

BAG No. 1

30/4/13

IV GASIFICATION

3. Gas Analysis

Ammoniaklaboratorium Op.

Z Herrn Dr. Hübner i. Geb.

Labor.Bericht Nr. 159.

vom 22. April 1938.

Dr. Fr. Grassner:

-----

Untersuchung von Saarferngas (Schwefelverbindungen,  
Gehalt an Benzol, Cyan und Acetylen).

Untersuchung von Saarferngas.

(Schwefelverbindungen; Benzolgehalt, Cyan und Acetylen).

Für die Verarbeitung des Saarferngases auf Wasserstoff, Methan usw. war es von Wichtigkeit, die Nebenbestandteile und Verunreinigungen des Gases kennen zu lernen; insbesondere sollten die in dem Gas enthaltenen Schwefelverbindungen näher untersucht werden. Das Gas wurde für die einzelnen Untersuchungen im Analytischen Laboratorium Oppau entnommen; die technische Gasanalyse (Dr. Hieke) ergab folgende Zusammensetzung des Saarferngases:

CO <sub>2</sub>	:	2,6; 2,6;	2,7; 2,7	%
Unges. Kohlenwasserstoffe	:	3,1; 3,1;	3,0; 3,0	%
O <sub>2</sub>	:	0,5; 0,5;	0,7; 0,7	%
CO	:	7,2; 7,3;	7,2; 7,3	%
H <sub>2</sub>	:	52,3; 53,0;	51,9; 52,7	%
CH <sub>4</sub>	:	25,8; 26,2;	26,0; 26,3	%
N <sub>2</sub>	:	8,5; 7,3;	8,5; 7,3	%

I. Die Schwefelverbindungen.

A) Die Bestimmung des Gesamtschwefels wurde durch Verbrennung von etwa 50 bis 100 Liter Gas mit gereinigter Luft an Platinnetz<sup>1)</sup> durchgeführt; im erhaltenen Kondensat wurde

1) Lab. Ber. Dr. Grassner, Ammoniaklabor. Oppau Nr. 1435 vom 27.5.36.

SO<sub>4</sub>" über BaSO<sub>4</sub> ermittelt. Die im Verlauf von 60 Tagen erhaltenen Schwefelwerte schwankten von 105,9 mg bis 171,1 mg Gesamt-S / cbm Gas red.; die einzelnen Werte sind aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich:

mg Gesamt S / cbm Gas red.		
20.11.37 = 123,5	7.2.38 = 116,6	7.3.38 = 132,5
23.11.37 = 120,5	8.2.38 = 125,0	8.3.38 = 117,2
23.11.37 = 124,2	9.2.38 = 127,6	9.3.38 = 144,6
24.11.37 = 126,5	10.2.38 = 110,0	10.3.38 = 139,5
3.12.37 = 109,3	11.2.38 = 127,6	11.3.38 = 138,6
28.12.37 = 110,1	14.2.38 = 107,0	12.3.38 = 117,5
17.1.38 = 107,3	16.2.38 = 109,4	14.3.38 = 145,4
18.1.38 = 138,9	18.2.38 = 109,0	15.3.38 = 142,4
20.1.38 = 143,2	21.2.38 = 105,9	16.3.38 = 137,1
20.1.38 = 137,0	22.2.38 = 110,3	17.3.38 = 153,3
21.1.38 = 141,3	23.2.38 = 132,2	21.3.38 = 171,1
26.1.38 = 131,6	24.2.38 = 126,9	22.3.38 = 131,4
27.1.38 = 134,7	25.2.38 = 128,6	23.3.38 = 124,6
28.1.38 = 143,8	26.2.38 = 135,0	24.3.38 = 121,2
31.1.38 = 116,0	28.2.38 = 120,6	28.3.38 = 118,7
1.2.38 = 125,0	1.3.38 = 128,6	29.3.38 = 135,7
2.2.38 = 127,7	2.3.38 = 117,4	30.3.38 = 137,5
2.2.38 = 133,5	3.3.38 = 140,6	31.3.38 = 137,4
3.2.38 = 116,5	4.3.38 = 145,0	2.4.38 = 134,2
4.2.38 = 125,2	5.3.38 = 146,9	3.4.38 = 149,4

Mittelwert aus 60 Tagen : 128,9 (105,9-171,1) mg S  
 pro cbm Gas red.

