

2744-30/5.05 — 6

Reports on use of  
Active Carbon in  
Organic Sulphur Removal

*J. Grimmer*

Betrifft: Kosten der Synthesegas-Feinstreinigung.

Vergleich der Aktivkohle-Reinigung und der  
Bleicherde-Reinigung.

Nach den bis heute vorliegenden Versuchsergebnissen gelingt bei Aktivkohle-Verwendung die Feinstreinigung von Harzbildnern und Schwefel dann, wenn die Kohle zwischen Grobreinigung und Schwefel-feinreinigung geschaltet wird. Bei dieser Schaltweise genügt es, wenn die Kohle so weitgehend mit Synthesegas beladen wird, daß die organischen Schwefelverbindungen nur noch zu einem kleinen Bruchteil absorbiert werden (ca. 5 - 10 % des ursprünglichen Schwefelgehaltes). Bis zu diesem Zeitpunkt werden dagegen die Harzbildner restlos festgehalten, und das Harzbildnerfreie Synthesegas läßt sich nach unseren neuen Erkenntnissen in der Feinreinigung praktisch restlos von den organischen Schwefelverbindungen befreien. Die Kohle ist durch Ausdämpfen regenerierbar. Hochtemperatursdampfungen wie sie ursprünglich vorgesehen waren sind nicht erforderlich. Auf diese Weise sind mit der gleichen Kohleprobe bisher 30 Beladungsversuche durchgeführt worden, bei denen insgesamt ca. 2400 cbm Synthesegas je kg verarbeitet wurden. Die Leistungsfähigkeit der Kohle hat dabei noch nicht nachgelassen, sodaß in Übereinstimmung mit der Ansicht der "Lurgi" die Gesamtlebensdauer der Kohle von mindestens 20 000 cbm Synthesegas-Durchsatz/1 kg Kohle zu schließen ist. Dabei konnten Strömungsgeschwindigkeiten von 20 cm/sec. angewandt werden.

Die Versuche mit Bleicherde haben bisher gezeigt, daß die Entfernung der Harzbildner erst bei Temperaturen über 150° einsetzen. Unterschiedlich aktivierte Bleicherden zeigen gegenüber der Harzbildnerentfernung die gleiche Wirkung. Der Schwefelgehalt wird durch die Bleicherde nicht beeinflusst. Eine Regenerierbarkeit der Bleicherde ist nach Ansicht der vereinigten Bleicherdefabriken nicht möglich. Die Maximal-Leistung, die bisher mit 1 kg Bleicherde erzielt wurde entsprach einer Reinigung von 70 cbm Synthesegas.

Auf Grund dieser Versuchsergebnisse ergibt sich folgende Wirtschaftlichkeitsberechnung:

I.) Aktivkohlereinigung:

Die folgende Kalkulation ist für eine Strömungsgeschwindigkeit des Gases von 20 cm/sec. angenommen worden, die sich bei den Versuchen als zuverlässig bewährt hat.

Zur Reinigung von 60 000 cbm Sy-Gas/h sind  $\frac{60\ 000}{3600 \times 2} = 8,33$  m<sup>2</sup> Adsorbergrundfläche während der Beladung erforderlich. Bei Adsorbern von 5,8 m  $\phi$  entspricht das 3 parallelgeschalteten Adsorbern; ein weiterer Adsorber ist für Trocknen und Kühlen eingeschaltet, so daß die ganze Anlage aus 4 Adsorbern besteht. Bei 2 m Kohleschicht höhe sind  $110 \times 2 = 220$  cbm Kohle = 66 t Kohle (Doppelaktivkohle) als Gesamtfüllung der 4 Adsorber erforderlich.

Gasdurchsatz: 150 cbm/1 kg Kohle

Beladungszeit: Bei Parallelbetrieb von 3 Adsorbern und einem Gasdurchsatz von  $\frac{60\ 000}{3} = 20\ 000$  cbm/Adsorber = 124 Std.

Regenerationszeit:

Verfügbar  $\frac{124}{3} =$  rd. 42 Std.

Da die Kohleleistung bis auf 20 cbm/1 kg Kohle abfallen möge, kann im Mittel, d.h. für den Durchschnitt einer Kohlefüllung mit ungefähr

2 Regenerationen/Tag

gerechnet werden. Es ergibt sich dann folgender

Betriebsaufwand:

Spüldampf (2,5 atü) ca. 0,16 t/t Kohle =  
2,65 t Dampf/Spülung = 5,3 t/Tag  
die t zu RM 1,50 =

RM 8,--

Heizdampf 2,35 atü ca. 0,04 t/t Kohle =  
0,66 t Dampf/Trocknung = 1,4 t/Tag  
die t zu RM 1,50 =

RM 2,10

Kühlwasser

a.) Kondensation 60 cbm/Spülung =  
120 cbm/Tag  
cbm zu RM 0,04

RM 4,80

b.) Für den Kreislaufkühler ca. 110 cbm  
pro Regeneration ca. 220 cbm/Tag  
cbm zu RM 0,04

RM 8,80

Strom für das Kreislaufgebläse

ca. 20 Kwh bei 2 Std. Trocken- und  
Kühlzeit = ca. 40 Kwh/Regeneration =  
80 kwh/Tag  
Kwh zu Fig. 1,5

RM 1,20

Übertrag: RM 24,90

Übertrag: RM 24,90

**Aktivkohle-Verbrauch**

1 kg/20 000 cbm = $\frac{1\ 440\ 000}{20\ 000}$ =	
72 kg/Tag	
kg zu RM 1,70	<u>RM 122,50</u>

**Wasserstoff-Verlust**

1 Adsorbervolumen/Regeneration =	
60 cbm x 2 = 120 cbm H <sub>2</sub> /Tag	
cbm zu Pfg. 3,5	<u>RM 4,20</u>

Bedienung 1 Mann/Schicht = 3 Mann/Tag	
1 Mann zu RM 10,--	<u>RM 30,--</u>

Amortisation und Verzinsung	
15 % von 800 000,-- RM =	
120 000 RM/Jahr = täglich	<u>RM 330,--</u>

Reparaturen	
3 % von RM 800 000,-- =	
RM 24 000/Jahr = täglich	<u>RM 66,--</u>

Sa.: RM 577,60  
 =====

Hiervon gehen ab:

1. Der Wert des gewonnenen Benzols	
mit 600 kg/Tag	
kg zu RM 0,18	<u>RM 108,--</u>

2. Ersparnis an Feinreinigermasse	
Statt 172 kg S (1 440 000 x 0,12 g),	
die bei 7-%-iger Aufladung 2 500 kg	
Feinreinigermasse benötigen, sind	
158 kg S (1 440 000 x 0,11 g) zu ent-	
fernen, die bei 9 %-iger Aufladung	
1 750 kg Feinreinigermasse benötigen.	
Ersparnis = 750 kg	<u>RM 75,--</u>

RM 183,--  
 =====

Gesamtbetriebskosten:

RM 577,60
<u>./." 183,00</u>

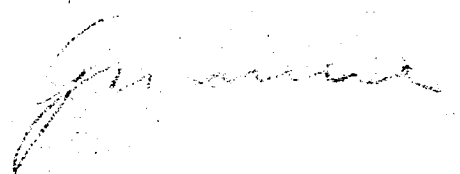
RM 394,60  
 =====

Dies sind  $\frac{39\ 460 \times 100}{1\ 440\ 000} = 2,73$  Rpfg./100 cbm  
 =====

II.) Bleicherde-Reinigung:

Bei einem Preis von RM 134,--/t Granosil ( 20 % Rabatt vorausgesetzt) können bei gleicher Wirtschaftlichkeit wie bei der Aktivkohle-Reinigung, also einem Betriebskosten-Aufwand von RM 394,--

pro Tag =  $\frac{394}{134} = 3$  t /Tag verbraucht werden. Das bedeutet, daß mit 1 t Granosil  $\frac{1\ 440\ 000}{3} = 480\ 000$  cbm Synthesegas gereinigt werden müßten. Mit 1 kg Granosil müßten also 480 cbm Gas gereinigt werden können, Dagegen sind bisher unter günstigsten Voraussetzungen nur 70 cbm gereinigt worden. Bei einem Kohleverbrauch von 1 kg für 20 000 cbm Synthesegas kann also mit der gleichen Gewichtsmenge Kohle 285 mal mehr Gas verarbeitet werden als mit Granosil. Demgegenüber ist der Kohlepreis (1,70 RM/kg) nur 12 mal größer als der Bleicherdepreis (0,14 RM/kg), sodaß dadurch, trotz zusätzlicher Anlagekosten bei der Kohle-Reinigung, diese die höhere Wirtschaftlichkeit ergibt. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß die Bleicherdebehandlung nur die Harzbildner, aber nicht den Schwefelgehalt entfernt, dagegen die Aktivkohle-Reinigung zusätzlich eine erhebliche Verbesserung der Schwefel-Reinigung erwarten läßt. Die bisherigen Versuchsergebnisse ergeben also, daß die Aktivkohle-Reinigung gegenüber der Bleicherde-Reinigung in ihrer Wirkung und in ihrer Wirtschaftlichkeit erheblich überlegen ist.



Betr. Besprechung mit Dr. Rüping über Aktivkohle-Feinstreinigung.

Es wurde folgendes in Aussicht genommen:

Rheinpreußen und die Lurgi vereinen ihre Erfahrungen und Patentanmeldungen auf dem Gebiete der Feinstreinigung von Synthesegas zwecks gemeinsamer wirtschaftlicher Ausnutzung. Für unsere eigene in Aussicht genommene Anlage wird uns für die erste und für all weiteren Kohlielieferungen ein Rabatt von 10 % gewährleistet. Um das Verfahren anderen Fischer-Werken gegenüber auszunutzen, soll die Lurgi das Verfahren anbieten, das seinen Wert in folgenden Punkten besitzt:

1. Durch die Aktivkohle-Reinigung des Gases von Harzbildnern, die zwischen Grobreinigung und Feinreinigung durchgeführt wird, steigt die Wirksamkeit der Feinreinigung und die Aufnahmemöglichkeit der Feinreinigermassen für Schwefel.
2. Die Haltbarkeit der Kontakte wird erheblich gesteigert, und zwar läßt sich aufgrund unserer Versuche bei der hiesigen Synthesegas-Qualität auf folgendes schließen:  
Für eine Anlage von 50 000 t Flüssigprodukte/Jahr, die 90 Kontaktöfen benötigt, ist ohne Aktivkohle-Reinigung eine Lebensdauer der Kontakte von 3 1/2 Monaten anzunehmen; insgesamt werden also jährlich 309 Kontakte benötigt. Bei Anwendung der Kohle-Feinreinigung steigt die Lebensdauer auf 5 Monate, sodaß 216 Kontakte erforderlich sind. Die Ersparnis beträgt 95 Kontakte, das sind bei einem Regenerationspreis des Kontaktes von 8 000 RM. = 760 000 RM. bzw. bei einem Regenerationspreis von 5 000 RM. = 475 000 RM. Als Unkosten entstehen bei der Aktivkohle-Reinigung ca. 2 Pfg. je 100 cbm, bzw. bei 420 000 000 cbm Gas, die die Anlage jährlich verarbeitet, 84 000 RM.

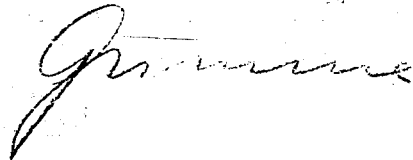
Es wird von Seiten der Lurgi umgehend geprüft, welche zusätzlichen Anmeldungen zur Sicherung des Arbeitsgebietes getätigt werden können. Außerdem sind Auslandsanmeldungen unserer bisherigen Anmeldung in folgenden Ländern: Japan, England, Frankreich, Südafrika, Kanada, Italien erforderlich. Für das Angebot des Verfahrens gegenüber anderen Werken sind nach Möglichkeit bestimmte Gewährleistungen zu nennen, die zum Teil die Lurgi, zum Teil Rheinpreußen eintreten müssen. Die Lurgi übernimmt die Garantie

auf die Kohlehaltbarkeit, wobei an eine Leistung von 10 - 20 000 cbm Gas je 1 kg Kohle gedacht ist, falls die Klönne-Garantie auf Schwefelwasserstoff-Gehalte hinter der Grobreinigung von 0,5 g eingehalten wird. Außerdem garantiert die Lurgi vollständige Freiheit von allen Harzen und verharzenden Stoffen im Synthesegas.

Für Rheinpreußen ist eine Garantie auf den Schwefelgehalt hinter der Feinreinigung von etwa 0,2 g Schwefel ohne Nachreiniger, und eine höhere Aufnahmefähigkeit der Feinreinigermasse für Schwefel, schätzungsweise 10 % auf die ganze Masse bezogen, statt 8 %, in Aussicht genommen.

Von Rheinpreußen werden die Versuche an der Aktivkohle-Versuchsanlage in Kombination mit einem Syntheseeofen beschleunigt fortgeführt, und zwar soll als nächstes die Versuchsanlage mit Supersorbonkohle anstelle der bisher angewandten Doppel-Aktivatkohle betrieben werden.

Über die Beteiligung von Rheinpreußen und Lurgi an den zu fordernden Lizenzen wurde von Rüping und mir 50 : 50 in Aussicht gestellt. Nach außen hin soll die Lurgi nach Möglichkeit allein genannt werden als Inhaberin des Verfahrens, um den uns auferlegten Beschränkungen einer eigenen Ausnutzung durch den Ruhrchemie-Lizenzvertrag zu entgehen.

A handwritten signature in cursive script, likely belonging to the author of the document, positioned at the bottom right of the page.

# LURGI

GESELLSCHAFT FÜR WÄRMETECHNIK M. B. H. FRANKFURT A. M.

Abteilung: AKTIV-KOHLE

DRUCKANSCHRIFT,  
LURGIWÄRME

FERNRUF. 30351  
ab 16 Uhr nur 33936

POSTSCHECK-KONTO. 7200  
Frankfurt a. M. der Lurgi Gesell-  
schaft für Wärmetechnik m. b. H.  
Abteilung: Aktiv-Kohle

BANKVERBINDUNG.  
METALLGESELLSCHAFT A.-G.  
FRANKFURT A. M.

An das  
Steinkohlen-Bergwerk "Rheinpreussen",  
a.H.G. des Herrn Dr. G r i m m e ,  
H o m b e r g /Niederrhein.

IHRE ZEICHEN:

IHRE NACHRICHT VOM:

UNSERE ZEICHEN:  
Dr.Br./U.

FRANKFURT A. M. 8.12.38  
Lurgihaus - Gervinusstr. 17-19

BETRIFFT:

Die uns während der Anwesenheit unseres Herrn Garbe-  
in Rheinpreussen übersandten Aktivkohleproben, in welche der  
Gesamtinhalt des Adsorbers der kleinen Gasentschwefelungs-Ver-  
suchsanlage unterteilt worden war, haben wir in der Zwischenzeit  
in unserem Laboratorium untersucht. Wir teilen Ihnen in der  
Anlage die Untersuchungsergebnisse mit.

Hierzu bemerken wir, wie auch in der Anlage erwähnt  
wird, dass **ihr** Ergebnis nicht ohne weiteres auf andere Verhält-  
nisse übertragbar ist.

Sollten sich aus dem Untersuchungs-Bericht noch irgend-  
welche Rückfragen ergeben, so sind wir zu deren Beantwortung  
gerne bereit.

Heil Hitler !

LURGI

Gesellschaft für Wärmetechnik  
m.b.H.

Anlage: Untersuchungs-  
Bericht.

EINLAGE  
NO 279

*Carlsen*

*Dr. Valentin*



Untersuchung der Kohleproben aus der kleinen  
Versuchsanlage für Synthese, speziell in Rheinhausen  
(ausgeführt Anfang Oktober 1938).

Der Gasdurchsatz betrug während der Versuchszeit 2930 nm<sup>3</sup>/  
kg Kohle.

Entnahmestelle im Adsorber	oben	halb oben	Mitte	halb unten	unten
cm Schicht	162- 205	118- 162	74- 118	30- 74	0-30
Kohlemenge in g:	259,4	267,7	259,2	267,8	201,9
Gesamt:	1,256 kg		(1,28 kg Frischkohle-Ein- satz, durch Probenahme Fehlbetrag)		
Wassergehalt %:	1,7	1,1	0,7	0,8	0,6
Schüttgewicht trocken:	30,0	30,9	29,5	30,6	34,8
Benzolaufnahme 20°					
As 9/10	69,1	64,4	65,5	64,8	46,6
1/10	36,5	34,4	35,2	35,1	24,4
1/100	20,2	19,2	19,9	19,6	13,0
Vs 9/10	20,7	19,8	19,3	19,8	16,2
1/10	11,0	10,6	10,4	10,7	8,5
1/100	6,1	5,9	5,9	6,0	4,5
Gesamtschwefel %	1,50	1,73	1,66	1,85	4,38
- 0,85% der Einsatzkohle	0,65	0,88	0,81	1,0	3,53
g S-Zunahme der Kohle	1,68	2,35	2,1	2,68	7,1
Gesamt-Schwefel	15,91 g				

Nach der Schwefelbilanz, die sich aus den Berichten des Herrn Garbe zusammenstellen liess, hätte die Schwefelaufnahme 19,1 g betragen müssen. Die Differenz gegenüber der gefundenen Menge kann z.T. auf **Versuchsfehler** der Schwefelbestimmungs-Methode und z.T. auf die Entnahme kleiner Kohleproben zur Analyse zurückzuführen sein.

Die Kohlen reagieren sämtlich schwach sauer; der Säuregehalt - durch Titration der Kohle bestimmt - beträgt, auf Schwefel berechnet:

Entnahmestelle im Adsorber	oben	halb oben	Mitte	halb unten	unten
% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,49	0,67	0,61	0,74	0,37
entspr.S %	0,16	0,22	0,20	0,24	0,12
in g	0,415	0,59	0,52	0,64	0,24
gesamt	2,405 g		d.h. <u>14,2 %</u> des aufgenommenen Schwefels wurden zu Schwefelsäure oxydiert.		

Es ist also eine Säurebildung eingetreten; die Höhe derselben ist stark von der Gasbeschaffenheit abhängig (vergleichsweise sei erwähnt, dass bei ähnlichen Versuchen bei der Brabag-Ruhland nach 850 nm<sup>3</sup> Gasdurchsatz/kg Kohle schon 25% des aufgenommenen Schwefels zu Säure oxydiert waren, was durch längere Ausdampf- und Trockenzeiten allerdings unterstützt wurde).

Die Einsatzkohle hatte folgende Kenndaten:

Schüttgewicht:	29,0
Benzolaufnahme 20°	
As 9/10	69,0
1/10	39,4
1/100	23,8
Vs 9/10	20,0
1/10	11,4
1/100	6,9

Die Erhöhung des Schüttgewichtes beträgt durchschnittl. 7,5%; davon können schätzungsweise ca. 2,5% für Schwefelverbindungen abgezogen werden, sodass 5% für Harzbeladung verbleiben. Bei einer Belastung von 2930 nm<sup>3</sup>/kg Kohle - allerdings war diese Belastung nicht immer gleichmässig bezügl. Gasbeschaffenheit über die ganze Versuchszeit verteilt - sind demnach 1,7 g Harz/100m<sup>3</sup> Gas abgeschieden worden.

Frankfurt a.M., 8.12.1938

**Laboratorium Frankfurt**  
der Carbo-Norit-Union Verwaltungs-  
Gesellschaft m. b. H.

# LURGI

GESELLSCHAFT FÜR WÄRMETECHNIK M. B. H. FRANKFURT A. M.

Abteilung: **AKTIV-KOHLE**

DRAHTANSCHRIFT:  
LURGIWÄRME

FERNRUF: 50351  
ob 16 Uhr nur 53936

POSTSCHECK-KONTO: 7200  
Frankfurt a. M. der Lurgi Gesell-  
schaft für Wärmetechnik m. b. H.  
Abteilung: Aktiv-Kohle

BANKVERBINDUNG:  
METALLGESELLSCHAFT A.-G.  
FRANKFURT A. M.

Steinkohlen-Bergwerk "Rheinpreussen"  
Treibstoffwerk,

H o m b e r g (Niederrhein).

**STEINKOHLBERGWERK**  
**RHEINPREUSSEN**  
Posteingang.  
26. OKT. 1938 Vm

Treibstoffwerk "Rheinpreussen"  
Posteingang  
26. OKT. 1938  
Erlaubt.

IHRE ZEICHEN:  
Gr/Ba.

IHRE NACHRICHT VOM:  
23.9.38

UNSERE ZEICHEN:  
Dr. Br/Li

FRANKFURT A. M. 25.10.38.  
Lurgihaus - Gervinusstr. 17-19

BETRIFFT: AKA / Gasentschwefelung.

Wir möchten es nicht versäumen, Ihnen nachfolgend die noch ausstehenden Ergebnisse über die Untersuchung der aus der Betriebsgasentschwefelungs-Versuchsanlage stammenden Benzol- und Kohleproben mitzuteilen:

1.) Benzol.

Aussehen (Farbe):	intensiv gelb, leichter Grünstich
Geruch:	süßlich, unangenehm nach Fettsäuren
Spez. Gew. (bei 15°C):	0,881
H.B.-Test (BV-Methode) mg/100 cm <sup>3</sup> , nicht stab.:	84
Bromzahl g/100 cm <sup>3</sup> :	6,0
Ges.-Schwefelgehalt Gew. %:	0,63
Naphthalin Gehalt Gew. %:	3,6
Phenolgehalt mg/l:	113
Paraffine Vol. %:	1,0

Siedeanalyse:

Siedebeginn:	68/77°C
<u>Vol. % ! 5 ! 10 ! 15 ! 20 ! 25 ! 30 ! 35 ! 40 ! 45 !</u>	
<u>°C ! 80,0 ! 80,5 ! 81,0 ! 81,5 ! 82,0 ! 82,0 ! 82,5 ! 83,0 ! 83,0 !</u>	
<u>Vol. % ! 50 ! 55 ! 60 ! 65 ! 70 ! 75 ! 80 ! 85 ! 90 !</u>	
<u>°C ! 83,5 ! 84,0 ! 85,0 ! 85,5 ! 87,0 ! 88,5 ! 91,0 ! 96,5 ! 112,5 !</u>	
Siedeschluss:	ca. 220°C
Destillationsausbeute:	94 Vol. %
bis 100° sieden:	87 Vol. %

Das Produkt wurde in 3 Fraktionen zerlegt, die einzeln auf Schwefelgehalt untersucht wurden. Danach verteilt sich der

*B  
Lurgi*

Schwefel folgendermassen:

1. Fraktion:	11 %	Destillat bis 80°:	0,96 % S
2. " :	69,5 %	" " 87°:	0,50 % "
3. " :	19,5 %	" "Schluss:	0,80 % "

2.) A-Kohle.

Die Untersuchung der A-Kohleproben ergab keine feststellbare Schädigung sowohl durch Harzbildner als durch Schwefel, was bei der Schaltung der Versuchsanlage hinter die Betriebsfeinreinigung und bei dem niedrigen Durchsatz von 850 n-m<sup>3</sup>/kg nach den bisherigen Erfahrungen nicht anders zu erwarten war.

Die von Herrn Garbe zum Versand fertiggemachten Kohleproben, die in Ihre Versandabteilung gegeben wurden, sind bis jetzt noch nicht bei uns eingetroffen, sodass wir Sie höflichst bitten möchten, festzustellen, ob die Proben in der Zwischenzeit zum Versand gekommen sind. Ihrer diesbezüglichen Nachricht gerne entgegensehend grüsst

mit Deutschem Gruss

LURGI  
Gesellschaft für Wärmetechnik m.b.H.

*K. V. ...*

*Handwritten notes and signatures on the left margin.*

## Betr. Schwefelreinigung des Synthesegases mit Aktiv-Kohle.

Die Entfernung der Schwefel-Restgehalte im Synthesegas nach der Feinreinigung wurde mit folgenden Kohlesorten der Lurgi geprüft:

1. Supersorbon I
2. Supersorbon II
3. M 109 a
4. A C 396

Die verschiedenen Kohlen wurden in Adsorbern gleicher Dimension mit einer gleichmäßigen Kohleschichthöhe von 95 cm untersucht. Da die Schüttgewichte der verschiedenen Sorten verschieden groß sind, wurde die Untersuchung mit verschiedenen großen Kohlemengen ausgeführt.

Jede Kohle wurde bei einer Gas-Strömungsgeschwindigkeit von 5 und 10 cm pro Sekunde untersucht. Nach erfolgtem Schwefeldurchbruch wurden die Kohlen ausgedämpft, getrocknet und nochmals benutzt. Der Feuchtigkeitsgehalt der Kohle bei Beginn der Versuche wurde regelmäßig bestimmt, er lag in allen Fällen unter 2 %. Bei jeder Strömungsgeschwindigkeit wurde der auftretende Druckverlust von den betreffenden Kohlesorten festgestellt.

Die Meßergebnisse sind in der beiliegenden Tabelle und den Kurvenblättern dargestellt. Aus diesen ergibt sich, daß die Sorten M 109 a und A C 396 die Supersorbon-Kohlen bei weitem übertreffen. Den höchsten Druckverlust hat die Kohle M 109 a. Die rotgezeichneten Kurven in den Kurvenblättern geben den Schwefelgehalt des Gases vor der Adsorption mit Aktiv-Kohle an.

### Anlagen.

- 8 Kurvenblätter
- 1 Tabelle

Adsorption von Schwefelverbindungen an Aktiv-Kohle.

Nr.	Kohle- sorte	Gasge- schwin- digkeit cm/sec	Druck- verlust mmH <sub>2</sub>	Durch- bruch bei cbm	Gewicht der an- gewandten Kohle g	Schicht- höhe mm	Wasser- gehalt %
1 a	Super- sorbon	5	15	117	1610	950	0,4
1 b	"	10	30	41 bzw. 82	1610	950	0,2
2 a	Supers sorbon	5	36	111	1493	950	0,1
2 b	"	10	76	107	1550	950	
3 a	M 109 a	5	90	221	2080	950	0,2
3 b	"	10	187	150	2080	950	
3 c	"	4,5	--	55	1990	950	0,8 Gas v.d. Feinrei- nigung
4	A C 396	10	152	160	1840	950	2,0

