

Kohle, Öl und Wasserkraft.

Von Berat. Regierungsbaumeister Dr.-Ing. **Leiner**, z. Z. Stolp-R.

Zur Entscheidung über die Frage des Ersatzes von Wärmekraftmaschinen durch Wasserkraftanlagen, zur Beurteilung der wirtschaftlichen Verhältnisse beim Anschluß von Kraftbetrieben an Überlandnetzte und schließlich auch zur Gewinnung eines Überblickes über die zweckmäßigste Betriebskraft im Einzelfall ist ein Einblick in die Energiewirtschaft von Nutzen. Er wird durch nachfolgende Zeilen gegeben.

I. Mechanische Energie. Wasserkraft.

Zur Hebung einer Last P kg um die Höhe H m ist eine Arbeit A von der Größe

$$A = PH \text{ mkg} \dots \dots \dots (1)$$

notwendig. Die hochgehobene Last besitzt gegenüber der anfänglichen Lage eine Arbeitsfähigkeit oder Lageenergie E gleicher Größe, denn sie könnte beispielsweise über eine reibungslose Rolle bei geringstem Übergewicht eine gleichgroße Last P durch Sinken hochziehen. Also ist auch

$$E = PH \text{ mkg} \dots \dots \dots (2)$$

Da 1 cbm Wasser bei 4°C und annähernd auch bei gewöhnlicher Flußtemperatur 1000 kg wiegt, so besitzt auch hochliegendes Wasser Lageenergie entsprechend Wassermenge und Gefälle. Beispielsweise hat ein Staubecken vom Inhalt V cbm und der Schwerpunktweite H m über der Turbinenachse eine Lageenergie E (mit Bezug auf die Turbine) oder eine Roharbeitsfähigkeit A_o von

$$E = A_o = 1000 V \cdot H \text{ mkg} \dots \dots \dots (3)$$

(Energie oder Roharbeit aufgespeicherter Wassermasse)

Arbeit bzw. Energie sind unabhängig vom Zeitbegriff! Je schneller jedoch eine Arbeit getan wird, desto größer ist die Leistungsfähigkeit oder Leistung des Arbeitenden. Man bezeichnet daher den Begriff Leistung N als Arbeit geteilt durch Zeit, mißt die Leistung also nach mkg/s.

Beispiel: Eine Arbeit $A = 60$ mkg sei in 3-s getan, dann ist die Leistung $N = \frac{60}{3} \text{ mkg/s} = 20 \text{ mkg/s}$.

Die Einheit mkg/s ist für die Technik etwas klein, man bedient sich daher der 75fachen Einheit, der Pferdekraft PS. Es ist also

$$1 \text{ PS} = 75 \text{ mkg/s} \dots \dots \dots (4)$$

Entsprechend große Arbeit wird in Pferdekraftstunden PSh gemessen. Es ist

$$1 \text{ mkg} = \frac{1}{75} \text{ PSs} = \frac{1}{75 \cdot 3600} \text{ PSh} = \frac{1}{270000} \text{ PSh} \quad (5)$$

$$1 \text{ PSh} = 270000 \text{ mkg} \dots \dots \dots (6)$$

Also lautet Gl. 3 auch

$$E = A_o = \frac{VH}{270} \text{ PSh} \dots \dots \dots (7)$$

Da allgemein Arbeit geteilt durch Zeit Leistung war, so ist umgekehrt Arbeit gleich Leistung mal Zeit.

Stürzen bei einem Wasserfall Q cbm/s durch ein Gefälle H m, so ist die sekundliche Roharbeit des Wasserfalles, also seine Rohleistung N_o

$$N_o = 1000 QH \text{ mkg/s} = \frac{1000}{75} QH \text{ PS} \dots \dots (8)$$

$$N_o = 13,333 QH \text{ PS} \dots \dots \dots (9)$$

(Rohleistung fließenden Wassers)

Man beachte: Eine bestimmte Wassermenge V cbm gibt nach Gl. 6 Arbeit, ein stets sich erneuernder Wasserstrom Q cbm/s nach Gl. 8 Leistung.

II. Elektrische Energie.

Außer der hier besprochenen Energie der Lage gibt es auch andere Energieformen, wie Energie des Druckes, Energie der Bewegung, elektrische Energie, Energie der Wärme, chemische Energie, Radioaktivität usw.

