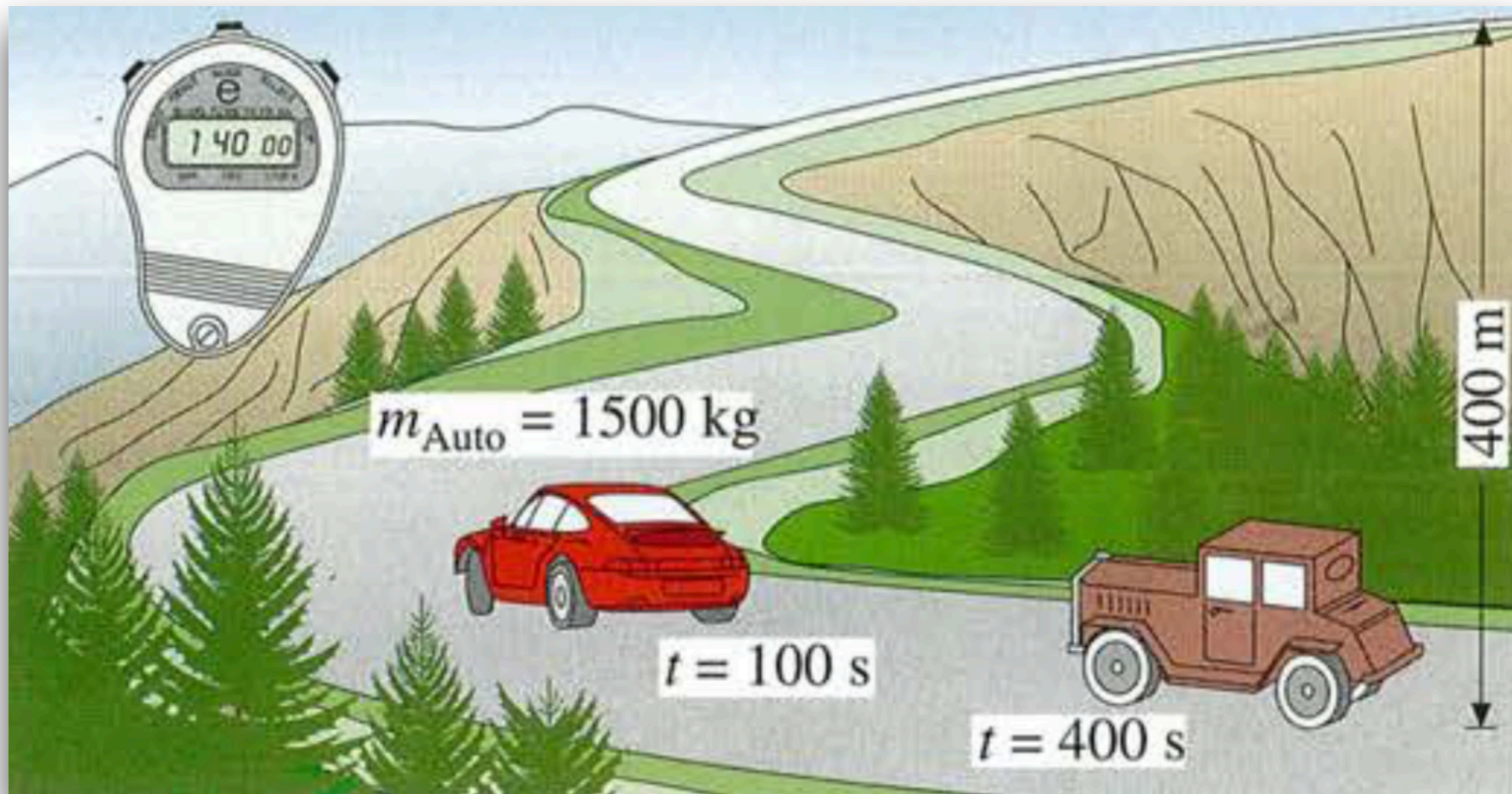


3. Leistung

3.1 Wie schnell wird Energie übertragen?



„Unsere Autos haben beide die Höhenenergie $15000 \text{ N} \cdot 400 \text{ m} = 6000 \text{ kJ}$ bekommen. Die Motoren der Autos sind gleich stark!“

3. Leistung

3.1 Wie schnell wird Energie übertragen?



„Unsere Autos haben beide die Höhenenergie $15000\text{N} \cdot 400\text{m} = 6000\text{kJ}$ bekommen. Die Motoren der Autos sind gleich stark!“

3. Leistung

3.1 Wie schnell wird Energie übertragen?

Teilt man zum Vergleich die umgesetzte Energie durch die dafür benötigte Zeit, so erhält man die *Schnelligkeit der Energieübertragung*. Diesen Quotienten nennt man **Leistung P**.

