

Föreläsningsspass 15

PARTIKELDYNAMIK:

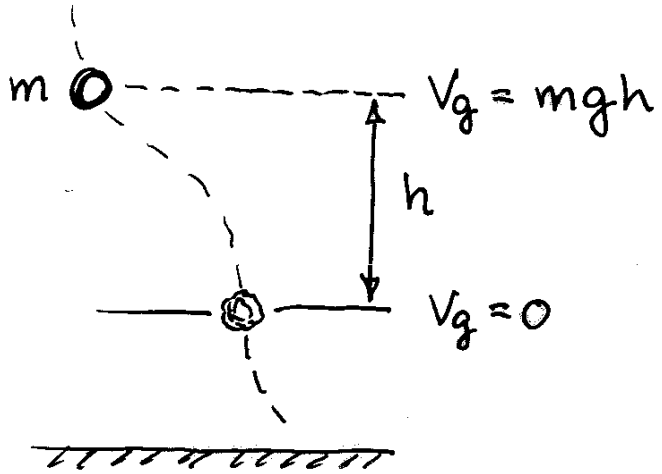
- Energisatsen forts.
- Effekt
- Verkningsgrad
- Energi av olika slag

Avsnitt i kursboken: 6.3

POTENTIELL ENERGI (rep.)

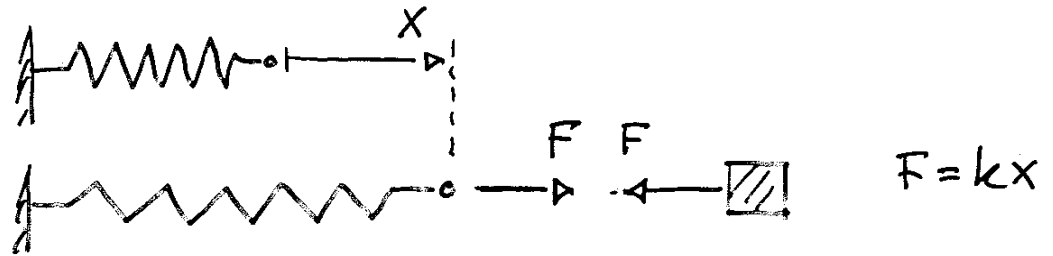
Inför integrerade storheter för tyngdkraft och fjäderkraft.

Lägesenergi :



$$V_g = mgh$$

Fjäderenergi:



$$V_e = \int kx \, dx \quad \Rightarrow$$

$$V_e = \frac{1}{2} kx^2$$

Anm. Trycks fjädern ihop samma sträcka blir energin den samma

ÖVRIGA KRAFTERS ARBETE $W^{(ik)}$

$W^{(ik)}$ är arbete som andra krafter än fjäderkraft kx och tyngdkraft mg utför

$$W^{(ik)} = \sum \text{kraft} \times \text{sträcka}$$

där *kraft* skall tolkas som kraften i sträckans riktning.

Arbetet kan vara positivt eller negativt beroende på om kraften bromsar eller skjuter på.

Yttre last och friktion är typiska krafter som ingår i övriga krafterns arbete.

Observera också att krafter vinkelrät rörelsen inte uträttar arbete, dvs typiskt normalkraften N .

Ex. Övriga krafterns arbete.

Bestäm $W^{(ik)}$ för lådan som släpas upp för ett lutande plan.

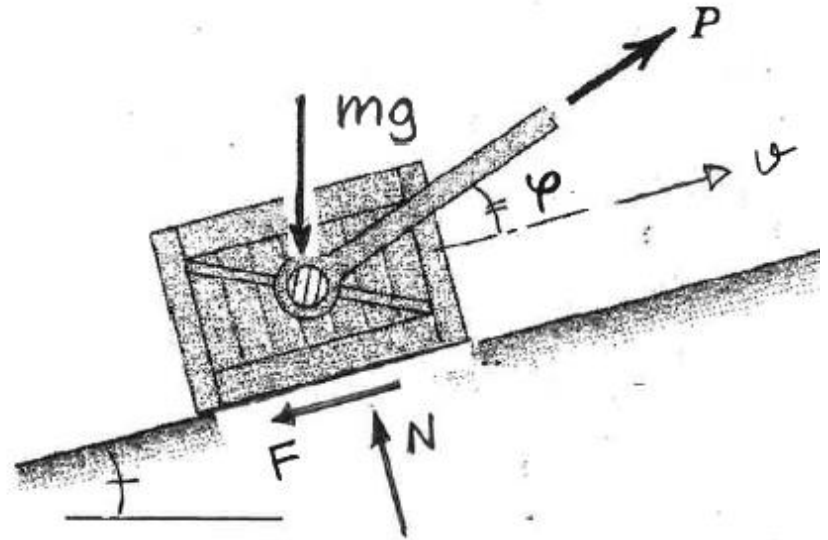
Lösning:

