

XXI. Hilfseinrichtungen zur Kontrolle und Sicherung des Betriebes.

1. Notwendigkeit der Kontrolle.

Wenn man bedenkt, daß Mängel, die eine Herabsetzung des Wirkungsgrades zur Folge haben, sich beim Dampfkesselbetriebe viel weniger offenkundig bemerkbar machen als beim Dampfmaschinenbetriebe, so leuchtet ein, weshalb in Fachzeitschriften immer wieder darauf hingewiesen wird, daß der Kontrolle des Kesselbetriebes mindestens dieselbe Aufmerksamkeit zuzuwenden sei wie derjenigen des Maschinenbetriebes.

Eine gut eingelaufene Dampfmaschine wird im allgemeinen, wenn in der Wartung keine groben Verstöße vorkommen, ihren Wirkungsgrad wenig ändern. Mangelhafte Schmierung macht sich durch Heißlaufen der Lager oder Brummen der Kolben bemerkbar, schlechte Luftleere wird durch das Vakuummeter angezeigt, manche andere Fehler wird ein aufmerksamer Maschinist durch das Gehör erkennen. Demgegenüber kann in einem Kesselbetriebe äußerlich alles in Ordnung erscheinen und dennoch der Wirkungsgrad schlecht sein. Wächst z. B. die der Feuerung zuströmende Luftmenge vom 1,6fachen auf das 2,3fache der theoretisch erforderlichen Menge, so sinkt der Wirkungsgrad bei 300° Abgastemperatur um rd. 6,5 v. H. Vielfache Heizversuche haben bewiesen, daß die Tüchtigkeit des Heizers von großem Einflusse auf den Brennstoffverbrauch eines Betriebes ist.

Es ist daher nicht nur nötig, gelegentlich der Abnahme durch einen Verdampfungsversuch (S. 384) einmal Leistung, Wirkungsgrad und Betriebsverhältnisse der Kesselanlage festzustellen; ebenso erforderlich ist vielmehr eine dauernde Überwachung, damit dieser nachgewiesene Wirkungsgrad nicht etwa nur in der Idee des Kesselbesitzers, sondern wenigstens annähernd auch tatsächlich im gewöhnlichen Betriebe vorhanden ist.

Von Wichtigkeit sind deshalb auch solche Einrichtungen, welche die Quellen unzulässiger Verluste und die Größe derselben in hinreichend genauer und dabei bequemer Weise festzustellen gestatten.

2. Brennstoffmessung.

Zunächst ist die dem Betriebe mit dem Brennstoff zugeführte Energie zu messen:

- a) nach der Menge,
- b) nach dem Heizwert.

Über die Heizwertbestimmung ist im Abschnitt IV, S. 7 gesprochen; es sei nur noch hervorgehoben, daß dieselbe, wenn auch nicht den einzigen, so doch den wesentlichsten Faktor für die Beurteilung der Preiswürdigkeit des Brennstoffes bietet. Zu beachten ist,

daß die Proben so genommen werden müssen, daß sie möglichst dem Durchschnitt der Lieferung entsprechen und so aufbewahrt und versandt werden, daß sie sich nicht verändern.

Das Abwiegen des Brennstoffes geschieht in kleineren Betrieben durch eine registrierende Dezimalwage mit

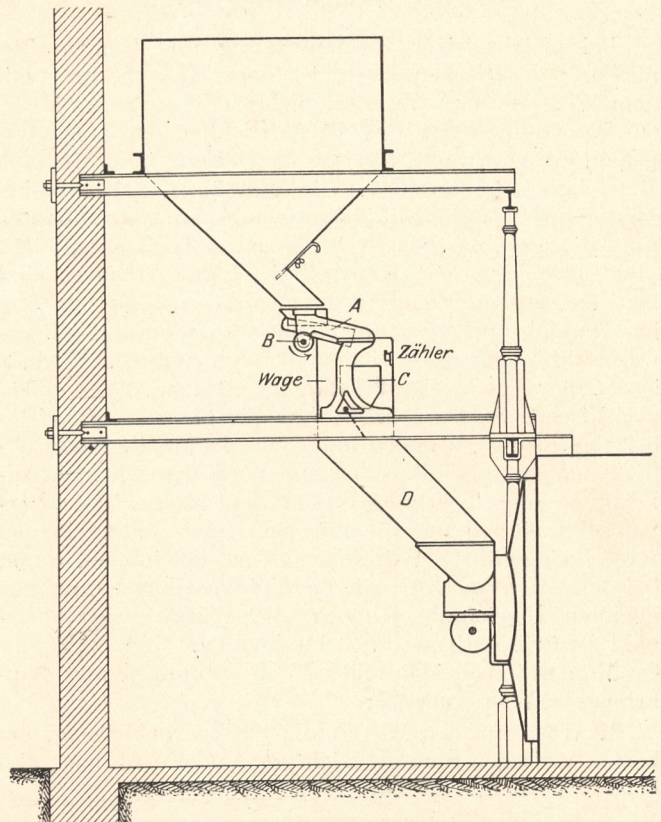


Fig. 626. Automatische Kohlenwage „Chronos“.
Ausführung: Hennefer Maschinenfabrik C. Reuther & Reisert,
G. m. b. H., Hennef a. Sieg.

Laufgewicht, welche möglichst bequem und so aufzustellen ist, daß jede gefüllte Karre über dieselbe fahren muß, um zum Heizerstand zu gelangen.

Für größere Betriebe mit mechanischer Kohlenförderung verwendet man automatisch arbeitende Wagen.

Fig. 626 zeigt die Anordnung der automatischen Kohlenwage „Chronos“ unter einem Kohlenbunker. Aus dem Bunker fällt hierbei die Kohle durch einen kurzen Trichter zunächst auf die von der Welle B durch ein Exzenter angetriebene Schüttelrinne A und bewegt sich von derselben langsam in das Wiegegefäß C. Sobald dieses ein bestimmtes Gewicht erreicht hat,

schaltet es selbsttätig die Rüttelbewegung aus, sperrt durch Haken den Zufluß zur Schüttelrinne ab und öffnet die Bodenklappe, so daß die Kohle in den Kasten *D* fällt. Sobald der Behälter leer ist, geht der Apparat von selbst in die Anfangsstellung zurück. Durch ein Zählwerk wird die Zahl der Entleerungen von *C* angezeigt und damit, da jedesmal das gleiche Kohlengewicht entleert wird, das gesamte Kohlengewicht angegeben. Wenn die Kohlenwage unter einem Becherwerk aufgestellt ist, wird der Antrieb der Wage von einer Welle desselben abgeleitet, sonst von irgendeiner anderen Betriebsvorrichtung aus. Die Wage wird in sechs Größen für eine stündliche Leistungsfähigkeit von 1800 bis 20 000 kg bei einer jedesmaligen Ausschüttung von 15 bis 200 kg gebaut, dabei können die größten vorkommenden Stücke 50 bis 160 mm Kantenlänge haben. Die Wage wird so eingestellt, daß sie etwas mehr leisten kann, als die Feuerung bedarf, und rückt sich, wie bereits erwähnt, selbsttätig aus und ein, je nachdem die Kohle verbraucht wird.

3. Die Wassermessung.

Bei gleichzeitiger Kohlenwägung und Temperaturmessung des Speisewassers ist dem Kesselbesitzer mit dem Wassermesser ein vorzügliches und einfaches Mittel zur Kontrolle über die Wirtschaftlichkeit der Anlage gegeben, weshalb auch Speisewassermesser in geordneten Betrieben fast nie fehlen. Die Mißstände, welche früher häufig im Betriebe mit derartigen Apparaten auftraten und die geeignet waren, dem Kesselbesitzer die Beschaffung derartiger Kontrollmittel zu vermeiden, sind bei den neueren Bauarten vermieden, so daß heute die im Handel vorkommenden Speisewassermesser durchweg als brauchbar bezeichnet werden können. Wichtig ist es, den Apparat groß genug zu wählen, so daß er bei periodischer Speisung nicht nur für die Durchschnittsleistung genügt, sondern auch für die jeweils hindurchfließende maximale Wassermenge noch ausreicht. Die Anbringung eines Thermometers an dem Messer ist sehr erwünscht, einmal um die mit dem Speisewasser in den Kessel eingeführte Wärmemenge zu bestimmen, dann, bei den Wassermessern, die das Volumen messen, um zur genauen Gewichtsberechnung die Wärmeausdehnungszahl berücksichtigen (S. 2) zu können.

Man unterscheidet folgende Anordnungen und Bauarten der Wassermesser:

1. Wassermesser, die in die Speisedruckleitung, am besten zwischen Speisevorrichtung und Vorwärmer, eingebaut werden, und zwar:

- a) Flügelradwassermesser,
- b) Kolbenwassermesser,
- c) Scheibenwassermesser.

2. Wassermesser, die in der Zuflußleitung zu den Speisevorrichtungen angeordnet werden:

- a) Wassermesser mit Kippschalen,
- b) Wassermesser mit Schwimmern,
- c) Trommelwassermesser.

Wassermesser der ersten Gruppen sind am meisten verbreitet. Um dieselben im Betriebe reinigen und reparieren zu können, ist es nötig, sie mit einer Umleitung einzubauen oder ein Paßstück bereit zu halten, welches bei plötzlicher Störung des Apparates in kurzer Zeit an seiner Stelle eingebaut werden kann. Die Wassermesser sollten nur da in die Speisedruckleitung eingebaut werden, wo das Speisewasser keinen Sand oder Schlamm

mit sich führt; andernfalls sind wenigstens Schlammfänger oder Filter von genügender Größe vorzuschalten.

Doppelkolbenwassermesser System Schmid.

