

2.3 Spulen

Jeder stromdurchflossene Leiter umgibt sich mit einem kreisförmigen Magnetfeld (**Abb. 2.17 a**). Werden Leiter in Windungen aufgewickelt, erhält man eine Spule. Das erzeugte Magnetfeld wird mit jeder Wicklung verstärkt (**Abb. 2.17 b**). Führt man in die Wicklungen noch ein magnetisch leitendes Material ein, z.B. einen Eisenkern, so wird das Magnetfeld hierin konzentriert und somit verstärkt.

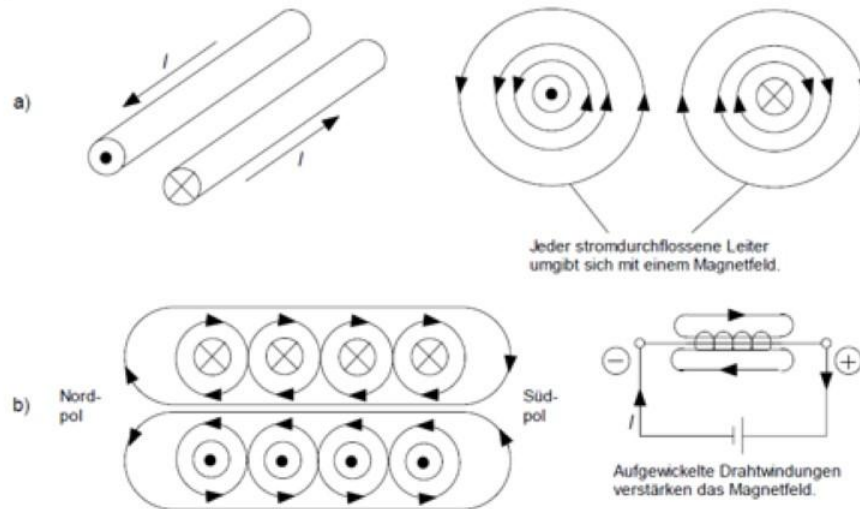


Abb. 2.17: Magnetfeld um einen Leiter

2.3 Spulen

Die Stärke des Magnetfeldes lässt sich verändern durch:

- die Stromstärke,
- die Anzahl der Windungen,
- einen Spulenkern,
- den mechanischen Aufbau und die Abmessungen der Spule.

Der physikalische Effekt, durch den elektrischen Strom ein Magnetfeld zu erzeugen, lässt sich umkehren: Wird in eine Spule ein Magnetfeld eingeführt, entsteht eine elektrische Spannung.

Hineinbringen, einbringen heißt *induzieren*.

Eine Spule wird deshalb mit ihrer **Induktivität** gekennzeichnet. Diese ist abhängig von der Windungszahl, vom Werkstoff des Spulenkerns und dem mechanischen Aufbau und den Abmessungen.

2.3 Spulen

International ist festgelegt:

Formelzeichen:

L

Einheit:

Henry

(abgel. vom amerik. Wissenschaftler

Einheitenkurzzeichen:

H

Joseph Henry)

Schaltzeichen:



In der Praxis sind folgende Größen gebräuchlich:

1 μH (1 Mikrohenry) = $1 \cdot 10^{-6} \text{ H}$

1 mH (1 Millihenry) = $1 \cdot 10^{-3} \text{ H}$

1 H (1 Henry)

Kenndaten der Spulen sind:

Nennwert der Induktivität und Nennstrom.

2.3 Spulen

Spulen werden in der Elektrotechnik vielseitig eingesetzt und daher in vielfältigen Ausführungsformen entsprechend ihrem Einsatzgebiet hergestellt (**Abb. 2.18**). In der Starkstromtechnik reicht ihr Einsatzgebiet von Glättungsdrosseln über Motoren, Transformatoren bis hin zu den Relais und Schaltschützen.

