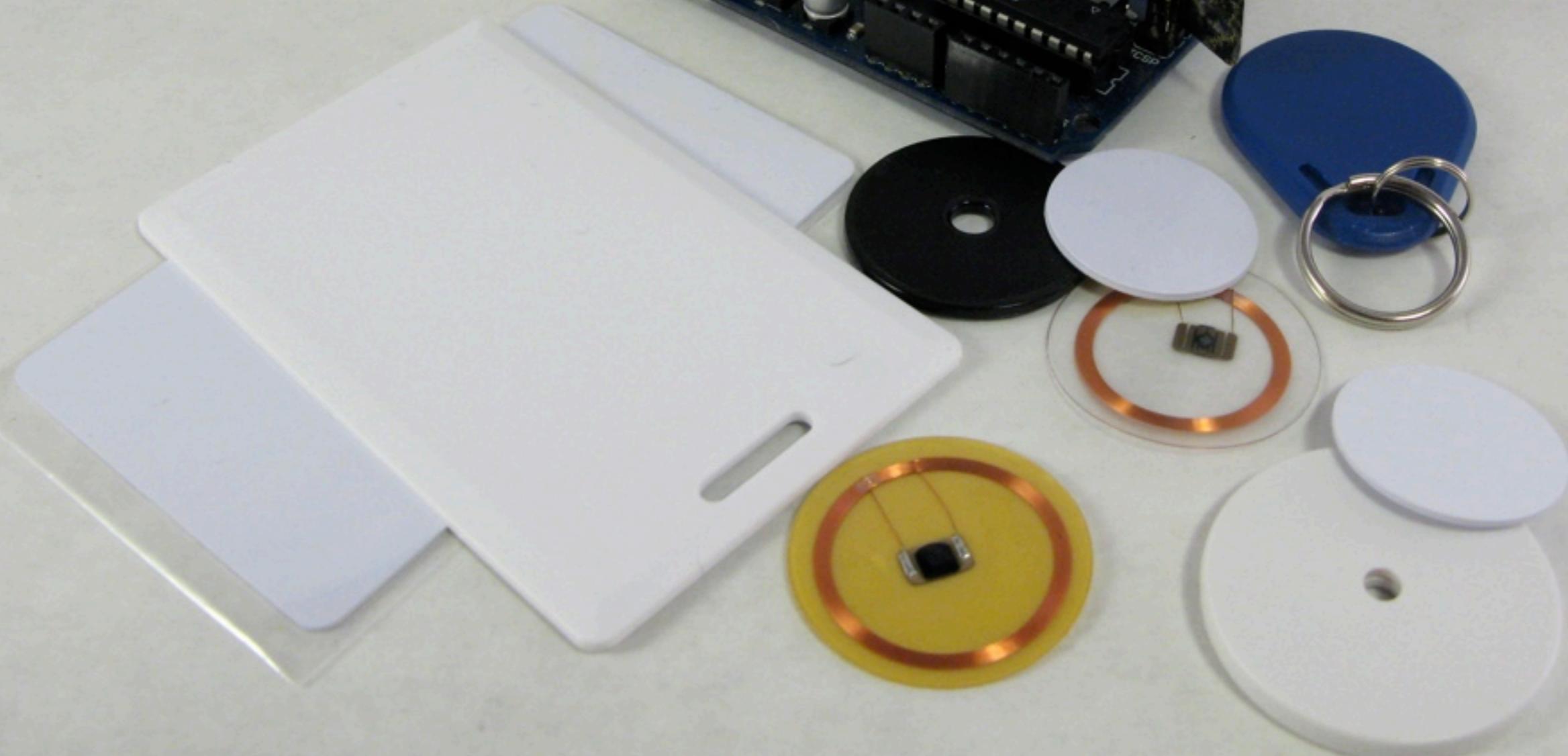
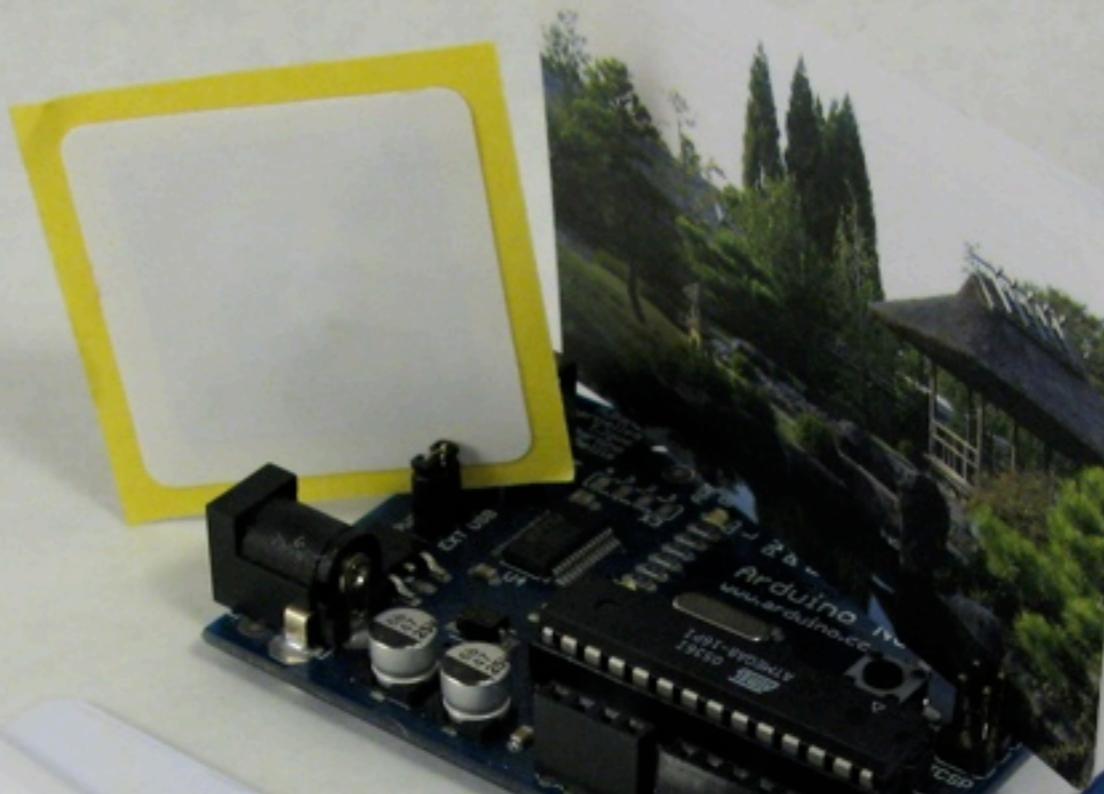


Technologie von RFID

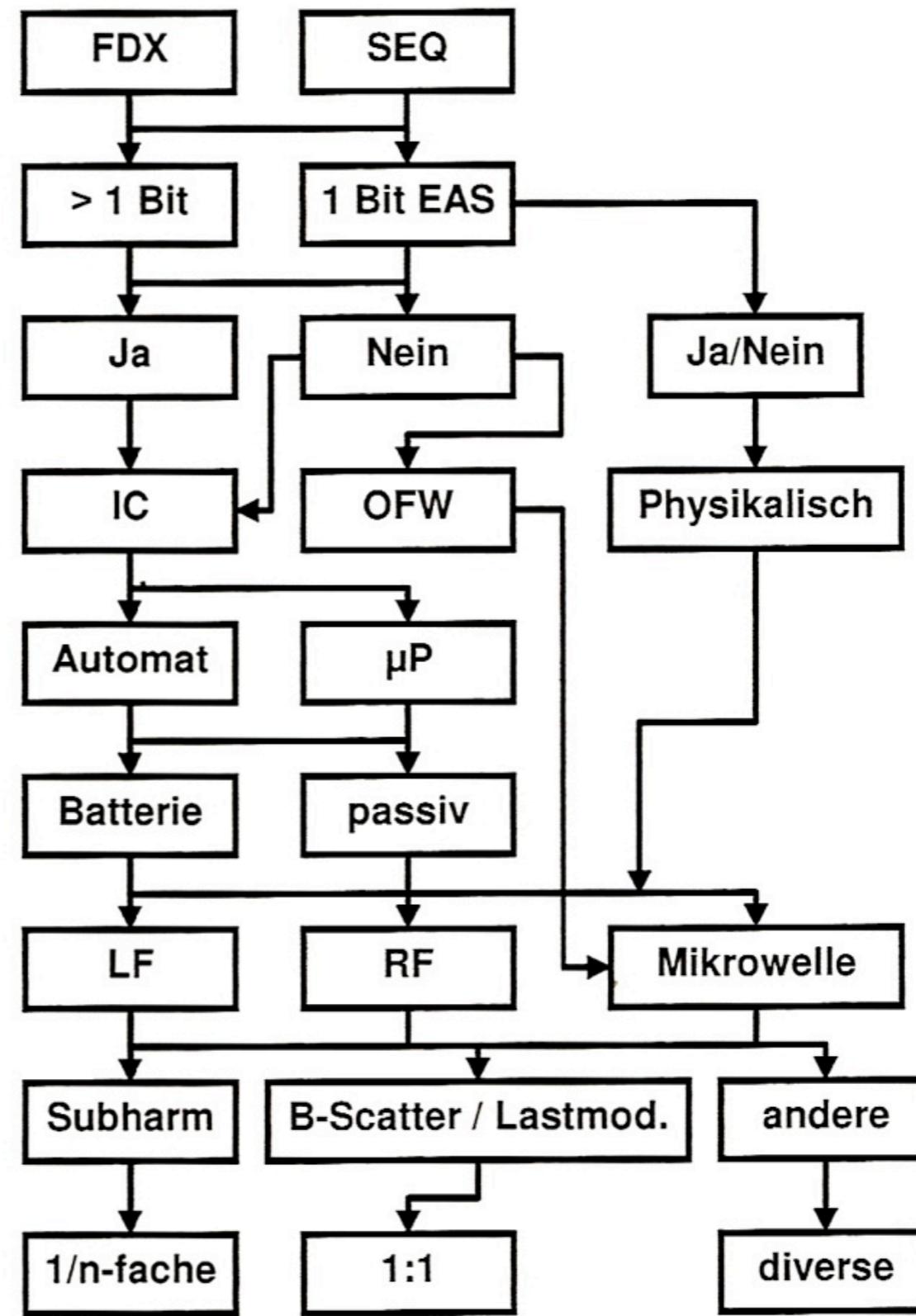
Florian Kraatz // Levin Alexander

TFH-Berlin // ES3 // 2008-01-15

<http://levinalex.net/files/20080115/rfid/>



Betriebsart:



Datenmenge:

Programmierbar:

**Funktionsprinzip-
Datenträger:**

Ablauf:

Energieversorgung:

Frequenzbereich:

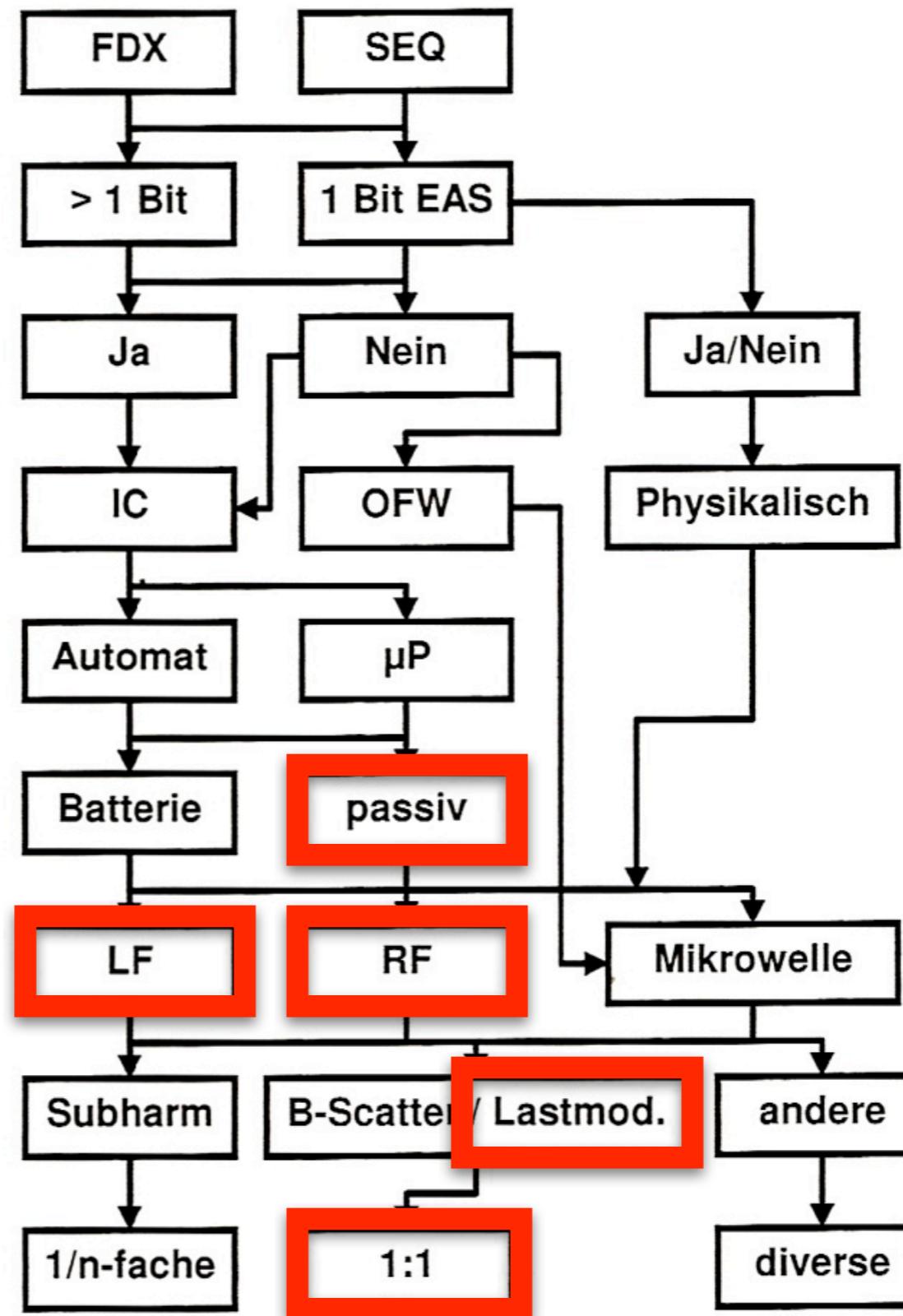
Datenübertragung

Transponder => Leser:

Antwort-Frequenz:

Verschiedene Unterscheidungsmerkmale von RFID-Systemen. [isd]

Betriebsart:



Datenmenge:

Programmierbar:

Funktionsprinzip-
Datenträger:

Ablauf:

Energieversorgung:

Frequenzbereich:

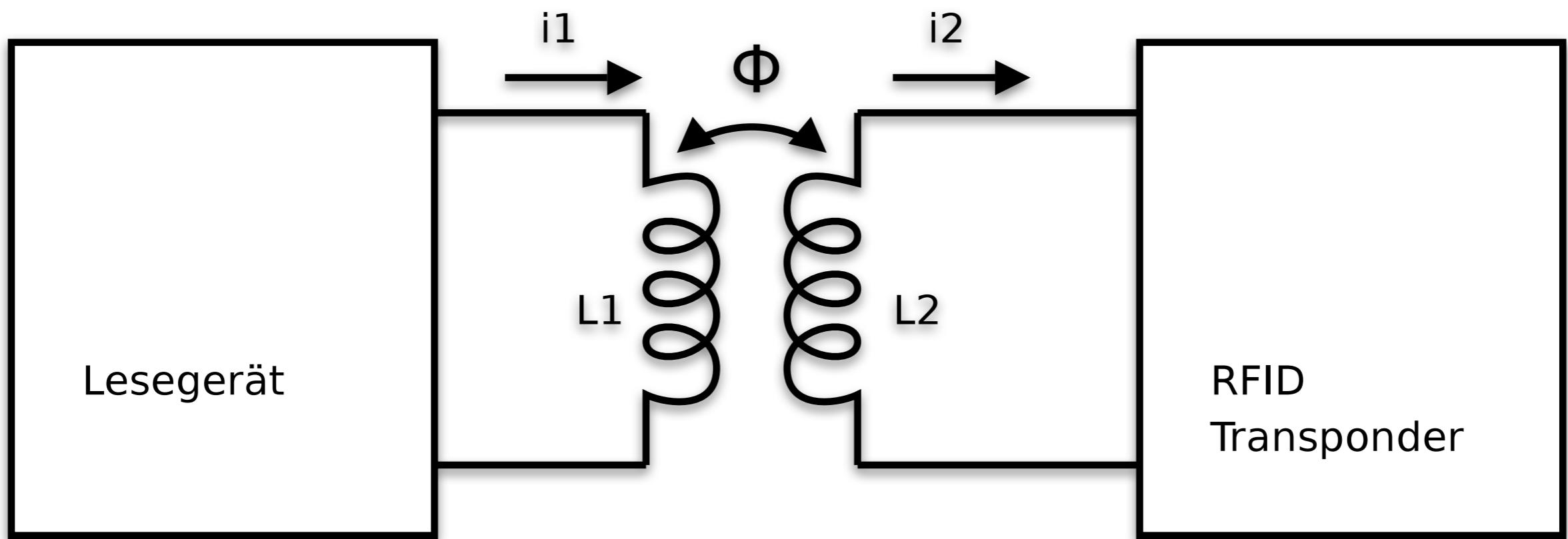
Datenübertragung

Transponder => Leser:

Antwort-Frequenz:

Verschiedene Unterscheidungsmerkmale von RFID-Systemen. [isd]