Definition:

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

Die Einheit der Leistung ist $1\text{J/s} = 1\text{W}$ (Watt)

3. Leistung

3.1 Wie schnell wird Energie übertragen?

Teilt man zum Vergleich die umgesetzte Energie durch die dafür benötigte Zeit, so erhält man die *Schnelligkeit der Energieübertragung*. Diesen Quotienten bezeichnet man als *Leistung P*.

Definition:

Die Leistung von Automotoren wurde früher in PS („Pferdestärke“) statt in kW angegeben. 1PS war an der Leistung eines Pferdes orientiert („Hafermotor“); es gilt $1 \text{ PS} = 735 \text{ W}$

3. Leistung

3.1 Wie schnell wird Energie übertragen?

Taschenrechner	0.02 W
Fahrraddynamo	3 W
Haushaltsglühlampe	25 - 100 W
Mensch (dauernd)	80 W
kleiner Tauchsieder	300 W
Heizung einer Wohnung	20 kW
mittlerer Automotor	50 kW
Diesellokomotive	3 MW
ICE	8 MW
Dampfturbine	1000 MW

3. Leistung

3.1 Wie schnell wird Energie übertragen?

Oft kennt man die Leistung eines elektrischen Gerätes und möchte die Energie berechnen, die in einer bestimmten Zeit geliefert wird. Multipliziert man beide Seiten von $P=W/t$ mit t , so erhält man $W = P \cdot t$.
Beträgt die Leistung z.B. 80 W und wird das Gerät 10s lang betrieben, so ist die umgesetzte Energie $W = P \cdot t = 80W \cdot 10s = 800Ws$.



Die in der Rechnung auftretende Einheit Ws (Wattsekunde) wird häufig statt der Einheit Joule benutzt:

$$1 \text{ Ws} = 1W \cdot 1s = 1 \text{ (J/s)} \cdot 1s = 1J.$$

In der Praxis misst man die Energie auch in Kilowattstunden:

$$1kWh = 1000W \cdot 3600s = 3600000J$$

3. Leistung

3.1 Wie schnell wird Energie übertragen?



Beispielsaufgabe

Ein Mann (80 kg) rennt in 20 s eine Treppe hinauf. Dabei überwindet er eine Höhendifferenz von 8 m.

- a) Welche Art der Arbeit wird hier verrichtet?
- b) in welcher Energieform wird sie gespeichert?
- c) Wie gross ist die Leistung, die der Mann erbringt?
- d) Beantworte die Fragen a), b) und c) wenn der Mann anstelle der 20s eine Minute gebraucht hätte.

3. Leistung

3.2 Wirkungsgrad

Die klassischen Glühlampen haben den schlechtesten Wirkungsgrad bei den gebräuchlichen Lampen. Halogenlampen sind etwas besser, ihr Wirkungsgrad reicht aber nicht an die auf vollkommen anderen Prinzipien beruhenden Leuchtstofflampen heran. Die Glühlampe hat jedoch das Potential, die Leuchtstofflampen einzuholen.

3. Leistung

3.2 Wirkungsgrad

Vergleich der Wirkungsgrade verschiedener Leuchtmittel

Glühlampe > (2%)

Halogenlampe (3%)

Halogenlampe, mit IR-Rückkopplung (5%)

Energiesparlampe (12%)

Leuchtdioden, weiss (12%)

Natriumdampf Lampe (30%)