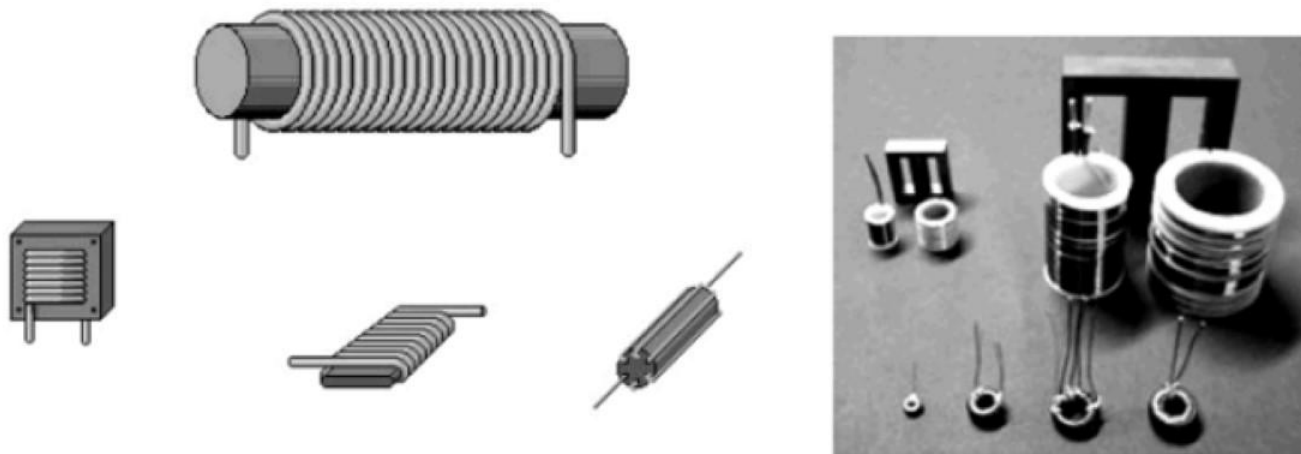
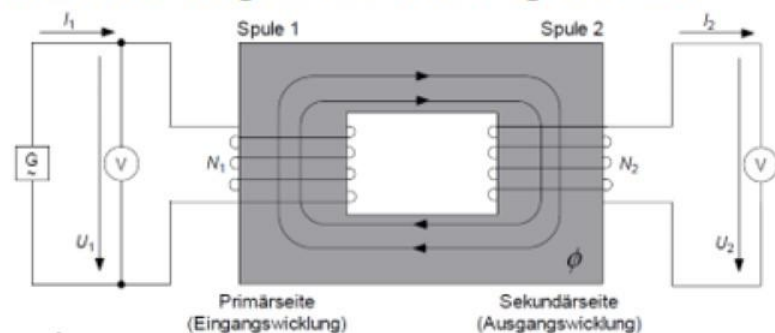


Abb. 2.18: Bauformen von Spulen

2.4 Transformatoren

Ein Transformator besteht grundsätzlich aus zwei Spulen, die auf einen gemeinsamen Eisenkern gewickelt sind (**Abb. 2.19**). Wird an die Spule 1 mit der Windungszahl N_1 eine Wechselspannung U_1 angelegt, so fließt durch die Spule 1 ein Wechselstrom I_1 . Dieser Wechselstrom erzeugt im Eisenkern ein wechselndes Magnetfeld mit dem magnetischen Fluss Φ , (griechischer Großbuchstabe Phi). Dieser magnetische Wechselfluss Φ , durchfließt die Spule 2 mit der Windungszahl N_2 und induziert in ihr die Spannung U_2 . Diese Induktionsspannung ist, wie die Spannung U_1 , eine Wechselspannung mit Frequenz der Eingangsspannung. Mit einem solchen Bauteil lässt sich eine Wechselspannung vom Eingang zum Ausgang übertragen oder transformieren. Aufgrund dieser Eigenschaft wird dieses Bauelement **Transformator** genannt.