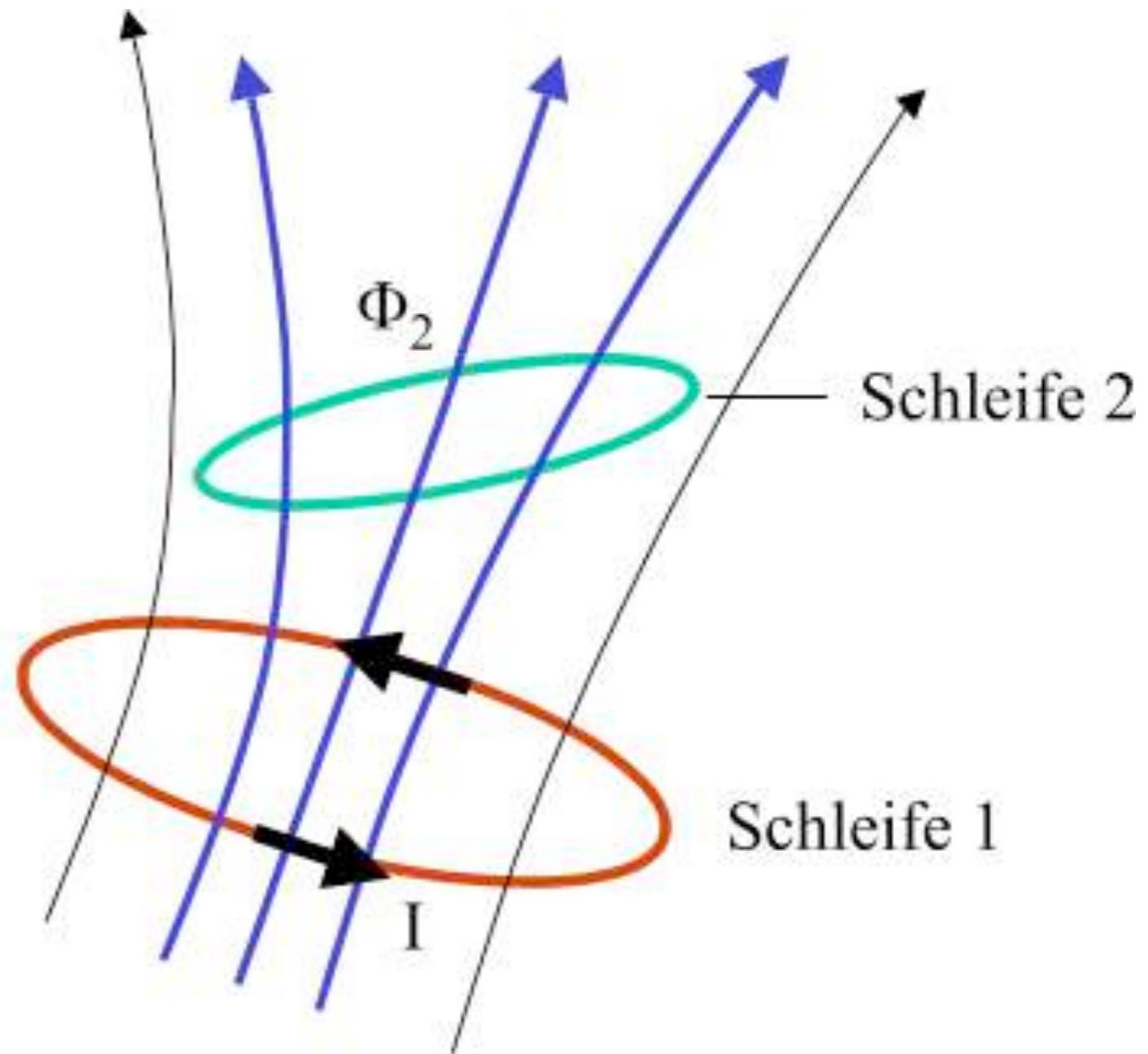
- wie RFID-Transponder mit Spannung versorgt werden
- wie die Datenübertragung funktioniert



Gegeninduktivität M:

$$\Phi_2 = \int_{S2} \vec{B} d\vec{A}$$

$$\Phi_2 = M_{21} \cdot i_1$$

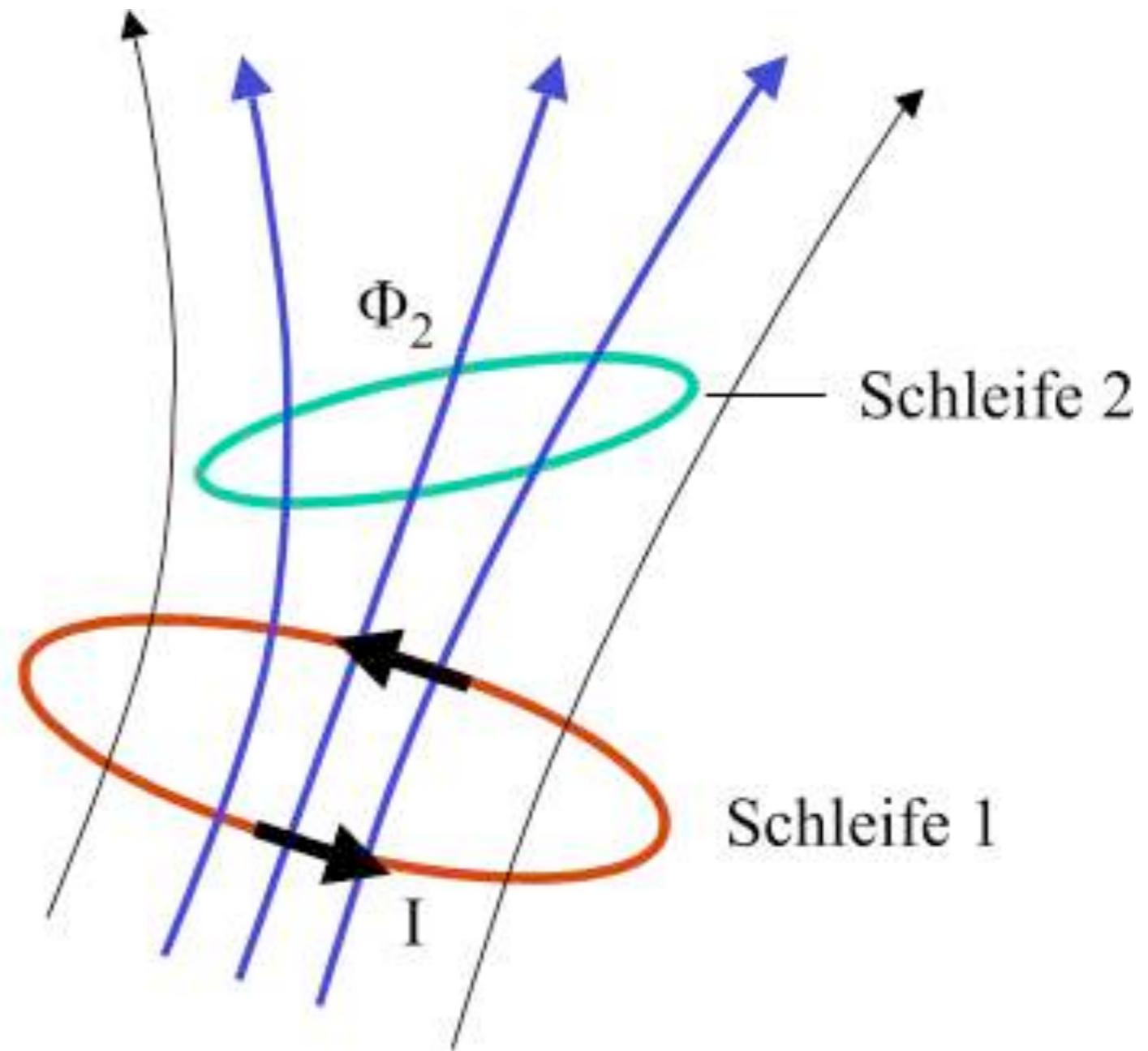


Gegeninduktivität M:

$$\Phi_2 = \int_{S2} \vec{B} d\vec{A}$$

$$\Phi_2 = M_{21} \cdot i_1$$

↑
Proportionalitätsfaktor



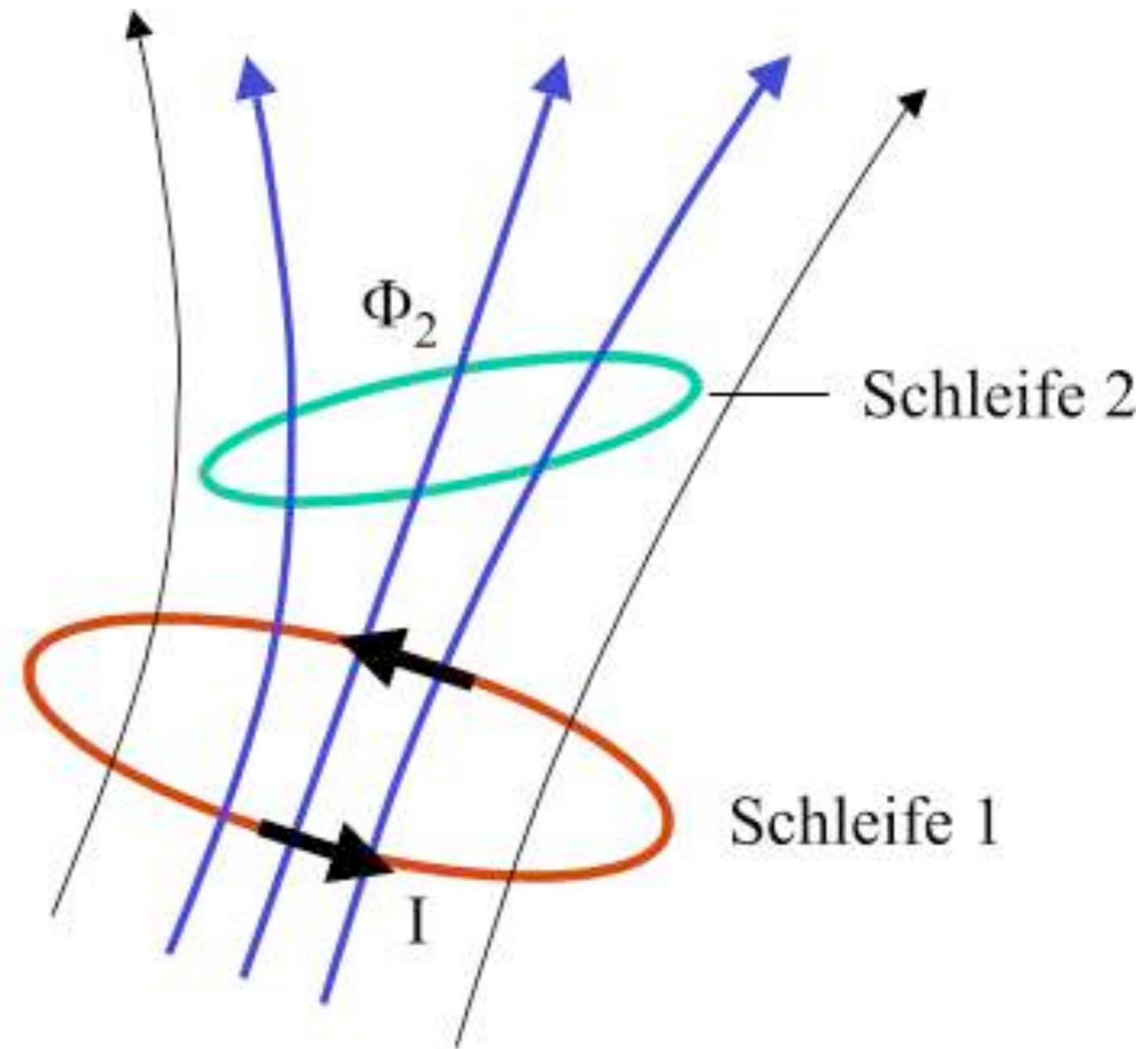
Gegeninduktivität M:

$$\Phi_2 = \int_{S2} \vec{B} d\vec{A}$$

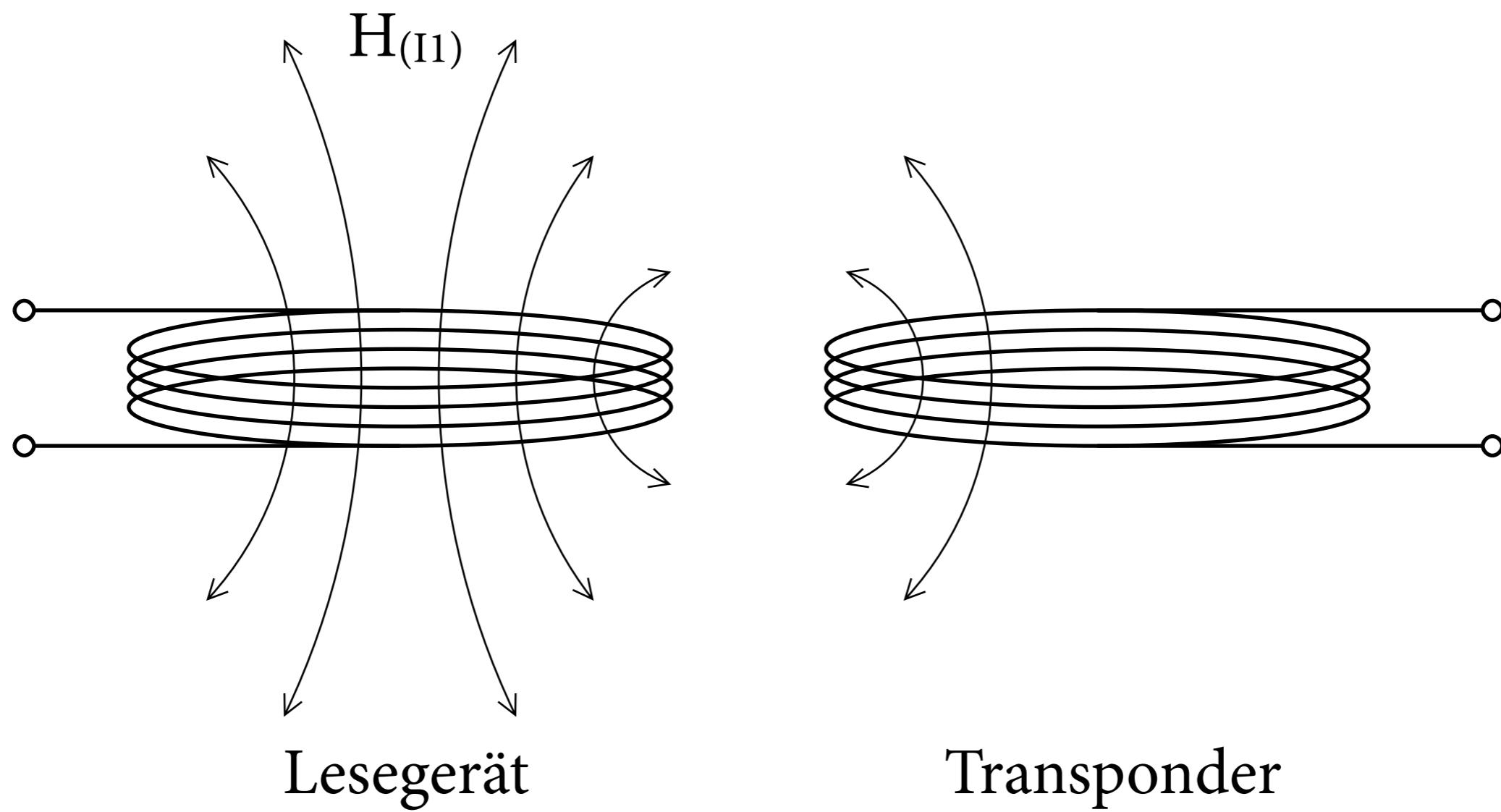
$$\Phi_2 = M_{21} \cdot i_1$$



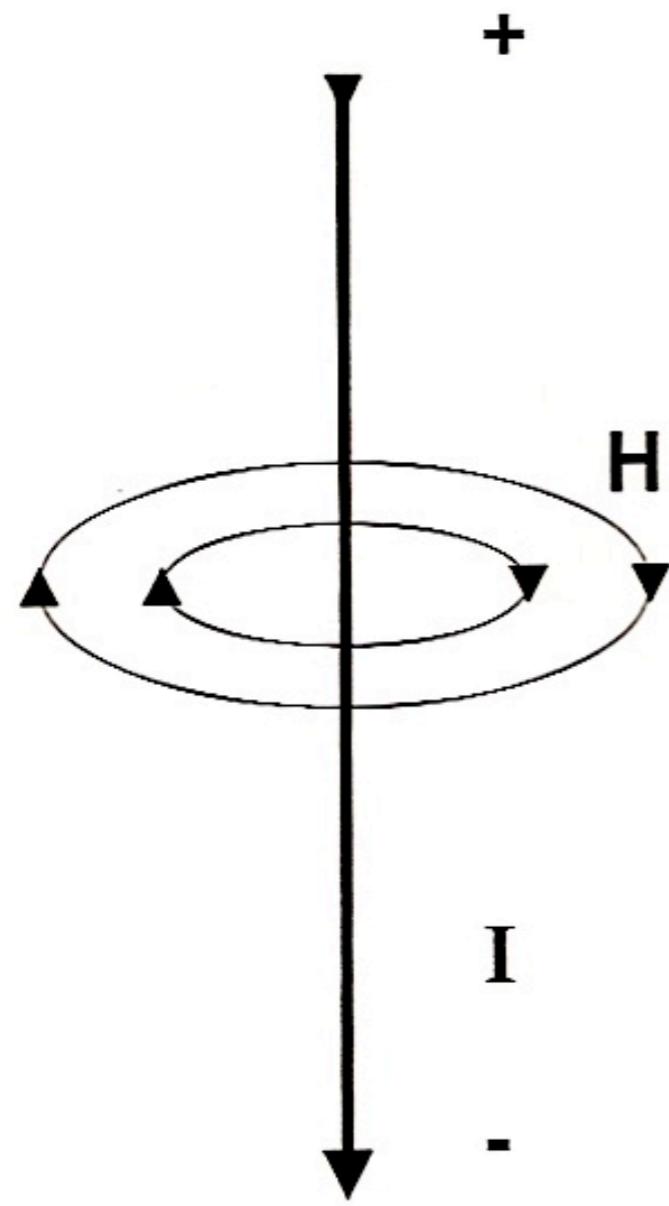
Proportionalitätsfaktor



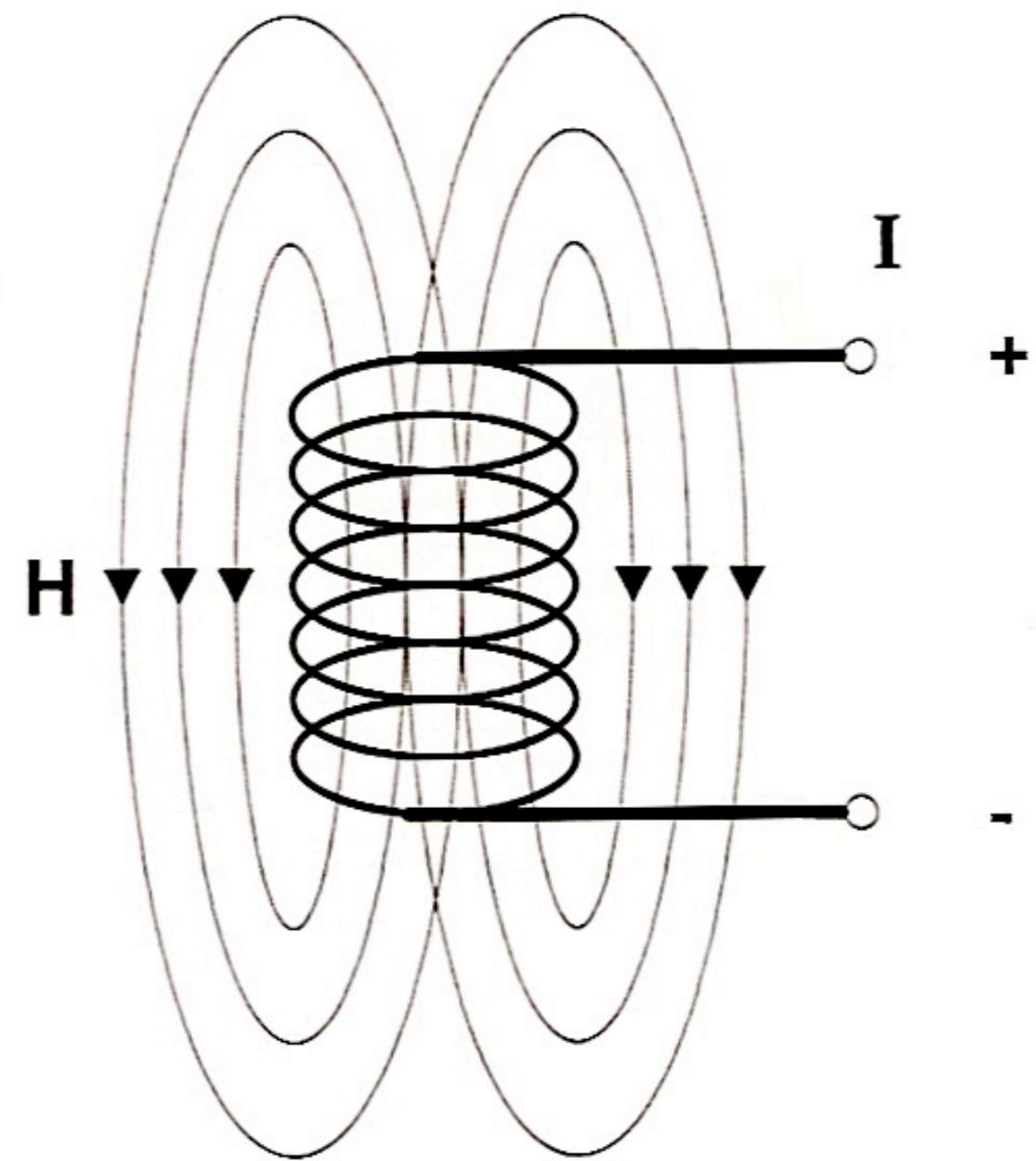
interessant: $M_{21} = M_{12}$



magnetische Feldstärke der Sendespule

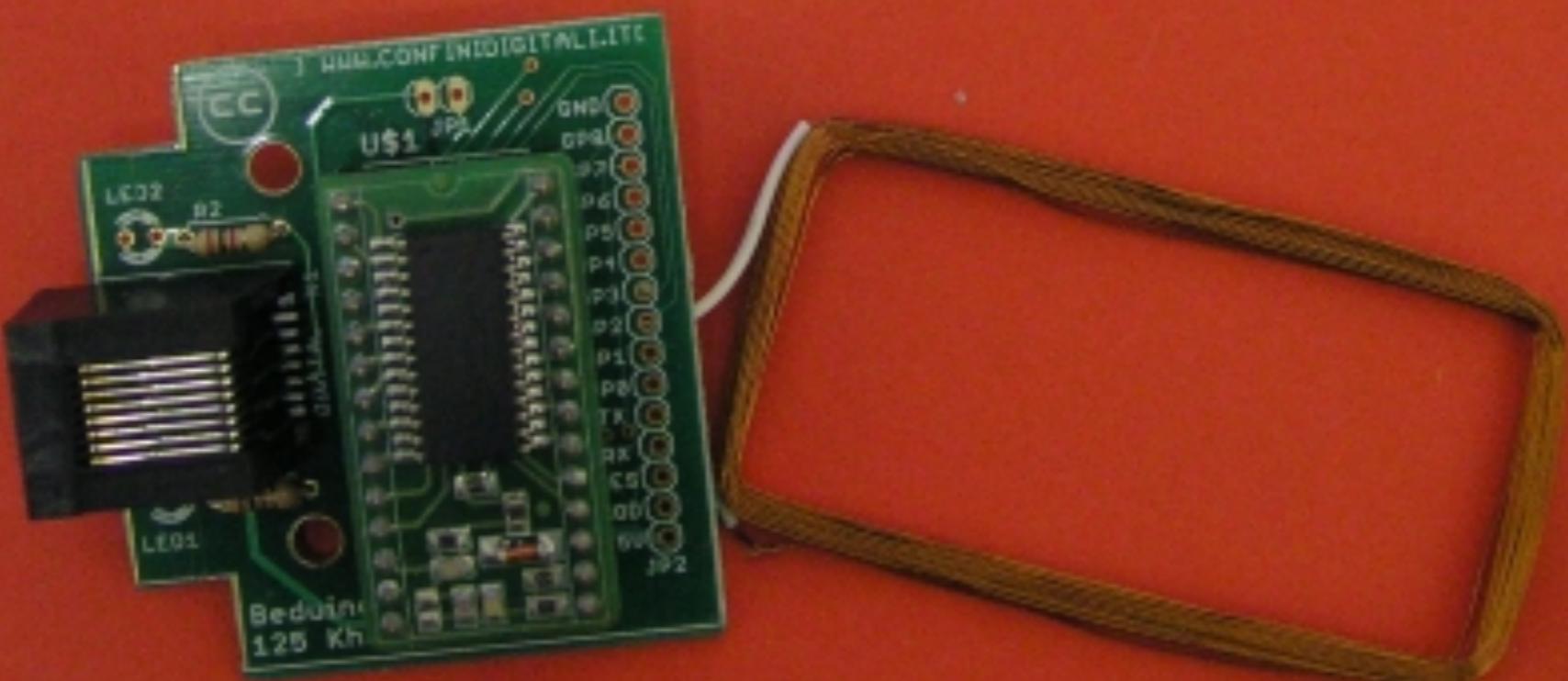


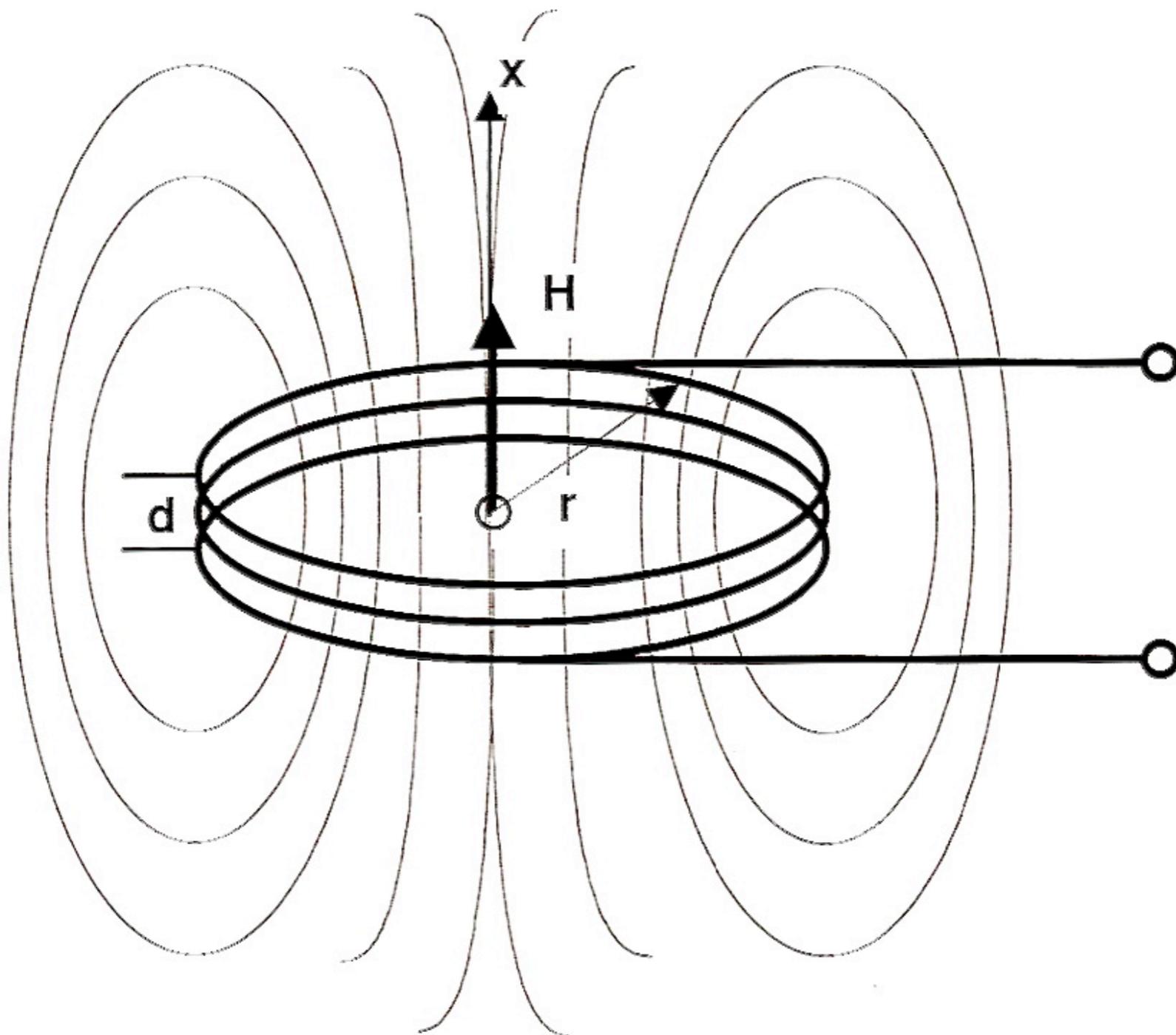
$$H = \frac{I}{2\pi r}$$



$$H = \frac{NI}{l}$$

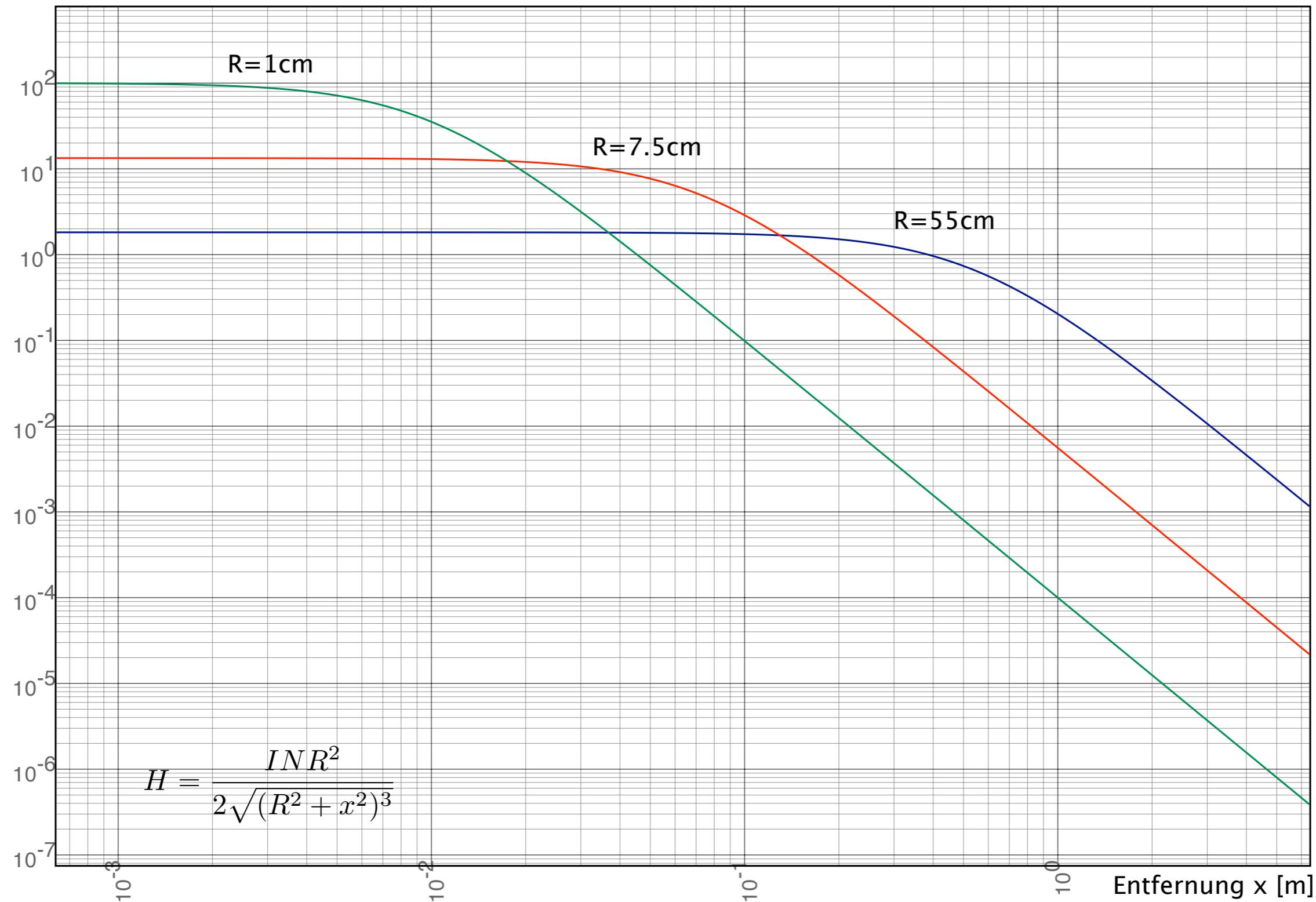
Q5 (T5555)





$$H = \frac{INR^2}{2\sqrt{(R^2 + x^2)^3}}$$

Magnetische Feldstärke H [A/m]



