

**START
OF
REEL
Roll**

Job - No 2054

ORIGINAL

OK
JRB

ORDER NUMBER

2054

WORK ORDER

F. I. A. T. PUBLICATIONS BRANCH

FORWARD ALL WORK ORDERS IN DUPLICATE

ORDERED BY	BRANCH	ROOM	PHONE	TODAY'S DATE	COMPLETION DATE
<i>Mr. ROSENTHAL</i>	<i>INDUSTRY</i>	<i>217</i>	<i>423</i>	<i>May 1, 1947</i>	

SERVICE REQUIRED	X	NUMBER OF ORIGINALS	COPIES REQ. OF EACH	TOTAL No. OF COPIES	SIZE REQUIRED
MICRO-FILM	<i>X</i>	<i>210 (approx)</i>	<i>Negs Only</i>		
PHOTO COPY					
PRINTING					
DRAFTING					
MIMEOGRAPH					

RETURN/REPROV ORIC. (DELETE ONE)

DESCRIPTION OF ORIGINALS AND SPECIAL INSTRUCTIONS *A treatise on the theory of coal gasification. The leaves are contained in a light red folder*
3 pamphlets

I CERTIFY THE ATTACHED WORK HAS BEEN APPROVED AND IS IN FINAL FORM FOR REPRODUCTION

SIGNATURE _____

GRADE or TITLE _____

ORIGINALS - FILM - AND COMPLETED WORK RECEIVED

BY _____

DATE: _____ 194

Form No. 3 - 1 Sept. 1946

MESSAGE CENTER PHONE NO. 137

BRANCHES SUBMITTING WORK WILL NOT FILL IN SPACES SET OFF BY DOTTED LINES.

Streng vertraulich!

Nur für den eigenen Dienstgebrauch!
Nicht zur Veröffentlichung bestimmt.

Manuskript Nr. 7

Arbeitsgemeinschaft

Domag - Ruhrgas - Bergbauverein

**Bericht über die Versuche an der Staubvergasungsanlage
im Jahre 1942**

Inhaltsverzeichnis

A. Zweck der Versuche

B. Versuchsordnung

- a) Beschreibung der Anlage
- b) Beschreibung der Messeinrichtungen

C. Versuchsdurchführung

D. Versuchsergebnisse

Diagramme und Zahlentafeln (erwähnt am B.d. 44.)

E. Kritik der Versuchsergebnisse

A. Zweck der Versuche

Der Zweck der Versuche war der, ein Vergasungsverfahren zur Herstellung von Schwachgas, Wasser- und Synthesegas zu entwickeln unter Ausschaltung des Arten- und Sortenproblems der Rohkohle. Da der Staub die Form der Kohle darstellt, in die jede Art und Sorte überführt werden kann, so scheint die Staubvergasung der einzige Weg zur Lösung dieser Aufgabe zu sein. Die wirtschaftliche Bedeutung liegt unter anderem in der Aufarbeitbarkeit aschereicher Stäube und wertgeminderter Kohle, wie sie bei den meisten Aufbereitungsverfahren anfällt.

Aus diesem Grunde wurden Versuche zur Lösung des Problems der Staubvergasung bereits von verschiedenen Seiten durchgeführt, wobei bisher keine allgemein brauchbare Lösung gefunden wurde. Die zu diesem Zweck von der Arbeitsgemeinschaft Demag - Ruhr-gas - Bergbauverein errichtete Versuchsanlage wurde in der Zeit von Oktober 1940 bis zum Juni 1942 erbaut. Das Aufheizen der Schächte wurde sehr vorsichtig durchgeführt und nahm weitere zwei Monate in Anspruch, sodass Mitte August mit den Versuchen begonnen werden konnte.

B. Versuchsanordnung

a) Beschreibung der Anlage.

In der anliegenden Photokopie ist die Anlage schematisch wieder gegeben. Sie besteht aus einer Mahlanlage mit 2 Staubbunkern, aus denen wahlweise der Staub über Rillenzuteiler in die Staubleitungen eingeschleust und pneumatisch den Vergasungsschächten zugeführt wird. Die Versuchsanlage bezweckte nicht so sehr die Schaffung einer bereits technisch anwendbaren Staubvergasungsanlage als vielmehr die Schaffung einer möglichst vielseitig verwendbaren Anlage. Aus diesem Grunde sind die verschiedensten Möglichkeiten zur Zuführung des Kohlenstaubes (von oben, unten, Mitte) vorgesehen. Die Vergasung geschieht in zwei gemauerten Schächten von 1,2 m li. Weite, die oben miteinander verbunden sind. Die Innenauskleidung dieser Schächte besteht aus Schamotte mit folgenden Gütezahlen:

Gehalt an Al_2O_3 = 39 - 42 %

TA = 1400°C

TE = 1640°C

Feuerfestigkeit ohne Belastung Segerkegel 33 - 34
1730°C

Die Vergasungsprodukte werden in einem weiteren Schacht durch Wassereinspritzung gekühlt. Dieser Schacht ersetzt in seiner Wirkung einen Abhitzekessel. Durch einen nachgeschalteten Doppelwascher wird das Gas weiter gekühlt, von Flugstaub gereinigt und tritt dann durch eine Messleitung ins Freie. Im Wascher hat man einen Schlammwasser- und einen Klarwasserkreislauf. Das Klarwasser wird in einem Kühlturm rückgekühlt. Die Sinkstoffe können sich in einem Klärbecken absetzen.

Als Vergasungsmittel stehen Luft, Sauerstoff und Wasserdampf zur Verfügung. Zum Aufheizen der Vergasungsschächte, der Kohlenmühle und für den Mischvorwärmer stand ein Restgas folgender Zusammensetzung zur Verfügung:

CO_2 = 3 %

O_2 = 0 "

CO = 14 "

H_2 = 10 "

C_mH_n = 0 "

CH_4 = 50 "

N_2 = 23 "

Ob.Heizwert H_o = 5498 kcal/Nm³

Unt.Heizwert H_u = 4968 "

Die Förderung der Luft erfolgt durch ein Turbogebälde, die des Sauerstoffs durch einen Dampfstrahlinjektor. Zur Vorwärmung des Vergasungsmittels waren zwei Möglichkeiten vorgesehen.

1. Direkte Vorwärmung durch Verbrennung von Gas mit einem Teil des Vergasungsmittels in einem kleinen gemauerten Mischvorwärmer.
2. Indirekte Beheizung durch einen gasbefeierten Röhrenvorwärmer. Dieser Vorwärmer stand für die bisherigen Versuche noch nicht zur Verfügung.

Die Zuführung des Wasserdampfes konnte durch Beimischung zum Vergasungsmittel und durch Einführung in den unteren Teil des ersten Vergasungsschachtes erfolgen.

Das Unvergaste sollte am Ende des Schachts II durch eine Spül-Vorrichtung mit tangentialem Einlauf ausgebracht werden. Der nicht erfasste Rest sollte im Wäscher anfallen. Dabei war an einen Betrieb mit einer Temperatur unterhalb der Schlackenschmelztemperatur gedacht.

b) Beschreibung der Messeinrichtungen

Die Messung des eingespeisten Kohlenstaubes war durch direkte Wägung nicht möglich. Deshalb wurde die Leistung des Rillenzuteilers bei verschiedenen Drehzahlen und abgenommener Staubleitung durch Wägung bestimmt. Die Messung der Luftmenge geschah durch einen Staurand in der Hauptwindleitung. Die Temperatur zwischen Staurand und Gebläsedruckstutzen wurde durch ein schreibendes Gerät aufgezeichnet. Die Förderluftmenge für den Kohlenstaub wurde durch eine Einlaufblende in der Saugleitung des Kompressors gemessen. Durch ein Haarhygrometer wurde die Luftfeuchtigkeit für beide Gebläse ermittelt. Bei Anreicherung des Vergasungsmittels mit hochprozentigem Sauerstoff wurde der Sauerstoffgehalt des Gemisches mittels Orsatanalyse bestimmt. Für die Dampfmenge war ein Staurand mit Ringwaage in der Hauptleitung vorgesehen. Das erzeugte Gas strömte durch eine Messleitung mit eingebautem Staurand ins Freie. Der zugehörige Differenzdruck wurde durch ein schreibendes Gerät aufgezeichnet.

In die Vergasungsschächte waren an acht Stellen Pt/Pt.Rh.-Elemente zur Temperaturmessung derart eingebaut, dass die Rohrenden mit der Schachtwand abschnitten. Ausserdem konnten die Temperaturen im Vorwärmer, in der Leitung zwischen Vorwärmer und Vergasungsschacht sowie in der Gasleitung zwischen Einspritzkühler und Wäscher thermo-elektrisch gemessen werden. Die Temperaturen an den wichtigsten Stellen (Messstellen I - VI) in den Vergasungsschächten wurden von einem Sechsfarbenschreiber laufend registriert. Sämtliche Meßstellen konnten ausserdem auf ein gesondertes Anzeigegerät geschaltet werden. Ursprünglich waren die Thermo-Elemente in Schutzrohre aus Sioromal eingebaut, die aber infolge der Temperaturen über 1200°C durchbrannten. Sie wurden deshalb durch Sillimanit-Rohre ersetzt.

