

hat. Ist das der Fall, so kippt er nach vorn über, schlägt während des Kippens gegen die Nachlauftrinne, sie nach rechts hinüberwerfend, und entleert sich durch den Saugheber *H*. Die Doppelpuffer p_1 und p_2 mildern die Stöße beim Kippen der Gefäße. Das Zählwerk *Z* dient zur Aufzeichnung der Anzahl der Kippungen. Da die beiden Rinnen auf besonderen Anschlägen ruhen, so ist das Kippmoment unabhängig von ihrem Gewicht und vom Widerstand des Zählwerkes, daher die Genauigkeit so groß wie bei einer guten Waage; sie wird zu $\frac{1}{10}$ v. H. gewährleistet.

Da das Gewicht gemessen wird, ist auch eine Berücksichtigung der Temperatur bzw. des spez. Gewichtes nicht nötig. Der Apparat wird in 17 Größen von 150 bis 50000 kg Stundenleistung gebaut, entsprechend 2,5 bis 833 kg für jede Wägung und 60 Wägungen in 1 st, welche Zahl um 10 v. H. überschritten und beliebig unterschritten werden kann.

Wassermesser mit Schwimmern, System Reichling.

Hierbei ist laut Fig. 630 ein rechteckiger oder runder Behälter durch eine Scheidewand in zwei gleichgroße

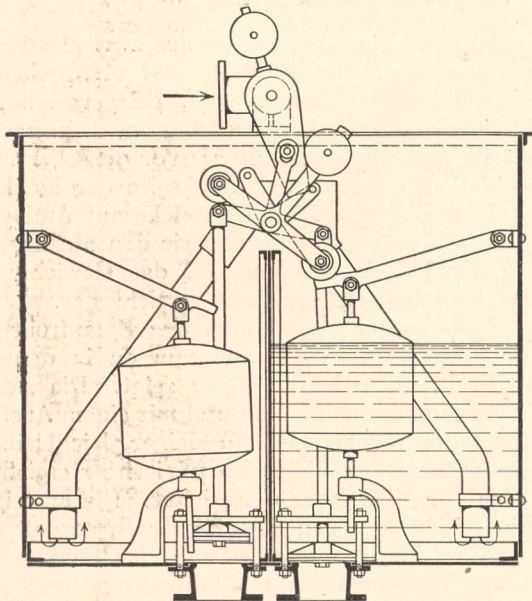


Fig. 630. Schwimmwassermesser.

Ausführung: Robert Reichling & Comp., Dortmund und Königshof.

Kammern geteilt. Über der Scheidewand befindet sich der Wasserverteilungskasten und der Mechanismus zum Umstellen des Wasserzufflusses nach der einen oder anderen Kammer.

Das Wasser wird vom Wasserverteiler zunächst der Kammer zugeführt, deren Boden- bzw. Auslaßventil geschlossen ist. Das steigende Wasser hebt einen Schwimmer, der seinerseits einen Hebel betätigt, dessen vordere Nase in die Rolle eines lose auf der Achse sitzenden Winkelhebels eingreift. Durch ein Gegengewicht ist dieser Winkelhebel so belastet, daß der Schwimmer vollständig eintauchen muß, ehe er imstande ist, den Hebel aus seiner Ruhelage zu heben und umzuwerfen. Dieses geschieht infolge der besonderen Bauart ganz plötzlich. Dabei wird der ganze Mechanismus umgesteuert, das Abflußventil der gefüllten Kammer geöffnet und das der sich füllenden Kammer geschlossen. Um Schwankungen in der Wasseroberfläche möglichst zu vermeiden, sind die Füllrohre vom Wasserverteilungskasten bis nahe auf die Kammerböden herabgeführt.

Der Trommelflüssigkeitsmesser von Hans Reisert.