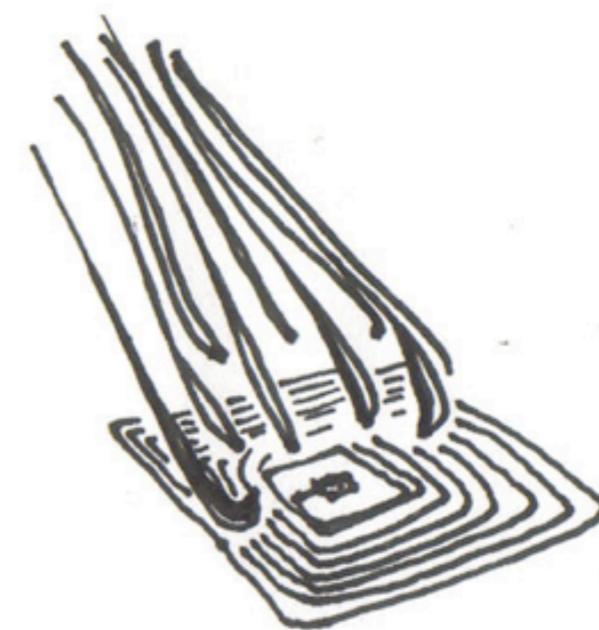
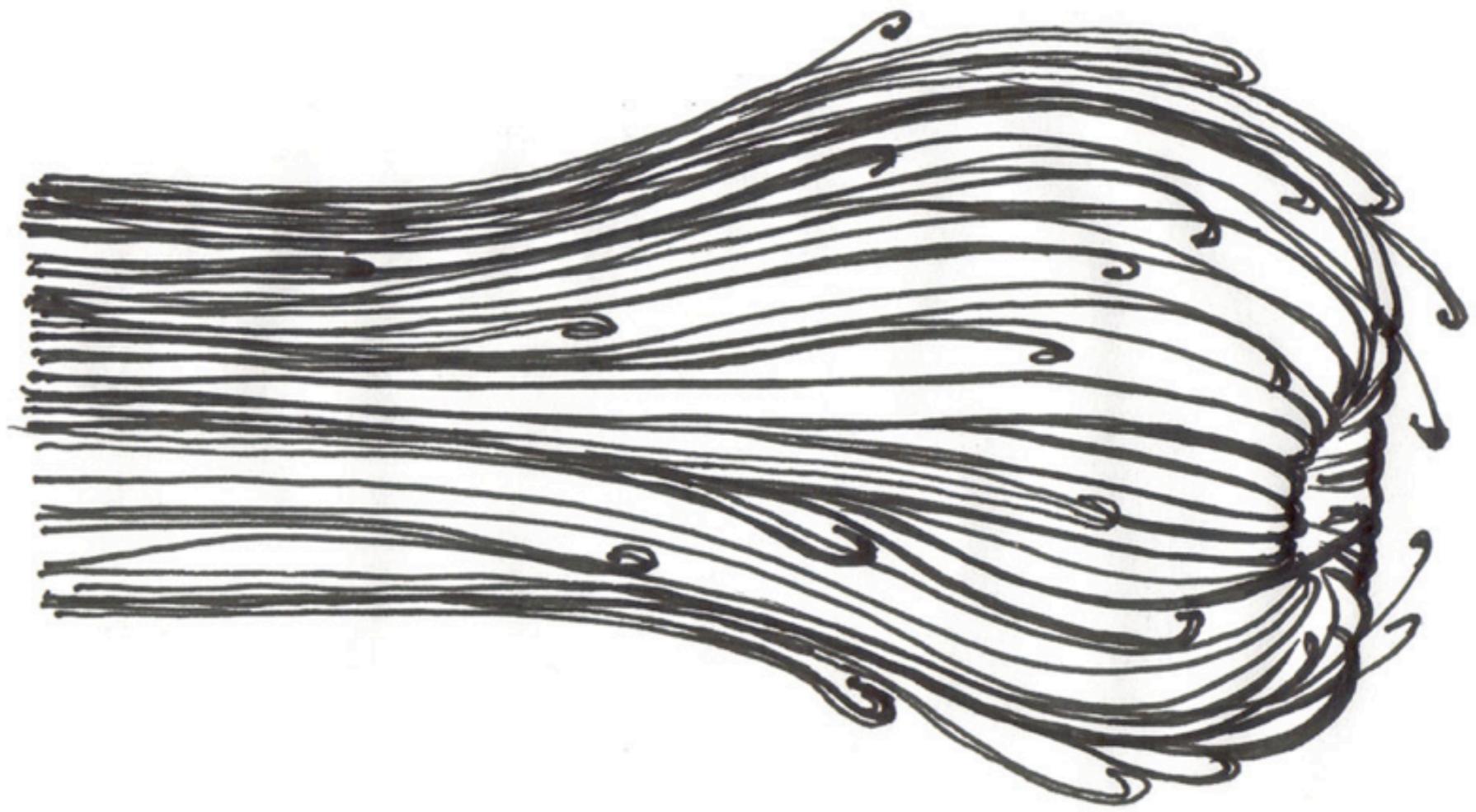
$$H=\frac{INR^2}{2\sqrt{(R^2+x^2)^3}}$$

$$B = \mu_0 \mu_r \cdot H$$

$$\Phi = \int \vec{B} d\vec{A}$$

$$M = \frac{\mu_0 \cdot N_1 R_1^2 \cdot N_2 R_2^2 \cdot \pi}{2\sqrt{(R_1^2 + x^2)^3}}$$

Nun können wir (in einigen wenigen speziellen Fällen) die Gegeninduktivität berechnen

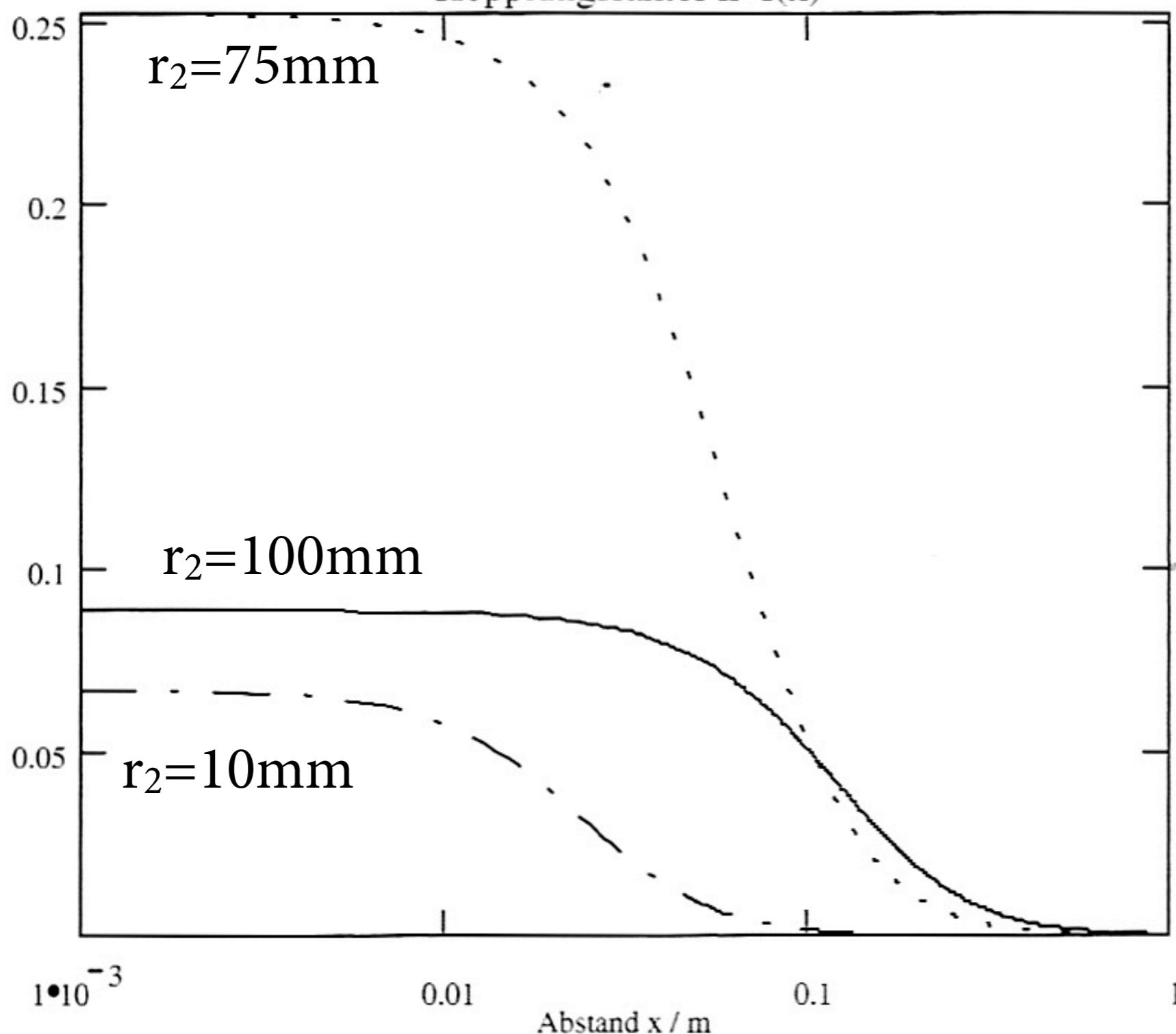


für die Berechnung reicht eine qualitative Angabe: *Wie gut sind die Spulen gekoppelt?*

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 \cdot L_2}}$$

typisch: $k < 1\%$

Kopplungsfaktor $k=f(x)$

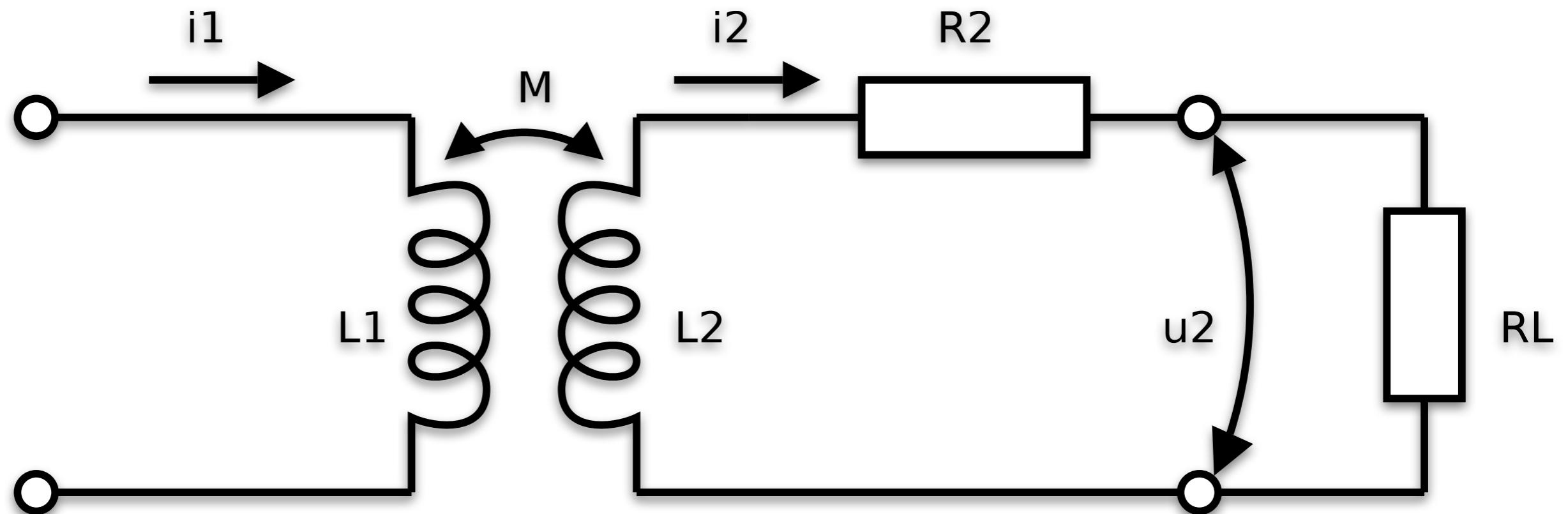


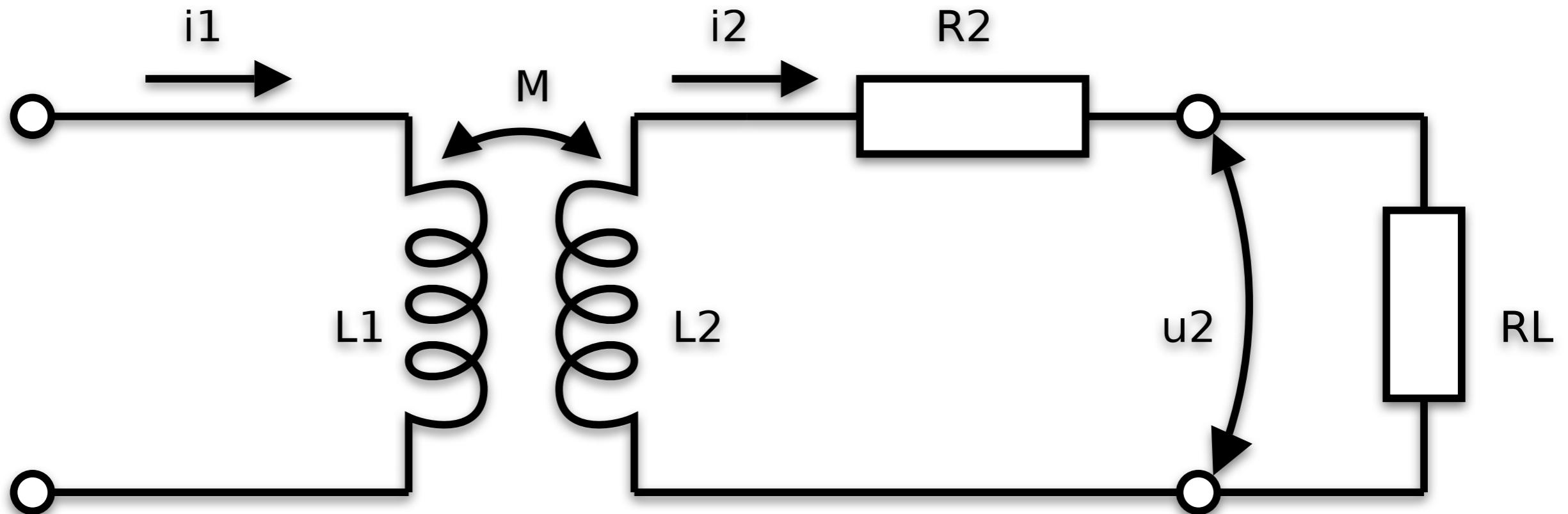
r_1 = Radius Transponderantenne = 20mm
 r_2 = Radius Leseantenne