Die klassische
Wirkungsgrade
etwas
vollkommen
heraus
Leucht

sind
en

3. Leistung

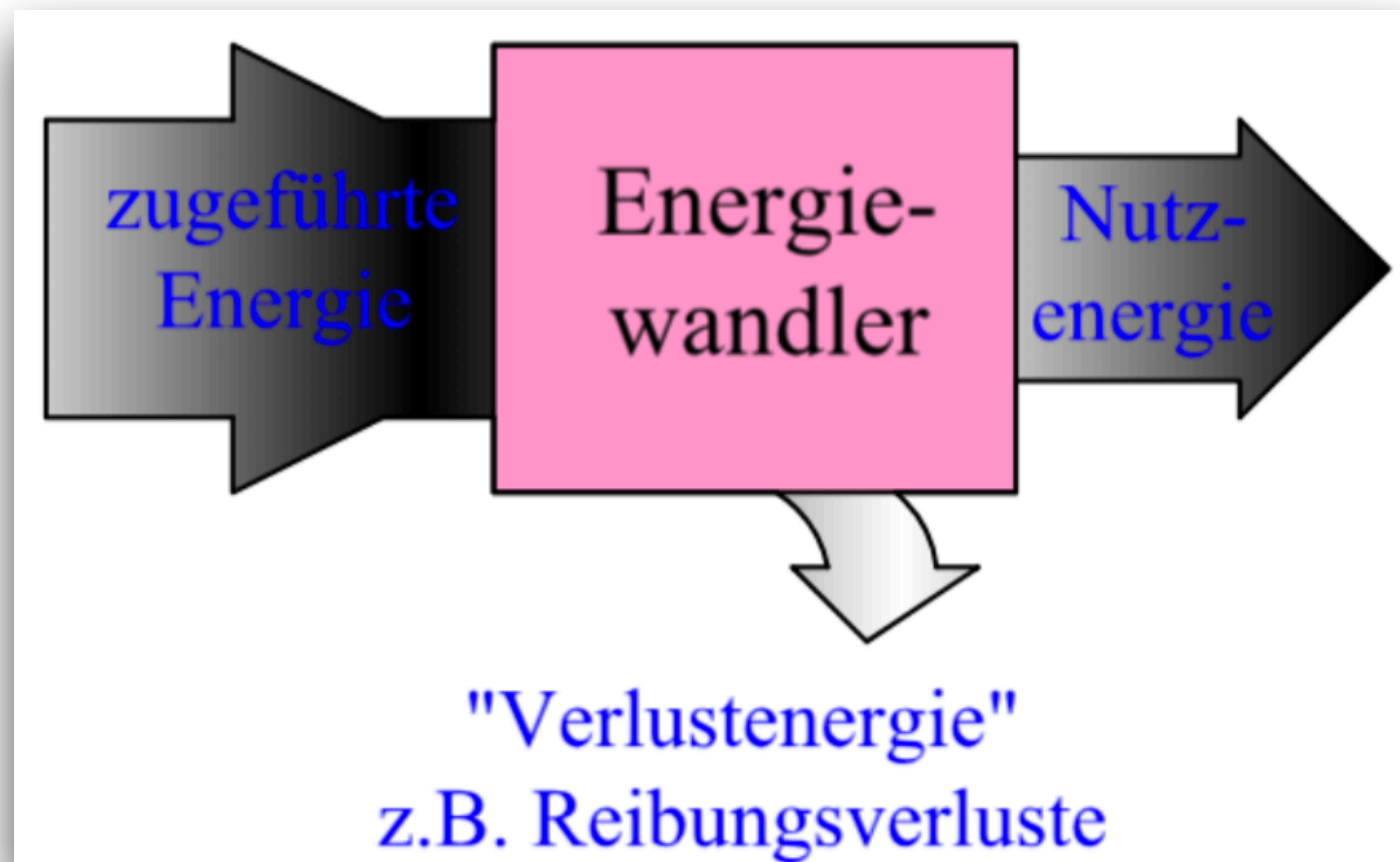
3.2 Wirkungsgrad

Energie kann **nur teilweise** vom
einen ins andere System fließen.

3. Leistung

3.2 Wirkungsgrad

Energie kann **nur teilweise** vom
einen ins andere System fließen.



3. Leistung

3.2 Wirkungsgrad

Energie kann **nur teilweise** vom
einen ins andere System fließen.

Definition: Der Wirkungsgrad gibt an, welcher Anteil der aufgewendeten Energie in nutzbringende Energie umgewandelt wird.

3. Leistung

3.2 Wirkungsgrad

Energie kann **nur teilweise** vom
einen ins andere System fließen.

Definition: Der Wirkungsgrad gibt an, welcher Anteil der aufgewendeten Energie in nutzbringende Energie umgewandelt wird.

Formelzeichen: η

Einheit: Teile von 1 oder in %

3. Leistung

3.2 Wirkungsgrad

Definition Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{W_1}{W_2} = \frac{P_1}{P_2}$$

3. Leistung

3.2 Wirkungsgrad

Definition Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{W_1}{W_2} = \frac{P_1}{P_2}$$

Wirkungsgrad
(keine Einheit)

nutzbare Arbeit
(J oder Nm)

nutzbare Leistung (W)

aufgenommene Arbeit
(J oder Nm)

zugeführte
Leistung (W)

3. Leistung

3.2 Wirkungsgrad

Definition Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{W_1}{W_2} = \frac{P_1}{P_2}$$

Wirkungsgrad
(keine Einheit)

nutzbare Arbeit
(J oder Nm)

nutzbare Leistung (W)

aufgenommene Arbeit
(J oder Nm)

zugeführte
Leistung (W)

