

verlustes der Herdrückstände werden für jedes Gramm Kohle, das dieselben nach Ausweis der chemischen Untersuchung noch enthielten, 8,1 WE gerechnet. Bei der Berechnung muß die ev. Feuchtigkeit der Kohle berücksichtigt bzw. in Abzug gebracht werden. Das Verhältnis des Heizwertes der benutzten Kohle zu dem Wärmeverlust der Herdrückstände, bezogen auf die Einheit, ergibt den Wärmeverlust in Prozenten von dem Gesamtwärmevermögen. — Bedeutet  $A_n$  den Temperaturunterschied zwischen den Heizgasen und der Außenluft, 0,32 bzw. 0,48 die spezifischen Wärmen für 1 cbm Heizgas bzw. 1 kg Wasserdampf,  $C$  den Kohlenstoffgehalt,  $K$  den Kohlensäuregehalt der Heizgase,  $H$  bzw.  $W$  den Prozentgehalt an Wasserstoff bzw. an Wasser, so ist der Wärmeverlust durch die abziehenden Heizgase für 1 kg Brennstoff gleich:

$$(7) \dots \dots \left( 0,32 \cdot \frac{C}{0,536 \cdot K} + 0,48 \cdot \frac{9H + W}{100} \right) \cdot A_n$$

(s. hierzu sowie über Schornsteinverluste das Ingenieur-Taschenbuch „Hütte“). Zur Feststellung der Wärmebilanz sind die Einzelverluste, sowie die zur Dampfbildung nutzbar gemachte Wärmemenge an Hand obiger Erläuterungen und Formeln zu ermitteln. Der Restverlust ist durch Strahlung, Leitung, Ruß und unverbrannte Gase bedingt (siehe sub 3, S. 16).

## 2a. Speisewassermenge und zur Verdampfung nötige Wärme (Kesselspeisewassermesser).

Injektorspeisungen und Dampfpumpenbetrieb zur Speisung, deren Abdampf mit dem Speisewasser in Verbindung steht, sind unzulässig. Die Speisungen sind tunlichst ununterbrochen vorzunehmen.

Die Wägung des Speisewassers erfolgt in einem auf der Wage stehenden Behälter, in welchen man das Wasser in Mengen von etwa 500 bis 1000 kg aus der Leitung bzw. dem Wasserreinigungsapparat einlaufen läßt. Behufs späterer Kontrolle muß die Zeit der Wägung, sowie Beginn und Ende einer jeden Speisung notiert werden. — Die Richtigkeit der Wage muß geprüft und ein ev. Fehler in Korrektion gebracht werden.

Um weitere Korrekationen zu vermeiden, wird jeder Versuch so lange fortgesetzt, bis Wasserstand und Dampfspannung die gleichen sind wie zu Anfang des Versuches. Ferner ist es zu vermeiden, kurz vor Beginn bzw. Schluß der Versuche den Kessel längere Zeit zu speisen, da dann gleiche Mischungs- und Temperaturverhältnisse schwer zu erzielen sind. Wenn obige Momente beobachtet werden, so wird der Wasserstand am Anfang und Schluß der Versuche nur wenig schwanken, und außerdem wird die Temperatur und der Dampfgehalt des Kesselwassers in beiden Fällen nahezu gleich sein. Die durch ungleiche Wasserstandshöhe verursachten Fehler sind somit zu vernachlässigen.

Eventuell auftretendes Tropfwasser muß in den Speisewasserbehälter zurückgeführt werden. Rücklauf des Kesselwassers in den Speisewasserbehälter — bedingt durch undichte Ventile — muß vermieden werden. Nicht benutzte, mit dem Kessel zusammenhängende Leitungen müssen durch Blindflanschen abgeschaltet werden, damit der Zutritt von nicht gewogenem bzw. Austritt von nicht verdampftem Wasser unmöglich ist. Die Temperatur ist bei jeder Wägung des letzteren zu messen. Die Gesamtwärme des gesättigten Wasserdampfes, d. h. die Summe aus Flüssigkeits- und Verdampfungswärme (s. Des Ingenieurs Taschenbuch „Hütte“) wird durch die Regnaultsche Formel:

$$(8) \dots \lambda_1 = 606,5 + 0,305 t - s \text{ WE}$$

ermittelt. Hierin bedeutet

$t$  die der Fliegnerschen Tabelle entnommene Dampftemperatur und  $s$  die mittlere Speisewassertemperatur.

