

Da in 1 kg Kohle 7494 Kal. enthalten sind, so ergibt sich folgende Wärmeverteilung:

Gesamtwärme von 1 kg Kohle . . . . .	7494 Kal.	
Zur Dampfbildung nutzbar gemachte Wärme .	5490 "	73,3 Proz.
Verloren in den Herdrückständen . . . . .	321 "	4,3 "
Wärmeverlust durch die abziehenden Heizgase	885 "	11,7 "
Restverlust (Strahlung, unverbrannte Gase, Ruß usw.) . . . . .	798 "	10,7 "
		100 Proz.

Nutzeffekt des Kessels:

$$\frac{5490}{7494} = 0,733, \text{ d. h. } 73,3 \text{ Proz.}$$

Bei genauer Beobachtung der Momente unter 1 a bis g, 2 a bis c und 3 sind nur Fehler im Bereiche des Erlaubten möglich.

### Beispiel einer technisch falsch angelegten Dampfkessel- und Rohrleitungsanlage.

Um darzutun, wie manchmal Dampfkesselanlagen unrationell angelegt sind und überlastet werden, führe ich hier einen von mehreren mir in der Praxis vorgekommenen Fällen rechnerisch durch.

Die durchschnittlichen Belastungen der Maschinen in einem Hüttenwerk waren:

1. Transmission für Kraftleistung . . . . .	150 PS,
2. Dynamoleistung . . . . .	110 "
	in Summa = 260 PS.

Die maximale Belastung betrug:

1. Transmission für Kraftleistung . . . . .	180 PS,
2. Dynamoleistung . . . . .	180 "
	in Summa = 360 PS.

Der mechanische Wirkungsgrad der Dampfmaschinen war im Mittel 0,85 und der Dampfverbrauch im Mittel 6 kg Dampf pro indiz. Pferdestärke.

Der durchschnittliche Dampfverbrauch ist hiernach  $\frac{260}{0,85} \cdot 6 = 1840 \text{ kg}$ ,

während der maximale Dampfverbrauch auf  $\frac{360}{0,87} \cdot 6 = \sim 2500 \text{ kg}$

steigt. Hierzu kommen noch verschiedene Verluste, so daß in Summa im Mittel 2040 bzw. 2700 kg Dampf maximal erforderlich waren. Diese Dampfmenge war viele Jahre von einem alten Röhrenkessel, 135 qm Heizfläche von 8 Atm. Überdruck, geliefert worden, und da der maximale Betrieb sehr häufig und für längere Zeit erfolgte, so wurde der Kessel mit 20 kg pro Quadratmeter beansprucht. Die Kraftanlage des Hüttenwerkes wurde vergrößert und ebenfalls die Dampfmaschinenanlage, die Dampfkesselanlage jedoch blieb in dem alten Umfange bestehen. Die Leistung stieg auf 450 PS<sub>e</sub>, somit bei 87 Proz. Nutzeffekt auf 520 PS<sub>i</sub>. Der Dampfverbrauch betrug bei dieser Leistung pro indizierte

Pferdestärke 5,4, somit insgesamt  $520 \cdot 5,4 = 2800$  kg; hierzu kommen noch diverse Verluste, so daß in Sa. max. etwa 3000 kg Dampf erforderlich waren. Bei der etwa 42 m langen unbedeckten Rohrleitung zwischen Dampfkessel- und Dampfmaschinenhaus ergab sich ein Verlust pro Jahr wie folgt:

Die Temperatur des Dampfes sinkt von  $280^{\circ}\text{C}$  am Kessel gemessen bis auf  $220^{\circ}\text{C}$  an der Maschine, so daß die Differenz  $60^{\circ}\text{C}$  beträgt. Unter der Annahme, daß die spezifische Wärme des überhitzten Dampfes rund 0,6 ist, würden sich hierbei  $60 \cdot 0,6 = 36$  Kal. ergeben, also für 3000 kg Dampf

$$36 \cdot 3000 = 108\,000 \text{ Kal.}$$

pro Stunde, und bei 24 stündigem Betriebe und 365 Tagen:

$$108\,000 \cdot 24 \cdot 365 = 946\,080\,000 \text{ Kal.}$$

Der Nutzeffekt des Dampfkessels betrug im Mittel 65 Proz., und als Brennmaterial wurde Ia Kohle von der Grube „Wolfsbank“ mit einem Heizwert von etwa 7000 Kal. verwendet.

Die gesamte nutzbare Wärmemenge von 1 kg Kohle beläuft sich somit auf:

$$0,65 \cdot 7000 = 4550 \text{ Kal.}$$

Es sind somit pro Jahr für die Erzeugung von 946 080 000 Kal., die durch die lange Rohrleitung verloren gehen, erforderlich:

$$\frac{946\,080\,000}{4550} \sim 208\,000 \text{ kg,}$$

was bei einem Preise von 0,02  $\mathcal{M}$  pro Kilogramm an Kosten pro Jahr verursacht:

$$0,02 \cdot 208\,000 = 4160 \mathcal{M}.$$

Die starke Beanspruchung des Kessels und die großen Verluste in den langen unbedeckten Rohrleitungen führten zu einem sehr unökonomischen Betriebe, wie obige Ausführungen dartun.