jetzt haben wir alles Nötige, um die Spannung im Transponder auszurechnen

Induktionsgesetz

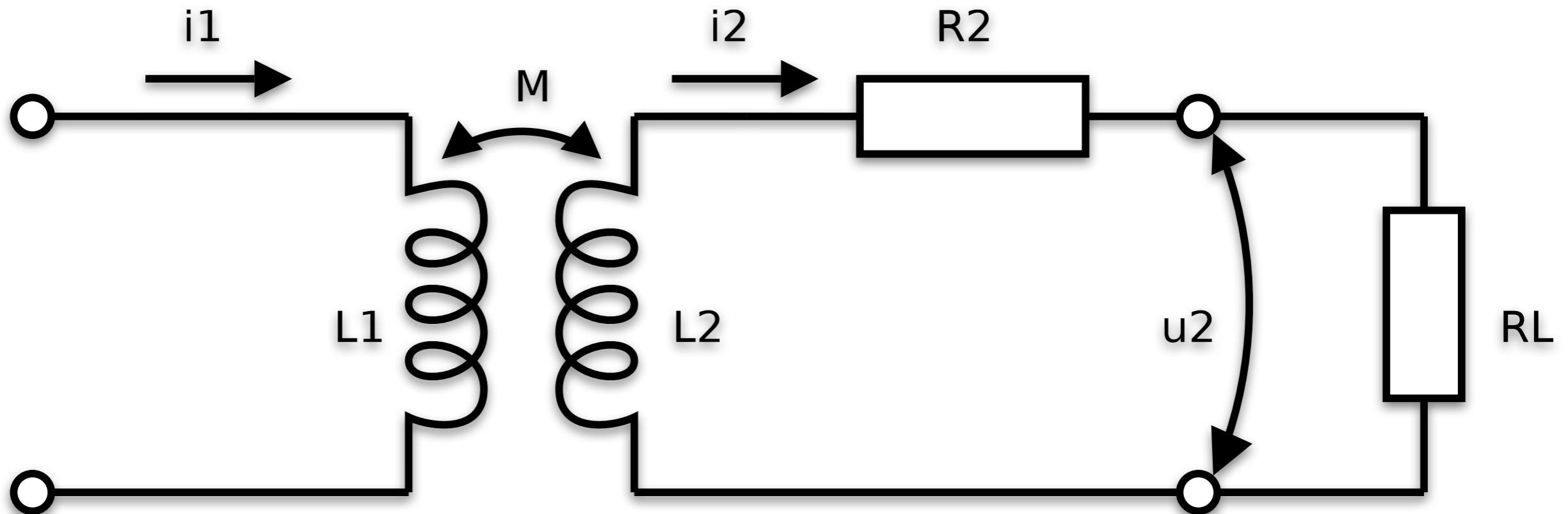
$$u_i = - \frac{d\Phi}{dt}$$





$$u_2 = M \frac{di_1}{dt}$$

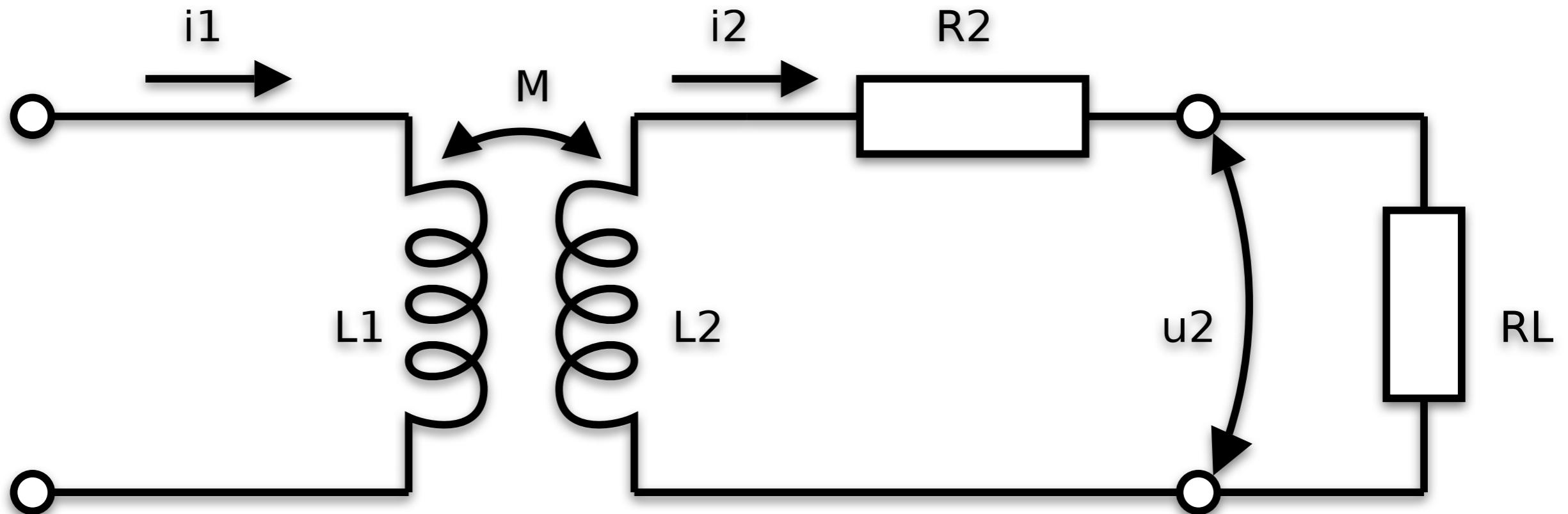
Gegeninduktion



$$u_2 = M \frac{di_1}{dt} - L_2 \frac{di_2}{dt}$$

Gegeninduktion

Selbstinduktion



$$u_2 = M \frac{di_1}{dt} - L_2 \frac{di_2}{dt} - i_2 R_2$$

Gegeninduktion

Selbstinduktion

Wicklungswiderstand

$$u_2=M\frac{d i_1}{dt}-L_2\frac{d i_2}{dt}-i_2R_2$$

$$u_2 = M \frac{di_1}{dt} - L_2 \frac{di_2}{dt} - i_2 R_2$$

↓
sinusförmige Ströme
↓

$$u_2 = j\omega M i_1 - j\omega L_2 i_2 - i_2 R_2$$

Gegeninduktion

Selbstinduktion

Wicklungswiderstand

$$u_2 = M \frac{di_1}{dt} - L_2 \frac{di_2}{dt} - i_2 R_2$$

↓
sinusförmige Ströme
↓

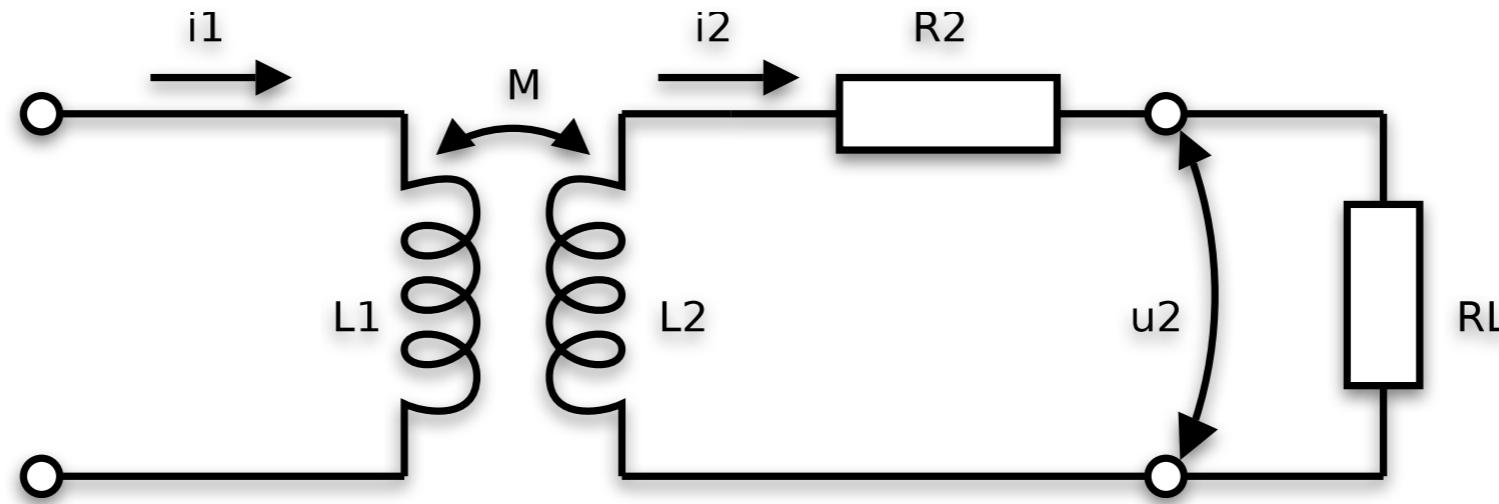
$$u_2 = j\omega M i_1 - j\omega L_2 i_2 - i_2 R_2$$

Gegeninduktion

Selbstinduktion

Wicklungswiderstand

$$i_2 = \frac{u_2}{R_L}$$

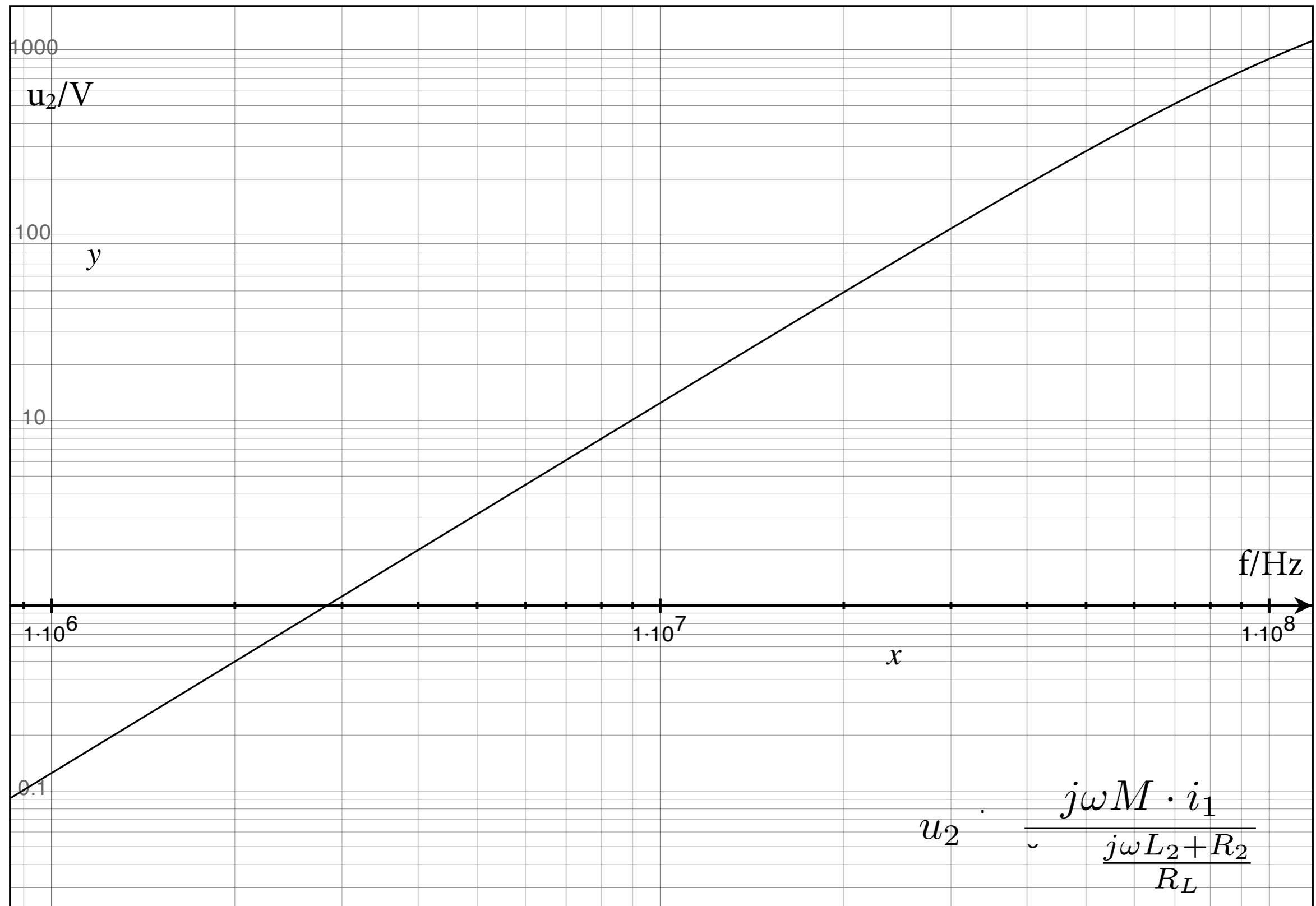


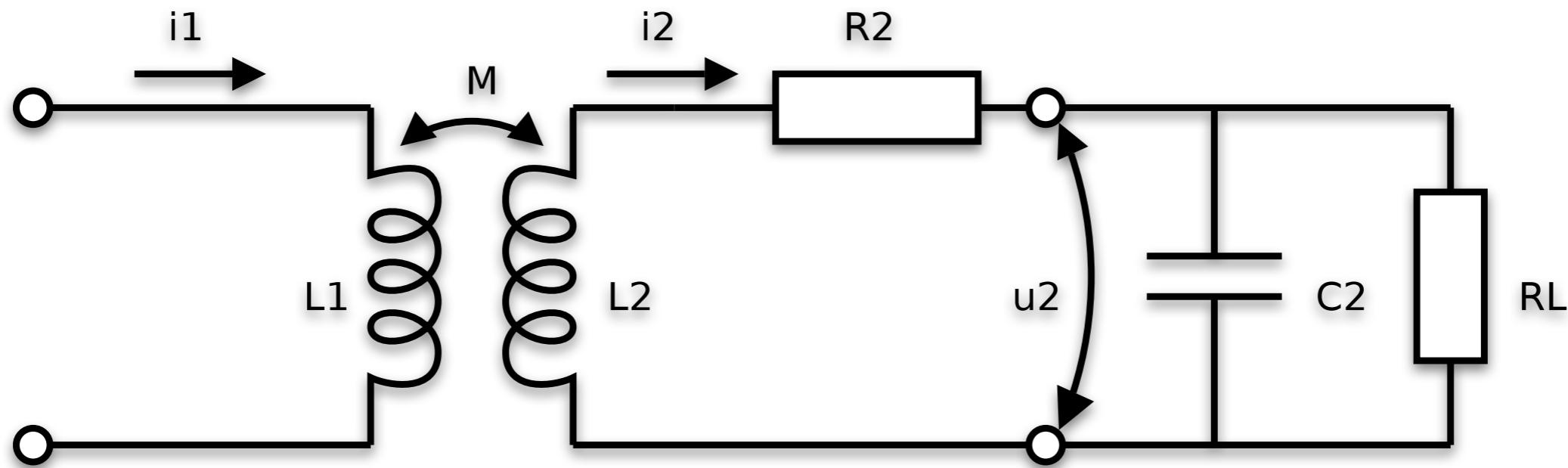
Auflösen nach u_2 :

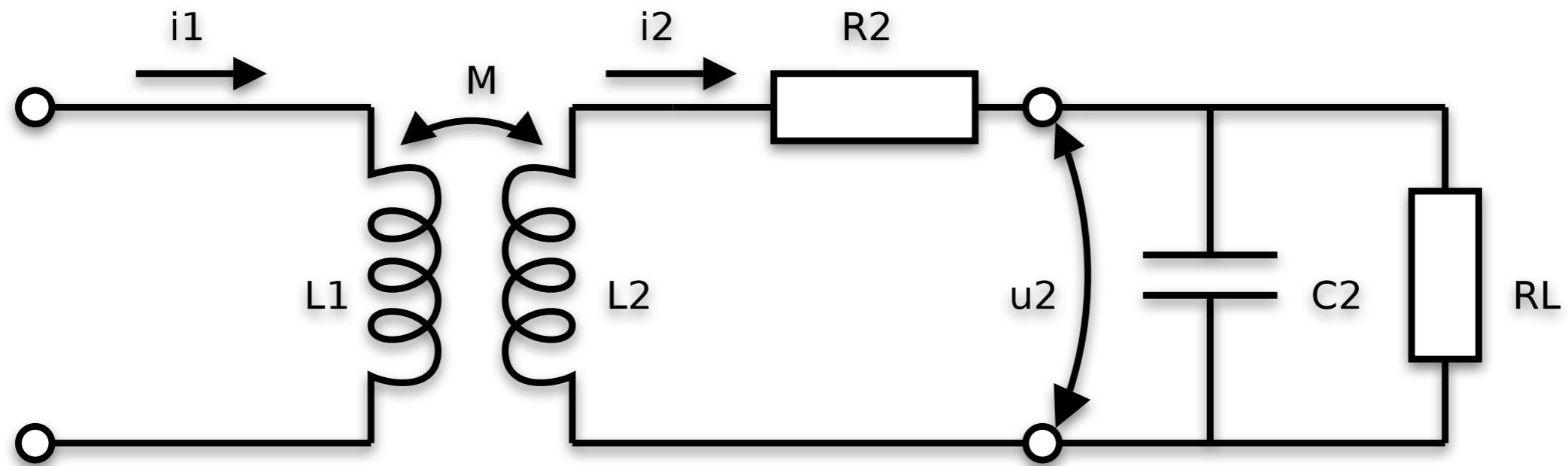
$$u_2 = \frac{j\omega M \cdot i_1}{1 + \frac{j\omega L_2 + R_2}{R_L}}$$

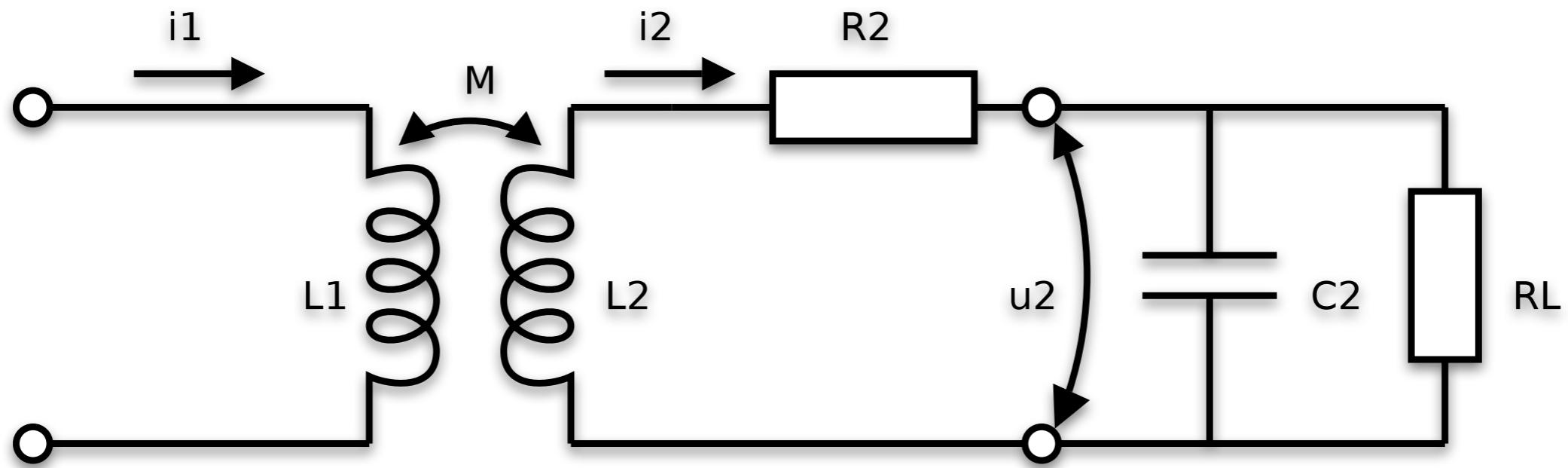
$$R_L\rightarrow 0: u_2 \rightarrow 0$$

$$R_L\rightarrow\infty: u_2 \rightarrow j\omega Mi_1$$

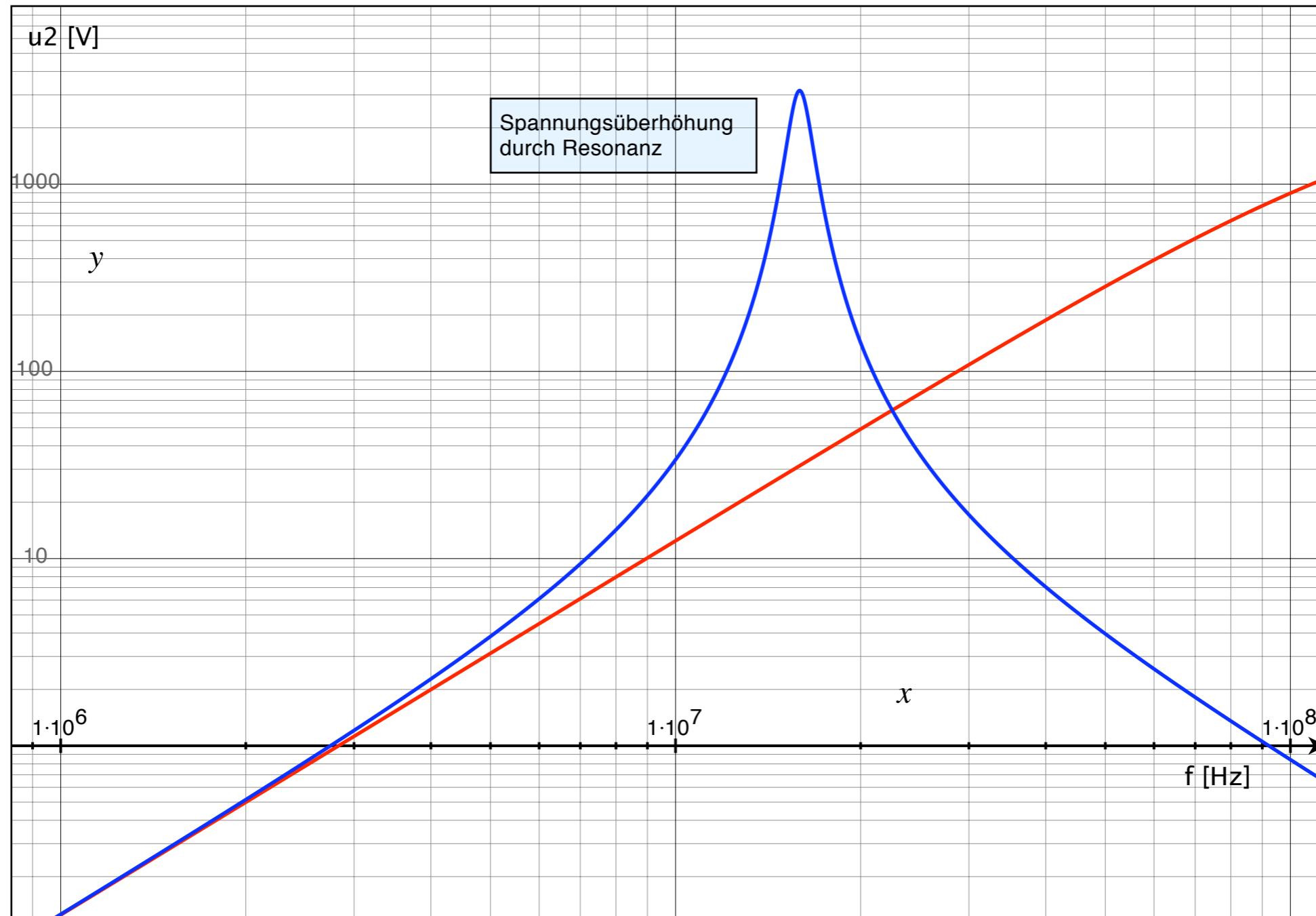








$$u_2 = \frac{j\omega M \cdot i_1}{1 + (j\omega L_2 + R_2)(\frac{1}{R_L} + j\omega C_2)}$$