Frilägg för att se vilka krafter som skall ingå i arbetet =>

$$W^{(ik)} = P \cos(\varphi) \cdot s - F \cdot s$$

Anm.

$W_N = 0$ då N är vinkelrät rörelsen och mg hanteras med lägesenergi V_g



BERÄKNINGSGÅNG

- * Bestäm den mekaniska energin E vid läge 1 och läge 2.

$$E_1 = T_1 + V_{g1} + V_{e1}$$

$$E_2 = T_2 + V_{g2} + V_{e2}$$

$$\left[\begin{array}{l} T = \frac{1}{2}mv^2 \\ V_g = mgh \\ V_e = \frac{1}{2}kx^2 \end{array} \right.$$

- * Bestäm det arbete som utförs av andra krafter än mg och kx .

$$W^{(ik)} = \dots$$

- * Energisatsen

$$W^{(ik)} = E_2 - E_1$$

SPECIALFALLET $W^{(ik)}=0$

Om de enda krafter som utför
arbete på en kropp (partikel) är

- tyngdkraft mg
- fjäderkrafter kx

kan energisatsen skrivas

$$0 = \Delta E \quad \text{eller} \quad E = \text{konstant}$$

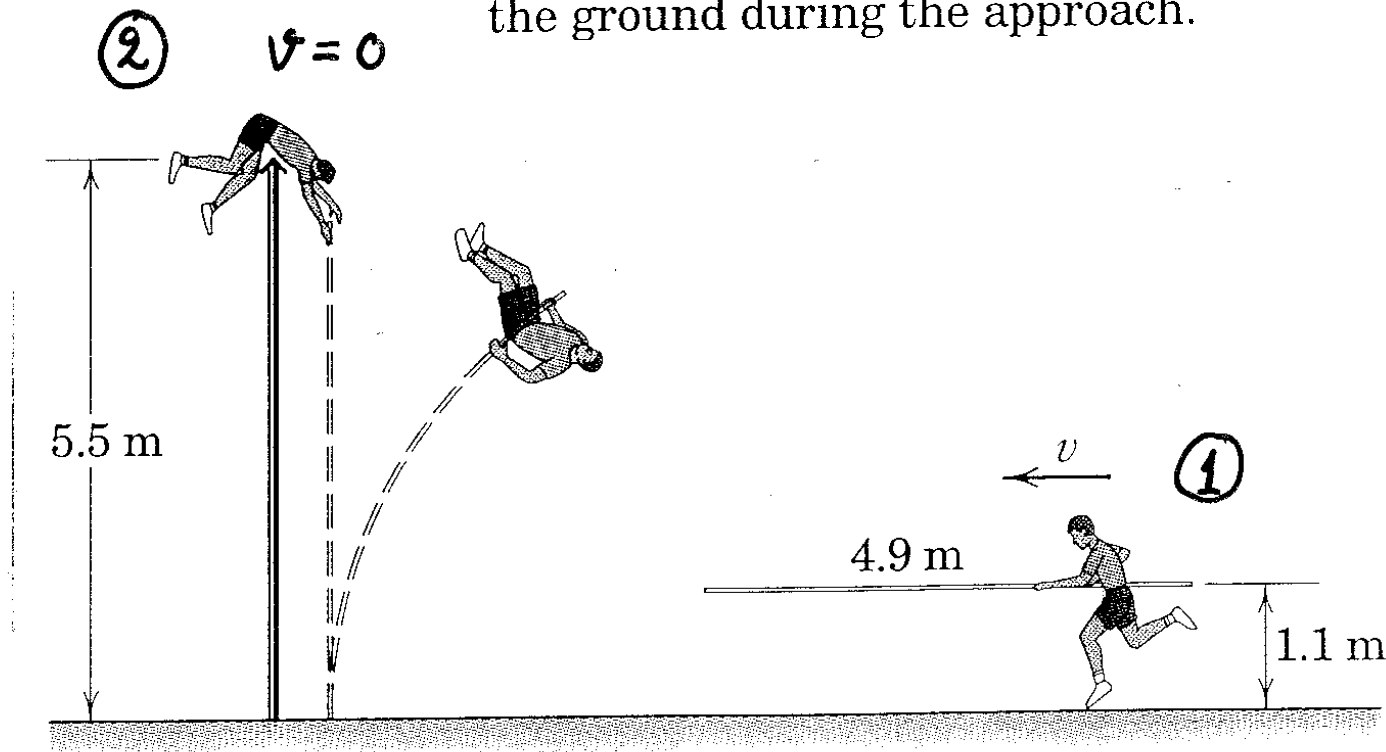
Energisatsen kallas vid detta
specialfall för Mekaniska energilagen.

