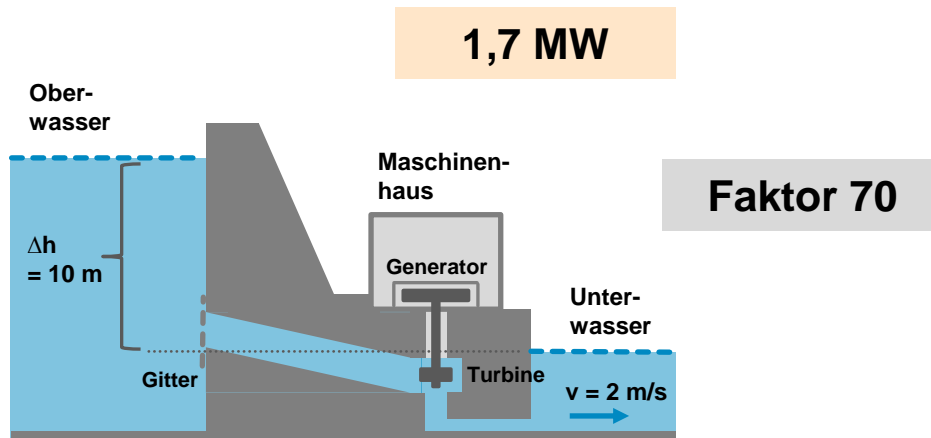




# **Wasserkraft: Das Zusammenspiel zwischen potentieller und kinetischer Energie**

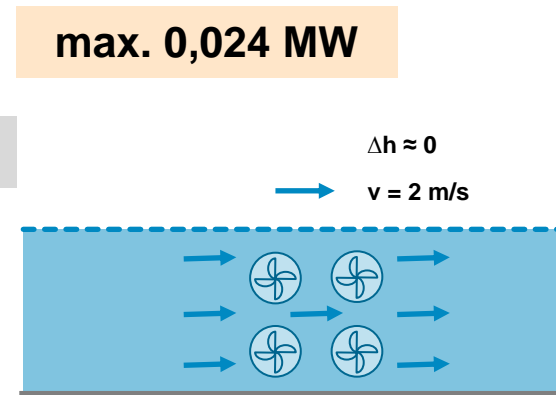
# Wasserkraft: Das Zusammenspiel zwischen potentieller und kinetischer Energie

## Konventionelles Wasserkraftwerk



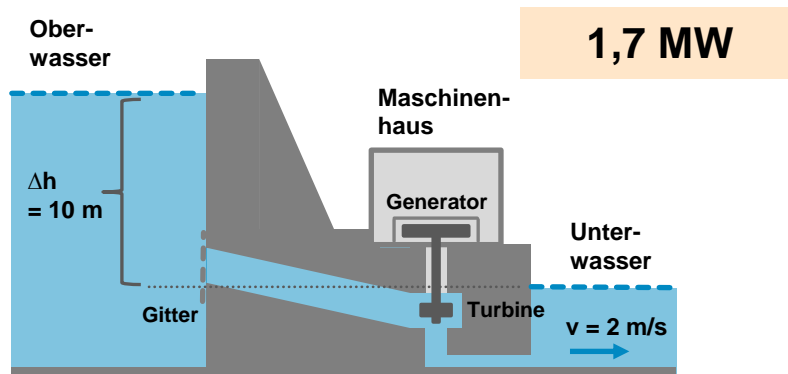
Bei einer Durchflussmenge von  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  lassen sich mit einem konventionellen Wasserkraftwerk etwa 1,7 MW Leistung erzielen. Es wird die potentielle Energie des Stauraumes genutzt (10 m Höhenunterschied, 85 % Wirkungsgrad).

## „Ökologische“ Wasserkraft (z.B. Strömungskraftwerk)



Ohne ein Aufstauen des Flusses lässt sich nur die kinetische Energie des Wassers nutzen. Bei gleicher Durchflussmenge ( $20 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ist die theoretisch mögliche Leistung um Faktor 70 geringer.

