

## Übung 4                      **Dynamische Prozesse** **Systemdiagramm, Prozessleistung, Energietransport**

### Lernziele

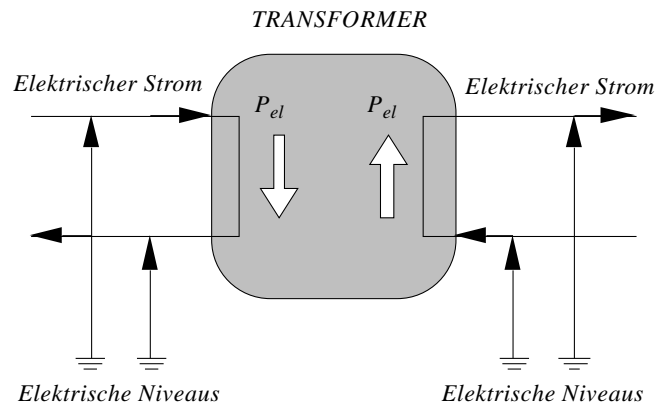
- ein Systemdiagramm eines einfachen Energieumladers zeichnen können.
- die Prozessleistung, die umgesetzte Energie und den Wirkungsgrad in einem einfachen Energieumladere bestimmen können.
- die Rolle der Energie in Prozessketten verstehen.
- verstehen, dass der Transport von Energie immer mit dem Transport einer mengenartigen Grösse verknüpft ist.
- den Zusammenhang zwischen Energiestrom, Trägerstrom und Niveau verstehen.
- den Zusammenhang zwischen dem Energiestrom und der transportierten Energie verstehen.

### Aufgaben

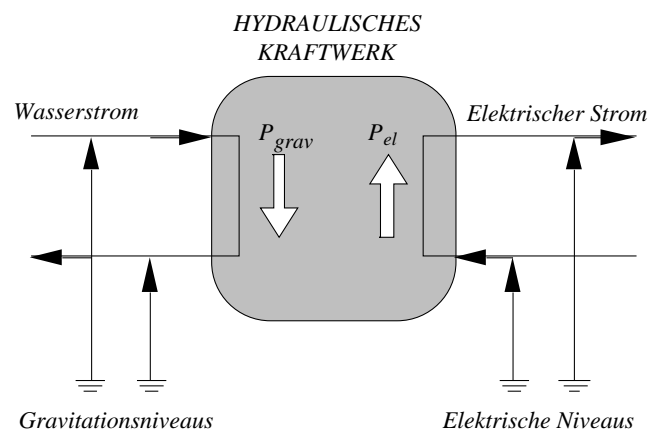
1. Im Physik-Buch sind in der Tabelle E.2. (Seite 13 unten) Beispiele von Energieumladern aufgeführt.  
Bsp.: Elektropumpe (elektrisch    hydraulisch)  
Die Fig. E.29. zeigt das dazugehörige Systemdiagramm.  
Zeichnen Sie ein Systemdiagramm gemäss der Fig. E.29. für die folgenden Energieumladere:
  - a) Transformere (elektrisch    elektrisch)
  - b) Hydraulisches Kraftwerk (hydraulisch    elektrisch)
  - c) Tauchsieder (elektrisch    thermisch)
  - d) irgend ein frei gewählter Energieumladere aus der Tabelle E.2.
2. Studieren Sie im Physik-Buch das Beispiel E.1. (Seite 15 unten).
3. Bestimmen Sie für das Kraftwerk Bavona (Physik-Buch, Tabelle E.3., Seite 15)
  - a) die Gravitationsleistung.
  - b) die in einem Tag freigesetzte Energie.
  - c) den Wirkungsgrad.
4. Studieren Sie im Physik-Buch den Abschnitt E.8 (Seiten 16 und 17).  
Lösen Sie die folgenden Teilaufgaben, wenn Sie bei der in Klammern angegebenen Textstelle angelangt sind:
  - a) (nach der Figur E.34.)  
Um wieviele Systeme und um wieviele Prozesse handelt es sich in der Figur E.34.?
  - b) (nach dem Absatz "Berechnung von Energieströmen")  
Betrachten Sie die Figur E.33.  
 $I_{W1}$  sei der Energiestrom, der mit dem Wasser auf dem tieferen Niveau  $gh_1$  in die elektrische Pumpe hinein fliesst.  
 $I_{W2}$  sei der Energiestrom, der mit dem Wasser auf dem höheren Niveau  $gh_2$  aus der elektrischen Pumpe heraus fliesst.
    - i) Drücken Sie  $I_{W1}$  mit Hilfe der Formel (E.5) durch das Gravitationsniveau  $gh_1$  und den Massenstrom  $I_m$  aus.
    - ii) Drücken Sie  $I_{W2}$  mit Hilfe der Formel (E.5) durch das Gravitationsniveau  $gh_2$  und den Massenstrom  $I_m$  aus.
    - iii) Drücken Sie die Gravitationsprozessleistung  $P_{grav}$  durch  $I_{W1}$  und  $I_{W2}$  aus.
    - iv) Prüfen Sie nach, dass man durch Kombination der Ergebnisse in i) bis iii) die Formel (E.2) erhält.
  - c) (nach dem Absatz "Berechnung von Energieströmen")  
Versuchen Sie, das im Text erwähnte "allgemein gültige Naturgesetz" zu formulieren.
  - d) (am Schluss)  
Beantworten Sie die Kontrollfragen 1 bis 4 unten auf der Seite 17.