2.4 Transformatoren

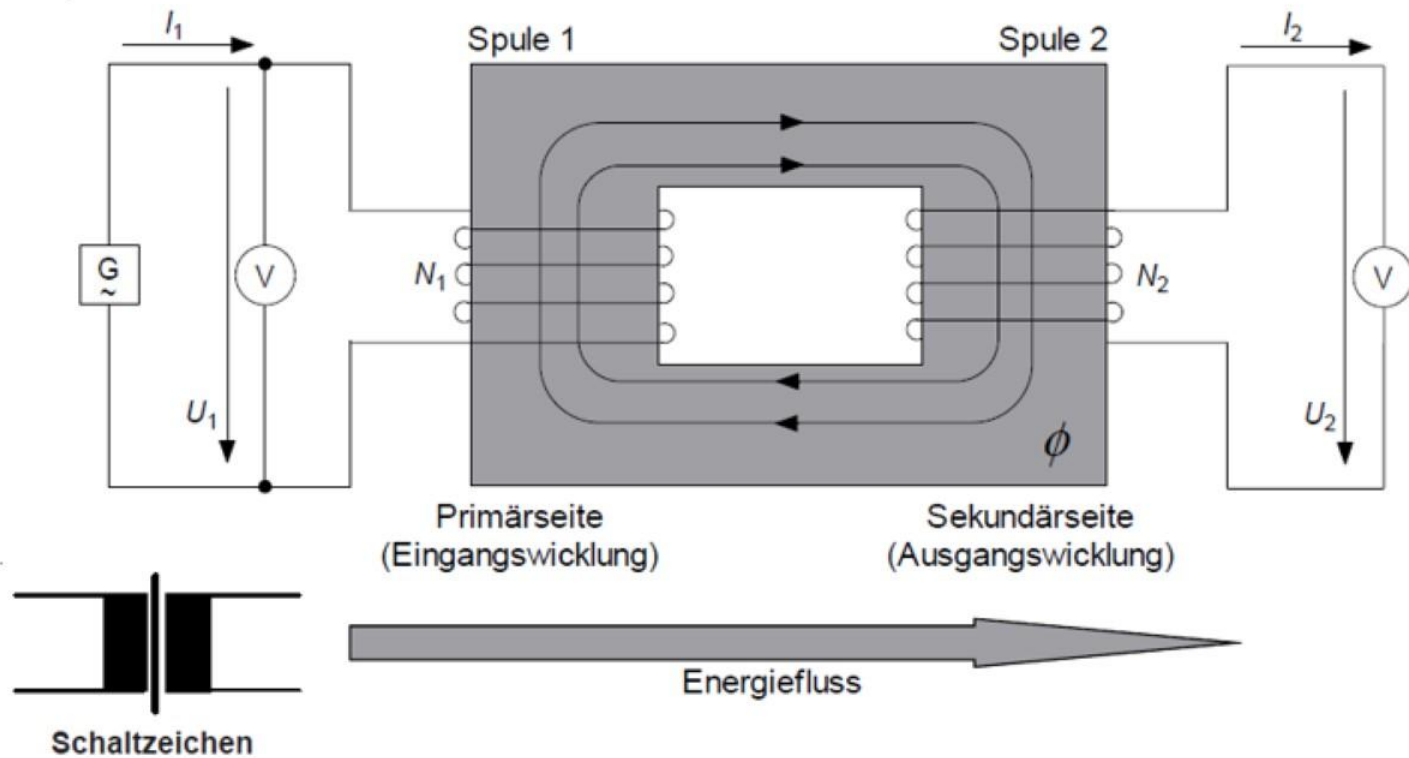


Abb. 2.19: Aufbau und Schaltzeichen eines Transformators

2.4 Transformatoren

Transformatoren haben in der Praxis einen Wirkungsgrad $\eta \approx 0,98$. So kann man annehmen, dass die Leistung am Ausgang genauso groß ist wie die Leistung am Eingang.

Verlustfreier Transformator:

$$P_1 = P_2$$

Hat die Spule 2 nur wenige Windungen, ist auch die Wechselspannung U_2 klein und umgekehrt. Bei gleicher Leistung wird daher bei einer kleinen Spannung ein großer Strom fließen und umgekehrt. Da sich die Spannungen wie die Windungszahlen verhalten, ergeben sich für die Übertragung bei einem Transformator folgende

Übersetzungsverhältnisse:

$$\ddot{u} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

2.4 Transformatoren

Beispiel:

Ein Hersteller bietet einen 100 W-Netztransformator mit einer Ausgangsspannung $U_2 = 25 \text{ V}$ an.

Berechnen Sie	Lösungsweg
a) die Übersetzung.	$\text{a) } \ddot{u} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{230 \text{ V}}{25 \text{ V}}$ $\underline{\ddot{u} = 9,2}$
b) die Primärwindungszahl, wenn die Windungszahl der Ausgangsseite mit 14 Windungen ausgezählt wurde.	$\text{b) } \ddot{u} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow N_1 = \ddot{u} \cdot N_2 = 9,2 \cdot 14$ $\underline{N_1 = 128,8 \approx 129 \text{ Wdg}}$

2.4 Transformatoren

Berechnen Sie	Lösungsweg
c) die Ein- und Ausgangsströme, wenn der Transformator verlustfrei angenommen wird.	c) $P_1 = P_2$ $I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{100 \text{ W}}{230 \text{ V}}$ $\underline{I_1 = 0,435 \text{ A}}$ $I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{100 \text{ W}}{25 \text{ V}}$ $\underline{I_2 = 4 \text{ A}}$ Kontrolle: $\ddot{u} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{4 \text{ A}}{0,435 \text{ A}}$ $\underline{\ddot{u} = 9,2}$

2.4 Transformatoren

Transformatoren dienen grundsätzlich zur Energieübertragung bei gleichzeitiger **Potentialtrennung** zwischen Ein- und Ausgangsspannung. Transformatoren gibt es in verschiedenen Ausführungsformen - für die Energieversorgung von Kleinspannungsgeräten bis hin zu Hochspannungsanlagen.



PRAKTISCHE ÜBUNGEN

Messtechnische Untersuchungen am Transformator

FACHPRAXIS → Kapitel P 7