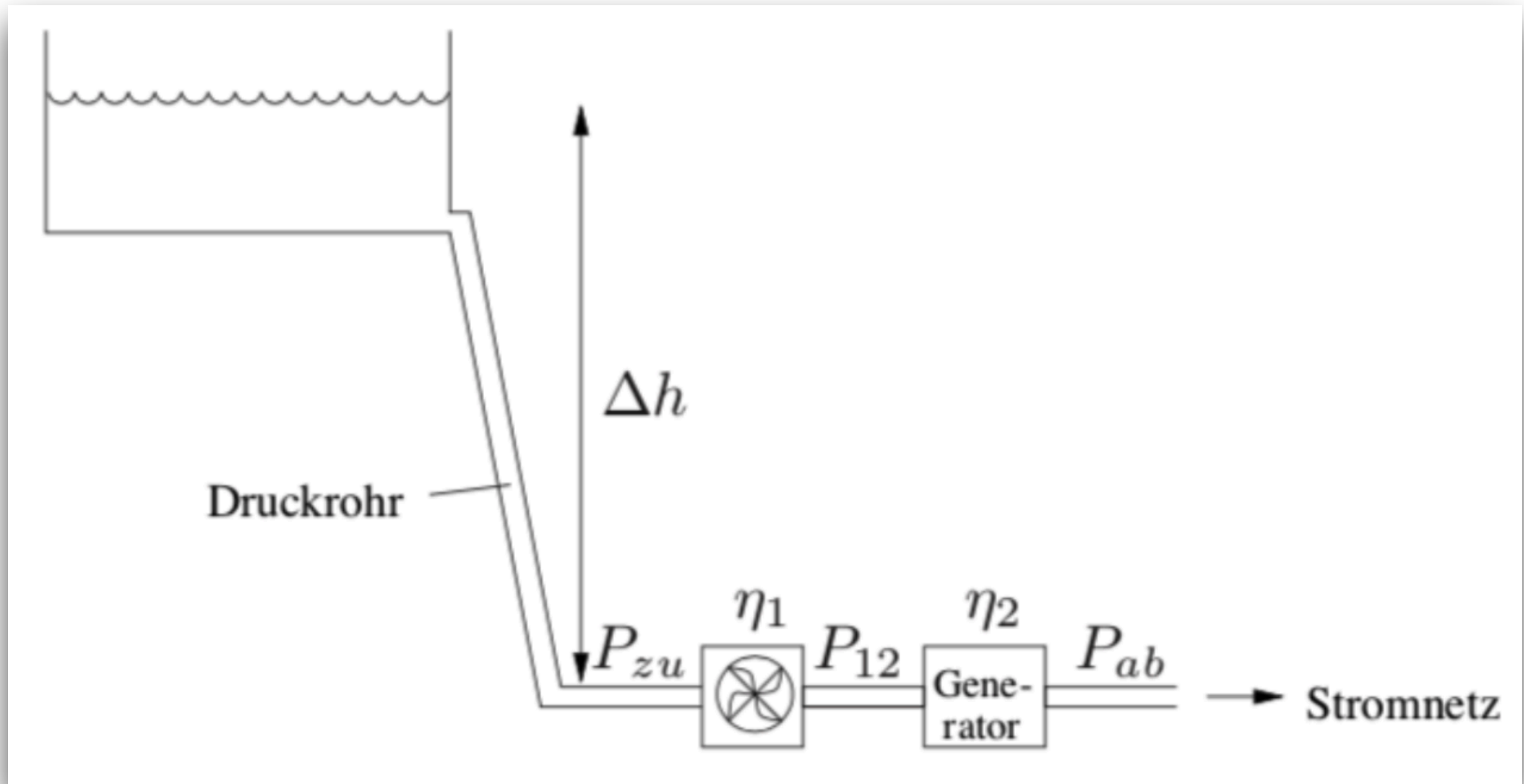
Ein Wirkungsgrad von 0.4 oder 40% bedeutet:

40% der aufgewendeten Energie werden für einen bestimmten Zweck in nutzbringende Energie umgewandelt. Die übrigen 60% sind für den betreffenden Zweck nicht nutzbar, können aber möglicherweise noch für andere Zwecke genutzt werden.

