

# Zeitschrift für angewandte Chemie und Zentralblatt für technische Chemie.

XXV. Jahrgang.

Heft 26.

28. Juni 1912.

## Die Verwendung des Zeisschen Interferometers zur technischen Rauchgasanalyse.

Von O. Mohr.

Feuerungstechnische Abteilung  
des Instituts für Gärungsgewerbe, Berlin.

(Eingeg. 18/4. 1912.)

In Heft 30, S. 1393ff. des Jahrgangs 1910 dieser Z. findet sich eine Abhandlung von F. Haber und F. Löwe über ein neues Interferometer zur Untersuchung von Gasen nach Rayleighschem Prinzip, das gegenüber dem Gasrefraktometer den Vorzug viel größerer Handlichkeit hat, mit dem es das gemeinsam hat, daß es als analytisches Charakteristikum den Brechungsindex des zu untersuchenden Gases benutzt. In dem angezogenen Artikel war bereits darauf hingewiesen worden, welchen Zwecken in der technischen Gasanalyse das neue Instrument dienstbar gemacht werden könnte. Erwähnt wurde dort die Untersuchung der Grubenluft auf Kohlensäure und Methan, die Prüfung fabrikmäßig gewonnenen Wasserstoffs auf Reinheit, Ermittlung des Benzolgehaltes in Leucht- oder Koksgas, Untersuchung von Rauchgas, menschlicher Atemluft, von Generatoren gasen, Bestimmung von schwefliger Säure in Gasen, von Ozon usw.

Vf. hat mit einem ihm von der Firma C. Zeiß, Jena, freundlichst zur Verfügung gestellten Interferometer die Untersuchung der Rauchgase industrieller Feuerungsanlagen durchgearbeitet; über die Ergebnisse soll nachstehend kurz berichtet werden.

Die Untersuchung von Rauchgasen bietet insfern gewisse Schwierigkeiten, als es sich dabei um Gasgemische handelt, die nicht nur einen Bestandteil als Variable besitzen, sondern in denen mindestens drei oder vier Stoffe sich in ihrem jeweiligen gegenseitigen Mengenverhältnis verschieben. Der zu beobachtende Brechungsindex ist daher eine Größe, die von dem jeweiligen Mengenverhältnis der das Rauchgas zusammensetzenden Stoffe beeinflußt wird. Als regelmäßige Bestandteile finden sich in den Rauchgasen Kohlendioxyd, Sauerstoff, Stickstoff (unter letzterem stets natürlich auch das Argon mit verstanden), Wasserdampf. In vernachlässigbaren Mengen, falls nicht mit Luftmangel gearbeitet wird, tritt Kohlenoxyd, Wasserstoff, Methan auf, bei Luftmangel in der Feuerung können diese noch brenn-

baren Stoffe in so großen Mengen vorkommen, daß sie auch durch die technische Analyse bestimmbar werden. Bei der technischen Analyse, die, soweit es sich nicht um dauernde Kontrolle der Zusammensetzung durch einen registrierenden Analyseator handelt — ein solcher bestimmt fast immer nur Kohlendioxyd — gewöhnlich mit dem'Orsatapparat durchgeführt wird, ermittelt man den Gehalt der Rauchgase an Kohlendioxyd, an Sauerstoff und an Kohlenoxyd. Vielfach begnügt man sich auch, nur Kohlendioxyd und Sauerstoff zu bestimmen in der allerdings nicht immer zutreffenden Voraussetzung, daß bei Gegenwart von Sauerstoff Vorhandensein von Kohlenoxyd ausgeschlossen sei, weil letzteres nur bei Luftmangel in der Feuerung auftreten könne. Findet die Probenahme des Rauchgases vor dem Schieber statt, so ist bei undichtem Mauerwerk öfter zu beobachten, daß die Gase gleichzeitig Sauerstoff und Kohlenoxyd enthalten, d. h. in dem Verbrennungsräum hat Luftmangel geherrscht, und erst auf dem weiteren Wege in den Zügen ist atmosphärische Luft angesaugt worden, die aber bei den bereits zu tief gesunkenen Gaatemperaturen nicht mehr die unverbrannten Gasbestandteile zur Verbrennung bringen konnte. Die weiteren Bestimmungen von Methan, Wasserstoff kommen nur ausnahmsweise in Frage, nicht sowohl weil sie ohne Interesse für Beurteilung der Gase wären, sondern hauptsächlich, weil sie verhältnismäßig schwierig im Rahmen einer technischen Analyse durchzuführen sind.