B) Anorganische Schwefelverbindungen (H<sub>2</sub>S) konnten nicht nachgewiesen werden; Cadmiumacetatlösung blieb bei tagelangem Durchleiten des Gases völlig klar und farblos.

C) An organischen Schwefelverbindungen kommen in Betracht: Schwefelkohlenstoff, Mercaptane (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>-SH) ev.auch Thioether (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>-S-C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>) u.ä., Thiophene und Kohlenoxysulfid. Die Bestimmung dieser Schwefelverbindungen wurde in folgender Weise vorgenommen:

Das Gas passierte nach Durchströmen eines Trockengasmessers und eines Chlorcalciumturmes ein auf  $-80^{\circ}$  gekühltes Ausfriergefäß, das etwa 10 ccm absoluten Alkohol enthielt (oder mit Silberwolle<sup>1)</sup> gefüllt war). In diesem Ausfriergefäß wurden neben Benzol, dessen Homologen, Thiophenen und höher siedenden Mercaptanen, Thioaethern u. dergl. insbesondere Schwefelkohlenstoff herauskondensiert. Das Gas strömte dann durch zwei Energiewaschflaschen (eine mit Glasfritte), die mit je 400 ccm eines Gemisches von etwa 300 ccm ca. 1-n. methylalkoholischer Kalilauge und etwa 100 ccm ca. 1-n. wässriger Kalilauge beschickt waren; Kohlenoxysulfid bildet mit der alkoholischen Lauge die Verbindung  $\text{CO}_2\text{S}(\text{CH}_3)\text{K}$ . Daran schlossen sich zwei gewöhnliche kleine Waschflaschen, die mit destilliertem Wasser beschickt waren. Das Gas wurde mit etwa 15 bis 20 Liter Stundengeschwindigkeit mittels der Wasserstrahlpumpe durch die Waschvorrichtungen gesaugt; insgesamt wurden etwa 250 Ltr. Gas jeweils für eine Bestimmung verwendet.

1) Schwefelkohlenstoff.

Bei den ersten Versuchen zur Bestimmung des Schwefelkohlenstoffs wurde in der Weise verfahren, dass in dem im Absorptionsgefäß befindlichen Aethanol, das Benzole, Thiophene, Mercaptane u.ä. neben Schwefelkohlenstoff enthielt, letzterer kolorimetrisch nach Tischler<sup>2)</sup> bestimmt wurde. (Man versetzt mit einer alkoholischen Diaethylaminlösung und gibt Kupferacetat hinzu; es bildet sich das tief goldgelb gefärbte Cu-salz der Diaethyldithiocarbaminsäure). Oder man erwärmte das mit Silberwolle beschickte Absorptionsgefäß auf etwa  $50^{\circ}$  <sup>3)</sup> und trieb den Schwefelkohlenstoff mit Luft in aethylalkoholische Kalilauge über. Das entstandene Kaliumaethylxanthogenat wurde mit Kupfersulfat titriert<sup>4)</sup>. Von

- 1) Vergl. dazu Bericht Merseburg (Abt. f. Wirtschaftsprüfung) Nr. 26 vom 1.8.35:  $\text{CS}_2$  in Krackgasen.
- 2) Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 4 (1932) S. 146.
- 3) Siehe den oben erwähnten Bericht von Leuna Anm. 1).
- 4) J. Macagno, Gaz. chim. ital. 10, 485; W. Huff: CBLI. 2418 (1926).

beiden Methoden wurde aber deshalb Abstand genommen, weil bei der kolorimetrischen Methode allem Anschein nach infolge der Verunreinigungen (Benzole usw) keine gut reproduzierbaren Werte erhalten wurden; bei der titrimetrischen Methode war der Umschlag unscharf.

Am besten bewährte sich die direkte Bestimmung des Schwefelkohlenstoffs in etwa 30 bis 50 Ltr. Gas nach einer neueren Methode der South Metropolitan Gas Co.<sup>1)</sup>; sie wurde für die weiteren Untersuchungen benutzt:

Man saugte ca. 30 bis 50 Ltr. des ~~mit Cadmiumacetatlösung gewaschenen und~~ in einem Chlorcalciumturm getrockneten Gases mit ca. 8 Ltr./Std. Strömungsgeschwindigkeit durch 20 bis 30 ccm einer 1 %igen Lösung von Piperidin (rein) in Monochlorbenzol (rein). Die Lösung befand sich in zwei kleinen Waschfläschchen oder in zwei kleinen Zehnkugelhöhen; ein Gasmesser schloss sich an. (Die Lösung verdunstet etwas, weshalb man nach einiger Zeit wieder eine kleine Menge der Piperidinlösung hinzufügte). Es bildete sich eine der Diaethyldithiocarbaminsäure analoge Piperidinverbindung, die mit Cu-salzen (z.B. Kupferoleat) ein intensiv braunes Cu.salz bildet.