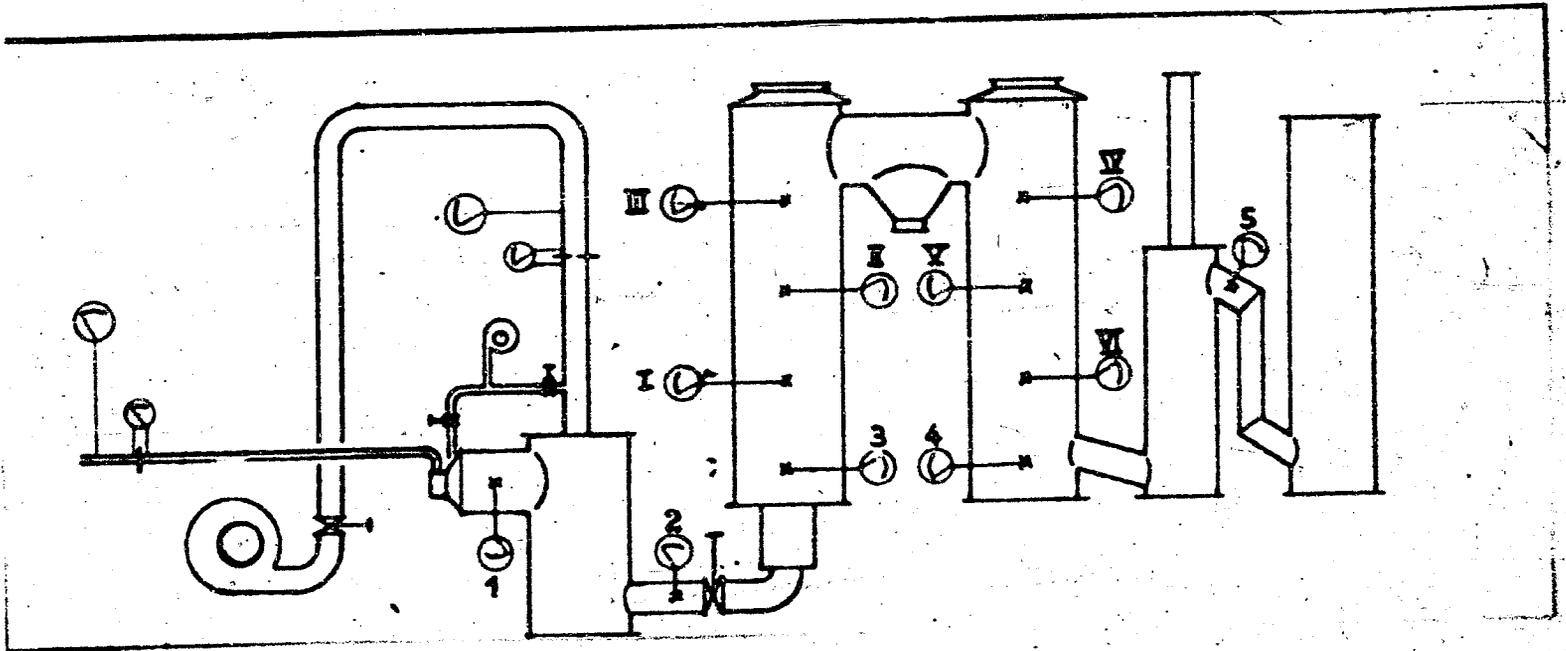


Abb. 1 Anordnung der Meßstellen.

Neben den Temperaturmeßstellen waren an den Schächten Hähne für die Entnahme von Gasproben angebracht. Ein CO_2 -Schreiber konnte wahlweise auf jede Meßstelle geschaltet werden.

C. Versuchsdurchführung

Die Versuche wurden mit Steinkohle der Zeche "Wilhelmine-Viktoria" und einer Braunkohle der Gewerkschaft Neurath durchgeführt. Die Steinkohle wurde als gewaschene Feinkohle, die Braunkohle als blasfertiger Staub bezogen. Die Kohlenbeschaffenheit ist aus der Tafel Nr. 3 zu ersehen. Die Versuche begannen mit der Inbetriebnahme der Kohlenstaubmühle, wobei leider festgestellt werden musste, dass die Betriebssicherheit gering war und die garantierte Leistung von 800 kg/h nicht erreicht wurde. Es war nicht möglich, die Leistung über 200 kg/h zu steigern. Der Unterschied zwischen der gröbsten und feinsten Ausmahlung war sehr klein, sodass die Körnung nicht in der Weise variiert werden konnte, wie es wünschenswert gewesen wäre. Diese ersten Mahlversuche fanden in der wärmsten Jahreszeit statt, sodass die Trockenheit des Staubes bei dieser Leistung hinreichend war.

Am 15.8.42 wurde erstmalig Steinkohlenstaub im Schacht verbrannt. Durch die Schaulöcher konnte der Verlauf der Verbrennung beobachtet werden. Es wurde versucht, durch Steigerung der Kohlenstaubmenge erstmalig ein Gas zu erzeugen. Am 14.8.

missglückten die Versuche infolge ungleichmässigen Arbeitens des Zuteilers. Durch Einbau von Luftdüsen, die die Zuteilerillen freiblasen sollten, besserte sich dieser Übelstand. Infolge unzureichender Mühlenleistung konnte ein Dauerbetrieb aber nicht durchgeführt werden. Die Schächte wurden nach^{über} mit Gas geheizt, des morgens ^(W-Frö) auf Kohlenstaub umgestellt und auf die erforderliche Temperatur hochgeheizt. Dann wurde durch Vergrösserung der Kohlenstaubmenge auf Gaserzeugung umgestellt.

Da sich die Inbetriebnahme des Vorwärmers immer als sehr schwierig erwies, so konnte erst spät am Tage mit dem Hochheizen begonnen werden. Für die Vergasung standen praktisch nur die Nachmittage zur Verfügung.

Diese ersten Versuche (siehe Tabelle Nr. 1-3) sind nur als Tastversuche gedacht, um alle Apparate im Betrieb kennen zu lernen. Am 17.8. wurde zum erstenmal ein Gas erzeugt. Die schlechten Ergebnisse bezüglich Gasheizwert wurden auf das niedrige Temperaturniveau besonders im Schacht II zurückgeführt. Es wurden bei diesen Versuchen durch Einblasen von Wasserdampf die Temperaturen unter dem Schlackenschmelzpunkt gehalten.

Um das Temperaturniveau im Schacht II zu heben, ohne den Schacht I zu überheizen, wurde am 24.8. ein Dauerversuch Nr. 4-8 gefahren und der Generator 26 Stunden durch mit Kohlenstaub geheizt. Das Ergebnis war, dass beide Schächte ungefähr 1300° warm wurden. Nach Umstellung auf Vergasung wurde ein brennbares Gas erzeugt. Der gesamte Versuch dauerte 54 h.

Auffallend ist, dass bei gleichbleibender Vergasungsmittelmenge und Veränderung der Kohlenstaubzufuhr eine scharfe Grenze festzustellen war, bei der die Gasfackel dunkel zu qualmen begann. Nach dieser Qualmgrenze wurde die Kohlenstaubzuteilung so eingeregelt, dass die Fackel leicht qualmte. Man konnte also annehmen, dass ein gewissen Kohlenstaubüberschuss vorhanden war. Das Temperaturniveau wurde durch Einblasen von Wasserdampf auf ca. 1300°C gehalten.

Nach Beendigung des Dauerversuches wurde Schacht I von unten besichtigt, dabei lagen zum erstenmal im Krümmer