$$\Delta E = 0$$

$$E = \text{konstant}$$

Ex. Stavhopp

An 80-kg pole vaulter carrying a uniform 4.9-m, 4.5-kg pole approaches the jump with a velocity v and manages to barely clear the bar set at a height of 5.5 m. As he clears the bar, his velocity and that of the pole are essentially zero. Calculate the minimum possible value of v required for him to make the jump. Both the horizontal pole and the center of mass of the vaulter are 1.1 m above the ground during the approach.



Ex. Stavhopp - lösning

Rörelseenergi omvandlas via elastisk energi till lägesenergi

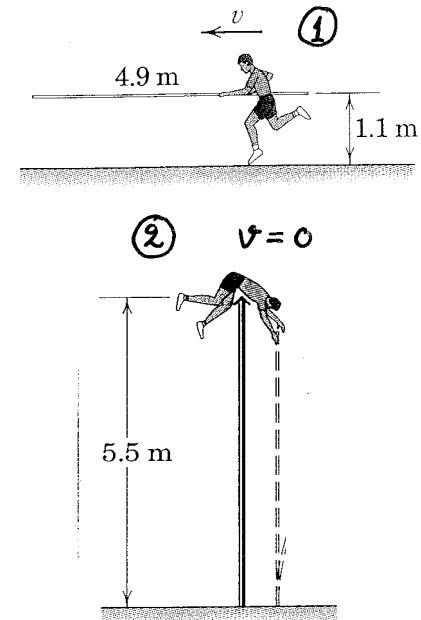
Lägesenergin V_g sätts till 0 vid marknivån.

Energiekvation: $V_{g1} + T_1 = V_{g2} + T_2$ ($W^{(ik)} = 0$)

$$\textcircled{1} \begin{cases} V_{g1} = (80 + 4.5) \cdot 9.81 \cdot 1.1 = 912 \text{ J} \\ T_1 = \frac{1}{2} (80 + 4.5) v^2 = 42.3 v^2 \end{cases}$$

$$\textcircled{2} \begin{cases} V_{g2} = (80 \cdot 5.5 + 4.5 \cdot \frac{4.9}{2}) \cdot 9.81 = 4420 \text{ J} \\ T_2 = 0 \end{cases}$$

Alltså $42.3 v^2 = (4420 - 912) \text{ J} \Rightarrow 9.1 \text{ m/s} = \underline{\underline{33 \text{ km/h}}}$



EFFEKT

Effekt (power) definieras som

$$P = \frac{dW}{dt}$$

dvs. effekt = arbete per tidsenhet.