Nach dem Durchleiten spülte man die Waschfläschchen usw. mit Piperidin-Chlorbenzollösung aus und füllte auf 25 bis 50 ccm im Messzylinder auf. Zu einem aliquoten Teil, z.B. 20 ccm gab man 5 ccm einer 0,25 %igen Lösung von Kupferoleat in Monochlorbenzol und verglich mit Standardlösungen, z.B. 20 ccm Piperidin-Monochlorbenzol-Lösung + 0,9408 mg CS<sub>2</sub> - S + 5 ccm Kupferoleatlösung, nach 5 Min. in einem passenden Kolorimeter. Thiophen reagiert nicht, Kohlenoxysulfid gibt eine ähnliche Farbreaktion, die aber nach 5 Min. abblasst. Mercaptane stören kaum; sie sind in dem untersuchten Gas auch nur in geringer Menge enthalten (siehe später). S. 5.

1) Ref. Brennstoffchemie 18 (1937) S. 465.

## 2) Kohlenoxysulfid.

Der Inhalt der beiden Methanol-Kalilauge-Waschflaschen (siehe Seite 3), die neben Kaliumcarbonat die Verbindung zwischen Kohlenoxysulfid und alkoholischer Kalilauge enthalten, wurde mit Wasser in zwei geräumige Porzellanschalen übergespült und je 100 bis 200 ccm schwefelfreies Perhydrol-Merck zugegeben. Nach dem Einengen auf dem Wasserbad wurde der Schaleninhalt mit verdünnter Salzsäure angesäuert, in ein geräumiges Becherglas übergespült und Sulfat als  $\text{BaSO}_4$  gefällt. Da das erhaltene  $\text{BaSO}_4$  Ba-salze organischer Säuren enthalten kann, wurde es in einem Platintiegel mit Soda-Pottasche geschmolzen und erneut gefällt.

## 3) Meraptane u.ä.

Meraptane bilden mit Metallen Metallsalze; Aethylmercaptan z.B. gibt mit  $\text{HgCl}_2$  eine Verbindung:  $\text{C}_2\text{H}_5\text{SHgCl}$  (Beilstein). Für unsere Versuche wurde eine etwa  $1/10$ -n.  $\text{HgCl}_2$ -Lösung, der etwas festes Natriumacetat zugesetzt worden war, benutzt.

### Verhalten anderer organischer S-Verbindungen gegenüber der $\text{HgCl}_2$ -Lösung.

ca. 5 mg Thiophen + 20 ccm $1/10$ -n. $\text{HgCl}_2$ -Lös.	= nach 1 Stunde schwach trüb.
" 5 " Aethylmercaptan + " " " "	= sofort dicker, voluminöser Niederschlag.
" 5 mg Schwefelkohlenstoff + " " " "	= keine Reaktion.
" 5 " Diaethylsulfid + " " " "	= allmähliche Kristallabscheid.

Kohlenoxysulfid reagiert wohl mit alkalischer, aber kaum mit sauren oder neutralen Metallsalzlösungen <sup>1)</sup>.

1) Lab. Ber. Dr. Wachenheim, Amm. Lab. Op. Nr. 46 v. 22.6.1918.