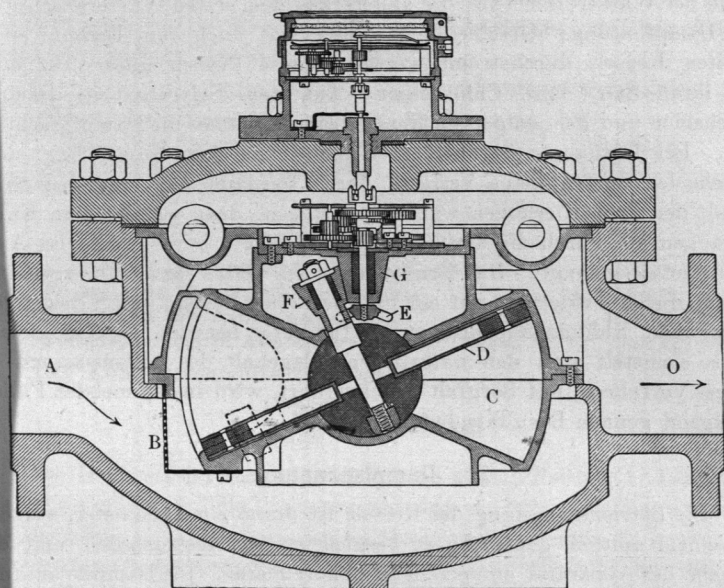
Da beim Dampfkesselbetrieb die Messung des Kesselspeisewassers zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Anlage eine große Rolle spielt, so will ich kurz einen geeigneten Messer in Konstruktion und Wirkungsweise beschreiben. Es ist dies der Scheibenwassermesser von Siemens u. Halske<sup>1)</sup>. Dieser Messer bestimmt das Durchflußwasser unmittelbar nach dem Volumen. Eine hohl gegossene, mit Graphitkohle ausgelegte Metallscheibe ruht auf einem Kugelgelenk und ist von einem Gehäuse umschlossen, dessen Gestaltung der Scheibenbewegung angepaßt ist. Die Scheibe bewegt sich auf den Kugelflächen und mit der Peripherie an den Gehäuseseitenwänden vorbei und teilt den vom Scheibenkammergehäuse umgebenen Meßraum in zwei gleiche Räume — den unteren und oberen —, die nebeneinanderliegenden Einströmungs- und Ausströmungsöffnungen sind getrennt durch eine senkrechte, von der Peripherie nach dem Kammermittelpunkt gehende Scheidewand, welche in einen entsprechenden Meßscheibenschlitz eingreift und vermeidet, daß sich die Scheibe um die Vertikalachse dreht, und auch, daß das Wasser ohne Einwirkung auf die Scheibe ungemessen den Meßraum durchläuft. Beim Durchfluß des Meßraumes hat das Wasser eine bestimmte Richtung einzuhalten und wird die Scheibe in eine oszillierende Bewegung gebracht, so daß bei jeder Oszillation der Scheibe eine Wassermenge, entsprechend dem Nutzinhalt der Scheibenkammer, abläuft. — Der Wasser-einlaß erfolgt bei  $A$ ; sodann tritt das Wasser durch das entsprechend große Sieb  $B$  und läuft, die Meßkammer ganz umspülend, in die Scheibenkammer  $C$ . Beim Durchfluß der Kammer wird Scheibe  $D$ , welche kugelförmig gelagert ist, in eine oszillierende Bewegung gebracht, welche mittelst Führungsrolle  $F$  und Mitnehmer  $E$  auf Zähl- und Zeigerwerk übertragen wird. Die Scheibe wird durch die Konusse  $G$  und  $F$  so geleitet, daß ein guter Abschluß zwischen Scheibe und Kammer besteht

<sup>1)</sup> Nachrichten der Siemens u. Halske-Werke.

und somit ein Durchfluß von ungemessenem Wasser vermieden wird. Eine Umdrehung des Mitnehmers *E* entspricht einer vollständigen Scheibenbewegung und einer Wasserdurchgangsmenge gleich dem Nutzinhalt der Scheibenkammer; das Volumen des Wassers ist somit genau festgestellt. Nach Durchgang des Wassers durch die Scheibenkammer fließt dasselbe durch die Austrittsöffnung und den Messer am Ausgangsstutzen *O* ab. Am Zifferblatt werden die Durchflußmengen abgelesen (s. hierzu Fig. 2).