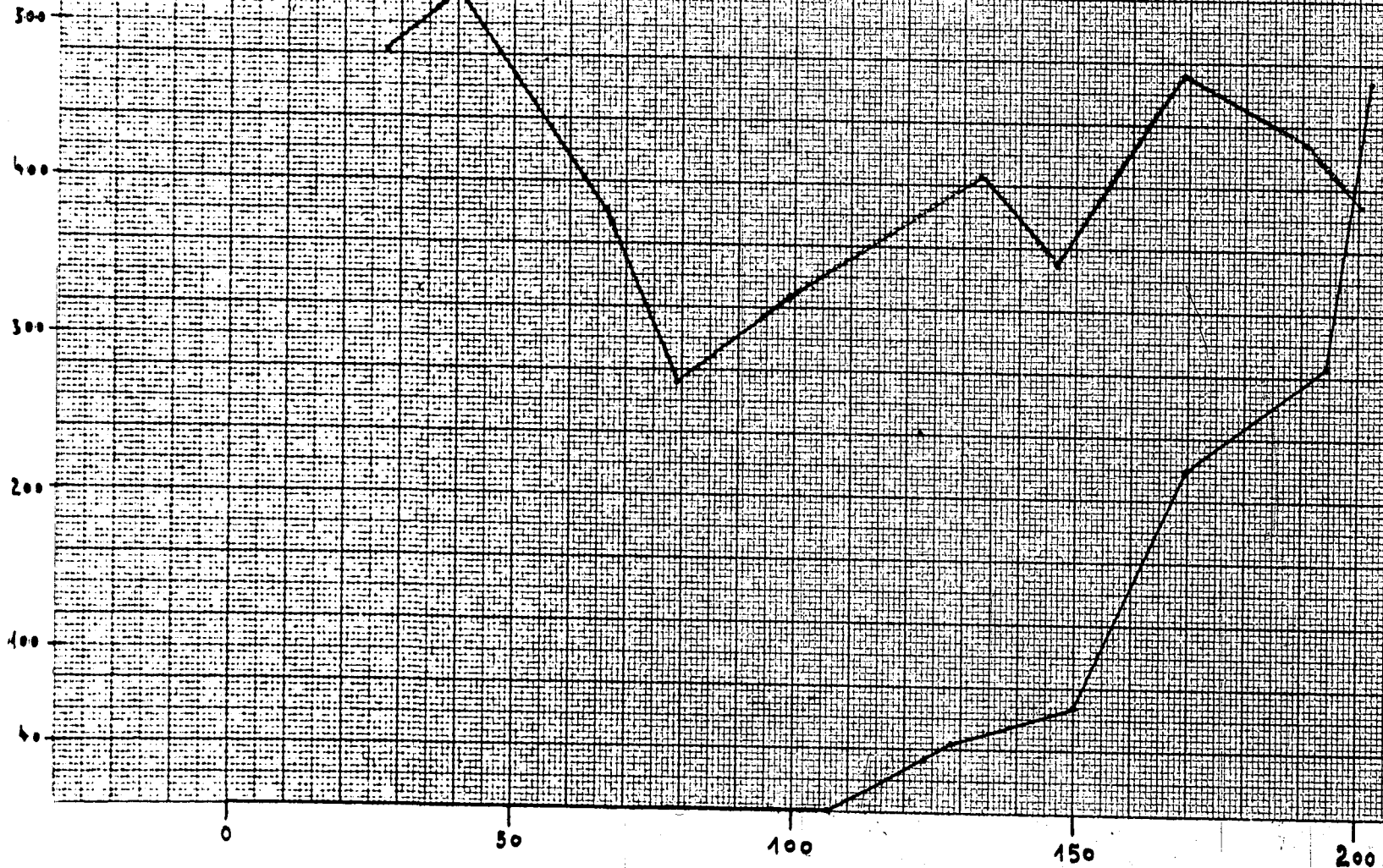
mg Schwefel / 100m<sup>3</sup>

Vers. 4

A.C. 396

10cm / sek

nach Adsorber  
vor



m<sup>3</sup>

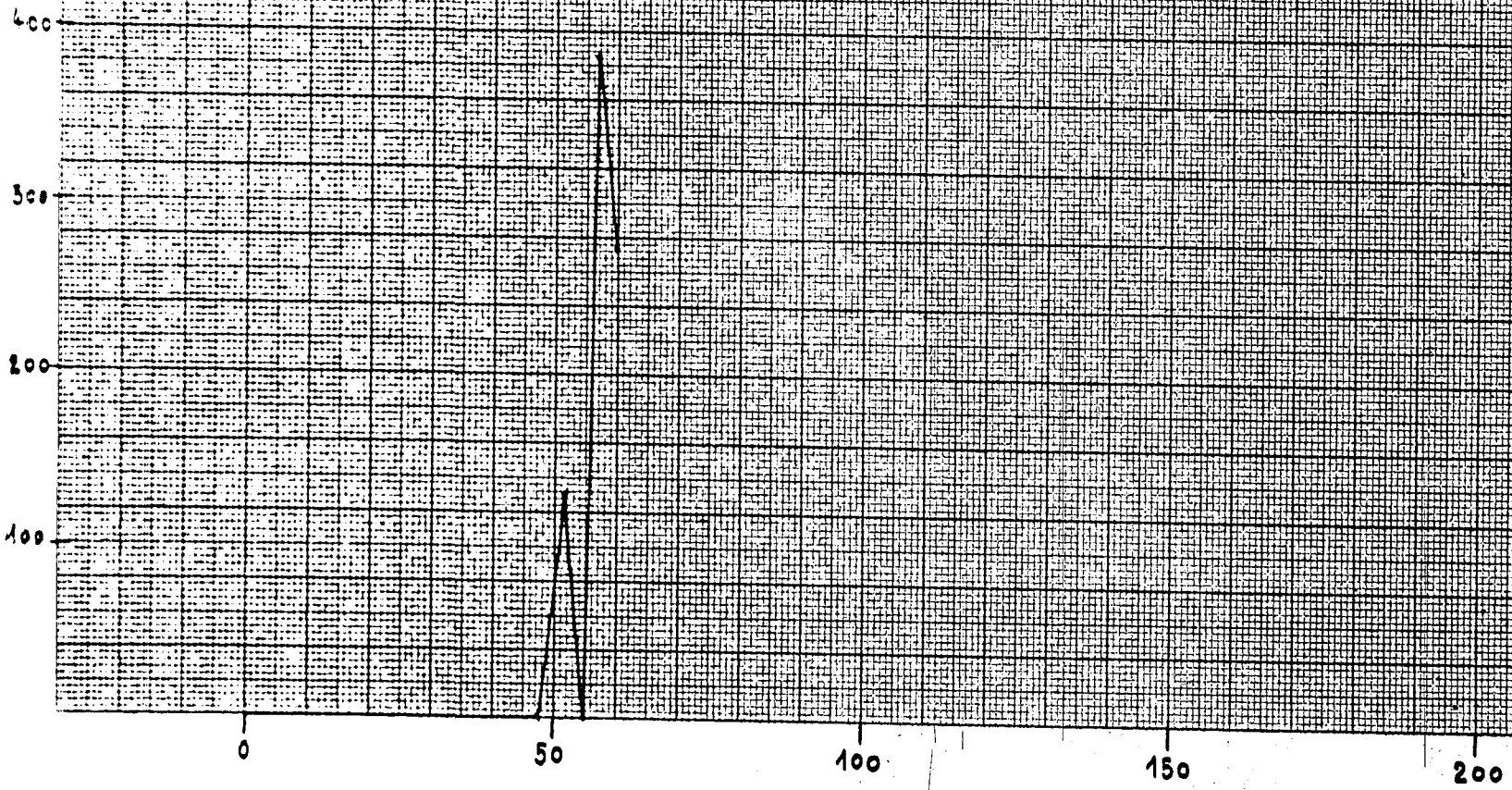
mg Schwefel / 100m<sup>3</sup>

Vers. 3c M 1090 vor der Feinreinigung

4.5 cm / 150A

S-Gehalt vor Adsorber ca. 15g / 100m<sup>3</sup>

nach Adsorber  
vor



m<sup>3</sup>



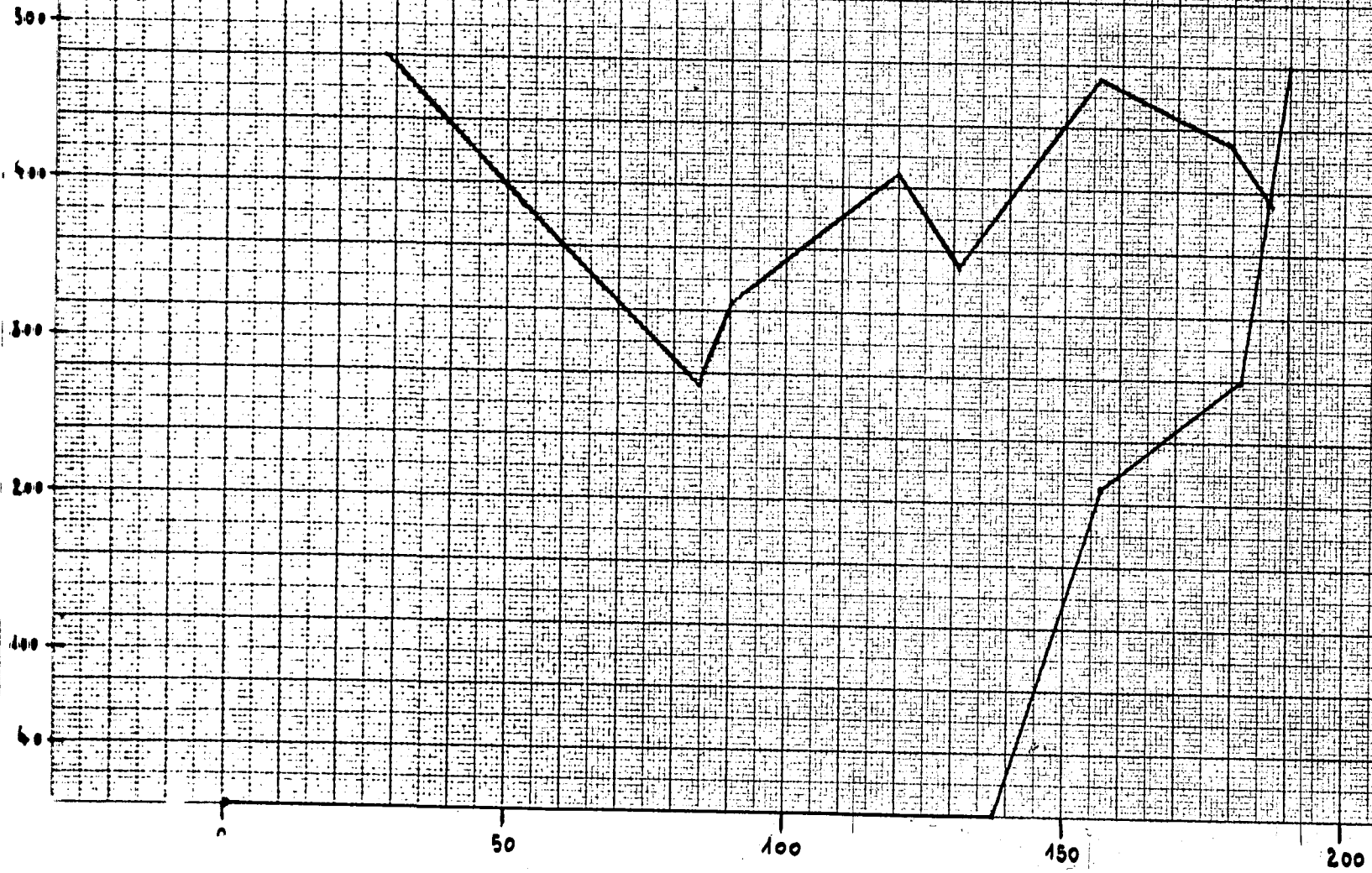
mg Schwefel / 100cm<sup>3</sup>

Vers. 3 b

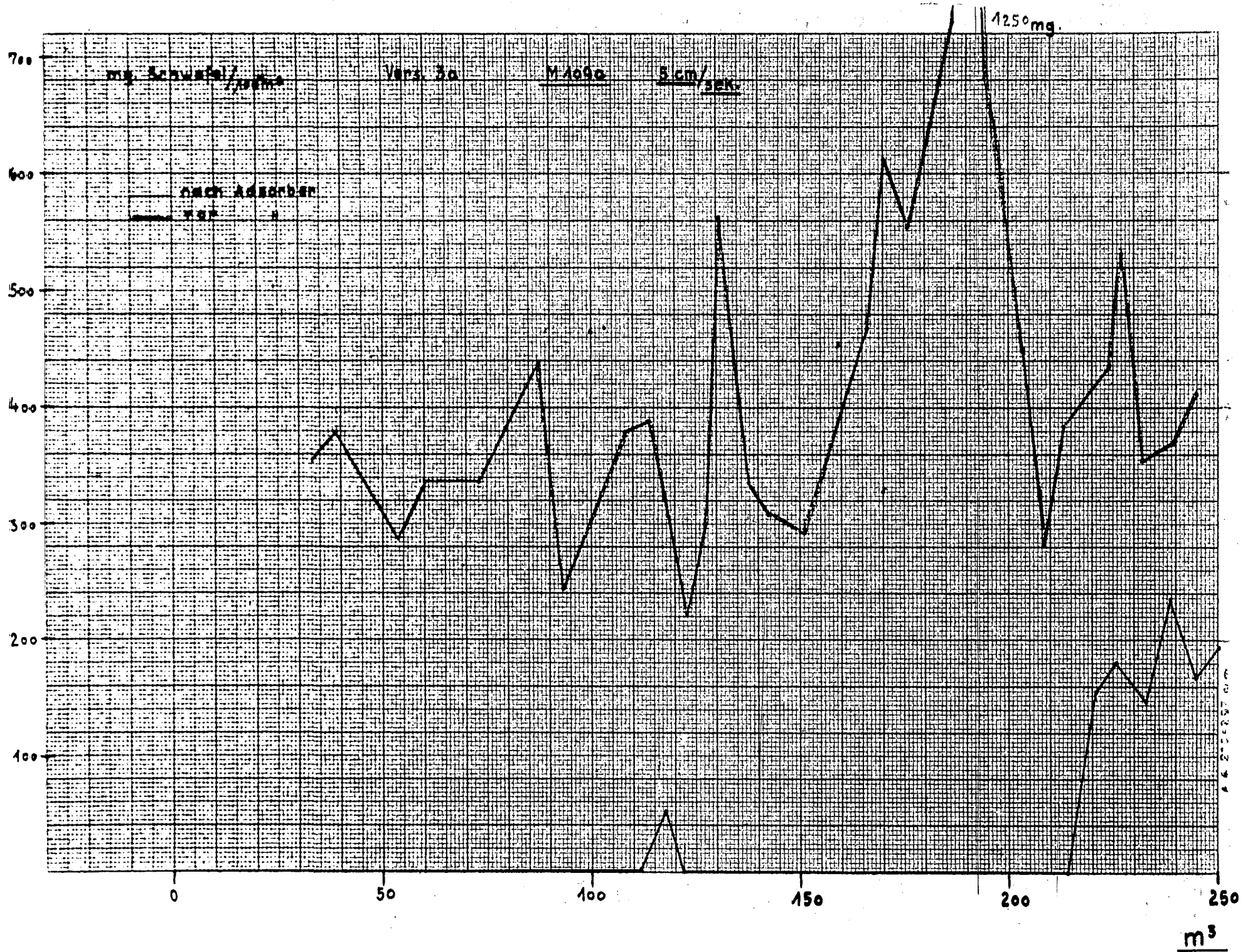
M 1090

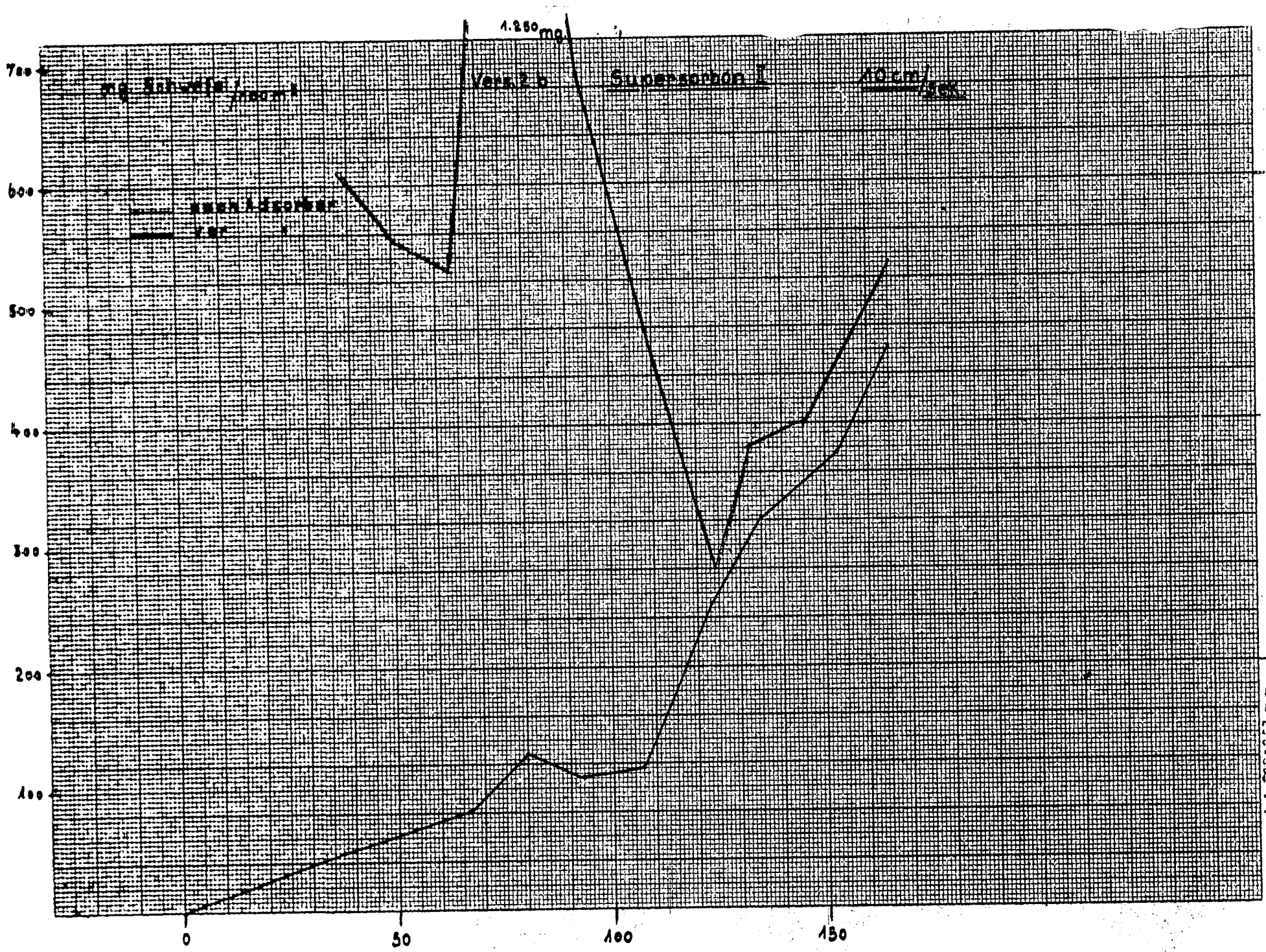
10cm/sek

nach Adsorben  
von "



m<sup>3</sup>





A. 270.257 m. 5

m<sup>3</sup>

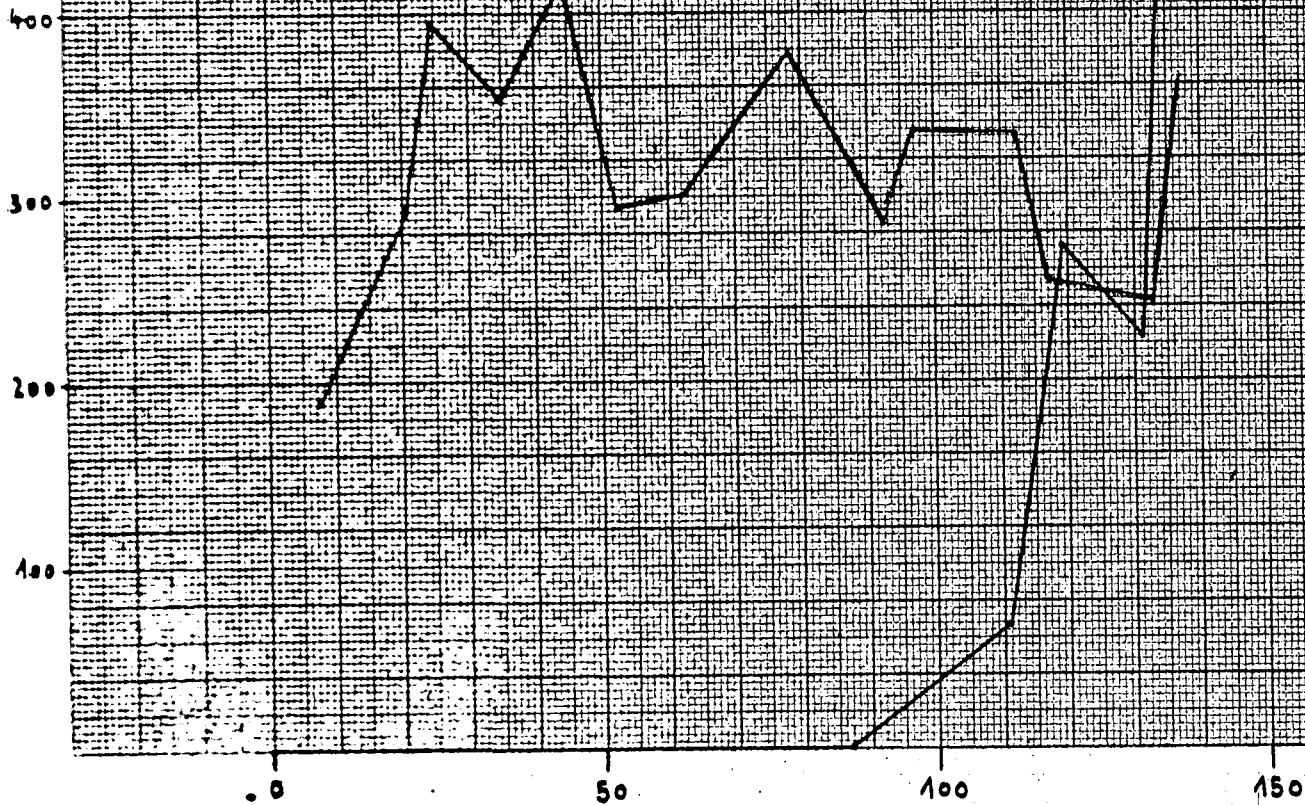
mg Schwefel/  
/100m<sup>3</sup>

Vers 2a

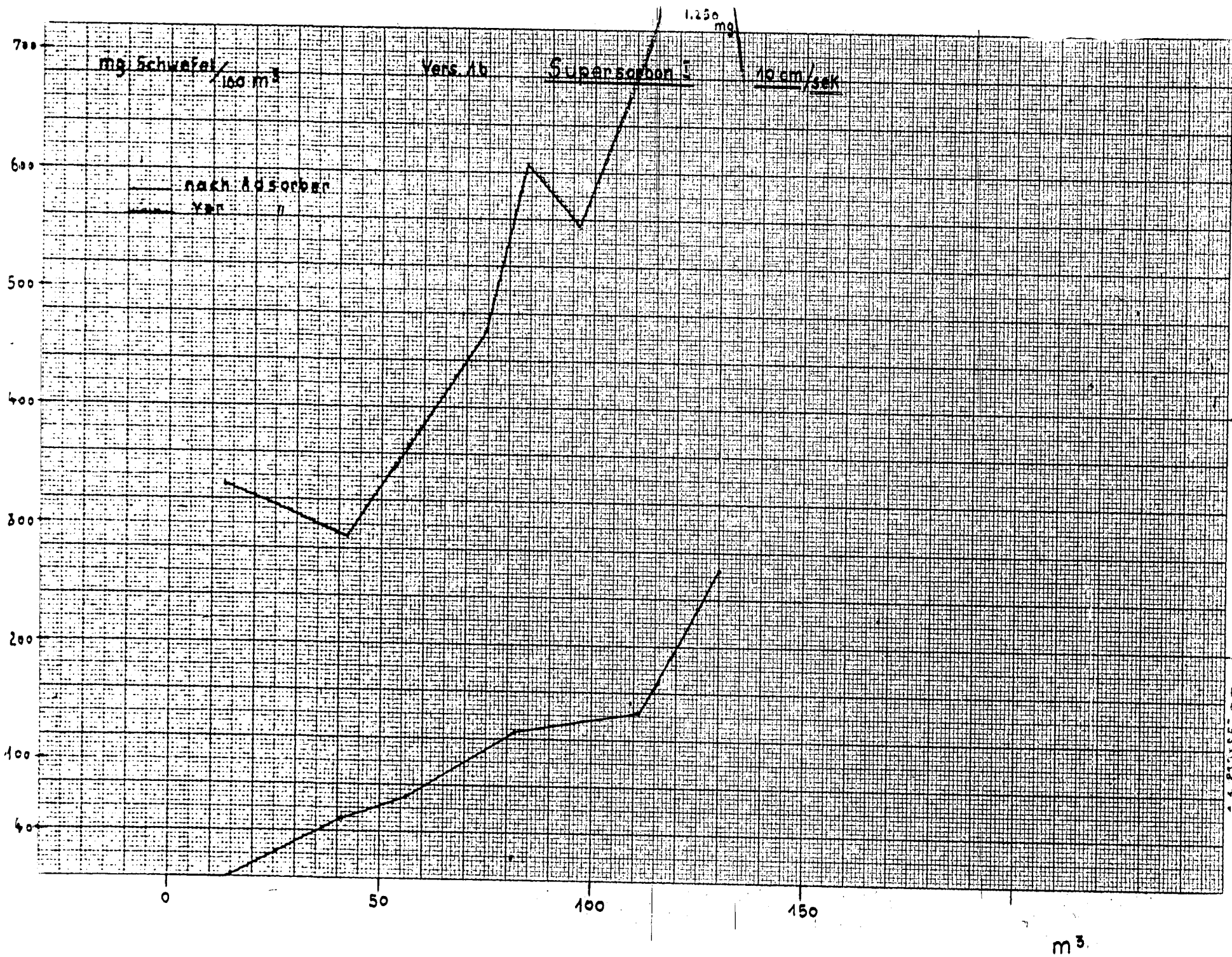
Supersonen I

Sec/sek

nach Absorber  
vor Absorber



m<sup>3</sup>



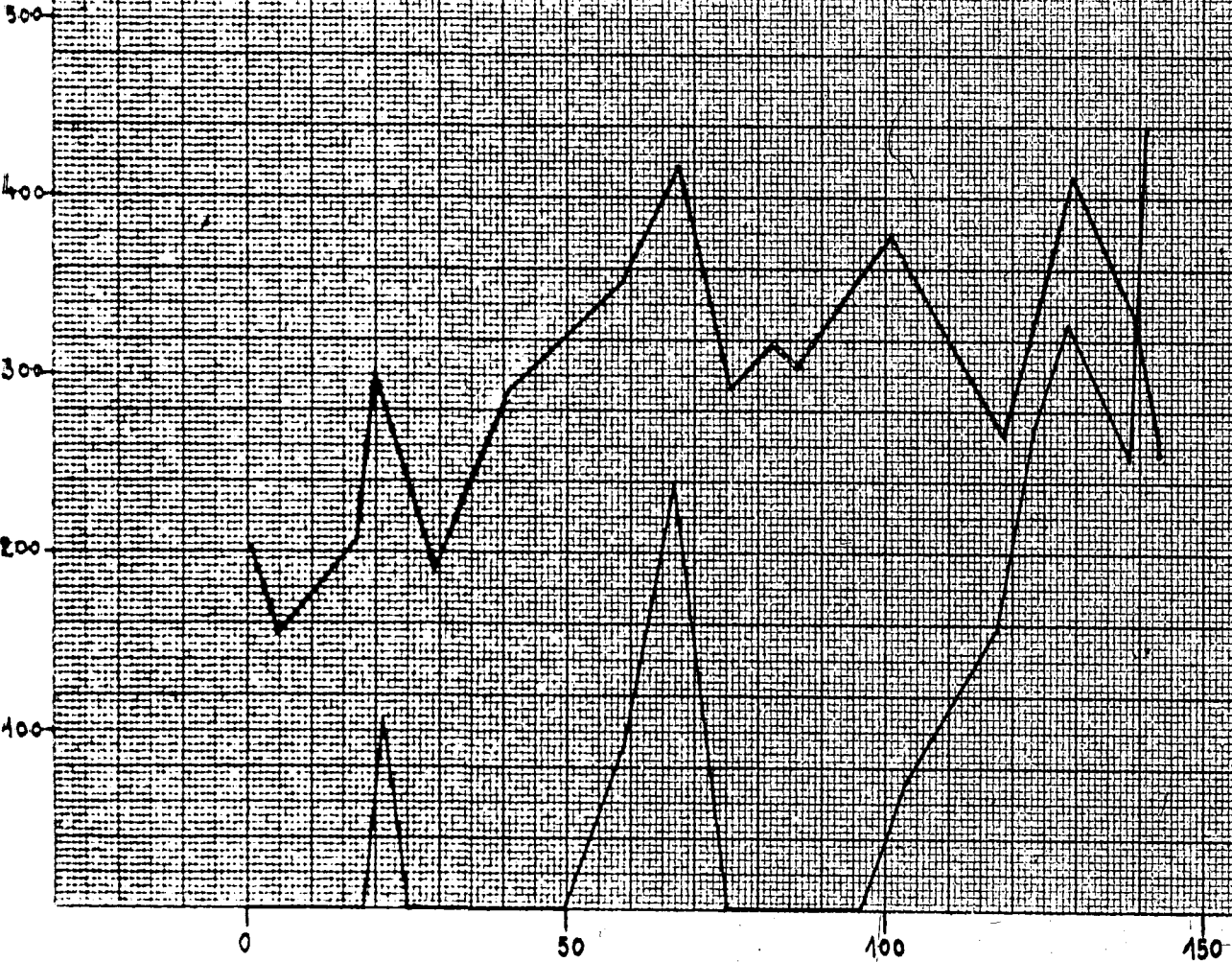
mg Schwefel / m<sup>3</sup> Luft

Vers. No.

Superphon: 5m / 106

nach Adrecher

Vor



m<sup>3</sup>

B e r i c h t Nr. 5

(Hch. Klessmann)

Betrifft: Schwefelreinigung mit Aktivkohle in Rheinpreussen.

Die von Herrn Garbe begonnenen Entschwefelungsversuche wurden in gleicher Weise mit Synthesegas hinter der Grobreinigung weitergeführt. Neue Gesichtspunkte ergaben sich hierbei nicht. Es konnte nur bestätigt werden, dass bei den Hochtemperaturausläuflungen (300°C in der Kohle) wohl etwas mehr Schwefelverbindungen angetrieben werden, dass aber die prozentuale Entschwefelung höchstens bei dem jeweils unmittelbar folgenden Versuch etwas besser war. Nach einem Gasdurchsatz von 356 m<sup>3</sup>/kg Kohle betrug die Schwefelbeladung der Kohle (errechnet) 1,32 Gew.%. Da bekannt ist, dass sich die Schwefelverbindungen aus dem Koksgas, das dem Synthesegas zu ca. 30% beigelegt wird - die Mischung wird allerdings bereits im Wassergasgenerator vorgenommen -, nur sehr schwer bzw. überhaupt nicht entfernen lassen, wurden die nun folgenden 3 Versuche (14-16) mit normal gereinigtem Koksgas, das allerdings nicht durch den Generator gegangen war, durchgeführt. Es ist nun interessant, dass die hinter die Kohle geschaltete Feinreinigungsmasse ebenfalls wie bei Synthesegas - ohne Koksgaszusatz - die Schwefelverbindungen bis zu einer Restmenge von max. 0,1 g/100 m<sup>3</sup> zurückhält. Der letzte Koksgasversuch wurde mit höherem Gasdurchsatz ausgeführt. Es ergab sich dass dann die hinter die Kohle geschaltete Feinreinigung eine Schwefelmenge von ca. 0,6 g/100 m<sup>3</sup> durchliess als der Schwefelgehalt des Eingangs- und Ausgangsgases gleich waren (siehe Kurve 16). Anliegende Tabelle mit der Zusammenstellung der gesamten Versuche zeigt, dass bei den Versuchen mit Koksgas die Schwefelrestmenge auf der Kohle nicht weiter angestiegen ist. Bei einem Gehalt von ca. 4 g Benzol pro m<sup>3</sup> Koksgas und Beladungen von ca. 14 % liegt die Vermutung nahe, dass ein gewisser Extraktionseffekt des Benzols für die S-Verbindungen vorhanden ist.

Mit den Herren Dr. Grimme, Dr. Herbert und W. Krah wurden in Rheinpreussen die Ergebnisse und das weitere Programm besprochen. Zuerst fragt es sich, wie entschwefelt die Feinreinigungsmasse, wenn Synthesegas so lange durch die Kohle geleitet wird, bis

der Schwefelgehalt im Eingangs- und Ausgangsgas der Aktivkohle gleich ist (analog Versuch 16) . Es wird vermutet, dass die Feinreinigung nur die im Benzol vorhandenen Verbindungen nicht zurückhalten kann. Da die Benzolgehalte des Synthesegases und Koksgases sich ungefähr wie 1:10 verhalten und bei Koksgasversuch Nr. 16 vermutlich bis zum Benzoldurchbruch gearbeitet worden ist, kann die Möglichkeit bestehen, 1 kg Kohle statt mit ca. 30 m<sup>3</sup> vielleicht mit ca. 200-300 m<sup>3</sup> zu beladen, bis die Feinreinigungsmasse nicht mehr zufriedenstellend arbeitet (0,2-0,3 g/100 m<sup>3</sup>). Als nächstes muss geklärt werden, ob wirklich nur die im Benzol enthaltenen Schwefelverbindungen von der Reinigungsmasse nicht zurückgehalten werden.

Rheinpreussen führt die Versuche zuerst zur Aufklärung von Frage 1 weiter. Es wird solange Synthesegas durchgeleitet, bis der Schwefelgehalt hinter der nachgeschalteten Feinreinigungsmasse 0,2-0,3 g/100 m<sup>3</sup> beträgt.

Zur Klärung von Frage 2 wird ein Teil des bei den Koksgasversuchen gewonnenen Benzols dem Gas, das die Aktivkohle verlässt, ungefähr in einer Menge von 4-5 g/m<sup>3</sup> zugesetzt und der Feinreinigung zugeleitet. Der Schwefelgehalt hinter derselben wird dann die erwünschte Aufklärung bringen.

ges. Hoch. Kleemann.

