

Gaskühlung unter Rückgewinnung der Wärme.

Von Ing. JULIUS FABIAN, Berlin-Halensee.

(Eingeg. 22./2. 1925.)

Unter den heutigen Wirtschaftsverhältnissen muß in jedem Betrieb die Forderung nach rationellster Ausnutzung der Wärmemengen allen anderen Erwägungen vorangestellt werden, und besonders an den Stellen, wo etwa noch Abfallwärme nutzlos verlorengeht, erscheint eine gewissenhafte Nachprüfung geboten, ob und inwieweit sich hier Quellen für nutzbar zu machende Wärme erschließen lassen. Eine solche Nachprüfung soll in den folgenden Darlegungen für Betriebe durchgeführt werden, in denen Generatorgas erzeugt und verbraucht wird.

Diese Betriebe lassen sich in zwei Gruppen einteilen, nämlich in solche, in denen das Gas heiß und in ungereinigtem Zustande auf kürzestem Wege den Verbrauchsstellen zugeführt wird, und in solche, in denen das Gas abgekühlt zu den Verbrauchsstellen geleitet wird. In diesem Fall werden im Abkühlungsprozeß wohl die kondensierbaren Teere und Leichtöle gewonnen, die in dem heißen Gase enthalten gewesene, fühlbare Wärme aber geht verloren, wenn die Kühlanlage eine Rückgewinnung dieser Wärme nicht gestattet.

Die größten Mengen an fühlbarer Wärme entstehen bei der Koksvergasung, wo Abgangstemperaturen von 650° keine Seltenheiten sind. Hier hat man hochgespannte Calorien und damit die Möglichkeit, sie in Abhitzekesteln zur Erzeugung von Dampf für Kraftzwecke so weit auszunutzen, daß das Gas die Kesselanlage mit etwa 300° verläßt. Die dann noch verbleibende fühlbare Wärme des Gases reicht aus, um auch die Generatorluft mit der erforderlichen Dampfmenge zu beladen, wie das in einer modernen Kühlanlage erfolgt, die weiter unten ausführlich beschrieben werden soll; da mit dem in den Abhitzekesteln gewonnenen Dampf der gesamte Kraft- und sonstige Dampfbedarf einer Generatoranlage für Koksvergasung sich decken läßt, so ist diese damit zu einem vollständig in sich abgeschlossenen Betriebe gestaltet, der unabhängig geworden ist von Energiemengen, die er nicht selbst erzeugt.

Derartig günstige Verhältnisse hinsichtlich der Wärmegegewinnung aus Generatorgas liegen aber nun bei Koksvergasung vor. Bei Vergasung bituminöser Brennstoffe lassen sich die in den Generatorgasen enthaltenen Wärmemengen nicht mehr unmittelbar in der Weise gewinnen und nutzbar machen, daß man sie, wie bei der Koksvergasung in Abhitzekesteln in Dampf verwandelt. Zwei Umstände sind es, die verbieten, diesen Weg auch bei Steinkohlen- und Braunkohlenvergasung einzuschlagen: bei Vergasung von Steinkohle erreicht man zwar ungefähr die gleich hohen Abgangstemperaturen der Gase, wie sie die Koksgase besitzen, indessen macht es ihr Teergehalt unmöglich, ihren Wärmeinhalt unter Abhitzekesteln in wirksamer Weise zu gewinnen, während bei Vergasung von Braunkohlenbriketts und insbesondere bei Vergasung von stückiger Rohbraunkohle die Gasabgangstemperaturen für die Gewinnung von Dampf für Kraftbedarf viel zu niedrig sind; denn sie bewegen sich z. B. bei Rohbraunkohle etwa um 80° herum, dagegen führt Braunkohlengas einen erheblichen Wasserballast mit sich und besitzt somit einen entsprechend

größeren Wärmeinhalt als trockenes Gas von gleicher Temperatur, aber immerhin enthalten Braunkohlengase nur niedrig gespannte Calorien.