Etwa 200 Liter Gas wurden über einen Trockengas -  
messer durch zwei Waschflaschen, die je etwa 300 bis 400 ccm  
einer ca. 1/10-n. Mercurichloridlösung und einige Gramm Na-  
triumacetat enthielten, gesaugt. (Strömungsgeschwindigkeit  
ca. 20 bis 25 Ltr/Std.). Der gelblich-weiße Niederschlag  
wurde auf einem Glasfiltertiegel gesammelt, mit Wasser gut  
ausgewaschen, bei 105° getrocknet und gewogen. In einem  
Teil (ca. 0,5 g) wurde der S-Gehalt (z.B. nach Carius) be-  
stimmt, wobei das erhaltene BaSO<sub>4</sub> mikroanalytisch aufgear-  
beitet wurde. Der gefundene Schwefel wurde auf die Gesamtmenge  
des Niederschlages und dann auf mg S / cbm Gas umgerechnet.  
Der Niederschlag hatte im Durchschnitt folgende Zusammen-  
setzung:

Hg = 80,20 %; Cl = 12,61 %; N = 0,16 %; S = 0,022 %;  
C = 3,15 %; H = 0,36 %; er besteht in der Hauptsache aus  
Quecksilberchlorür (ber. 85,1 % Hg und 14,9 % Cl) und enthält  
neben etwas Hg-acetylid und -cyanid die S-Verbindungen der  
Mercaptane, Thioether, Thiophene u. dergl.

#### 4) Thiophen.

Versetzt man eine Thiophenlösung in Benzol oder  
Aethanol mit einer schwefelsauren Mercurisulfatlösung im  
Ueberschuss, so scheidet sich eine Quecksilberthiophenver-  
bindung ab, die nach Denigès<sup>1)</sup> die Zusammensetzung :  
(HgSO<sub>4</sub> · HgO)<sub>2</sub> C<sub>4</sub>H<sub>4</sub> S + 2 H<sub>2</sub>O hat; Thiophen kann auf diese  
Weise quantitativ bestimmt werden. Versuche mit reinen  
Thiophenlösungen in Aethanol (z.B. 1,299 g Thiophen in 1 Ltr  
Aethanol; davon 10 ccm = 12,99 mg Thiophen) gaben zufrieden-  
stellende Ergebnisse; enthielt aber die Lösung noch Mer-  
captane (z.B. Aethylmerkaptan), so fielen die Werte zu hoch  
aus<sup>2)</sup>. Aus diesem Grunde schied auch eine Bestimmung der

1) C.r. 120, S.781; Ber. 27 (1895), S.348.

2) Schwalbe (Ber. 38 (1905), S.2208) erhielt bei der Bestim-  
mung des Thiophens im Benzol nach der Denigès-Methode  
zu hohe Thiophenwerte.



Thiophene in dem im Absorptionsgefäss (S.3) befindlichen Aethanol, das neben Benzol, Mercaptanen u.ä. auch die Thiophene enthielt, aus; aus dem Gewicht des gelblichen (statt rein weissen) Niederschlags errechneten sich viel zu hohe Thiophenwerte.

Es wurde deshalb zur Bestimmung der Thiophene in folgender Weise verfahren:

Bei der Bestimmung der Benzole im Gas (s.Seite 9) werden diese an aktiver Kohle adsorbiert; mit den Benzolen scheiden sich von dem im Gas befindlichen organischen Gesamt-Schwefel (im Durchschn. 128,9 mg S/cbm) im Mittel = 7,5 mg S/cbm = 5,8 % des Gesamt-S ab. Darunter befinden sich neben anderen organischen S-Verbindungen (Mercaptanen u.ä.) Thiophen und dessen Homologe. Vorversuche ergaben, dass bei der Destillation der Benzole, insbesondere die Fraktionen zwischen 79° und 100° (und auch noch zwischen 100° und 135°) die Thiophenreaktion mit Isatin-Schwefelsäure zeigten.

Siedekurve der Benzole im Saarferngas:

(60 ccm der mittels aktiver Kohle aus 60 cbm Gas erhaltenen Benzole wurden destilliert):

Siedebeginn	:	26° / 765,5	
1) bis 75°	:	12,5 ccm	
2) " 79°	:	5,5 "	
3) " 100°	:	21,0 "	{ Thiophene ++ }
4) " 135°	:	16,1 "	{ " + }
Rückstand	:	4,2 "	
		<hr/>	
		59,3 ccm	

Eine direkte kolorimetrische Bestimmung der Thiophene nach Art der Thiophenbestimmung in Benzol nach Schwalbe<sup>1)</sup> in den einzelnen Fraktionen war nicht möglich, weil diese noch andere die Isatin-Schwefelsäure-Reaktion störenden Stoffe enthielten. Es wurde deshalb nach Dimroth<sup>2)</sup> nach Art der Isolierung

1) Ch.Ztg. 1905, 29 S.895.

