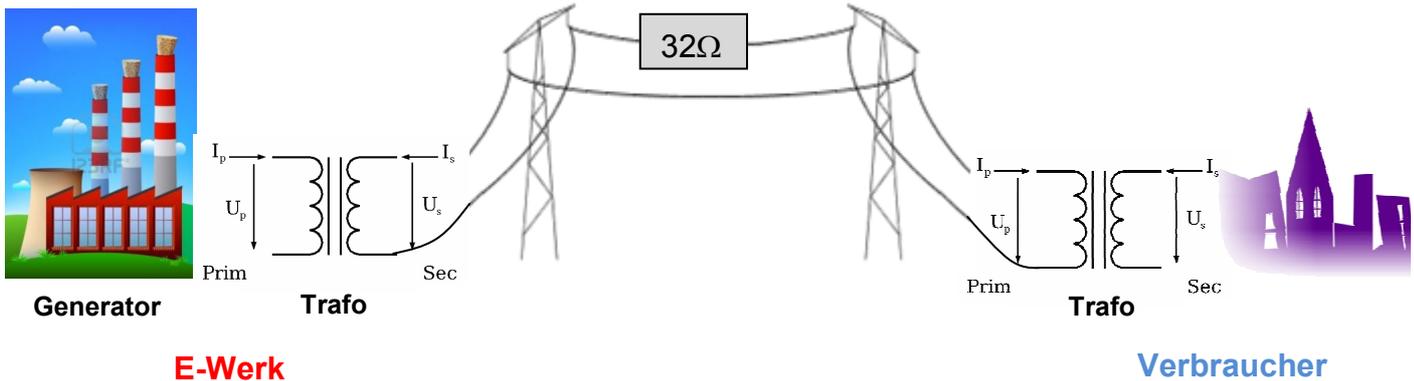
- 2.1.1 Begründen Sie, warum beim Schließen des Schalters der geschlossene Aluminiumring nach oben geschleudert wird.
- 2.1.2 Geben Sie an, welches Versuchsergebnis im Vergleich zu 2.1.1 zu erwarten ist, wenn der geschlossene Aluminiumring kurz vorher in flüssigem Stickstoff abgekühlt worden ist.
- 2.1.3 Statt des geschlossenen Aluminiumrings wird der gleiche Versuch wie in 2.1.1 mit einem offenen Aluminiumring durchgeführt. Geben Sie an, welches Versuchsergebnis zu erwarten ist. Begründen Sie dieses.
- 2.2.0 Der Transformator am Ende einer Fernleitung besitzt einen Wirkungsgrad von 94% und verringert die Spannung von 220 kV auf 20 kV . Dieser Transformator gibt eine Leistung von 37 MW ab. Der Widerstand der Fernleitung beträgt $32\ \Omega$.
- 2.2.1 Berechnen Sie die Primärstromstärke des Transformators am Ende der Fernleitung. [Ergebnis: $I_p = 0,18\text{ kA}$]
- 2.2.2 Berechnen Sie die nicht nutzbare Leistung, die durch die Fernleitung verursacht wird.
- 2.2.3 Berechnen Sie den Gesamtwirkungsgrad der Energieübertragung, wenn der Transformator beim Kraftwerk einen Wirkungsgrad von 98% besitzt. Die nicht nutzbare Leistung in der Fernleitung beträgt $1,0\text{ MW}$.

2.1.1	Begründung entsprechend dem Unterricht, z. B.:	<ul style="list-style-type: none"> • Beim Schließen des Schalters wird ein starkes Magnetfeld aufgebaut. • Dieses sich zeitlich ändernde Magnetfeld wird durch den Weicheisenkern verstärkt und durchsetzt den Aluminiumring. • Im Aluminiumring entsteht eine Induktionsspannung, die im geschlossenen Ring einen starken Induktionsstrom bewirkt, dessen Magnetfeld nach der Regel von Lenz der Ursache der elektromagnetischen Induktion entgegenwirkt. • Somit stehen sich gleichnamige magnetische Pole gegenüber, die sich gegenseitig abstoßen. 	F K	
2.1.2	Der Aluminiumring wird höher als in 2.1.1 weggeschleudert.		F K	
2.1.3	Der Aluminiumring wird nicht hochgeschleudert. Begründung entsprechend dem Unterricht, z. B.:	<ul style="list-style-type: none"> • Im geschlitzten Aluminiumring kann sich kein Induktionsstrom ausbilden. • Somit existiert kein Magnetfeld. • Es ist keine abstoßende Wirkung vorhanden. 	F K	
2.2.1	$P_P = \frac{P_S}{\eta}$ $I_P = \frac{P_P}{U_P}$	$P_P = \frac{37 \text{ MW}}{0,94}$ $I_P = \frac{39 \text{ MW}}{220 \text{ kV}}$	$P_P = 39 \text{ MW}$ $I_P = 0,18 \text{ kA}$	F E
2.2.2	$P_{\text{Fern}} = I_P^2 \cdot R_{\text{Fern}}$	$P_{\text{Fern}} = (0,18 \text{ kA})^2 \cdot 32 \Omega$	$P_{\text{Fern}} = 1,0 \text{ MW}$	
2.2.3	$P_{P1} = \frac{P_{S1}}{\eta}$	$P_{P1} = \frac{40 \text{ MW}}{0,98}$	$P_{P1} = 41 \text{ MW}$	
	$\eta_{\text{gesamt}} = \frac{P_{\text{ab}}}{P_{\text{zu}}}$	$\eta_{\text{gesamt}} = \frac{37 \text{ MW}}{41 \text{ MW}}$	$\eta_{\text{gesamt}} = 0,90$	
	Alternativ:			
	$\eta_{\text{gesamt}} = \eta_{T1} \cdot \eta_{\text{Fern}} \cdot \eta_{T2}$	$\eta_{\text{gesamt}} = 0,98 \cdot \frac{39 \text{ MW}}{40 \text{ MW}} \cdot 0,94$	$\eta_{\text{gesamt}} = 0,90$	

Anmerkungen:

2.2.1 Die Leistung am Verbraucher ist 37MW; die Verbraucherseite ist die Sekundärseite des Verbraucher-Trafos, d.h. es muss vorher mehr Leistung beim Verbrauchertrafo angekommen sein.

$$\eta_{\text{Verbrauchertrafo}} = \frac{P_{\text{Fern}}}{P_{\text{Verbraucher}}}$$



Für E-Werk-Trafo gilt: $\eta = \frac{P_{\text{Fern}}}{P_{\text{E-Werk}}}$

Für Verbraucher-Trafo gilt: $\eta = \frac{P_{\text{Verbraucher}}}{P_{\text{Fern}}}$

2.2.3 Die Leistung des E-Werks setzt sich zusammen aus der Übertragungsleistung der Fernleitung plus die Verlustleistung der Fernleitung:

$$P_{\text{E-Werk}} = 39\text{MW} + 1\text{MW} = 40\text{MW}$$