3. Leistung

3.3 Gesamtwirkungsgrad

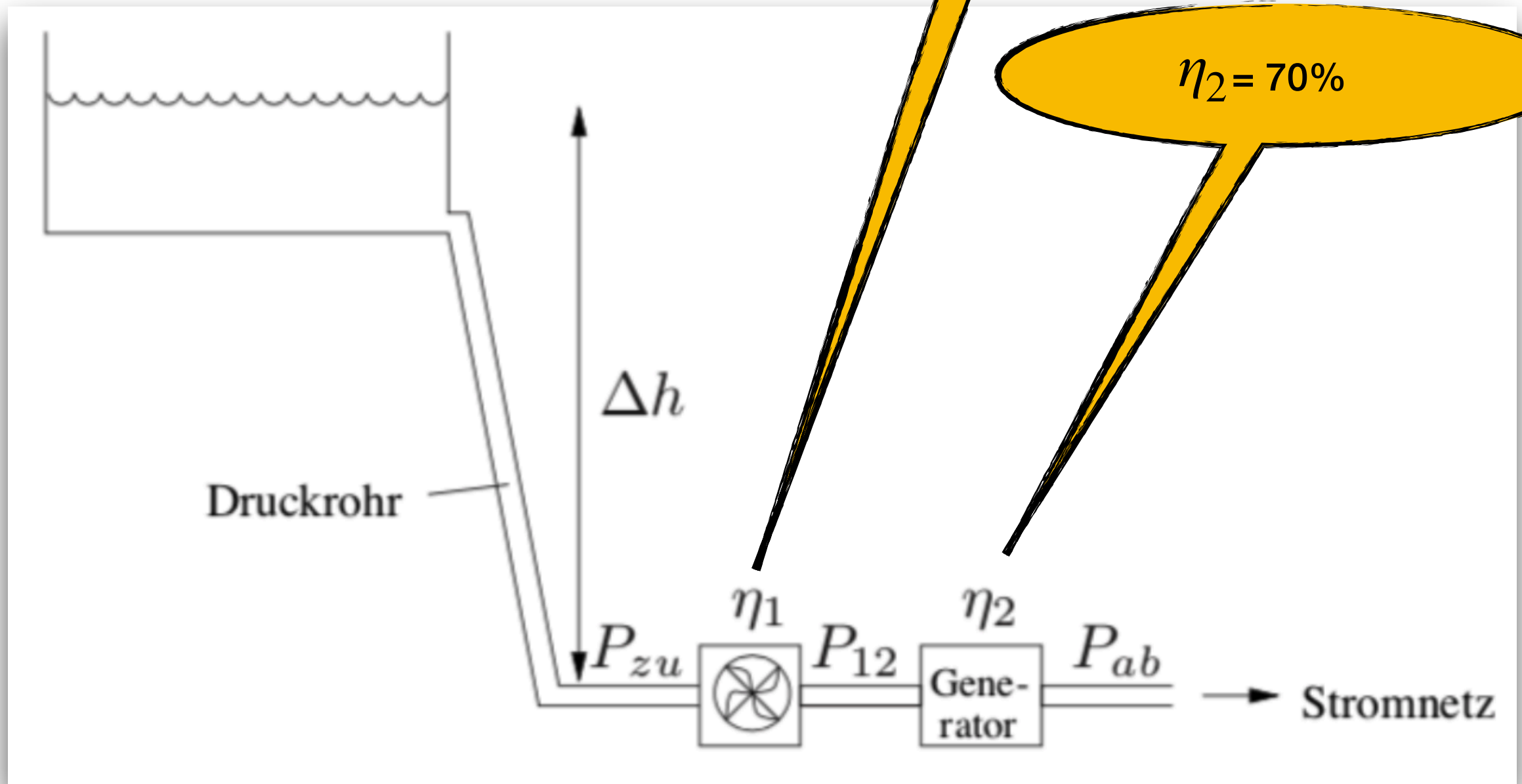
$$\eta = \frac{P_1}{P_2}$$



3. Leistung

3.3 Gesamtwirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_1}{P_2}$$



