

Apparat die bedeutendste Neuerung darstellt, die auf diesem Gebiete in den letzten 25 Jahren gemacht worden ist. Durch die Einschaltung des Ventilators ist der Schwefelsäure-Apparat zur Maschine geworden; die Anlage von Plattenthürmen,

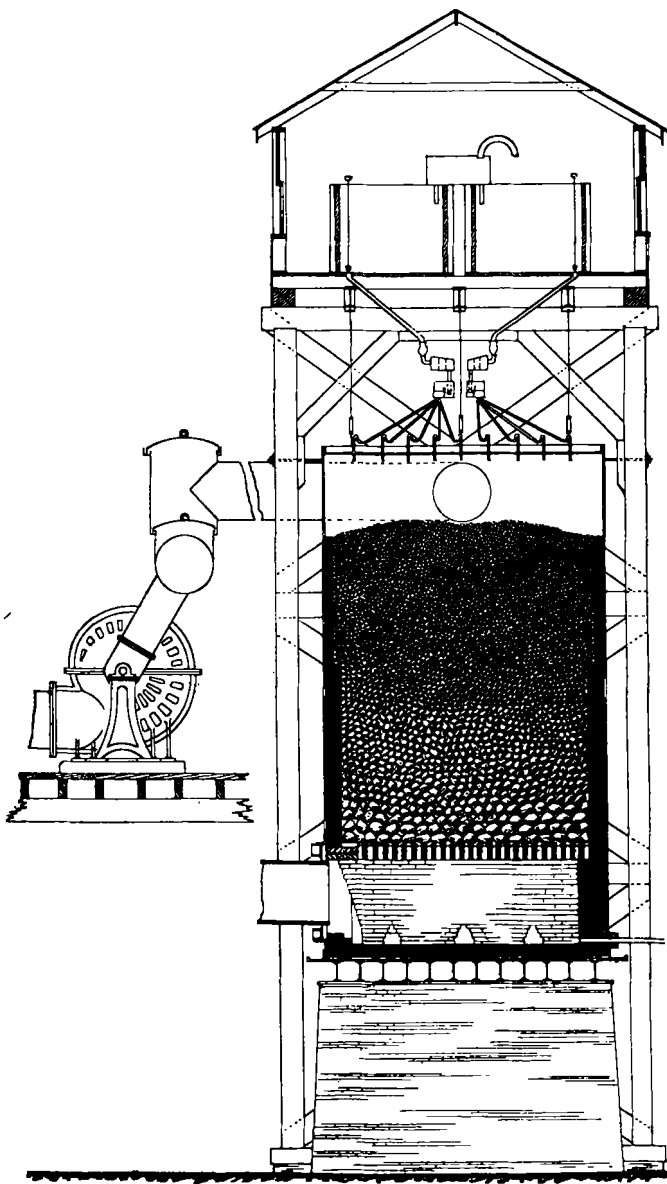


Fig. 1.

wie sie G. Lunge mit solch grossem Erfolge eingeführt hat, hat dadurch eminente Bedeutung erhalten, indem es möglich wurde, die bedeutenden Widerstände, welche Thürme im Allgemeinen darbieten, in befriedigender Weise zu überwinden.

## Beiträge zur Untersuchung der Grubenwetter.

Von **Fr. Schreiber**, Betriebschemiker der Fürstlich Plessischen Bergwerksdirection, Waldenburg i. Schl.

Nach der allgemeinen Bergpolizeiverordnung des Oberbergamtes Dortmund vom 12. Decbr. 1900 betreffend die Bewetterung der Steinkohlenbergwerke sind im dortigen Bezirk nach § 10 c die Grubenwetter vierteljährlich auf ihren Methan- und Kohlensäuregehalt zu untersuchen. Die Bestimmung des Methans und der Kohlensäure in Grubengasen geschieht heut wohl allgemein in dem Broockmann-Schondorff'schen Schlagwetteruntersuchungsapparat, welcher wegen seiner bequemen Handhabung und wegen der äusserst genauen und wenig zeitraubenden Arbeitsweise für derartige Zwecke allen andern vorzuziehen ist.