Die Anwendung des Interferometers zur Untersuchung der Rauchgase setzte einige Vorarbeiten voraus: Zunächst war eine Eichungskurve für Kohlendioxyd-Luftgemische zu ermitteln. Diese Aufgabe bot gar keine Schwierigkeiten, es wurden aus reinem Kohlendioxyd, aus Natriumbicarbonat und Schwefelsäure entwickelt, und Luft Gemische hergestellt und im Interferometer untersucht. Um den Einfluß wechselnder Mengen Wasserdampf in den Gemischen auszuschalten, wurde wie bei allen übrigen interferometrischen Bestimmungen das zu untersuchende Gas durch Durchleiten durch Schwefelsäure getrocknet. Die Kohlendioxydbestimmung in den Gemischen geschah in der Buntebürette. Von den zahlreichen Bestimmungen mögen nur einige wenige in nachstehender Tafel wiedergegeben werden. Bei der Nullage des Instrumentes zeigte die Skala 13,28 Skaleuteile.

Tafel I.

Kohlendioxyd in Volum- prozenten	Inter- ferometer- anzige	Differenz gegen Luft	0,01 Skalen- teil entspricht % CO <sub>2</sub>
1,4	13,20	0,08	0,175
2,2	13,15	0,13	0,169

Kohlendioxyd in Volum- prozenten	Inter- ferometer- anzeige	Differenz gegen Luft	0,01 Skalen- teil entspricht Skalenteile	% CO <sub>2</sub>
3,5	13,10	0,18	0,194	
6,3	12,95	0,33	0,191	
7,2	12,90	0,38	0,189	
9,6	12,77	0,51	0,188	
11,0	12,69	0,59	0,186	
14,4	12,51	0,77	0,187	
15,0	12,48	0,80	0,187	
16,4	12,38	0,90	0,182	
19,1	12,25	1,03	0,185	

Als Mittelwert berechnet sich für 0,01 Skalen- teil = 0,186% Kohlendioxyd. Wie die Zahlen in Säule 4 der Tafel I zeigen, und wie sich vor allem aus der graphischen Darstellung der Werte dieser Tafel in Abbildung 1 ergibt, kann die Kurve, welche die Beziehungen zwischen Kohlensäuregehalt und Interferometeranzeige ausdrückt, mit genügender Genauigkeit als Gerade wenigstens bis zu den für die Praxis in Frage kommenden Kohlendioxydkonzentrationen angesprochen werden.

Weiter wurde eine Versuchsreihe mit Gemischen von Kohlenoxyd-Luft ange-

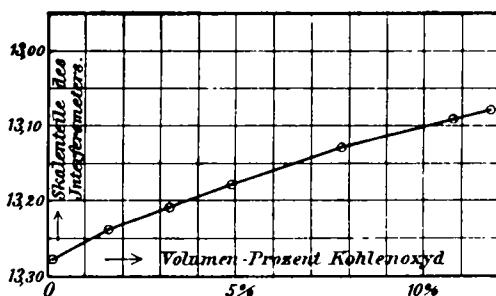


Fig. 2. Eichkurve für Kohlenoxyd-Luft.

Wie Zahlen und Kurve zeigen, ist die Empfindlichkeit des Instrumentes gegen Kohlenoxyd wesentlich geringer als gegen Kohlensäure, wie ja auch entsprechend den viel geringeren Unterschieden im Brechungsexponenten des Kohlenoxydes im Vergleich zu dem des Kohlendioxydes gegenüber dem Brechungsexponenten der Luft zu erwarten war. Es ergibt sich hieraus, daß das Interferometer zum Nachweis geringerer Mengen Kohlenoxyd im Rauchgas nicht geeignet ist, daß aber andererseits bei Benutzung des Instrumentes zur Kohlendioxydbestimmung etwa vorhandene kleine Mengen Kohlenoxyd ohne Einfluß sind.