Das Wasser strömt durch die mit einem Schlitz versehene und festgelagerte hohle Achse in die Abteilungen einer Trommel, welche in Rollen gelagert ist und sich um die feste Achse dreht. Die Abteilungen der Trommel füllen sich hintereinander derart, daß jeweils diejenige, welche sich gerade unter dem Schlitz befindet, Abteilung 1 in Fig. 631, sich überfüllt. Vor dieser Überfüllung kann sich die Trommel nicht weiter drehen; dies ist vielmehr erst dann möglich, wenn aus der Abteilung 1 genügend Wasser in die Abteilung 2 hinübergeflossen ist. Dadurch ist die Sicherheit gegeben, daß niemals eine Unterfüllung eintritt. Das Überfließen aus der Abteilung 1 in die Abteilung 2 geschieht so lange, bis die Ausmündung *a* (Fig. 632) sich in derselben Höhe wie der Wasserspiegel *a—b* der Abteilung 1 befindet. Inzwischen ist aber die letztere dem Wasserzufluß längst entrückt, so daß von dem Augenblicke an, wo sich die Ausmündung *a* in der gleichen Höhe wie der Wasserspiegel in der Abteilung 1 befindet, das genaue Maß der betreffenden Abteilung gegeben ist. Bei der Weiterdrehung beginnt die jeweilige Entleerung. Der Schwerpunkt der Trommel liegt stets so, daß sie sich in der Pfeilrichtung drehen muß.

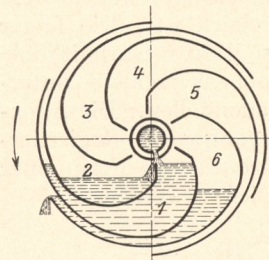


Fig. 631.

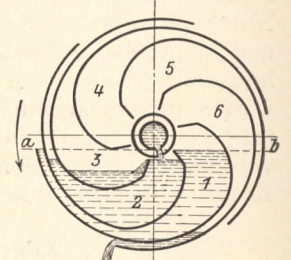


Fig. 632.

Fig. 631 u. 632. Trommelflüssigkeitsmesser. Ausführung: Hans Reisert, G. m. b. H., Köln-Braunsfeld.

Die Drehungen werden durch ein Zählwerk aufgezeichnet, von welchem die Wassermenge abgelesen werden kann.

Zahlentafel Nr. 117

betr. Trommelflüssigkeitsmesser, Fig. 631 und 632.

Leistung	cbm/st	5	10	15	20	25
Lichte Weite des Rohr-anschlusses	für den Zufluß mm	50	60	80	100	100
	für den Abfluß mm	70	80	100	125	125
Länge	mm	800	925	1000	1050	1225
Breite	mm	555	650	750	850	850
Höhe	mm	625	725	850	925	925

4. Die Dampfmessung.¹⁾

Die gewonnene Energie wird gemessen:

- A. nach der Menge des Dampfes,
- B. nach der Qualität des Dampfes.

A. Das Verfahren, die Dampfmenge durch Kondensieren des Dampfes und Abwägen des Kondensats festzustellen, kann nur für Versuche in Frage kommen. Für die laufende Kontrolle verwendet man Apparate, die in die Rohrleitung eingebaut werden.

Der Drosselscheiben - Dampfmesser von Gehre beruht auf der Tatsache, daß eine Flüssigkeit, welche beim Durchfließen einer Rohrleitung an einer Stelle gedrosselt wird, infolge der Geschwindigkeitsänderung an

¹⁾ Bendemann, Z. Ver. Deutsch. Ing. 1909, S. 13 u. f.; Rummel, Z. Ver. Deutsch. Ing. 1910, S. 255 u. f.

dieser Stelle vor und hinter der Drosselvorrichtung einen Druckunterschied aufweist, der in Beziehung zur Geschwindigkeit steht. Der Dampfmesser Fig. 633 besteht zunächst aus einer ringförmigen Scheibe, welche an einer geeigneten Stelle in die Rohrleitung eingebaut ist und den Querschnitt derselben verengt. Die Scheibe *a* ist durch Röhren so mit einem Quecksilbermanometer *a—*a*₁* verbunden, daß der Druckunterschied vor und hinter der Scheibe gemessen werden kann. Weil nun derselbe die