Das Oberbergamt Breslau schreibt in §§ 71 und 72 seiner Bergpolizeiverordnung vom 18. Januar 1900 ausser der Bestimmung des Methans in Grubengasen auch eine solche des Sauerstoffes vor, und zwar soll der Sauerstoffgehalt vor belegten Arbeitspunkten mindestens 19 Proc. betragen.

Diese Sauerstoffbestimmung wurde bisher meistens in einem Orsat-Apparat oder in einer Bunte-Bürette vorgenommen, da der Broockmann'sche Apparat für gleichzeitige Sauerstoffbestimmung nicht eingerichtet war. Zur Ausführung einer Analyse auf Sauerstoff und Methan in genannter Weise reichte die übliche Gasmenge der ca. 100 ccm fassenden Gassammelflasche nicht aus, und musste für die Sauerstoffbestimmung zweckmässig eine besondere Probe in einer grösseren Gasflasche genommen werden. Abgesehen hiervon litt das Untersuchungsergebnis bei der Sauerstoffbestimmung im Orsat oder in der Buntebürette gegenüber dem Resultat im Broockmann'schen Apparat an Genauigkeit insofern, als das Gas im Orsat oder in der Buntebürette meistens über Wasser gemessen wurde, während beim Broockmann'schen Apparat nur Quecksilber in Anwendung kommt.

Um neben Methan und Kohlensäure auch andere Bestandtheile der Grubengase wie Sauerstoff etc. gleichzeitig in demselben Apparat bestimmen zu können, habe ich den Broockmann-Schondorff'schen Apparat dahin vervollständigt, dass ich statt einer Bürette zwei Büretten a und b (Fig. 2) von gleichem Voluminhalt verwende. Beide haben am oberen Ende eine kugelförmige Erweiterung und sind genau in 500 gleiche Theile getheilt. Mittels der engen, weitgetheilten Messröhren m und n wird ein sehr genaues Ablesen ermöglicht. Die neue Bürette a besitzt am

untern Ende eine zweite Erweiterung. Hierdurch wird eine höhere Eintheilung der darauffolgenden Messröhre ermöglicht, ohne dass dieselbe erheblich verlängert zu werden braucht.

Die Messröhre der Bürette a ist eingetheilt von 500—365 und zwar umfasst die kugelförmige Erweiterung von Marke 500—435 an 65 Volumtheile, entsprechend 4 Proc.  $\text{CH}_4$  oder 13 Proc. eines anderen Gases. Zur Bestimmung von Gasen mit Bestandtheilen unter 13 Proc. muss der obere Theil der Messröhre über der kugelförmigen Erweiterung verwendet werden, oder man verwendet für diese Zwecke Bürette b, deren Messröhre von 500—430 eingetheilt ist. Bei Gasen mit

das Gas aus Bürette a und b mittelst des Dreiwegehahnes c mit den Absorptionsgefäßen beider Theile verbunden werden. Die während der Untersuchung entstandene Temperaturdifferenz wird mit einem in  $\frac{1}{10}^\circ \text{C}$  eingetheilten Thermometer, welches sich im Glasgehäuse der Bürette befindet, festgestellt, und die durch die Temperaturschwankung eingetretene Volumveränderung des zu messenden Gases wird durch Heben resp. Senken der auf beiden Seiten befindlichen Manometergefäße d und l auf entsprechend angebrachter Scala ausgeglichen.