Ehe sich nun die erhaltenen Werte zur Rauchgasuntersuchung selbst anwenden ließen, war zu bedenken, daß es sich bei diesen Gasen nicht um Mischungen von Kohlendioxyd, ev. Kohlenoxyd usw. mit Luft handelt, sondern daß Stickstoff

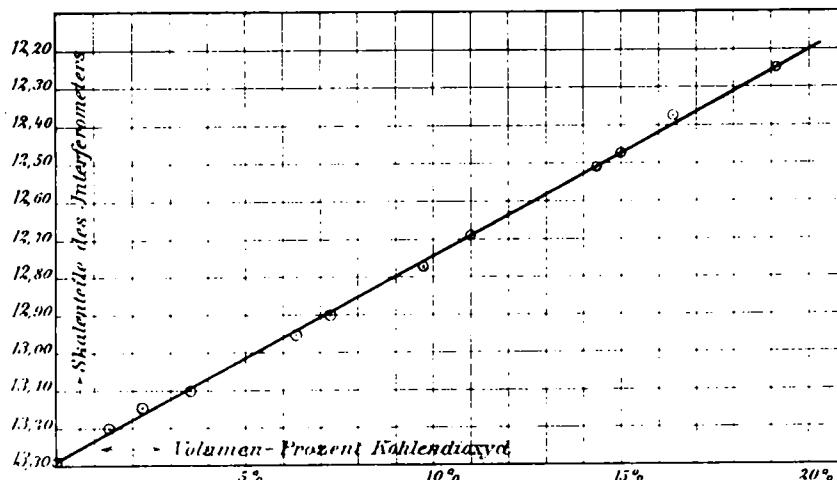


Fig. 1. Eichkurve für Kohlendioxyd-Luft.

stellt, das Kohlenoxyd wurde aus Ameisensäure durch Zersetzen mit Schwefelsäure gewonnen. Dem Zweck der Untersuchung entsprechend, wurden nur Gemische mit kleineren Oxydkonzentrationen untersucht, nur bis zu 12% hinauf. Praktisch kommen in Rauchgasen fast nie höhere Konzentrationen als 3—4% vor. Von den erhaltenen Ergebnissen mögen die nachstehenden zahlenmäßig und in Form einer Kurve wiedergegeben sein.

Tafel II.

Kohlenoxyd in Volum- prozenten	Inter- ferometer- anzeige	Differenz gegen Luft	0,01 Skalen- teil entspricht Skalenteile	% CO
1,6	13,24	0,04	0,40	
3,3	13,21	0,07	0,47	
4,9	13,18	0,10	0,49	
7,8	13,13	0,15	0,52	
10,8	13,09	0,19	0,57	
11,8	13,08	0,20	0,59	

und Sauerstoff sich in diesen Gasen in ganz anderen Verhältnissen gemischt finden wie in der atmosphärischen Luft. Stets ist dieses Verhältnis zuungunsten des Sauerstoffs verschoben. Dieser Umstand machte es erforderlich, auch sauerstoffärmeren Stickstoff-Sauerstoffgemische, als die atmosphärische Luft ein solches darstellt, auf ihr Verhalten im Interferometer zu prüfen. Solche Gemische ließen sich leicht erhalten durch mehr oder weniger weit gehende Absorption des Sauerstoffes aus atmosphärischer Luft mittels alkalischen Pyrogallols. Es mag genügen, nachstehend einige der erhaltenen Werte in Form einer Kurve wiederzugeben.