Effekt används ofta som ett mätt på maskiners (motorers) kapacitet

Då $dW = \vec{F} \cdot d\vec{s}$ kan P skrivas

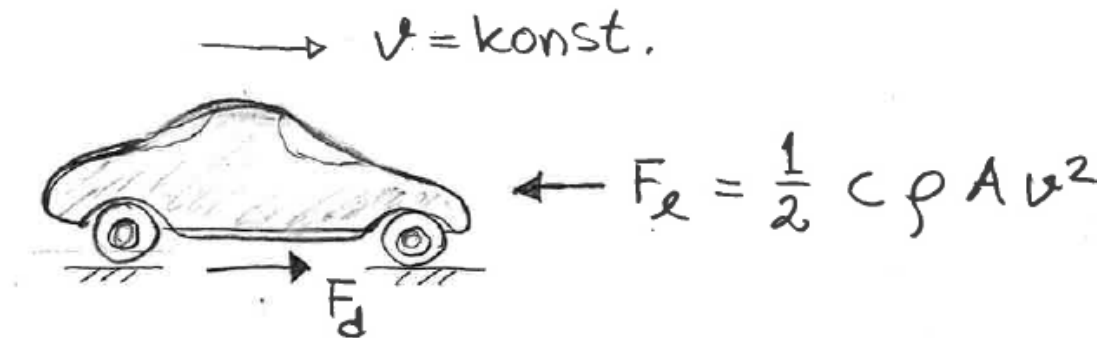
$$P = \frac{\vec{F} \cdot d\vec{s}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

dvs.

$$P = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

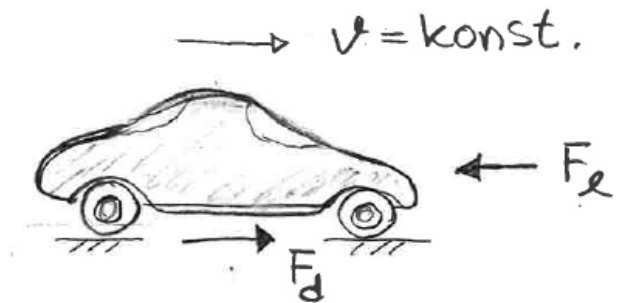
Ex. Effekt som krävs för att övervinna luftmotstånd.

Beräkna vilken effekt P motorn måste utveckla för att övervinna luftmotståndet vid en konstant hastighet av 200km/h.



Antag att $A=2\text{m}^2$, $\rho=1.3\text{kg/m}^3$, $c=0.5$,

Ex. Bil - lösning:



Jämvikt (\leftrightarrow) $F_d = F_l$

Effekt $P = F_d \cdot v = F_l v = \frac{1}{2} c \rho A v^3$ $P \sim v^3$!

$v = 200 \text{ km/h} = 56 \text{ m/s}$

Värden insatta:

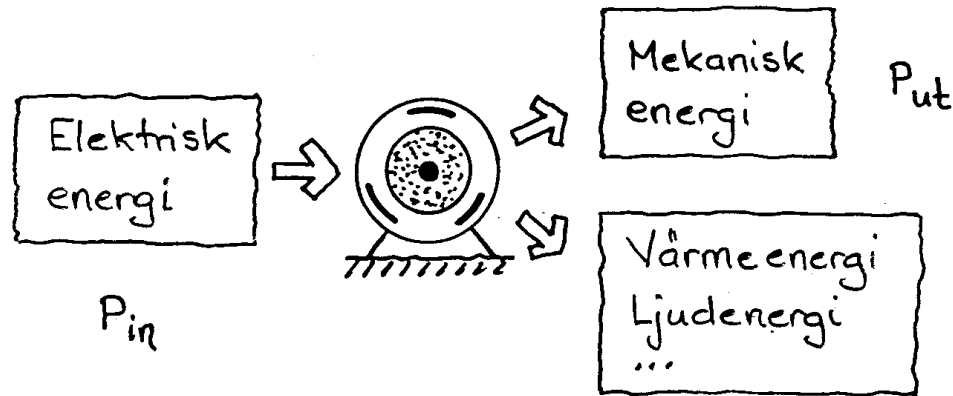
$P = \frac{1}{2} 0.5 \cdot 1.3 \cdot 2 \cdot 56^3 = 114 \text{ kW} = 156 \text{ hk}$ (1hk = 735W)

VERKNINGSGRAD

Verkningsgrad (efficiency) är ett mått på en maskins effektivitet

$$\eta = \frac{P_{ut}}{P_{in}}$$

Hur stor andel tillförd elektrisk effekt P_{in} (energi per tidsenhet) förmår maskinen omvandla till mekanisk effekt P_{ut} .



Effekt P = Energi per tidsenhet

ENERGI

Energi = potentiell förmåga att utföra arbete.