Die messenden Organe sind zwei sich gegenseitig steuernde Kolben, deren Hub durch zwei unter 90° versetzte Kurbeln begrenzt ist. Dadurch ist die bei jedem Hube durch den Apparat tretende Flüssigkeitsmenge bestimmt. Durch eine kleine Gegenkurbel wird der Umdrehungszähler angetrieben, von dem man die durchgeleitete Menge in Litern jederzeit ablesen kann. Die Genauigkeit des Messers wird zu 1 v. H. im Durchschnitt gewährleistet. Für die gewöhnliche Kontrolle kommt die Wärmeausdehnung des Wassers nicht in Betracht; der Apparat wird in der Regel in die Speisedruckleitung eingebaut, obwohl er bereits bei 1 m Druckhöhe arbeitet.

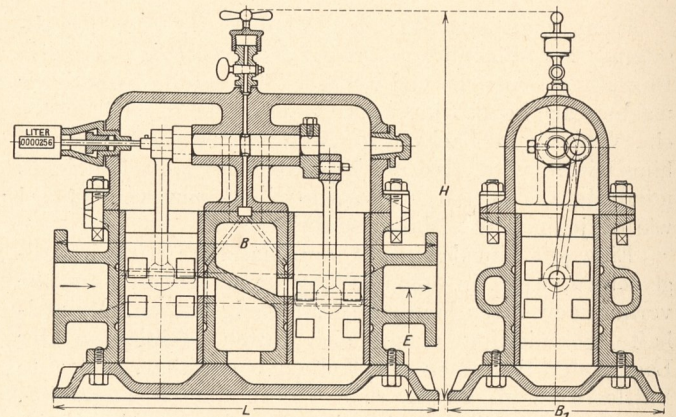


Fig. 627. Doppelkolbenwassermesser System Schmid. Ausführung: Emil Kegler, Düsseldorf-Eller.

Die normale Leistung, die in der folgenden Zahlentafel Nr. 115 angegeben ist, soll in der Regel nicht überschritten werden, deshalb wählt man für Kessel, die periodisch gespeist werden, einen größeren Messer, eventuell bis zur doppelten Leistungsfähigkeit.

Zahlentafel Nr. 115

betr. Kolbenwassermesser, Fig. 627.

Größe Nr.	0	I	II	III	IV	IVa	V	Va	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Durchmesser des Anschlußrohres ... mm	40	40	50	80	100	100	125	125	150	150	175	175	200	200
Leistung ehm/st	1,2	2,4	4,8	8,0	12,0	18,0	24,0	30,0	36,0	45,0	60,0	72,0	90,0	105,0
Länge der Grundplatte <i>L</i> mm	350	420	510	600	670	700	880	880	1050	1050	1150	1150	1240	1240
Breite der Grundplatte <i>B</i> ¹ mm	220	260	310	360	390	430	480	480	570	570	600	600	620	620
Höhe des ganzen Apparates <i>H</i> mm	400	570	635	680	800	880	980	1000	1050	1075	1300	1350	1500	1600
Höhe des Einlaufes <i>E</i> mm	110	135	155	185	210	220	250	260	330	340	390	400	445	455
Baulänge <i>B</i> mm	335	420	470	540	610	750	900	920	1100	1120	1300	1300	1450	1450
Gesamtbau- länge des Apparates einschließlich Umführungs- leitung ... mm	795	880	960	1140	1310	1450	1710	1730	2060	2080	2340	2340	2520	2520

Der Scheibenwassermesser von Siemens & Halske, A.-G.

Eine auf einem Kugelgelenk ruhende, hohlgegossene und am Umfange mit Graphitkohle ausgelegte Metallscheibe ist von einem Gehäuse umschlossen, dessen Form durch die eigenartige Bewegung der Scheibe gegeben ist.

Dieselbe gleitet mit ihrem Umfange an den kugelförmigen Seitenwänden des Scheibenkammergehäuses, dabei den von dem letzteren umschlossenen Meßraum in zwei gleiche Teile; einen oberen und einen unteren, teilend. Die Öffnungen der Meßscheibenkammer für Ein- und Ausströmung liegen nebeneinander, getrennt durch eine vom Umfang nach dem Mittelpunkte der Kammer verlaufende senkrechte Scheidewand, welche in einen Schlitz der Meßscheibe eingreift und verhindert, daß Wasser, ohne auf die Scheibe zu wirken, durch den Meßraum fließt. Das Wasser, welches, vom linken Stutzen kommend, durch das in der Fig. 628 erkennbare Sieb in den Meßraum fließt, bringt auf seinem Wege durch denselben die Scheibe in eine oszillierende Bewegung, welche durch auf der Achse der Scheibe und der ersten Welle des Zählwerks sitzende Führungskegel und einen auf letzterer Welle befestigten Mitnehmer auf das Zähler- und Zeigerwerk übertragen wird. Eine Umdrehung des Mitnehmers entspricht einer vollständigen Bewegung der Scheibe und somit einer Durchflußmenge, welche dem Nutzinhalte der Scheibenkammer gleich ist. Die Lager und sämtliche reibenden Teile sind aus Graphitkohle hergestellt; dieselbe ist fast keinem Verschleiß unterworfen und erspart ein Ölen der Lagerstellen. Die Apparate können auch mit Fernablesung und Registriervorrichtung, welche den Wasserverbrauch in Form einer Kurve selbsttätig aufzeichnet, geliefert werden.

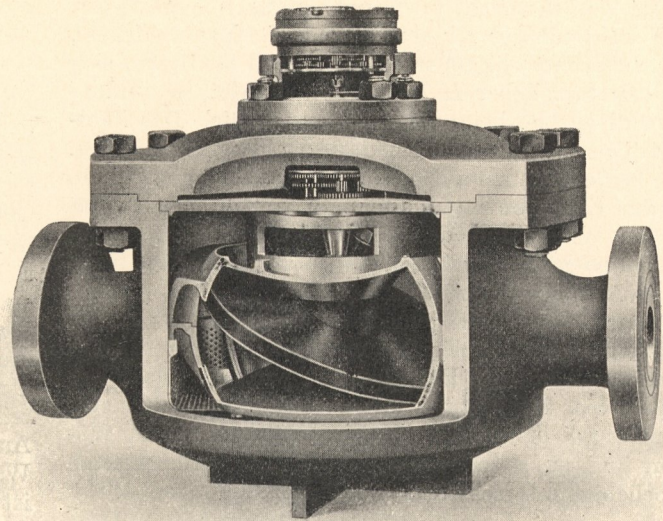


Fig. 628. Scheibenwassermesser.
Ausführung: Siemens & Halske, A.-G., Berlin.

Wassermesser mit Kipp-schalen.

Der Apparat Fig. 629 besteht aus zwei gleichgroßen schmiedeeisernen Meßgefäßen A_1 und A_2 , welche auf den Schneiden c der Achsen x so gelagert sind, daß das Flüssigkeitsgewicht vor den Achsen, d. h. nach der Ausflußseite hin, größer ist als hinter denselben. Zum Ausgleich dienen die an der Rückseite der Meßkästen angebrachten Gegengewichte G , welche auf Auflagern b ruhen und so bemessen sind, daß sie den Meßkasten so lange in der Ruhelage halten, bis das Gewicht seiner Füllung einen bestimmten Wert erreicht hat.

Das Speisewasser läuft durch das Zulaufrohr E in die Verteilungsrinne V und von da in den einen Kasten, z. B. A_1 , wie die Figur zeigt. Die Achse y dieser Verteilungsrinne ist hohl und mit einem Ausfluß w versehen, durch welchen sich ein kleiner gleichbleibender Flüssigkeitsstrom in die Nachlaufrinne r ergießt, die ihn ebenfalls in den Kasten A_1 leitet. Die ansteigende Flüssigkeit hebt nun den Schwimmer S , so daß dieser mittels seiner Führungsstange und der Schiene t die Verteilungsrinne nach rechts hinüberkippt und so die Füllung von A_2 beginnt.

Währenddessen speist die Nachlaufrinne noch immer den Kasten A_1 , bis dieser sein genaues Flüssigkeitsgewicht

Zahlentafel Nr. 116

betr. Scheibenwassermesser, Fig. 628.

Durchmesser des Anschlußrohres mm	40	40	50	80	100
Normale Leistung cbm/st	1,5	2,5	4,5	10,0	20,0
Maximale Leistung cbm/st	2,5	4,5	7,0	18,0	40,0
Theoretische Durchflußmenge bei 10 m Druckverlust cbm/st	25	30	30	50	100
Minimale Durchflußmenge, bei welcher der Messer noch mit ± 2 v. H. anzeigt	0,2	0,3	0,3	0,5	0,8
Baulänge A mm	425	425	425	500	675
Höhe B mm	200	220	220	270	300
Höhe C mm	110	120	120	155	205
Breite D mm	320	350	350	410	540

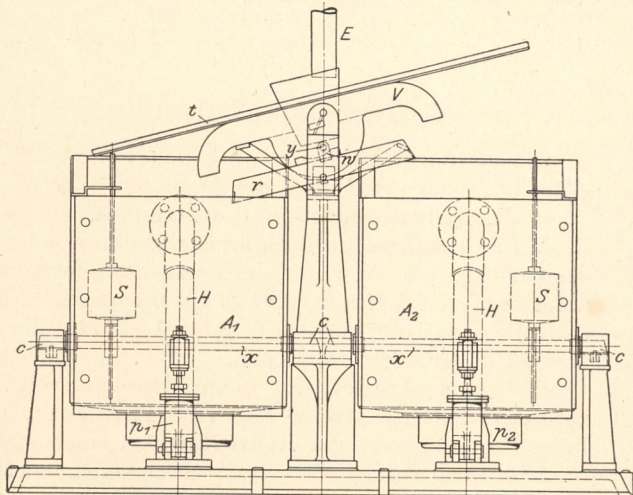
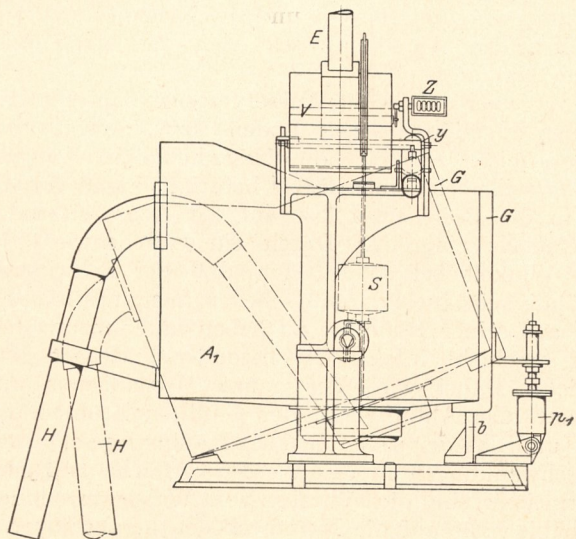


Fig. 629. Kipp-schalenwassermesser.
Ausführung: L. & C. Steinmüller, Gummersbach.