Nach meiner Feststellung dieser Verhältnisse beauftragte mich die Hüttenverwaltung, einen Vorschlag zur Neuprojektierung der Dampfkessel- und Rohrleitungsanlagen zu machen. Das ganze Terrain war im Laufe der Jahre so bebaut worden, daß in der Nähe der Dampfmaschinenanlage kein Raum zum Bau einer Dampfkesselanlage war. Es wäre nur möglich gewesen, ein altes Treibofengebäude für die Kesselanlage zu benutzen; hierdurch war allerdings die Versetzung des bestehenden und eines alten Reservekessels, sowie des Treibofens und der Bau eines neuen Treibofengebäudes bedingt. Die Unkosten betragen ohne Anschaffung eines neuen Kessels allein etwa 21 700  $\mathcal{M}$ , während die Betriebsunkosten durch die Verluste in einer kürzeren, jedoch noch immerhin langen Rohrleitung auf etwa 1750  $\mathcal{M}$  fallen würden. Die Raumgewinnung für eine ev. spätere weitere Vergrößerung der Kesselanlage war in dem alten Treibofengebäude nicht möglich; außerdem war dieses Projekt nicht günstig, da die Kessel durch bestehende Reser-

voire nur ziemlich weit ab von der Mauer des Dampfmaschinenraumes montiert werden konnten. Es mußte somit, aus den besagten Gründen, von diesem Projekt Abstand genommen werden, und konnte der neue Kessel nur zwischen die beiden vorhandenen Tenbrinkkessel, und zwar mit einer Seite an den links stehenden Kessel angemauert werden. Die rechte und Rückseite mußte zur Reinigung und Bedienung der Überhitzerregulierklappe zugänglich bleiben. Um Raum für die Bedienung zu gewinnen, mußte die Mauer hinter dem neuen Kessel etwas geschwächt werden. In dem gegebenen Falle war es erforderlich, ein Kesselsystem, welches nur geringen Raum und reichliche Ausnutzung der Heizgase erfordert, zu wählen. Ich habe mich daher den örtlichen Verhältnissen möglichst angepaßt und einen Wasserrohrkessel von etwa 170 qm Heizfläche für 11 Atm. Betriebsüberdruck mit Kettenrost und einer Überhitzerheizfläche von etwa 60 qm für eine Überhitzung des Dampfes von etwa 280°C, eine komplette Speisepumpe und einen Injektor gewählt. Ein Kessel mit größerer Heizfläche konnte nicht untergebracht werden. Die Kosten für diesen betriebsfertigen Kessel nebst sämtlichen Rohrleitungen im Kesselhaus betragen etwa 22 000 *M.*, während das erste erwähnte Projekt nahezu das Doppelte gekostet hätte. Die Beanspruchung des neuen Kessels betrug im Mittel bei etwa 2600 kg Dampf nicht weit über 15 kg pro Quadratmeter und nur ganz vorübergehend im Maximum 17,6 kg pro Quadratmeter, so daß feuchte Dämpfe nicht zu befürchten waren; die alten beiden Kessel stehen in Reserve für den großen und werden im Maximum mit etwa 11 kg Dampf pro Quadratmeter beansprucht. Die Verluste durch die lange Rohrleitung konnten nur durch gute Isolierung vermindert werden, und wurde die Reduktion der Verluste auf die Hälfte erzielt, so daß pro Meter nur noch ein Temperaturverlust von nicht ganz  $\frac{3}{4}^{\circ}$  eintrat. Auf diesem Wege ist unter Berücksichtigung der lokalen Verhältnisse immerhin noch eine einigermaßen ökonomische Anlage erzielt und sind die Betriebsunkosten durch die Verluste in den Rohrleitungen tunlichst reduziert worden. Bei sehr geringer Belastung — Nachtbetrieb — kann man mit dem Betriebe eines alten Dampfkessels auskommen.

### **Prüfung eines liegenden Einflammrohrkessels mit Planrostinnenfeuerung und seitlichem Wellrohr (Blechwalzwerk Schulz-Knautd, A.-G., Essen a. d. Ruhr<sup>1)</sup>).**

#### **I. Daten des Kessels.**

Betriebsdruck 12 Atm.,  
Heizfläche 60 qm,  
Rostfläche 1,44 qm,

<sup>1)</sup> Die Prüfungsergebnisse sind dem „Offiziellen Berichte der Prüfungskommission der Elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt a. M. 1891“ entnommen, welcher der Verfasser als Assistent zugehörte.