**Lösungen**

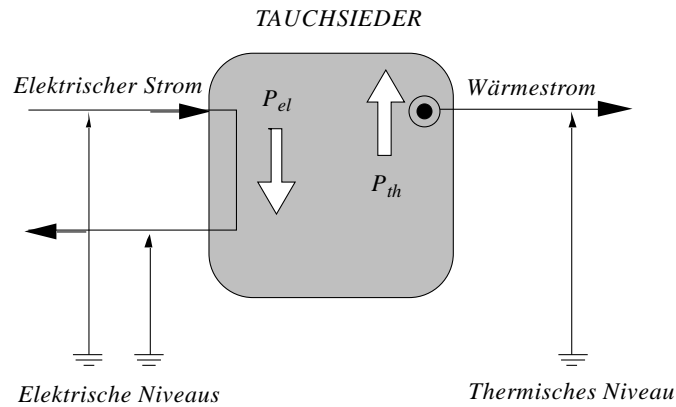
1. a)



b)



c)



d) ...

2. ...

3. a)  $P_{\text{grav}} = g \cdot h \cdot I_m = 9.81 \text{ Ws}/(\text{m} \cdot \text{kg}) \cdot 890 \text{ m} \cdot 18000 \text{ kg/s} = 157 \cdot 10^6 \text{ W} = 157 \text{ MW}$

b)  $W_{\text{grav}} = P_{\text{grav}} \cdot t = 157 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} = 1.36 \cdot 10^{13} \text{ Ws}$

c)  $= \frac{P_{\text{el}}}{P_{\text{grav}}} = \frac{137 \cdot 10^6 \text{ W}}{157 \cdot 10^6 \text{ W}} = 0.87$

4. a) 2 Systeme: Batterie, Elektropumpe  
4 Prozesse: chemischer Prozess in der Batterie, elektrischer Prozess in der Batterie  
elektrischer Prozess in der Elektropumpe, Gravitationsprozess in der Elektropumpe

b) (siehe Seite 3)

- b) i)  $I_{W1} = gh_1 I_m$   
ii)  $I_{W2} = gh_2 I_m$   
iii)  $P_{\text{grav}} = I_{W1} - I_{W2}$   
iv)  $P_{\text{grav}} = I_{W1} - I_{W2} = gh_2 I_m - gh_1 I_m = g(h_2 - h_1) I_m = g \cdot h I_m$
- c) Energiestrom = Niveau · Trägerstrom
- d) siehe Physik-Buch Seite 162