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 Wage; 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

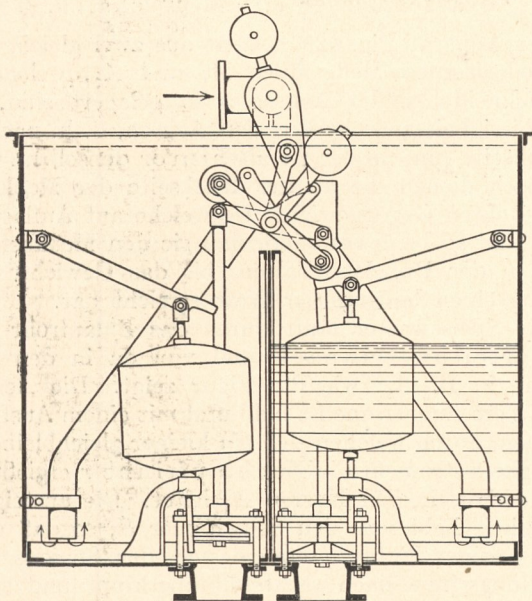


Fig. 630. Schwimmervassermesser.

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.

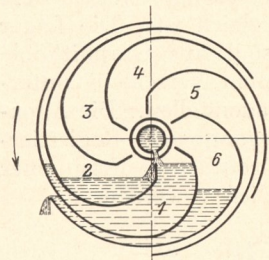


Fig. 631.

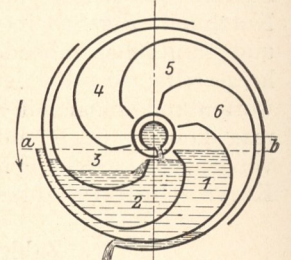


Fig. 632.

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

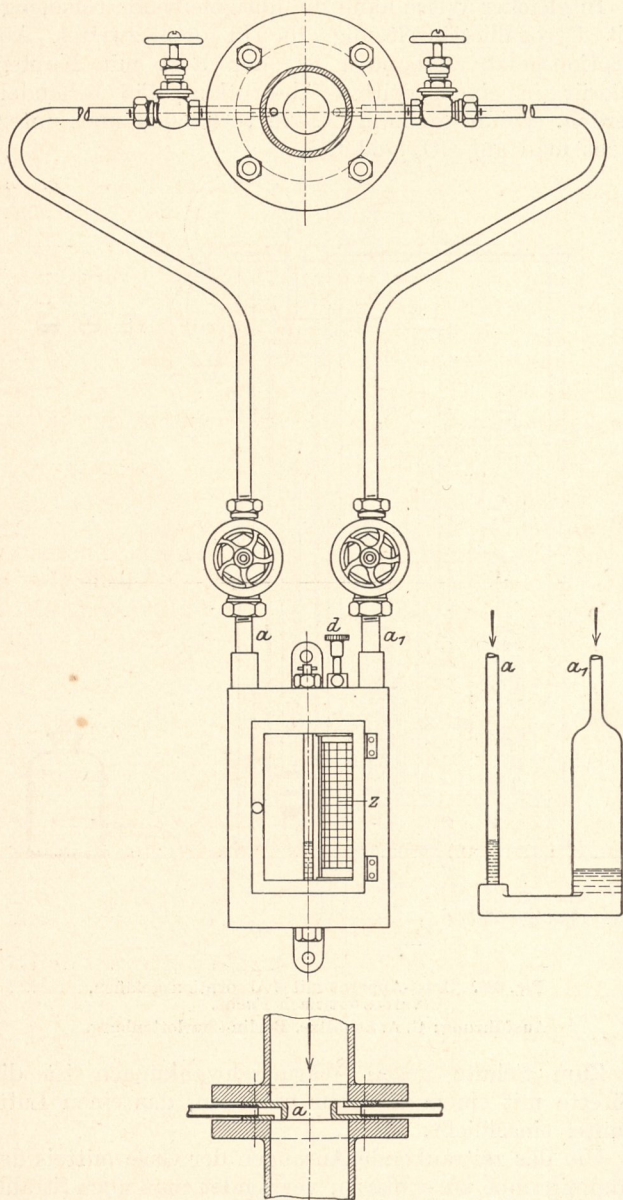


Fig. 633. Drosselscheibendampfmesser, System Gehre.
Ausführung: Gehre-Dampfmesser-Ges. m. b. H., Berlin N 4.

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 Satteldampfleitung 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

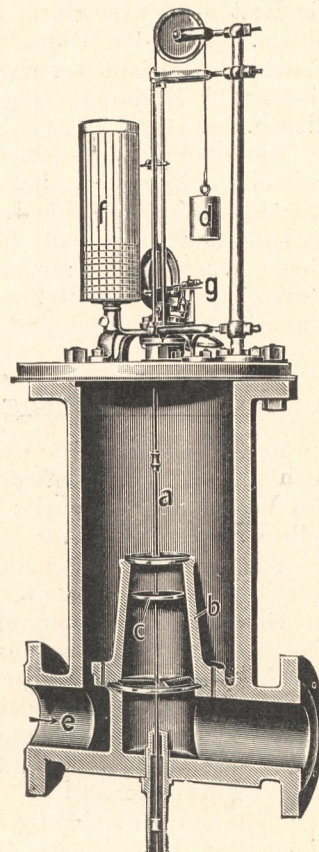


Fig. 634. Ventildampfmesser.
D. R. P. Nr. 149 295.
Ausführung: Farbenfabriken
vorm. Friedrich Bayer & Co.,
Elberfeld.

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.

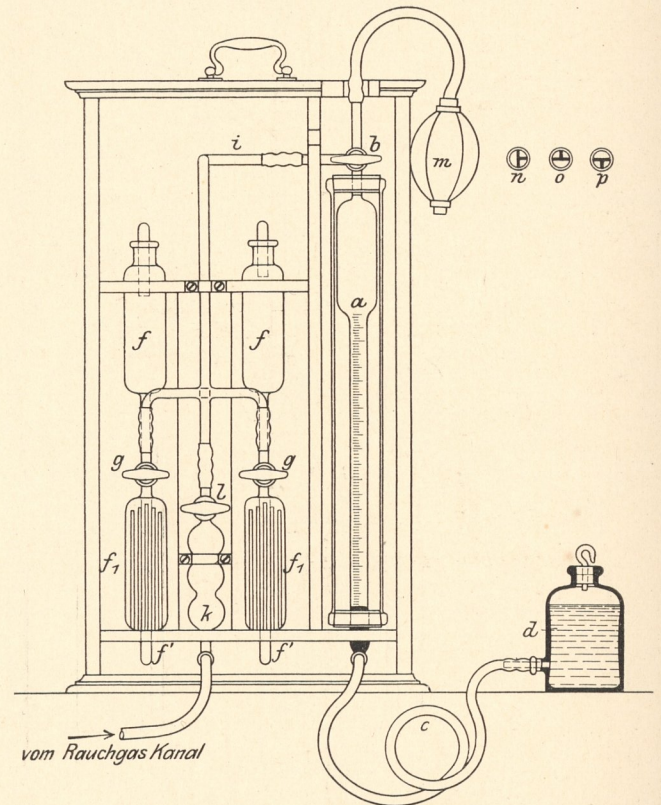


Fig. 635. Orsat-Apparat mit 2 Absorptionsgefäßen, verbessert nach Fuchs.

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.

Ein derartiger auf dem chemischen Verfahren, wie oben beschrieben, beruhender „Rauchgasuntersuchungsapparat Ados“ ist in Fig. 636 dargestellt; Fig. 637 gibt mit den gleichen Buchstabenbezeichnungen ein Schema desselben. Die Apparate werden mit Schornsteinzug oder, wie der abgebildete, mit Wasser betrieben. An das Rohr *E* ist diese Saugvorrichtung angeschlossen, die andauernd aus dem Rohr *D* Rauchgase durch den Apparat hindurchsaugt, dieselben gehen zeitweilig durch das Meß-