Zum Füllen der Büretten wird die Gassammelflasche an die Dreiwegehahncapillare c angeschlossen. Das Füllen geschieht durch

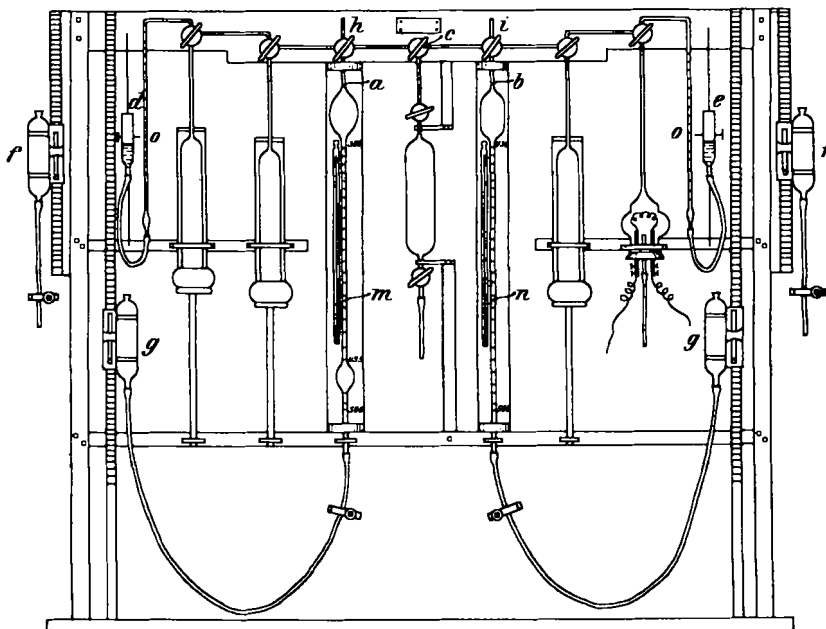


Fig. 2.

Bestandtheilen über 13 Proc. füllt man die Bürette a bis zur Marke 500 und ist so im Stande, in dieser Bürette ein Gas mit Bestandtheilen bis zu 27 Proc. resp. 9 Proc.  $\text{CH}_4$  zu bestimmen. Es würde somit beispielsweise bei einer Wetterprobe von 0,50 Proc.  $\text{CO}_2$ , 0,40 Proc.  $\text{CH}_4$  und 20 Proc.  $\text{O}_2$  der Kohlensäure- und Methangehalt in Bürette b und der Sauerstoffgehalt in Bürette a bestimmt werden müssen.

Der ganze Apparat besteht aus zwei Theilen. Der rechte Theil trägt das Kohlensäureabsorptionsgefäß und die Birne, in welcher das Methan mittelst einer durch Accumulator ins Glühen gebrachten Platinspirale verbrannt und nach Umrechnung von  $\frac{\text{Contr.} + \text{CO}_2}{3}$  bestimmt wird. Der linke Theil

Heben respective Senken der mit Arretirvorrichtung versehenen Quecksilbergefäße f und g, nachdem die in der Dreiwegehahncapillare befindliche Luft durch Austretenlassen von Gas aus den Rohransätzen h und i der Büretten a und b vorher entfernt worden ist.

Der Inhalt der Bürette wird dann auf den Normaldruck 0 eingestellt und in üblicher Weise untersucht. — Der Apparat wird nach meinen Angaben von Dr. Peters & Rost, Berlin N gebaut.

Die Gassammelflaschen habe ich mit Dreiwegehähnen versehen lassen, um beim Umfüllen des Gases in die Bürette die ev. vorhandene Luft aus dem Quecksilberschlauch und dem Rohransatz k der Gassammelflasche vorher durch Austretenlassen von Quecksilber bequem entfernen zu können (siehe Fig. 3). Durch Drehen des Hahnes um  $90^\circ$  wird dann

die Verbindung mit dem Inhalt der Gasflasche hergestellt.

Zur Ausführung einer completen Grubengasanalyse auf die Bestandtheile  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$  etc. in genanntem Apparat genügt alsdann im Gegensatz zu der früheren Untersuchungsweise der Inhalt der gewöhnlichen Wetterflaschen kleinen Formats von ca. 100 ccm.