Anlagen:

1. Analysen der aus Koksgas gewonnenen Benzole
2. Tabelle zu Versuchen 1-16
3. Kurven " " 1-16.



Anlage 1

Benzole aus Kokogas

	Versuch 14	Versuch 15	Versuch 16
Dichte 15°	0,834	0,831	0,853
Harztest (B.V.-Methode)	270 mg/100 cm <sup>3</sup>	477 mg/100 cm <sup>3</sup>	./.
<i>70 Vol.-% (Kampfen)</i> Siedebeginn	61,2	72	
10 Vol.-%	460	360	
20 "	670	600	
30 "	770	720	
40 "	820	770	
50 "	850	820	
60 "	880	860	
70 "	930	900	
80 "	1150	1000	
	1970	1450	
Siedeschluss	1970	2020	
Siedeverlust	20 %	15 %	

Anlage 2

1,28 kg Kohlefüllung Synthesegas hinter Grob

Vers. Nr.	Nm <sup>3</sup> Gas pro Vers.	gesamt Nm <sup>3</sup> Gas	zugeführt				Benzol pro m <sup>3</sup> geworden	im AK Abgas g/Vers. beim Beladen	ergibt % S Herausnahme d. Kohle	beim Dämpfer g	abgeführte S	
			pro Vers.	g Schwefel Gesamt	pro 100 m <sup>3</sup>	g					Rek-	Kond. H <sub>2</sub> O
1	35,25	35,25	6,59	6,59	18,7	0,37	1,06	84	0,97	96		
2	37,95	73,2	4,93	11,52	13,0	0,35	2,16	56	0,79	91		
3	20,5	93,7	2,59	14,11	12,65	0,33	1,38	47	0,55	73		
4 HD	38,6	132,3	4,77	8,88	12,35	0,28	2,76	42	3,63	16,2		
5	39,5	171,8	6,08	24,96	15,4	0,35	2,66	56	1,00	87,5		
6	35,3	207,1	5,97	30,93	16,91	0,32	2,88	52	1,16	82		
7	35,4	242,5	5,22	36,15	14,73	0,33	2,83	46	0,99	85,5		
8 HD	36,8	279,3	5,30	41,45	14,4	0,43	3,20	40	3,95	29		
9	37,7	317,0	4,97	46,42	13,2	0,46	2,83	43	1,20	94		
10	33,8	350,8	4,97	51,39	14,7	0,55	3,01	39	1,02	89		
11	36,1	386,9	5,34	56,73	14,8	0,27	2,75	48	0,56	96		
12 HD	34,6	421,5	5,98	62,71	17,31	0,49	2,96	50	2,08	43		
13	35,25	456,75	5,31	68,02	15,05	0,36	2,19	59	0,51	83		
-----												
Die gleiche Kohlefüllung. Koksafengas aus												
14	34,0	490,75	2,89	70,91	8,5	4,7	1,10	62	2,53	96		
15	37,0	527,75	3,26	74,17	8,55	4,1	1,28	61	2,43	96		
16	44,8	572,55	4,96	79,13	11,08	3,7	2,31	53	2,02	96		

HD = Hochtemperaturausdämpfung bis ungefähr 280-300°C in Kohle

Analyse des Koksafengases

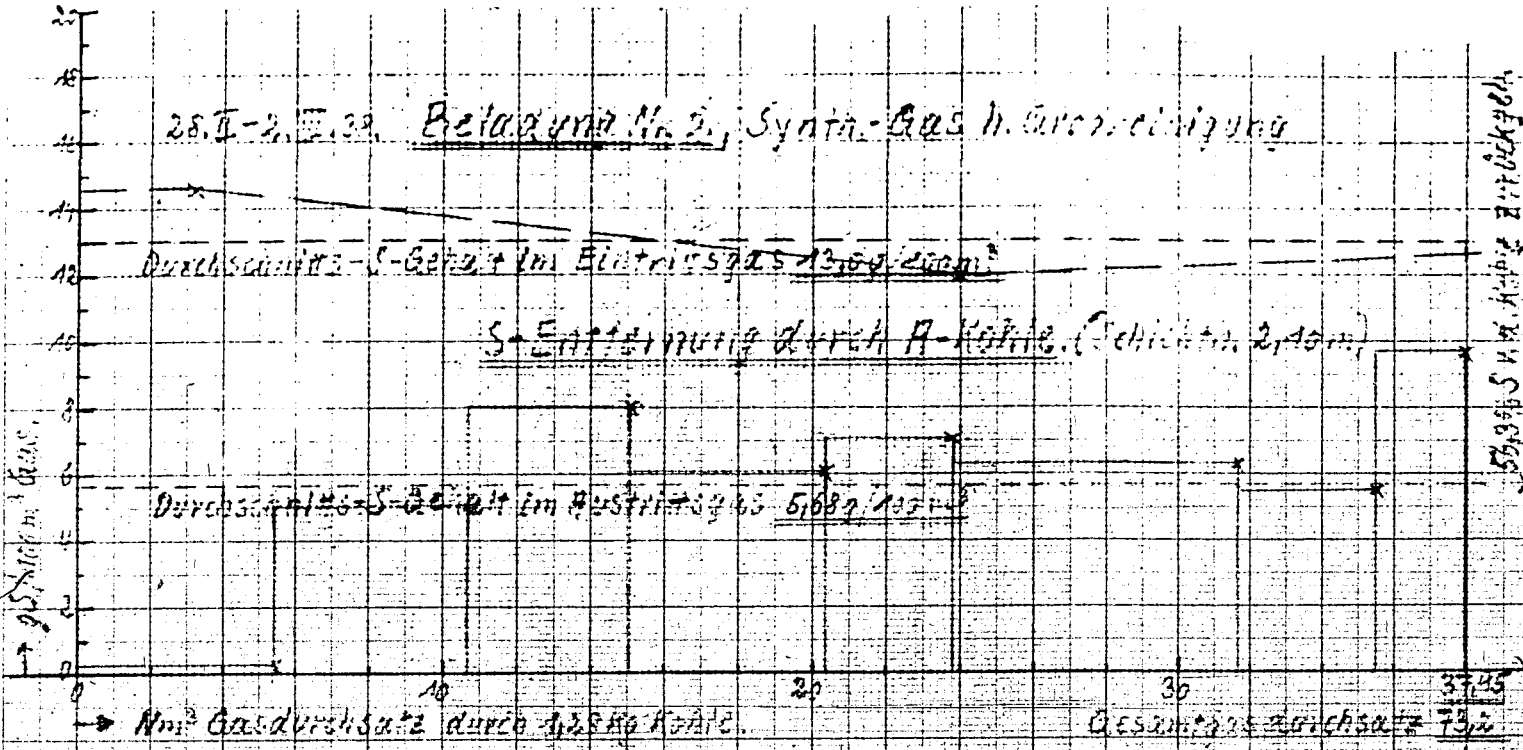
CO <sub>2</sub>	3,1	%
CnHm	2,2	%
O <sub>2</sub>	0,3	%
CO	5,2	%
H <sub>2</sub>	52,7	%
CH <sub>4</sub>	25,1	%
N <sub>2</sub>	11,4	%

hinter Grobreinigung

abgeführte Schwefelmengen						Feinreinigungsmassen					
hiervon	% im	% S-	ges.	Rest-S	ergibt	Ø S-Geh.	Ø Temp.	S-Beladung			
Bel-	Kond.	Ab-	Geh.	abgef.	auf	hinter	der	ohne	mit		
zol	H <sub>2</sub> O	gas	des	S-Menge	Kohle	Masse	Masse	mit	Kohle		
			Ber-			g/100 m <sup>3</sup>	OC	Kohle			
			zols								
96	4	---	7,2	2,03	4,56	0,35	---	---	---	---	---
91	9	---	5,4	2,95	6,52	0,51	0,11	0,00	207	0,41	0,18
73	27	---	6,0	1,93	7,18	0,56	0,09	0,02	208	0,62	0,29
16,2	78,7	5,1	5,5	6,39	5,56	0,43	0,17	0,01	215	1,01	0,52
87,5	12,5	---	6,3	3,66	7,98	0,62	0,44	0,00	216	1,51	0,75
82	18	---	8,6	4,04	9,91	0,77	1,05	0,00	218	1,99	0,99
85,5	14,5	---	7,3	3,82	11,31	0,88	0,27	0,02	231	2,42	1,23
29	67,5	3,5	7,1	7,15	9,46	0,74	1,80	0,00	231	2,82	1,50
94	6	---	6,5	3,03	10,4	0,81)	ohne Feinreinigung ausgeführt				
89	11	---	4,9	4,03	11,34	0,89)					
96	4	---	5,5	3,31	13,37	1,04	0,63	0,06	246	3,25	1,73
43	57	---	5,3	5,04	14,31	1,12	0,78	0,03	246	3,75	1,99
83	17	---	3,3	2,70	16,92	1,32	2,24	0,007	239	4,13	2,17
<hr/>											
<u>ngas aus Gasometer.</u>											
96	4	---	1,6	3,63	16,18	1,26	8,5	0,00	238	4,15	2,25
96	4	---	1,6	3,71	15,73	1,23	8,55	0,00	245	4,15	2,33
96	4	---	1,1	4,33	16,36	1,28	9,35	0,42	248	4,20	2,51

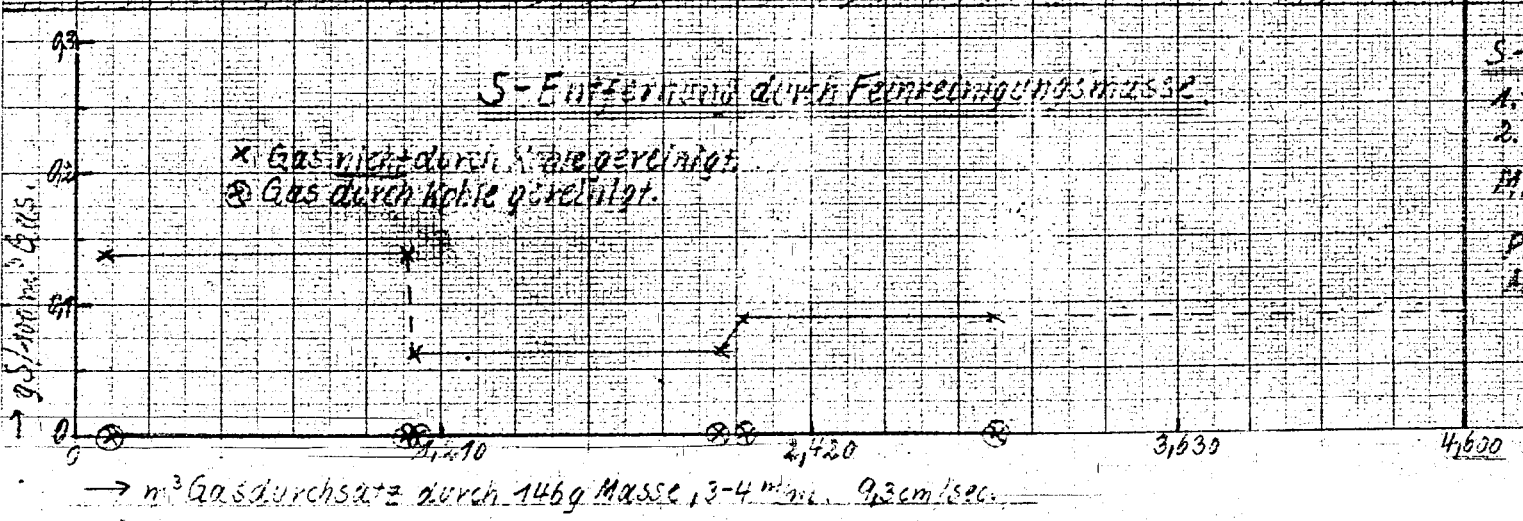


28. II - 2. III. 39. Beladung Nr. 2, Synth-Gas II. Reinigungs



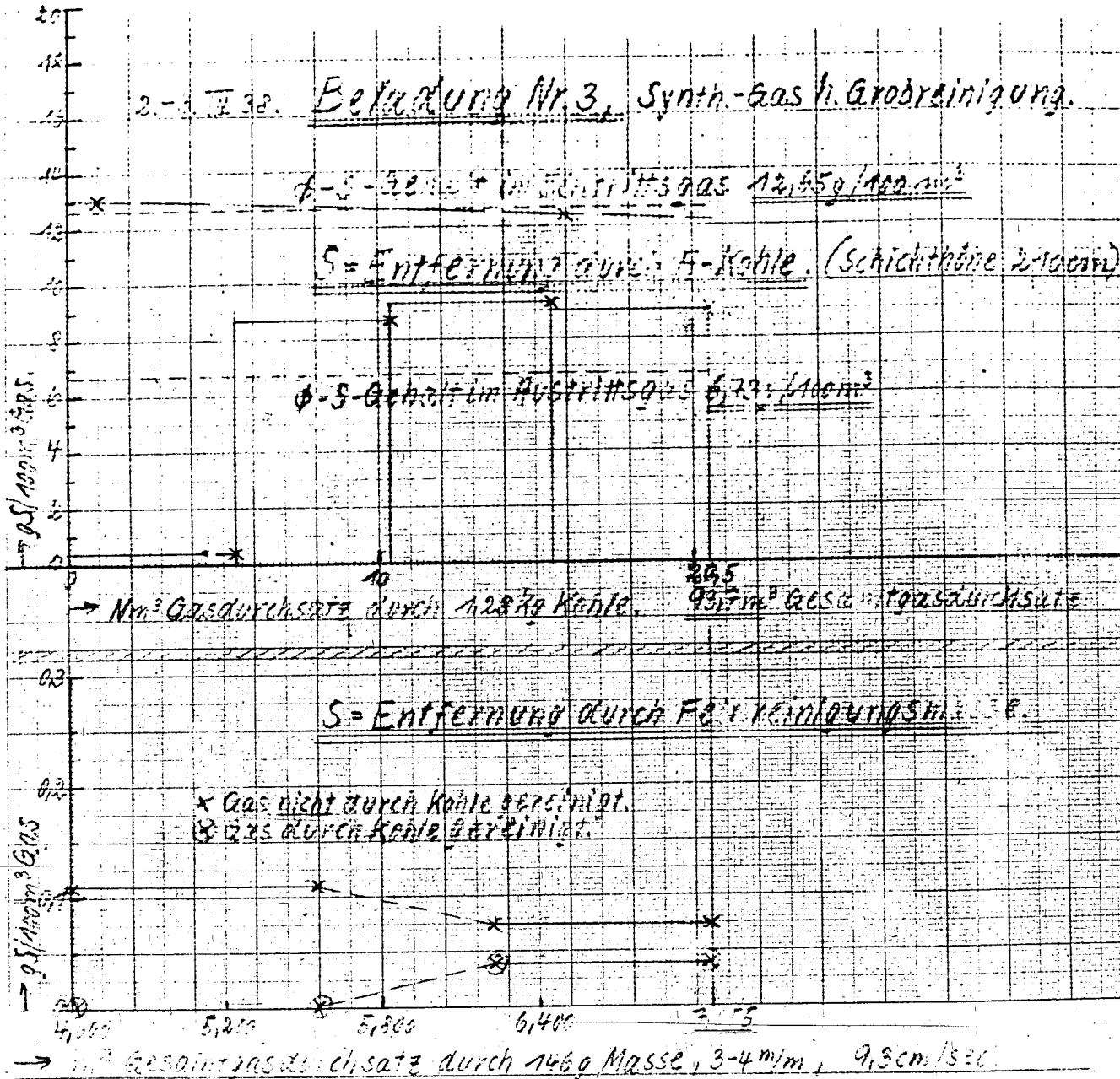
Gesamt-S im Eingangsgas 4  
 " " - Austrittsgas 2  
 Von d. Kohle zurückgehalten 2  
 Aus dem Gas: 40% Bitter  
 Dampfdruck: 2,14 g  
 Aus dem System: max. 177  
 S in 150 cm³ Benzol: 0,62 g  
 S in 200 cm³ Benzol: 0,82 g  
 S in 500 cm³ Benzol: 2,05 g  
 S in 500 cm³ Benzol: 2,05 g  
 S auf der Kohle verblieben: 1  
 Gesamt-S Restmenge auf d. Kohle seit Bel. 1: 6  
 Nebenrisse im Adsorber (4)

S-Entfernung durch Feinreinigungsmasse



S-Beladung der Masse  
 1. ohne Aktivkohle vorreinigung  
 2. mit " " " " " "  
 Mittlere Fein-Temp.  
 Prozentualer Anteil des durch Masse gelangenen Gases

2-1 II 32. Beladung Nr. 3, Synth-Gas h. Grobreinigung.



$p$ -S-Gehalt im Eintrittsgas  $12,5\% / 1000 \text{ cm}^3$

$S =$  Entfernung durch A-Katlye (Schichthöhe 210cm)

$p$ -S-Gehalt im Austrittsgas  $6,7\% / 1000 \text{ cm}^3$

$Nm^3$  Gasdurchsatz durch 128 kg Katlye  $93 \text{ m}^3$  Gesamtdurchsatz

$S =$  Entfernung durch Fe-Katlye (Schichthöhe 210cm)

Gesamt-Sim. Eingangsgas : 2,590  
 " " " " Austrittsgas : 1,320  
 Von der Kohle zurückgehalten : 1,270

Ausdampfung: 40' Bier: 2,2 m<sup>3</sup>  
 Dampfdruck : 2,2 atü  
 Ausdampftemp. : max 120°

Sim 7,5 cm<sup>3</sup> Benzol S.G. 0,89 : 0,140 g  
 Sim 3,4 g H<sub>2</sub>O Kondensat : 0,150 g  
 Sim gesamt ausgetrieben : 0,550 g

S auf der Kohle verblieben : 0,660

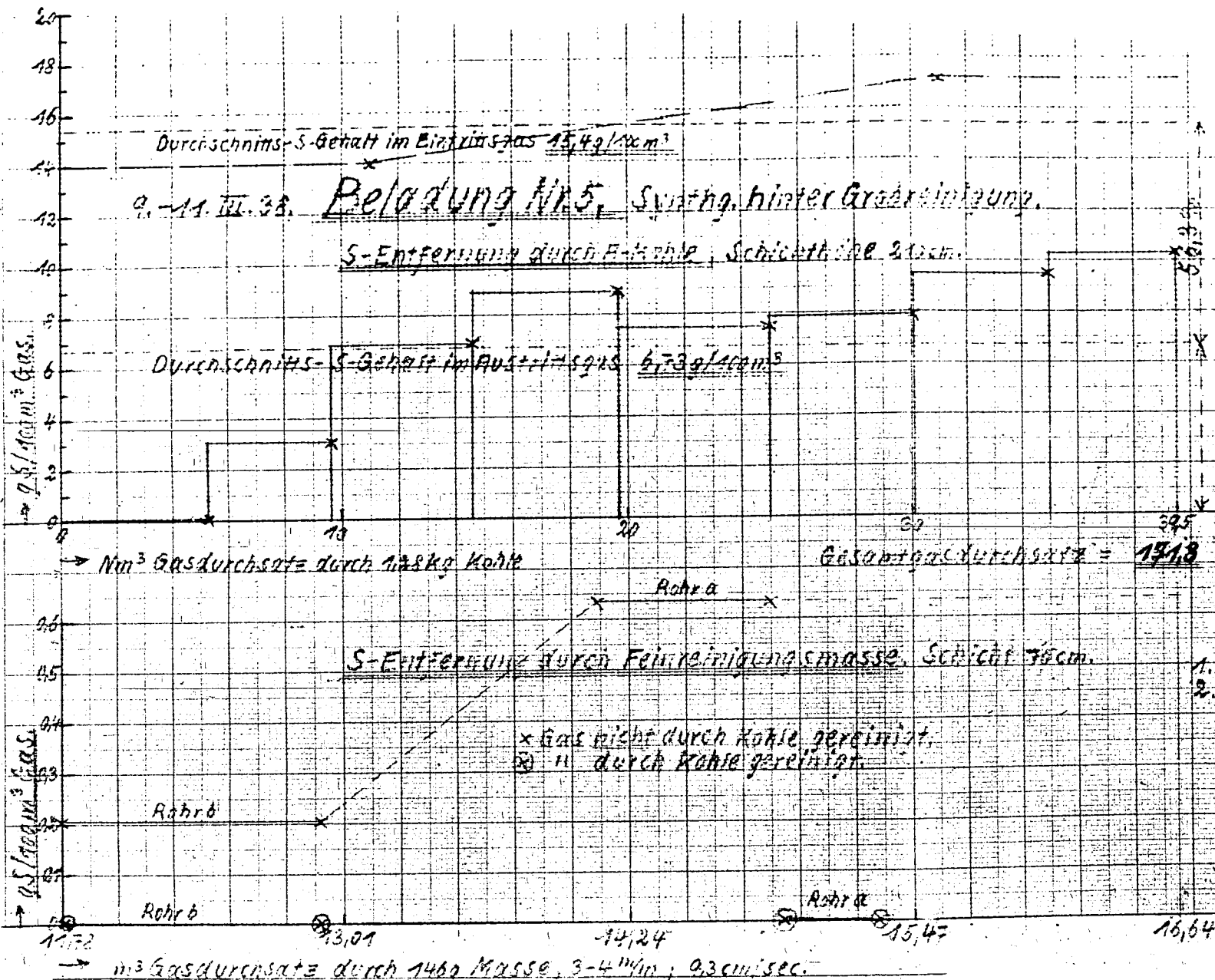
Gesamt S-Restmenge auf der Kohle seit Beladung : 3,180

Aufenthalt im Adsorber

S-Beladung der Masse  
 1. ohne Aktivkohlevorschaltung : 0,620 g  
 2. mit " " " " : 0,290 g  
 Mittlere Ofentemp. : 208°

Prozentualer Anteil des durch die Masse gegangenen Gases : 11,80%  
 Soll : 12,30%





Durchschnitts-S-Gehalt im Eingangs-gas 15,49 g/m<sup>3</sup>

9. - 11. III. 38. Beladung Nr. 5, Synthg. hinter Grazeinleitung.

S-Entfernung durch Fe-Fähle, Schichthöhe 20cm.

Durchschnitts-S-Gehalt im Ausgangsgas 6,73 g/m<sup>3</sup>

→ m<sup>3</sup> Gasdurchsatz durch 148kg Kohle

Gasdurchsatz = 171,8

10,4 cm/sec. im Adsorber (a)

S-Entfernung durch Feinreinigungsmasse, Schicht 75cm.

x Gas nicht durch Kohle gereinigt.  
 o " durch Kohle gereinigt.

Rohr b

Rohr a

Rohr b

Rohr a

Gesamt-S im Eingangs-gas: 608g  
 " " " " : 2,66g  
 Von der Kohle zurückerh.: 3,42g

Ausdampfung: 40l; Blende 20l  
 Dampfdruck: 15 atü  
 Fuldampf: max. 120l

S in 15,5cm<sup>3</sup> Benzol s.G. : 8,85g  
 S in 2,72l Kondensat : 9,22g  
 S in Gasdicht ausgetriebl. : 1,02g

S auf der Kohle verblieben: 2,42g

Gesamt-S-Restmenge auf der Kohle seit Bel. 1 : 7,92g

S-Beladung der Masse:

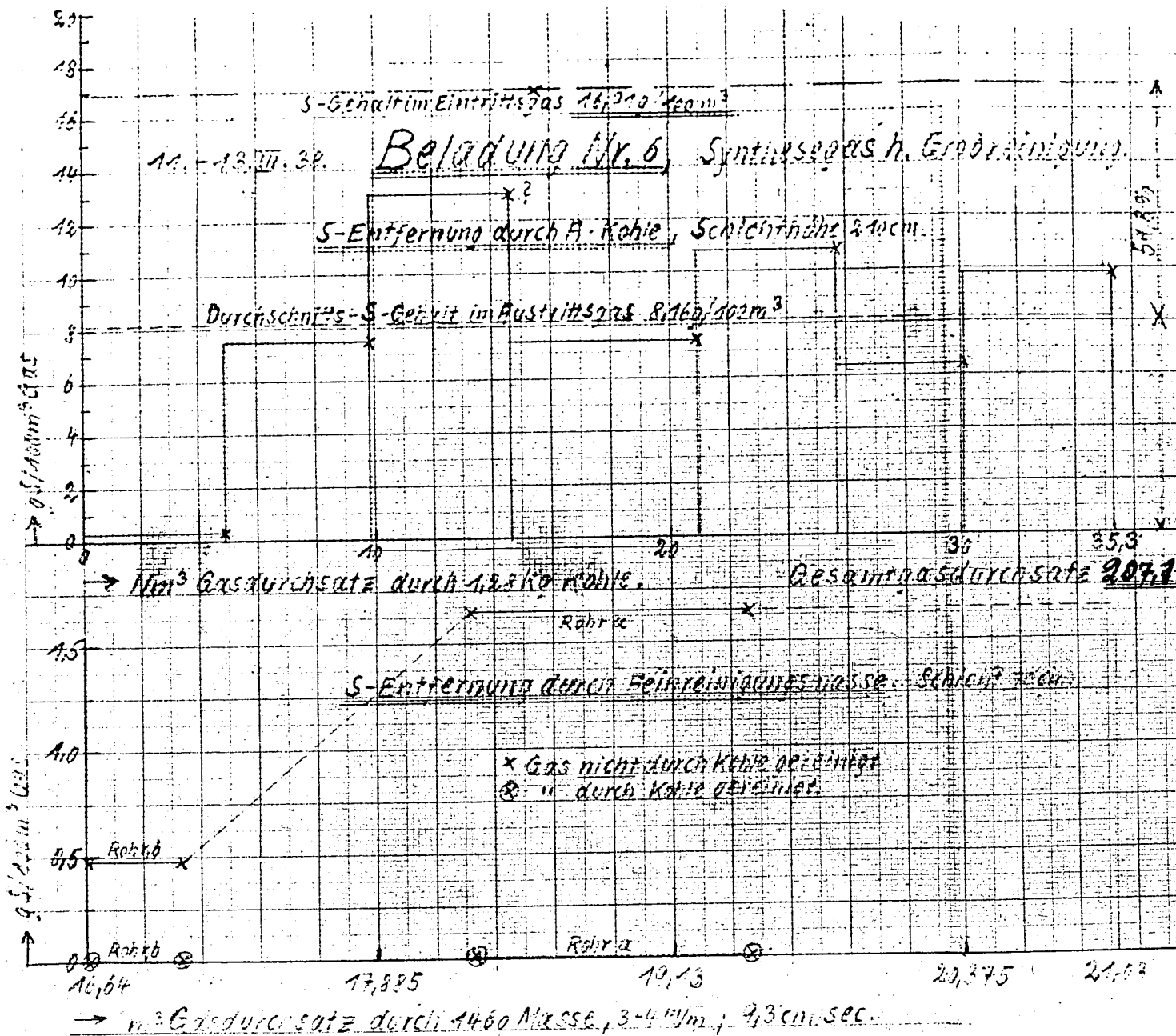
1. ohne Aktivkohleranschaltung: 1,55%
2. mit " " " " : 0,75%

Mittlere Ofentemp.: 216°C

Prozentualer Anteil des durch die Masse gezapften Gases = 11,2  
 Sulf = 12,3

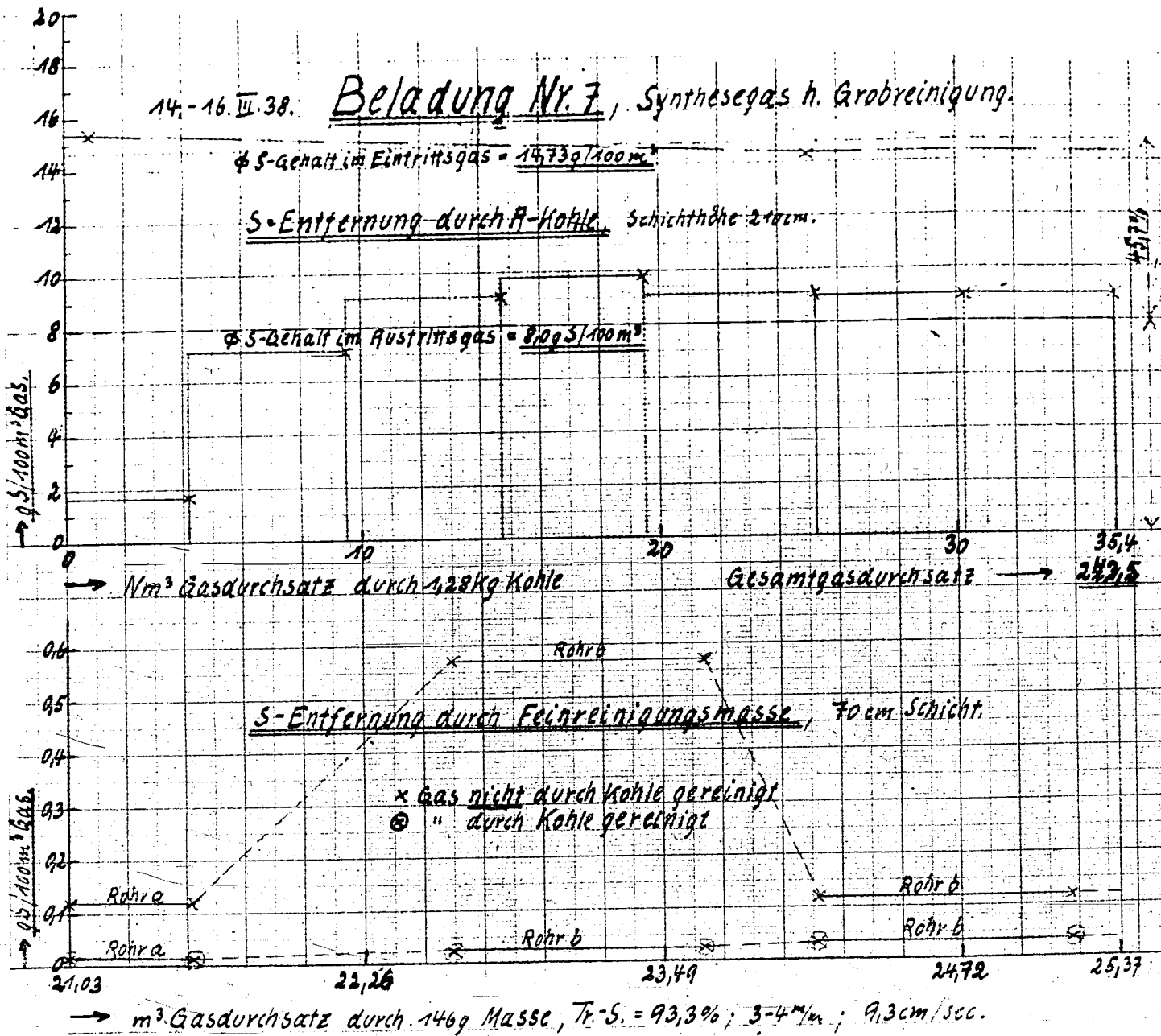
→ m<sup>3</sup> Gasdurchsatz durch 146g Masse, 3-4 mm; 9,3 cm/sec.





Gesamt-S im Eintrittsgas :  $5,970$   
 " " " " Austrittsgas :  $2,830$   
 Von der Kohle zurückgeblieben :  $3,140$   
 Ausdampfung  $48'$ ; Ende  $2 m^3$   
 Dampfdruck :  $16,080$   
 Ausdampftemp. : max.  $121^{\circ}C$   
 S in  $12,5cm^3$  Benzol, s. G.  $0,23$  :  $0,9540$   
 S " "  $H_2O$ -Kondensat :  $0,2230$   
 S insgesamt ausgetrieben :  $1,1770$   
 S auf der Kohle verblieben :  $1,960$   
 Gesamt S-Restmenge auf der Kohle seit Beladung :  $9,910$   
 S-Fraktionierung der Masse:  
 1. ohne Aktivkohlevorschlange  
 2. mit " " " "  
 Mittlere Ofentemp.  
 Prozentualer Anteil des durch die Masse gegangenen Gases =  $12,10\%$   
 Soli =  $12,20\%$

14.-16. III. 38. Beladung Nr. 7, Synthesegas h. Grobreinigung.



$\phi$  S-Gehalt im Eintrittsgas = 14.73 g/100 m³

S-Entfernung durch A-Kohle, Schichthöhe 210 cm.

$\phi$  S-Gehalt im Austrittsgas = 8.00 g/100 m³

Nm³ Gasdurchsatz durch 428 kg Kohle

Gesamtgasdurchsatz 35.4  
242.5

S-Entfernung durch Feinreinigungsmasse, 70 cm Schicht.

x Gas nicht durch Kohle gereinigt  
o " durch Kohle gereinigt

m³ Gasdurchsatz durch 146 g Masse, Tr-S. = 93.3%; 3-4 m; 9.3 cm/sec.