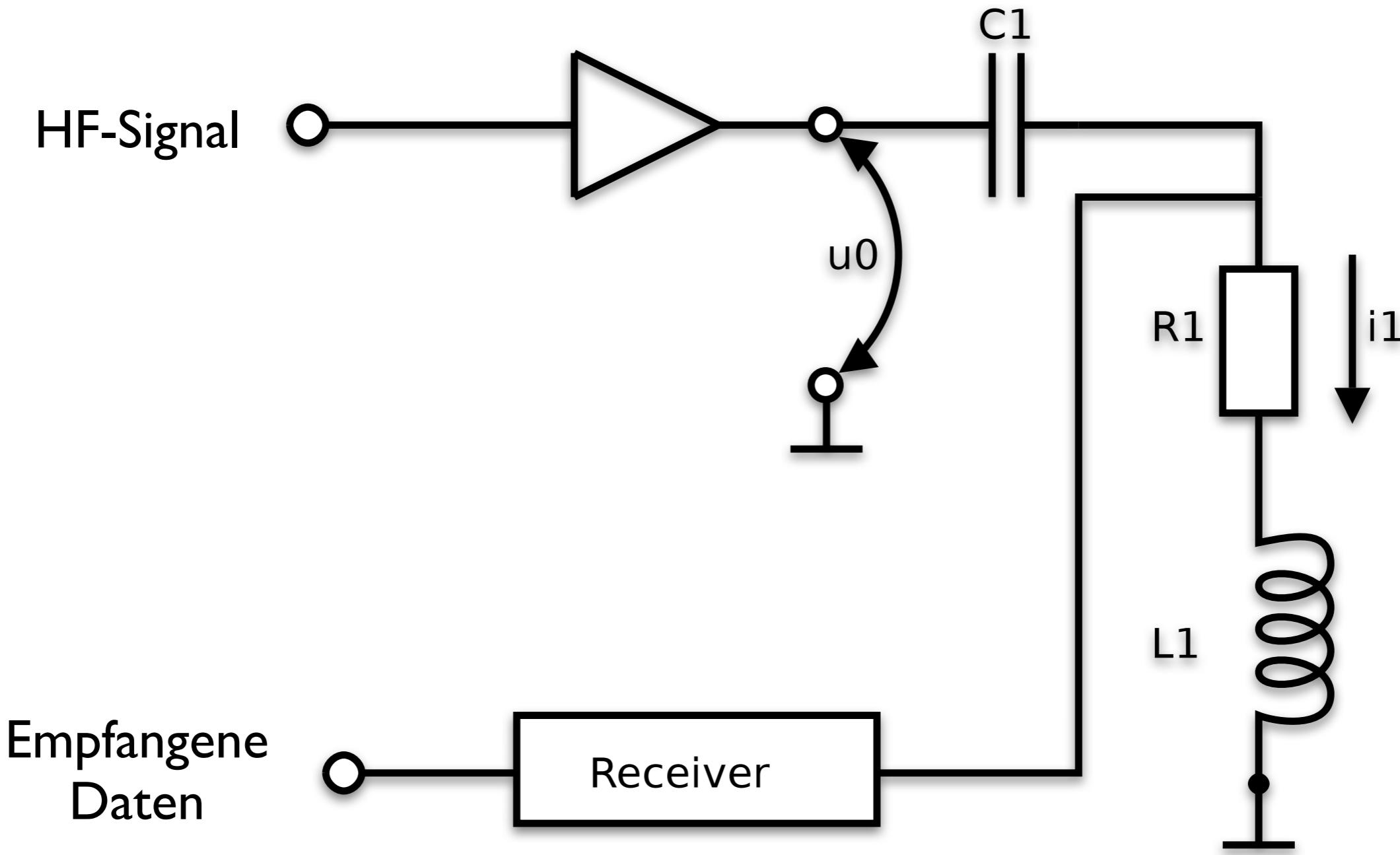
Mit der Spannung u_2 wird die Elektronik auf dem Chip betrieben. (Es gibt auch Transponder mit Batterie)

um sie zu nutzen: gleichrichten und Spannungsspitzen abschneiden
(Brückengleichrichter, Shunt)

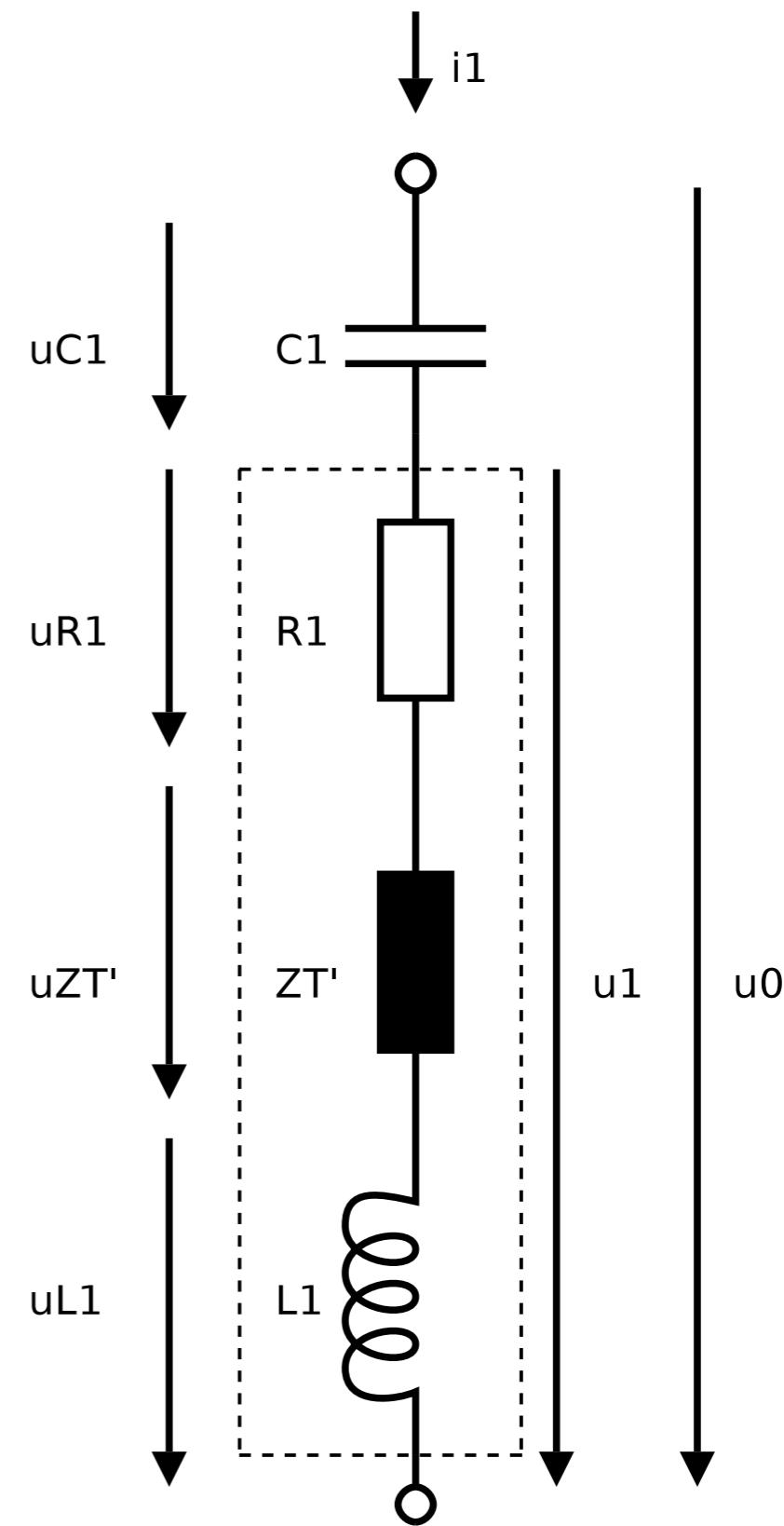
- Spannungsversorgung
- Datenübertragung