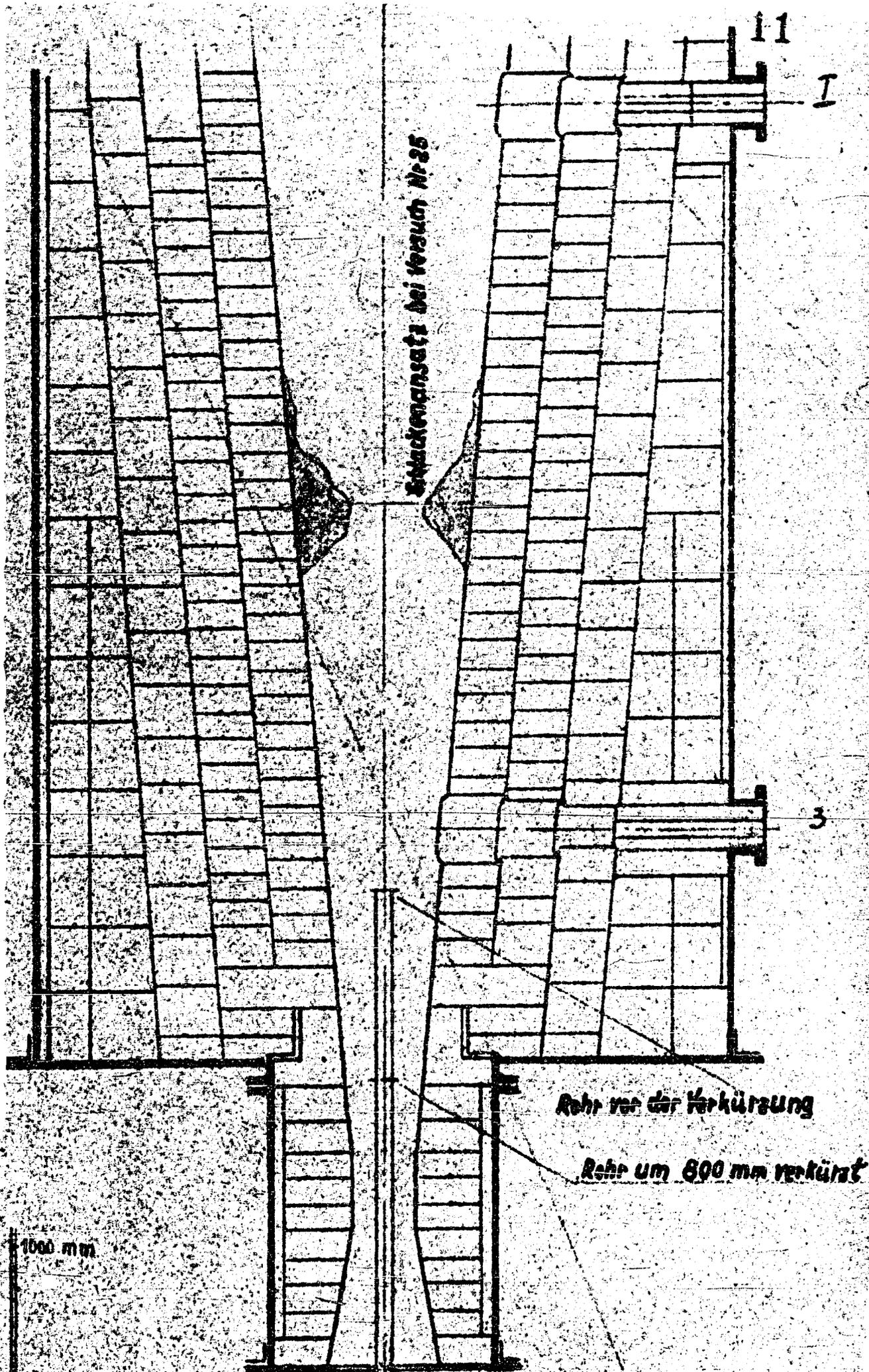
unter dem Schacht erstarrte, etwa faustgrosse Schlackenstücke.

Änderungen am Brennerrohr im Schacht I. Infolge Schwierigkeiten beim Anzünden der Gasflamme zum Aufheizen der Schächte musste das ursprünglich kurze Brennerrohr soweit verlängert werden, dass es ungefähr 750 mm in den Schacht hineinragte (siehe Abb. Nr. 2). Nach dem Dauerversuch wurde das Rohr zur Verlängerung des Reaktionsweges um 800 mm verkürzt. Nach Beendigung des Versuches Nr. 10 war Schacht I etwa 1500 mm über der Rohröffnung durch einen Schlackenkranz an der Wand fast zugewachsen, während im Schacht II nur geringe Ansätze von backender Schlacke zu sehen waren. Es ist wahrscheinlich, aber nicht sicher, dass die Verschlackung im Schacht I mit der Verkürzung des Rohres zusammenhängt. Die Schlacke wurde herausgestossen und das Brennerrohr wieder auf das ursprüngliche Mass verlängert.

Bei den bisherigen Versuchen wurde das Vergasungsmittel durch den Mischvorwärmer direkt aufgeheizt. Probeweise wurde bei Versuch Nr. 11 - 12 auf die Vorwärmung verzichtet. Da sich neben der Vereinfachung des Betriebes ergab, dass die Gasqualität gleich blieb und der Generator innerhalb 4 h hochgeheizt werden konnte, so wurde von nun an ohne Vorwärmer gearbeitet. Die Ursache ist wahrscheinlich darin zu suchen, dass der Vorteil der Vorwärmung durch die Verringerung der Sauerstoffkonzentration im Vergasungsmittel wieder aufgehoben wird.

Im folgenden wurde der Einfluss der Belastung systematisch untersucht und deshalb eine Versuchsreihe mit steigender Belastung begonnen (Nr. 13 - 20).

Zugleich wurde die Entnahme der Gasproben insofern verbessert, als die Gaszusammensetzung über den ganzen Vergasungsweg verfolgt wurde. Bisher erfolgte die Probeentnahme nur an Meßstelle VI, während bei den folgenden Versuchen an allen Meßstellen I - VI möglichst gleichzeitig Stichproben entnommen wurden.



Stackenansatz bei Versuch Nr. 25

Rohr vor der Verkürzung

Rohr um 600 mm verkürzt

1000 mm

500
400
300
200
100
0

Maßstab 1:30

Abb. 2

Die Versuche wurden nach Möglichkeit solange ausgedehnt, bis Beharrung in den Temperaturen vorhanden war. In der Zeit zwischen der Umstellung von Verbrennung auf Vergasung und dem Abstellen des Generators war es fast immer erforderlich nachzuregulieren. Die Proben wurden dann gezogen, wenn Temperaturkonstanz vorhanden^{war} und die Fackel gleichmässig qualmte. Diesen Betriebszustand konnte man über längere Zeit leider nicht aufrecht erhalten, da die Kohlenstaubzuteilung unzuverlässig arbeitete. Die Wasserdampfzufuhr wurde so eingestellt, dass bei allen Versuchen das gleiche Temperaturniveau, etwa 1300°C im Schacht I und 1100°C im Schacht II, gehalten wurde. Um ein möglichst genaues Bild über die Vorgänge im Generator zu erhalten, wurde die Gaszusammensetzung nicht nur während der Vergasung, sondern auch bei Sauerstoffüberschuss (Versuch Nr. 13, 15, 17, 19) verfolgt. Der Übergang von Verbrennung zur Vergasung erfolgte durch Drosseln des Windes bei gleichbleibender Kohlenstaubmenge.

Die durchgesetzte Kohlenstaubmenge war durch die Leistung eines Zuteilers von max. 580 kg/h begrenzt. Um die Belastung noch weiter zu steigern, wurde versucht, mit beiden Zuteilern parallel zu arbeiten. Infolge der Strömungsverhältnisse oder ungenügender Förderluftmenge (es standen max. 270 Nm³/h zur Verfügung) misslang dieser Versuch. Die kältere Jahreszeit brachte überhaupt grössere Schwierigkeiten bei Kohlenmahlung, Staubbunkerung und Förderung mit sich. Es stellte sich heraus, dass die Mahltrocknungsanlage auch bei kleiner Belastung an der Grenze der Leistungsfähigkeit arbeitete. Der Staub neigte im Bunker zum Stehen. Durch Umbauten (Isolierung des Trocknerkreislaufes, Vergrösserung des Brüdengebläses) wurde zwar der Staub besser getrocknet, die Leistung der Mühle dagegen konnte nicht gesteigert werden. Durch diese Massnahmen und durch Einbau eines senkrecht stehenden Rührarmes in die Bunker wurde die Staubbzuteilung verbessert.

Bei den nun folgenden Versuchen Nr. 21, 23, 25 wurde das Vergasungsmittel mit Sauerstoff angereichert; ausserdem wurden bei diesen Versuchen erstmalig Gasproben über den ganzen Schachtquerschnitt gezogen, um zu untersuchen, ob die

Gaszusammensetzung über den Querschnitt gleichmässig war. Sonden aus Quarz und Sillimanit bewährten sich dabei nicht. Das Quarzrohr schmolz infolge der hohen Temperaturen und die Sillimanitsonden zerbrachen. Deshalb wurden 5 wassergekühlte eiserne Sonden angefertigt, von denen eine so ausgebildet war, dass gleichzeitig in Schachtmitte und am Rande Proben entnommen werden konnten.

Bei den Versuchen mit Sauerstoffzusatz musste mit vergleichsweise hohem Dampfzusatz gearbeitet werden, um die Schachtausmauerung nicht durch zu hohe Temperaturen zu gefährden. Im Gegensatz zu früheren Versuchen wurde der Schacht I auch im Unterteil sehr heiss und nach Versuch Nr. 25 war er unten verschlackt (siehe Abb. Nr. 2).

Um den Einfluss der Korngrösse auf die Vergasung zu untersuchen, wurde ein Versuch (Nr. 26) mit grobem Korn gefahren. Da auch bei grösster Sichtereinstellung der Mühle kein hinreichend grobes Korn ausgebracht werden konnte, so wurde aus dem Griesrücklauf ein Teilstrom abgezogen. Die Schachttemperaturen konnten bei diesen Versuchen langsamer als früher erreicht werden. Es musste auf Wasserdampfzufuhr verzichtet werden.