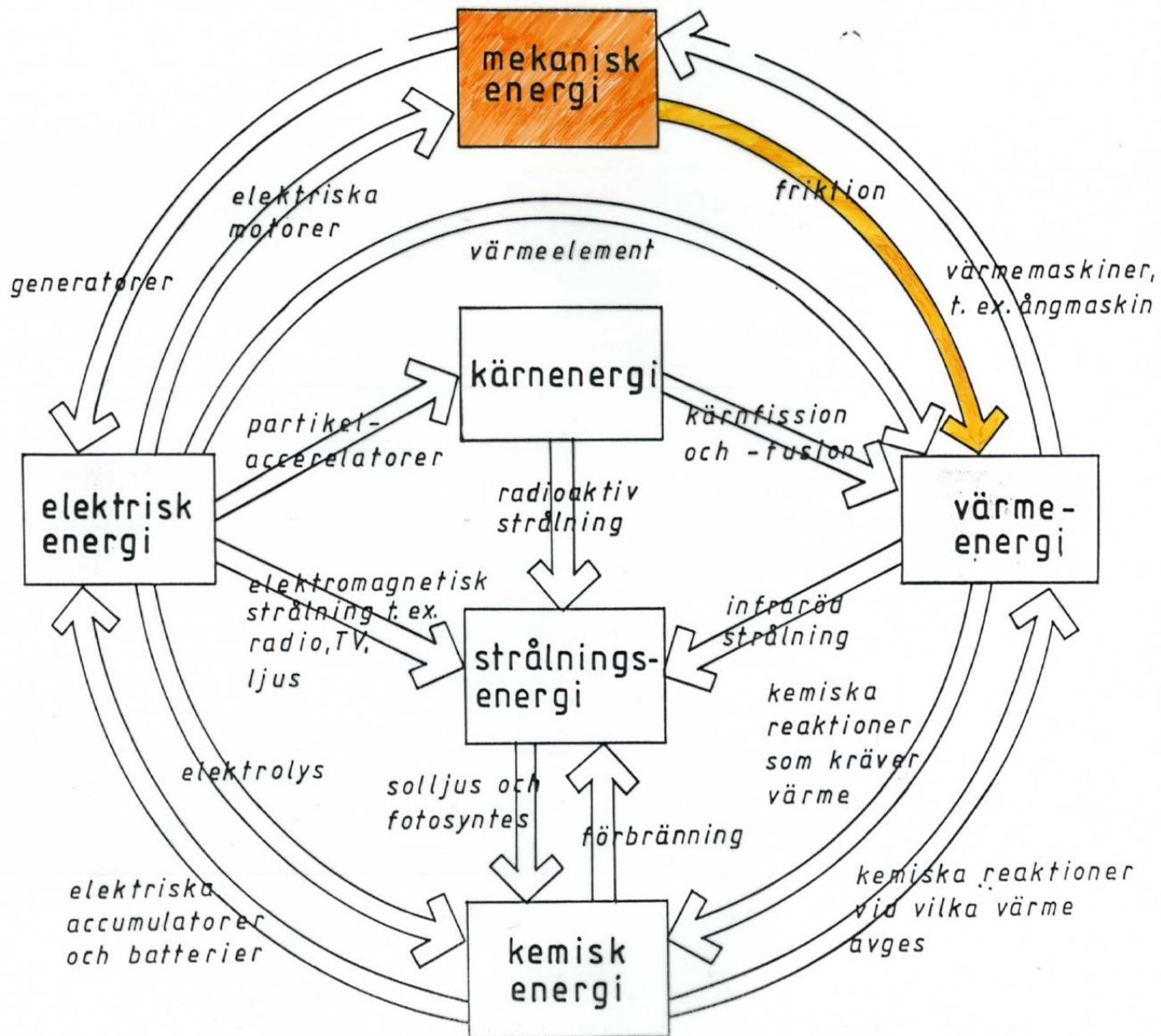
Exempel på energi

- T rörelseenergi (kinetisk energi)
- V_g lägesenergi (potentiell energi)
- V_e fjäderenergi (- " -)
- värmeenergi
- elektrisk energi
-