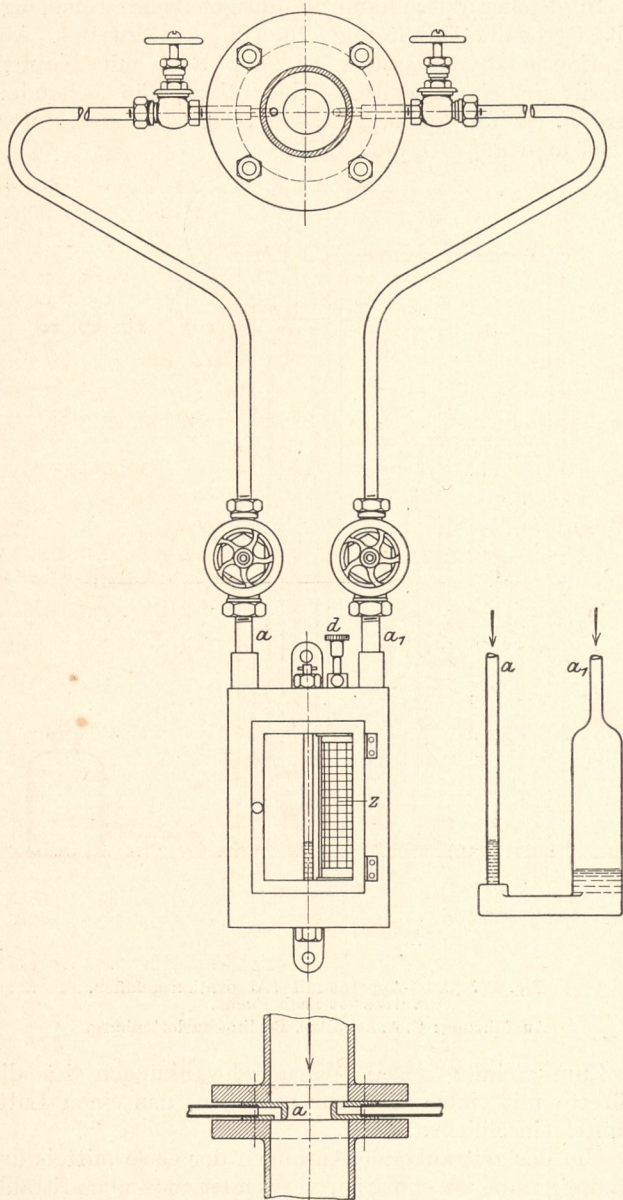


Fig. 633. Drosselscheibendampfmesser, System Gehre.
Ausführung: Gehre-Dampfmesser-Ges. m. b. H., Berlin N 4.

Ursache der Geschwindigkeit in dem Querschnitt der Scheibe ist, so kann er als Maß für dieselbe und somit für die in der Zeiteinheit hindurchgeflossene Dampfmenge dienen. Da die Dampfmenge außer vom Durchflußquerschnitt der Drosselscheibe und vom Druckunterschiede noch von der Spannung des Dampfes abhängt, so wird die Dampfmenge nach den Ausschlägen der Quecksilbersäule an einer durch den Knopf *d* drehbaren Skala *z* abgelesen, welche die den verschiedenen Dampfspannungen entsprechenden Maßstäbe enthält.

Die Apparate werden auch mit einer selbsttätigen Registriervorrichtung¹⁾ versehen.

¹⁾ Z. Ver. Deutsch. Ing. 1909, S. 146.

Fig. 634 zeigt einen Ventildampfmesser, welcher folgendermaßen wirkt: In dem Hohlkegelstumpf *b* hängt an einem Draht ein Ventilteller *c*, der, wenn kein Dampf durch die Leitung fließt, von dem Gewichte *d* so weit in die Höhe gezogen wird, bis er sich gegen die Wandung anlegt und den Durchgang abschließt.