Es lag die Vermutung nahe, dass der bei allen bisherigen Versuchen festgestellte hohe CO_2 -Gehalt bei der hohen Abgastemperatur auf Kohlenstoffmangel zurückzuführen war. Zu diesem Zweck wurde ein Versuch Nr. 27 bei grosser Belastung mit starkem Kohlenstoffüberschuss gefahren. Es wurde soviel Kohlenstoff eingeblasen, dass die Temperaturen ohne Dampfzusatz gehalten werden konnten.

Das Verhalten eines vollkommenen anders gearteten Brennstoffes wurde durch Versuche (28, 29, 30) mit Braunkohlenstaub untersucht. Da die Temperaturen bei diesen Versuchen um etwa 200°C tiefer lagen, als bei Steinkohlen, so war ein Wasserdampfzusatz nicht erforderlich.

Die innere Auskleidung des Schachtes I senkte sich während der Versuche um soviel, dass die Melöffnung I und II unzugänglich wurden. Der Schacht wurde nach Erkalten am 16.1.43 untersucht. Über das Ergebnis wird noch berichtet werden.

D. Versuchsergebnisse

Diagramme und Zahlentafeln.

Zu Kohleheizwert: Der Heizwert wurde auf 2 % Feuchtigkeitsgehalt des Brennstaubes bezogen.

Zu Versuchsdauer: Als Versuchsdauer bei Vergasungsversuchen wurde die Zeit zwischen der Umstellung auf Vergasung und Abstellen des Kohlenstaubes bzw. Zurückstellen auf Verbrennung eingetragen.

Zu Windmenge: Die Windmenge bei Versuchen mit Vorwärmerbetrieb Nr. 1 - 10 wurde folgendermassen errechnet:

Windmenge zur Vergasung = Förderluftmenge + Hauptwindmenge + Brennerluftmenge - theor. Luftbedarf des Heizgases.

Bei Versuchen ohne Vorwärmer:

Windmenge zur Vergasung = Förderluftmenge + Hauptwindmenge

Bei Versuchen mit Sauerstoff:

Als Windmenge ist die Menge des trockenen Luftsauerstoffgemisches zu verstehen.

Beispiel Versuch Nr. 21.

Luftsauerstoffgemisch	=	1655 Nm ³ /h
Sauerstoffgehalt	=	37 %
Förderluftmenge	=	248 Nm ³ /h
Sauerstoffgehalt	=	21 %
Windmenge	=	1905 Nm ³ /h
Sauerstoffgehalt	=	35 %

Zu Wasserdampfmenge: Bei den Versuchen mit Luft ist die in den Schacht I direkt eingeblasene Dampfmenge der Rechnung zugrunde gelegt worden. Die Luftfeuchtigkeit ist vernachlässigt.

Bei den Versuchen mit Sauerstoff setzt sich die Dampfmenge zusammen aus ^(a) direkt in Schacht I eingeblasenen Menge und der Dampfmenge, die man aus der Staurandmessung in der Hauptwindleitung unter Zugrundelegung voller Sättigung errechnet.

Zu Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{H_{\text{Gas}} \cdot \text{Gasausbeute}}{H_{\text{Kohle}}} \left[\frac{\text{kcal/Nm}^3 \cdot \text{Nm}^3/\text{kg}}{\text{kcal/kg}} \right]$$

Zu Verweildauer:

$$\text{Verweildauer} = \frac{\text{Schachtvolumen} - \text{Totraum der Kuppeln}}{\text{Gasmenge}} \quad [\text{sec.}]$$

$$\text{Gasmenge} = \text{Wasserdampf} + \text{Luftmenge} \\ \text{bei } t = 1100^{\circ} \text{ C}$$

$$\text{Schachtvolumen} - \text{Totraum der Kuppeln} \\ = 26 \text{ cbm}$$

Tabelle 1.

Versuch Nr.	Datum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
		17.8.	17.8.	17.8.	23.8.	23.8.	23.8.	23.8.	26.8.	4.9.	4.9.	18.9.	18.9.	23.9.	23.9.	23.9.	25.9.	29.9.	29.9.	2.10.	
Versuchsart		Verg.	Verg.	Verg.	Verg.	Verg.	Verg.	Verg.	Verg.	Verg.	Verg.	Verg.	Verg.	Verg.	Verg.						
Versuchsduer	min	30	30	30	70	25	180	30	15	40	60	60	90	30	90	10	200	165	135	225	
Kohlenstaubmenge	kg/h	432	432	432	-	580	390	390	475	240	240	315	315	140	140	285	285	435	435	540	
"	$\frac{kg}{m^3}$	9,15	9,15	9,15	-	12,5	7,06	7,06	10,5	3,1	3,1	6,27	6,27	2,97	2,97	6,08	6,08	9,26	9,26	11,5	
ob. Heizwert	kcal/h	7440	7440	7440	7440	7440	7440	7440	7440	7440	7440	7440	7440	7440	7440	7440	7440	7440	7440	7440	7440
unt. Heizwert	"	7150	7150	7150	7150	7150	7150	7150	7150	7150	7150	7150	7150	7150	7150	7150	7150	7150	7150	7150	7150
Körnung (Rückstand 0,2mm Sieb)	%	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Vergasungsmittel		Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft						
Menge	Nm ³ /h	-	-	-	-	-	-	-	-	1380	1380	1680	1680	1250	850	2300	1400	3500	2500	4650	
Dampf	kg/h	300	300	300	250	350	0	0	0	0	0	450	280	0	0	0	220	0	200	0	
Heizgasmenge an Vorwärmer	Nm ³ /h	80	80	80	70	70	70	70	85	54	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Temperaturen																					
an Meßstelle	°C	I	II	III	IV	V	VI	2 (Temp.d.Verg.Mittel)	3												
		1170	1170	1170	1305	1180	1235	1230	1260	1230	1240	1200	1180	1290	1370	1140	1190	1040	1260	1020	
		1120	1130	1150	1230	1160	1285	1290	-	-	-	-	-	1290	1230	1220	1300	1200	1260	1150	
		1000	1010	1040	1220	1150	1270	1270	1240	-	-	-	-	1370	1250	1420	1350	1420	1360	1350	
		820	840	880	1130	1070	1150	1150	1205	930	940	1020	1040	910	860	1000	950	950	860	1070	
		710	720	770	1080	1030	1090	1095	1175	900	920	1000	1020	990	950	1120	1050	1120	1000	1200	
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	910	880	1020	980	990	900	1090	
		-	460	480	-	470	370	-	510	400	-	40	40	40	38	34	38	30	35	32	
		-	400	600	-	470	500	-	-	-	-	-	-	-	400	-	140	-	150	170	
Gasanalyse																					
Probenentnahmestelle		VI.	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	VI	
CO ₂	%	14,7	13,0	13,4	11,6	9,2	7,7	10,0	8,9	10,4	8,7	11,2	11,2	16,4	11,9	17,5	12,1	16,8	8,6	16,1	
O ₂	"	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,2	0,1	0,4	0,2	0,4	0	0	0	0	0	2,0	
CO	"	5,4	8,0	6,2	12,1	10,1	17,2	12,5	15,1	12,9	15,8	12,2	12,8	0	11,6	0,9	11,1	0,9	14,5	0,1	
H ₂	"	-	-	1,0	9,1	15,7	8,7	6,0	6,5	7,0	7,2	6,2	8,6	0	3,8	0	6,8	0,5	7,5	0	
CH ₄	"	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
N ₂	"	-	-	79,4	67,1	57,2	66,4	71,5	69,5	69,5	60,2	70,0	67,2	83,2	72,7	81,6	70,0	81,8	69,3	61,0	
erzeugte Gasmenge	Nm ³ /h	-	-	-	-	-	-	-	-	1570	1600	1880	1980	1220	925	2280	1600	3370	2850	4490	
Gaszusbeute	Nm ³ /kg	-	-	-	-	-	-	-	-	6,53	6,66	5,97	6,28	8,72	6,60	9,0	5,62	7,76	6,53	8,32	
Gasheizwert	$\frac{kcal}{Nm^3}$	-	-	217	642	1025	785	561	645	603	697	557	648	-	466	-	542	-	672	-	
	$\frac{kcal}{Nm^3}$	-	-	217	599	950	740	532	623	570	662	527	608	-	440	-	510	-	633	-	
Wirkungsgrad bez. auf kaltes Gas	%	-	-	-	-	-	-	-	-	53,0	62,4	44,7	54,7	-	41,4	-	11,0	-	59,2	-	
Luftaufnahme	Nm ³ /kg	-	-	-	-	-	-	-	-	5,75	5,75	5,33	5,33	-	6,07	-	4,92	-	5,75	-	
Flaschengeschwindigkeit bez. auf 1,2 m/g u. Betriebstemperatur	m/sec	-	-	-	-	-	-	-	-	1,71	1,71	2,78	2,52	-	1,05	-	2,04	-	3,4	-	
Verweildauer in den Vergasungsschichten	sec	-	-	-	-	-	-	-	-	13,5	13,5	8,3	9,2	-	21,9	-	11,3	-	6,8	-	

Tabelle 1. (Fortsetzung)