Gesamt-S im Eingangsgas : 5,22 g  
" " " Ausgangsgas : 2,83 g  
Von der Kohle zurückgehalten : 2,39 g

Ausdämpfung: 40'; Blende 2 mm  $\phi$   
Dampfdruck : 1,3 atü  
Ausdampftemp.: max. 120°

S in 13,0 cm³ Benzol, s.G. = 0.89 : 0,844 g  
S " 2,5 L H₂O-Kondensat : 0,144 g  
S insges. ausgetrieben : 0,988

S auf der Kohle verblieben : 1,40

Gesamt S-Restmenge auf der Kohle seit Beladung 1 : 11,31

10.4 cm/sec im Adsorber  $\phi$

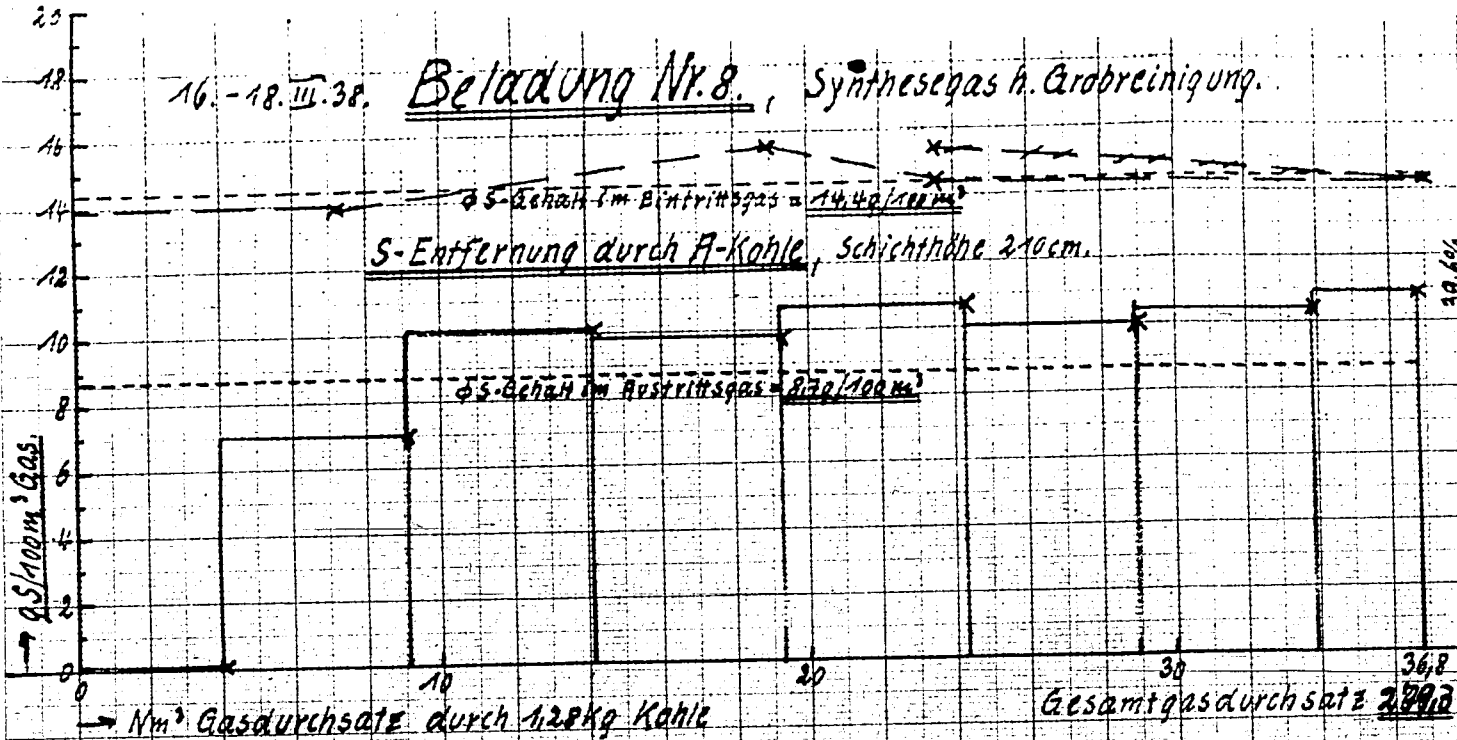
S-Beladung der Masse:

1. ohne Aktivkohlevorschaltung : 2,42%
2. mit " " " " : 1,23%

Mittlere Ofentemp. : 231°C

Prozentualer Anteil des durch die Masse gegangenen Gases : 14,9%  
soll : 12,3%

16.-18. III. 38. Beladung Nr. 8., Synthesegas h. Carbreinigung.

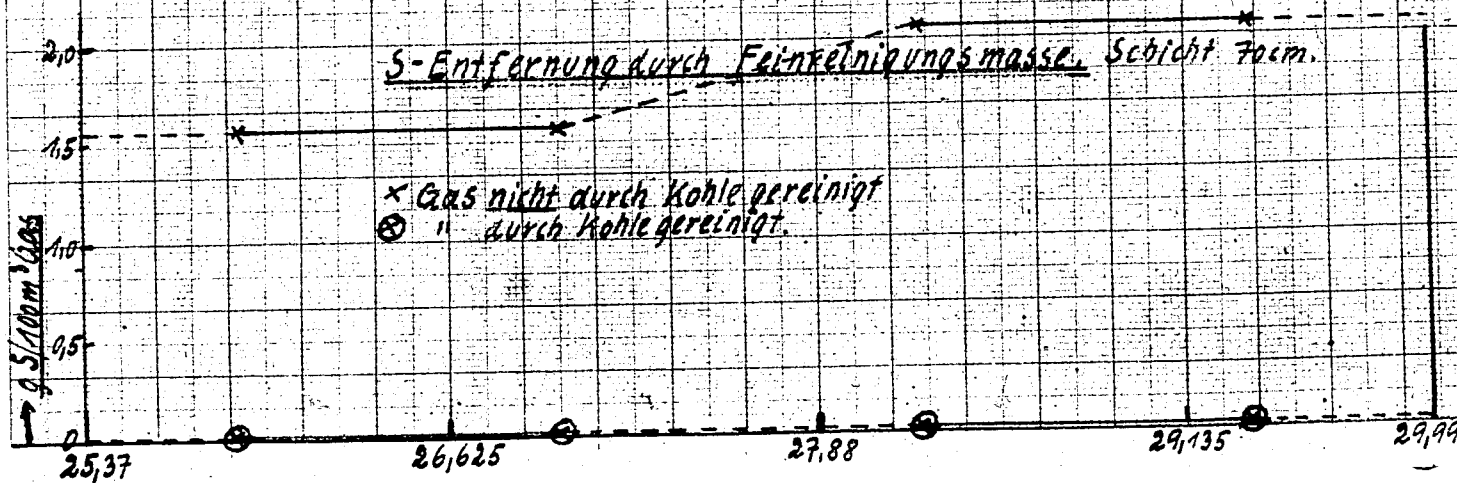


Gesamt-S im Eingangsgas : 5,30g  
 " " " " Austrittsgas : 3,20g  
 Von der Kohle zurückgehalten : 2,10g

Hochtemperaturausdehnung:  
 Temperaturverlauf siehe Ber. Nr. 12.12.

S in 18,0 m³ Benzol s.G. = 0,89 : 1,148g  
 S in 15,3 l H₂O-Kondensat : 2,66g  
 SO₂-S (KOH-Vorlage) : 0,053g  
 S in 150 l Abtriebsgas : 0,087g  
 S insges. ausgetrieben : 3,95g

Gesamt S-Restmenge auf  
 der Kohle seit Bel. : 9,46g



104 cm Schicht im Adsorber(φ)

S-Beladung der Masse:

1. ohne Aktivkohlevorschaltung : 2,82%
2. mit " " " " : 1,50%

Mittlere Ofentemp. : 231°C.

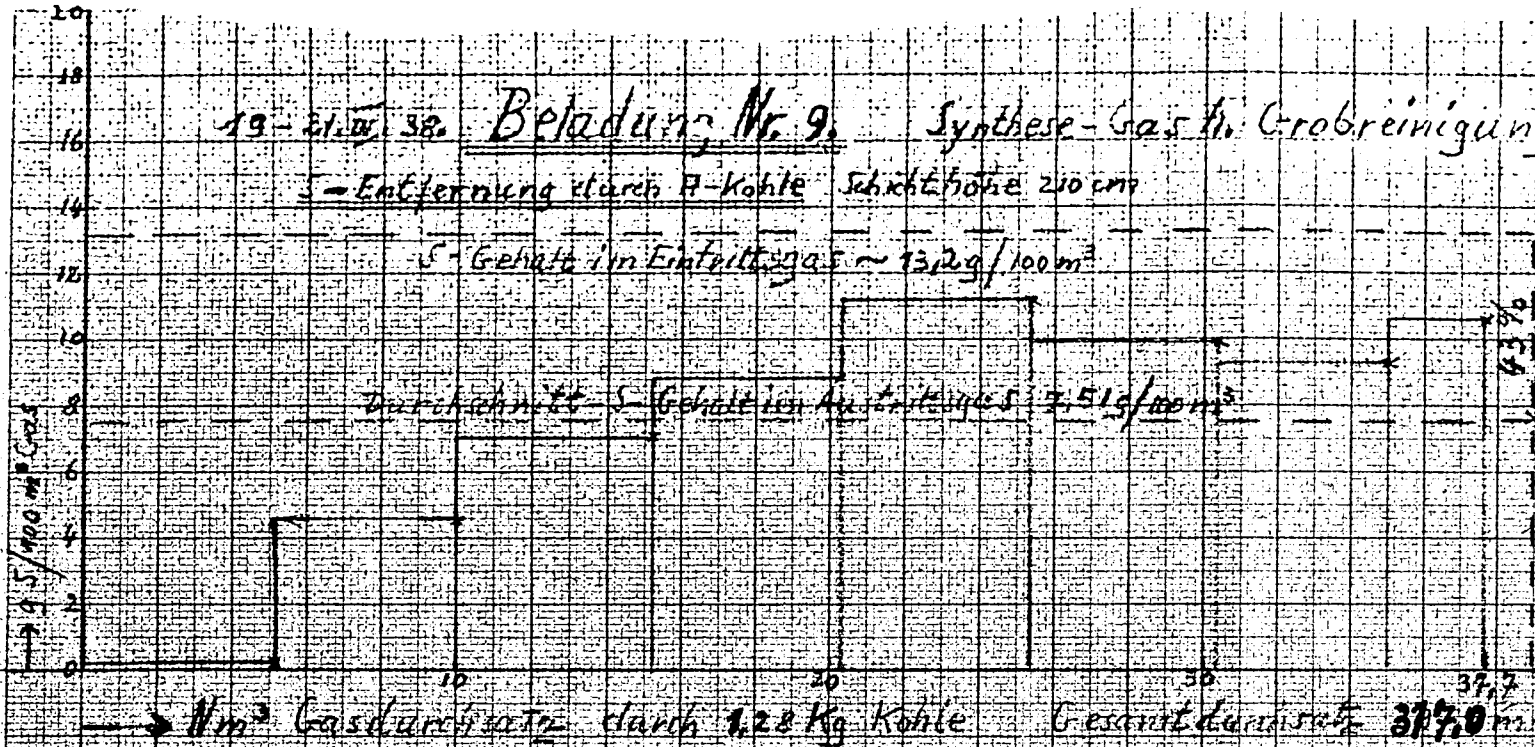
Prozentualer Anteil des durch  
 die Masse gegangenen Gases : 12,2%  
 Soll : 12,3%

19-21.07.38. Beladung Nr. 9. Synthese-Gas in Grobreinigung

5 - Entfernung durch H-Kohle Schichthöhe 250 cm

5 - Gehalt im Eintrittsgas  $\sim 13,2 \text{ g}/100 \text{ m}^3$

Durchschnitt 5 - Gehalt im Austrittsgas  $3,51 \text{ g}/100 \text{ m}^3$



Gesamt - S im Eingangsgas	4,97g
" " " " " " " " " " " "	2,83g
Von der Kohle zurückgehalten	2,14g

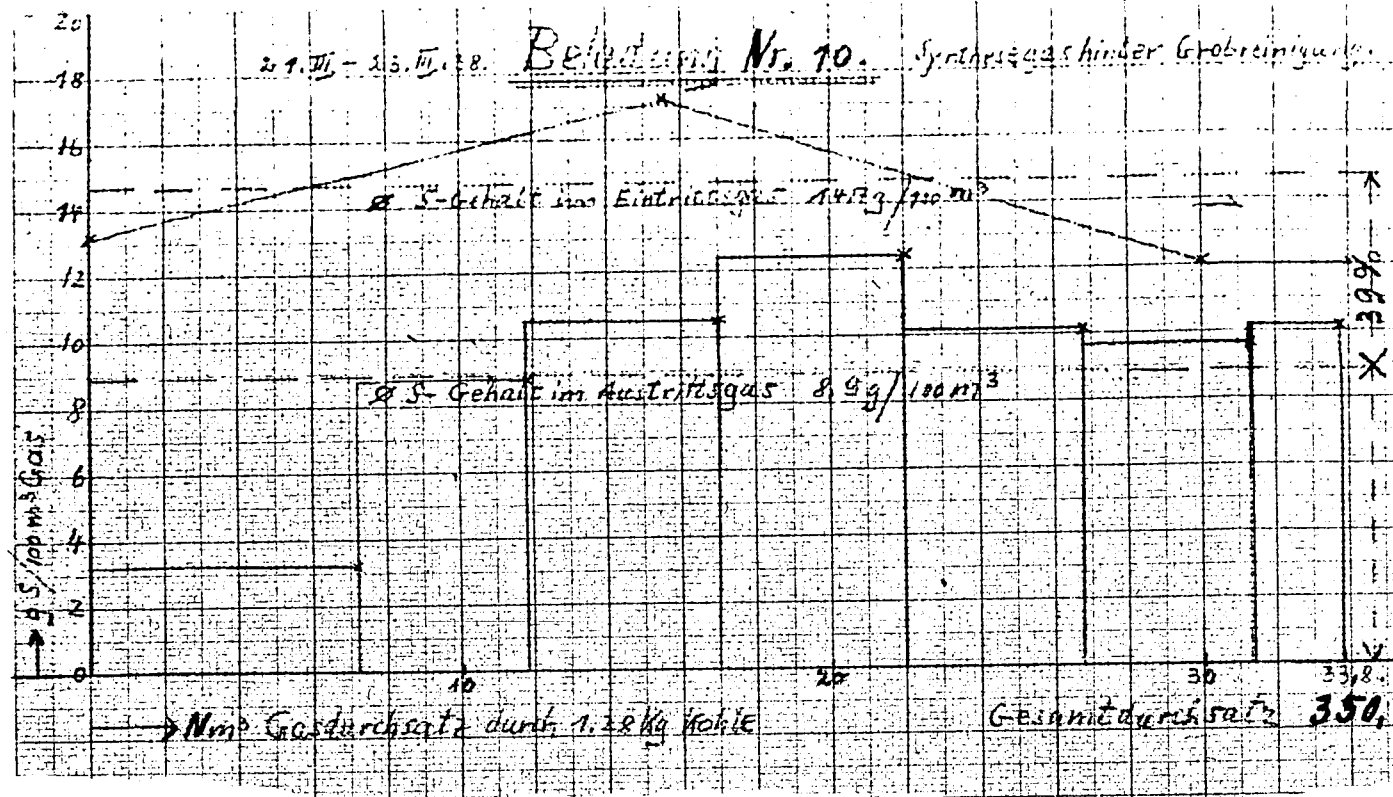
Ausläuferöffnung 40' Breite 3" in  
 Dampfdruck 9,5 atü  
 Ausströmgeschw. max. 120°C

S in 19,5% Benzol	1,124g
S in 2,2% H <sub>2</sub> O-Kond.	0,076g
S insgesamt ausgeschieden	1,200g
S auf der Kohle verbleibend	0,94g
Gesamt Restmenge seit Bel. 1	10,40g

→ Nm³ Gasdurchsatz durch 1,28 Kg Kohle Gesamt durchsatz  $37,7 \text{ m}^3$  10,5 cm/sec im Absorber

llu

21. III - 23. III. 8. Beobachtung Nr. 10. Synthesegas hinter Grobreinigung



Gesamt S im Eingangsgas 4.97 g  
 " " " Ausgangsgas 3.01 g

Von der Kohle zurückgehalten 1.96 g

Ausdampfung 40' Blende 2 m

Dampfdruck 1.5 at  
 Ausdampftemp max 119°C

S in 21.0 cc Benzol 0.91 g

S in 2.4 l H<sub>2</sub>O-Kand. 0.11 g

S insgesamt ausgehoben 1.02 g

S auf Kohle verblieben 0.94 g

Gesamt Restmenge  
 siehe Bild 1 11.34 g

Gesamtdurchsatz 350.5 m<sup>3</sup> 10.1 cm<sup>3</sup>/sec im Ausseren

Mlu

24.-26.10. Beladung Nr. 11 - Synthesegas hinter Grobreinigung

5 - Entfernung durch A-Kohle Schichthöhe 210 cm  
 α 5 - Gehalt im Eintrittsgas  $74,8 \text{ g} / 100 \text{ m}^3$

α 5 - Gehalt im Austrittsgas  $7,63 \text{ g} / 100 \text{ m}^3$   
 Analysen  
 Ausfall

$\text{Nm}^3$  Gasdurchsatz durch 128 kg Kohle  $380,9 \text{ m}^3$   
 Gesamtgasdurchsatz  $380,9 \text{ m}^3$   $70,5 \text{ cm}^3/\text{sec}$  im Ausstrich

5 - Entfernung durch Feinreinigungsmasse Schicht 70 cm

x Gas ohne Kohle-Verreinigung  
 o Gas mit Kohle-Verreinigung

Rohr a.  $31,22$  Rohr b.  $32,45$   $33,68$   $34,24$

$\text{m}^3$  Gasdurchsatz durch 146 g Masse, 3-4 % Tr. S. = 93,3%  $9,3 \text{ cm}^3/\text{sec}$

Gesamt-5 im Eingangsgas  $5,34 \text{ g}$   
 " " " " " "  $2,75 \text{ g}$   
 von der Kohle zu wärmen  $2,59 \text{ g}$

Wärme-Verdampfung  $40 \text{ g}$  Element  
 Dampfdruck  $9,6 \text{ g}$   
 Anfeuchtungs  $9,2 \text{ g}$  max  $11,7 \text{ g}$

5 im Ausstrich  $0,535 \text{ g}$   
 5 im Ausstrich  $0,43 \text{ g}$   
 5 insgesamt abgetrennt  $0,565 \text{ g}$   
 5 auf Kohle verbleiben  $2,075 \text{ g}$

Gesamt Restmenge seit Beginn  $19,37$   
 =  $7,04 \%$

5 - Beladung der Masse

1. ohne Kohle-Verreinigung  $3,25 \%$   
 2. mit " "  $4,73 \%$   
 Mittlere Ofenemp.  $2,46 \%$

Blau

26 - 28. 11. Befehl Nr. 12. Synthesegas für die Gichttemperatur.

S - Gehalt im Eintrittsgas  $77,31\%$  /  $100 \text{ m}^3$

S - Entfernung durch A-Kohle. Substanz 210 g/m<sup>3</sup>

S - Gehalt im Austrittsgas  $8,54\%$  /  $100 \text{ m}^3$

1 m<sup>3</sup> Gas durch Substanz durch 1,28 kg Kohle. Gesamter Gasverbrauch  $421,5 \text{ m}^3$  10,1 Stunden im Arbeitstag

S - Entfernung durch Feinreinigungsgas durch die Schicht Boden

Rohr 0

X Gas nicht durch Kohle gereinigt

O Gas durch Kohle gereinigt

Rohr a

Rohr b

Gesamte S im Eingangsgas	5,98 g
" " " " Ausgangsgas	2,76 g
Von der Kohle zurückgehaltene	3,02 g
Kohlentemperatur - Ausdehnung	
Temperaturmax. 2300 in Kohle	
4° Ausdehnungszeit	
S in 29% Benzol	0,99 g
S in 16,4% Kond. H <sub>2</sub> O	0,15 g
S insgesamt abgeben	2,28 g
Gesamte Kohlenmenge Sauer Kohle	
Stückzahl	1431 g
= 1,16% Bel	

S - Reinigung der Flasse	
1. Ohne Kohlenreinigung	3,75%
2. Mit " "	1,39%
Mittlere Ofenlast	
	2,46%

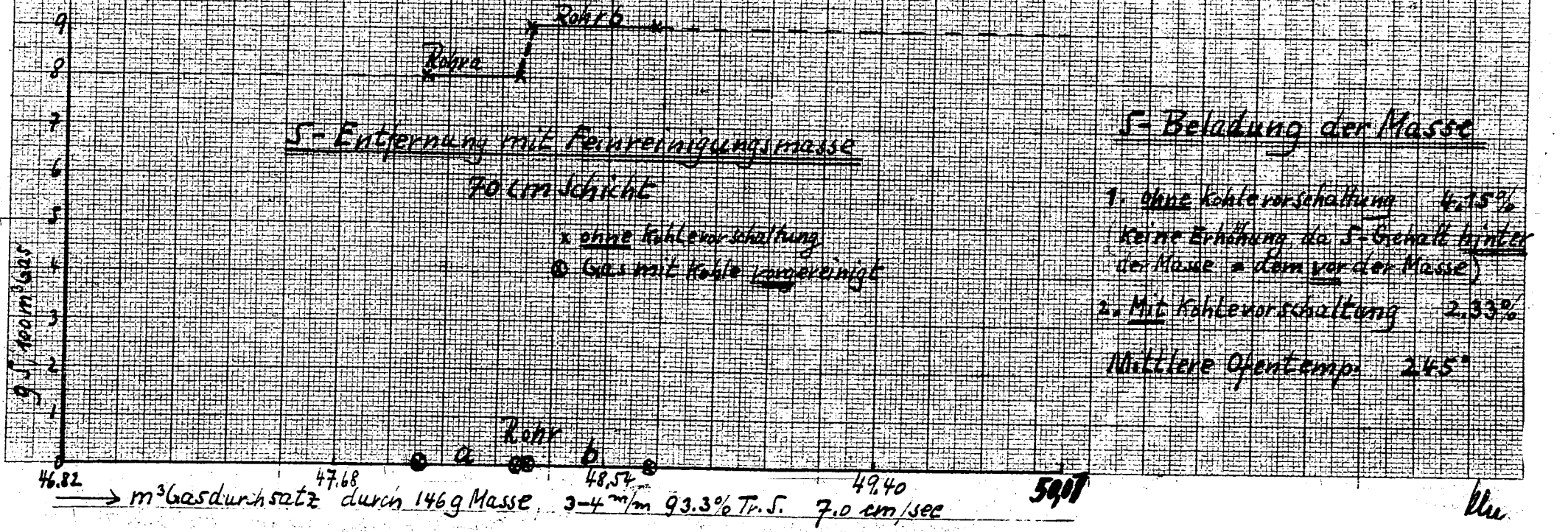
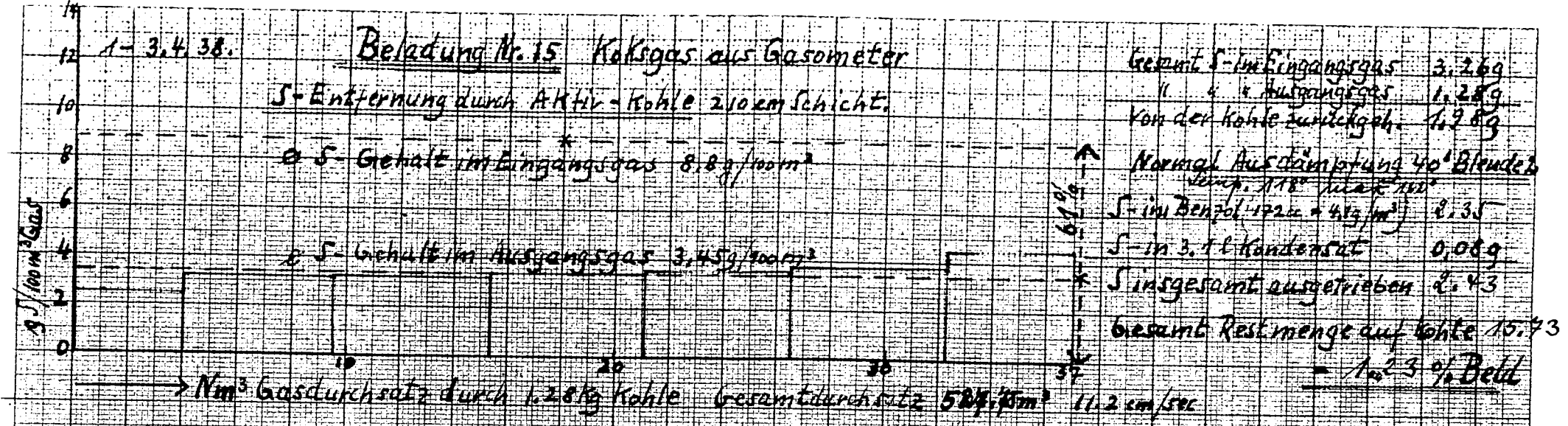
1 m<sup>3</sup> Gasverbrauch durch 145 g Masse, 3-4 im Tr. S. = 93,3%, 9,3 cm<sup>3</sup>/sec

Wlu

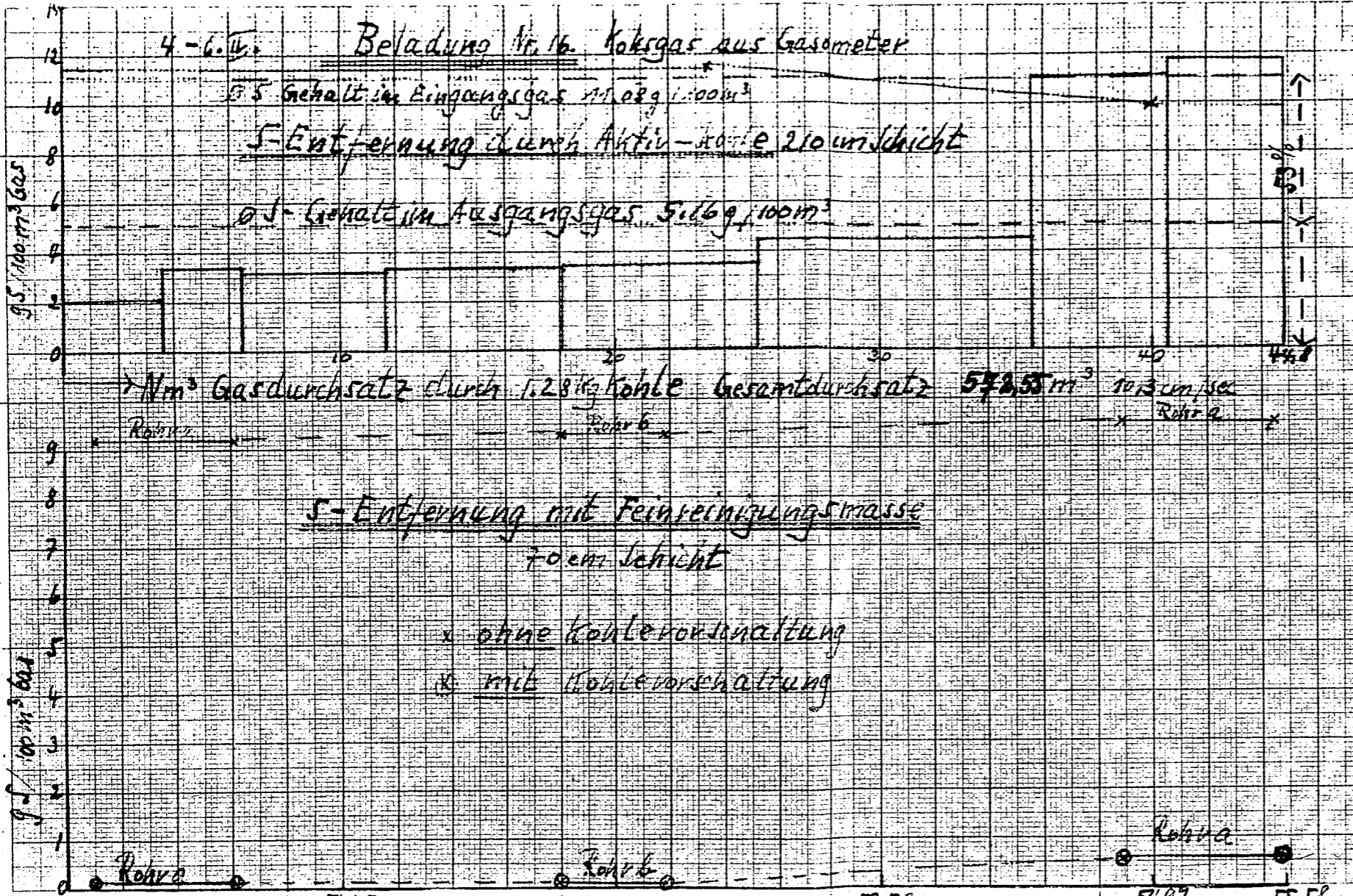








llu



4-6.11. Beladung Nr. 16. Kokergas aus Gasometer

0.5 Gehalt im Eingangsgas 11.08 g/100 m³

5-Entfernung durch Aktiv-Kohle 210 umschicht

0.5 Gehalt im Ausgangsgas 5.16 g/100 m³

Nm³ Gasdurchsatz durch 1.28 kg Kohle Gesamtdurchsatz 572.55 m³ 10.13 cm/sec

5-Entfernung mit Feinreinigungsmasse

70 cm Schicht

x ohne Kohlevorsichtung

x mit Kohlevorsichtung

Gesamt  
 Eingangsgas 4.96 g  
 Ausgangsgas 2.57 g  
 vor der Kohle zurückgeblieben 2.39 g  
 Normale Wasserdampfung 40° Blende 2.7 m  
 180° Blende 1.2 m  
 5- im Rohr (Länge 3.7 m) 1.94  
 5- in der Feinreinigung 0.08  
 5- ins Rohr mit ausgeblendet 2.94  
 Gesamte Kohlemenge auf Kohle 10.86  
 - 1.18 % Beleg

5-Belegung der Masse

1 ohne Kohlevorsichtung 4.20 %

2 mit Kohlevorsichtung 2.51 %

Mittlere Feuchtigkeit 2.48 %

50.01 51.25 52.49 53.73 54.97 55.58

m³ Gasdurchsatz durch 146 g Kohle 3-4 mm 93.3% Fe. 9.3 cm/sec

B e r i c h t Nr. 6

(Paul Garbe)

Betrifft: Gasentschwefelung mit Aktivkohleschaltung zwischen Grob- und Feinreinigung in Rheinpreussen.

Nach dem Versuch Nr. 16 mit Kokagas, den Herr Kleemann beendete, führte Rheinpreussen 5 weitere Versuche mit erhöhtem Gasdurchsatz - 205; 149,7; 198,4; 95,2 und 129,5 Nm<sup>3</sup> - aus (Bilanzdiagramme sämtlicher Versuche in Anlage 2). Das Diagramm des Versuchs 17 zeigt, dass nach einem Gasdurchsatz von 150 Nm<sup>3</sup> durch die Kohle (1,28 kg) der Anstieg des S-Gehaltes hinter der nachgeschalteten Feinreinigungsmasse von 0,1 auf 0,5 bzw. 1,4 g S/100 m<sup>3</sup> einsetzt. S-Gehalt des Gases im Parallelversuch hinter der Feinreinigung ohne Kohlevorschaltung 7-10 g S/100 m<sup>3</sup>.

Auf Grund einer von uns gegebenen Anregung setzte Rheinpreussen während der ganzen Dauer des Versuchs Nr. 19 dem mit Aktivkohle gereinigten Synthesegas Ausdämpfbenzol des Kokagasversuchs Nr. 16 zu. Die Benzolkonzentration sollte 4-5 g/m<sup>3</sup> betragen, d.h. der des Koksgases entsprechen. Nach den bei den Kokagasversuchen gemachten Feststellungen (sehr schlechte Schwefelentfernung) miesten die mit dem Ausdämpfbenzol dem Synthesegas hinter der Aktivkohle zugeführten Schwefelverbindungen praktisch restlos hinter der nachgeschalteten Feinreinigungsmasse durchbrechen.

Ergebnis:

S-Gehalt des AK-Abgases (198,4 Nm<sup>3</sup>) = 9,92 g S/100 m<sup>3</sup>

Die mit dem Ausdämpfbenzol zugeführte  
S-Menge = 2,18 g S/100 m<sup>3</sup>

S-Gehalt insgesamt = 12,10 g S/100 m<sup>3</sup>

Benzolkonzentration des Gases (soll = 5,7 g/m<sup>3</sup>) = 1,9 g/m<sup>3</sup>

Der Durchschnitts-S-Gehalt hinter der Feinreinigung betrug 2,02 g S/100 m<sup>3</sup>. Da die mit dem Ausdämpfbenzol zugeführte S-Menge nur 2,18 g S/100 m<sup>3</sup> ausmacht, kann angenommen werden, dass dieselbe in der Feinreinigung vollkommen durchbricht.

Die Differenz von 2,18 g S/100 m<sup>3</sup> bis 3,02 erklärt sich nicht allein durch das schlechtere Arbeiten der Feinreinigungsmasse, wie es durch das Hinzukommen von Benzol von vornherein angenommen wurde, sondern auch aus dem allmählich stattgefundenen Verbrauch der Masse. So z.B. hatte der S-Gehalt des Gases hinter der Feinreinigung mit Aktivkohlevorschaltung (ohne Benzolzusatz) bei dem vorhergehenden Versuch Nr. 18 noch 0,65 g/100 m<sup>3</sup> betragen (Gasdurchsatz 149,7 Nm<sup>3</sup>).