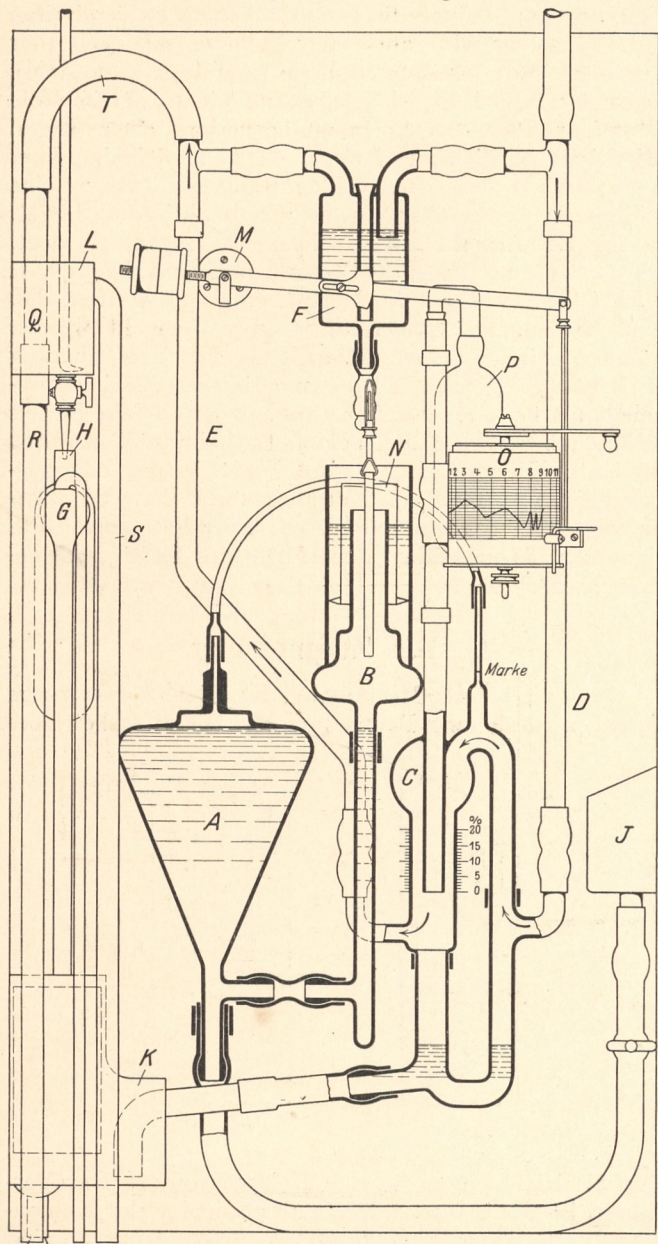


Fig. 636. Rauchgasuntersuchungsapparat „Ados“. Ausführung: Ados, G. m. b. H., Aachen.

gefäß *C*, und wenn dieses während der Messung abgesperrt ist, unter Überwindung der geringen Sperrflüssigkeitshöhe (Glycerin) durch *F*. Es sind also immer frische Rauchgase in *C*.

Füllt nun das von *L* aus durch *H* fließende Wasser den Schwimmer *V*, so sinkt derselbe und drängt die Flüssigkeit aus *K* in *C* hinein, so daß sie *D* und *E* hydraulisch abschließt. Es ist dann in *C* ein bestimmtes Gasvolumen abgefangen, ein Teil desselben dringt in das Rohr *P* und den am Ende desselben befindlichen Gummibeutel, welcher zum Druckausgleich dient.

Sobald die Flüssigkeit bis zum unteren Ende des Rohres *P* gestiegen ist, ist dieses abgeschlossen, und in *C* sind 100 ccm Gas enthalten. Die Flüssigkeit aus *K* steigt nun weiter bis zur Marke über *C*, und das Gas wird durch das Capillarrohr in das Absorptionsgefäß *A* gedrückt, dabei eine seinem Volumen entsprechende Menge der Absorptionsflüssigkeit aus *A* in das Luftgefäß *B* verdrängend. Ein Teil der in *B* befindlichen Luft entweicht durch das in der Mitte der Registrierglocke *N* hängende, oben und unten offene Rohr, und zwar so lange, bis die Flüssigkeit das untere Ende dieses Rohres erreicht hat. Bei weiterem Steigen wird die Glocke *N* von der aus *B* verdrängten Luft gehoben und bewegt dadurch den Schreibstift des Hebels *M* an der Trommel *O* aufwärts.

War reine Luft angesaugt, so wird die Glocke *N* am höchsten gehoben und der Schreibstift zeichnet einen Strich über die ganze Höhe der Trommel. Je mehr Gase absorbiert wurden, um so weniger Absorptionsflüssigkeit kommt nach *B*, und um so kürzer wird der Strich. Der Abstand vom oberen Rande bis zum Ende des Striches gibt den CO_2 -Gehalt an, den man an der Skala in v. H. ablesen kann. Das Diagramm zeigt also eine um so bessere Verbrennung an, je tiefer die unbeschriebene bleibende Fläche nach unten reicht.

Während dieses Vorganges ist das Wasser in den Röhren *H* und *G* so hoch gestiegen, daß es den Scheitel des Saughebers *G* erreicht hat, so daß durch denselben der Schwimmer *V* entleert wird; infolgedessen steigt der Schwimmer, die Flüssigkeit tritt von *C* nach *K* zurück

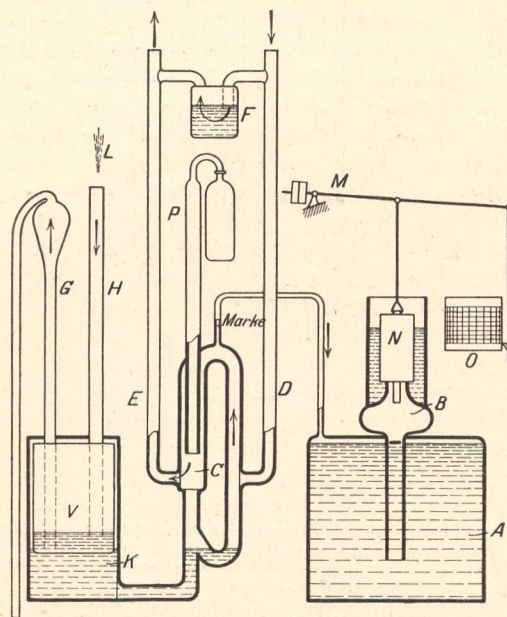


Fig. 637. Schema zum Ados-Apparat.

und es wird der Anfangszustand wiederhergestellt. Sobald nun der Saugheber den Schwimmer geleert hat, reißt die Wassersäule im Heber ab und es wird ein neues Spiel durch Anfüllen des Schwimmers von *L* aus eingeleitet.

Da das spez. Gewicht der Rauchgase von dem CO_2 -Gehalt derselben abhängt, das der atmosphärischen Luft aber konstant ist, so kann man den Gewichtsunterschied zwischen einer Luft- und einer Rauchgassäule zur Bestimmung des CO_2 -Gehaltes benutzen. Es geschieht dieses unter anderm in dem „Rauchgasanalysator System Krell-Schultze“, dessen Einrichtung in Fig. 638 schematisch dargestellt ist.

Mittels eines Saugapparates, der vom Schornsteinzuge betrieben werden kann, wird durch das Rohr *g* und die beiden kommunizierenden Rohre *a* und *b* von 1,75 m Höhe ununterbrochen Rauchgas und Luft hindurchgesaugt. Das kleine Manometer *j* dient zum Regeln, der Hahn *h* zum Absperrn des Saugzuges. An ihren unteren Enden sind die Standrohre *a* und *b* durch die Schlauchleitungen *m* und *n* mit einem Mikromanometer¹⁾ verbunden, welches äußerst geringe Druckunterschiede zu messen gestattet; ein Teilstrichabstand auf dem Meßrohr entspricht $\frac{1}{400}$ mm Wassersäule. Die Flüssigkeit in

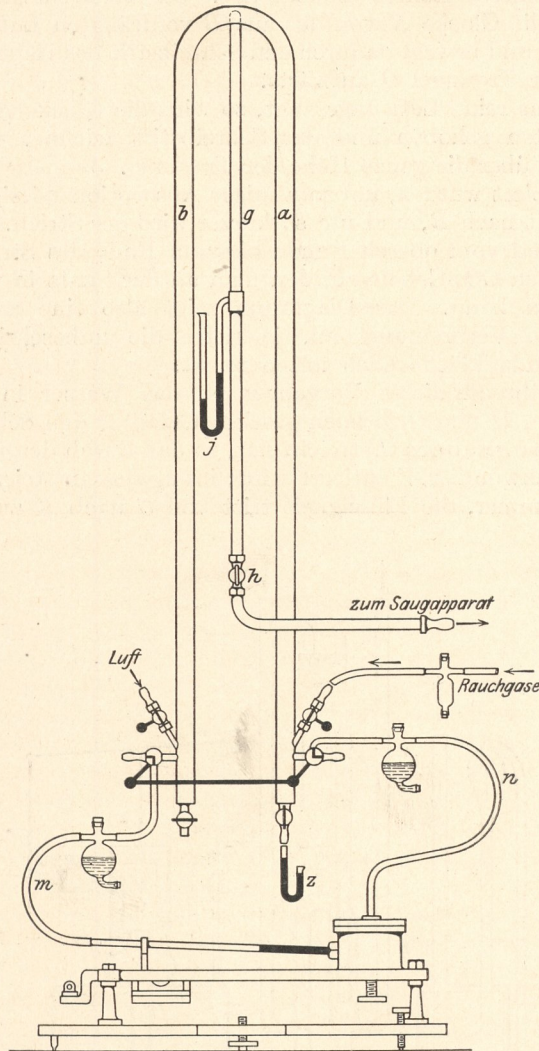


Fig. 638. Schema zum Rauchgasanalysator, System Krell-Schultze.
Ausführung: G. A. Schultze, Berlin-Charlottenburg.

dem Meßrohr ist intensiv gefärbter Alkohol. Das Mikromanometer ist auf einer soliden gußeisernen Platte montiert, welche durch zwei Wasserwagen genau wagerecht eingestellt wird. Der Hahn unter dem Rohr *a* ist immer geöffnet, damit die in den Rauchgasen befindliche Feuchtigkeit, welche an der Rohrwand niederschlägt, in den Wassersack *z*, der als Abschluß dient, heruntertropfen kann. Die kleinen Gefäße enthalten Alkohol, der durch eigenes Verdunsten das Verdunsten der Meßflüssigkeit im Manometer verhindern soll. Dieser Apparat gestattet ohne weitere Handhabung in jedem Augenblick die Ablesung des jeweiligen CO_2 -Gehaltes an einer durch Eichung hergestellten Skala.