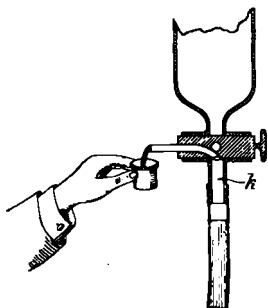


Fig. 3.

Der combinirte Apparat soll ferner den Zweck erfüllen, Methan in Gasen von hohem Stickstoffgehalt, wie derselbe in Grubenbrandgasen vorkommt, genau und rasch bestimmen zu können. Grubenbrände von grosser Ausdehnung werden dadurch erstickt, dass man denselben die Sauerstoffzufuhr entzieht. Letzteres geschieht meistens durch Vermauerung der betreffenden Wetterstrecken, durch Aufführen sogenannter Branddämme. Ist so das Brandfeld von der Sauerstoffzufuhr völlig abgesperrt, so wird der noch vorhandene Sauerstoff zur Oxydation bald verbraucht und an dessen Stelle  $CO_2$  gebildet und Stickstoff angereichert. Bei unvollkommener Verbrennung können auch  $CO$  und Kohlenwasserstoffe der Formel  $C_nH_{2n}$  und  $C_nH_{2n} + 2$  entstehen. Letztere sind an dem benzinartigen Geruch erkennbar, der schon durch ganz geringe Mengen erzeugt wird und für den Bergmann ein Zeichen des Grubenbrandes ist. Neben diesen Bestandtheilen wird in nicht geringen Mengen Methan gebildet. Aus einem abgedämmten Brandfelde habe ich eine Gasprobe mit 13,6 Proc.  $CH_4$  untersucht. Diese anormale Anreicherung von  $CH_4$  hinter dem Branddamme ist einerseits auf unvollkommene Verbrennung, andererseits auf Entweichen des Methans aus den umliegenden Kohlenpartien durch die entstandene Verbrennungswärme zurückzuführen. Jedenfalls ist es für eine Grube von Interesse, die Gasbestandtheile in derartigen ausgebrannten Kohlenfeldern zu kennen, um beim nachherigen Öffnen und Wiederinbetriebsetzen der Strecken die nöthigen Vorsichtsmaassregeln treffen zu können. Um die Entwicklung eines Grubenbrandes zu verfolgen, sind auf den hiesigen

Fürstlichen Gruben in derartigen Branddämmen Röhrrchen eingebaut, aus denen zu verschiedenen Zeiten Gasproben entnommen und auf ihre Bestandtheile untersucht werden können.

Beim Öffnen der Röhrrchen strömt das Gas in Folge Diffusion der Innen- und der Aussengase aus, und zwar ist die Ausströmungsgeschwindigkeit den Quadratwurzeln aus den specifischen Gewichten der Gase umgekehrt proportional. Die Ausströmung ist um so stärker, je niedriger der Barometerstand ist. Es ist hierbei ferner die Beobachtung gemacht worden, dass ein demnächstiges Fallen des Barometerstandes über Tage durch eine stärkere Ausströmung des Gases hier schon einige Stunden vorher angezeigt wurde.

Eine aus diesen Röhrrchen von mir entnommene und untersuchte Gasprobe aus einem seit 2 Jahren abgedämmten Brandfelde zeigte:

13,60 Proc.  $CH_4$   
7,56 Proc.  $CO_2$   
0,40 Proc.  $O_2$  (entspricht 1,90 Proc. Luft)  
76,94 Proc.  $N_2$ .

Um Brandgase mit derart niedrigem Sauerstoffgehalt auf ihren Methangehalt zu analysiren, muss bei der Untersuchung zur Verbrennung desselben fremder Sauerstoff in Form von Luft zugeführt werden.

