

Grundlagen der Elektrotechnik



Idealer
Transformator

TH-Köln 2020

Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt

Transformator

- Grundprinzip
- Spannungen
- Ströme
- Leistung
- Impedanztransformation
- Beispiele

Wirkprinzip Transformator

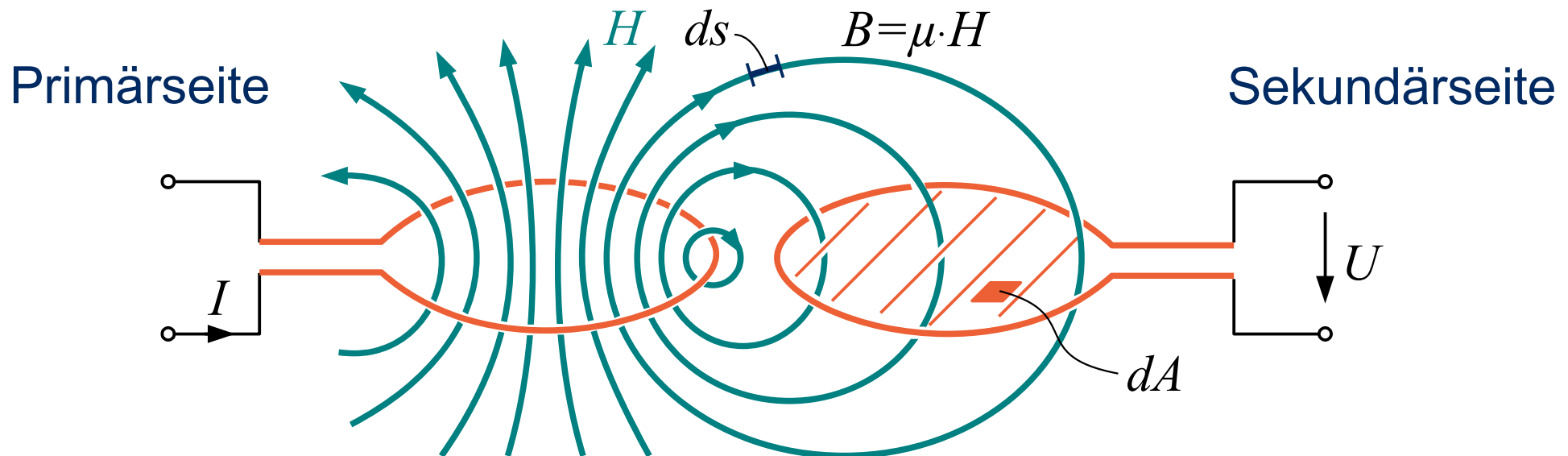
Durchflutungsgesetz:
Stromfluss erzeugt Magnetfeld