¹⁾ Nähere Beschreibung s. Brand, S. 140.

Fortlaufende Aufzeichnungen erhält man mit dem registrierenden Rauchgasanalysator desselben Systems auf folgende Weise:

Das Bild des Meßrohres, welches mit einer aus schwarzen Strichen bestehenden Teilung versehen und je nach dem CO_2 -Gehalt der Gase mehr oder weniger mit dem gefärbten, für Licht undurchlässigen Alkohol gefüllt ist, wird mittels einer Glühlampe und eines Spiegels in eine photographische Kamera geworfen und zeichnet sich dort auf einem lichtempfindlichen Papierstreifen auf. Letzterer wird auf einen Zylinder gewickelt, der durch ein Uhrwerk in 24 Stunden einmal um seine Achse gedreht wird. Man erhält also auf einem Streifen die Übersicht über den Verbrennungsverlauf eines Tages. Mit dieser Einrichtung kann auch noch diejenige einer Fernablesung verbunden werden, welche dem Heizer eine willkommene, vor allem bequeme Selbstkontrolle bietet.

Die Entnahme der Rauchgasproben geschieht dort, wo der Zug das Ende der Kesselheizfläche erreicht hat; doch ist es zweckmäßig, Vorkehrungen zu treffen, daß auch an anderen Stellen die Gase untersucht werden können. Findet man z. B. an einer von der Feuerung entfernter gelegenen Stelle einen geringeren Kohlensäuregehalt als nahe an der Feuerung, so ist das ein Beweis dafür, daß zwischen den beiden Entnahmestellen durch undichtes Mauerwerk falsche Luft in die Züge getreten ist und die Rauchgase verdünnt hat. Die Entnahmerohre bestehen aus Eisen, Porzellan oder Glas, sie sollen bis ungefähr in die Mitte des Gasstromes geführt werden.

6. Die Zugmessung.

Auch die bei der Messung des Kesselzuges erhaltenen Angaben werden zur Beurteilung des Feuerungsbetriebes

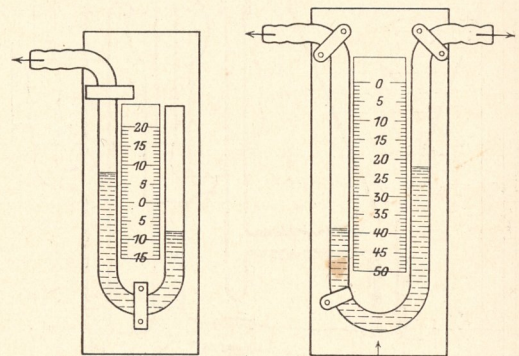


Fig. 639.

Fig. 640.

und als Richtschnur für den Heizer benutzt. Das Verfahren ist weniger zuverlässig als dasjenige der Kohlensäurebestimmung; aber die verwendeten Apparate sind erheblich einfacher als jene.

Man unterscheidet die gewöhnlichen Zugmesser oder Unterdruckmesser (Fig. 639), welche den Unterschied zwischen dem Luftdruck in den Kesselzügen und außerhalb derselben messen, und die Differenzzugmesser (Fig. 640), welche den Druckunterschied zwischen zwei Stellen der Feuerungsanlage, gewöhnlich zwischen dem Ende des letzten Zuges vor dem Rauchschieber und dem Feuerraum über dem Rost, messen. Die Differenzzugmesser geben ein ziemlich zutreffendes Bild von der durch die Rostspalten hindurchströmenden Luftmenge, da bei gleicher Beschaffenheit der Brennschicht die Luftmenge mit der Druckdifferenz zunimmt. Ist also z. B. der Rost verschlackt, die Feuertür geschlossen und die

Stellung des Rauchschiebers dieselbe geblieben wie anfänglich, so wird bei sehr geringer Luftmenge beinahe der volle Schornsteinzug über dem Rost zu messen, also die Druckdifferenz sehr gering sein. Durch die allmählich sich verringernde Druckdifferenz kann also der Heizer das zunehmende Verschlacken beobachten und dem Mangel einer zu geringen Zufuhr von Verbrennungsluft durch entsprechende Schieberstellung oder durch Entschlackung des Rostes entgegenwirken.

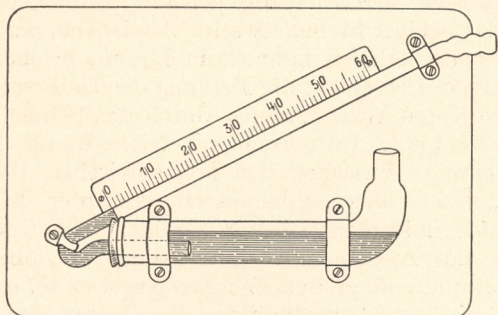


Fig. 641. Zugmesser.
Ausführung: Ww. Joh. Schumacher, Köln a. Rh.

In ihrer einfachsten Form bestehen die Zugmesser aus einem U-förmig gebogenen Glasrohr mit Wasserfüllung, dessen einer Schenkel mit derjenigen Stelle der Feuerzüge verbunden wird, an welcher der Druckunterschied gegenüber der Außenluft gemessen werden soll. Derselbe wird an einer zwischen den Schenkeln der Glasröhre befindlichen — am besten verschiebbaren — Skala direkt in mm Wassersäule abgelesen.

Die Verwendung als Differenzmesser wird erreicht, indem beide Schenkel mit den betreffenden Stellen der Feuerzüge verbunden werden.

Um einen festen Nullpunkt und zugleich größere Empfindlichkeit zu haben, erweitert man den einen Schenkel zu einem Gefäß mit größerer Oberfläche und gibt dem anderen eine geneigte Lage (Fig. 641).

Bei der Bauart Walter Dürr-Schultze, welche in Fig. 642 schematisch dargestellt ist, wird der Raum innerhalb der Glocke *g* mit der Feuerung, der Raum außerhalb derselben in dem luftdicht abgeschlossenen Gehäuse *H* mit dem Fuchs verbunden. Die Bewegung der Glocke, deren Eigengewicht durch ein Gegengewicht *w* ausgeglichen ist, wird durch Hebel auf einen Zeiger übertragen, der die Druckunterschiede bis auf 0,1 mm abzulesen gestattet.

Erwähnt sei schließlich ein von G. A. Schultze, Charlottenburg, ausgebildetes Verfahren, welches durch Vereinigung des einfachen Unterdruckmessers mit dem Differenzzugmesser, genannt „Verbundzugmesser“, die bei Einzelablesung der beiden ersteren Apparate noch möglichen Irrtümer vermeidet.

Soll ein solcher Apparat benutzt werden, so wird nach Aufstellung desselben zunächst mit Hilfe eines Orsat-Apparates der bei einem günstigen CO_2 -Gehalt vorhandene Unterdruck im Fuchs, sowie die Druckdifferenz ermittelt, und es werden diese Werte als Normaldrücke mit roter und grüner Farbe auf dem Apparat

markiert. Weichen nun im Betriebe die mit gleichen Farben gestrichenen Zeiger der vereinigten Apparate von den Normalstellungen ab, so findet der Heizer in einer neben dem Apparat hängenden Tabelle angegeben, welcher Zustand der Feuerung (z. B. Luftmangel) der betreffenden Stellung der beiden Zeiger entspricht, und er hat auf Wiederherstellung der Normalstellungen hinzuwirken.

Es kann mit dem Apparat auch eine Schreibvorrichtung verbunden werden, welche die Angaben beider Messer aufzeichnet.

7. Die Temperaturmessung.

Dieselbe erstreckt sich auf den Dampf, nur wenn er überhitzt ist, und auf die Feuergase.

Zum Messen der Dampftemperatur, deren oberste Grenze selten über 400°C liegt, werden ausschließlich Quecksilberthermometer verwendet, welche sich zum Messen von Temperaturen bis 500°C eignen. Da der Siedepunkt des Quecksilbers bei 360°C liegt, so sind dieselben mit einer Kohlensäurefüllung von 20 at versehen. Die Herstellung solcher Thermometer wurde erst ermöglicht durch die Erfindung einer für so hohe Temperaturen geeigneten Glassorte durch Schott & Gen. in Jena. Das Thermometer wird in ein Tauchrohr, welches in den Dampfstrom hineinreicht, eingesetzt und der Zwischenraum zwischen beiden mit Öl oder Quecksilber oder, wenn die Temperatur höher als 300° ist, mit feinen Metallspänen ausgefüllt.

Zum Messen von Rauchgastemperaturen bis 500°C benutzt man die oben beschriebenen einfachen Quecksilberthermometer mit verlängertem Einsteckrohr, oder aber man wendet Quecksilber-Federpyrometer an, welche aus einem stählernen Gefäß bestehen, das mittels einer ebenfalls stählernen Capillarröhre mit einer Stahlrohrfeder verbunden und mit Quecksilber gefüllt ist. Bei Erwärmung des Tauchrohres dehnt sich das Quecksilber aus und sucht die Feder zu strecken, deren Bewegung dabei auf einen Zeiger übertragen wird. Die Wirkung ist ähnlich derjenigen des Röhrenfedermanometers Fig. 494. Derartige Apparate sind für Temperaturen bis auf etwa 100°C herab brauchbar und eignen sich innerhalb dieser Grenzen natürlich auch zum Messen von Heißdampf-temperaturen.

Für höhere Temperaturen benutzt man Thermoelemente, bestehend aus einem Platindraht und einem Draht aus einer Platin-Rhodiumlegierung, deren Verbindungsstelle in einem Schutzrohr aus Eisen oder Schamotte der Hitze ausgesetzt, eine elektromotorische Kraft erzeugt, deren Größe in einem Galvanometer abgelesen und mit der Temperatur in Beziehung gesetzt wird.