2) Ber. 32 (1899), S.759; Ber. 35 (1902), S.2035.

des Thiophens aus Handelsbenzol gearbeitet :  
 Je 10 ccm der Fraktionen 3 und 4 wurden mit 15 ccm einer  
 Lösung von 40 g HgO in 300 ccm Wasser und 40 ccm Eisessig  
 am Rückflusskühler ca. 3/4 Stunden gekocht. Der entstandene  
 Niederschlag (Thiophenquecksilberdiacetat und andere S-hal-  
 tige Kondensationsprodukte) wurde abfiltriert, mit Alkohol  
 und Aether ausgewaschen und nach Zusatz von verd. Salzsäure  
 mit 5 ccm thiophenfreiem Benzol destilliert. Im Destillat  
 wurde Thiophen kolorimetrisch nach Schwalbe<sup>1)</sup> bestimmt.

Gefunden: Frakt. 3 (21 ccm) = 0,025 g Thiophen  
 " 4 (16,1 " ) = 0,012 g "

0,037 g Thiophen in 60 cbm Gas

entspr. 0,6 mg Thiophen oder 0,2 mg Thiophen-S im cbm Gas.

Es handelt sich also um Thiophengehalte im Saarferngas, die  
 < 1 mg S / cbm Gas betragen. Die Ergebnisse der Bestimmung  
 der S-Arten im Saarferngas zeigt die folgende Zusammenstel-  
 lung :

mg S / cbm Gas red.

Datum 1938	a S als CS <sub>2</sub>	b S als COS	c S als Merkaptane Thioäther u.ä.	d S als Thiophen	zusammen a-d	gefunden Ges.S dch. Verbrenn.
27.-28.1.	32,3	90,0	8,9	< 1 mg	131,2	134,7
31.1.-1.2.	30,4	80,1	7,0	"	117,5	120,0
9.2.-10.2.	37,5	78,0	4,9	"	120,4	127,6
11.-13.2.	32,0	79,0	3,5	"	114,5	117,3
14.-15.2.	38,9	78,2	1,4	"	118,5	107,0
16.-17.2.	37,4	71,8	2,4	"	111,6	109,4
21.-22.2.	48,6	67,6	2,1	"	118,3	110,3
23.-24.2.	47,5	77,7	3,9	"	129,1	129,6
2.3.-3.3.	35,2	90,4	5,9	"	131,5	129,0
4.-5.3.	44,4	94,5	6,5	"	145,4	145,9
7.-8.3.	43,0	75,5	3,0	"	121,5	124,9
11.-12.3.	41,8	82,4	3,5	"	127,7	127,9
14.-15.3.	60,0	84,0	4,5	"	148,5	143,9
16.-17.3.	42,0	102,0	5,4	"	149,4	145,2
21.-22.3.	54,4	91,0	7,5	"	152,9	151,2
23.-24.3.	40,0	90,2	7,0	"	137,2	122,9
28.-29.3.	43,0	70,0	6,7	"	119,7	118,7
30.-31.3.	45,7	94,0	3,8	"	143,5	137,5
2.4.-3.4.	54,0	91,6	2,1	"	147,7	141,8
Mittel aus 39 Tagen	42,5 (30,4- 60,0)	83,6 (67,6- 102,0)	4,7 (1,4-8,9)	< 1 mg	-	-

1) Ch.Ztg.1905, 29 S.895.

### II. Benzole.

Die Benzolbestimmung erfolgte nach der Methode von Berl<sup>1)</sup> durch Ueberleiten des Gases über aktive Kohle (T-Kohle), Freimachen der Benzole aus der Kohle durch überhitzten Wasserdampf und Messen in einer Mikrobürette. In den Benzolen wurde jeweils eine S-Bestimmung ausgeführt; auch die Thiophenbestimmung (s. Seite 7.) wurde in einzelnen Benzolfractionen durchgeführt. (Das Siedeverhalten der Benzole s.S.7)

Datum	ccm Benzole im ccm/Gas red.	mg S/cbm Gas red., der mit den Benzolen an T-Kohle absorbiert wird
22.-24.11.37	1,68	} 8,8
25.-26.11.37	1,06	
27.-29.11.37	1,28	
9.-11.12.37	1,34	8,7
11.-13.12.37	1,10	7,9
24.-27.12.37	1,21	6,8
10.-12.1.38	1,16	9,9
24.-26.1.38	1,37	7,6
29.-31.1.38	1,13	6,7
5.- 7.2.38	1,11	7,0
22.-24.2.38	1,14	5,8
3.- 5.3.38	1,28	7,3
5.- 7.3.38	1,17	6,5
Mittel aus 38 Tg.	1,23	(1,06-1,68) ccm Benzole/cbm Gas red.