Die Feinreinigungsmasse wurde nach dem Versuch 19 ausgebaut und durch frische ersetzt (146 g pro Rohr). Die errechnete S-Beladung der Masse betrug ohne Kohlevorschaltung 7,9 %, mit Kohlevorschaltung 6,6 %. Analytisch wurde eine S-Beladung von 8,74 g bzw. 7,89 g festgestellt.

Nach der Beladung Nr. 21 wurden die Versuche von uns fortgesetzt.

Nach den vorliegenden Versuchsergebnissen der 21 Beladungsversuche sollten nach Rücksprache mit Herrn Dr. Grisse folgende Punkte geklärt werden.

1. Zunächst war zu klären, ob eine Zersetzung des im Gas enthaltenen Benzols (ca. 0,5 g/m<sup>3</sup>) in der Feinreinigung eintritt, da bei den z.Zt. in einer S-Adsorber-Anlage mit Synthesegas (1000 m<sup>3</sup> Durchsatz/h) hinter der Feinreinigung laufenden Entschweflungsversuchen kein K.W.-Kondensat gewonnen wird.
2. Durchführung einer Hochtemperatúrausdampfung zur Feststellung, ob nach erhöhter S-Beladung ein grösserer Effekt als früher zu erwarten ist.
3. Feststellung der Wirkung einer "Benzol-ausdampf-extraktion" durch Zugabe von Benzol bzw. Benzoldampf in den Adsorberkopf vor der Ausdampfung.
4. Verfolgung der Vorreinigungswirkung der Kohle nach Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit von 10 auf 20 cm/sec.
5. Laufende Ausführung der Harztestprobe hinter Kohle und Feinreinigung. Beobachtung, ob eine Beziehung beim positiven Ausfall der Harztestprobe hinter der Kohle zum Anstieg des S-Gehaltes hinter der Feinreinigung besteht.

6. Bestätigung der aus den Diagrammen der Versuche Nr. 17, 19 und 21 hervorgehenden Description der von der Kohle adsorbierten S-Verbindungen bei erhöhtem Gasdurchsatz (bis  $200 \text{ Nm}^3$ ).

Ergebnis

- Zu 1. Der mit Synthesegas hinter der Feinreinigung ausgeführte Beladungsversuch 22 brachte die selbe Benzolmenge ( $0,68 \text{ g/m}^3$ ) wie der darauffolgende Versuch 23 mit Synthesegas vor der Feinreinigung ( $0,72 \text{ g/m}^3$ ). Die Benzolverluste in der AK-Anlage sind auf Fehler technischer Art zurückzuführen (Abscheider) und inzwischen behoben (s. Notiz Garbe v. 2.7.38).
- Zu 2. Die anschliessend an die Beladung Nr. 23 vorgenommene Hochtemperaturausdampfung brachte kein günstigeres Resultat als die 3 vorhergehenden. Die S-Restbeladung konnte nur von 1,53 auf 1,45 % verringert werden.
- Zu 3. Nach der Beladung Nr. 24 und 25 wurde je eine "Benzol-ausdampf-extraktion" durchgeführt. Im ersten Falle wurden 401 g thiophenfreies Benzol flüssig in den Adsorberkopf eingetragen und anschliessend ausgedampft. Im zweiten Falle wurden 402 g thiophenfreies Benzol in die ca.  $1000^\circ$  heisse Kohle überdestilliert, dann die Kohle wieder gekühlt und anschliessend ausgedampft. In beiden Fällen konnte nicht einmal die während der Beladung von der Kohle aufgenommene S-Menge ausgetrieben werden.
- Zu 4. Der mit einer Strömungsgeschwindigkeit von  $20 \text{ cm/sec.}$  und erhöhtem Gasdurchsatz ( $230 \text{ m}^3$ ) durchgeführte Versuch Nr. 25 zeigte gegenüber den Versuchen mit geringerer Strömungsgeschwindigkeit ( $10 \text{ cm/sec.}$ ) keinen Unterschied, d.h. die Entschweflungsleistung der Kohle betrug im Durchschnitt ebenfalls rund 20 %. Der Anstieg des S-Gehaltes hinter der Feinreinigung setzte erst nach einem Gasdurchsatz von  $190 \text{ Nm}^3$  von  $0,2$  auf  $0,37 \text{ g S/100 m}^3$  ein.
- Zu 5. Es konnte während des Versuchs Nr. 25 einwandfrei festgestellt werden, dass eine Parallele zwischen dem positiven Ausfall der Karstestprobe und dem Anstieg des S-Gehaltes hinter der Feinreinigung besteht (s. Diagramm).

Zu 6. Eine Desorption der von der Kohle adsorbierten S-Verbindungen bei erhöhtem Gasdurchsatz konnte bei dem Versuch Nr.25 nicht festgestellt werden. Die Entschwefelung der Kohle am Ende der Beladung betrug noch 27 % bzw. 11 % nach Abzug des im Eintrittsgas enthaltenen anorganischen Schwefels.

Herr Dr. Grizme wird den Versuch Nr.26 unter besonderer Berücksichtigung des Punktes 5 beenden und dann die Versuche abbrechen. Bis zu diesem Zeitpunkt sind etwa 1500 Nm<sup>3</sup> Gas/kg Kohle durchgesetzt.

gez. P. Garbe.

Anlagen: 1. Tabelle der Versuche 17-25  
2. Diagramme der Versuche 17-25.

Verteilung:

L.W.(2)  
A.H.A.  
Ga.  
Labor.  
Res.

Vers. Nr.	Nr. <sup>3</sup> Gas pro Vers.	Gas Tonn.	Gas Tonn.	Gas Tonn.	Gas Tonn.	Gas Tonn.	Gas Tonn.	Gas Tonn.	Gas Tonn.	Gas Tonn.	Gas Tonn.
17	205	777,55	26,5	105,53	12,9	0,44	20,4	23	3,13	96,9	
18	149,7	927,25	18,0	123,53	12,02	0,40	14,75	18	3,26	97,3	
19 <sup>1)</sup>	193,4	1229,65	23,27	146,90	11,72	0,37	19,69	15,5	2,20	95,5	
20 <sup>2)</sup>	95,2	1220,85	10,25	157,13	10,76	0,27	8,27	26	1,79	100	
21	129,5	1280,36	14,00	171,19	10,81	0,53	13,24	15,4	1,93	96,3	
22 <sup>3)</sup>	35,09	1285,40	0,23	171,33	0,65	0,68	0,15	33	0,13	89	
23 <sup>4)</sup>	37,2	1422,50	4,73	176,16	12,9	0,72	3,58	25	2,49	32,5	
24 <sup>5)</sup>	40,0	1462,50	5,00	181,16	12,5	0,48	3,56	29	1,02	95,1	
25 <sup>5)</sup>	230,0	1692,50	28,60	209,76	12,45	0,4	22,60	21	1,09	85,4	

- 1) Zusatz von Ausdampfbenzol des Vers. 15 (Koksgasversuch) zu dem mit Kohle ger.
- 2) Neue Feinreinigungsmasse in die Bohre eingefüllt.
- 3) Beladung mit Synthesegas hinter der Feinreinigung.
- 4) Hochtemperaturausdampfung.
- 5) Benzol ausdampfextraktion.



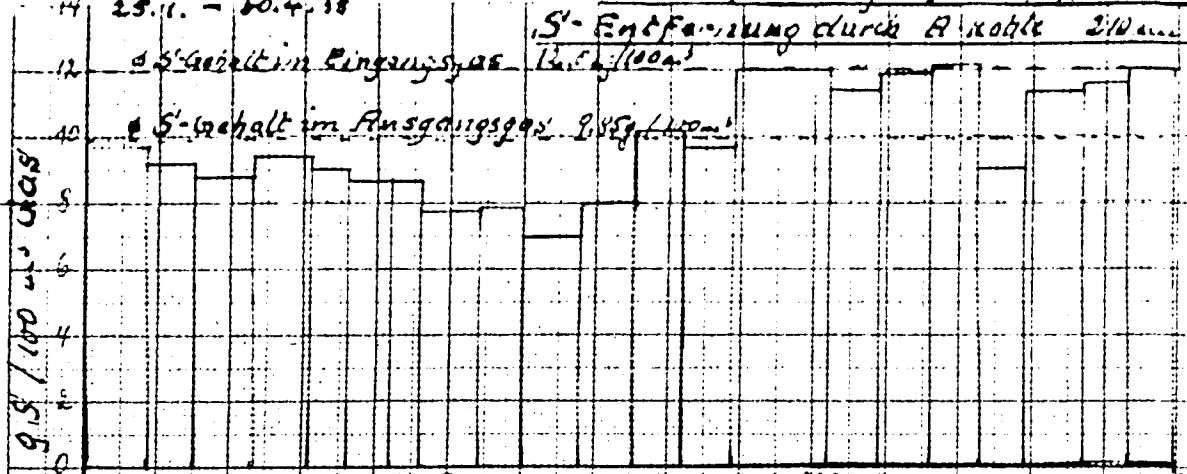
Gas hinter Grobreinigung.

Dampf Tempe- ratur	Abgeführte Schwefelmengen					Reakt-S auf Kohle	ergibt % S- Beladg.	Feinreinigungsmassen				
	Wasser- Dampf	Wasser- Dampf	Ab- gas	% S- Geh. des Wasser- dampf	ges. abgef. S-Menge			S-Geh. hinter Masse ohne Kohle	Temp. der Masse	S-Beladung der Masse ohne Kohle	mit Kohle	
3,18	96,9	0,9	2,2	3,4	23,59	19,27	1,50	8,35	0,28	256	4,95	4,12
3,26	97,3	0,9	1,8	5,24	18,00	19,27	1,50	2,09	0,65	270	6,12	4,82
2,20	95,5	0,9	3,6	2,9	21,89	20,65	1,64	3,03	3,02	278	7,90	6,6
1,79	100	—	—	6,9	10,06	20,84	1,63	0,12	0,07	230	0,87	0,69
1,93	96,5	1,0	2,6	2,73	15,17	19,67	1,53	0,47	0,11	232	2,08	1,86
0,18	89	—	—	0,65	0,33	19,57	1,53	—	—	—	—	—
2,49	32,5	67,5	—	3,03	6,07	18,28	1,43	1,04	0,05	234	2,43	2,14
1,02	95,1	4,9	—	—	4,58	18,70	1,16	1,49	0,04	236	2,64	2,31
1,09	85,4	13,6	—	—	23,69	23,64	1,85	1,05	0,12	248	3,77	3,28

mit Kohle gereinigten Gas.

21.4. - 28.4. 18  
25.11. - 30.4. 18

Ver. u. 18 Syntr. u. n. Gussen. u. n.



S-Entfernung durch Aktivkohle 210 cm Schicht

Gesamt S im Eingangsgas	18.00
" " " Ausgangsgas	14.75
u. d. Kohle zurückgehalten	3.25

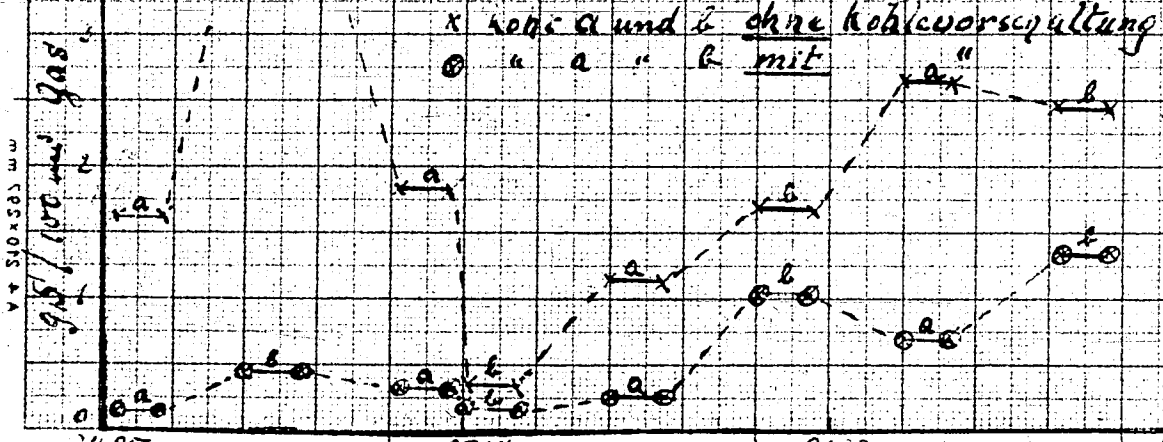
Nm³ Gasdurchsatz durch 7.28 kg Kohle Gesamtdurchs.  $\frac{908.2 \text{ m}^3}{927.25}$   
10.7 m³/sec.

Normalausdampfung 40' Blende

S im Benzol (68 cm³)	3.17 g
S im Kondensat (25.20 cm³)	0.03 g
S im Gas (11.1 l)	0.06 g
S insgesamt ausgegeben	3.26

S-Entfernung mit Feinreinigungsmasse  
70 cm Schicht

Gesamt Restmenge auf Kohle = 9.37  
= 1.50%



S-Beladung der Masse

1) ohne Kohlevorspaltung	= 6.15%
2) mit "	= 4.83%

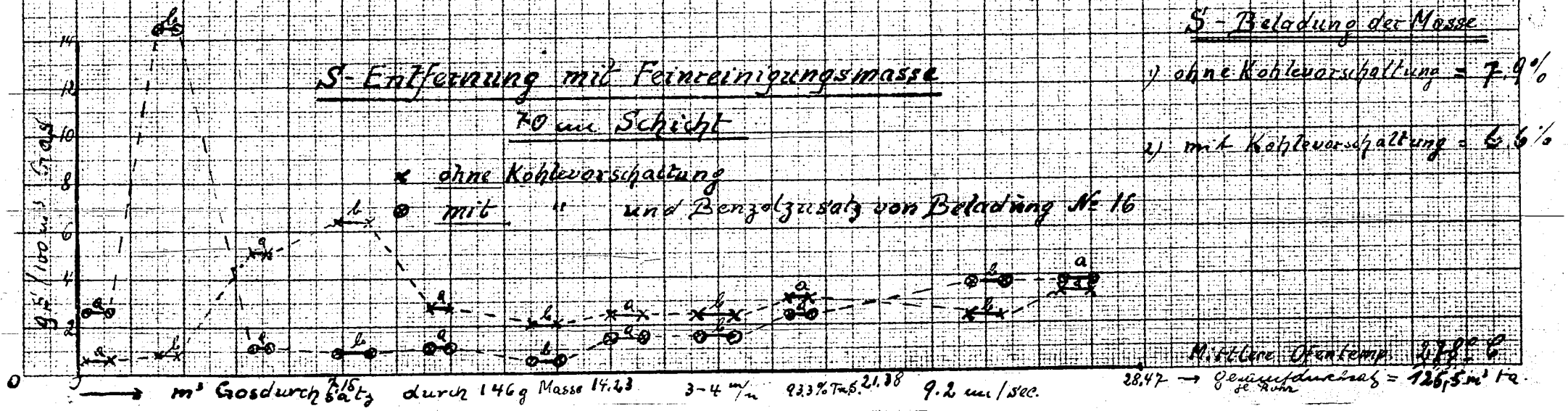
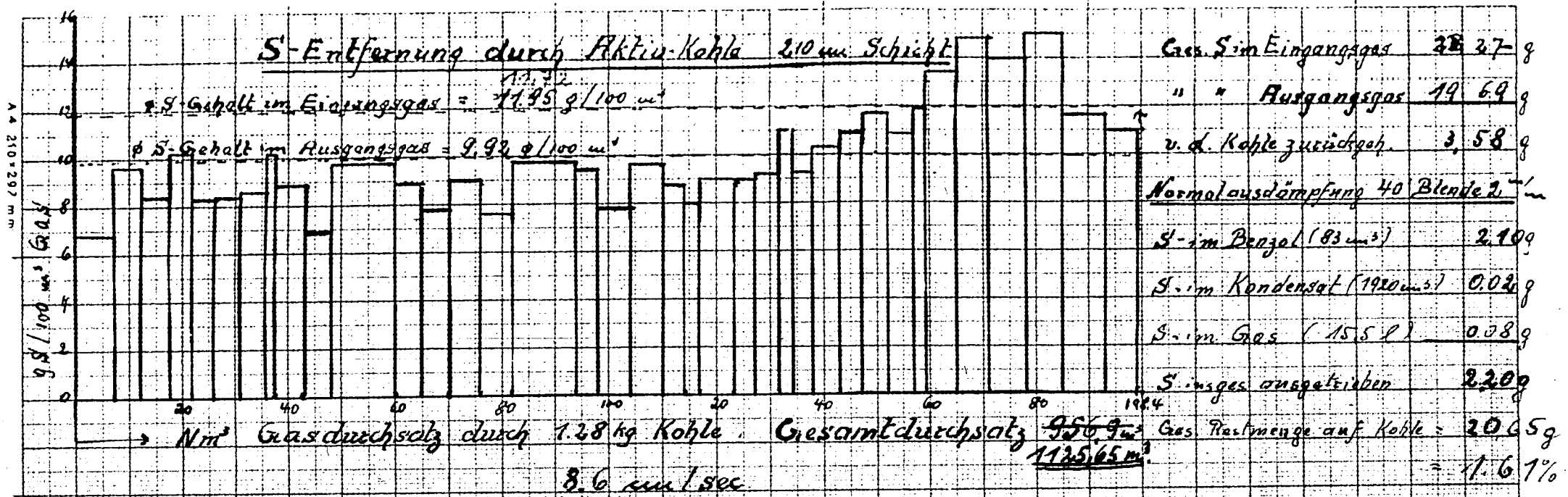
Mittlere Ofentemp. = 270° C

m³ Gasdurchsatz durch 146g Masse 3-4 m/m 43.3% Tr.  
9.2 m³/sec.

Hr.

6-18.5.38

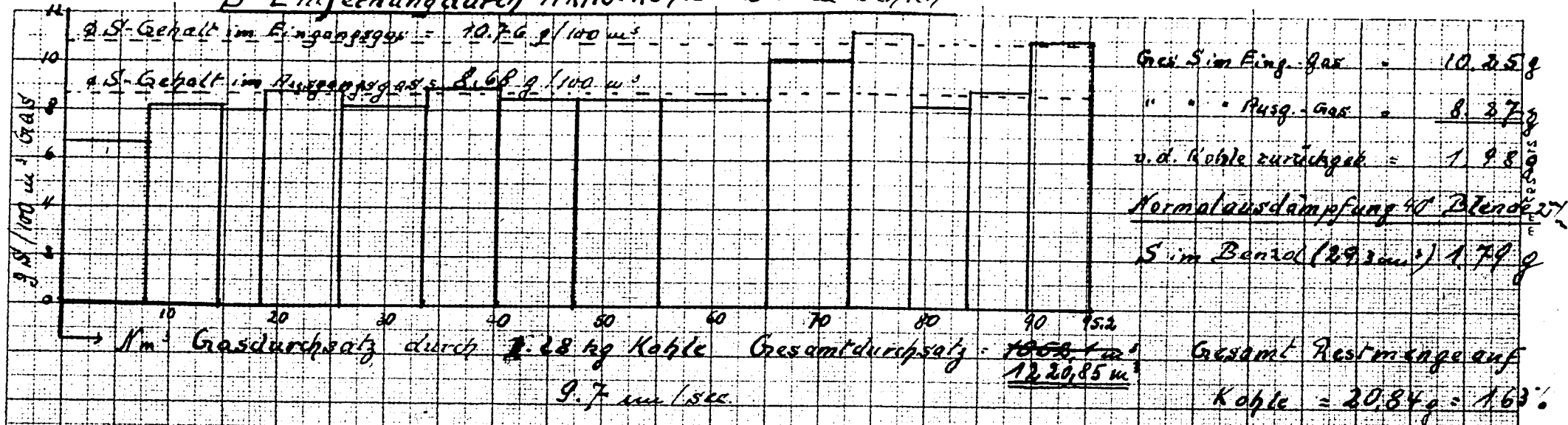
Beladung N: 19. (Synthesegas nach Grobreinigung)  
(mit Benzolzusatz)



20.5. - 25.5.38.

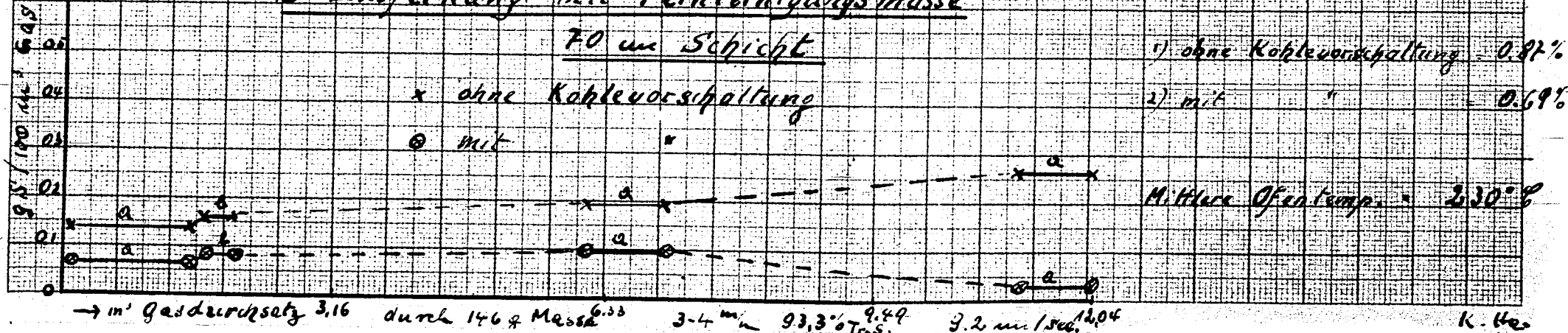
Beladung  $\lambda = 20$  (Synthesegas nach Grobreinigung)

S-Entfernung durch Aktiv-Kohle 210 mm Schicht



S-Entfernung mit Feinreinigungsmasse

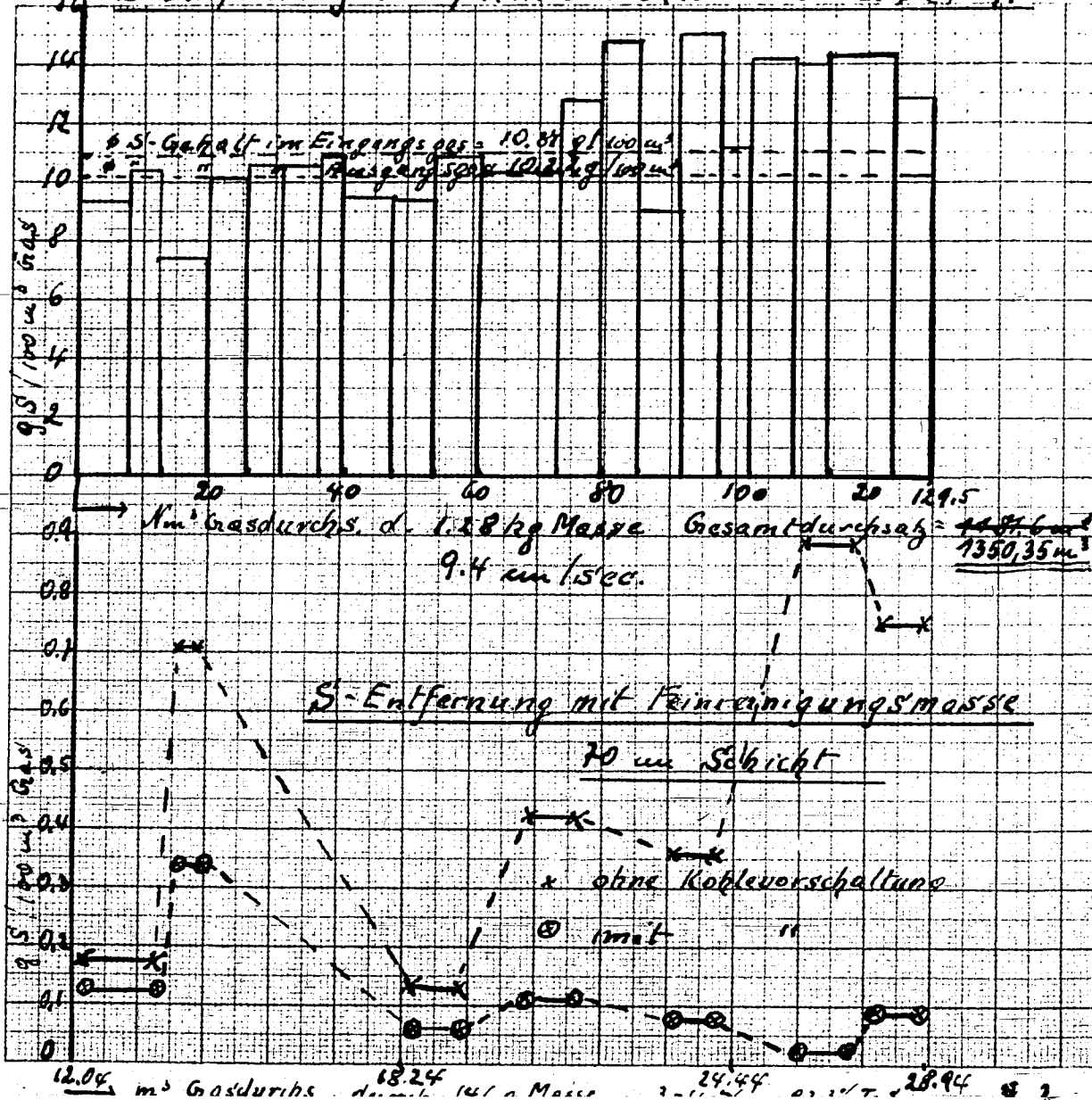
70 mm Schicht



27.5. - 3.6.38.

Beladung N: 21 (Synthesegas nach Grobreinigung)

S-Entfernung durch Aktiv-Kohle 210 mm Schicht



Ges. S im Eingangs-gas = 14.00 g  
 " " " Ausgangsgas = 13.24 g  
 von der Kohle zurückgehalten = 0.76 g

Normalausdampfung 40° Blende 2%

S im Benzol (18 m³) = 1.86 g  
 S im Kondensat (3200 m³) = 0.03 g  
 S im Gas (12.8 l) = 0.05 g  
 S insges. ausgetrieben = 1.93 g  
 Gesamt Restmenge auf Kohle = 19.07 g  
 = 1.53%

S-Beladung der Masse

1) ohne Kohlevorschaltung = 2.08%  
 2) mit " = 1.86%

Mittlere Ofentemp. = 226.6° C  
 K. No.

14.15.51.37 Beladung Nr. 22, Synthesegas hinter Feinreinigung!!

Gesamt S im Eingangsgas : 0,226 g  
 " " " Ausgangsgas : 0,154 g  
 Von der Kohle zurückgehalten : 0,075 g

Ausdampfung: 50', Blende 2<sup>m</sup>/m<sup>2</sup>, 1,5 atü.  
 Ausd.-Temp:  $\phi$  113°, max. 115°

S in 27 cm<sup>3</sup> Benzol, s. B. 0,89 : 0,156 g  
 " " 3,2 l Kondensat (H<sub>2</sub>O) : 0,020 g  
 S insgesamt ausgetrieben : 0,176 g

Gesamt Rest-S-Menge auf Kohle : 19,57 g  
 = 1,53% Bel.

$\phi$  S-Gehalt im Eingangsgas = 0,63 g/100 m<sup>3</sup>

$\phi$  S-Gehalt im Ausgangsgas = 0,42 g/100 m<sup>3</sup>

y = 95/100 m<sup>3</sup> Gas

Nm<sup>3</sup> Gasdurchsatz durch 1,28 kg Kohle.      Gesamtgasdurchsatz : 35,05 / 1385,4

20,2 cm/sec. im Adsorber.

Feinreinigung nicht eingeschaltet.

y = 810 x 303 mm

15. 17. 38. Beladung Nr. 23, Synthesegas hinter Grobreinigung.

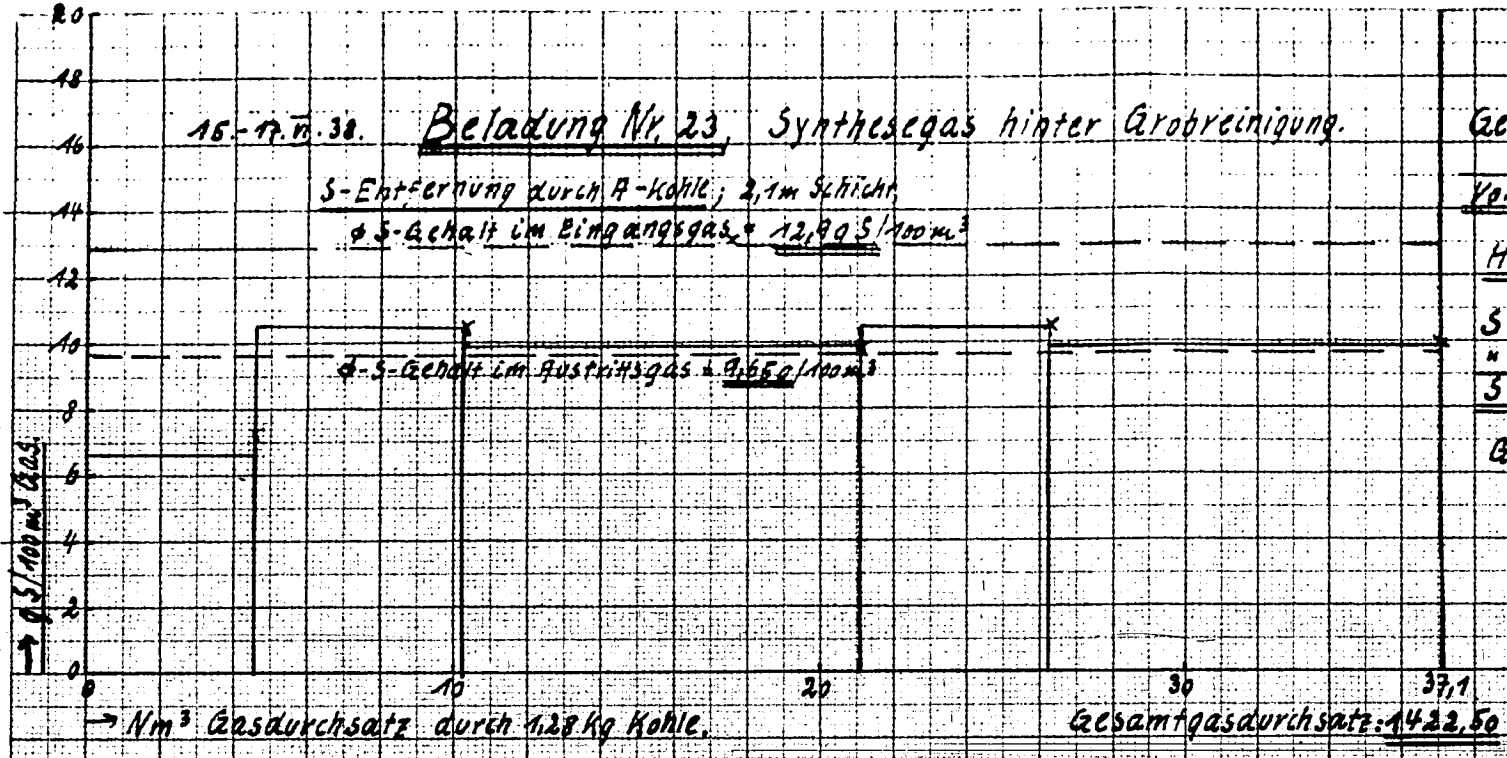
S-Entfernung durch R-Kohle; 2,1m Schicht.  
 S-Gehalt im Eingangsgas:  $12,995/100m^3$

Gesamt S im Eintrittsgas : 4,78g  
 " " Austrittsgas : 3,58g  
 Von der Kohle zurückgehalten : 1,20g

Hochtemperaturausdämpfung: 260-270°C

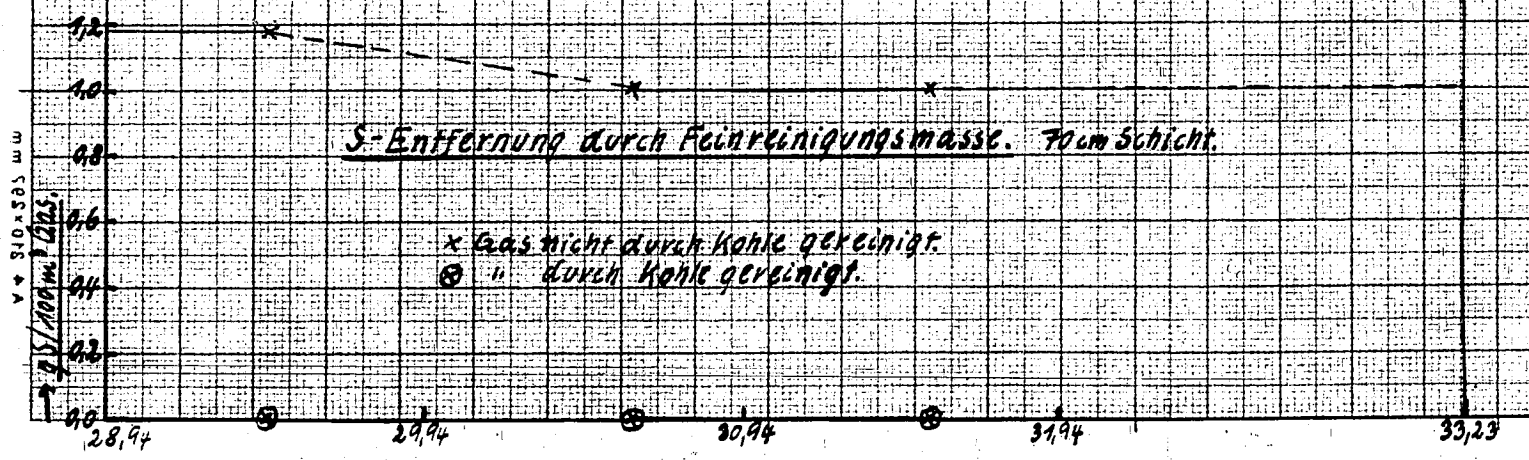
S in 30cm<sup>3</sup> Benzol, s.G. 0,89 : 0,808g  
 " " 14,3l H<sub>2</sub>O-Kondensat : 1,680g  
 S insges. angetrieben : 2,488g

Gesamt Rest-S-Menge auf Kohle : 19,28g  
 = 1,45% Bel.