Die Untersuchung geschieht mit dem combinirten Apparat in der Weise, dass von dem zu untersuchenden Gase aus Bürette *a*, in welcher dasselbe unter Normaldruck vorher eingestellt und abgelesen war, ca. 100 ccm nach Bürette *b* hinüber gedrückt werden. Der Dreiwegehahn der Verbindungscapillare steht hierbei so, dass der angeschmolzene Punkt des Hahnes nach oben steht. Das in Bürette *a* zurückgebliebene Gas wird abermals nach Einstellen des Normaldruckes abgelesen. Aus der Volumdifferenz ergibt sich dann diejenige Menge Gas, welche zur Verbrennung dienen soll. Nachdem nun das hinübergedrückte Gas auch auf den Normaldruck 0 eingestellt ist, werden die Zweiwegehähne beider Büretten so gestellt, dass eine Verbindung der Capillarrohransätze *h* und *i* der Büretten *a* und *b* stattfindet. Mittels Druckballes wird das vorhandene Gas aus der Capillare entfernt, so dass dieselbe mit Luft gefüllt ist. Man erzeugt dann durch Herablassen des Quecksilbergefässes *g* in der Bürette *b* einen Unterdruck, stellt den Zweiwegehahn derselben so, dass der Inhalt der Bürette mit dem Capillarrohransatz der Bürette *a*, somit mit der Aussenluft in Verbindung steht, und saugt bis zur Marke 500 mit Luft an. Nachdem

der Hahn geschlossen und das Gas + Luftvolumen unter Normaldruck 0 eingestellt ist, wird die Bestimmung des  $\text{CH}_4$  in der üblichen Weise vorgenommen, wobei zuvor die Kohlensäure durch Absorption im Kaligefäss entfernt worden ist. Die dann gefundene Menge  $\text{CH}_4$  bezieht sich auf die Volummenge Gas, welche zur Verbrennung gelangte, dieselbe ist dann in Vol.-Proc. auf 100 umzurechnen.

## Beitrag zur Theorie des Bunsenbrenners und ein neuer Oelgasbrenner.

Von Dr. Jos. Herde.

Der Bunsenbrenner hat bekanntlich den Zweck, eine Gasflamme zu entleuchten, d. h. durch Vermischen des Gases mit der erforderlichen Menge in der Luft vorhandenen Sauerstoffs den Kohlenstoff des Gases vollkommen zu verbrennen, während bei der leuchtenden Flamme in Folge ungenügenden Luftzutritts ein Theil des Kohlenstoffs zur Ausscheidung und zum Glühen gelangt, welches letzteres das Leuchten der Flamme bewirkt. Da das Leuchten der Flamme auf Kohlenstoffausscheidung beruht, so ist damit ein geringeres oder stärkeres Russen der Flamme verbunden, das bei Verwendung des Gases zu Heizzwecken vermieden werden muss, erstens weil der Heizeffect des Gases bei leuchtender Flamme an sich nicht voll erreicht wird, dann weil durch das Russen der Flamme der zu heizende Gegenstand zunehmend mit einer die Wärme schlecht leitenden Russchicht überzogen wird und daher immer weniger Wärme der Heizflamme entnimmt und endlich, abgesehen von der Unsauberkeit, weil der Russ auf manche zu erhitzende Gegenstände, wie solche von Platin, nachtheilig wirkt.

Im Bunsenbrenner vollzieht sich die Mischung des Gases mit Luft in der Weise, dass das ausströmende Gas durch im Aufsatzrohr angebrachte Öffnungen „injectorartig“ Luft ansaugt, und zwar um so mehr, unter je höherem Druck das Gas ausströmt, vorausgesetzt, dass die Luftzulassöffnungen gross genug sind und dass das Aufsatzrohr zur Aufnahme der entsprechenden Luftmenge weit genug ist. Hierbei mag bemerkt werden, dass es lediglich auf den oberen lichten Querschnitt des Aufsatzrohres ankommt und dass es ganz gleichgültig ist, ob das Aufsatzrohr nach unten hin conisch (wie beim Teclu-Brenner) oder anders erweitert ist.