Für die verschiedenen Energieformen bestehen gegenseitige

Beziehungen, so auch für mechanische und elektrische Energie. Für letztere ist das Leistungsmaß das Kilowatt kW und das Energiemaß die Kilowattstunde kWh. Es gilt

$$1 \text{ PS} = 0,736 \text{ kW} \dots \dots \dots (10)$$

Demnach lauten Gl. 7 und 9 auch

$$E = A_o = \frac{0,736 VH}{270} \text{ kWh} = \text{rd.} \frac{VH}{366,85} \text{ kWh} \quad (11)$$

(Energie oder Roharbeit aufgespeicherter Wassermenge)

$$N_o = \frac{736}{75} QH \text{ kW} = \text{rd.} 9,8133 QH \text{ kW} \dots \dots (12)$$

(Rohleistung fließenden Wassers)

III. Verbrennungswärme. Mechanische oder elektrisch erzeugte Wärme.

Praktisch wichtig sind die Beziehungen zur Wärme. Eine Wärmeeinheit WE (Kilogrammkalorie) ist diejenige Wärmemenge, welche erforderlich ist, um 1 kg Wasser um 1°C zu erwärmen. (Genauer: Von $14,5^\circ \text{C}$ auf $15,5^\circ \text{C}$). Es ist

$$1 \text{ WE} = 427 \text{ mkg} = \frac{427}{270000} \text{ PSh} = \frac{427 \cdot 0,736}{270000} \text{ kWh} \quad (13)$$

$$1 \text{ WE} = \text{rd.} 0,0015815 \text{ PSh} = \text{rd.} 0,00116398 \text{ kWh} \dots (14)$$

$$1 \text{ PSh} = 632,3185 \text{ WE} = \text{rd.} 632 \text{ WE} \dots \dots \dots (15)$$

$$1 \text{ kWh} = 859,1284 \text{ WE} = \text{rd.} 860 \text{ WE} \dots \dots \dots (16)$$

Diese Zahl wird von verschiedenen Autoren mit 860 und weiter bis zu 864 angegeben, zum Teil auf Grund falscher Voraussetzungen. So hat beispielsweise 864 nur seine Berechtigung, wenn das mechanische Wärmeäquivalent gleich 424 mkg wäre, was früher angenommen wurde. Nach bisher zuverlässigster Messung ist $1 \text{ kWh} = 860,38 \text{ WE}$. Diese Zahl wurde durch „Gesetz über die Temperaturskala und die Wärmeeinheit“ auf 860 abgerundet.

Auf Grund dieser Beziehungen soll untersucht werden, wie weit in der Wärmewirtschaft elektrische Energie an die Stelle der Verbrennungswärme wirtschaftlich berechtigt treten kann. Es bedeute

H Heizwert in WE je kg oder bei Heizgasen je cbm Brennstoff.

η_H Wirkungsgrad der Verbrennung, also Verhältnis zwischen Heizwert und nutzbarer Wärme,

η_E Wirkungsgrad elektrischer Wärmeerzeugung, z. B. der eines elektrischen Ofens,

G Gewicht einer Brennstoffmenge in kg oder Rauminhalt einer Heizgasmenge in cbm, welche praktisch die gleiche Wärmemenge nutzbar bereitstellt wie eine Kilowattstunde.

Wärmetechnische Gleichwertigkeit ist vorhanden für

$$GH \eta_H = 1 \cdot 860 \cdot \eta_E \dots \dots \dots (17)$$

(Wärmetechnischer Gleichwert einer Brennstoffmenge und einer Kilowattstunde)

Daraus findet man

$$G = \frac{860 \cdot \eta_E}{H \cdot \eta_H} \text{ kg bzw. cbm für Gase} \dots \dots (18)$$

Beispiel 1:

Zentralheizung mit Gaskoks von $H = 6000 \text{ WE/kg}$, $\eta_K = 0,98$, $\eta_H = 0,60$. Man findet $G = 0,234$, d. h. es dürfte bei wirtschaftlicher Gleichwertigkeit der reinen Brennstoffkosten 1 kWh nicht mehr als 0,234 kg Gaskoks kosten, oder bei 0,03 \mathcal{M} je kg frei Haus nicht mehr als $0,03 \cdot 0,234 = \text{rd.} 0,007 \mathcal{M}$.

Beispiel 2:

Gewöhnliche Ofenheizung mit Braunkohlenbriketts von $H = 4500 \text{ WE}$, $\eta_E = 0,98$, $\eta_H = 0,40$ (Kachelofen nach mehrjährigem Gebrauch). Man findet $G = 0,468$, d. h. es dürfte bei wirtschaftlicher Gleichwertigkeit der reinen Heizkosten 1 kWh nicht mehr als 0,468 kg Briketts kosten, bei 0,032 \mathcal{M}/kg (frei Haus) also nicht mehr als $0,032 \cdot 0,468 = 0,015 \mathcal{M}$.

Beispiel 3:

Kesselheizung mit Kohle von $H = 7500 \text{ WE/kg}$; zeitweiliger Behelf durch elektrische Heizkörper, die in die Siederohre eingeschoben werden. Es ist etwa $\eta_K = 0,9$, $\eta_H = 0,75$.