

## Übung 4                      **Dynamische Prozesse** **Energietransport, Energiespeicherung**

### Lernziele

- aus dem Energiestrom-Zeit-Diagramm die in einer bestimmten Zeitspanne transportierte Energie bestimmen können.
- die Rolle der Energie in Prozessketten verstehen.
- verstehen, dass Energie auf einem Träger transportiert wird.
- den Zusammenhang zwischen Energiestrom, Trägerstrom und Niveau kennen und verstehen.
- ein systemdynamisches Modell entwerfen können.

### Aufgaben

1.        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.?  
Nennen Sie die Systeme und die Prozesse.
- b)        (nach der Figur E.35.)  
In der abgebildeten Prozesskette sind drei Systeme aneinandergereiht.  
Was für eine Bedingung müssen allgemein zwei Systeme erfüllen, damit sie in einer  
Prozesskette hintereinander vorkommen können?
- c)        (nach dem Absatz "Berechnung von Energieströmen")  
Betrachten Sie in der Figur E.33 den Gravitationsprozess (rechte Seite im Systemdiagramm).  
Auf dem tieferen Niveau  $g-h_1$  trägt das Wasser Energie in die elektrische Pumpe hinein.  
Die entsprechende Energiestromstärke sei mit  $I_{W1}$  bezeichnet.  
Auf dem höheren Niveau  $g-h_2$  trägt das Wasser Energie aus der elektrischen Pumpe heraus.  
Die entsprechende Energiestromstärke sei mit  $I_{W2}$  bezeichnet.
- i)        Drücken Sie  $I_{W1}$  mit Hilfe der Beziehung (E.5) durch das Gravitationsniveau  $g-h_1$  und  
die Massenstromstärke  $I_m$  aus.
- ii)       Drücken Sie  $I_{W2}$  mit Hilfe der Beziehung (E.5) durch das Gravitationsniveau  $g-h_2$  und  
die Massenstromstärke  $I_m$  aus.
- iii)      Formulieren Sie den Zusammenhang zwischen den Energiestromstärken  $I_{W1}$  und  $I_{W2}$   
und der Gravitationsprozessleistung  $P_{\text{grav}}$ .
- iv)      Zeigen Sie, dass man durch Kombinieren der Ergebnisse aus i) bis iii) die Beziehung  
(E.2) erhält.
- d)        (nach dem Absatz "Berechnung von Energieströmen")  
Am Schluss des Absatzes "Berechnung von Energieströmen" ist von einem "sehr allgemein  
gültigen Naturgesetz" die Rede.  
Versuchen Sie, dieses Naturgesetz zu formulieren.
- e)        (am Schluss)  
Beantworten Sie die Kontrollfragen 1 bis 3 unten auf der Seite 17.

2.        Aufgabenbuch: E.26

Hinweis:  
Zeichnen Sie zuerst das  $I_W$ -t-Diagramm.

3. Man kann einen Stausee (vgl. Figuren E.37. und E.38. im Physik-Buch, Seiten 18 und 19) zusammen mit seinen Zu- und Abflüssen als dynamisches System auffassen.

Entwerfen Sie für dieses dynamische System ein systemdynamisches Modell:

Skizzieren Sie ein Diagramm im Sinne der Figuren E.7. (Seite 5) und E.20. (Seite 9).

Bemerkungen:

- Die Pumpe, die Turbine und der Generator sollen nicht zum System gehören.
- Das Modell soll zwei Behälter enthalten:
  1. Masse des im See gespeicherten Wassers
  2. Energiemenge, die im Seewasser gespeichert ist
- Alle Behälter, Flüsse und Zusatzgrößen müssen physikalische Größen sein.
- Alle Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Größen müssen mit korrekt eingezeichneten Pfeilen ausgedrückt werden.

## Lösungen

1. a) 2 Systeme
    - Batterie
    - Elektropumpe4 Prozesse
    - chemischer Prozess in der Batterie
    - elektrischer Prozess in der Batterie
    - elektrischer Prozess in der Elektropumpe
    - Gravitationsprozess in der Elektropumpe
  - b) Zwei Systeme können nur dann in einer Prozesskette hintereinander vorkommen, wenn man sie mit dem gleichen Trägerstrom verknüpfen kann.
  - c) i)  $I_{W1} = g \cdot h_1 \cdot I_m$   
ii)  $I_{W2} = g \cdot h_2 \cdot I_m$   
iii)  $P_{\text{grav}} = I_{W2} - I_{W1}$   
iv)  $P_{\text{grav}} = I_{W2} - I_{W1} = g \cdot h_2 \cdot I_m - g \cdot h_1 \cdot I_m = g \cdot (h_2 - h_1) \cdot I_m = g \cdot h \cdot I_m$
  - d) Energiestromstärke = Niveau · Trägerstromstärke
  - e) siehe Physik-Buch Seite 162
- 
2. siehe Aufgabenbuch
  3. ...