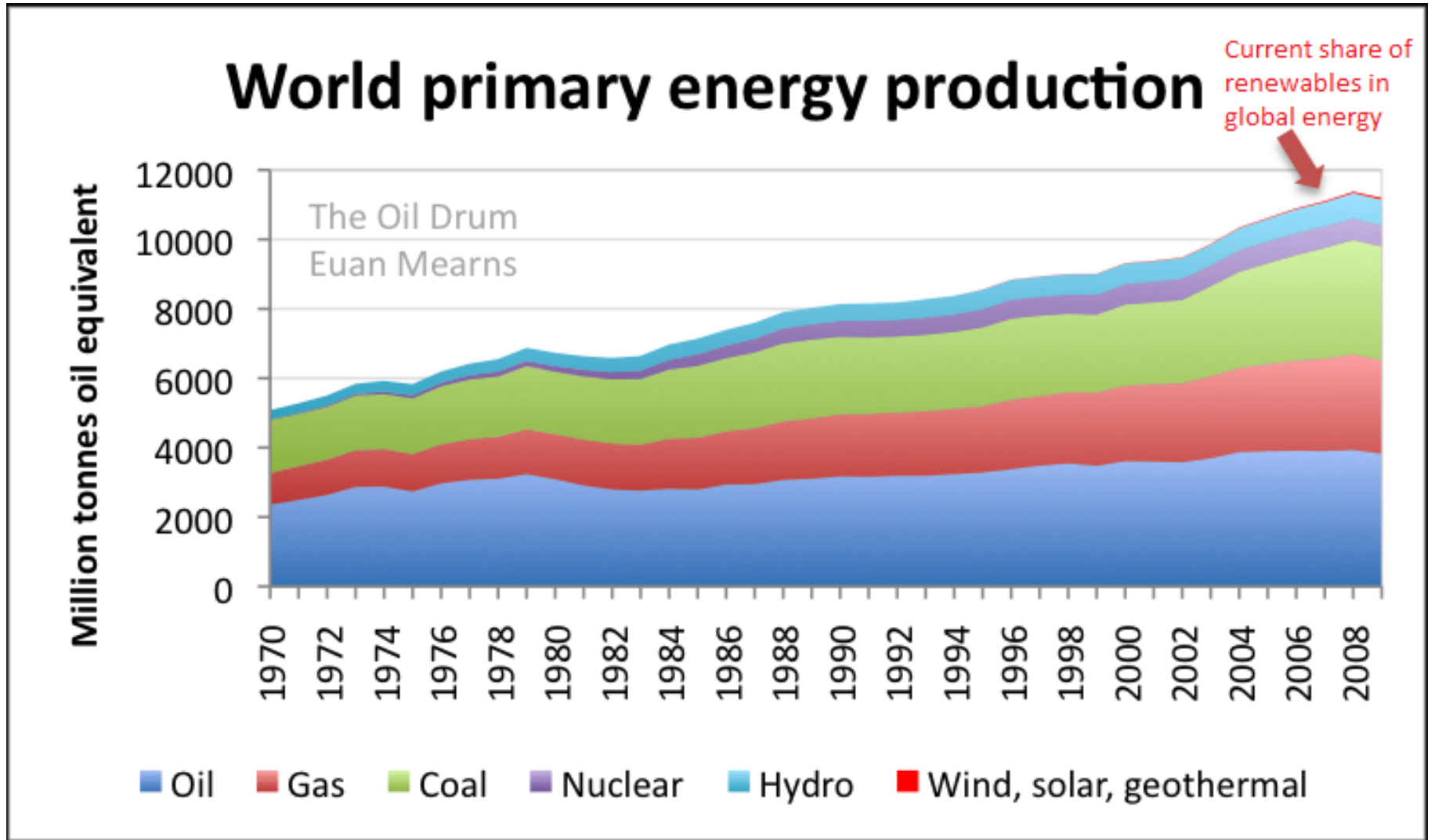
Energiprinciper

Energin i ett slutet system kan aldrig öka eller minska - energin kan omvandlas från en form till en annan, men aldrig nyskapas eller förstöras.

ENERGISLAG OCH ENERGIOMVANDLING



Var kommer energin ifrån?



Vad kostar energin idag?