Die interferometrische Rauchgasanalyse selbst ließ sich, wie aus den eingangs erörterten Gründen hervorgeht, nicht einfach durch Durchleiten des mittels Schwefelsäure getrockneten Rauchgases durch die Interferometerkammer durchführen. Beim Eintragen der Interferometeranzeigen in ein Koordinatensystem, in dem die Abszisse die Kohlensäureprozenten, die Ordinate die Skalenteile

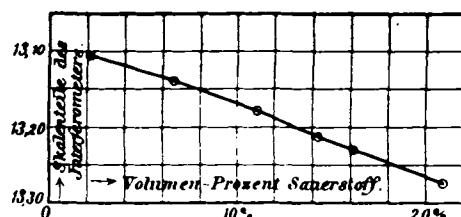


Fig. 8. Eichkurve für Stickstoff-Sauerstoff.

des Interferometers angibt, wurde eine Zahl ziemlich regellos durcheinander liegender Punkte erhalten, die sich nicht auf einer Kurve unterbringen ließen. Die weiteren Versuche wurden daher in der Weise vorgenommen, daß das Gas zunächst nach Passieren eines Trockenrohres durch das Interferometer und darauf durch ein Natronkalkrohr zwecks Absorption der Kohlensäure geleitet wurde. Das entkohlensäuerter Gas kam dann wieder ins Inter-

ferometer. Nach der Absorption ergab die Ablesung einen anderen Wert als vor der Absorption. Beide Werte wurden voneinander abgezogen und die erhaltene Differenz mit der Apparatenkonstante 0,01 Skalenteil = 0,186% Kohlendioxyd multipliziert. Der so erhaltene Wert gab den Kohlensäuregehalt des Rauchgases an.

Die auf diese Weise erhaltenen Werte stimmten mit dem analytisch ermittelten Kohlensäuregehalt in der großen Mehrzahl der Fälle ausgezeichnet überein, eine Anzahl der erhaltenen Werte ist in der nachstehenden Tafel zusammengestellt, in der auch die drei Versuche Aufnahme gefunden haben, die größere Differenzen zwischen interferometrischen und absorptionsanalytischen Befunden ergaben. Noch größere Differenzen wurden in keinem Falle festgestellt. Es liegt auch bei diesen drei Versuchen die Möglichkeit analytischer Ungenauigkeit vor, eine Kontrolle nach erfolgter Entkohlensäuerung der Gase war natürlich nicht möglich.

Tafel III.

Laufende Nr.	Kohlendioxyd absorptionsanalytisch %	Sauerstoff %	Interferometeranzeige ursprüngliches Gas	Interferometeranzeige entkohlensäuerter Gas	Differenz Interferometer-Skalenteile	Kohlendioxyd berechnet %	Differenz gegen den gefundenen Wert %
1	8,6	10,7	12,73	13,19	0,46	8,6	+ 0,0
2	6,0	13,9	12,91	13,225	0,315	5,9	- -0,1
3	7,3	12,4	12,81	13,21	0,40	7,4	- -0,1
4	6,4	12,8	12,87	13,21	0,34	6,3	- -0,1
5	9,6	9,8	12,63	13,18	0,55	10,2	- -0,6
6	6,8	12,2	12,81	13,20	0,39	7,3	- -0,5
7	4,9	15,1	12,96	13,22	0,26	4,8	- -0,1
8	3,5	17,2	13,06	13,25	0,19	3,5	- + 0,0
9	10,2	9,1	12,67	13,18	0,51	9,5	- -0,7
10	5,7	—	12,88	13,19	0,31	5,8	- + 0,1