Da bei dem Kesselspeise-Scheibenmesser eine verschiedene Ausdehnung auf Grund ungleicher Erwärmung nicht erfolgt, so ist auch bei variablen und schwankenden Speisewassertemperaturen ein gutes

Fig. 2.



Funktionieren sicher. Umständliche Übertragungsmechanismen und große Abnutzung sind bei diesem Apparat nicht vorhanden; daher sind die Unterhaltungskosten gering. Die reibenden Teile sind aus Graphitkohle hergestellt, und ist sehr geringe Abnutzung gewährleistet. Ein Ölen der Lagerstellen ist selbst bei hoher Speisewassertemperatur nicht erforderlich; somit ist man nicht abhängig von der Wartung des Apparates. Die Meßgenauigkeit ist selbst bei kleinen Durchflußmengen groß; dieselbe beträgt z. B. bei einem Apparat von 100 cbm pro Stunde bei einer Durchflußmenge von 0,8 cbm noch  $\pm 2$  Proz. Auch ist die Genauigkeit nicht abhängig von den wechselnden Betriebsverhältnissen, wie dieses bei den Flügelradmessern der Fall ist.

Der Messer ist in die Druckleitung mit Umgangsleitung einzubauen, damit jederzeit eine Reinigung erfolgen kann; in die Saugleitung darf

der Messer nur gelegt werden, wenn der Pumpe das Wasser mit mindestens 2 m Druck zuläuft. Die Apparate können, falls die Anzeigewerte von einer entfernten Stelle kontrolliert werden sollen, sehr leicht mit elektrischer Fernregistrierung versehen werden.

## 2 b. Dampfeuchtigkeit.

Die Dampfeuchtigkeit, d. h. das Verhältnis der vom Dampfe aus dem Kessel mitgerissenen Wassermenge zur Dampfmenge, kann man auf folgende Weise bestimmen: In den Kessel wird eine 1,5proz. Kochsalzlösung eingespeist. Nach eintägigem Betriebe werden zwei Wasserproben gleichzeitig entnommen, die eine aus dem Kessel in der Nähe der Wasseroberfläche, die andere aus dem ersten Wasserabscheider der Dampfleitung; derselbe darf indes nicht auch vom Dampfe eines zweiten Kessels durchströmt werden. Diese Proben untersucht man auf ihren Salz- bzw. Chlorgehalt. Aus dem Salzgehalt im Dampfabscheider und demjenigen im Kessel berechnet man die Dampfeuchtigkeit. Bei Entnahme des heißen Wassers aus dem Kessel bzw. dem Abscheider dürfen keine Verluste durch Verdampfung, die den Salzgehalt der Proben erhöhen würden, entstehen; dazu wendet man Kühlschlangen an, durch die das heiße Wasser fließt, bevor es in das Aufnahmegefäß gelangt. Die Ermittlung des Salz- bzw. Chlorgehaltes erfolgt durch Titrierung mit ein und derselben Lösung von Silbernitrat, wobei man Kaliummonochromat als Indikator benutzt. — Auf gleiche Weise ermittelt man den natürlichen Salzgehalt des Speisewassers. — Obiges Verfahren, mit Sorgfalt durchgeführt, wird in den meisten Fällen genügend genaue Resultate liefern.

## 2 c. Dampfspannung.

Die Betriebsspannung des Kessels ist durch ein Manometer, welches mit einem amtlich geprüften zu vergleichen ist, festzustellen und die Angabe des Apparates entsprechend zu korrigieren. Die Dampfspannung muß alle zehn Minuten notiert werden und besonders am Anfang und Ende des Versuches denselben Wert haben.

## 3. Nutzeffekt eines Dampfkessels.

Der Nutzeffekt ergibt sich als Verhältnis:

$$(9) \frac{\text{der an den Kesselinhalt zur Dampfbildung abgegebenen Wärmemenge}}{\text{der in der verheizten Kohle enthaltenen Wärmemenge}}$$

Hieraus geht hervor, daß der Nutzeffekt der Kesselanlage sich um so höher stellt, je vollkommener die im Brennmaterial enthaltene Wärmemenge vom Kessel zur Dampfbildung verwendet wird. Die erstere Größe (im Zähler des Bruches) ist die auf S. 12 definierte Gesamtwärme, die nach der Regnaultschen Formel (8) mit Hilfe der Fliegnerischen Tabelle ermittelt wird.