Trotzdem daher auf den ersten Blick ein Versuch wenig aussichtsvoll erscheinen könnte, auch die Wärmemengen solcher Gase für den Betrieb einer Generatoranlage noch in wirtschaftlicher Weise auszubeuten, gelangt man bei genauer Nachprüfung doch zu dem Ergebnis, daß auch Wärmeinhalte, wie sie in Braunkohlengasen gegeben sind, gewonnen und nutzbar gemacht werden können, und hierbei ein erheblicher wirtschaftlicher Gewinn erzielbar ist.

Leitend für die hier anzustellenden Überlegungen sind die folgenden Gesichtspunkte. Fast alle Brennstoffe erfordern zur Vergasung als Zusatz zur Verbrennungsluft Dampf, insbesondere dann, wenn man die Generatoren stärker belasten will. Solange dieser Dampf aus einer Zentralsdampfkeesselanlage zugeführt werden muß, stellt er eine zusätzliche Energiemenge dar, die neben der Kohle für die Gaserzeugung verbraucht wird und mit ihrem vollen Betrage den Wirkungsgrad der Anlage belastet. Wirkt also eine solche Dampfzuführung schon an und für sich herabmindernd auf den Wirkungsgrad, so wird diese Wirkung noch in vielen Fällen weiter verstärkt durch den Umstand, daß die Generatoren von der Zentralsdampfkeesselanlage weit entfernt stehen, und somit die Zuführung des Dampfes außerdem noch mit erheblichen Verlusten in den Leitungen verbunden ist.

Da man anderseits in den heißen Generatorgasen, und zwar auch in Braunkohlengasen, wie schon eine überschlägige Rechnung leicht erkennen läßt, immer noch hinreichende Wärmemengen zur Verfügung hat, um die für die Aufsättigung des Generatorwindes erforderlichen Dampfmenngen zu erzeugen, so lag der Gedanke nahe, in einem geeigneten Kühlverfahren die in den heißen Generatorgasen vorhandenen Calorien auf die Generatorluft zu übertragen.

Abgesehen davon, daß eine so bewirkte Aufsättigung der Generatorluft mit Dampf, der mit Wärme aus dem Generatorprozeß selbst erzeugt wird, eine Steigerung des Wirkungsgrades der ganzen Anlage bedeutet, würde mit einem Abkühlungsverfahren ein weiterer wesentlicher Vorteil darin zu erblicken sein, daß die Gase von ihrem Wasserballast befreit und alsdann eine nicht unwesentliche Erhöhung ihrer Verbrennungstemperatur erfahren würden. Bedenkt man nämlich, daß bei Vergasung von Rohbraunkohle mit einem Wassergehalt von 55% die Sättigungstemperatur des Gases ungefähr bei 74° liegt, also jeder Kubikmeter Gas etwa 460 g Wasserdampf mit sich führt, so erkennt man ohne weiteres, welche Bedeutung die Verminderung dieser Wassermengen für die Steigerung der Gasqualität besitzt.

Ist also einerseits eine Abkühlung der Gase schon im Hinblick auf die damit erzielbare Wertsteigerung des Haupterzeugnisses zweifellos geboten, und gelingt es andererseits, ein Verfahren für die Abkühlung auszuarbeiten, in welchem die den heißen Generatorgasen entzogene Wärme gewonnen und für die Aufsättigung der Generatorluft ausgenutzt werden kann, so hätte man in dieser Verbindung der Kühlung der Gase und der Rückgewinnung ihrer Wärme einen bedeutenden wirtschaftlichen Erfolg erzielt und den Generatorbetrieb in seiner Gesamtheit auch zugleich nach der betriebstechnischen Seite nicht unwesentlich vervollkommenet.

Somit erhebt sich die Frage, wie nun die Aufgabe zu lösen sei, die auf Grund der angestellten Überlegungen dem Wärmetechniker gestellt wird. Von vornherein scheidet die Kühlung der Gase in Oberflächenkühlern in Anbetracht der riesigen Kühlflächen aus, die infolge des geringen Wärmegefälles erforderlich würden. Man muß also durch unmittelbare Berührung des heißen Generatorgases mit dem Kühlmittel, in unserem Falle Wasser, die fühlbare und latente Wärme des Gases auf das Wasser übertragen und mit dem so erhaltenen heißen Wasser in der gleichen Weise die Generatorluft anwärmen.