$$I = \oint H ds$$

Induktionsgesetz:
Magnetfeldänderung erzeugt
Spannung

$$U = - \frac{d}{dt} \underbrace{\int B dA}_{\phi}$$

= Magnetischer Fluss



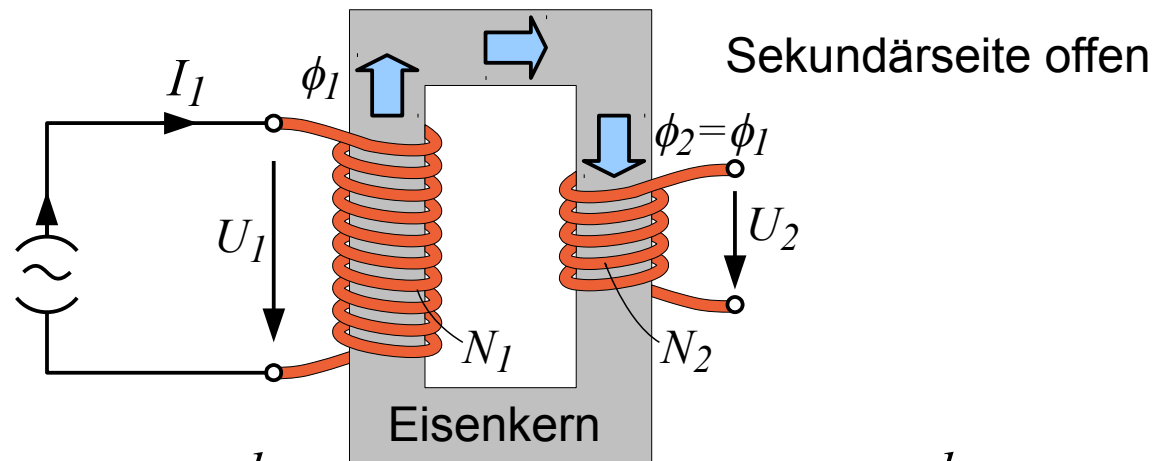
Wirkprinzip II

Wie kann man die Wirkung verbessern?

- Eisenkern um magnetische Fluss zu leiten
- Mehr Windungen

Idealer Transformator:

Aller Magnetfluss kommt an, $\phi_2 = \phi_1$

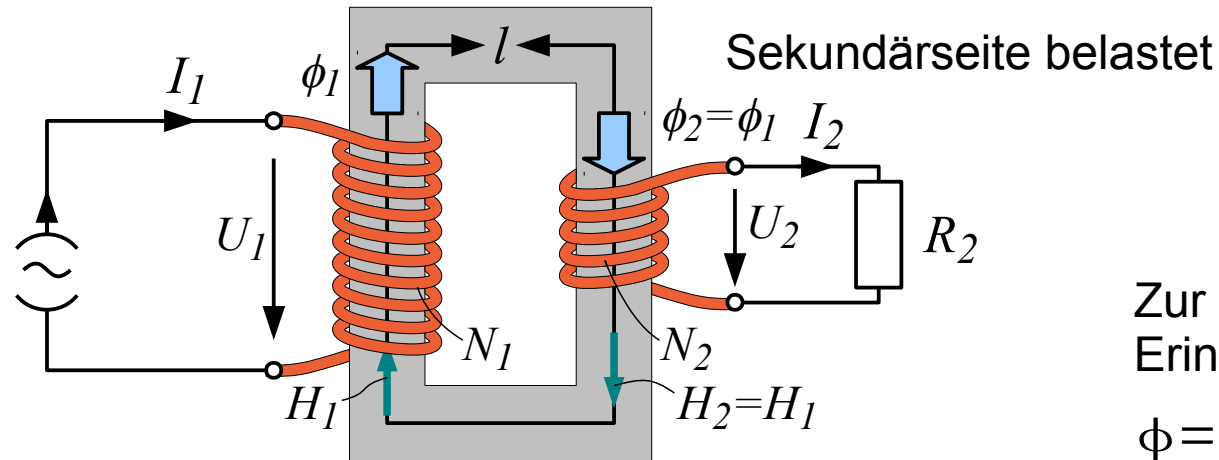


Induktionsgesetz: $U_1 = -N_1 \cdot \frac{d}{dt} \phi_1(t)$ $U_2 = -N_2 \cdot \frac{d}{dt} \phi_1(t)$

Beide Wicklungen werden vom selben Magnetfluss durchflossen: $\Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$

Wirkprinzip III

Idealer Transformator:
Magnetische Durchflutung ist gleich, $H_2=H_1$



Durchflutungsgesetz:

$$N_1 \cdot I_1 = H_1 \cdot l$$

$$N_2 \cdot I_2 = H_1 \cdot l$$

$$\Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

Zur Erinnerung:

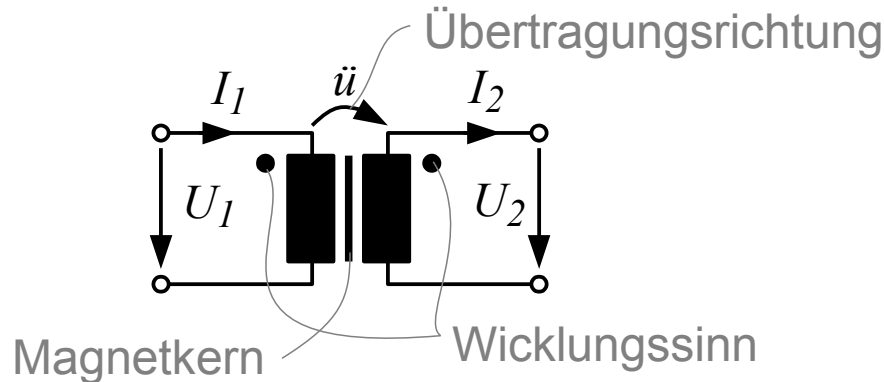
$$\phi = B \cdot A$$

$$= \mu_0 \cdot \mu_r \cdot H \cdot A$$

Querschnittsfläche

Idealer Transformator

Schaltsymbol



Anmerkung:
Kein allgemeingültiges
Schaltsymbol!

Für idealen Transformator gilt:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad \text{und} \quad \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

**Unbedingt
auswendig
merken!**

Definition:
Übertragungsfaktor

$$\frac{N_2}{N_1} = \ddot{u}$$



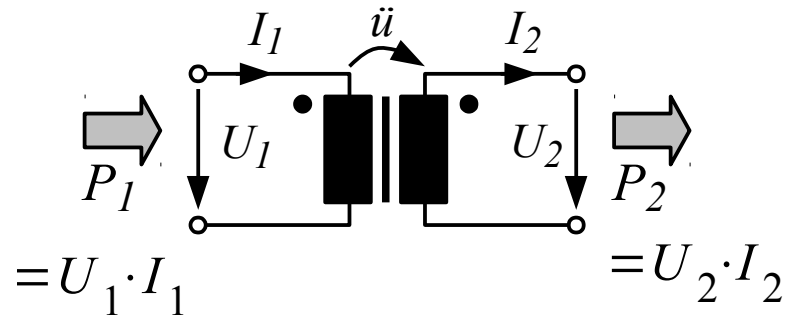
$$\frac{U_2}{U_1} = \ddot{u} \quad \text{und} \quad \frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{\ddot{u}}$$

Anmerkung:
auch genannt: u, n

- Windungszahlenverhältnis
- Übertragungsverhältnis
- Spannungsübertragungsverhältnis

Idealer Transformator

Leistungsübertragung



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

$$P_2 = P_1$$

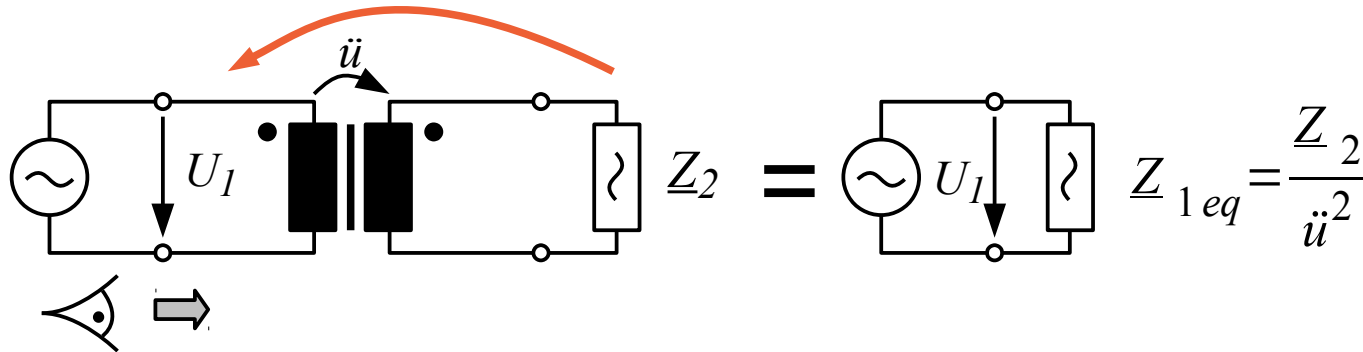
Idealer Transformator:

Leistung ist vorne und hinten gleich.