Der von *e* kommende Dampf drückt nun den Ventilteller so weit herunter, daß ein genügend großer ringförmiger Querschnitt für den Durchfluß entsteht. Da die Durchflußgeschwindigkeit von dem Spannungsunterschied über und unter dem Teller abhängt, dieser aber durch das Gewicht *d* gegeben, also für den Apparat eine feste Größe ist, so folgt, daß die Dampfmenge aus der Stellung des Tellers beurteilt werden kann. Durch einen am Tellerdraht befindlichen Stift wird die Bewegung des Tellers auf einer Urtrommel *f* aufgezeichnet; gleichzeitig wird durch den Stift eines Manometers *g* der Dampfdruck aufgetragen, so daß danach das mittlere spez. Gewicht des Dampfes bestimmt werden kann. Da die Dampfgeschwindigkeit bei demselben Apparat nur von dem spez. Gewicht des Dampfes abhängig ist, so sind in einer Tabelle die den verschiedenen Spannungen entsprechenden Dampfgeichte für 1 mm Tellerentfernung angegeben, so daß die Durchflußmenge *G* in kg/Sek. bestimmt werden kann; durch Planimetrieren erhält man dann leicht die während einer bestimmten Zeit hindurchgeflossene Dampfmenge.

Der eben beschriebene Dampfmesser ist bezüglich der Genauigkeit seiner Angaben von den Schwankungen in der Dampfentnahme unabhängig. Wo jedoch größere und plötzliche Schwankungen das Anzeigen eines Dampfmessers beeinflussen können, begegnet man diesen Einflüssen, indem man den Dampfmesser, von der Verbrauchsstelle entfernt, gleich hinter dem Kessel und zwar in die Satttdampfleitung einbaut.

B. Für die Qualität des Dampfes kommen die Spannung, der Wassergehalt und bei überhitztem Dampf auch die Temperatur in Betracht. Zur Feuchtigkeitsbestimmung nach dem Verfahren von Gehre wird in einem Rohrstück eine bestimmte Menge des wasserhaltigen Dampfes abgeschlossen und durch Heizen mit Gasflammen in trocken gesättigten Dampf verwandelt. Wann dieser Zustand erreicht ist, erkennt man daraus, daß die Steigerung von Temperatur und Spannung nicht mehr nach dem Gesetz des gesättigten Dampfes (siehe Zahlentafel Nr. 3) vor sich geht, sondern daß von dem Punkt an die Temperatur schneller steigt.

Nach Mitteilung von M. Gehre werden Apparate nach diesem System nicht mehr gebaut. Dagegen sind neuerdings auf Veranlassung des Vereins deutscher

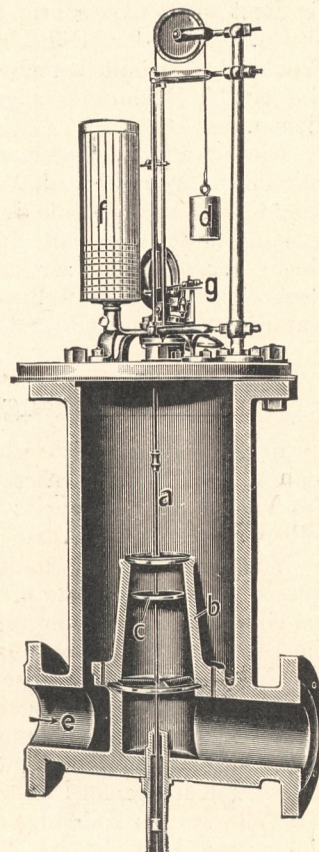


Fig. 634. Ventildampfmesser.
D. R. P. Nr. 149 295.

Ausführung: Farbenfabriken
vorm. Friedrich Bayer & Co.,
Elberfeld.

Ingenieure durch A. Sendtner¹⁾ Versuche gemacht, die Dampffuchtigkeit mit Hilfe des Drosselkalorimeters zu bestimmen, welche zu praktisch brauchbaren Ergebnissen geführt haben.