Versuch Nr. Datum 1942	Dimension	20 2.10.	21 3.11.	22 11.11.	23 13.11.	24 18.11.	25 24.11.	26 1.12.	27 4.12.	28 15.12.	29 17.12.	30 21.12.
Versuchsart		Verg.	O ₂ -Verg.	Verg.	O ₂ -Verg.	Verg.	O ₂ -Verg.	Verg.	Verg.	brannk.	brannk.	brannk.
Versuchsdauer	min.	195	60	180	210	120	120	150	180	180	140	160
Kohlenstoffmenge	kg/h	540	540	580	580	435	540	595	580	540	430	310
"	t/dgn	11,5	11,5	12,36	12,36	9,26	11,5	8,4	12,36	11,5	9,25	6,6
oberer Heizwert	kcal/kg	7440	7440	7440	7440	7440	7440	7440	7440	5545	5545	5545
unterer Heizwert	kcal/kg	7150	7150	7150	7150	7150	7150	7150	7150	5257	5257	5257
Körnung (Rückstand 0,2 mm Sieb)	%	12,0	31,3	37,3	37,3	37,3	37,3	69,0	37,3	4	4	4
Vergasungsmittel		Luft	Luft+O ₂	Luft	Luft+O ₂	Luft	Luft+O ₂	Luft	Luft	Luft	Luft	Luft
Menge	Nm ³ /h	2700	1903	2740	909	2350	536	1860	2170	1630	1260	960
Sauerstoffgehalt	%	21	36,9	21	41,3	21	47	21	21	21	21	21
Dampfmenge	kg/h	220	900	1111	250	-	400	0	0	0	0	0
										1,2	2,5	3,9
Temperaturen												
an Meßstelle I	°C	1100	1170	920	1230	1040	1400	1100	1230	1170	1220	1220
II	"	1260	1235	1000	1360	1280	1150	1180	1130	1100	1100	1010
III	"	1300	1390	1440	1420	1440	1190	1280	1290	1170	1120	1020
IV	"	950	1160	1340	1270	1260	1060	1080	1150	1040	1010	900
V	"	1070	1070	1210	1140	1070	980	960	1060	1000	980	870
VI	"	990	840	1250	1160	1100	1020	1000	1100	1020	1000	880
2 (Temp. d. Verg. Mittels)	"	40	75	24	100	30	85	35	35	35	40	35
3	"	180	170	100	200	-	-	-	-	-	-	-
Gasanalyse												
Probenentnahmestelle		VI	Fackel	Fackel	Fackel	Fackel	Fackel	Fackel	Fackel	Fackel	Fackel	Fackel
CO ₂	%	10,2	17,1	13,8	20,4	13,9	22,4	11,5	7,3	8,9	8,2	8,7
O ₂	%	0,1	0,3	0,1	1,5	0,1	0,5	0,2	0,2	0,3	0,0	0,2
CO	%	13,7	18,3	8,5	21,4	6,1	21,6	9,5	15,5	18,0	19,9	18,1
H ₂	%	8,7	16,6	9,3	20,7	2,6	25,6	2,8	6,4	8,1	8,4	8,0
CH ₄	%	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
H ₂	%	67,3	47,7	68,7	36,0	77,3	29,9	76,0	70,1	64,7	63,5	65,0
erzeugte Gasmenge	Nm ³ /h	3170	1890	3140	1050	2360	1235	1650	2290	1790	1570	1030
Gasausbeute	Nm ³ /kg	5,88	3,5	5,41	1,81	5,42	2,29	4,18	3,95	3,32	3,65	3,33
Gasheizwert Ho	kcal/Nm ³	680	1060	541	1278	263	1433	373	711	791	857	791
" Hu	kcal/Nm ³	638	980	496	1170	251	1310	359	675	752	817	753
Wirkungsgrad bez. auf kaltes Gas	%	53,8	49,9	49,4	51,1	19,2	44,1	21,0	37,1	47,4	56,4	47,6
Gasgeschwindigkeit bez. auf 1,2 m Ø u. Betriebstemperatur	m/sec	3,61	3,74	5,10	1,51	2,9	-	2,30	2,56	2,02	1,56	1,19
Verweilauer in den Vergasungsschichten	sec	6,34	6,14	4,5	15,2	7,9	-	10,0	4,51	11,4	14,7	19,4

Tabella 3.

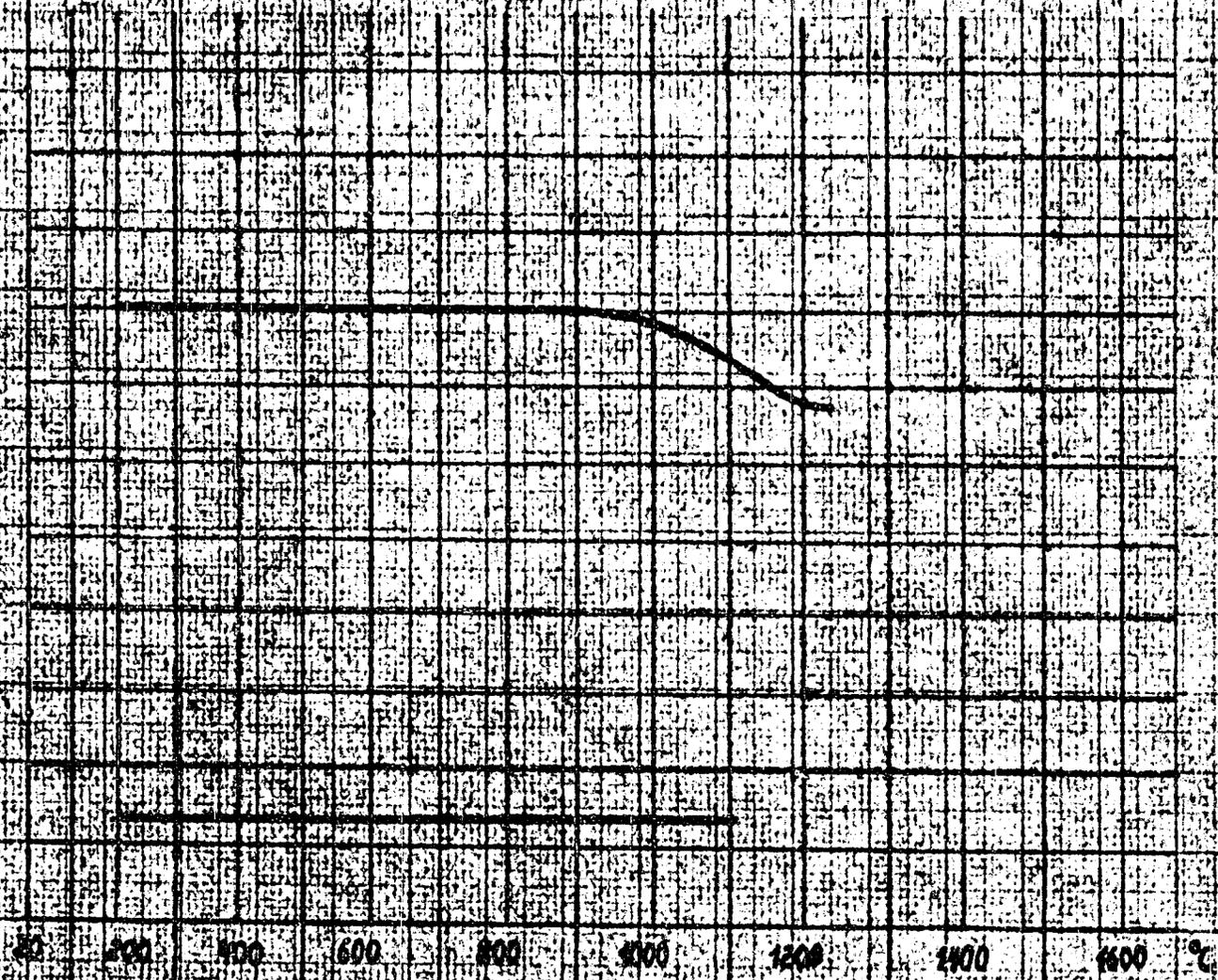
Analysen der Trockensubstanzen.