Damit ist der prinzipielle Aufbau einer derartigen Kühlanlage gegeben. Das Gas wird durch direkte Berieselung mit Wasser abgekühlt, wobei sich im Jahresdurchschnitt eine Endtemperatur des Gases von 35° erzielen läßt; das Kühlwasser wärmt sich hierbei an und wird nun seiner-

den oben besprochenen Gesichtspunkten ausgebauten Kühlverfahrens von vornherein unmöglich machen würde.

Schließlich muß bei der Ausgestaltung eines solchen Kühlverfahrens noch auf folgenden Punkt Rücksicht genommen werden. Auch nach Abscheidung des Teeres enthalten die heißen Gase naturgemäß noch Bestandteile, die bei der Abkühlung mit dem sich niederschlagenden Wasser sich ausscheiden, mit ihm in das Kühlwasser übergehen und dieses, besonders sofern es im Kreislauf verwandt wird, allmählich in eine dem eigentlichen Schwelwasser ganz ähnliche Flüssigkeit verwandeln. Da man einen aus diesem Wasseranfall etwa entstehenden Überschuß an Kühlwasser ungereinigt keinesfalls ablaufen lassen kann, aber auch eine Reinigung von solchem Überschußwasser schwierig und jedenfalls kostspielig ist, so muß weiterhin beim Ausbau der Kühlanlage die Aufgabe gelöst werden, dieses Überschußwasser in der Apparatur selbst ganz oder doch zum mindesten zum größten Teil zu vernichten, so daß gegebenenfalls nur noch kleine Schwelwassermengen fortzuleiten, oder, falls dies nicht möglich ist, anderweitig zu vernichten sind.

Nunmehr soll an Hand der Beschreibung von zwei Anlagen das vorstehend dargelegte Prinzip des neuen Gaskühlverfahrens sowohl in technischer als auch in betriebswirtschaftlicher Richtung im einzelnen erläutert und näher angeführt werden.

I. Kühlverfahren im zweiteiligen Rieselskühler.

Nach diesem System wird das Gas in einem Arbeitsgange entsprechend der Tagestemperatur gekühlt, die Luft nach Maßgabe der Temperatur des aus dem Gaskühler kommenden Wassers vorgesättigt und die Schlußkühlung des Wassers im Kaminkühler durchgeführt.

Die folgenden Angaben über Einzelheiten der Apparatur und ihre Wirkungsweise sollen durch die Fig. 1 wenigstens schematisch veranschaulicht werden. Der Rieselskühler besteht aus zwei übereinanderliegenden, einander ähnlichen Kammern I, der Gasstufe, und II, der Windstufe, die durch einen Doppelboden vollständig voneinander getrennt sind. In beiden Kammern ist je ein Siebblech *a* und *b* angeordnet, auf denen eine Schicht von Patentfüllkörpern gelagert ist, welche dazu dient, eine möglichst große Berührungsfläche zwischen dem Wasser und dem zu kühlenden Gas oder der zu sättigenden Luft zu schaffen. Das Gas tritt durch den Stutzen *c* in die obere Kammer ein, strömt in ihr dem herabrieselnden Wasser entgegen und verläßt die Kammer durch *e*, der Tagestemperatur entsprechend heruntergekühlt. Das kalte Wasser tritt bei *d* in den Rieselskühler ein, wird auf dem ganzen Querschnitt gleichmäßig durch eine besondere Vorrichtung verteilt und fließt als heißes Wasser bei *f* durch einen Syphonverschluß in die untere Kammer, in der die Verteilung des Wassers in der gleichen Weise wie in der oberen Kammer gleichmäßig auf dem ganzen Querschnitt erfolgt. Die Gebläseluft für die Generatoren tritt bei *g* in die untere Kammer ein, wird hier in Berührung mit dem heißen Wasser erwärmt und verläßt die Kammer durch den Stutzen *h*. Das noch warme Wasser fließt aus der unteren Kammer bei *i* ab und wird mittels der Wasserpumpe *k* auf den Kaminkühler gedrückt. Hier wird es durch Streudüsen fein zerstäubt und entsprechend der Tagestemperatur heruntergekühlt. Dadurch werden im Kaminkühler die in der Gasstufe des Rieselskühlers aus dem Gas ausfallenden Schwelwässer verdunstet.