Diese Art der Analyse schließt aber noch eine weitere Feststellung ein. Wie die in Säule 4 angegebenen Werte für die entkohlensäuerteren Rauchgase zeigen, die bei Abwesenheit von Kohlenoxyd doch nur aus Sauerstoff und Stickstoff bestehen, haben diese Gase einen wesentlich anderen Brechungsexponenten wie Luft. Selbstverständlich liegt das daran, daß Sauerstoff und Stickstoff in anderen Verhältnissen sich darin gemischt finden wie in der Luft. Nun ist in Abb. 3 eine Eichkurve für Sauerstoff-Stickstoffgemische gegeben. Wenn man die Interferometeranzeige der entkohlensäuerteren Rauchgase mit Hilfe dieser Kurve auswertet, erhält man den Sauerstoffgehalt der untersuchten Gase. Dieser Sauerstoffgehalt folgt nun gewissen Gesetzmäßigkeiten. Würde man einen nur aus Kohlenstoff bestehenden Brennstoff haben, wie z. B. Koks, so müßte immer die Summe Kohlensäure + Sauerstoff in dem Rauchgas gleich sein dem Sauerstoffgehalt der Luft, also 20,9 Vol.-%. Die Brennstoffe, die für die industriellen Feuerungen in Frage kommen, enthalten aber außer Kohlenstoff verbrennbares Wasserstoff und in geringem Maße Schwefel, so daß die Summe Kohlensäure + Sauerstoff nie ganz den Betrag von 20,9% erreichen kann. Immerhin sind die Werte nicht sehr verschieden von diesem Grenzwert. In einer an anderer Stelle zu veröffentlichten Berechnung zeigt sich, daß

bei den Brennstoffen, wie wir sie in Steinkohlen, Braunkohlen usw. haben, die Grenzwerte für diese Summe schwanken zwischen 20,8% bei Koks und 18,3% bei einer mitteldeutschen Braunkohle. Diese Extreme gelten für den Fall, daß bei der Verbrennung gerade nur die theoretisch erforderliche Luftmenge zur Verwendung gekommen ist. Praktisch wird stets mit einem Luftüberschuß gearbeitet. In diesem Falle werden die Grenzen zwischen den beiden Extremen enger, und zwar um so enger, je größer der Luftüberschuß ist. Wenn man den Brennstoff kennt, der zur Verwendung gelangt, kann man mit ziemlicher Bestimmtheit angeben, wie hoch die Summe Kohlensäure + Sauerstoff sein muß. Bei Steinkohlen, wie sie für die Versorgung unserer deutschen Industrie hauptsächlich in Frage kommen, gelten folgende Werte:

Tafel IV.

	CO <sub>2</sub> + O	CO <sub>2</sub>	O
	%	%	%
Bei theoretischer Luftmenge	18,6	18,6	0,0
bei $\frac{1}{2}$ fachen Luftüberschuß	19,4	12,3	7,1
" 1 " "	19,7	9,1	10,6
" 1½ " "	20,0	7,3	12,7
" 2 " "	20,2	6,1	14,1
" 3 " "	20,3	4,5	15,8
" 4 " "	20,4	3,6	16,8

Wenn wir nun durch die interferometrische Analyse den Kohlensäuregehalt der Rauchgase ermittelt haben, und andererseits die von Kohlensäure befreiten Gase im Interferometer auf ihr Brechungsverhältnis untersucht haben, so muß der aus der Eichkurve für Sauerstoff-Stickstoffgemische abgelesene Sauerstoffwert innerhalb der zulässigen Fehler mit dem aus obiger Tabelle sich ergebenden Sauerstoffwerte übereinstimmen. Ist es nicht der Fall, so folgt daraus mit Sicherheit, daß das Gasgemisch nicht nur aus Sauerstoff und Stickstoff besteht, sondern daß noch andere Gase, also vor allem Kohlenoxyd mit Wahrscheinlichkeit vorhanden sind. Auf eins ist allerdings Rücksicht zu nehmen: Wenn

sich aus der zu erwartenden Summe Kohlensäure + Sauerstoff ein wahrscheinlicher Wert für Sauerstoff ergibt, so kann für diesen Wert noch nicht ohne weiteres der Prozentgehalt an Sauerstoff in Rechnung gebracht werden, wie er sich aus der Eichkurve ergibt. Es ist ja zu berücksichtigen, daß das ursprüngliche Rauchgas außer Sauerstoff und Stickstoff noch Kohlensäure enthielt. Es muß demnach der Gehalt an Stickstoff und Sauerstoff, wie er in unverändertem Rauchgas vorhanden war, prozentual umgerechnet werden auf ein nur aus Stickstoff und Sauerstoff bestehendes Gasgemenge. Diese Umrechnung ist in der nachstehenden Tafel erfolgt.

Tafel V.