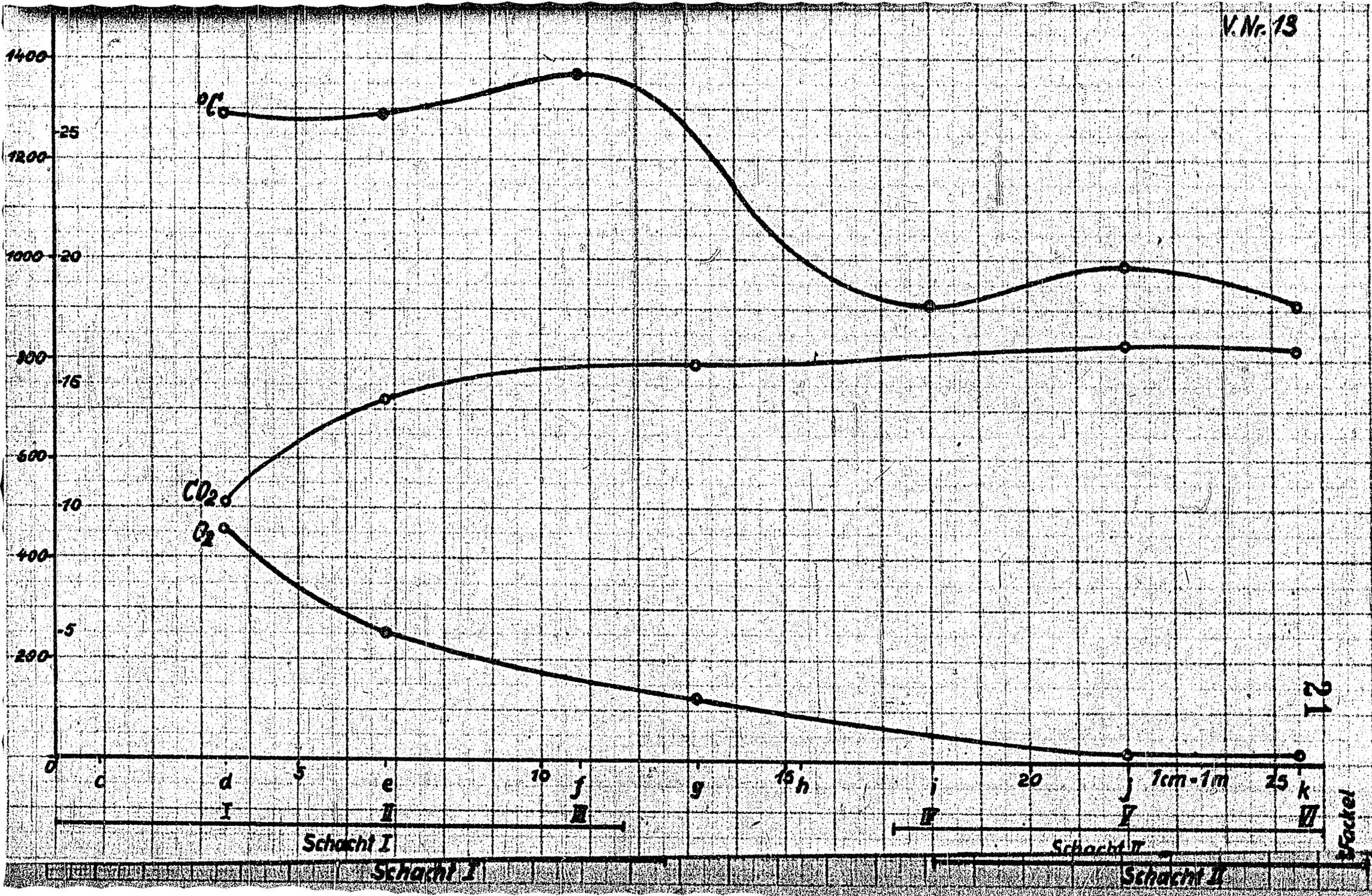
Kohlenart Herkunft		Steinkohle Wilhelmine-Victoria	Rhein. Braunkohle Gewerkschaft Neurath.
Asche	%	10,41	5,22
fl. Bestandteile	"	29,82	54,28
ges. Schwefel	"	1,01	0,49
verb. Schwefel	"	0,87	0,44
Wasserstoff	"	4,62	4,74
Kohlenstoff	"	75,87	64,95
Sauerstoff u. Stickstoff	"	7,23	24,65
ob. Heizwert	koal/kg	7559	6111
unt. Heizwert	"	7310	5855

Verwendeter Staub

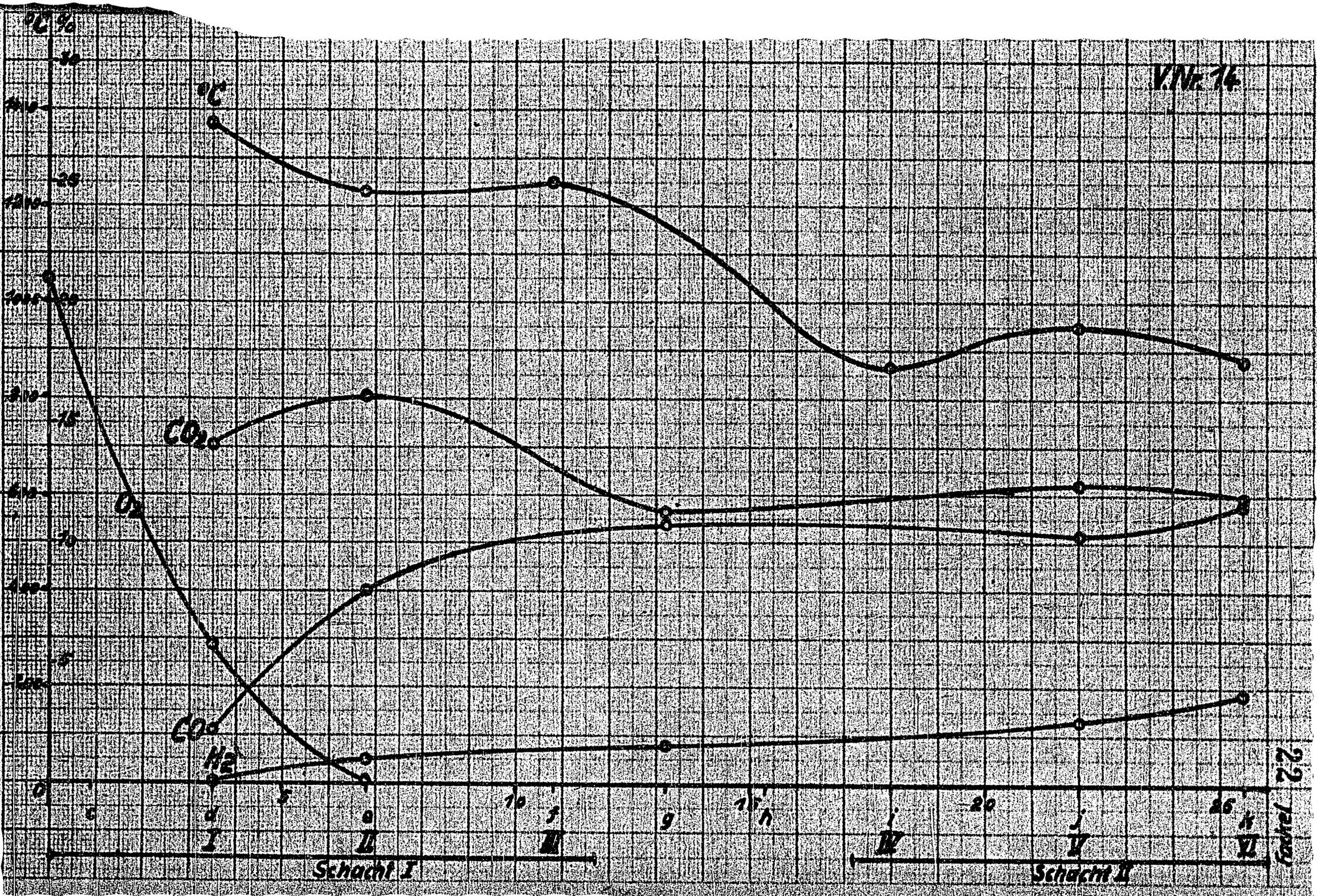
Kohlenart Wassergehalt	%	Steinkohle 2	Steinkohle 2	Steinkohle 2	Braunkohle 9,26
Siebrückstands: Maschenweite					
2,0 mm	"	-	-	14,69	-
1,0 "	"	-	-	35,65	-
0,49 "	"	1,7	15,7	51,35	-
0,3 "	"	6,0	28,6	67,02	-
0,2 "	"	12,0	37,3	69,00	4
0,12 "	"	-	-	-	22
0,06 "	"	-	-	-	73