Auch Thermometer werden ähnlich wie die vorbeschriebenen Instrumente für Fernablesung und mit Registriervorrichtung gebaut.

Für Temperaturmessungen, die nur gelegentlich vorgenommen werden, verwendet man auch zweckmäßig ein einfaches Calorimeter, welches für diesen besonderen Zweck gebaut und dessen Thermometer so geeicht ist, daß man die Gastemperatur ohne weitere Umrechnung direkt an demselben ablesen kann. Eine derartige Messung liefert natürlich, ebenso wie diejenige mittels der Segerschen Brennkegel oder der Prinsepschen Legierungen, nur eine Endtemperatur.

8. Einrichtungen zur Sicherung des Betriebes.

Außer den Armaturen, deren Anordnung gesetzlich vorgeschrieben ist, verwendet man im Kesselbetriebe

noch eine Anzahl von Einrichtungen, welche die Sicherheit des Betriebes erhöhen sollen, indem sie entweder bei eintretenden Unregelmäßigkeiten ein Warnungssignal geben oder selbsttätig die Gefahr beseitigen bzw. selbsttätig Funktionen des Personales ausführen. Da die Erfahrung gezeigt hat, daß verhältnismäßig die meisten Betriebsstörungen und Kesselexplosionen auf Wassermangel zurückzuführen sind, so ist es begreiflich, daß die meisten Erfindungen die Beseitigung dieser Gefahr zum Gegenstand haben.

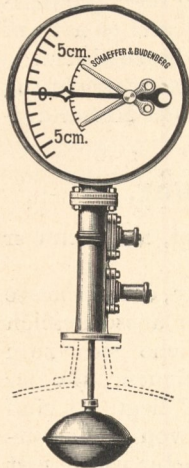


Fig. 643. Wasserstandsanzeiger mit Schwimmer und Alarmpfeifen.

Ausführung: Schäffer & Büdenberg, Magdeburg-Buckau.

A. Der in Fig. 643 gezeigte Amphlet-Apparat besteht aus einem Schwimmer, der den Schwankungen des Wasserstandes folgt und dieselben durch ein geeignetes Gestänge auf einer weithin sichtbaren Zeigerscheibe von 500 mm Durchmesser anzeigt; außerdem wirkt die Stange des Schwimmers auf zwei an der Seite des Stativs befindliche Pfeifen, so daß bei Erreichung des höchsten Wasserstandes die obere auf einen hellen Ton gestimmte, bei Erreichung des tiefsten Wasserstandes die untere tiefer gestimmte ertönt.

B. Der Schwartzkopffsche Dampfkesselsicherheitsapparat Fig. 644 hat die Aufgabe, durch ein elektrisches Signal Meldungen über folgende Betriebsunregelmäßigkeiten zu machen:

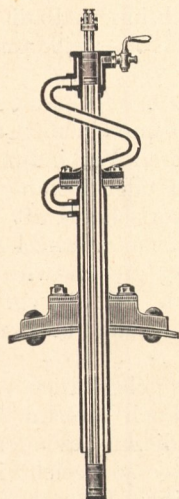


Fig. 644.

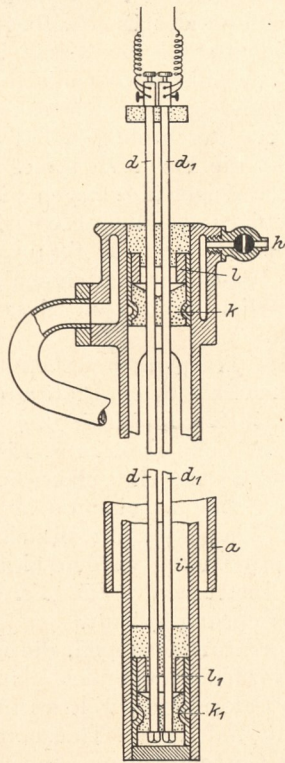


Fig. 645.

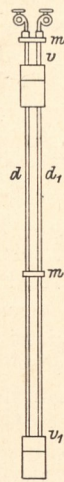


Fig. 646.

Fig. 644 bis 646. Schwartzkopffscher Dampfkesselsicherheitsapparat. Ausführung: Richard Schwartzkopff, Berlin N 4.

- I. Unterschreitung des niedrigsten Wasserstandes;
- II. Überschreitung der höchsten zulässigen Dampfspannung;
- III. trocknes Anheizen des Kessels, bevor die Bleche glühend werden;

IV. Überhitzung des Kesselwassers infolge von Salz- oder Schlammgehalt, überanstrengtem Betrieb u. dgl.

In allen 4 Fällen wird eine auf den Apparat wirkende Temperaturerhöhung zur Signalgebung in der Weise nutzbar gemacht, daß aus einer Metallegierung von bestimmtem Schmelzpunkt bestehende Ringe l und l_1 (Fig. 645) schmelzen, dadurch die beiden mit einer elektrischen Klingelanlage verbundenen Drähte d und d_1 in metallische Berührung bringen und so die Glocke, die sich an beliebiger Stelle, etwa im Betriebsbureau und im Kesselhause befinden kann, zum Läuten bringen.

Im Falle I geschieht die Meldung der Unterschreitung des niedrigsten Wasserstandes durch das Schmelzen des oberen Ringes l . Im normalen Betriebe ist nämlich der Zwischenraum zwischen den konzentrischen Rohren a und i , ferner das Schlangenrohr und der Kopf des Apparates mit Kesselwasser gefüllt. Bei Inbetriebsetzung des Apparates wird allerdings der obere Teil dieses Raumes über dem Wasserspiegel noch mit Luft gefüllt sein, man hat dann nur den Hahn h zu öffnen und der geringste, schon beim Anheizen vorhandene Überdruck wird die Luft heraustrreiben und das Wasser hinaufdrücken. Dieses wird infolge der Abkühlung, besonders des Schlangenrohres, kühler als 100°C bleiben. Wenn jedoch der Wasserspiegel bis unter die Öffnung des weiten Rohres a sinkt, so fließt der gesamte Wassereintrag aus dem Zwischenraum, dem Schlangenrohr und dem Kopf ab; der Ring l wird dann von dem heißeren Dampf umspült und schmilzt. Das geschmolzene Metall sammelt sich in dem Trichter des Schiefersteines k , der sonst die beiden Drähte voneinander isoliert, und stellt nun die leitende Verbindung her.

In derselben Weise wirkt die Temperaturerhöhung, die in den Fällen II, III und IV eintritt, auf den unteren Legierungsring l_1 .

Durch Versuche wurde festgestellt, daß schon, wenn die Feuerbleche eine Temperatur von nur 250 bis 350° haben, die strahlende Wärme genügt, den Ring zu schmelzen. Hat der Apparat funktioniert, so werden die Einsatzdrähte (Fig. 646) herausgezogen und die geschmolzenen Ringe erneuert.

Interessant sind die Angaben über die Tätigkeit des Apparates; nach den dem Lieferanten erteilten Auskünften über 1530 Apparate wurde

in 771 Fällen Wassermangel,
„ 72 „ Überschreitung der zulässigen Dampfspannung,
„ 38 „ übermäßige Temperaturerhöhung des Kesselwassers

gemeldet.

Wenn die Kesselbauart die Anbringung des Apparates in der dargestellten Form verhindert, kann derselbe auch in solcher Weise geteilt angeordnet werden, daß der Teil mit dem oberen Schmelzring an einer, der mit dem unteren an einer anderen Stelle montiert wird.

C. Die Verbindung einer Warnvorrichtung bei Wassermangel mit einem Probierhahn zeigt Fig. 647. Über dem Stutzen des Hahnes befindet sich ein Rippenrohr k , welches oben erweitert ist. In dieses erweiterte Rohrstück wird ein engeres Rohr r , welches unten durch einen Schmelzkegel verschlossen ist, eingeschraubt. Bei normalem Wasserstande ist der Schmelzkegel, von 100 bis 125°C Schmelztemperatur, von Wasser umspült, welches infolge der Wärmeausstrahlung durch die Rippen verhältnismäßig kühl bleibt; sinkt jedoch der Wasserstand unter die Öffnung des Stutzens, so fließt das Wasser

aus dem Rohr *k* heraus, der hineinströmende Dampf schmilzt den Kegel und warnt durch das heulende Geräusch beim Ausströmen den Heizer. Nach Abstellen des Hahnes *h* kann das Rohr *r* herausgeschraubt und der Kegel erneuert werden. Das Rohr *r* kann auch mit einer Dampfpeife versehen werden.

D. Auf demselben Gedanken beruht der in Fig. 648 und 649 dargestellte „Blacksche Speiserufer“. Beim

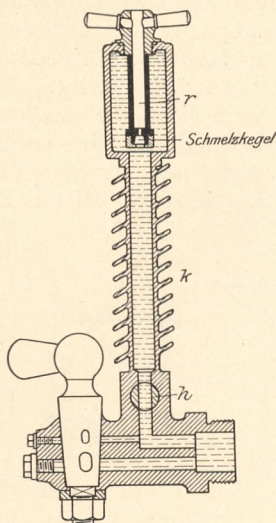


Fig. 647. Probierhahn mit Warnvorrichtung.
Ausführung: Richard Schwartzkopf, Berlin N 4.

Sinken des Wasserstandes steigt der Dampf in das Rohr, schmilzt einen Metallpfropfen und setzt dadurch die Alarmpeife in Tätigkeit.

Fig. 648 zeigt den Apparat ohne, Fig. 649 mit gewundenem Kühlrohr, an ersterem erkennt man auch den Plombenverschluß über dem Absperrhahn, welcher zum Abstellen der Peife und zur Erneuerung des Schmelzpfropfens gelöst werden muß.

Es sei an dieser Stelle auch auf den Sicherheitsapparat Fig. 517 hingewiesen, welcher, an den unteren



Fig. 648.