- 1 liter bensin innehåller ca 10 kWh och kostar ca 15 kr.
- Fysiskt arbete motsvarar ca 75 W
- 1 dags (8h) arbete = 600 Wh = 0.6 kWh
- 1 liter bensin motsvarar alltså ca 15 dagars arbete!

Hur många sekunder måste man industriarbete för att kunna köpa 1 kWh?

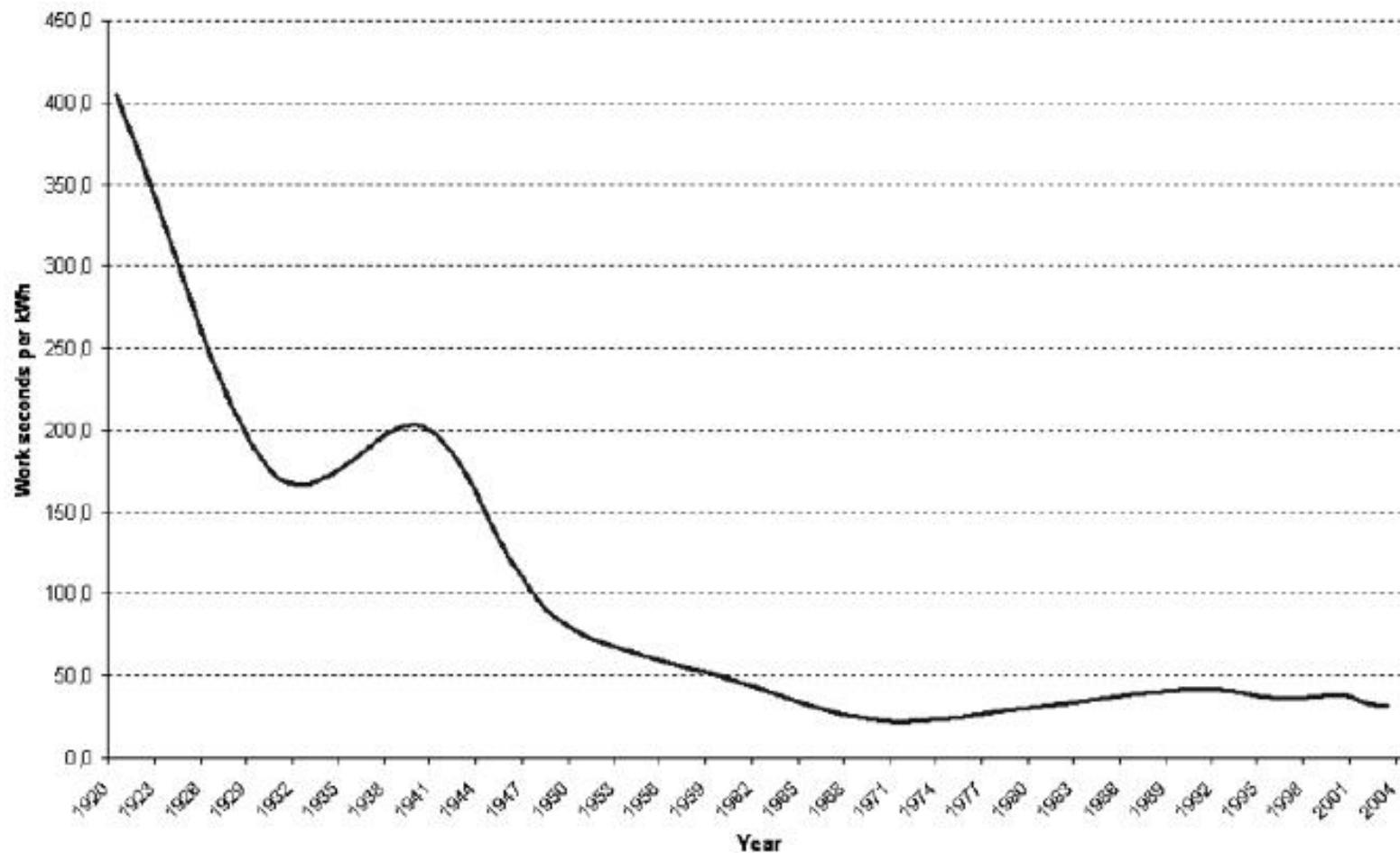


Diagram: Folke Günther