Nm<sup>3</sup> Gasdurchsatz durch 1,28kg Kohle.

Gesamtgasdurchsatz: 37,1 Nm<sup>3</sup>  
 110 cm/sec im Adsorber.



S-Entfernung durch Feinreinigungsmasse. 70cm Schicht.

S-Beladung der Masse:  
 1. ohne Kohlevorschattung : 2,93%  
 2. mit " " : 2,14%

Mittlere Orentemp. : 234°C

x Gas nicht durch Kohle gereinigt.  
 o " durch Kohle gereinigt.

Nm<sup>3</sup> Gasdurchsatz durch 146g Masse, 3-4 m/m; 9,3cm/sec.

17./18. VI. 38. Beladung Nr. 24., Synth.-Gas hinter Grobreinigung.

S-Entfernung durch A-Kohle, Schichthöhe 210 cm.

Gesamt-S im Eintrittsgas : 5,00  
 " " " Austrittsgas : 3,56  
Von der Kohle zurückgeh. : 1,44

Benzol ausdampfextraktion:  
 40g Benzol thiophenfrei auf die Kohle gegeben, dann ausgedämpft.  
 Rosdampftemp.:  $\theta$  153°, max 206°

S in 465 cm<sup>3</sup> Benzol s.G. 0,877 : 0,97g  
 " " 7,5 g H<sub>2</sub>O-Kondensat : 0,05g  
S insges. ausgetrieben : 1,02g

S auf Kohle vertrieben : 18,70g  
Rest-S-Belad. der Kohle : 14,6%  
 18,5 cm/sec. im Adsorber.

$\theta$  S-Behalt im Eintrittsgas =  $\frac{19,5g S}{100m^3}$

$\theta$  S-Behalt im Austrittsgas =  $\frac{8,9g}{100m^3}$

Nm<sup>3</sup> Gasdurchsatz durch 1,22 kg Kohle.

Gesamtgasdurchsatz =  $\frac{1462,5 Nm^3}{h}$

S-Entfernung durch Feinreinigungsmasse, Schicht 70 cm.

S-Beladung der Masse:

1. ohne Aktivkohlevorschaltung : 2,64%  
 2. mit " " " " : 2,31%

Mittlere ofentemp. : 236°C

x Gas nicht durch Kohle gereinigt  
 ⊕ " durch Kohle gereinigt.

v  $\frac{g S}{100 m^3 Gas}$

v  $\frac{g S}{100 m^3 Gas}$

33,23

33,92

34,61

35,30

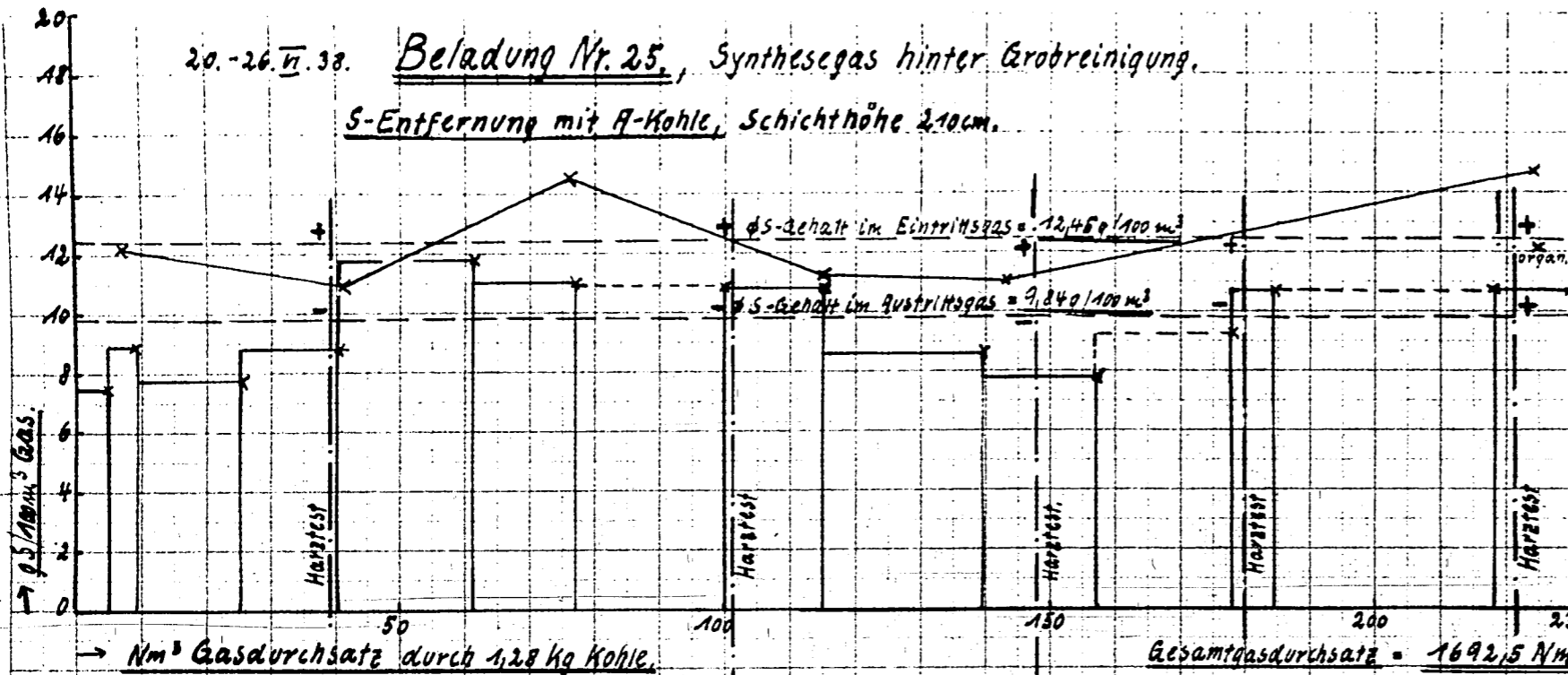
35,90

$\rightarrow$  m<sup>3</sup> Gasdurchsatz durch 146g Masse, 3-4 m/m ; 9,3 cm/sec.



20.-26. VII. 38. Beladung Nr. 25, Synthesegas hinter Grobreinigung.

S-Entfernung mit A-Kohle, Schichthöhe 210cm.



Gesamt S im Eintrittsgas	: 28,69
" " Austrittsgas	: 22,67
Von der Kohle zurückgeh.	6,99

Benzol ausdämpfertraktion:

Die 100° heisse Kohle mit Benzoldampf (402 Benzol) in Abwärtsströmung beladen, dann Kohle gekühlt und ohne Manteldampfheizung ausgedämpft.

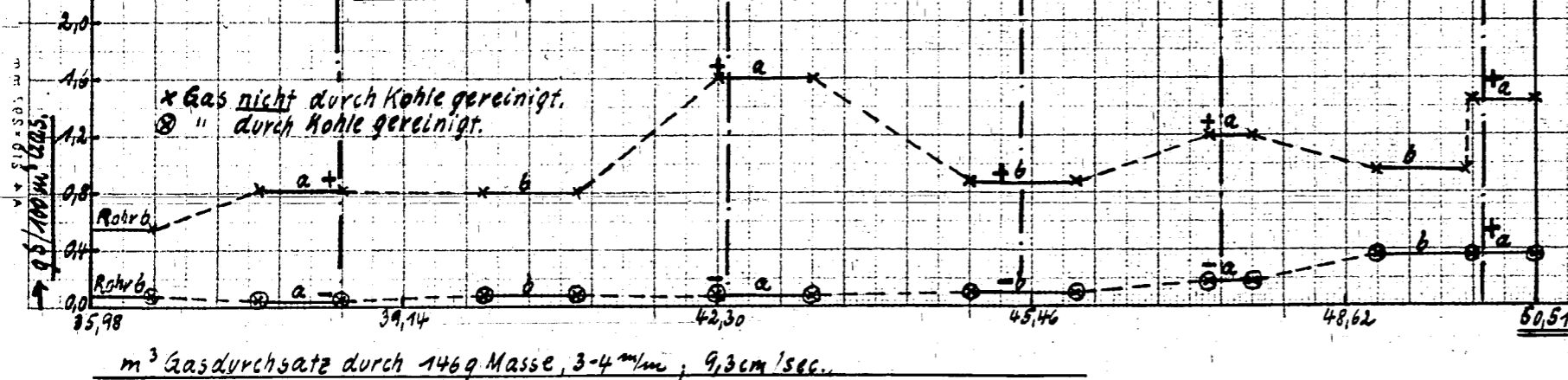
Ausdämpfung: 4 1/2", 15 min, Blende 2 1/4".  
Temp. mat.: 234°C.

S in 560cm³ Benzol, s.G. = 0,88	: 0,9429
S in 170g H₂O Kondensat	: 0,1489
S insges. ausgetrieben	: 1,099

Gesamt Rest-S-Menge auf Kohle	: 23,619
S-Restbeladung	: 1,85%

200cm/sec. im Adsorber.

S-Entfernung durch Feinreinigungsmasse, Schicht 70cm.



S-Beladung der Masse.

1. ohne Aktivkohlevorschaltung: 3,77%
2. mit " " " " : 3,28%

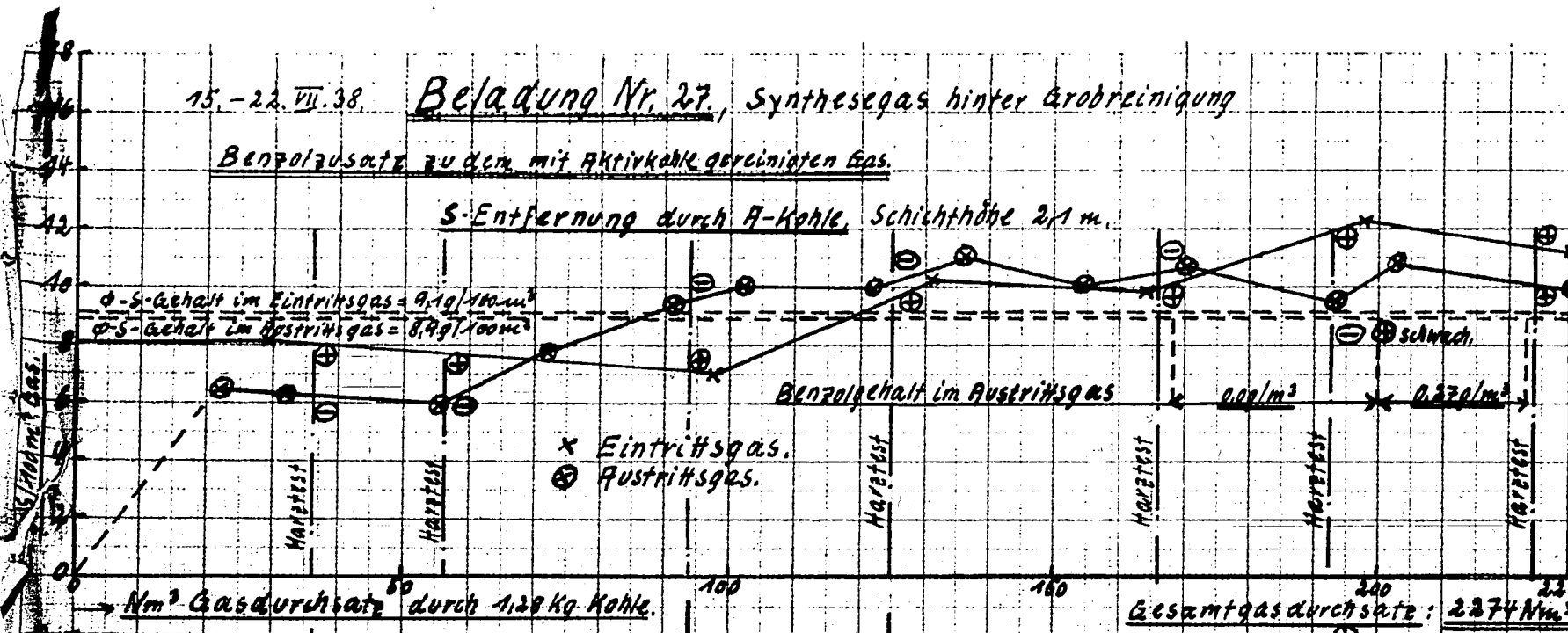
Mittlere Ofentemperatur: 248°C.



15.-22. VII. 38. Beladung Nr. 27, Synthesegas hinter Grobreinigung

Benzolzusatz zu dem mit Aktivkohle gereinigten Gas.

S-Entfernung durch A-Kohle, Schichthöhe 2,1 m.



Gesamt-  
 Eintrittsgas : 20,9g  
 Austrittsgas : 20,4g  
 Von der Kohle zurückgehalten : 0,5g

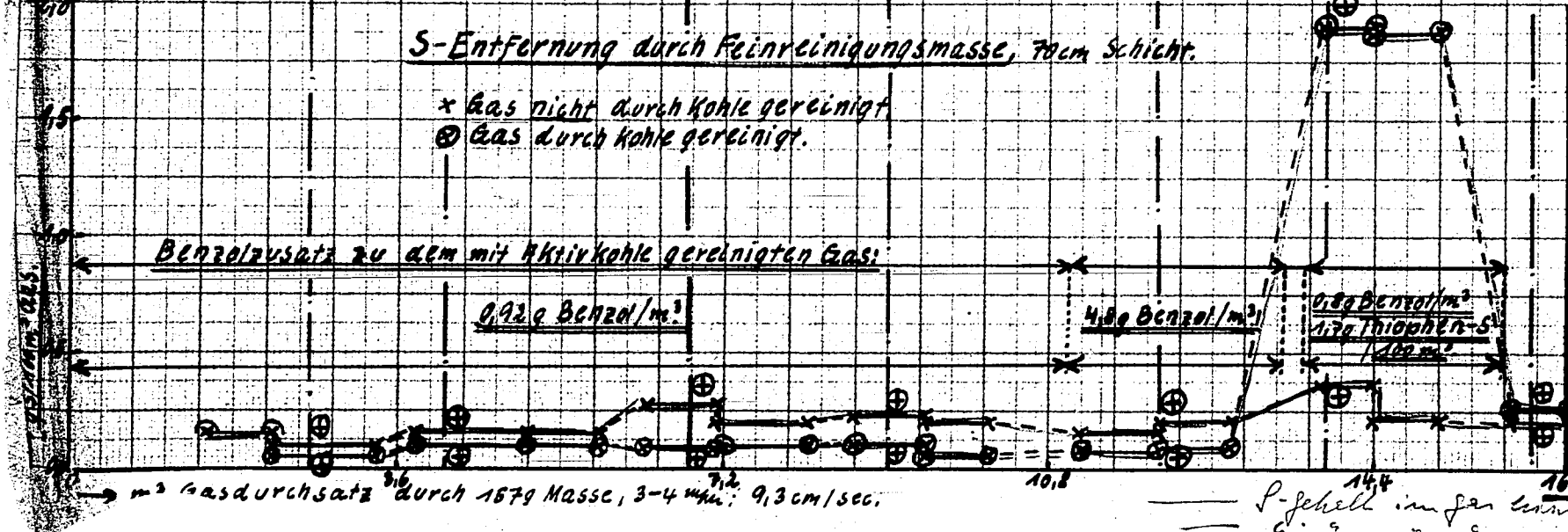
Ausdämmung:

S in 70cm Benzol, s.G. = 0,89 : 0,30g  
 S in 15cm 100-Kondensat : 0,16g  
 S insgesamt ausgeschieden : 0,46g

Gesamt S-Menge auf Kohle : 30,4g  
 S-Beladung : 2,38%

17,1 cm/Sec. Adsorber.

S-Entfernung durch Feinreinigungsmasse, 70cm Schicht.



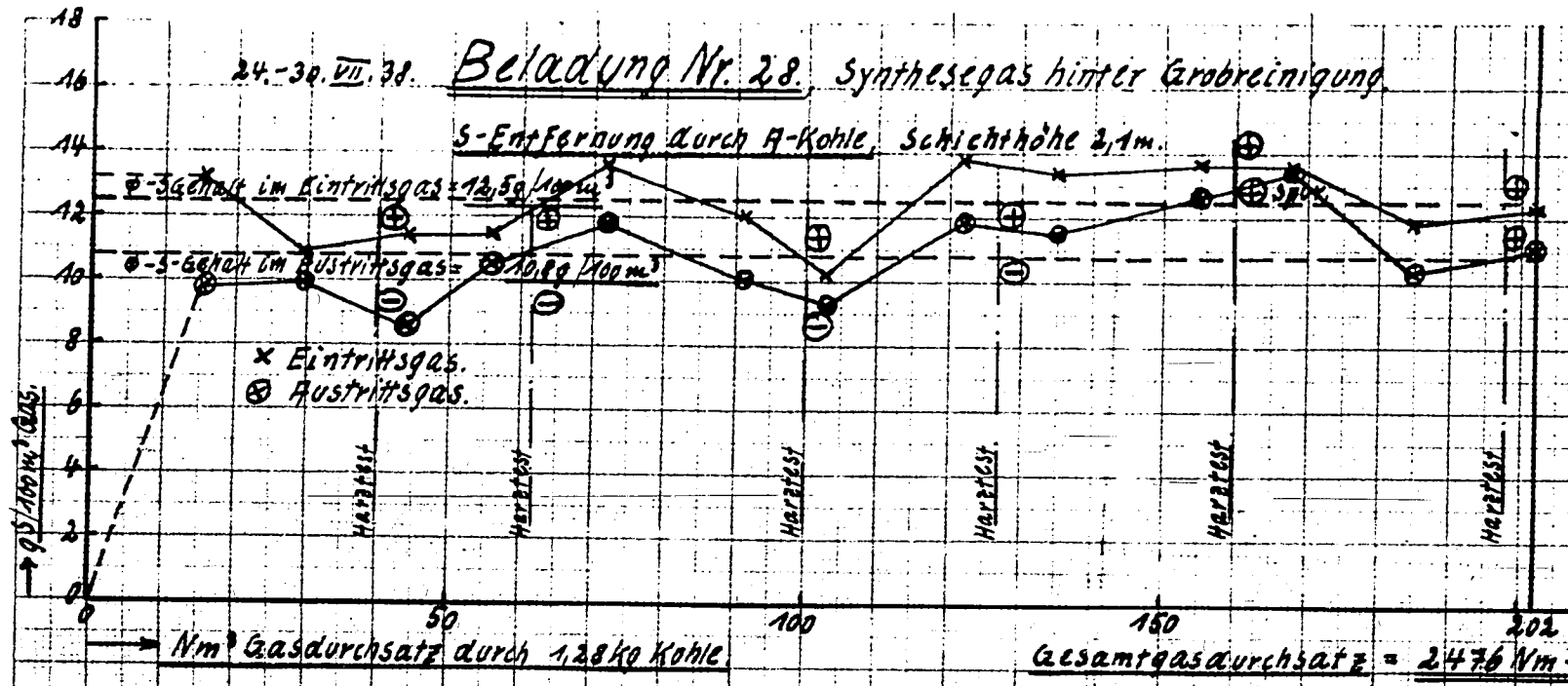
S-Beladung der Masse

1. ohne Kohlevorschaltung: 0,94%
2. mit " " " " : 0,93%

Mixierte Gastemp.: 22,1°C

— P-Gehalt im gas reinen Feinreinigung bei Kohle vorschaltung  
 — " " " " ohne " " " "

24.-30. VII. 38. Beladung Nr. 28, Synthesegas hinter Grobreinigung

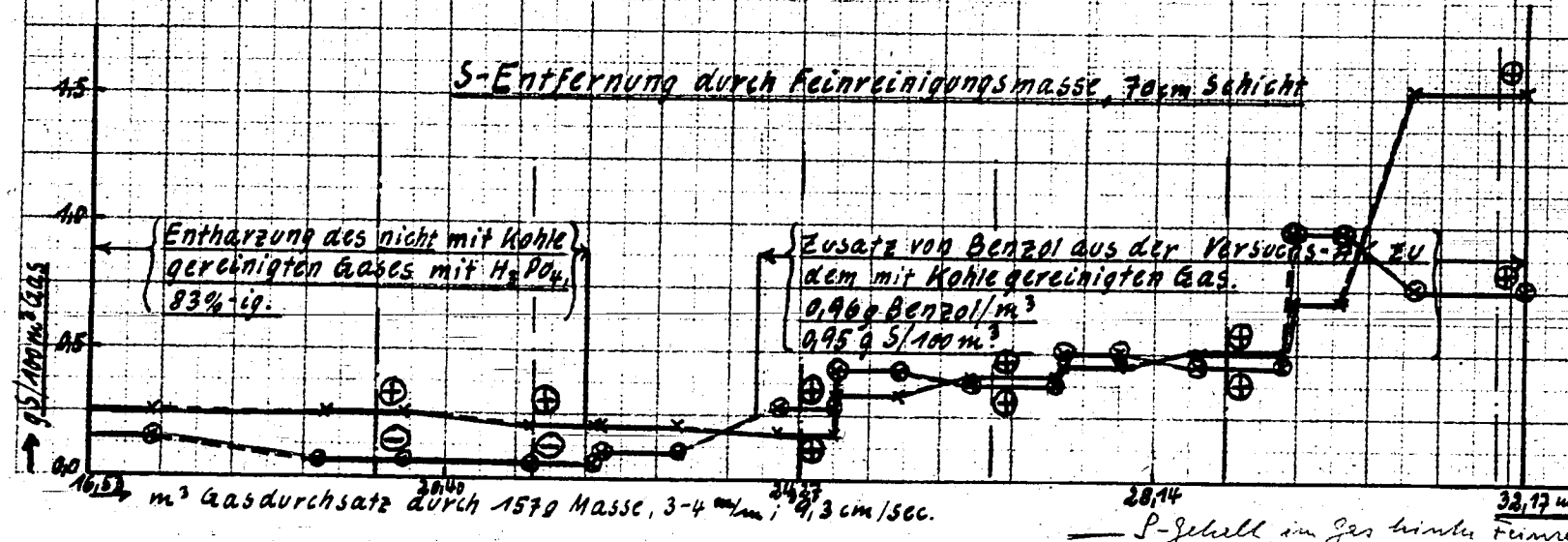


Gesamt-S im Eintrittsgas	: 253g
" " -S- " Austrittsgas	: 218g
Von der Kohle zurückgehalten	: 35g
Normalausdämpfung, Schicht 2 m, 1,5 at	
S in 90cm³ Benzol S-Gehalt	: 0,71g
S " 10% H <sub>2</sub> O-Kondensat	: 0,11g
S insgesamt ausgetrieben	: 0,82g
Gesamt-Rest-S-Menge auf Kohle	: 33,08g
S-Beladung	: 2,58%

16,7 cm/sec. im Adsorptions

Gesamtgasdurchsatz = 2476 Nm³

S-Entfernung durch Feinreinigungsmasse, 70cm Schicht



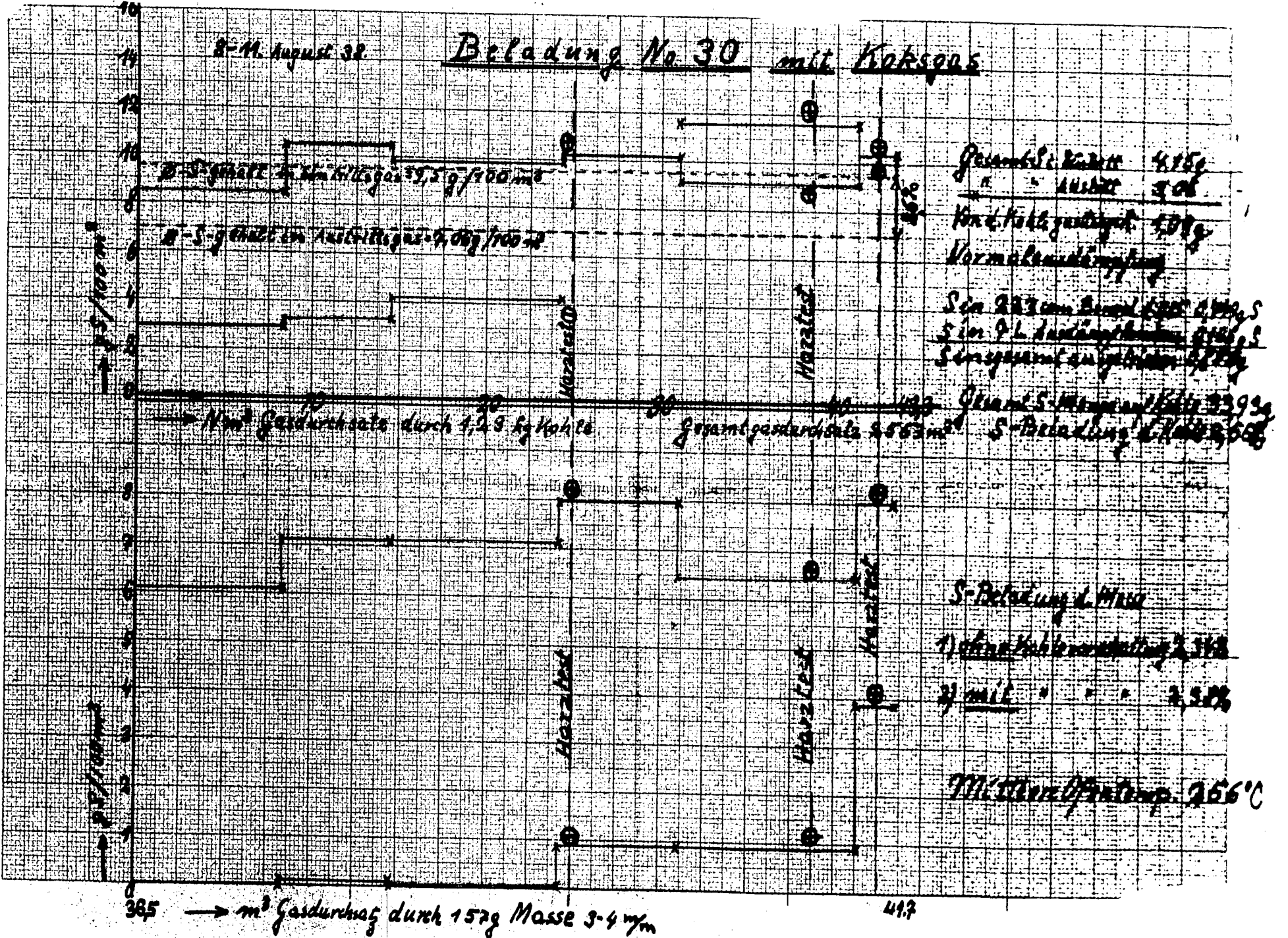
S-Beladung der Masse:  
 1. ohne Kohlevorbehandlung: 2,14%  
 2. mit " " " " : 2,03%  
 Mittlere Ofentemp. 225°C.

