

Onsager Relation

Nö, 11.12.12

Die Verlustleistung eines physikalischen Systems zerfällt regelmäßig in eine Summe von Produkten aus "Flüssen" und treibenden "Kräften"

$$P_V = y_1 v_1 + y_2 v_2 + \dots + y_n v_n$$

$y_n \hat{=} \text{Kräfte}$

$v_i \hat{=} \text{Flüsse}$

Der Fluss einer beliebigen physikalischen Größe kann als das Produkt eines Transportkoeffizienten dieser Größe mit der korrespondierenden Kraft angegeben werden

$$v_k = L_k \cdot y_k$$

Bei einer Wechselwirkung zwischen zwei physikalischen Systemen wirken auf diesen Fluss nicht nur die korrespondierenden Kräfte sondern auch die Kreuzkräfte

$$v_k = L_{kk} y_k + L_{ki} y_i$$

$$v_i = L_{ki} y_k + L_{ii} y_i$$

$$L_{ki} = L_{ik} \quad (\text{Onsager-Relation})$$

Bsp. Elektromotor

Die Leistung auf der elektrischen Seite $P_e = U \cdot I$ wird auf die mechanische Seite $P_m = \omega \cdot M$ übertragen.

$$I = L_{11} U + L_{12} \omega$$

$$L_{11} = \frac{1}{R} \quad \text{Leitwert}$$

$$M = L_{21} U + L_{22} \omega$$

$$L_{22} = R_p \quad \text{Reibwert}$$

$$L_{12} = L_{21} \quad (\text{Onsager-Relation})$$

$$L_{12} = L_{21} = K \quad (\text{Motorkonst.})$$

Anmerkung:

Das Modell geht nur davon aus, dass das elektrische System eine Verlustleistung P_e erzeugt, die in Flüsse und Kräfte zerfällt. Das mechanische System nimmt diese Verlustleistung wieder auf. Das physikalische Prinzip bleibt dabei unberücksichtigt. Im Sinne eines Wandlers, also elektrische Energie in mechanische Energie, ist es sinnvoller nicht von Verlustleistung sondern von Prozessleistung zu sprechen.