# Berechnungsbeispiel Konventionelles Wasserkraftwerk



Pro Sekunde fließen 20 m<sup>3</sup> Wasser durch die Anlage (Durchflussmenge Q):

$$\dot{m} = \frac{dm}{dt} = \rho * Q \quad Q = 20 \frac{m^3}{s}$$

bei  $v = 2 \frac{m}{s}$  und  $A = 10 m^2$

Die erzielbare Leistung in einem konventionellen Wasserkraftwerk berechnet sich also wie folgt:

Potentielle Energie bzw. Leistung:

$$W_{pot} = m * g * \Delta h \quad P_{pot} = \frac{dW}{dt} = \dot{m} * g * \Delta h$$

Kann genutzt werden mit einem Wirkungsgrad von:  $\eta = 85 \%$

$$\rho = 1.000 \frac{kg}{m^3}$$

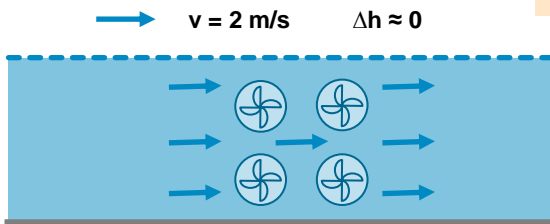
$$P_{konv} = \rho * g * Q * \Delta h * \eta$$

$$P_{konv} = 1.000 \frac{kg}{m^3} * 9,81 \frac{m}{s^2} * 20 \frac{m^3}{s} * 10 m * 0,85$$

$$P_{konv} = 1.667.700 \frac{kg * m^2}{s^3} = 1,7 MW$$

# Berechnungsbeispiel Öko-Wasserkraft (z.B. Strömungskraftwerk)

max. 0,024 MW



Kinetische Energie bzw. Leistung:

$$W_{kin} = \frac{1}{2} * m * v^2 \quad P_{kin} = \frac{dW}{dt} = \frac{1}{2} * \dot{m} * v^2$$

Herleitung der Formel über den  
Massenstrom  $q_m$  bzw. Volumenstrom  $\dot{V}$ :

$$q_m = \dot{m} = \frac{dm}{dt} = \rho * \dot{V} = \rho * v * A$$

$$P_{kin} = \frac{1}{2} * \rho * A * v^3$$

$$\dot{V} = Q = 20 \frac{m^3}{s} \quad v = 2 \frac{m}{s} \quad \Rightarrow A = 10 m^2$$

Es kann nicht die gesamte im Wasser  
enthaltene kinetische Energie genutzt werden,  
sondern maximal ein Leistungsbeiwert  $c_p$  wie  
bei Windkraftanlagen:

$$c_p = \frac{\text{Entnommene Energie}}{\text{Enthaltene Energie}} = \frac{16}{27}$$

Die maximal mögliche Leistung in einem  
Strömungskraftwerk ist also:

$$P_{Theor,kin} = \frac{1}{2} * \rho * A * v^3 * c_p$$

$$P_{Theor,kin} = \frac{1}{2} * 1.000 \frac{kg}{m^3} * 10 m^2 * \left(2 \frac{m}{s}\right)^3 * \frac{16}{27}$$

$$P_{Theor,kin} = 23.704 \frac{kg * m^2}{s^3} = 0,024 MW$$

## Zusammenfassung

- In einem konventionellen Wasserkraftwerk wird Strom hauptsächlich aus der potentiellen Energie des aufgestauten Wassers gewonnen.
- Die kinetische Energie (Strömungsenergie) eines fließenden Gewässers ist hingegen um ein Vielfaches geringer.
- Wie bei Windkraftanlagen steigt der mögliche Ertrag eines Strömungskraftwerkes in der dritten Potenz mit der Strömungsgeschwindigkeit.
- Übliche Strömungsgeschwindigkeiten ( $2 \text{ m/s} = 7,2 \text{ km/h}$ ) reichen jedoch nicht aus, um eine ähnlich hohe Leistung zu erzielen wie ein konventionelles Wasserkraftwerk.

**VIELEN DANK FÜR IHRE  
AUFMERKSAMKEIT!**

**Verband der Bayerischen Energie- und Wasserwirtschaft e. V.**