Das bei *l* aus dem Kaminkühler fließende, vollständig rückgekühlte Wasser wird durch die Wasserpumpe *m* dem Rieselskühler bei *d* von neuem aufgegeben.

II. Kühlverfahren im dreiteiligen Rieselskühler.

Bei diesem System wird eine Teilung der Gaskühlung in zwei Stufen vorgenommen, und zwar zum Zwecke der Gewinnung eines möglichst heißen Wassers, um mit

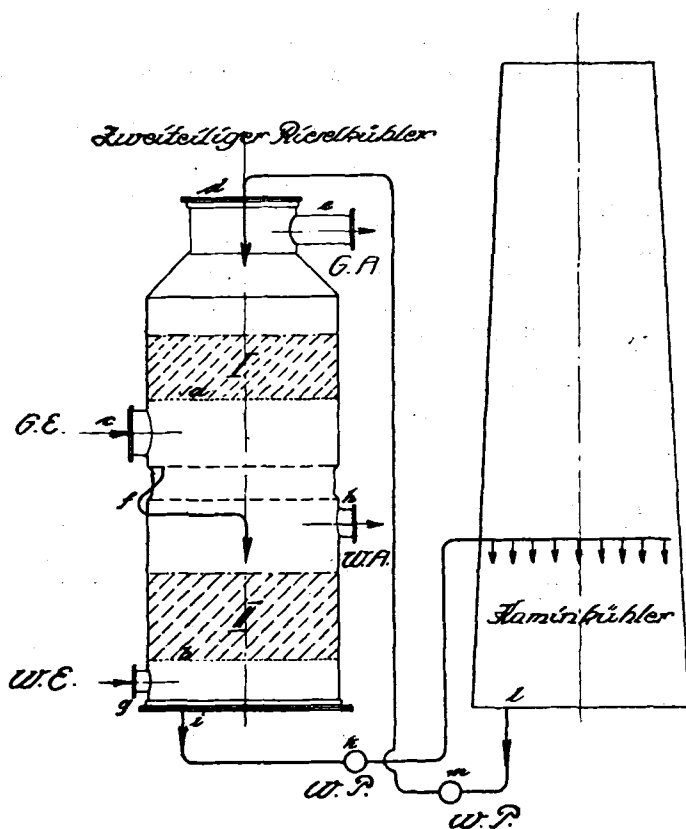


Fig. 1.

seits dazu benutzt, den Gebläsewind für die Generatoren zu berieseln und ihm hierbei einen Teil der aus dem Gas aufgenommenen Wärme zu übertragen, indem es ihn mit Wasserdampf sättigt. Die vollständige Rückkühlung des Wassers wird dann in einem Kaminkühler vorgenommen, in welchem durch weitere Verdunstung das Wasser so weit heruntergekühlt wird, daß es gegebenenfalls der Gaskühlung wieder zugeführt werden kann.

Unter Umständen kann es vorteilhafter sein, die Gaskühlung in zwei Stufen vorzunehmen, indem das Gas zunächst auf eine Zwischentemperatur heruntergekühlt wird, um heißeres Wasser zum Betriebe des Luftsättigungsapparates zu erhalten und dann erst die Schlußkühlung des noch warmen Gases durchzuführen.

Bei Verarbeitung von teerhaltigen Gasen ist durch zweckentsprechende Einrichtungen dafür Sorge zu tragen, daß vor der Kühlung der Gase der Teer aus ihnen abgeschieden wird, da sonst eine Vermischung dieses Teeres mit dem Kühlwasser stattfinden müßte, was, wie ohne weiteres ersichtlich, die Durchführbarkeit eines nach

diesem wiederum die Sättigung der Generatorluft besonders wirksam durchführen zu können. Durch diese Änderung ergeben sich im Betriebe gegenüber dem System des zweiteiligen Rieselskühlers einige Abweichungen, wie aus der anschließenden Beschreibung der Apparatur und ihrer Betriebsweise hervorgeht.