S-Gehalt im Gas hinter Feinreinigung bei Kohle vorbehandlung ohne " " "

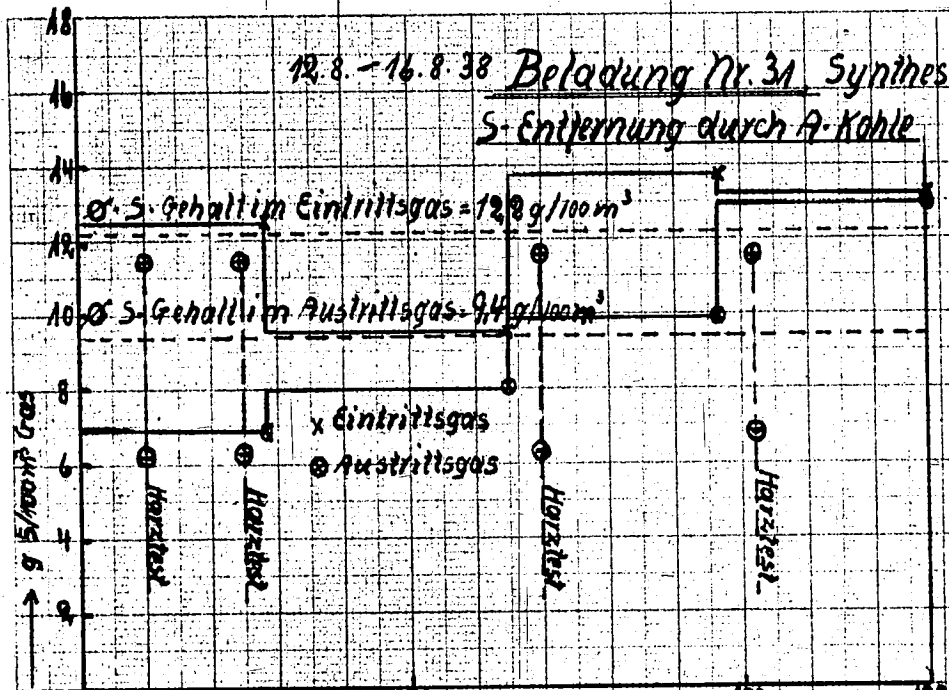


8-11 August 32

# Beladung No 30 mit Koksgas

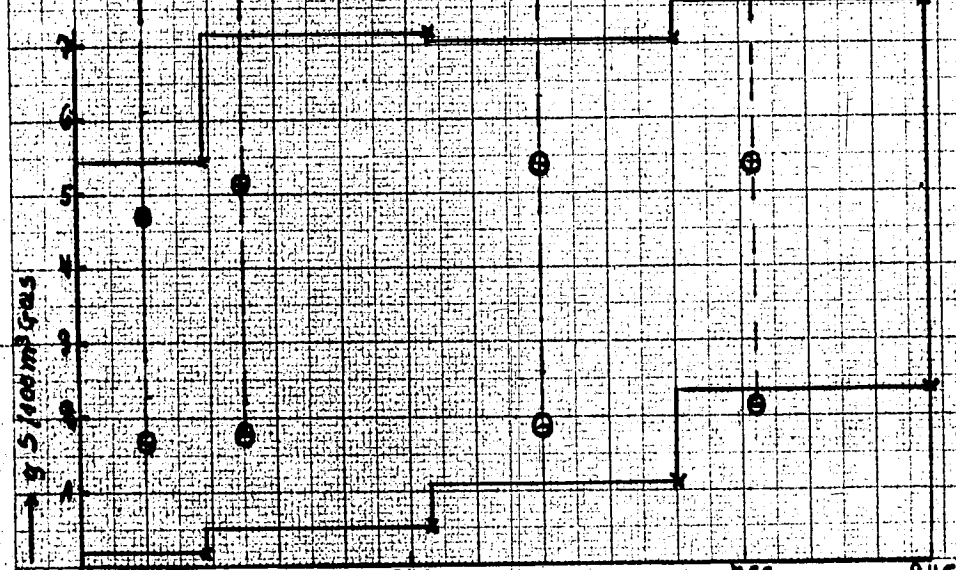


12.8. - 16.8.38 Beladung Nr. 3A Synthesegas hinter Grobreinigung  
S-Entfernung durch A-Kohle Schichthöhe 2,1 m



18,8 cm/sec. im Adsorber

1m³ Gasdurchsatz durch 1,28 kg Kohle  
S-Entfernung durch Feinreinigungsmasse 70cm Schicht



S-Beladung d. Masse

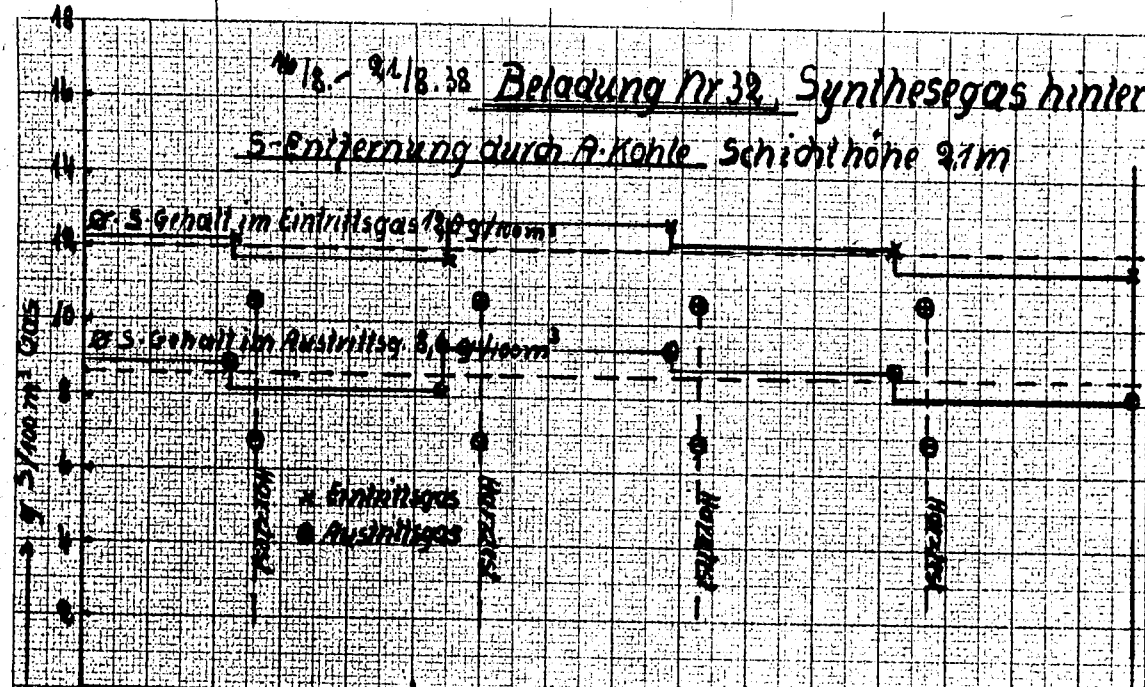
- 1. ohne Kohlevorschaltg : 2,91 %
- 2. mit " " " : 2,88 %

Mittlere Ofentemper. 255 °C

1m³ Gasdurchsatz durch 157g Masse 3-4 m/m ; 9,36m/sec.

No 18. - 9.1.38 Beladung Nr 32, Synthesegas hinter Grobreinigung

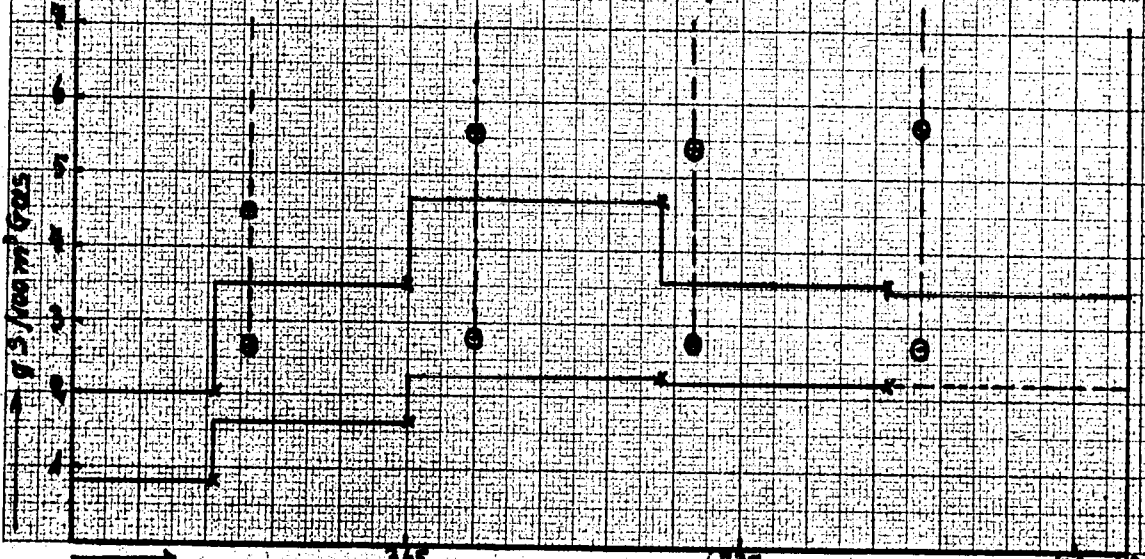
S-Entfernung durch A-Kohle, Schichthöhe 9,1m



19,1 cm/sec im Adsorber

m³ Gasdurchsatz durch A 23 kg Kohle

S-Entfernung durch Feinreinigungsmasse, 70 cm Schicht



S-Beladung der Masse

- 1. ohne Kohlevorschaltung: 3,51%
- 2. mit " " " " : 3,37%

Mittlere Ofentemper. 2,63°C

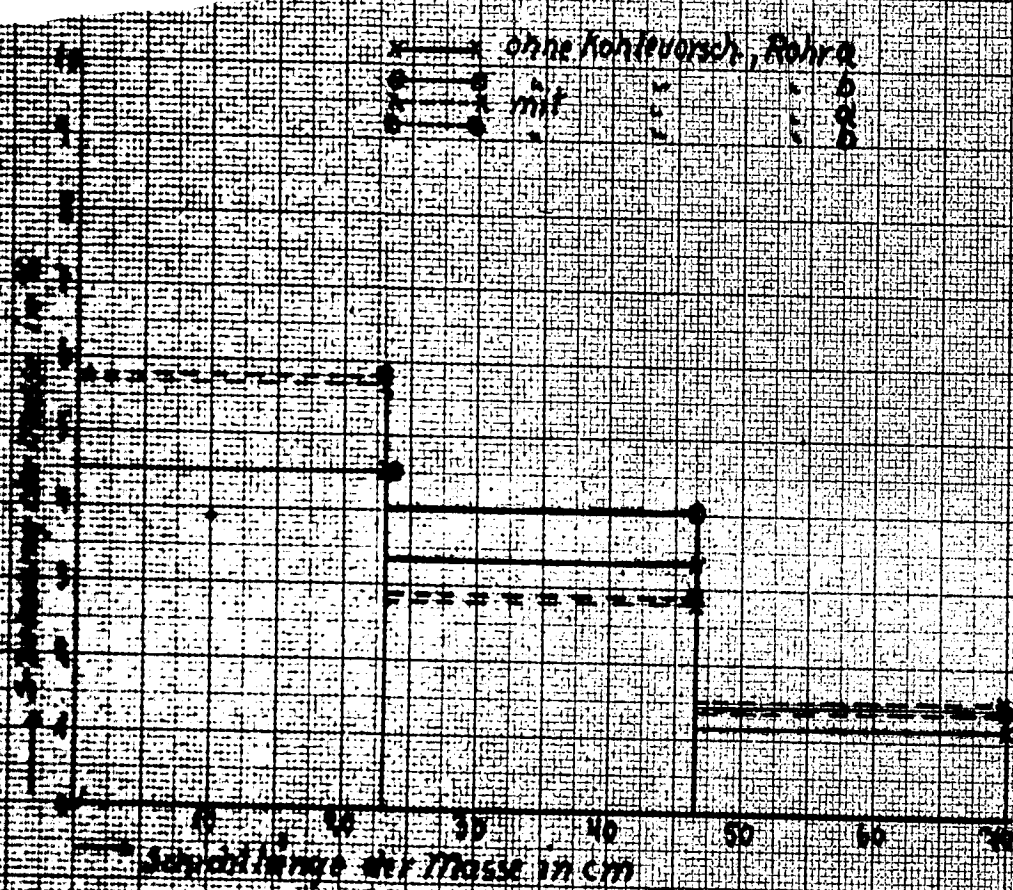
m³ Gasdurchsatz durch 157g Masse, 3-4 m³; 0,3 cm/sec.



# Gasentschweifung durch Feinreinigungsmasse mit und ohne Aktivkohlevorschaltung

Feinreinigungsmasse der Versuche 97-30 in 3 Schichten auf zwei  
Rohren ausgebaut und den S-Gehalt getrennt bestimmt

— ohne Kohlevorsch., Rohr a  
 — mit — — — — — b



S-Belastung auf ursprüngliche  
Masse umgerechnet (Brennwert von  
Mischen Masse = 0,4715)

Ohne Kohlevorschaltung

Rohr a	Gasanteil	5,8%	
	Mitte	3,3%	3,34%
	Gasanteil	1,8%	
b	Gasanteil	4,8%	
	Mitte	4,1%	3,35%
	Gasanteil	1,1%	

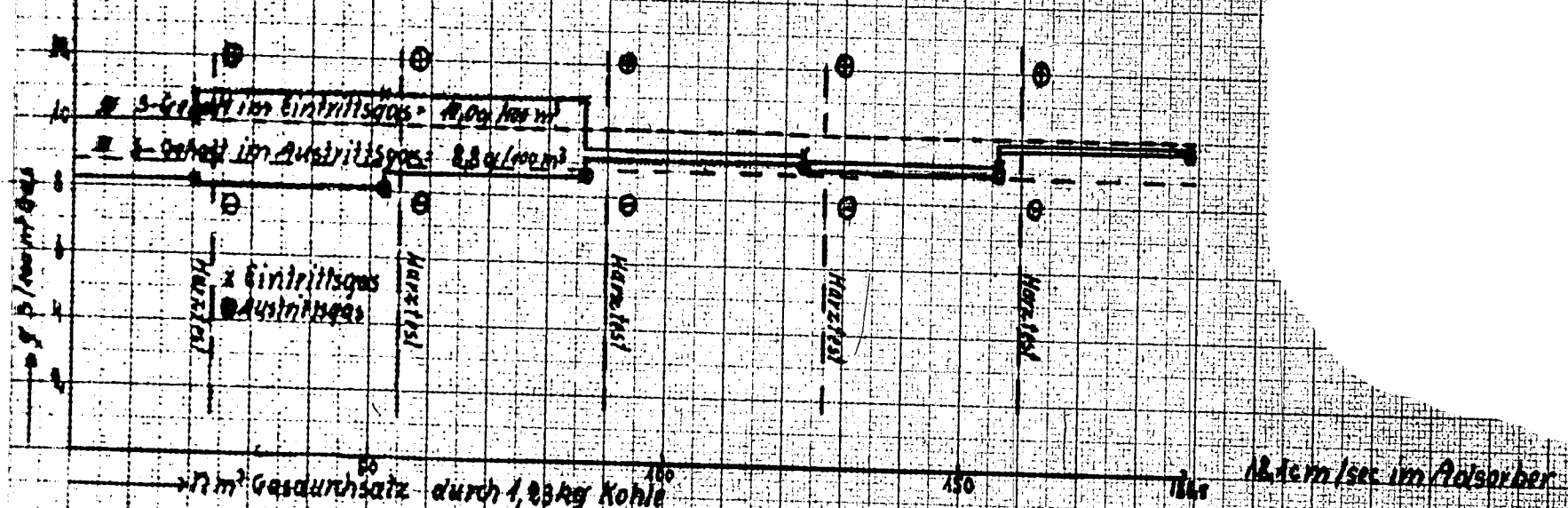
Verhältnis aus S-Bestimmung: 3,53%

Mit Kohlevorschaltung

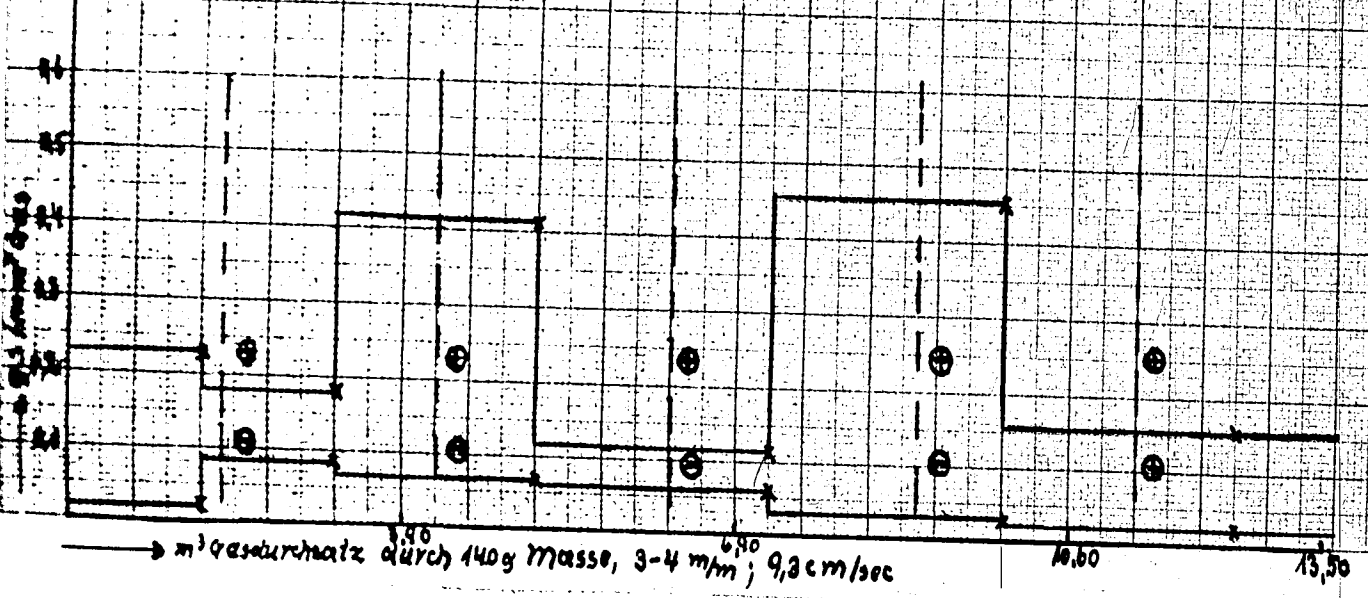
Rohr a	Gasanteil	5,8%	
	Mitte	3,3%	3,34%
	Gasanteil	1,8%	
b	Gasanteil	5,8%	
	Mitte	3,3%	3,37%
	Gasanteil	1,8%	

Verhältnis aus S-Best. im Gas: 3,37%

24.12.38 - 28.12.38 Beladung Nr 33 Synthesegas hinter Grobreinigung  
S-Entfernung durch A-Kohle Schichthöhe 2,1 m



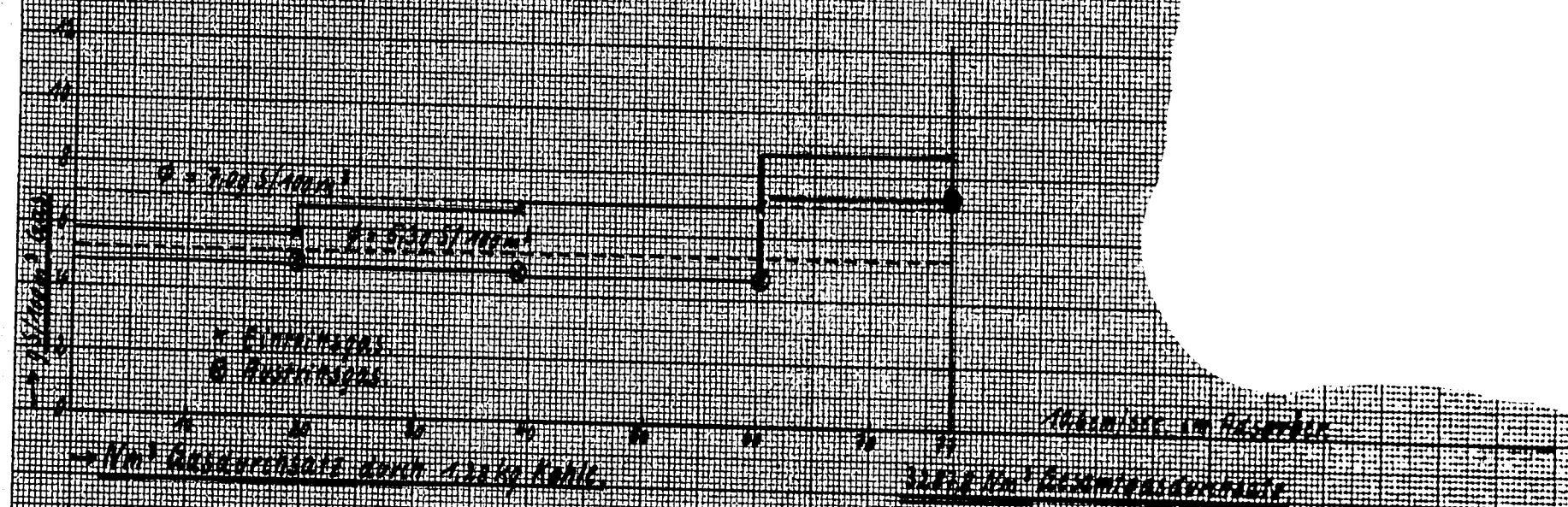
S-Entfernung durch Feinreinigungsmasse, 70cm Schicht



S-Beladung der Masse  
 1 ohne Kohlevorschlag = 0,95%  
 2 mit " " " " = 0,84%  
 Mittlere Ozentemp. = 224°C

1.12.1931 Beladung Nr. 35, Synthesegas unter Erhitzung

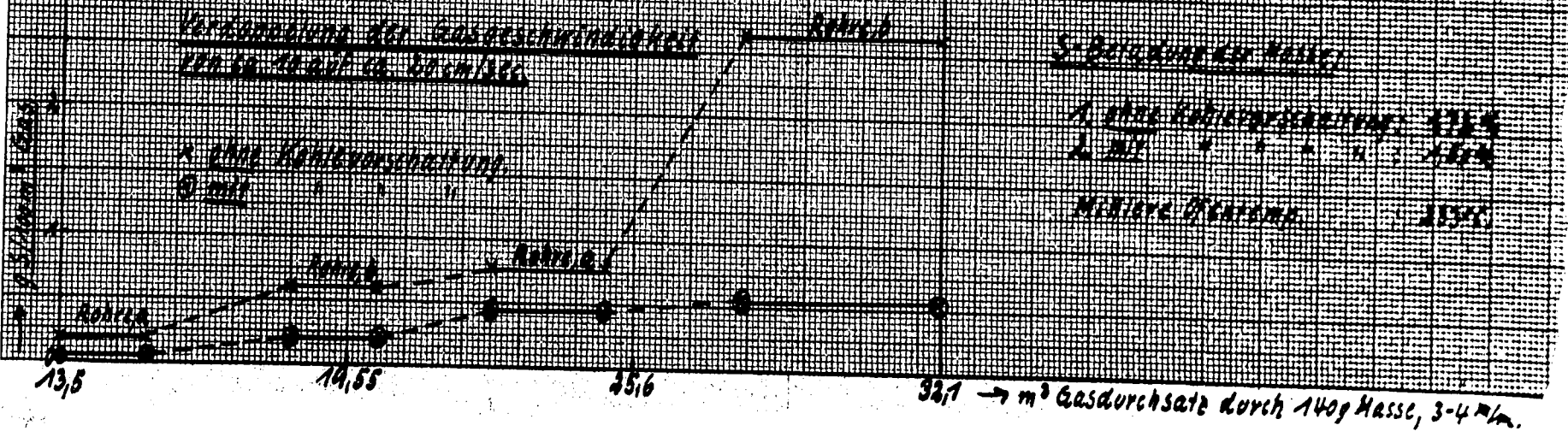
3-Entfernung durch A-Kohle, Schichtdicke 205 mm



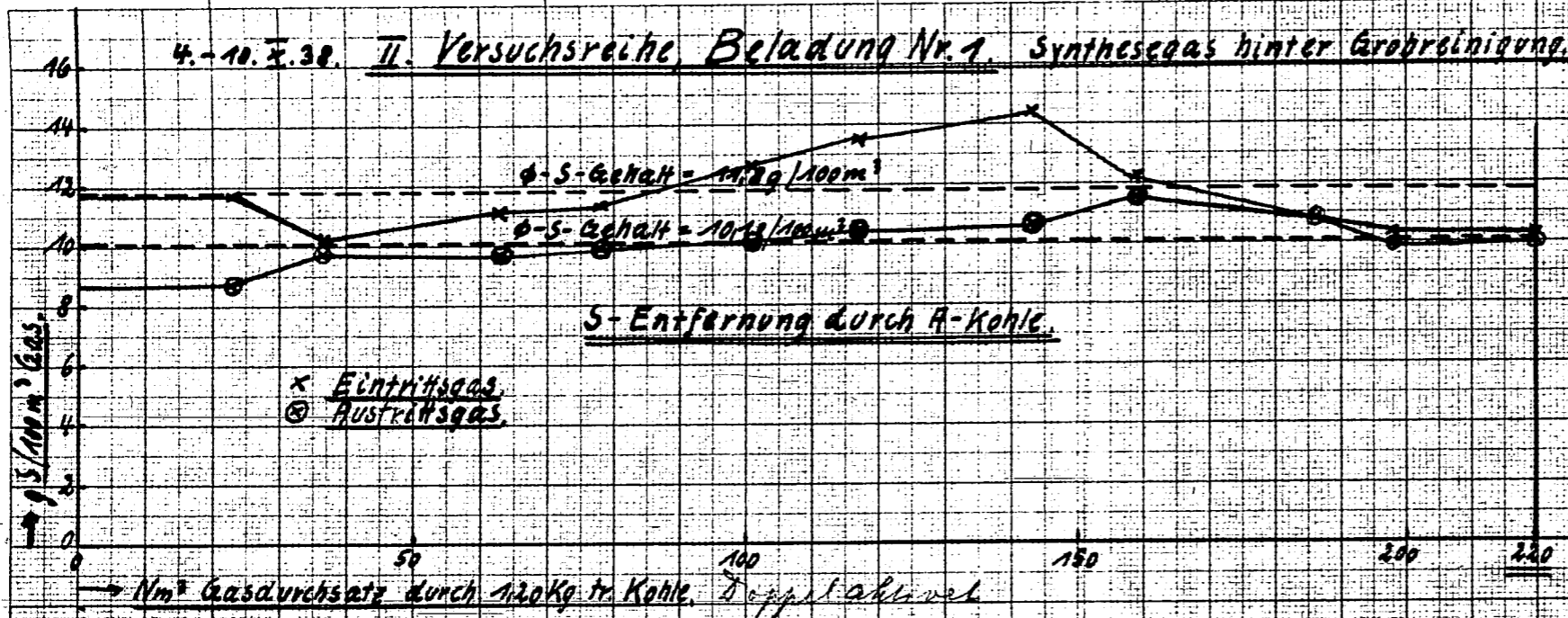
5-Entfernung durch Feuertrennungsmasse

Veränderung der Gasgeschwindigkeit  
 von 10 bis 15 l/min

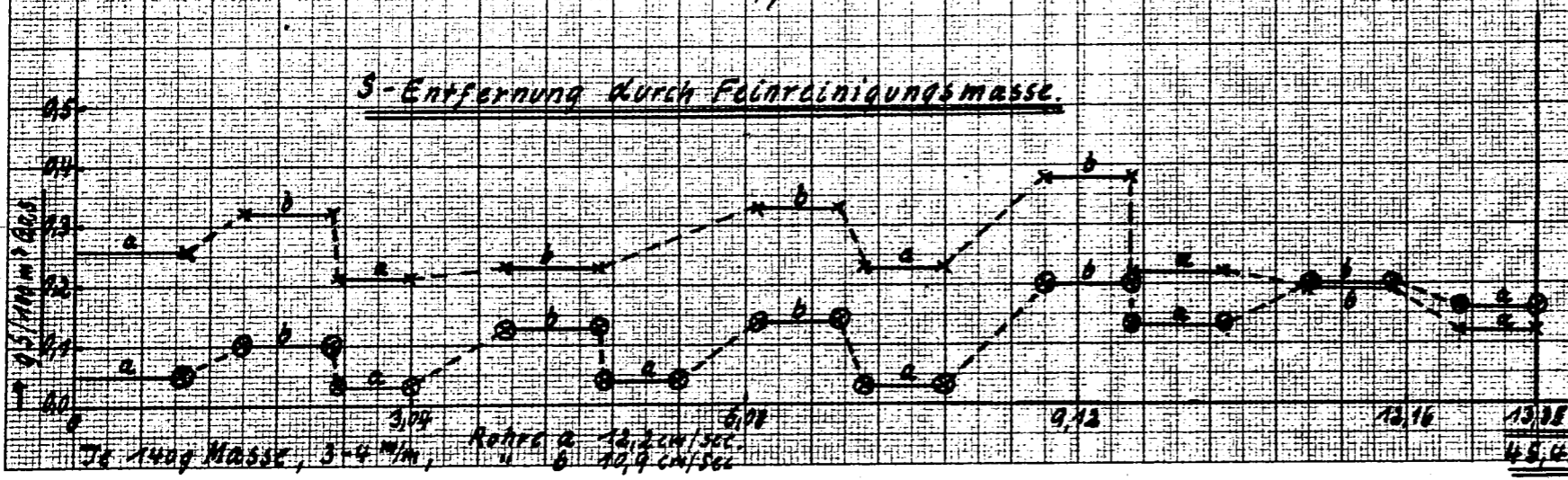
1 ohne Kohlenverschmutzung  
 2 mit



4.-10. X. 38. II. Versuchsreihe, Beladung Nr. 1. Synthesegas hinter Grobreinigung.



Gesamt-S im Eintrittsgas	: 26.00
" " " Austrittsgas	: 23.30
Von der Kohle zurückgebl.	: 3.80
Normalausdampfung	: -
S in 13.02 H <sub>2</sub> O-Rückstand	: -
S " 8.02 H <sub>2</sub> O-Kohlengas	: 0.66
S insges. ausgetrieben	: 3.14
Rest-S-Menge auf Kohle	: 9.26% Belad.



S-Beladung der Masse.