Dieses Verfahren der Feuchtigkeitsbestimmung beruht darauf, daß man Dampf von der Kesselspannung p_1 auf eine niedrigere Spannung p_2 , etwa atmosphärische, expandieren läßt. Sorgt man dafür, daß zwischen den beiden Meßpunkten für den hohen und den geringen Druck keine Wärme anderweitig verbraucht wird, so muß die Wärmemenge, welche bei der Expansion frei wird, d. h. der Unterschied der Gesamtdampfwärme i_{s_1} und i_{s_2} (siehe Zahlentafel Nr. 3), welche den Spannungen p_1 und p_2 entsprechen, dazu dienen, das mitgeführte Wasser zu verdampfen und, soweit dann noch ein Rest an Wärme übrig bleibt, den Dampf zu überhitzen. Aus der Höhe der Überhitzung kann der Feuchtigkeitsgehalt berechnet werden. (Als Anhalt für eine solche Rechnung mögen die Ausführungen S. 162 dienen.)

Die erwähnten Untersuchungen haben zugleich die Erkenntnis gebracht, daß der Hauptteil der Dampffuchtigkeit an der Sohle der wagerechten Rohrleitungen entlang läuft und daß die Dampffuchtigkeit hinter einem Wasserabscheider nahezu unabhängig von der Feuchtigkeit vor demselben, dagegen abhängig von der Dampfgeschwindigkeit und dem Dampfdruck ist.

5. Die Rauchgasuntersuchung.

In Abschnitt V ist schon ausgeführt worden, wie man aus der Zusammensetzung der Rauchgase die Güte des Verbrennungsprozesses beurteilen und die bei demselben auftretenden Wärmeverluste berechnen kann.

Von den Bestandteilen der Rauchgase werden Kohlenwasserstoffe, Wasserdampf und Ruß in der Regel nur bei eingehenden Verdampfungsversuchen bestimmt. Für die Betriebskontrolle begnügt man sich mit Bestimmung des Gehaltes an Kohlensäure, Sauerstoff und Kohlenoxyd.

Die chemische Untersuchung beruht darauf, daß CO_2 (Kohlensäure) von Kalilauge, O (Sauerstoff) von pyrogallussaurem Kali und CO (Kohlenoxyd) von ammoniakalischer Kupferchlorürlösung absorbiert wird. Im ersten Falle werden Kalilauge (Ätzkali) von etwa 30°C und einem spez. Gewicht von 1,25, im zweiten Falle 40 ccm heißes Wasser, 15 g Pyrogallussäure und 70 ccm von obiger Kalilauge und im dritten Falle 35 g Kupferchlorid, 200 ccm konzentrierter Salzsäure und einige Kupferabschnitte in die Absorptionsgefäße gefüllt. Die Kupferchlorürlösung muß vor dem Gebrauch etwa 2 Tage unter mehrmaligem Umschütteln stehen.

Mit dem Orsat-Apparat Fig 635 wird alsdann die Untersuchung in folgender Weise ausgeführt: Zunächst wird die Meßbürette a aus der Flasche d durch Hochheben derselben bis zur oberen Marke mit destilliertem Wasser gefüllt; dann der Dreiweghahn b in die Stellung o gebracht und die Gasreste des vorigen Versuches durch mehrmaliges Zusammendrücken des Balles m aus dem Apparat entfernt. Wird nun der Hahn in die Stellung p gedreht, so sinkt das Wasser in der Bürette auf das Niveau von d , welches so eingestellt ist, daß genau 100 ccm Rauchgase in der Bürette unter dem Hahn b abgesperrt sind. Jetzt wird der Hahn l über dem Wattefilter k geschlossen, b und g geöffnet und durch Heben der Flasche d das Gas in das unter g be-

findliche Absorptionsgefäß f_1 hineingedrückt, während die Kalilauge aus demselben durch das Rohr f' in das Gefäß f hinaufsteigt. Um die Absorption zu beschleunigen, enthält f_1 eine große Anzahl Glasstäbchen, an welchen die Flüssigkeit haften bleibt. Darauf wird das Gas durch Senken der Niveauflasche in die Bürette zurückgesaugt, und es kann an der Skala der Bürette abgelesen werden, um wieviel Kubikzentimeter sich das Gasvolumen vermindert hat; diese Zahl gibt direkt den CO_2 -Gehalt an.