Es muss demnach ein fettes Gas, z. B. Ölgas, im Bunsenbrenner unter höherem Druck als ein mageres, z. B. Steinkohlengas, ausströmen, um die zu seiner Entleuchtung nöthige Luftmenge anzusaugen, und die Luftzulassöffnungen des Brenners müssen für Fettgas grösser als für ein mageres Gas gewählt werden. Während für Steinkohlengas im Allgemeinen ein Druck von 30—40 mm Wassersäule vollkommen ausreicht, empfiehlt sich für Ölgas ein Druck von mindestens 100—120 mm Wassersäule, um durch den Bunsenbrenner vollkommen entleuchtet verbrannt zu werden.

Um einen Bunsenbrenner hiernach richtig zu construiren, muss man für ein Gas je nach seiner chemischen Zusammensetzung und dem Druck, unter dem dasselbe ausströmt, die Luftzulassöffnungen, sowie die Aufsatzrohrweite (oberer lichter Querschnitt) so bemessen, dass das Gas die zu seiner vollständigen Entleuchtung notwendige Luftmenge ansaugt. Die Länge des Aufsatzrohres ist dabei so zu wählen, dass das Gas sich mit der angesaugten Luft genügend mischen kann, darf also nicht zu gering sein. Es muss aber auch berücksichtigt werden, dass das Gas nicht weit über seinen Bedarf Luft ansaugt, da sonst Brausen, Flattern und schliesslich Durchschlagen oder Verlöschen der Flamme eintritt.

Nun kommt bei dem Arbeiten mit Bunsenbrennern im Laboratorium eine weitere Schwierigkeit in Betracht, nämlich das Kleinstellen einer Flamme bei demselben Brenner. Wer je mit fettem (Öl-) Gas gearbeitet hat (bei magerem Steinkohlengas kommt dies weniger in Betracht), wird es übel empfunden haben, dass ein Brenner, der bei voller Flamme gut entleuchtet brennt, wieder zu leuchten und zu russen anfängt, wenn die Flamme klein gestellt wird, sei es durch Drehung des Gashahnes, durch Niederschrauben eines am Gasschlauch angebrachten Quetschhahnes oder durch Drosselung des Gasstromes im Brenner selbst, wie dies im Teclu-Brenner geschieht.

Die Erklärung dieses bei Verwendung von Ölgas im Laboratorium ausserordentlich lästig empfundenen Übelstandes fast aller Brennersysteme ist einfach genug. Wenn der Querschnitt der Ausströmungsöffnung des Brenners unverändert bleibt, so muss durch die Drosselung des Gasstromes der Gasdruck reducirt werden, das Gas strömt mit geringerer Geschwindigkeit aus und saugt daher weniger Luft an, weniger als es zu seiner Entleuchtung bedarf.

Die Theorie fordert demnach von einem Brenner, mit welchem sehr verschieden grosse, scharf entleuchtete Flammen erzielt werden sollen, dass die Drosselung des Gasstromes sich in der Ausströmungsöffnung selbst befindet, damit das Gas stets mit demselben Druck bei jeder Flammengrösse ausströmt. Da hierbei, wenn die Flamme klein gestellt wird, im Gegensatz zu anderen Brennerconstructions, ein Überschuss an Luft angesaugt wird, muss mit zunehmender Drosselung des Gasstromes auch der Luftzulaus verringert werden. Es muss deshalb der Luftzulaus leicht und sicher zu reguliren sein. Für sehr verschiedenen grosse Flammen empfiehlt sich die Anwendung verschieden weiter Aufsatzrohre. Will man daher für sehr verschieden grosse Flammen nicht verschieden grosse Brenner derselben Construction anwenden müssen, so ist der Brenner so einzurichten, dass verschieden weite Aufsatzrohre in denselben leicht eingefügt und ausgewechselt werden können.

Aus diesen Erwägungen heraus und unter voller Berücksichtigung der im Vorstehenden erörterten theoretischen Momente habe ich vor etwa 2 Jahren, als ich im Laboratorium der Chemischen Fabrik für Theerproducte von Rud. Rütgers, Schwientochlowitz, auf ein sehr fettes Oelgas bei meinen Arbeiten angewiesen war, einen Brenner