- Spannungsversorgung 
- Datenübertragung

dafür müssen wir das
Lesegerät genauer betrachten



$$u_{ZT'} = j\omega M i_2$$

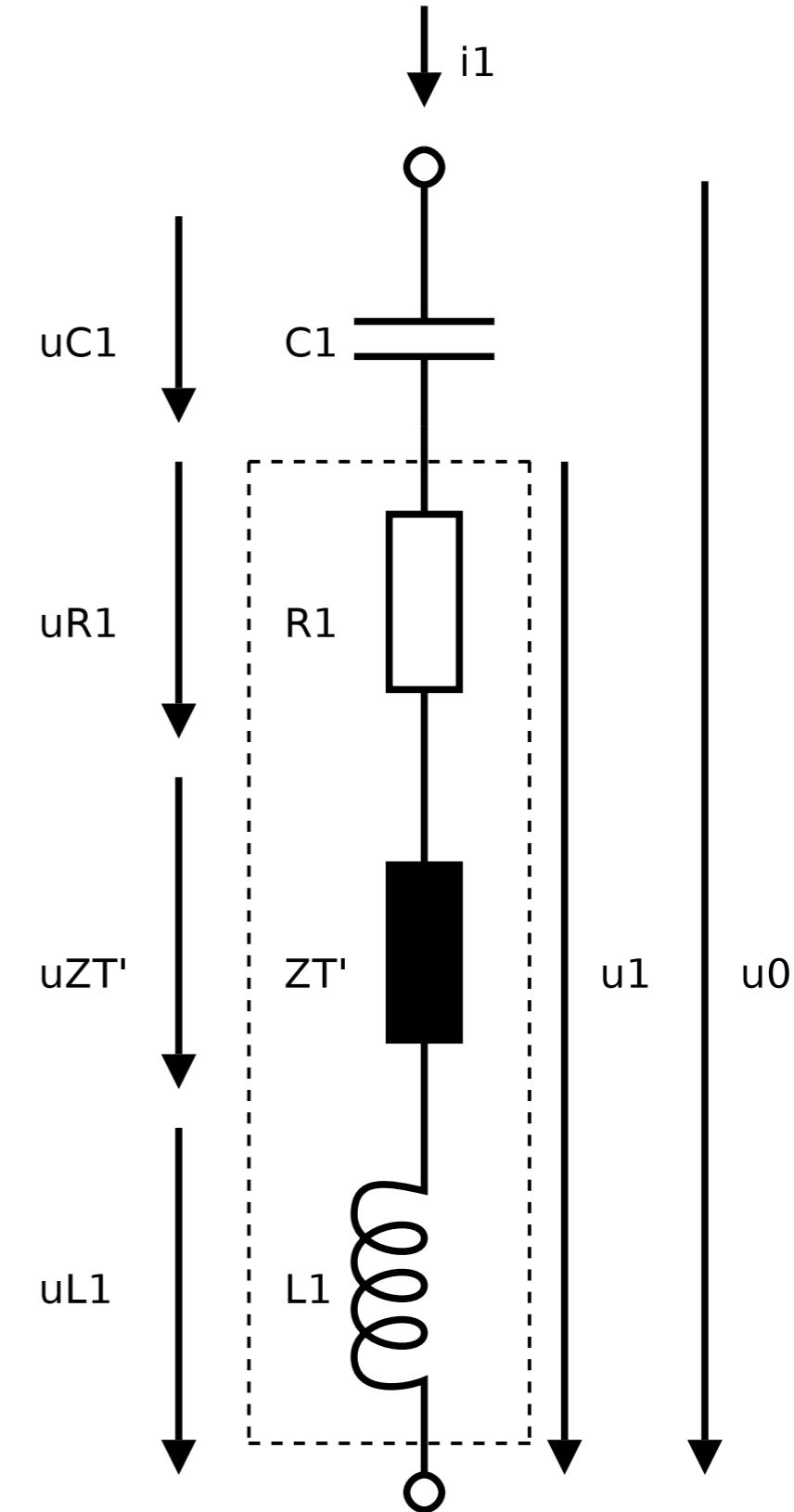


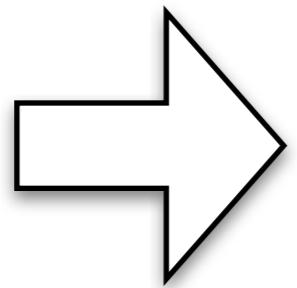
$$u_{C_1} = \frac{1}{j\omega C_1} i_1$$

$$u_{R_1} = R_1 i_1$$

$$u_{ZT'} = j\omega M i_2$$

$$u_{L_1} = j\omega L_1 i_1$$

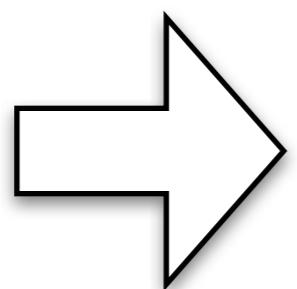




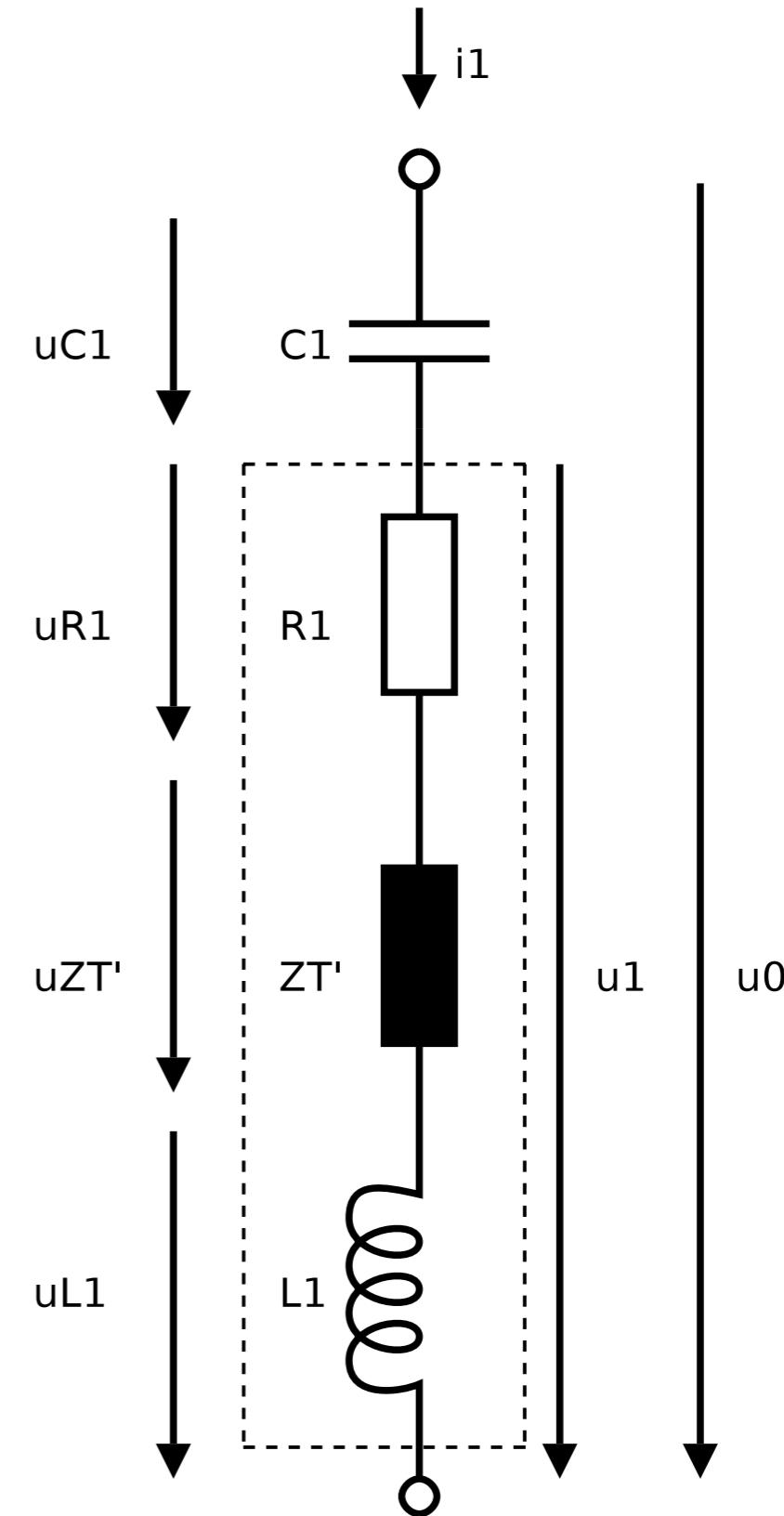
$$u_{C_1} = \frac{1}{j\omega C_1} i_1$$

$$u_{R_1} = R_1 i_1$$

$$u_{ZT'} = j\omega M i_2$$

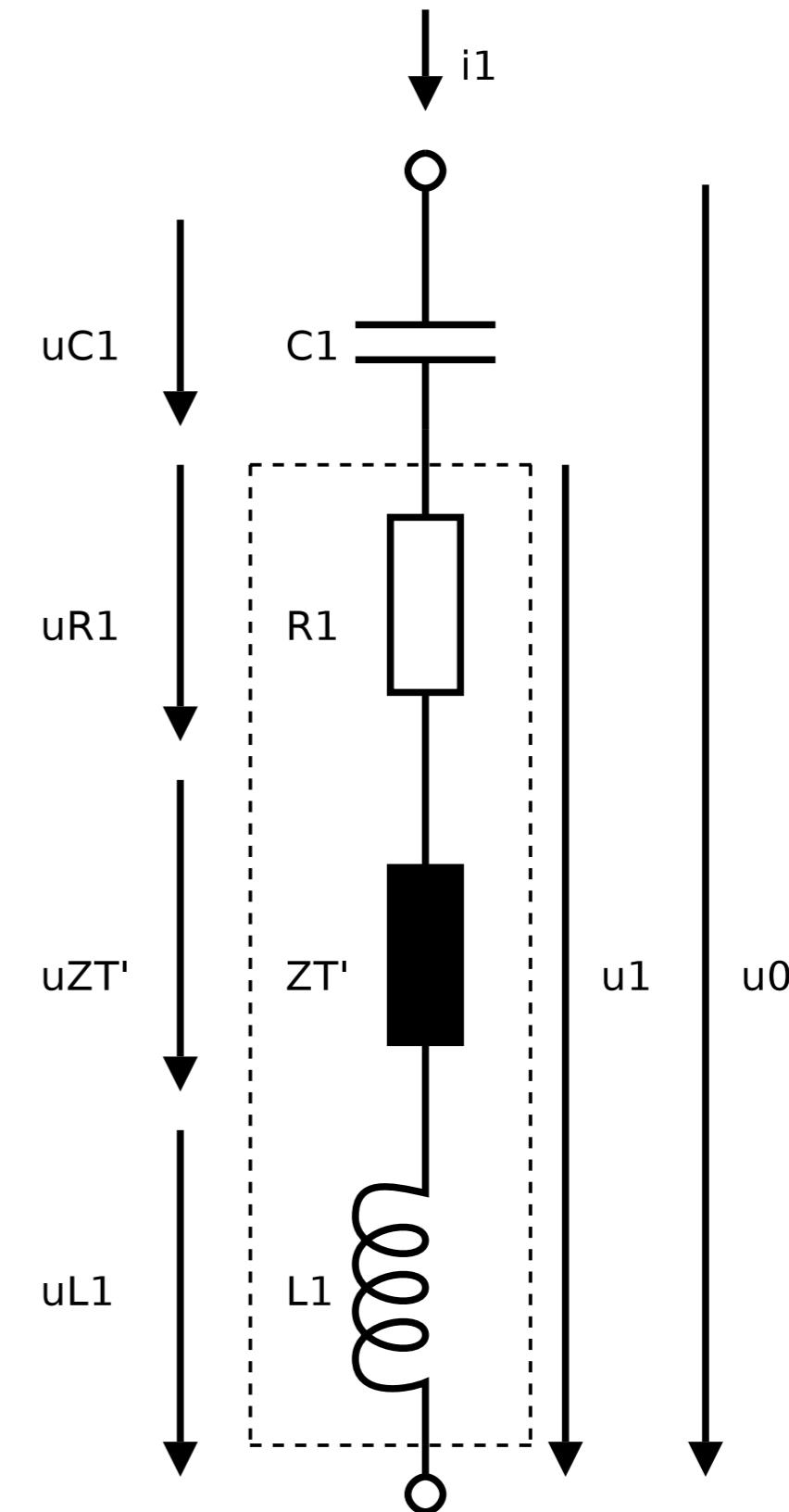


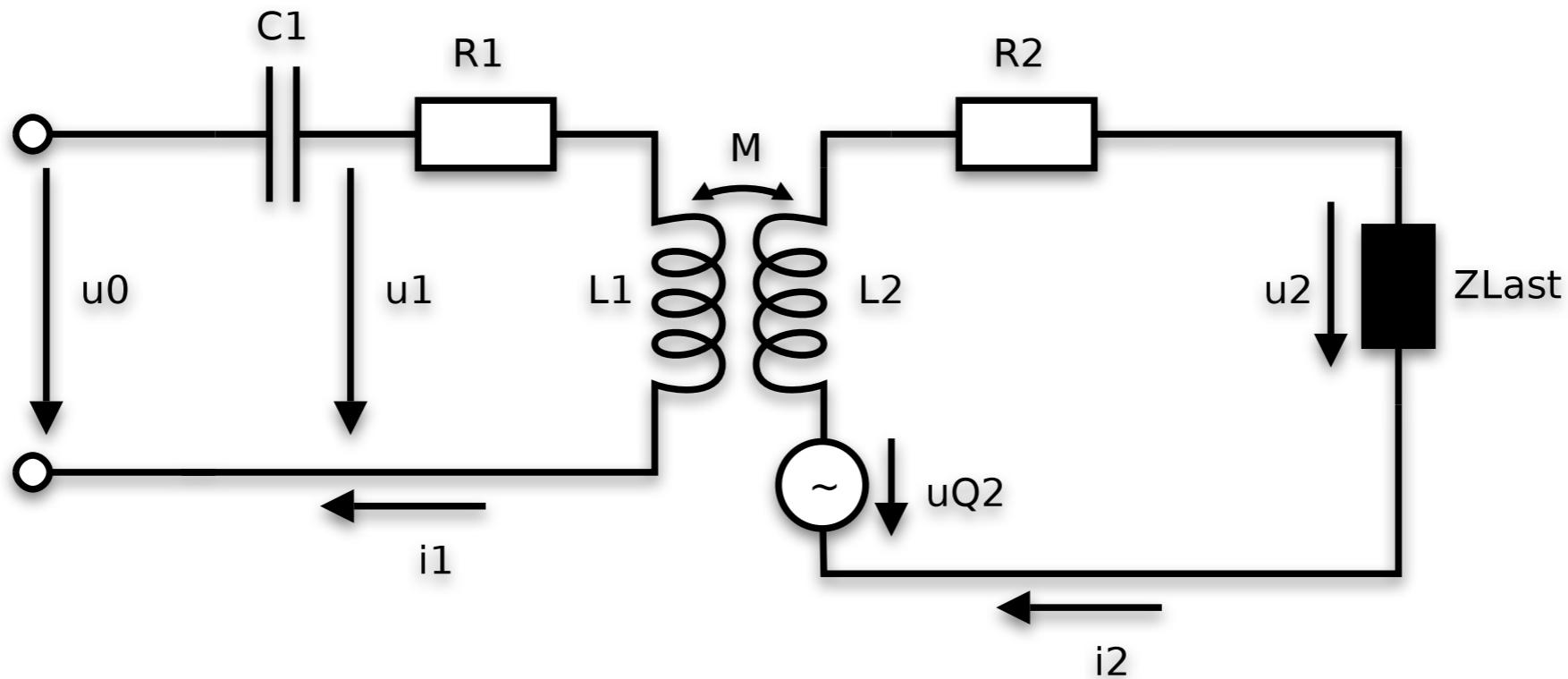
$$u_{L_1} = j\omega L_1 i_1$$



$$u_{R_1} = R_1 i_1$$

$$u_{ZT'} = j\omega M i_2$$



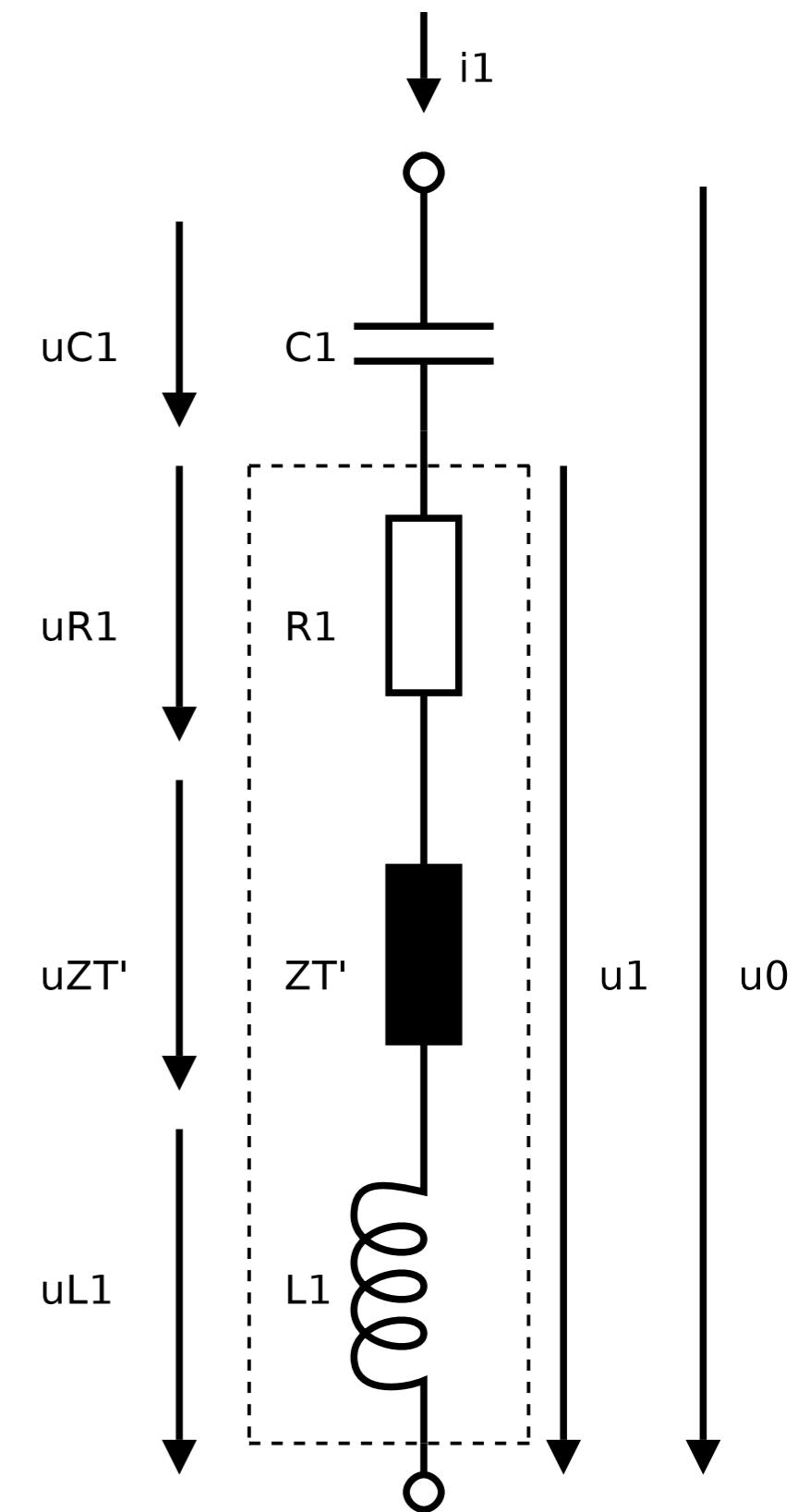


$$i_2 = \frac{u_{Q2}}{Z_{L2} + Z_{R2} + Z_{Last}}$$

$$i_2 = \frac{j\omega M i_1}{j\omega L_2 + R_2 + Z_{Last}}$$

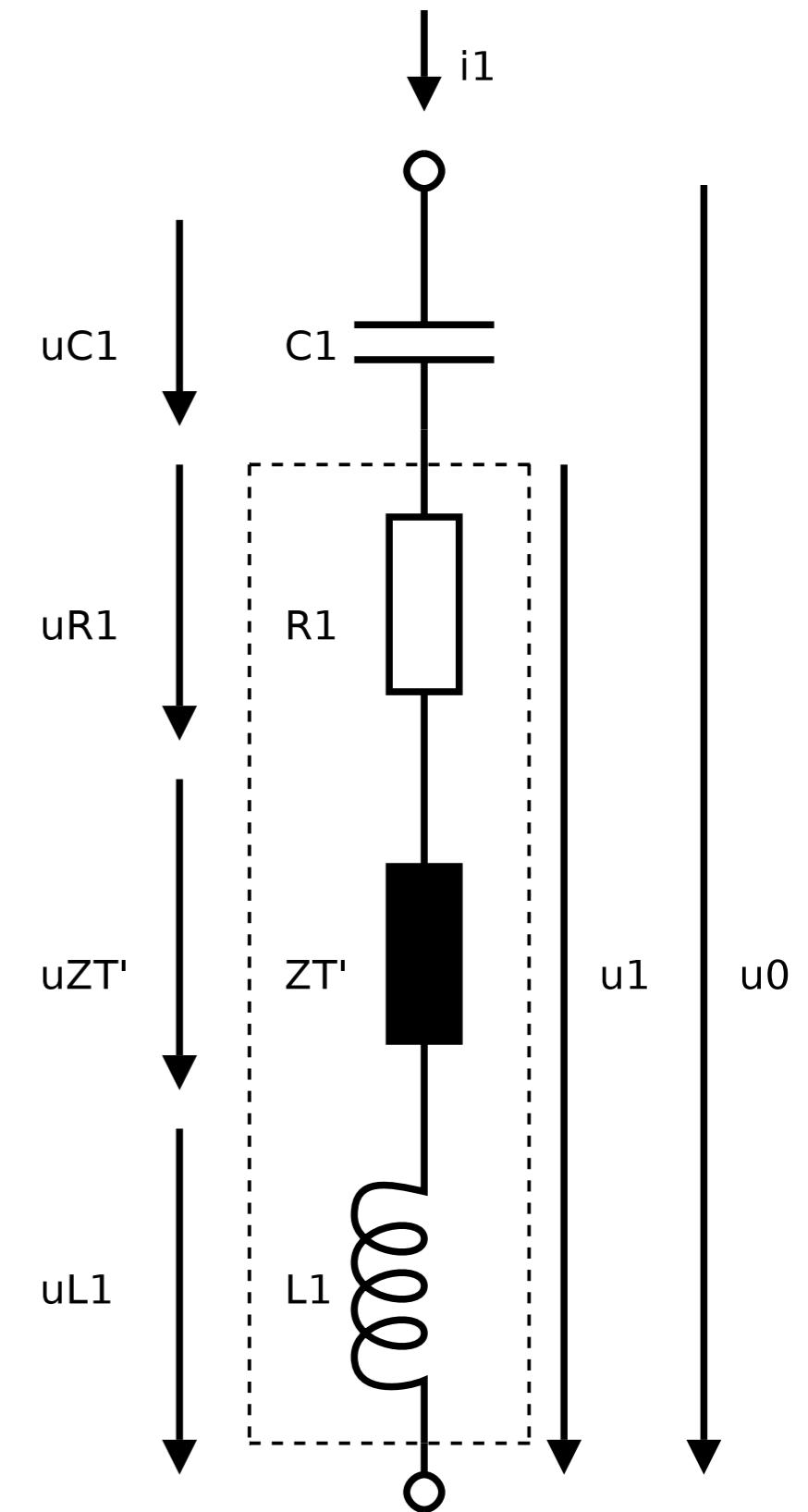
$$u_0 = R_1 i_1 - j\omega M \cdot \frac{j\omega M \cdot i_1}{R_2 + j\omega L_2 + Z_{Last}}$$

$$u_0 = R_1 i_1 - \frac{j\omega^2 k^2 \cdot L_1 L_2}{R_2 + j\omega L_2 + Z_{Last}} i_1$$



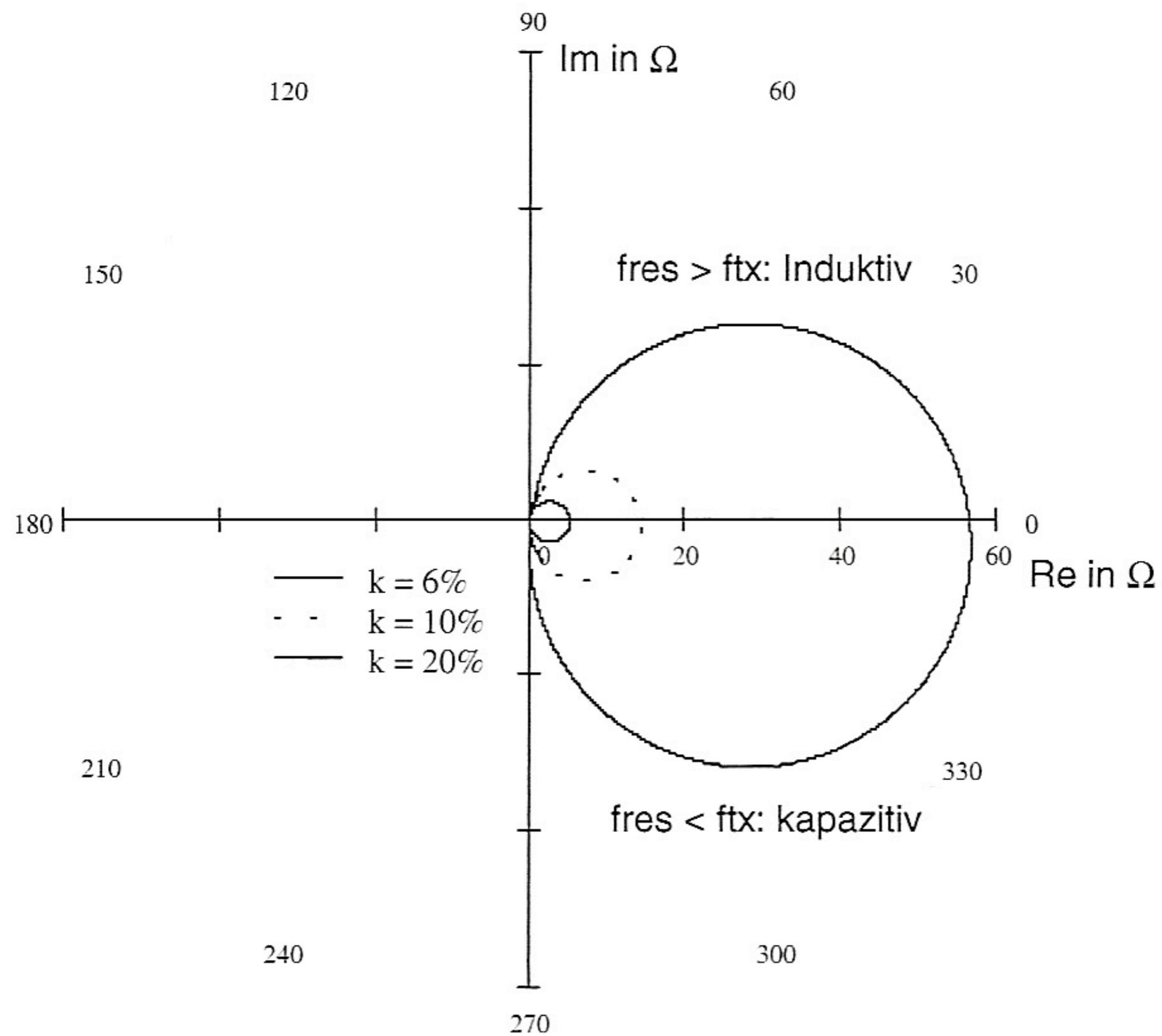
$$u_0 = R_1 i_1 - j\omega M \cdot \frac{j\omega M \cdot i_1}{R_2 + j\omega L_2 + Z_{Last}}$$