In gleicher Weise kann die übrigbleibende Gasmenge mit Pyrogallussäurelösung, die in dem zweiten Absorptionsgefäß vorhanden ist, der Rest mit Kupferchlorür in einem dritten Absorptionsgefäß behandelt werden. Wenn nur zwei Gefäße vorhanden sind, untersucht man auf CO_2 und CO.

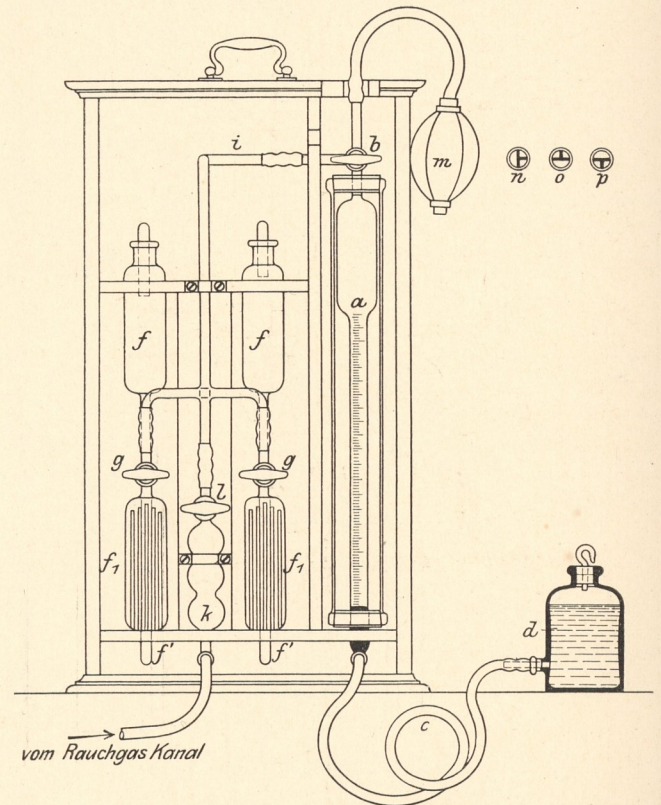


Fig. 635. Orsat-Apparat mit 2 Absorptionsgefäßen, verbessert nach Fuchs.

Ausführung: G. A. Schultze, Berlin-Charlottenburg.

Zum Schutz gegen Wärmeschwankungen ist die Bürette mit einem Glasrohr umgeben, das einen Luftmantel einschließt.

Um das zeitraubende Ansaugen der Gase mittels der Gummipumpe zu ersparen, verwendet man auch Strahlpumpen (Ejektoren), die entweder an eine Wasserdruckleitung angeschlossen oder in zweckentsprechender Weise mit dem Schornstein¹⁾ verbunden werden.

Es liegt in der Natur der Sache, daß mit dem eben beschriebenen Verfahren nur Stichproben gemacht werden können; so nützlich dieselben auch sind, so bietet eine fortlaufende, automatisch ausgeführte Untersuchung, deren Ergebnisse durch ein Schreibwerk aufgezeichnet werden, dem Betriebsleiter einen viel besseren Überblick, und auch die Heizer, einmal über die Bedeutung des Apparates belehrt, sind jederzeit in der Lage, ein unparteiisches Urteil über ihre Tätigkeit abzulesen und haben somit einen wirksamen Hebel, ihre Leistungen zu vervollkommen.

¹⁾ Mitteilungen über Forschungsarbeiten 1911, Heft 98 u. 99.

¹⁾ Zeitschr. f. Dampfk. u. Maschinenbet. 1910, S. 104.