Der Rieselskühler (Fig. 2) besteht aus den zwei Gasstufen I und II und der Windstufe III. Das heiße Gas tritt bei a in die Gasstufe II ein, aus dieser durch das Verbindungsrohr b in die Gasstufe I und verläßt diese Stufe bei c. Die Generatorluft tritt bei e in die Stufe III ein und verläßt sie bei f.

Das Wasser läuft bei diesem System in zwei voneinander getrennten Kreisläufen um: Gasstufe II und Windstufe bilden den einen, Gasstufe I und Kaminkühler den andern Kreislauf.

Das Wasser des ersten Kreislaufrs, Gasstufe II — Windstufe, wird durch die Pumpe h in Zirkulation gesetzt und seine Menge so einreguliert, daß die Luftsättigung den jeweils gewünschten Grad erreicht. Dies geschieht in der Weise, daß das aus der Windstufe bei g abfließende, noch warme Wasser der Gasstufe II bei o aufgegeben wird, hier dem heißen Gas entgegenrieselt und als heißes Wasser durch einen Syphon bei d weiter der Windstufe zufließt; in ihr überträgt es herab-

notwendig, durch Isolation der Apparate noch erheblich herabmindern.

Zum Schluß soll nun noch an zwei Beispielen auch rechnerisch nachgewiesen werden, welches wirtschaftliche Ergebnis mit einer derartigen Anlage erzielt werden kann. Die nachstehender Tabelle zugrundegelegten Zahlen stellen Durchschnittswerte dar, welche nach vorliegenden Betriebsergebnissen erreicht werden können, und zwar ist einmal eine Gasgeneratoranlage für Braunkohlenbriketts mit einer durchschnittlichen Durchsatzmenge von 100 t/Tag und das zweitemal eine Anlage für Vergasung stückiger Rohbraunkohle mit einem Wassergehalt von 55 % mit einem Durchsatz von 220 t/Tag als Beispiel genommen.

	Vergasung von Braunkohlenbriketts, Durchsatz 100 t/Tag	Vergasung stückiger Rohbraunkohle, Durchsatz 220 t/Tag
Wassergehalt des Brennstoffes	15 %	55 %
Gas aus 1 kg Brennstoff	2,5 cbm	1,4 cbm
Sättigung des Gases bei Austritt aus dem Generator	57°	74°
Sättigung des Gases hinter der Teerabscheidung	61°	74°
Temperatur des Gases vor Kühler	80°	75°
Luftbedarf pro 1 kg Brennstoff	1,6 cbm	0,85 cbm
Dampfbedarf pro 1 kg Brennstoff	0,3 kg	0,1 kg
Erforderliche Windsättigung	59°	52°
Im Kühler erzielbare Windsättigung	57°	52°
Das sind 1 kg Dampf pro 1 kg Brennstoff	0,265 kg	0,1 kg
Fehlmenge an Dampf	0,035 kg	—
Fehlmenge an Dampf in Prozent des Gesamtaufwandes an Dampf	11,6 %	—
Demnach im Kühler gewonnene Dampfmenge in Prozent	88,4 %	100 %
Täglich gewonnene Dampfmenge	26,5 t	22 t
Wert des täglich gewonnenen Dampfes bei 6 R.-M. pro Tonne Dampf	159 R.-M.	132 R.-M.
Jährl. Wert des Dampfes bei 350 Arbeitstagen	55, 650 R.-M.	46, 200 R.-M.