Kästchen im
Skript S.24

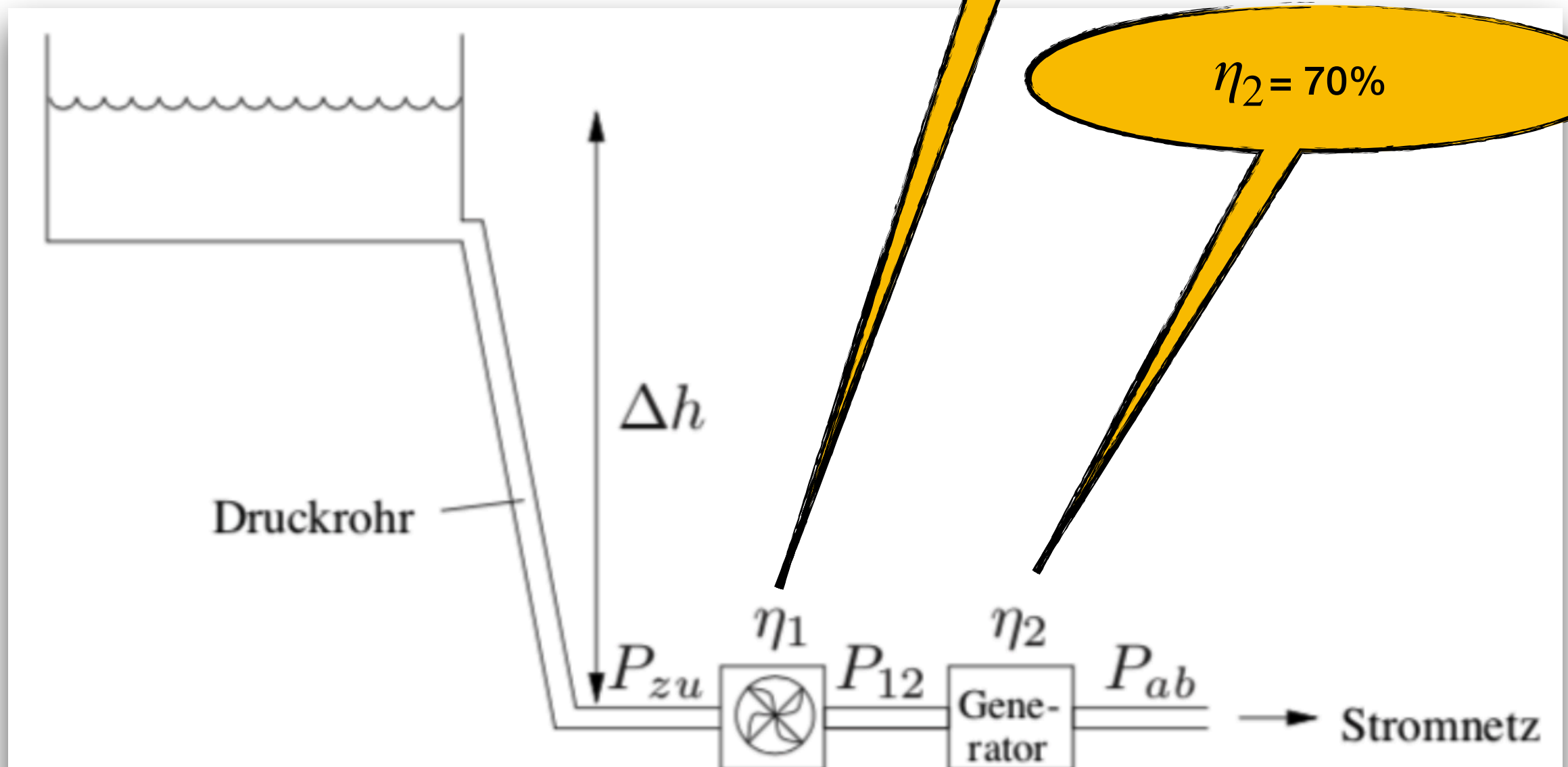
3. Leistung

3.3 Gesamtwirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_1}{P_2}$$

$$\eta_1 = 80\%$$

$$\eta_2 = 70\%$$



P_{ab} :