1. ohne Kohlevorreinigung	: 2.82%
2. mit " " "	: 2.46%
Mittlere Ofentemperatur	: 339°C

13.05 Nm³ Gasdurchsatz  
 45.45 m³ Gesamt

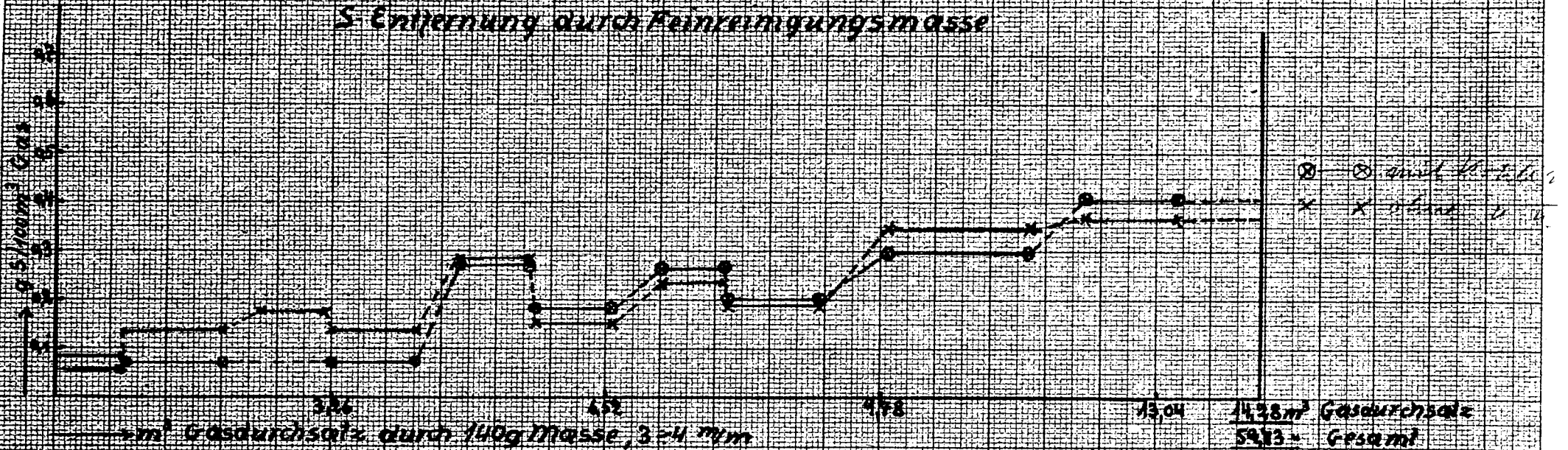
11.10.2. Mitt. II Versuchsteine, Beladung Nr. 9. Synthesegas hinter Grobreinigung

$12 \text{ m}^3$  Gasdurchsatz durch  $1,20 \text{ kg}$  Kohle, (Doppelakt) voll:  $2,27$   
 $9,19 \text{ m}^3$

Gasgeschwindigkeit im Adsorber:  $19,5 \text{ cm/sec}$   $4,19$

Durchschnitts S-Gehalt im Gas vor der Kohle:  $\approx 11,8 \text{ g/100 m}^3$   
 " " " " nach der " bei normaler Entschmelzung:  $\approx 10,5$

S-Entfernung durch Feinreinigungsmasse



$12 \text{ m}^3$  Gasdurchsatz durch  $140 \text{ g}$  Masse,  $3-4 \text{ mm}$   
 Rohrg. =  $19,5 \text{ cm/sec}$   
 " " =  $10$

S-Beladung der Masse: 1) ohne Kohlevorschaltung:  $3,90\%$  Mitt. Ofentemp.:  $243^\circ \text{C}$   
 2) mit " " " " :  $3,51\%$

$1438 \text{ m}^3$  Gasdurchsatz  
 $59,13$  - Gesamt



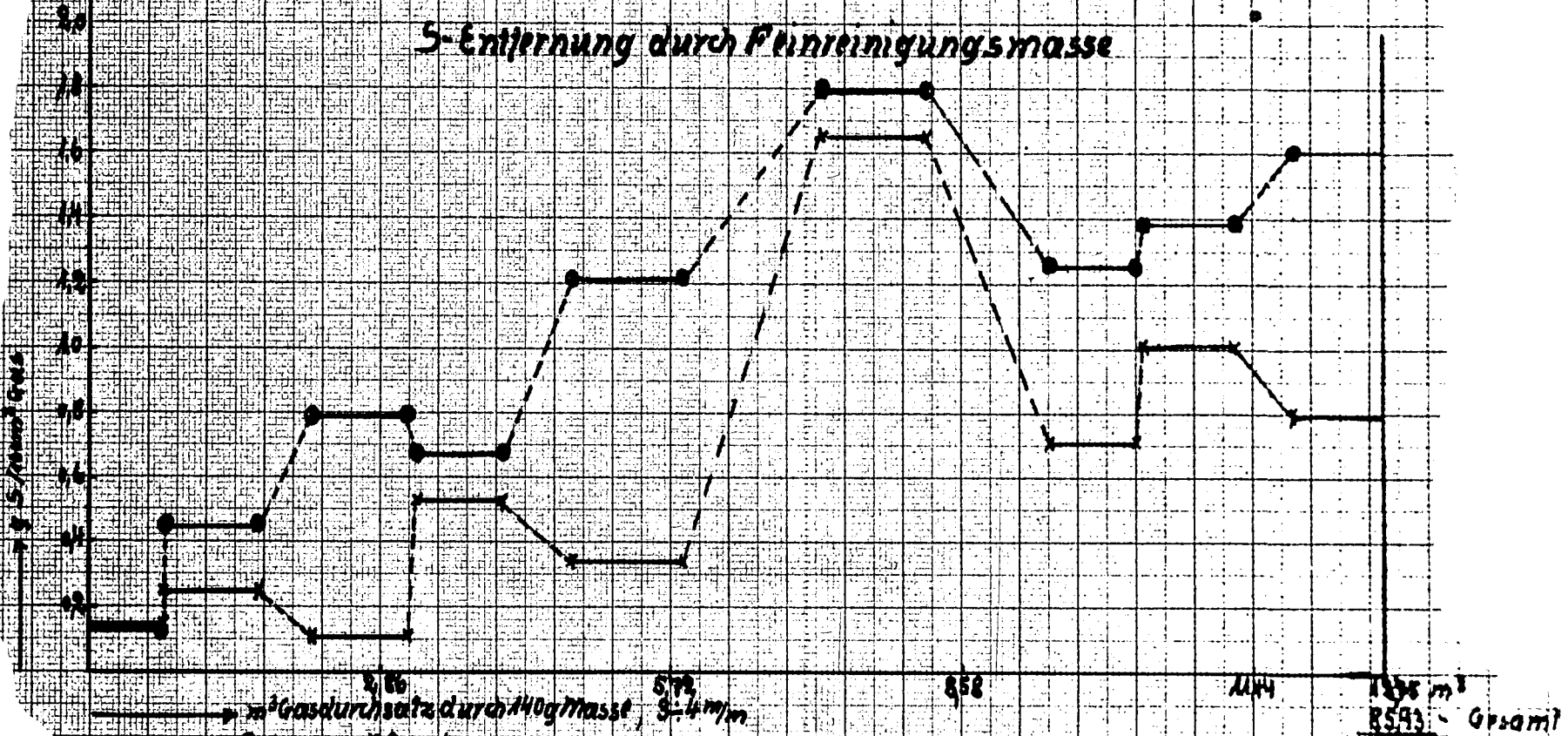
Blatt 38. II. Versuchreihe Belastung Nr. 4. Synthesegas hinter Grobreinigung

$17 \text{ m}^3$  Gasdurchsatz durch  $1,20 \text{ kg}$  Kohle (Doppelaktiv) =  $222,5 \text{ m}^3$  Gesamtdurchsatz

Geschwindigkeit im Adsorber =  $20,8 \text{ cm/sec.}$

Durchschnitts S-Gehalt im Gas vor der Kohle bei norm. Entschweflg = ca.  $11,5 \text{ g/kcm}^3$   
 nach = ca.  $10,2$

S-Entfernung durch Feinreinigungsmasse



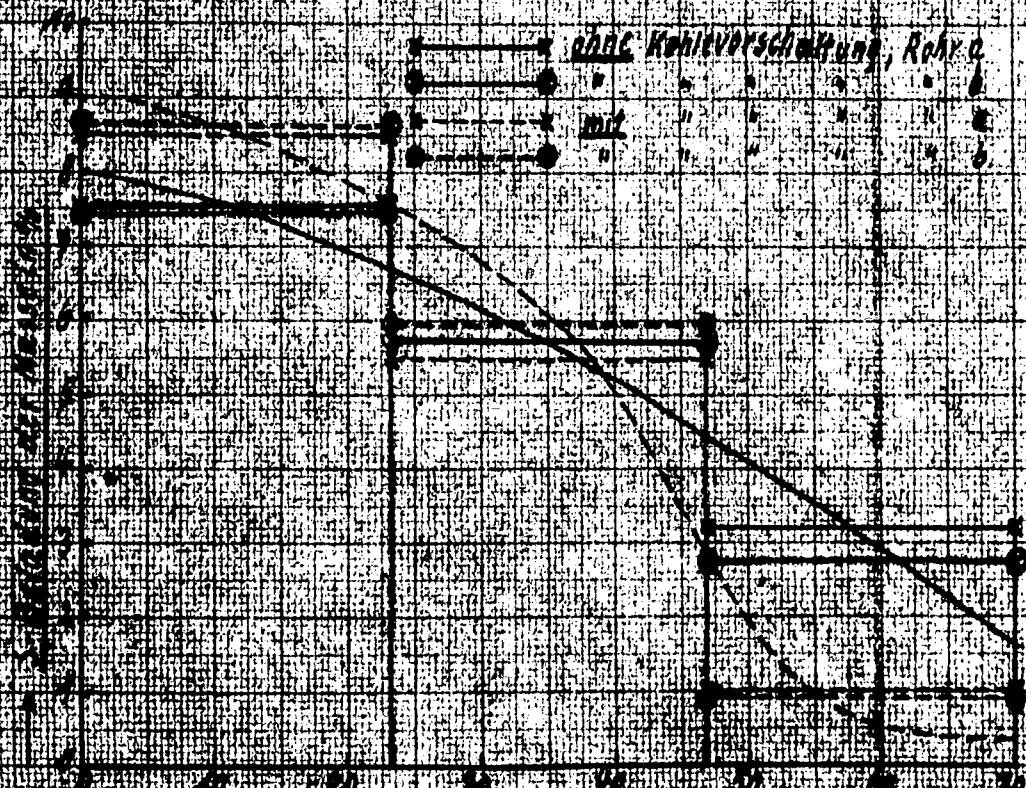
$216 \text{ m}^3$  Gasdurchsatz durch  $140 \text{ g}$  Masse, S-Gehalt

Reihe a =  $18,8 \text{ cm/sec.}$   
 b =  $10,9$

S-Belastung der Masse: 1.) ohne Kohlevorschaltung :  $5,98\%$   
 2.) mit " " :  $5,26\%$   
 Mittlere Ofentemperatur :  $957^\circ\text{C}$

# Gasentschwefelungsversuche mit Feinreinigungs- masse mit und ohne Aktivkohlevorschaltung

Feinreinigungsmasse der Versuche 20-26 in 3 Schichten aus den Rohren  
ausgegeben und der S-Gehalt getrennt bestimmt.



Berechnung des Feinreinigungsmassensulfurs

S-Belastung auf ursprüngliche Masse  
umgerechnet (= Blindwert der Proben  
Masse = 0,114 g)

Ohne Kohlevorschaltung	
Rohr a, Gasstrom	~10
" " " "	~8
" " Gasstrom	~6
Berechnet auf S-Belastung	
Rohr b, Gasstrom	~10
" " " "	~8
" " Gasstrom	~6
Berechnet auf S-Belastung	
Mit Kohlevorschaltung	
Rohr a, Gasstrom	~10
" " " "	~8
" " Gasstrom	~6
Berechnet auf S-Belastung	
Rohr b, Gasstrom	~10
" " " "	~8
" " Gasstrom	~6
Berechnet auf S-Belastung	



A n l a g e .  
-----

Betrifft: Gasentschwefelung/Rheinpreussen.  
Zusammenstellung der Acetylen- und Sauerstoffbestimmungen  
im Synthesegas vor und hinter der Aktivkohle.  
(Auszug aus Berichten von Herrn Garbe).

1. Acetylenbestimmungen während der Beladungen 2, 4 und 8.

Datum	Bel.Nr.	Nm <sup>3</sup> Gasdurchsatz durch 1,28 kg Kohle.	Acetylengehalt Vol. %	
			vor	nach
28.2.- 2.3.	2	2,5	0,02	0,021
4.-6.3.	4	1,6-3,6	0,047	0,052
16.-18.3.	8	0,0-36,8	0,0344	0,0338

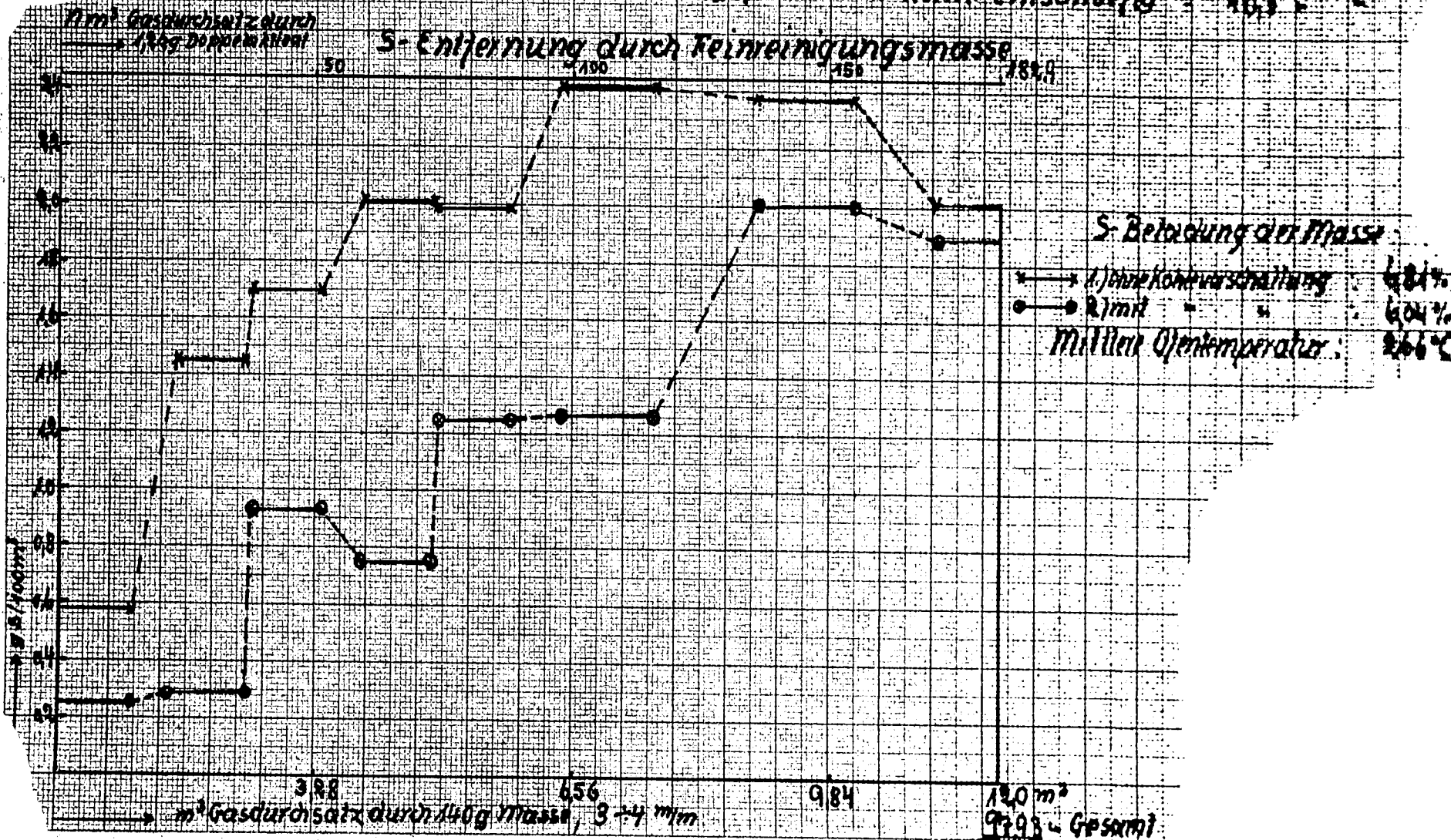
O<sub>2</sub>-Feinbestimmungen während der Beladungen

1, 2 und 7.

Datum	Bel.Nr.	Nm <sup>3</sup> Gasdurch- satz durch 1,28 kg Kohle	Vol. % O <sub>2</sub>	
			vor	nach
22.-24.2.	1	32	0,0808	0,0796
28.2.-2.3.)	2	6	0,1290	0,1430
	2	28,5	0,1320	0,1280
14.-16.3.	7	15,5	0,0958	0,0904

9.11.41 M. 38. II-Versuchsreihe, Beladung Nr. 5, Synthesegas hinter Grobreinigung

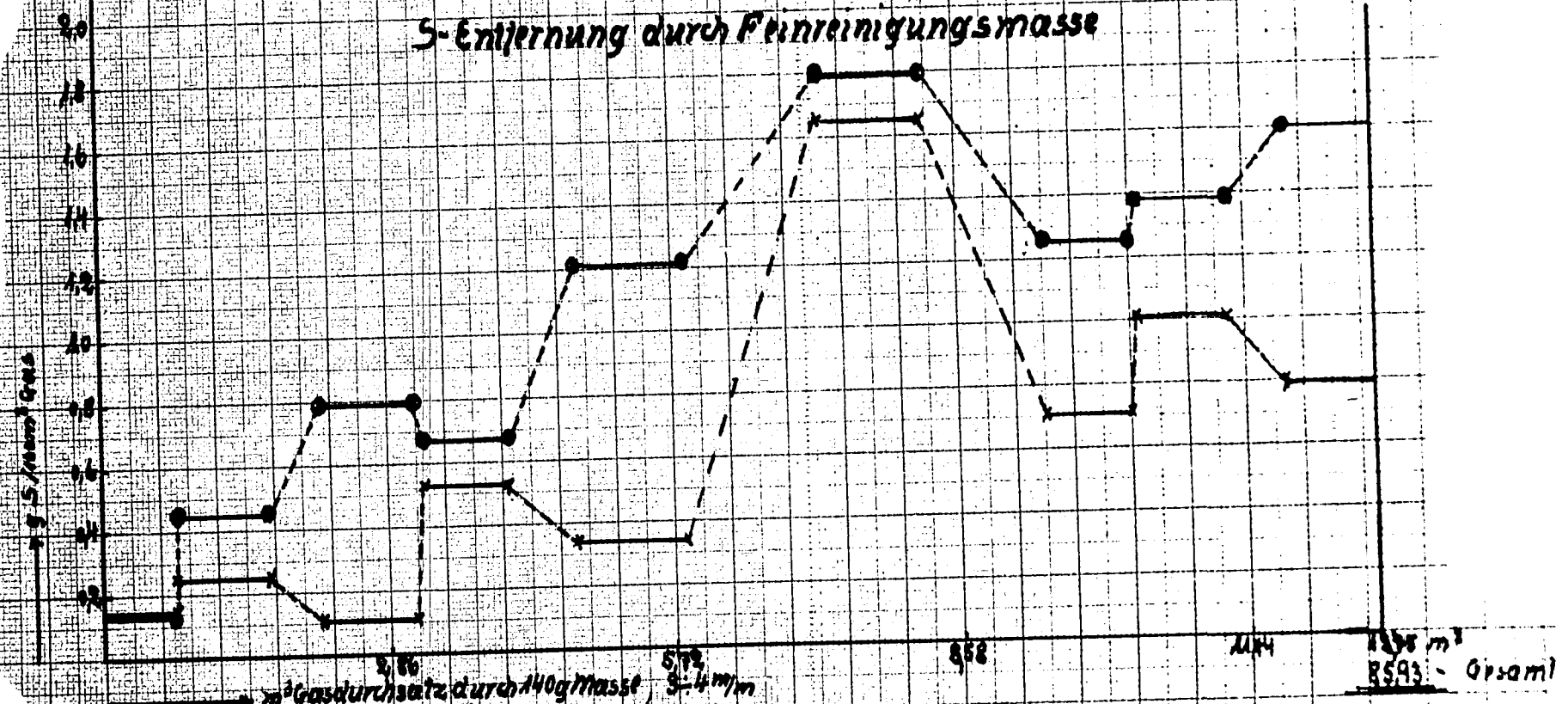
$17 \text{ m}^3$  Gasdurchsatz durch  $120 \text{ kg}$  Kohle (Doppelaktivat) =  $181,9 \text{ m}^3$  Gesamt  
 Geschwindigkeit im Adsorber =  $2,04 \text{ cm/sec}$   
 Durchschnitts S-Gehalt im Gas vor der Kohle =  $14,5 \text{ g/100 m}^3$   
 " " " " " nach " " b-norm. Entschwefung =  $10,3$



3.11.38. II. Versuchreihe, Beladung Nr. 4, Synthesegas hinter Grobreinigung

$17 \text{ m}^3$  Gasdurchsatz durch  $1,20 \text{ kg}$  Kohle (Doppelaktivat) :  $222,5 \text{ m}^3$   
 Geschwindigkeit im Adsorber :  $20,8 \text{ cm/sec.}$   
 Durchschnitts S-Gehalt im Gas vor der Kohle bei norm. Entschwefelg : ca.  $11,5 \text{ g/Koem}^3$   
 nach : ca.  $10,8$

S-Entfernung durch Feinreinigungsmasse



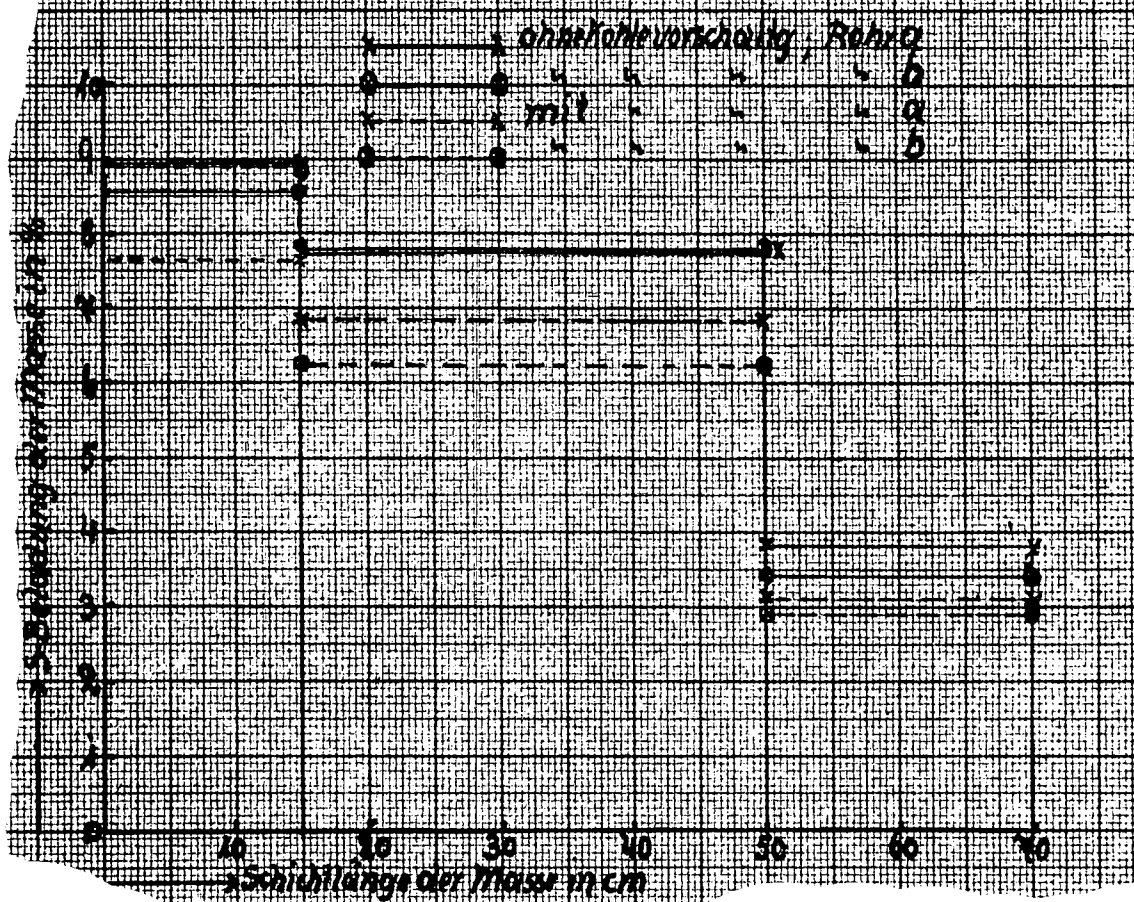
Rohre a :  $109 \text{ cm/sec.}$   
 " b :  $109$

S-Beladung der Masse : 1.) ohne Kohleerschaltung :  $5,98\%$   
 2.) mit " " :  $5,36\%$   
 mittlere Ofentemperatur :  $257^\circ\text{C}$

⊗ — ⊗ mit Kohle geschalt  
 × — × ohne " "

# Gasentscheidung durch Feinreinigungsmasse mit und ohne Aktivkohlevorschaltung

Feinreinigungsmasse der Versuche 33 + 3 der I. Versuchsreihe  
in 3 Schichten ausgebaut und gemittelt S-Gehalt bestimmt.



S-Beladung auf ursprünglicher  
Masse umgerechnet (= Bandwert der  
frischen Masse = 0,145)

**Ohne Kohlevorschaltung**

Rohr a	Gesamt	94%
"	Mitte	93%
"	Gasaustritt	92%
Rohr b	Gesamt	89%
"	Mitte	88%
"	Gasaustritt	87%

Berechnet aus S-Bestimmung  $\bar{S} = 64\%$

**Mit Kohlevorschaltung**

Rohr a	Gesamt	69%
"	Mitte	68%
"	Gasaustritt	67%
Rohr b	Gesamt	65%
"	Mitte	65%
"	Gasaustritt	64%

Berechnet aus S-Bestimmung  $\bar{S} = 64\%$

Marz bis 31. II. Versuchreihe Beladung Nr. 6. Synthesegas unter Grebrennung.

$\text{Nm}^3$  Gasdurchsatz durch 1,20kg Kohle (Doppelaktual) = 193,84  $\text{m}^3$  1 1 1  
 Geschwindigkeit im Adsorber = 209  $\text{cm/sec}$   
 Ausdampfung = 1,5  $\text{cm}^3$  Benzol  
 Durchschnitts S-Gehalt im Gas vor der Kohle = 11,5  $\text{g/norm}^3$   
 " " " " " nach " " norm Entschweflg. = 10,3 "

S-Entfernung durch Füllungsungsmasse

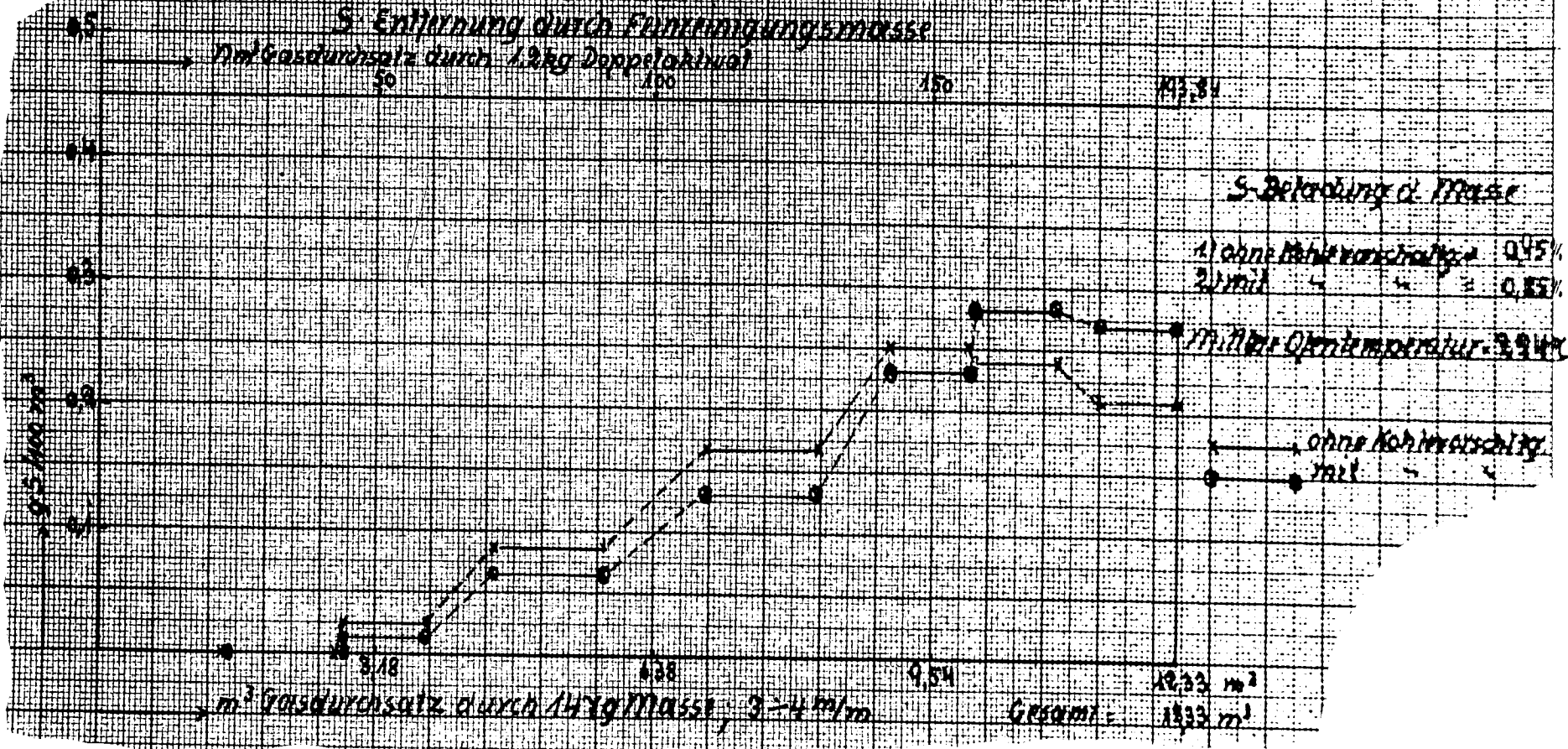
$\text{Nm}^3$  Gasdurchsatz durch 1,2kg Doppelaktual  
 50 100 150 193,84

S-Beladung d. Masse

1) ohne Kohlerückhalt = 0,95%  
 2) mit " " = 0,85%

Mittlere Ofentemperatur = 2,94%

ohne Kohlerückhalt  
mit " "



8/18 - 13/10/38. II. Versuchsreihe Beladung Nr. 4; Synthesgas hinter Grabreinigung

$1 \text{ Nm}^3$  Gasdurchsatz durch  $1,20 \text{ kg}$  Kohle (Doppelaktiv) =  $144,7 \text{ m}^3$  Gesamtdurchsatz =  $1445,7 \text{ m}^3$

Geschwindigkeit im Adsorber

=  $90 \text{ cm/sec}$ .

Ausdampfung

=  $0,0 \text{ C}_6\text{H}_6$  Kondensat

Durchschnitts S-Gehalt im Gas vor der Kohle

= ca  $92 \text{ g/100 m}^3$

" " " " nach " " d. norm. Entschm = ca  $83$  " "

S-Entfernung durch Feinreinigungsmasse

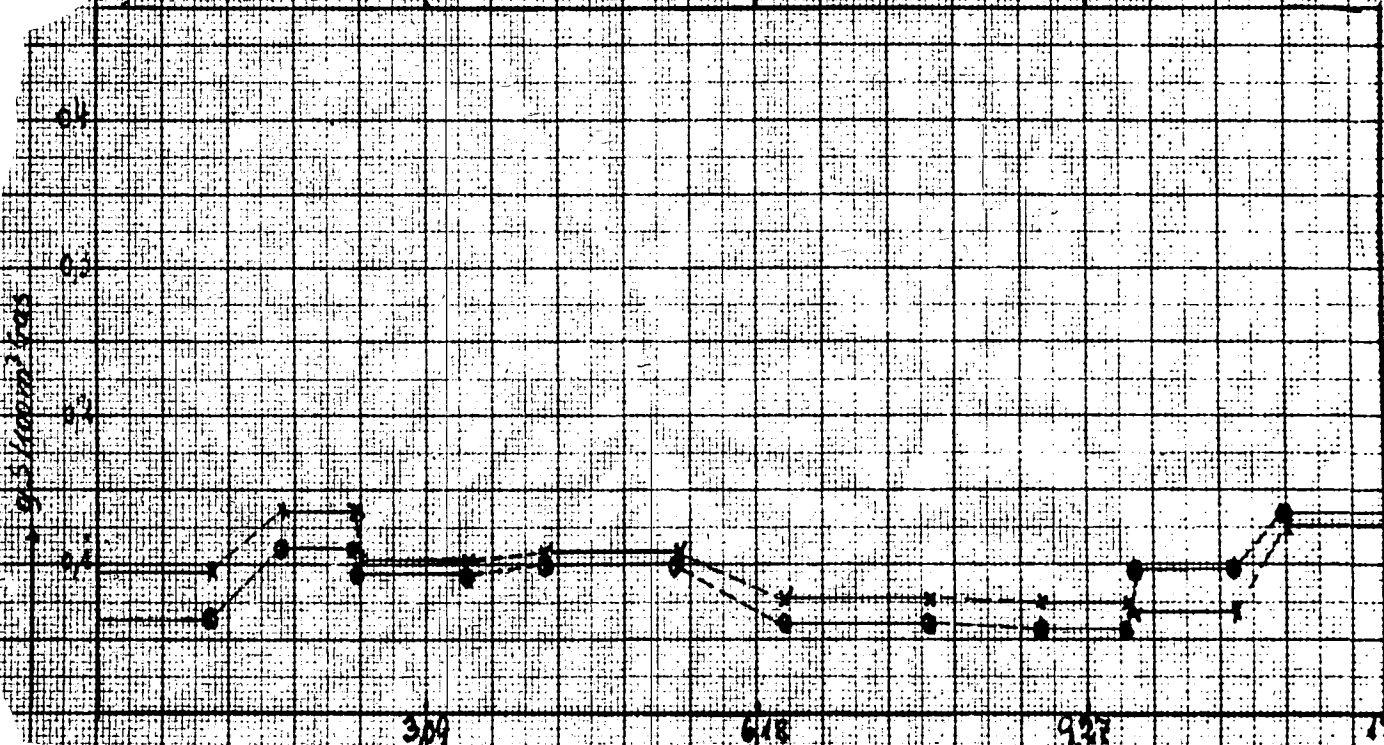
$1 \text{ Nm}^3$  Gasdurchsatz durch  $1,2 \text{ kg}$  Kohle

50

100

150

144,7



S-Beladung d. Masse

1) ohne Kohlebruch =  $1,69\%$

2) mit " " =  $1,58\%$

Mittlere Ofentemperatur =  $231^\circ\text{C}$

ohne Kohlebruch

= mit " "

$1 \text{ m}^3$  Gasdurchsatz durch  $1,2 \text{ kg}$  Kohle;  $3-4 \text{ m}^3/\text{m}$

Gesamt  $24,36 \text{ m}^3$