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß man bei der Vergasung stückiger Rohbraunkohle in der Lage ist, aus den beschriebenen Gaskühlanlagen den Dampfverbrauch für den Gebläsewind voll zu decken, und daß auch bei Braunkohlenbrikettvergasung nur noch etwa 12 % Dampf zuzusetzen sind. Die Betriebskosten für derartige Anlagen sind gering; denn es kommt lediglich der Kraftbedarf für die Hebung des Wassers in Frage. Für die Beaufsichtigung der Kühler ist ein besonderer Mann nicht notwendig, vielmehr kann sie durch einen Mann von der Generatoranlage nebenher geschehen. Der jährliche Wert des gewonnenen Dampfes ist, wie aus der Tabelle hervorgeht, ein so erheblicher, daß hierdurch sich die Anlagekosten sehr schnell amortisieren, und somit die Errichtung der Anlage schon allein dadurch einen erheblichen wirtschaftlichen Vorteil bringt. Berücksichtigt man aber noch hierbei, daß durch die Gaskühlung insbesondere bei Rohbraunkohle das gereinigte kalte Gas eine beträchtliche Erhöhung seiner Verbrennungstemperatur erfährt und somit mit einem entsprechend höheren Wirkungsgrad verfeuert werden kann als das heiße wasserhaltige Gas, so muß der Kühlanlage auch noch die dadurch erzielte Ersparnis an Generatorkohle gutgeschrieben werden.

Gaskühlanlagen, wie die hier beschriebenen, werden von der Allgemeinen Vergasungs-Gesellschaft m. b. H., Berlin-Halensee, gebaut. Die ersten von ihnen sind schon vor Jahren in Betrieb gekommen, heute ist ihre Anzahl bereits beträchtlich gewachsen, und alle arbeiten sie in einwandfreier Weise.

Nachdem somit der ursprüngliche, allen diesen Anlagen zugrundeliegende Gedanke seit seiner ersten prak-

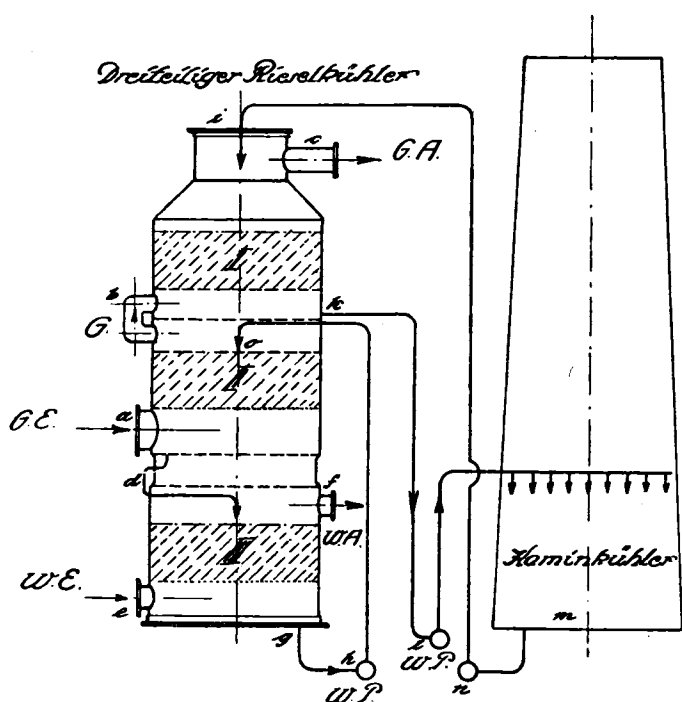


Fig. 2.

rieselnd der entgegenströmenden Gebläseluft, diese sättigend, den größten Teil seiner Wärme, und fließt schließlich, wie bereits beschrieben, als warmes Wasser ab, das von neuem den Kreislauf beginnt.

Da auf diese Weise das mit warmem Wasser in der Gasstufe II berieselte heiße Gas nicht voll heruntergekühlt wird, muß in der Stufe I diese Schlußkühlung des noch warmen Gases erfolgen. Dies geschieht mit Hilfe des Wassers im zweiten Kreislauf, das aus dem Kaminkühler als kaltes Wasser bei m entnommen und durch die Pumpe n auf die Gasstufe I gedrückt wird, in diese bei i einläuft und bei k als warmes Wasser abfließt und entweder mit eigenem Gefälle oder durch die Pumpe l wieder auf den Kaminkühler zurückgeleitet wird. — Statt eines dreiteiligen Rieselskühlers kann auch die Gasstufe I als Sonderkühler ausgebildet und als zweiter Kühler neben den ersten Kühler gesetzt werden, der dann nur noch aus den Stufen II und III besteht.