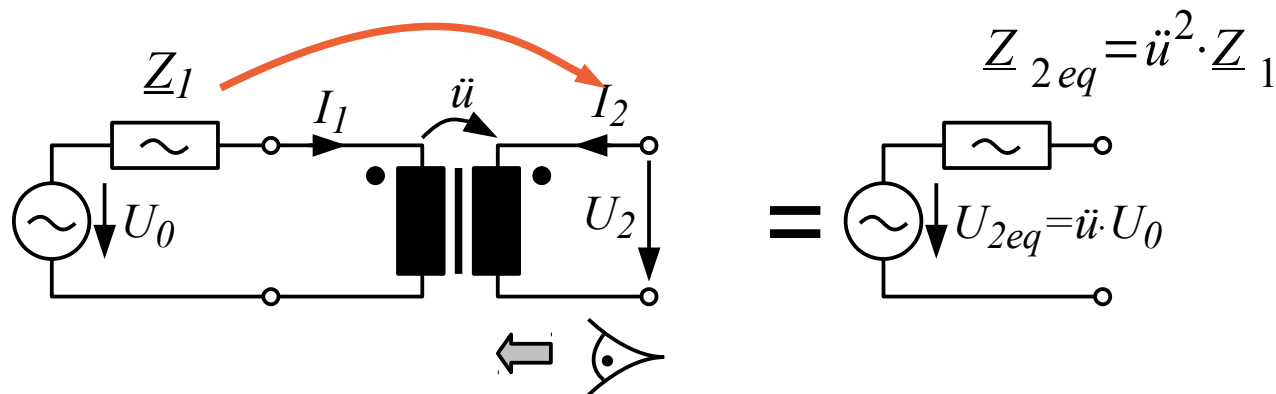
Idealer Transformator

Impedanztransformation

Transformation auf die Primärseite:



Transformation auf die Sekundärseite:



Realer Transformator

- Verluste im Transformator
- Leerlaufstrom
- Streuinduktivität



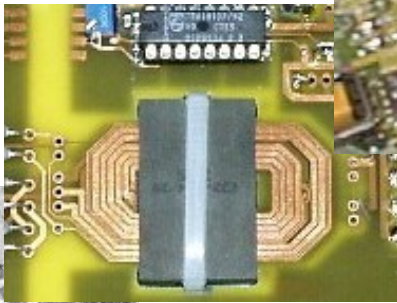
Hochspannungstrafo
ca. 100 MVA



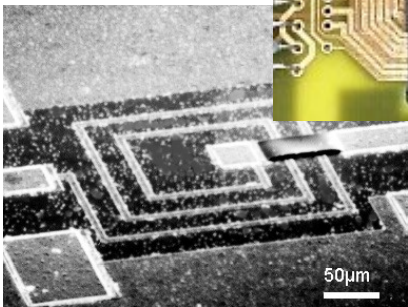
Ortsnetztrafo
400kVA



Schaltnetzteil
1kVA



Leiterplattenintegriert
60 W



Chipintegriert
wenige mW

Kontakt

Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt

Professur Elektrische Netze

Institut für Elektrische Energietechnik,
Fakultät für Informations-, Medien- und
Elektrotechnik (F07)

Technische Hochschule Köln

Betzdorferstraße 2, Raum ZO 9-19

50679 Köln, Deutschland

Tel. +49 221 8275 2020

eberhard.waffenschmidt@th-koeln.de

<https://www.th-koeln.de/>

[personen/eberhard.waffenschmidt/](https://www.th-koeln.de/personen/eberhard.waffenschmidt/)