$\text{CO}_2 + \text{O} = 18\%$					$\text{CO}_2 + \text{O} = 19\%$					$\text{CO}_2 + \text{O} = 20\%$					$\text{CO}_2 + \text{O} = 21\%$				
Ursprüngliches Rauchgas		Entkohlen- säuerter Rauchgas																	
$\text{CO}_2$ %	O %	N %	O %	N %	$\text{CO}_2$ %	O %	N %	O %	N %	$\text{CO}_2$ %	O %	N %	O %	N %	$\text{CO}_2$ %	O %	N %	O %	N %
5	13	82	13,7	86,3	5	14	81	14,7	85,3	5	15	80	15,8	84,2	5	16	79	16,8	83,2
6	12	82	12,8	87,2	6	13	91	13,8	86,2	6	14	80	14,9	85,1	6	15	79	16,0	84,0
7	11	82	11,8	88,2	7	12	81	12,9	87,1	7	13	80	14,0	86,0	7	14	79	15,1	84,9
8	10	82	10,9	89,1	8	11	81	12,0	88,0	8	12	80	13,0	87,0	8	13	79	14,1	85,9
9	9	82	9,9	90,1	9	10	81	11,0	89,0	9	11	80	12,1	87,9	9	12	79	13,2	86,8
10	8	82	8,9	91,1	10	9	81	10,0	90,0	10	10	80	11,1	88,9	10	11	79	12,2	87,8
11	7	82	7,9	92,1	11	8	81	9,0	91,0	11	9	80	10,1	89,9	11	10	79	11,2	88,8
12	6	82	6,8	93,2	12	7	81	8,0	92,0	12	8	80	9,1	90,9	12	9	79	10,2	89,8
13	5	82	5,8	94,2	13	6	81	6,9	93,1	13	7	80	8,0	92,0	13	8	79	9,2	90,8
14	4	82	4,7	95,3	14	5	81	5,8	94,2	14	6	80	7,0	93,0	14	7	79	8,1	91,9
15	3	82	3,5	96,5	15	4	81	4,7	95,3	15	5	80	5,9	94,1	15	6	79	7,1	92,9
16	2	82	2,4	97,6	16	3	81	3,6	96,4	16	4	80	4,8	95,2	16	5	79	6,0	94,0

Die Interferometeranzeige des entkohlensäuerter Rauchgases kann nun in folgender Weise zur Ermittlung des Sauerstoffgehaltes der Rauchgase benutzt werden: Bei Rauchgas No. 1 der Tafel III zeigt das entkohlensäuerter Rauchgas eine Interferometeranzeige von 13,19 Skalenteilen. Nach Abb. 3 entspricht diese Anzeige einem Stickstoff-Sauerstoffgemisch mit 12,0% Sauerstoff. Nach Tafel IV ist bei Steinkohlenfeuerung bei 8,8% Kohlendioxyd eine Summe Kohlendioxyd + Sauerstoff von ungefähr 19,8% zu erwarten. Demgemäß blieb bei 8,8% Kohlendioxyd nach dem Entkohlensäubern ein Gasrest übrig, der aus 11,2% Sauerstoff und 80,2% Stickstoff besteht. Nach Tafel V entspricht dies aber einem Stickstoff-Sauerstoffgemisch mit 12,3% Sauerstoff. Man sieht, daß berechnete und zu erwartende Mengen Sauerstoff innerhalb der Fehlerngrenzen, die hier nicht zu eng gesteckt werden dürfen, gut übereinstimmen. Sie stimmen aber auch mit dem tatsächlich analytisch gefundenen Werte noch genügend überein. Die Absorptionsanalyse ergab, wie Tafel III zeigt, 10,7% Sauerstoff bei einer Summe Kohlendioxyd + Sauerstoff = 19,3%. Nach Tafel V entspricht diese Sauerstoffmenge einem kohlensäurefreien Stickstoff-Sauerstoffgemisch mit 11,7% Sauerstoff. Es kann darauf verzichtet werden, diese Rechnung für alle der untersuchten