Kästchen im
Skript S.24

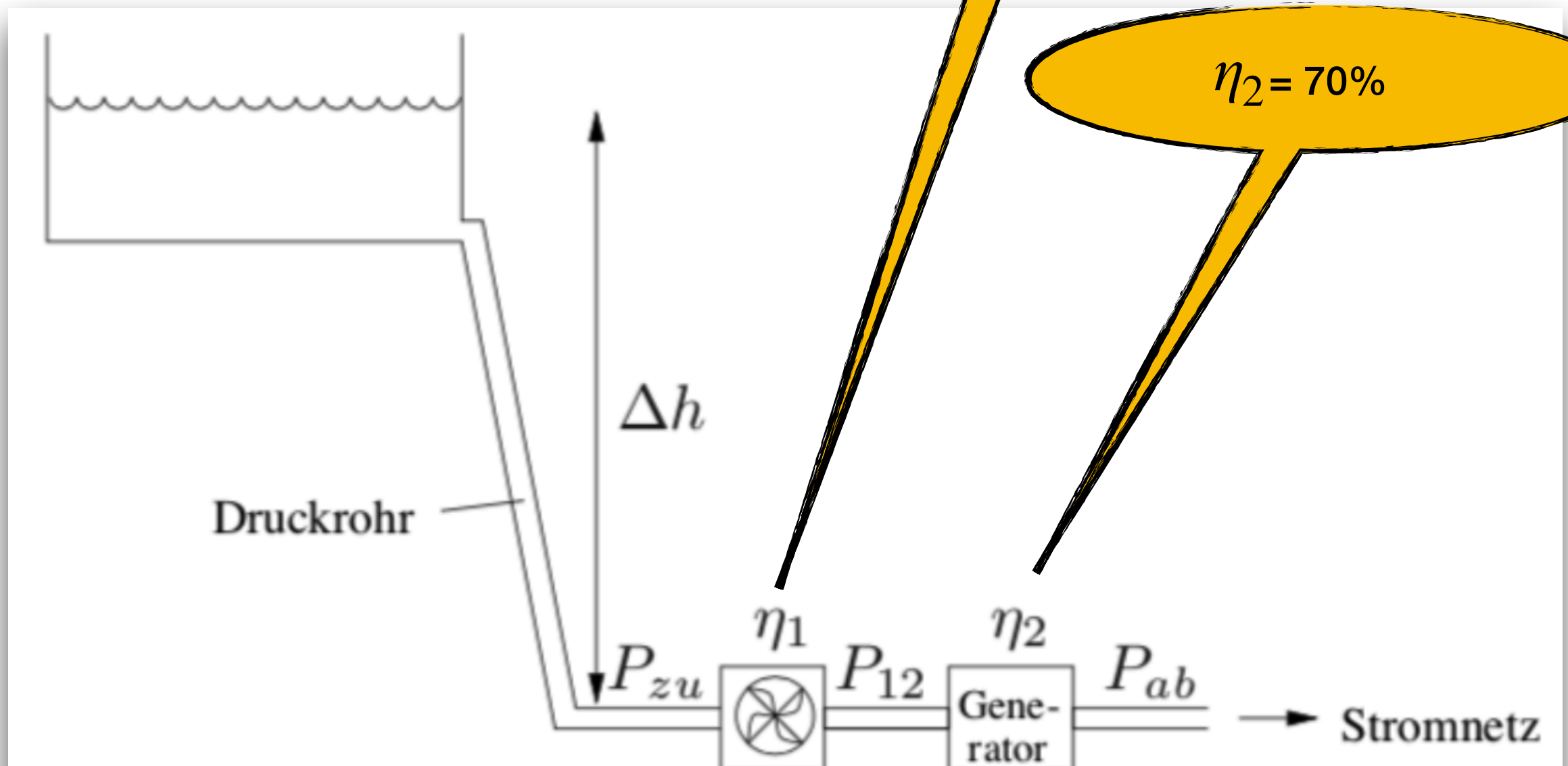
3. Leistung

3.3 Gesamtwirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_1}{P_2}$$

$$\eta_1 = 80\%$$

$$\eta_2 = 70\%$$



P_{ab} :

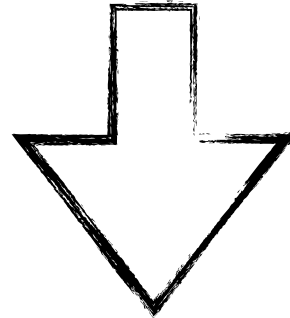
$$P_{ab} = \eta_2 P_{12} = \eta_2 \eta_1 P_{zu}$$

3. Leistung

3.3 Gesamtwirkungsgrad

$$P_{ab} = \eta_2 P_{12} = \eta_2 \eta_1 P_{zu}$$

$$P_{ab} = \eta P_{zu}$$



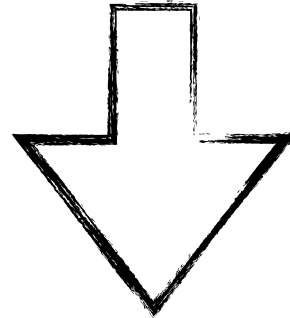
Gesamtwirkungsgrad $\eta =$

3. Leistung

3.3 Gesamtwirkungsgrad

$$P_{ab} = \eta_2 P_{12} = \eta_2 \eta_1 P_{zu}$$

$$P_{ab} = \eta P_{zu}$$



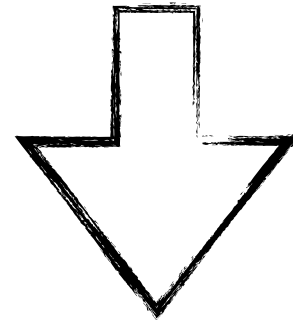
Gesamtwirkungsgrad $\eta = \eta_2 \eta_1$

3. Leistung

3.3 Gesamtwirkungsgrad

$$P_{ab} = \eta_2 P_{12} = \eta_2 \eta_1 P_{zu}$$

$$P_{ab} = \eta P_{zu}$$



Gesamtwirkungsgrad $\eta = \eta_2 \eta_1$

Allgemein:

Allgemein ist der Gesamtwirkungsgrad η von n hintereinander geschalteten Maschinen das Produkt der Einzelwirkungsgrade $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$:

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n$$

3. Leistung

3.3 Gesamtwirkungsgrad

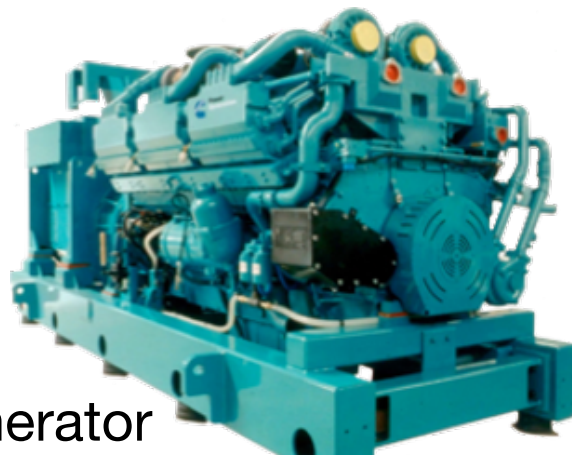


$$\eta_1 = 0.98$$



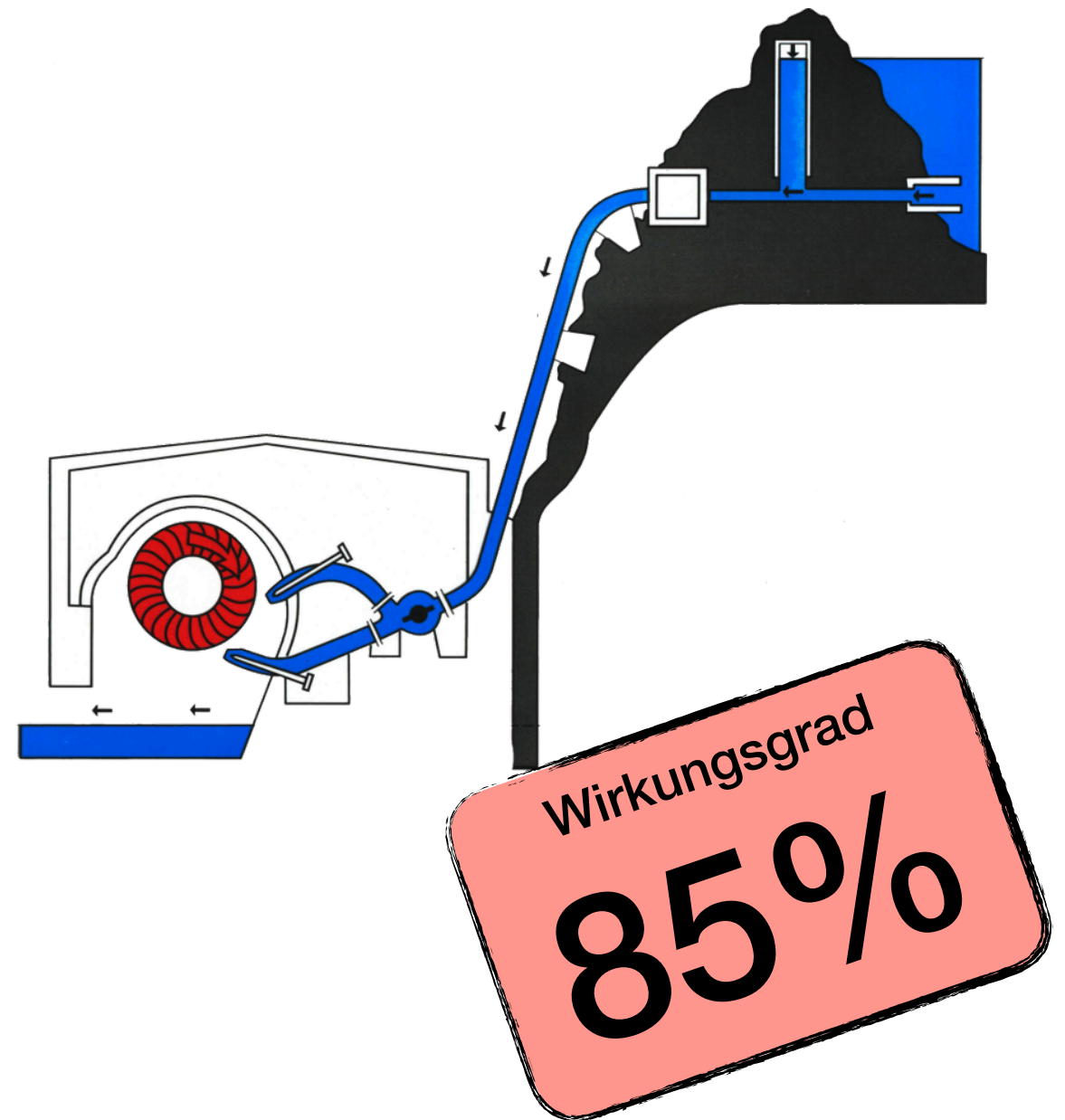
Turbine

$$\eta_2 = 0.95$$



Generator

$$\eta_3 = 0.91$$



Gesamtwirkungsgrad

$$\eta_{tot} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = 0.85$$

3. Leistung

3.4 Aufgaben

Aufgaben

Lösen Sie die Aufgaben 1 - 10 im Skript auf Seite 25 & 26.