Die praktischen Erfahrungen mit derartigen im Betrieb befindlichen Gaskühlanlagen zeigen, daß der Wärmeaustausch in beiden Systemen ein vollkommener ist und eigentliche Verluste in der Hauptsache nur durch Strahlung der Apparate auftreten; auch diese lassen sich, falls

tischen Ausführung in einer mehrjährigen Entwicklung heute in den jüngsten Anlagen auch hinsichtlich aller Einzelheiten eine technisch ausgereifte Form erhalten, und damit die Richtigkeit dieses Grundgedankens selbst sich einwandfrei erwiesen hat, erschien es angebracht, die allgemeinen Züge dieses Sonderverfahrens für die Kühlung von Generatorgasen auch einem weiteren Kreise von Fachleuten darzustellen.

[A. 39.]

Ein neues Analysenverfahren für Röstgasuntersuchungen.

Von Dr. H. GRÜSS.

Mitteilung aus dem Wärmelaboratorium
der Siemens & Halske A.-G., Wernerwerk M, Berlin

(Eingeg. 27./2. 1925.)

Das Bestreben, selbsttätige Apparate in die analytische Chemie einzuführen, hat allgemein zu derselben Entwicklung geführt wie auf den Nachbargebieten: zur Förderung der auf physikalischer Grundlage selbsttätig arbeitenden Apparate. Allgemein ist man bestrebt, physikalische, möglichst selbsttätig registrierende Meßmethoden einzuführen, die im besonderen auch oft den Vorteil größerer Präzision oder Anwendung auf sonst nicht erfaßbare Vorgänge aufweisen.

Eine rein physikalische Messung, die Rückschlüsse auf die Konzentrationsverhältnisse der untersuchten Phase gestatten soll, ist im allgemeinen nur anwendbar, wenn sich die Phase zusammensetzt aus nur zwei in der gemessenen Eigenschaft abweichenden Bestandteilen. Man kann z. B. aus der Dichte eines Gasgemisches auf die prozentuale Zusammensetzung der Mischung schließen, wenn nur zwei Komponenten vorhanden sind, die sich in ihrer Dichte voneinander unterscheiden. Dieser Fall ist jedoch in der chemischen Industrie besonders häufig, sei es, daß man die Reinheit der Konzentration eines Erzeugnisses aus wirtschaftlichen oder betriebstechnischen Gründen messen will, sei es, um das einwandfreie Arbeiten von Rückgewinnungsverfahren aus Gründen der Wirtschaftlichkeit oder Betriebssicherheit zu prüfen.

Außer diesen ökonomischen Gründen lassen oft auch noch andere Argumente die Wahl eines selbsttätigen, besonders eines physikalischen Meßverfahrens zweckmäßig erscheinen. Es seien genannt: weitgehende Unabhängigkeit der Messung von menschlicher Willkür und menschlichen Schwächen, die Möglichkeit der ständigen Prüfung und Aufzeichnung, eventuell der automatischen Warnung oder Benachrichtigung bei Überschreiten gewisser Abweichungen vom Sollwert und die Fernregistrierung oder -anzeige, unter Umständen an mehreren voneinander entfernten Orten. Diese letzteren Erfordernisse, die in den meisten Fällen besonders dringend erscheinen, schränken nun die Wahl des Meßverfahrens sehr weitgehend ein. Um alle diese Bedingungen erfüllen zu können, muß man sich einer elektrischen Methode bedienen. Es lag aus diesen Gründen nahe, den von Siemens & Halske durchgebildeten Kohlensäuremesser auch der chemischen Industrie zur Bestimmung von Konzentrationen anderer technisch wichtiger Gase dienstbar zu machen.

Einer Besonderheit dieses Anwendungszweiges, der Forderung auf weit größere Präzision, als gewöhnlich auf dem Gebiete der Feuerungstechnik notwendig ist, muß allerdings Rechnung getragen werden. Umfassende Versuche an den Serienerzeugnissen dieser gasanalytischen Apparate haben nun erkennen lassen, daß diese erhöhte Präzision durchaus erreicht ist.