Rauchgase durchzuführen, es mag genügen, die analytisch gefundenen Werte neben die berechneten zu stellen, die gefundenen Mengen Sauerstoff sind mit Hilfe der Tafel V auf entkohlensäuerter Rauchgas umgerechnet:

Laufende Nr.	Sauerstoffgehalt		Differenz
	analytisch ermittelt	berechnet	
1	11,7	12,0	+0,3
2	14,8	14,6	-0,2
3	13,4	14,1	+0,7
4	13,6	14,1	+0,5
5	10,8	11,2	+0,4
6	13,1	13,2	+0,1
7	15,9	15,0	-0,9
8	17,8	18,0	+0,2
9	10,1	11,2	+1,1
10	—	12,0	—

Nur bei Rauchgas 9 beträgt die Differenz zwischen berechnetem und analytisch ermitteltem Sauerstoffgehalt etwas mehr als 1%, bei allen übrigen acht Proben, die sich bei der Analyse als kohlensäurefrei erwiesen, bleiben die Unterschiede unter 1%. Rauchgas 10 konnte leider infolge Undichtigwerdens des Aufbewahrungsgefäßes nicht auf Sauerstoff und Oxyd untersucht werden.

Anders gestaltet sich die Rechnung, wenn das Rauchgas noch unverbrannte Anteile enthält, von denen für die technische Analyse ja nur Kohlenoxyd in Frage kommt. Da die Feuerungsanlage, der die Rauchgase zur Untersuchung entnommen wurden, dauernd mit großem Luftüberschub arbeitete, wurde zu Rauchgas, das der Feuerung entnommen war, Kohlenoxyd hinzugesetzt. Nur für zwei Beispiele mag der Einfluß des zugesetzten Oxydes auf den Gang der interferometrischen Analyse dargetan werden:

## I.

## Analytischer Befund:

Kohlendioxyd . . . . .	6,2%
Sauerstoff . . . . .	10,8%
Kohlenoxyd . . . . .	1,6%

## Interferometeranzeige:

13,16 Skalenteile im entkohlens. Gas	
12,82 Skalenteile im ursprünglichen Gas	
Differenz 0,34 Skalenteile = 6,3% Kohlendioxyd	

Nach Tafel IV ist bei 6,2% Kohlendioxyd im Rauchgas ein Sauerstoffgehalt von 14,0% zu erwarten, oder im entkohlensäuerteren Gas ein solcher von 14,9%. Die Interferometeranzeige dieses letzteren Gases entspricht aber nach Abb. 3 nur einem Gehalt von 9,0% Sauerstoff.

## II.

## Analytischer Befund:

Kohlendioxyd . . . . .	4,3%
Sauerstoff . . . . .	12,9%
Kohlenoxyd . . . . .	3,8%

## Interferometeranzeige:

13,16 Skalenteile im entkohlens. Gas	
12,93 Skalenteile im ursprünglichen Gas	
Differenz 0,23 Skalenteile = 4,3% Kohlendioxyd.	

Hier war auf einen Sauerstoffgehalt von 16,8% im entkohlensäuerteren Gas zu rechnen, während die interferometrische Analyse wiederum nur einen solchen von 9,0% angab.

Diese Ausführungen zeigen, daß das Interferometer sich als brauchbares Instrument für die technische Rauchgasanalyse erweist. Die Benutzung würde in der Weise zu geschehen haben, daß man getrocknetes Rauchgas durch das Interferometer hindurchsaugt. Bei der Ablesung muß natürlich das Rauchgas im Instrument unter dem gerade herrschenden Atmosphärendruck stehen. Das hindurchgesaugte Gas läßt man dann ein Absorptionsgefäß mit Natronkalk oder dgl. passieren und schickt es von neuem durch das Interferometer. Die Differenz beider Ablesungen, multipliziert mit der Apparatenkonstanten für Kohlendioxyd, ergibt den gesuchten Kohlendioxydgehalt des Gases. Aus der Interferometerablesung für das entkohlensäuertere Gas läßt sich nach den oben mitgeteilten Werten feststellen, ob der Sauerstoffgehalt des Gases ein normaler ist oder nicht. Im letzteren Falle ist die Gegenwart von Kohlenoxyd wahrscheinlich. Für die quantitative Bestimmung kleiner Kohlenoxydmengen scheint das Interferometer in der vorliegenden Ausführung nicht sehr geeignet wegen der erheblich geringeren Empfindlichkeit diesem Gas gegenüber im Vergleich zu Kohlendioxyd.