Schlackenschmelzkurve

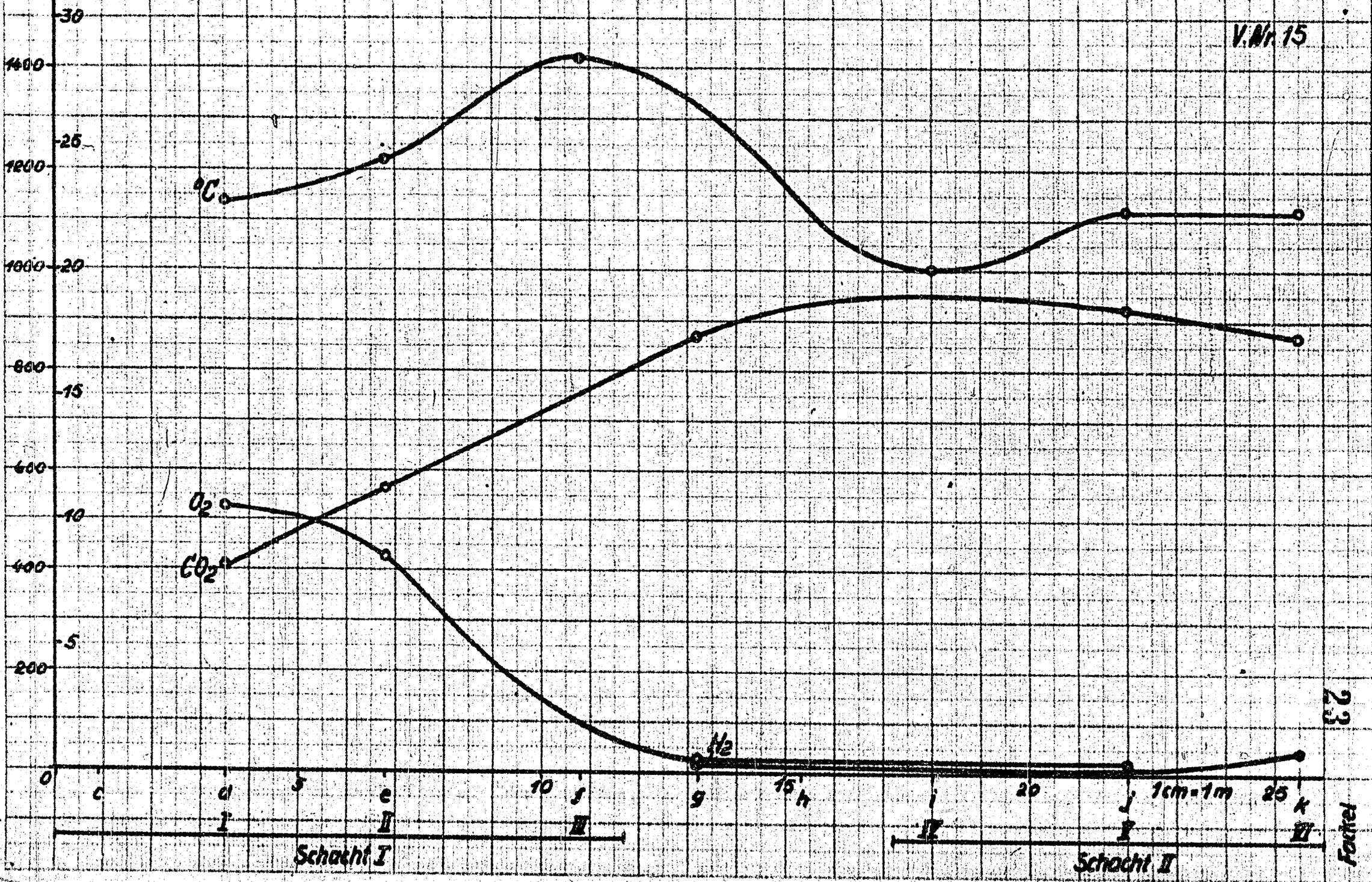




V. Nr. 74



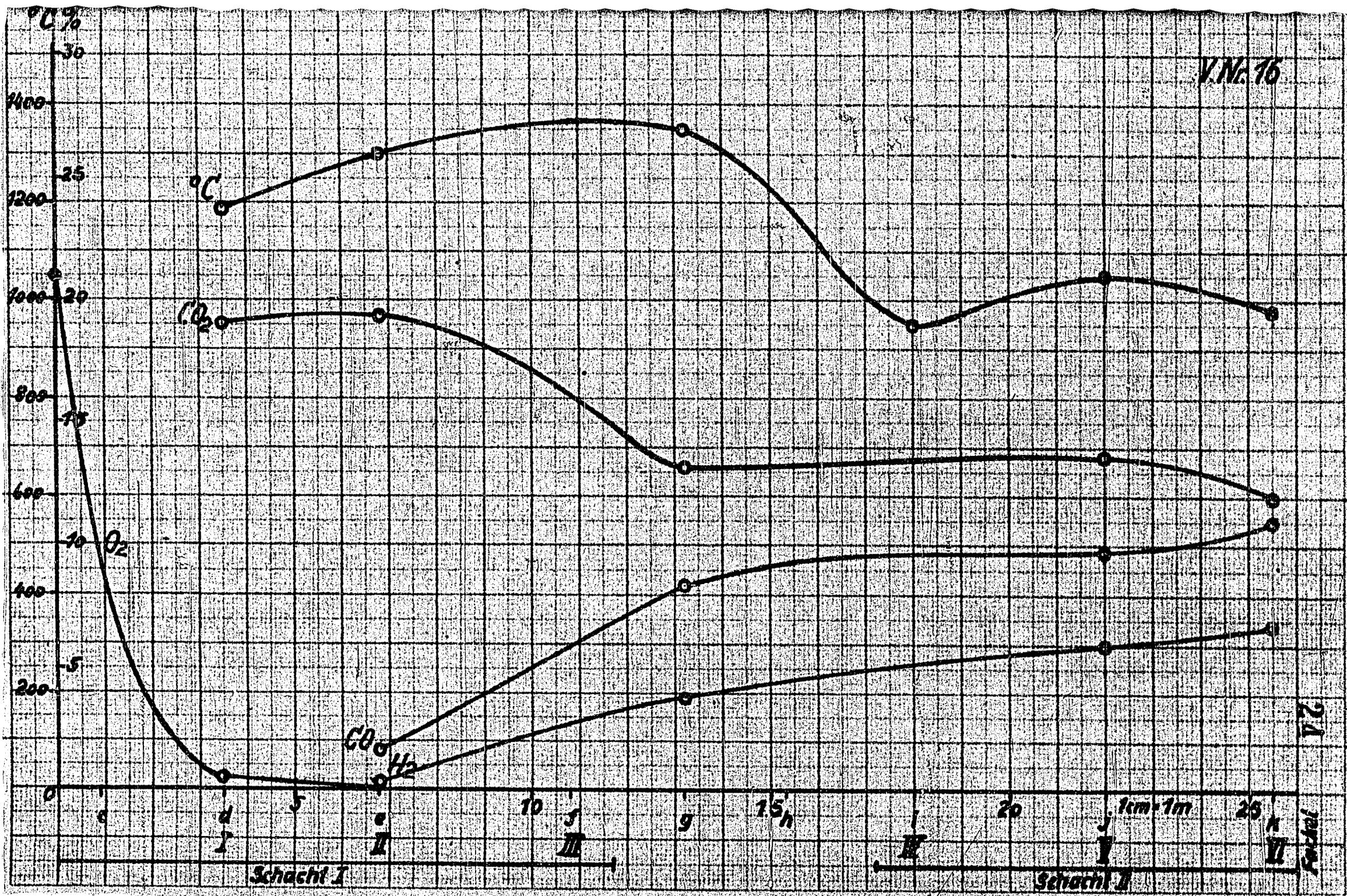
22 Meter