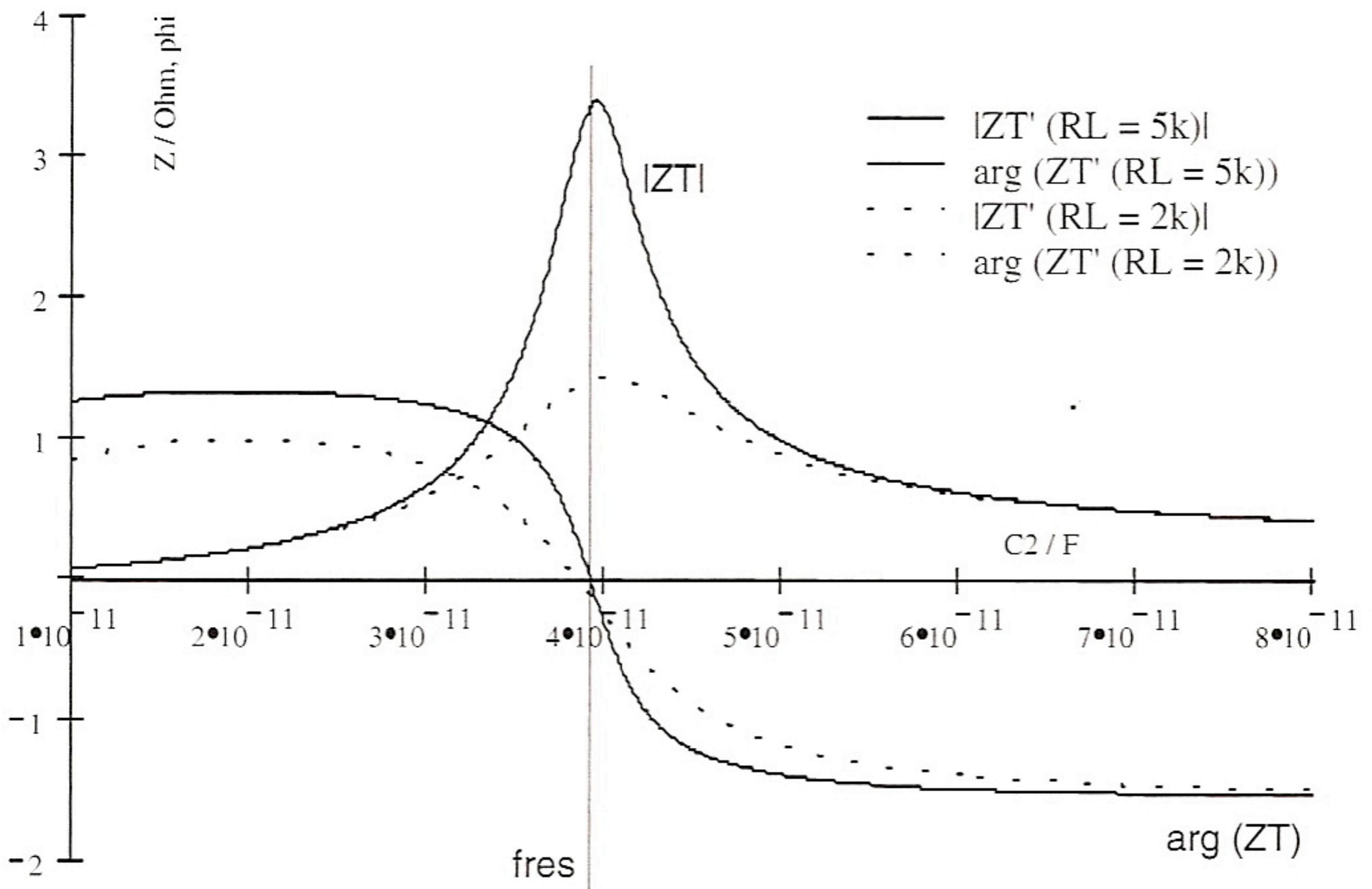
$$u_0 = R_1 i_1 - \frac{j\omega^2 k^2 \cdot L_1 L_2}{R_2 + j\omega L_2 + Z_{Last}} i_1$$



$$Z'_T = \frac{\omega^2 k^2 \cdot L_1 L_2}{R_2 + j\omega L_2 + \frac{R_L}{1+j\omega R_L C_2}}$$

in der Formel sind alle Bauteile
des Transponders enthalten





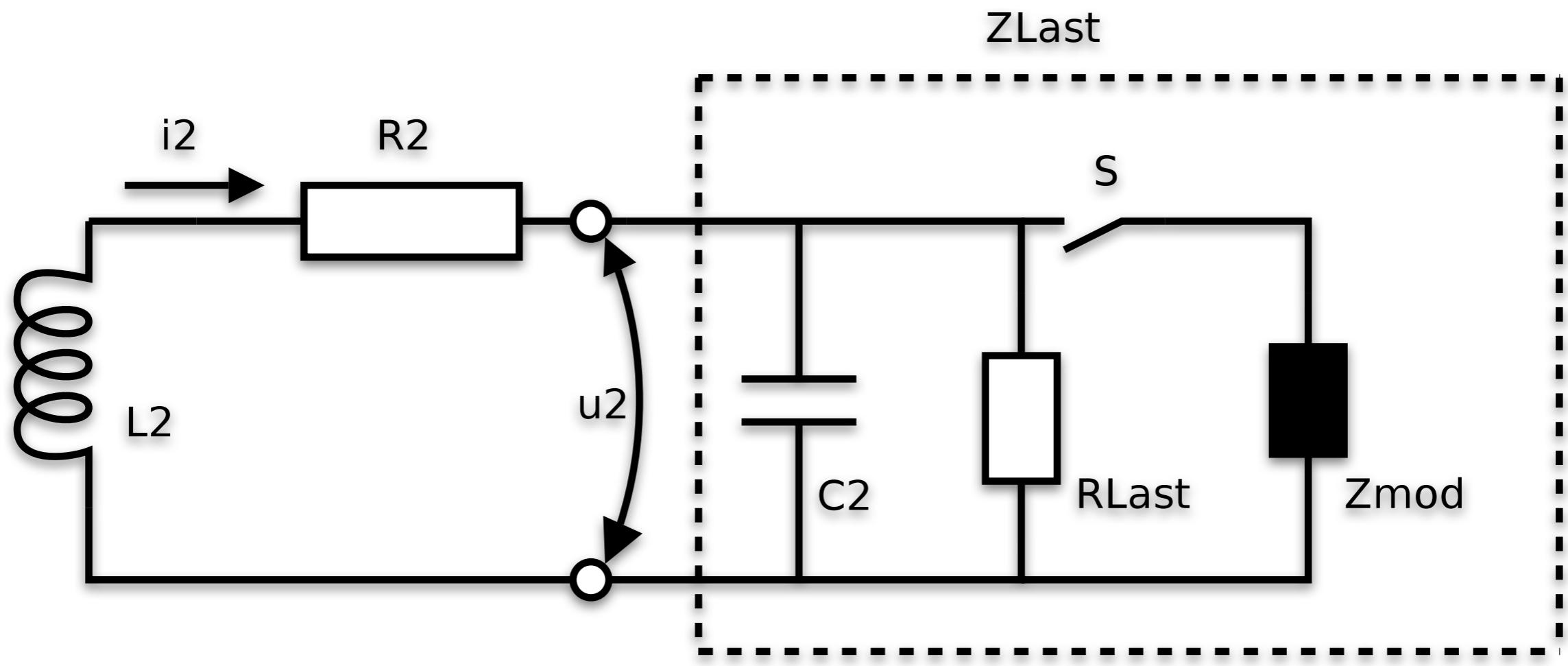
Jetzt haben wir ein Bild von den elektrischen Vorgängen im Lesegerät und können uns ansehen, wie eigentlich Daten übertragen werden

Der Transponder hat Einfluss auf Z_T' :

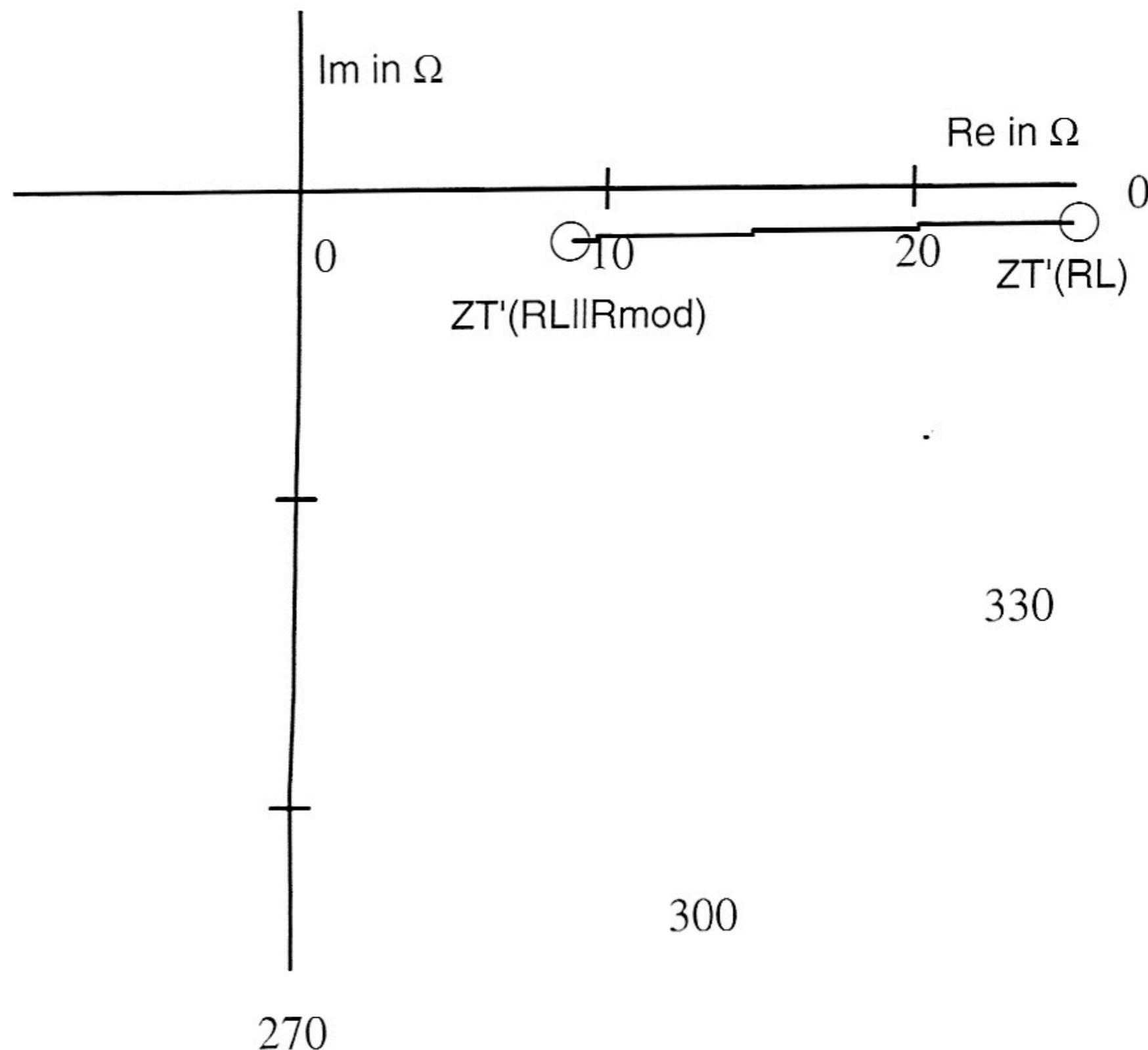
$$Z'_T = \frac{\omega^2 k^2 \cdot L_1 L_2}{R_2 + j\omega L_2 + \frac{R_L}{1+j\omega R_L C_2}}$$

Der Transponder hat Einfluss auf Z_T' :

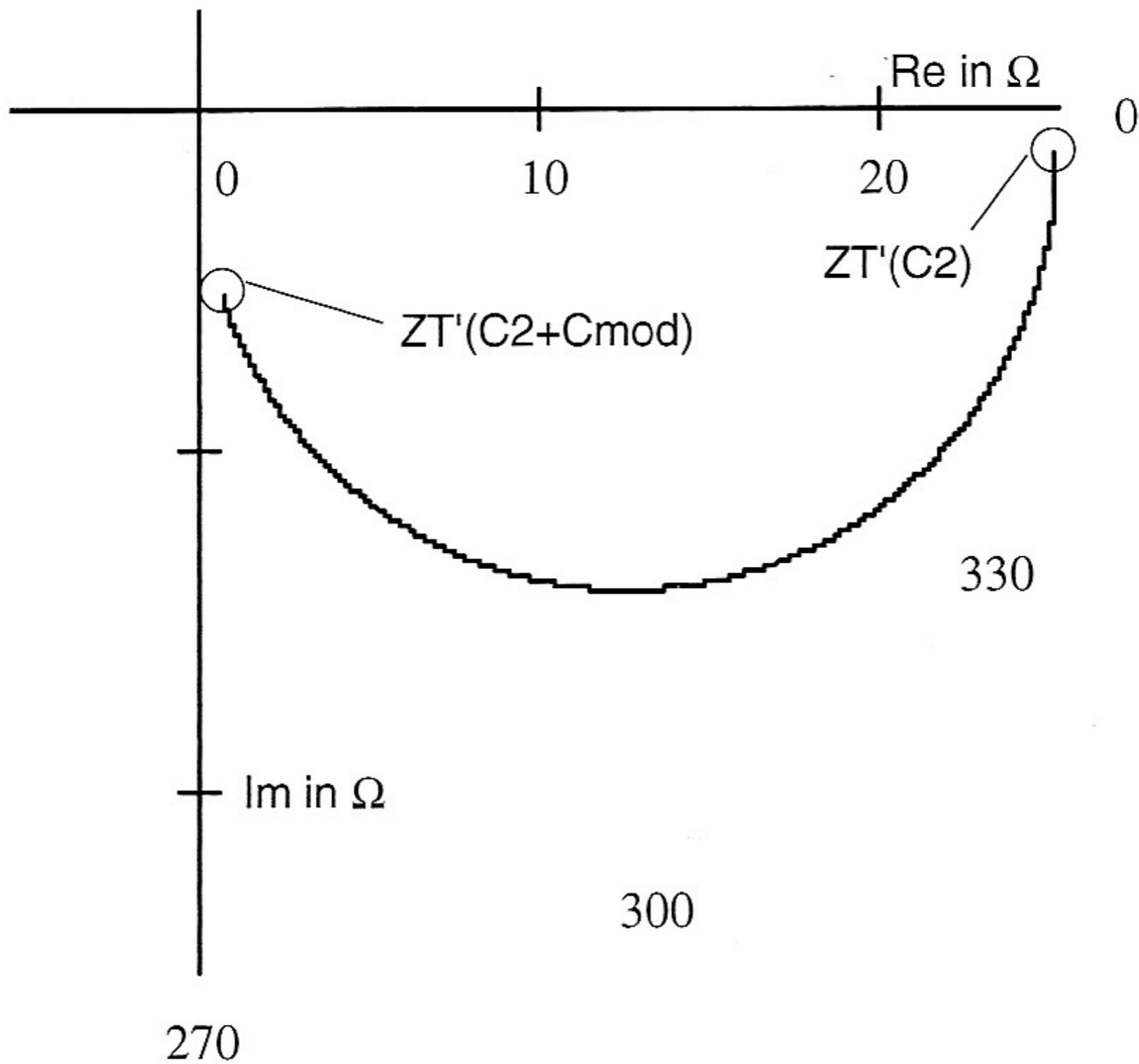
$$Z'_T = \frac{\omega^2 k^2 \cdot L_1 L_2}{R_2 + j\omega L_2 + \frac{R_L}{1 + j\omega \underline{R_L} \underline{C_2}}}$$



Modifikation von R_{Last}



Modifikation von C₂



270

