

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 Saugezuges. An ihren unteren Enden sind die Standrohre *a* und *b* durch die Schlauchleitungen *m* und *n* mit einem Mikromanometer<sup>1)</sup> verbunden, welches äußerst geringe Druckunterschiede zu messen gestattet; ein Teilstrichabstand auf dem Meßrohr entspricht  $\frac{1}{400}$  mm Wassersäule. Die Flüssigkeit in

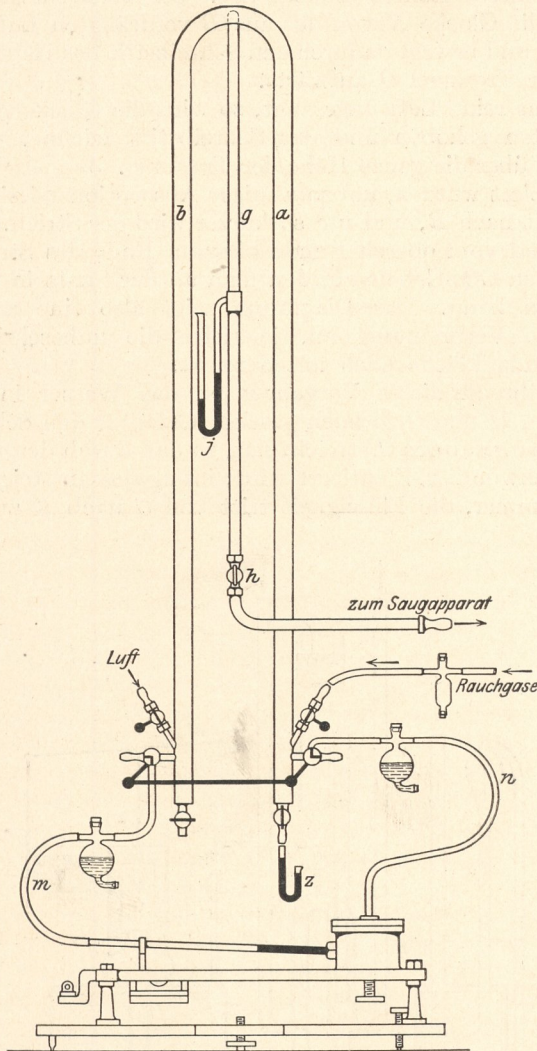


Fig. 638. Schema zum Rauchgasanalysator, System Krell-Schultze.  
Ausführung: G. A. Schultze, Berlin-Charlottenburg.

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  $\text{CO}_2$ -Gehaltes an einer durch Eichung hergestellten Skala.

<sup>1)</sup> 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  $\text{CO}_2$ -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

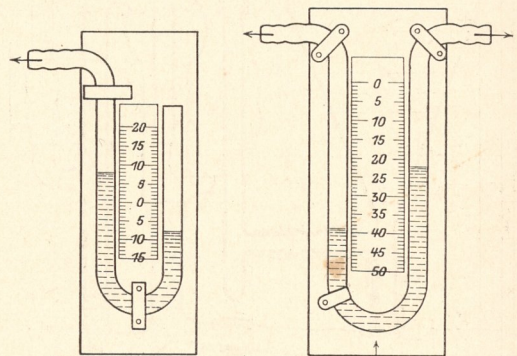


Fig. 639.

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.

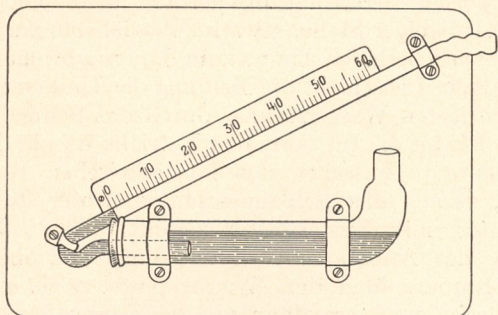


Fig. 641. Zugmesser.  
Ausführung: Ww. Joh. Schumacher, Köln a. Rh.

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  $\text{CO}_2$ -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  $400^\circ\text{C}$  liegt, werden ausschließlich Quecksilberthermometer verwendet, welche sich zum Messen von Temperaturen bis  $500^\circ\text{C}$  eignen. Da der Siedepunkt des Quecksilbers bei  $360^\circ\text{C}$  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  $300^\circ$  ist, mit feinen Metallspänen ausgefüllt.

Zum Messen von Rauchgastemperaturen bis  $500^\circ\text{C}$  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  $100^\circ\text{C}$  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