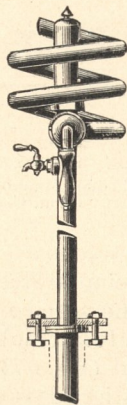


Fig. 649.

Fig. 648 u. 649. Blacksche Sicherheitsapparate.
Ausführung: Schäffer & Budenberg, Magdeburg-Buckau.

Wasserstandshahnkopf angeschraubt, durch Schmelzen einer Metallplatte Warnrufe bei übermäßiger Unterschreitung des niedrigsten Wasserstandes ertönen läßt.

E. Ein recht energisches Mittel gegen die Gefahr des Wassermangels sind Schmelzpfropfen, welche an der dem Erglühen zuerst ausgesetzten Stelle der Kesselwand in dieselbe eingeschraubt werden. Solange sie vom Wasser bedeckt sind, kann die Temperatur eine gewisse

Höhe nicht überschreiten; bei zu niedrigem Wasserstand schmelzen sie jedoch, Wasser und Dampf dringen dann durch die Öffnung in den Feuerraum und löschen das Feuer aus.

Aus Blei bestehende Schmelzpfropfen werden durch das Kesselwasser nach und nach zersetzt, so daß sie zu Undichtigkeiten Anlaß geben. Auch bei Belag mit Kesselstein schmelzen sie oft frühzeitig und sind aus dem Grunde den Heizern meist nicht willkommen. In Einzelfällen haben die Heizer sie durch Kupferbolzen ersetzt, um vorzeitiges Schmelzen zu verhindern.

Doch ist sonst die Anbringung der Schmelzpfropfen zu empfehlen, weil sie im Falle der dringenden Gefahr kräftig wirken; selten erfolgt dann eine Einbeulung des Flammrohres, meist genügt ein Nachstemmen der durch das Ausglühen undicht gewordenen Nähte, um den Kessel wieder betriebsfähig zu machen. In Holland sind derartige Schmelzpfropfen, etwa 1 m hinter der Feuerbrücke im Flammrohrscheitel sitzend, gesetzlich vorgeschrieben.

In Fig. 650 ist ein verbesserter Schmelzpfropfen gezeichnet. Die schmelzbare Legierung befindet sich zwischen dem äußeren, aus Rotguß bestehenden Pfropfen *P* und dem Konus *C*. Sobald das Wasser nur noch 25 bis 30 mm über dem beheizten Blech steht, ist

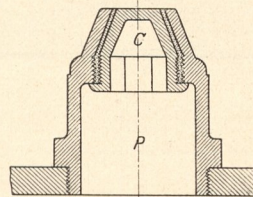


Fig. 650. Verbesserter Schmelzpfropfen.
Ausführung: Schäffer & Budenberg, Magdeburg-Buckau.

der obere Teil des Pfropfens vom Dampf umgeben, die Legierung schmilzt darauf und der Konus *C* wird herausgeschleudert, worauf das austretende Wasser- und Dampfgemisch das Feuer auslöscht bzw. herausschleudert. Der neue Konus kann vom Feuerraum aus eingesetzt werden, so daß hierzu wohl eine gewisse Abkühlung, aber keine Entleerung des heißen Kesselinhaltes erforderlich wird.

F. Während die vorher beschriebenen Apparate die Aufgabe haben, den Heizer auf Unregelmäßigkeiten bei der Speisung aufmerksam zu machen oder den schlimmsten Schaden zu verhüten, sollen die Wasserstandsregler ihm die Bedienung der Speisevorrichtungen abnehmen und selbsttätig dafür sorgen, daß der Wasserstand stetig auf der normalen Höhe gehalten wird. Dabei arbeiten die Speisepumpen fast ununterbrochen, das Wasser tritt mit annähernd gleichmäßigem Zufluß in den Kessel, wodurch der Kessel geschont, die Spannung leichter gleich gehalten und der Wirkungsgrad verbessert wird.

Von ganz besonderer Bedeutung sind diese Regler für die neueren Hochleistungswasserrohrkessel, welche einen im Verhältnis zur Dampferzeugung geringen Wasserinhalt und besonders infolge ihrer Bauart einen so geringen Speiseraum haben, daß die sorgfältige Speisung allein schon einen großen Teil der Tätigkeit des Heizers beansprucht.

Der in Fig. 651 dargestellte Wasserstandsregler D. R. P. Nr. 133 522 und 164 729 wirkt durch das Regulierventil *R* auf den Speisewasserzufluß. Dieses Ventil wird auf folgende Weise mittels der Membran *M* durch den Druck

einer Wassersäule betätigt: die beiden Standrohre *a* und *b* sind einerseits mit den über und unter der Membran befindlichen Räumen von *R*, andererseits durch ein Einhängerrohr *g* mit dem Kesselinhalt verbunden. Letzteres

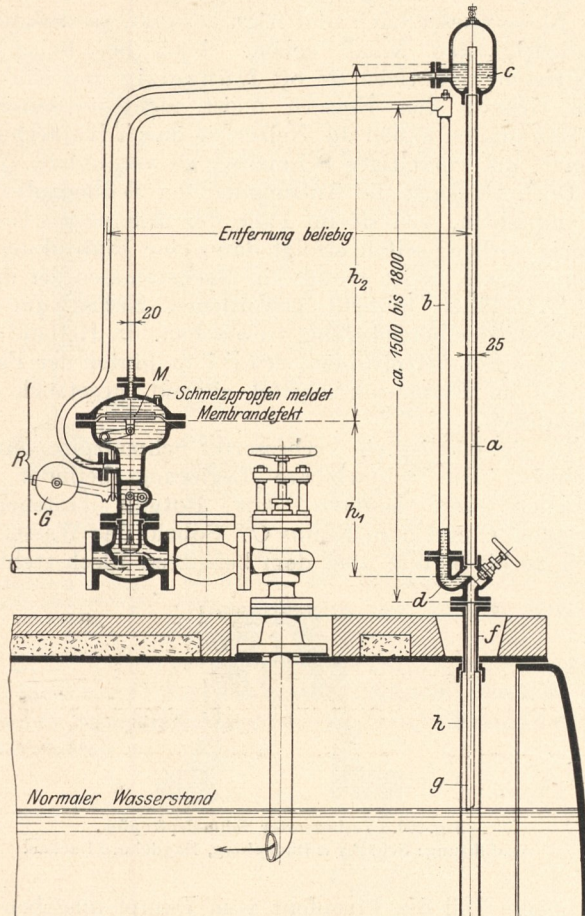


Fig. 651. Wasserstandsregler, Patent Emil Hannemann.
Ausführung: Emil Hannemann, G. m. b. H., Berlin-Hermsdorf.

reicht gerade bis zum normalen Wasserstande und ist mit einem 2'', durchlöchernten Schutzrohr umgeben. In der gezeichneten Stellung ist eben bei geringem Sinken

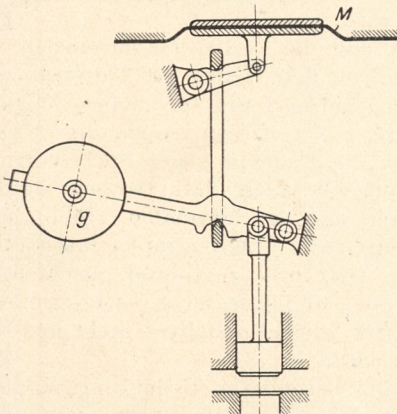


Fig. 652. Schema zum Wasserstandsregler Fig. 651.

des Wasserstandes die untere Öffnung des Einhängerrohres freigegeben, infolgedessen hat sich das Rohr *a* von Wasser entleert und ist nun mit Dampf gefüllt.

Es steht dann über der Membran ein Druck gleich der Dampfspannung vermindert um die Wassersäule h_1 und unter der Membran ein Druck gleich der Dampfspannung vermehrt um die Wassersäule h_2 . Die Membran wird also mit einer Kraft entsprechend dem

Druck $h_1 + h_2$ gehoben und hebt ihrerseits mittels Hebeln und Zugstangen (Fig. 652) das Regelventil in *R*, wodurch die Speisung beginnen kann.

Steigt nun der Wasserstand so, daß er die Mündung des Einhängerohres wieder abschließt, so kann kein Dampf mehr in das Rohr *a* hineingelangen, der darin befindliche Dampf kondensiert und das Rohr füllt sich mit Wasser. Alsdann sind die Druckhöhen über und unter der Membran im Gleichgewicht, so daß das Gewicht *g* in Wirkung tritt und das Ventil *R* abschließt. Die Wassersäcke *c* und *d* sind nötig, damit die Entleerung auf das Rohr *a* beschränkt bleibt.

Wo dieses erforderlich ist, wird außerdem noch in die Pumpendampfzuleitung ein Regelventil eingeschaltet, welches den Dampfdruck drosselt und eventuell die Pumpe vollständig still setzt. Mittels Riemen betriebene

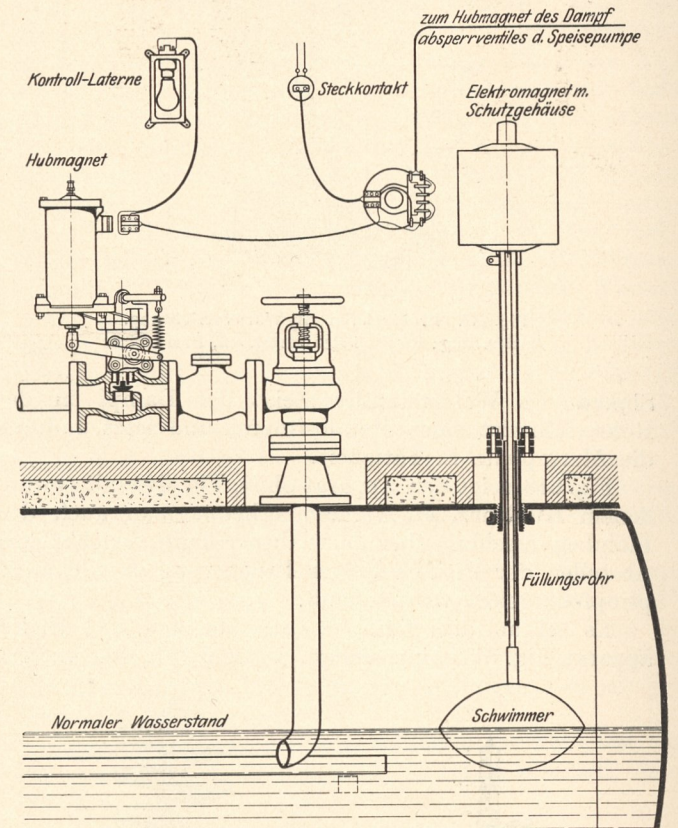


Fig. 653. Elektrischer Wasserstandsregler, Bauart Reubold.
Ausführung: Hannoversche Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft
vorm. Georg Egestorf, Hannover-Linden.