[A. 74.]

Leuchtgas, Kokerei, Generatorgas  
im Jahre 1911.

Von Dr. ARTHUR FÜRTH, Leipzig.

Der vorliegende Bericht will die Industrien zusammenfassen, die auf dem Umwege über die trockene Destillation oder doch zum mindesten mittelbar die Energie der fossilen Brennstoffe werten. Die früheren prinzipiellen Unterschiede zwischen Leuchtgasindustrie und Kokerei sind allgemein zurückgetreten, welch letzterer Umstand die gemeinsame Behandlung beider rechtfertigt. Aber auch die Vergasung der Brennstoffe im Generator zu Heiz- und Kraftzwecken hängt mit der sonstigen Tendenz, die latente Energie der Brennstoffe in weitestgehendem Maße auszunutzen, auf innigste zusammen. Das Bestreben, die technischen Feuerungen den modernen Forderungen der Hygiene anzupassen, und die Notwendigkeit einer ökonomischen Verwendung der natürlichen Brennstoffe angesichts der drohenden Gefahr ihrer Erschöpfung reichen sich die Hand, und das Resultat ist eifrig Arbeit auf den Gebieten der Gaserzeugung sowohl, als auch der Gasverwertung. Große Umwälzungen hat das Jahr 1911 nicht gesehen, nichtsdestoweniger sind in den einzelnen Zweigen der Gastechnik bemerkenswerte Fortschritte gemacht worden, und viele Fragen praktischer und theoretischer Natur haben Erklärung oder wenigstens gründliche Behandlung erfahren.

## I. Rohstoffe.

Während zur Erzeugung von Leuchtgas bzw. von Koks nach wie vor der wertvollste der fossilen Brennstoffe, die Steinkohle verwendet wird, ist die Vergasung im Generator vor allem ein Mittel, um Brennstoffe, die sich anderweitig nicht verwenden lassen, wie Koksgrus, Steinkohlenstaub, nasse oder zu aschereiche Braunkohle, Torf, Holz u. dgl. nutzbar zu machen. — Die Steinkohle war im Berichtsjahr Gegenstand eingehender Untersuchungen. Eine Definition des Begriffs „Steinkohle“ im bergrechtlichen und technischen Sinne gab Donath<sup>1)</sup>. Nach ihm ist Steinkohle ein Gestein, das einer älteren Formation als dem Tertiär angehören muß, also zumindest der Kreideformation. Es muß mit deutlicher Flammenentwicklung brennen und zum Hausbrand und zur Kesselheizung direkt verwendbar sein. Die Verwendbarkeit zur Heizgaserzeugung ist nicht Bedingung. Mit Salpetersäure darf es nicht in der für Braunkohle charakteristischen Weise reagieren, beim Destillieren muß das Destillat ammonikalisch sein, im Teer müssen sich aromatische Kohlenwasserstoffe, wie Benzol, Naphthalin und Anthracen finden. Der Aschengehalt darf nicht 50% übersteigen, und die Asche darf nicht an sich Zweck der Gewinnung sein. In dieser Definition drückt sich insbesondere auch die Überzeugung Donaths aus, daß Braunkohle, auch wenn sie noch soviel Steinkohlenähnliches hat, dennoch grundsätzlich von Steinkohle in der Zusammensetzung verschieden ist, welcher Ansicht er auch in einer Polemik gegen Potonie<sup>2)</sup> Ausdruck gibt, da es ihm, ab-

<sup>1)</sup> Österr. Chem.-Ztg. **14**, 305—308 (1911). Diese Z. **25**, 549 (1912).

<sup>2)</sup> Chem.-Ztg. **35**, 305—307 (1911). Diese Z. **24**, 1244 (1911).