### III. Gesamt-Cyan.

Die Bestimmung erfolgte nach Drehschmidt<sup>2)</sup>, indem etwa 500 bis 800 ltr Gas in etwa 16 Std. durch zwei Glockenwaschflaschen gesaugt wurden, die jede mit einem Gemisch von 50 ccm 10 %iger frischer Ferrosulfatlösung und 100 ccm 25 %iger Natronlauge beschickt waren. Nach dem Ausspülen der Waschflaschen wurde die Flüssigkeit mit Salzsäure angesäuert, das Berliner Blau abfiltriert (ev.gehärtetes Filter) und mit

1) Zt. angew. Chem. 34, 1921, S. 125.

2) Lunge-Berl, Methoden 1923, III, S. 99.

wenig kaltem Wasser ausgewaschen<sup>1)</sup>. (Das Eisenchlorid braucht nicht quantitativ ausgewaschen zu werden). Das Filter wurde auf dem Dampfbad in einem Becherglas mit etwas 10 %iger Kalilauge erwärmt und die entstandene Ferrocyankaliumlösung über ein Glasfilter abgesaugt. Nach dem Auswaschen des Filters wurde die Flüssigkeit in einer Platinschale mit Schwefelsäure abgedampft und der Rückstand schwach gegläht. Die Aufarbeitung des Eisenoxydes erfolgte entweder gravimetrisch, jodometrisch oder kolorimetrisch ( 1 g Fe = 2,79 g Cyan).

Datum	mg Gesamt-Cyan/cbm Gas red.
3.- 4.3.38	1,70
7.- 8.3.38	0,25
9.-10.3.38	0,44
11.-12.3.38	4,90
14.-15.3.38	3,43
16.-17.3.38	3,50
22.-23.3.38	9,60
24.-25.3.38	12,00
27.-28.3.38	7,40
29.-30.3.38	1,80
31.3.38	1,70
1. - 2.4.38	1,10
2. - 3.4.38	0,46

Mittelwert aus 25 Tagen = 3,7 (0,25 bis 12,0) mg Cyan /cbm

#### IV. Acetylen.

In einer geeichten Gaswurst wurden etwa 2 Liter Gas mit 50 ccm Ilosvay'schem Reagenz geschüttelt; das entstandene Kupfersalz wurde durch ein Glasfilter abfiltriert und massanalytisch nach Willstätter u. Meschmann<sup>2)</sup> bestimmt. ( 1 ccm 1/10-n.  $KMnO_4$  = 1,301 mg Acetylen). :

1) F.Weisser, Chem.Ztg.36 (1912) S.1285.

2) Ber.53, (1920), S.939.

Datum	g Acetylen/cbm Gas red.
7.1.38	2,02
14.1.38	1,81
15.1.38	2,00
4.3.38	2,39
7.3.38	1,76
8.3.38	2,33
9.3.38	2,26
10.3.38	2,26
11.3.38	2,58
14.3.38	1,98
15.3.38	1,87
Mittel aus 11 Tagen	2,12 (1,76-2,58)

Zusammenfassung.

Das Saarferngas wurde einer eingehenden Untersuchung auf Nebenbestandteile und Verunreinigungen unterzogen; es wurde gefunden im Kubikmeter Gas red.:

- a) Gesamt-S = 128,9 (105,9-171,1) mg S; Mittel aus 60 Tg.
- b) Schwefelkohlenstoff = 42,5 (30,4-60,0) " " " " 39 "
- c) Kohlenoxysulfid = 83,6 (67,6-102,0) " " " " 39 "
- d) Merkaptane = 4,7 (1,4- 8,9) " " " " 39 "
- e) Thiophene = 1 mg
- f) Benzole = 1,23 (1,06-1,68) ccm " " 38 "
- g) Cyan = 3,7 (0,25-12,0) mg " " 25 "
- h) Acetylen = 2,12 (1,76-2,58) g " " 11 "

*Gasser*

Analytisches Laboratorium Oppau, 22. April 1938.

*Luo*