Pumpen werden eventuell mit einer Einrichtung versehen, welche beim Abstellen der Speisung den Antriebsriemen auf die Losscheibe leitet.

Der elektrische Wasserstandsregler, Bauart Reubold (Fig. 653 bis 655), wird durch einen Schwimmer betätigt, dessen Führungsstange sich frei mit Spiel und ohne Reibung in einem Rohr bewegt, und die an ihrem oberen Ende einen Eisenkörper trägt. In der Höhenlage des letzteren wird das Rohr, welches aus Rotguß besteht, von einem Elektromagneten umschlossen, der dauernd durch einen Strom von 0,2 Ampere bei 110 Volt erregt wird.

Bei normalem Wasserstande befindet sich der Eisenkörper in Fig. 655 über dem Magneten. Sobald der niedrigste Wasserstand erreicht ist, schließt der Eisenkörper den magnetischen Kreislauf. Durch die Verstärkung des magnetischen Feldes wird der Anker des Elektromagneten angezogen und von ihm durch einen kräftig bemessenen

Kohlekontakt ein elektrischer Strom nach dem Hubmagneten Fig. 654, welcher das Öffnen des Speiseventils bewirkt, geschlossen. Durch die nun folgende Speisung steigt der Wasserstand so lange, bis durch den Schwimmer der magnetische Stromkreis wieder unterbrochen wird. Der Anker fällt ab und bewirkt durch die Ausschaltung des Hubmagneten die Schließung des Speiseventils. Der normale Wasserstand kann durch Verschiebung des Elektromagneten eingestellt und auf etwa 10 mm genau gehalten werden.

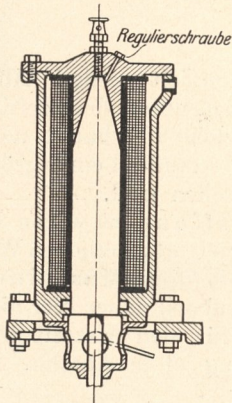


Fig. 654. Hubmagnet zum Wasserstandsregler Fig. 653.

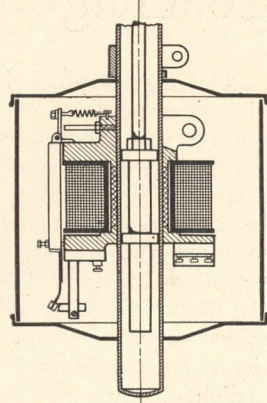


Fig. 655. Elektromagnet zum Ein- und Ausschalten des Stromes für den Hubmagneten Fig. 653.

Wird die Speisung durch schwungradlose Pumpen besorgt, welche von jeder Hubstellung aus von selbst angehen, so ist es vorteilhaft, in deren Dampfleitung außerdem ein selbsttätiges Dampfabsperrenteil, von derselben Konstruktion wie das Regelventil der Speisedruckleitung, einzubauen, welches ebenfalls durch den vom Schwimmer

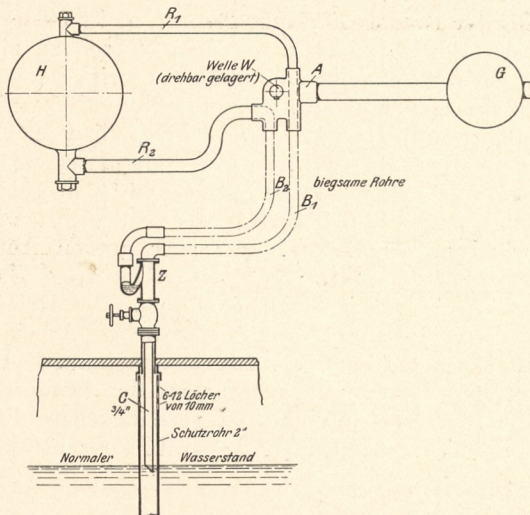


Fig. 656. Schema des Wasserstandsreglers „Avaugee“. Ausführung: Apparate-Vertriebs-Gesellschaft, Berlin-Wilmersdorf.

ein- und ausgeschalteten elektrischen Strom geöffnet und geschlossen wird, so daß die Pumpe nur in den Speisepausen arbeitet. In der Figur ist die zu diesem Ventil führende Drahtleitung angedeutet. Zur weiteren Kontrolle ist am Heizerstand eine kleine elektrische Laterne angebracht, deren Lampe im Moment des Einschaltens aufleuchtet.

Der Wasserstandsregler „Avaugee“ (Fig. 656) besteht aus einem zweiarmigen Hebel, der an einem Ende ein Hohlgefäß H , am anderen ein Gegengewicht G trägt. Ersteres ist durch die starren Rohre R_1 und R_2 , das Anschlußstück A und die biegsamen Rohre B_1 und B_2 mit dem Kesselinhalt verbunden. Liegt der Wasser-

spiegel unter der Mündung des Anschlußrohres C , so ist das Gefäß H leer und der Hebel von links oben nach rechts unten geneigt. In dieser Lage wird der Kessel gespeist.

Ist der Wasserspiegel so weit gestiegen, daß er die Mündung von C abschließt, so kann kein Dampf mehr in das Gefäß H gelangen, der darin abgesperrte kondensiert und das Gefäß füllt sich mit Wasser. Dadurch erhält H das Übergewicht über G , der Hebel und mit ihm die Welle W wird gedreht und stellt die Speisepumpe ab.

Gibt der Wasserspiegel darauf die Öffnung von C wieder frei, so strömt Dampf durch B_1, A, R_1 nach dem Hohlgefäß, während das Wasser aus demselben durch R_2, A, B_2 in den Kessel zurückfließt; dadurch gewinnt G das Übergewicht und stellt durch Drehen der Welle W die Speisepumpe wieder an.

Das Zwischenstück Z enthält einen Wassersack, um zu veranlassen, daß der Dampf durch B_1, A, R_1 nach H strömt und nicht etwa durch B_2, R_2 , dadurch den Ausfluß des Wassers hindernd. Oberhalb von Z wird ein in dieser schematischen Abbildung nicht gezeichneter Dreiwegehahn angebracht, mit dem vor jeder Schicht

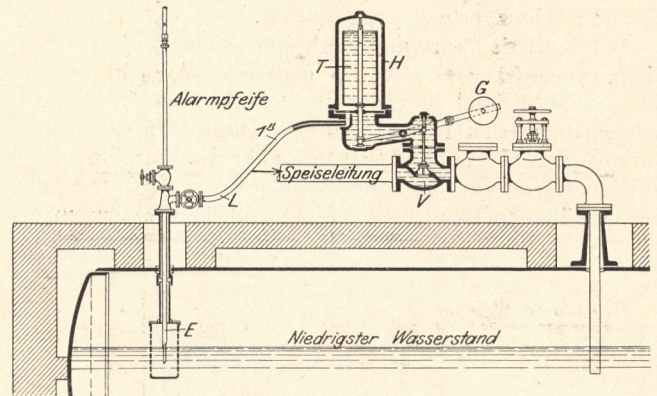


Fig. 657. Speisewasserregler. Ausführung: Schiff & Stern, Leipzig.

der Apparat und die Rohre zu durchblasen sind, um Luft- und Schlammansammlungen zu verhindern.

Statt auf das Dampfventil der Speisepumpe, kann der Hebel auch auf die Einrückvorrichtung einer Transmissionspumpe, oder eines Elektromotors, oder, bei mehreren Kesseln, auf das Speiseventil wirken.

Auch bei dem Speiseregler Fig. 657 wird das Speiseventil V durch einen zweiarmigen Hebel betätigt, welcher auf der einen Seite einen offenen, mit Wasser gefüllten Topf T , auf der anderen ein Gegengewicht G trägt. Der Topf ist an einer Führungsstange befestigt und kann sich in der Haube H auf und ab bewegen. Letztere ist durch die Leitung L und das Rohr E mit dem Kesselinhalt verbunden. Liegt der Wasserspiegel unter der Mündung von E , diese freigebend, so läuft die Haube von Wasser leer und füllt sich mit Dampf. Das Gewicht des Topfes drückt alsdann den Hebel nach unten und öffnet das Speiseventil; diese Stellung zeigt die Fig. 657.

Steigt nun der Wasserspiegel, so wird die Öffnung von E verschlossen, der Dampf in der Haube kondensiert und die Haube füllt sich mit Wasser. Dadurch verringert sich das Gewicht von T , das Gegengewicht sinkt und schließt das Ventil.

Der Stutzen des Rohres E dient gleichzeitig zur Aufnahme einer Alarmpfeife, die in Tätigkeit tritt, wenn aus irgendeinem Grunde der Wasserspiegel unter den niedrigsten Stand gesunken ist. Statt des Speiseventiles kann der Hebel auch das Dampfventil oder andere Einrückvorrichtungen beeinflussen.