Die Anwendung des elektrischen Gasprüfers auf den Schwefelsäureprozeß versprach besonders allgemeine An-

wendungsmöglichkeit, weshalb dieser Fall eingehend bearbeitet wurde. Es mag daher in Kürze auf das Verfahren des elektrischen Gasprüfers eingegangen werden unter besonderer Berücksichtigung der Anwendung auf Röstgasuntersuchung und der damit erzielten Erfolge.

Der Apparat benutzt die Messung der Wärmeleitfähigkeit zu Konzentrationsbestimmungen in Gasmischungen. Die Wärmeleitfähigkeit ist eine für jedes Gas charakteristische Konstante, die im allgemeinen in gewisser Beziehung steht zu dem Molekulargewicht des Gases. Nach Untersuchungen von Clausius ist nun das Wärmeleitvermögen unabhängig vom Druck eines Gases, weil mit zunehmendem Druck sich wohl die Zahl der Moleküle, die in einem bestimmten Volumen sich befinden, vermehrt, dagegen die mittlere freie Weglänge der Moleküle, die auch ein Maß für den Wärmetransport bildet, umgekehrt proportional ist der Dichte des betreffenden Gases. Es heben sich also beide Faktoren bei Druckvermehrung des Gases sowohl theoretisch als auch praktisch vollständig auf, und es resultiert die Druckunabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit.

Im vorliegenden Falle ergibt sich für die Wärmeleitfähigkeit von Schwefeldioxyd $0,0000195 \frac{\text{cal.}}{\text{cm sec. Grad}}$ für

0°, während Stickstoff, der Hauptbestandteil des Röstgases, 0,0000568 Einheiten aufweist, und Sauerstoff bei 0° einen fast gleichen Wert wie Stickstoff besitzt. Die Wärmeleitfähigkeit des Schwefeldioxyds beträgt also nur 34 % derjenigen von Stickstoff. Es wurde nun festgestellt, daß Mischungen von Schwefeldioxyd in Stickstoff eine Wärmeleitfähigkeit besitzen, die sich aus der Mischungsregel berechnen läßt. Man kann daher durch Messung der Wärmeleitfähigkeit eines Schwefeldioxydstickstoffsauerstoffgemisches sehr genau die Konzentration an ersterem bestimmen.

Praktisch geschieht die Messung der Wärmeleitfähigkeit eines Gases nach Schleiermacher auf folgende Weise: Man spannt in eine zylindrische Bohrung in Metall einen Draht axial ein. Diesen Draht heizt man durch einen elektrischen Strom. Die Temperatur, die der Draht bei einer bestimmten elektrischen Energiegröße annimmt, ist nun außer von den Konstanten des Apparates nur abhängig von der Leitfähigkeit des umgebenden Gases. Man kann nun die Temperatur des Drahtes aus diesem Widerstand folgern, den man zweckmäßig in einer Wheatstoneschen Brücke sehr genau messen kann. Praktisch ist die Apparatur des Gasprüfers in folgender Weise konstruiert (s. Fig. 1 auf nächster Seite):

In einem Metallklotz, der einen guten Wärmeaustausch zwischen den Wänden der einzelnen Meßbohrungen herbeiführt, befinden sich die vier zylindrischen Bohrungen A, B, C und D. Genau zentrisch in diesen Bohrungen befinden sich dünne Platindrähte, die an dem einen Ende durch kleine Platin-Iridiumfedern gespannt gehalten werden. Die Meßbohrungen A und B stehen nun im Zusammenhang mit einem Rohr, durch welches das zu prüfende Gas strömt. Die beiden andern Bohrungen befinden sich in einer Vergleichsatmosphäre, die in diesem Falle praktisch aus Luft besteht. Die vier Drähte sind zu einer Wheatstoneschen Brücke geschaltet, die durch die Stromquelle G mit Hilfe des Regulierwiderstandes J und des Stromanzeigers H betrieben und geregelt wird. Befindet sich in den vier Bohrungen Gas von gleicher Zusammensetzung, so ist die Wheatstonesche Brücke im Gleichgewicht, und das Nullinstrument E mit seinem parallel dazu geschalteten Schreibapparat F ist stromlos. Ändert sich die Gaszusammensetzung in den Meßbohrungen A und B dadurch, daß statt Stickstoff oder Luft Röstgas durch die