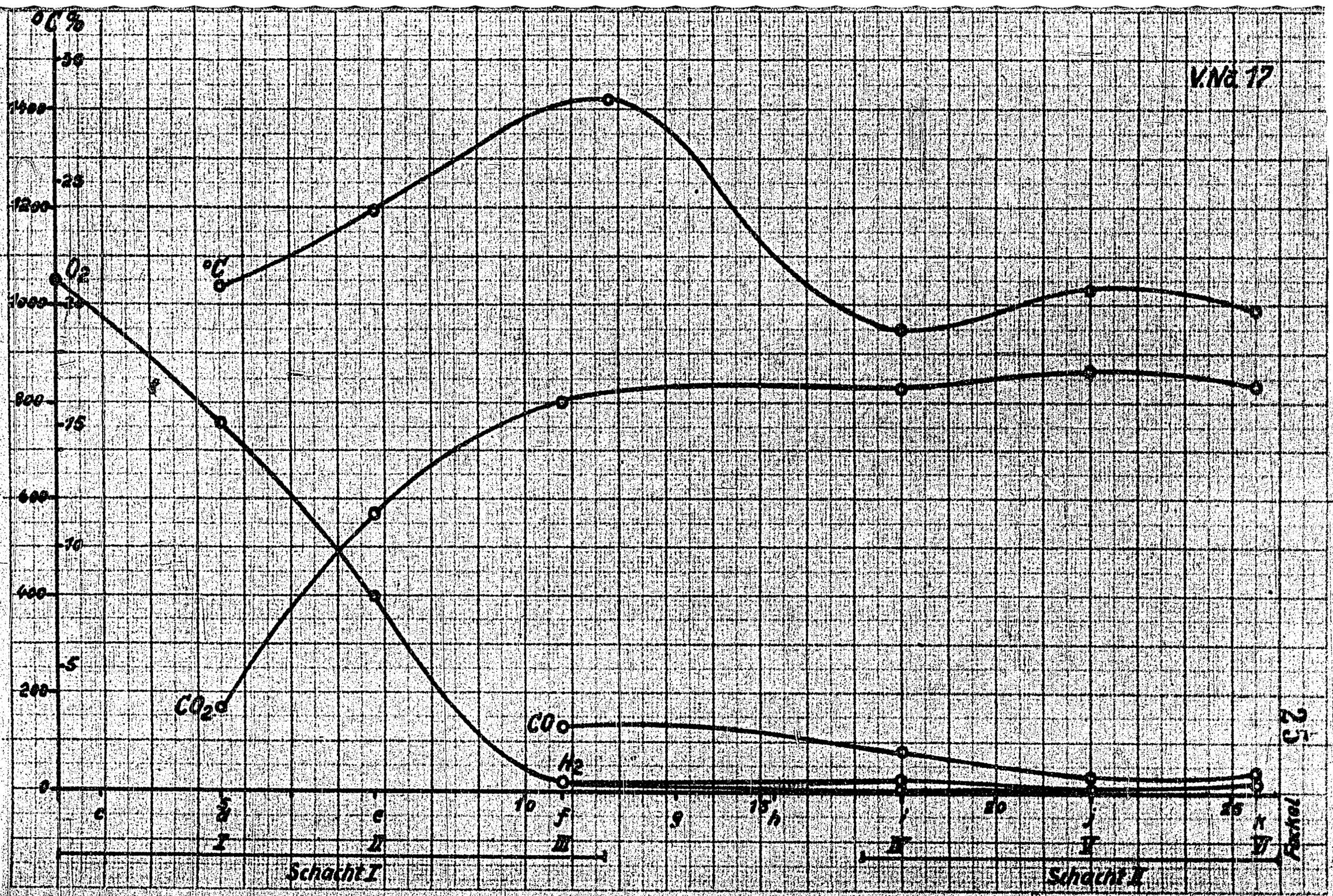
23

Fachtel

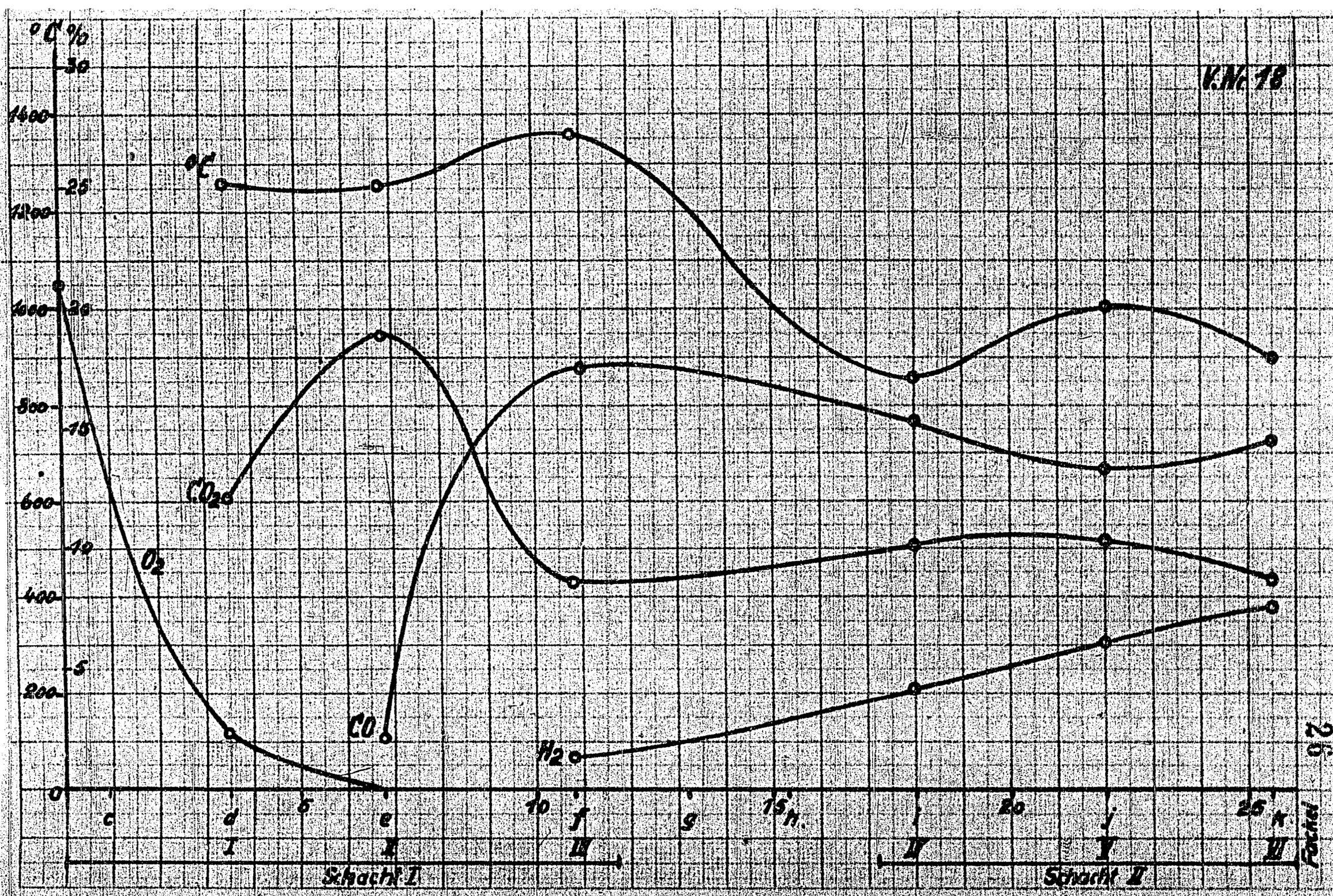
V. N. 16



V. No. 17

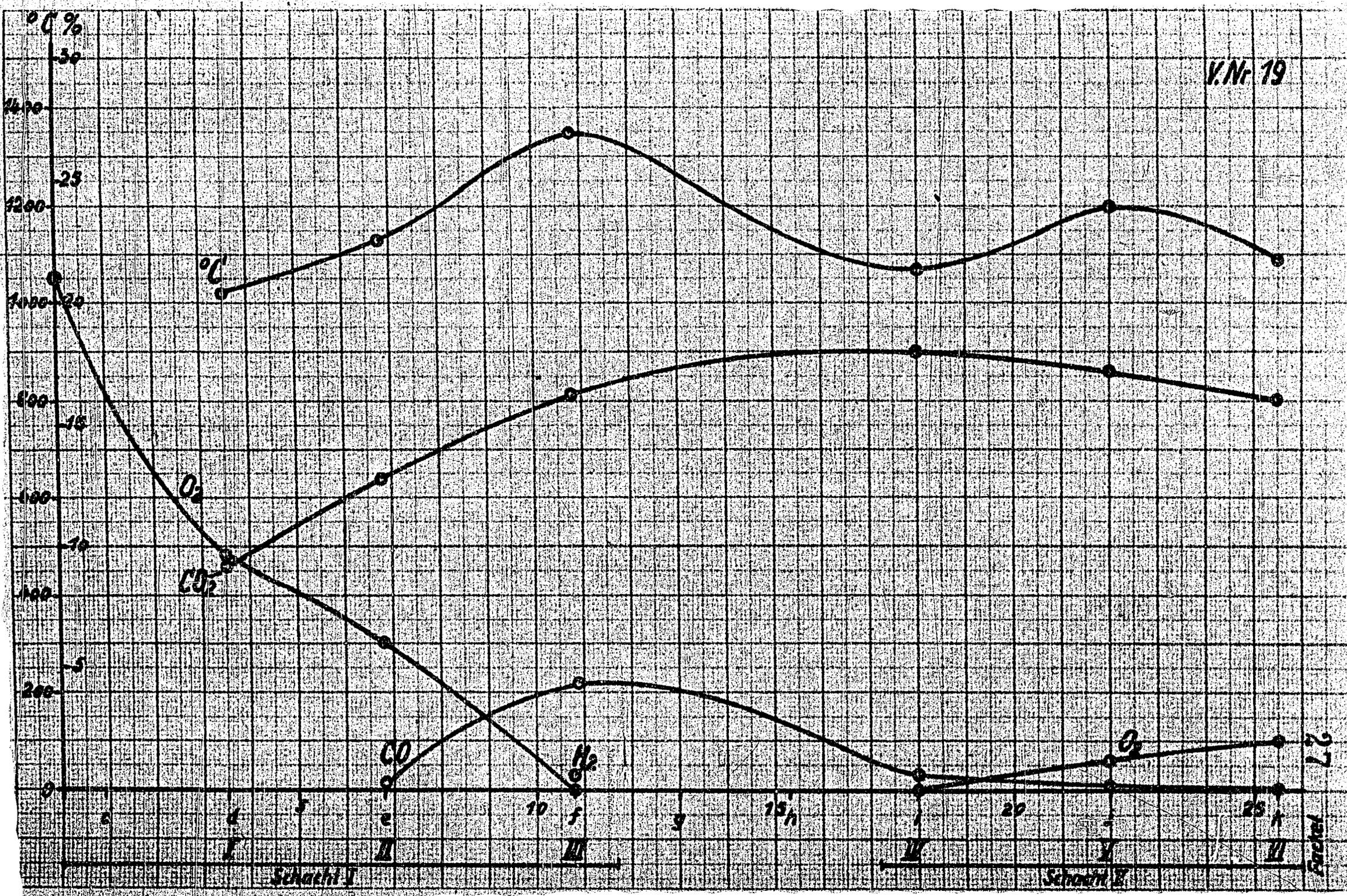


K.Nr. 78

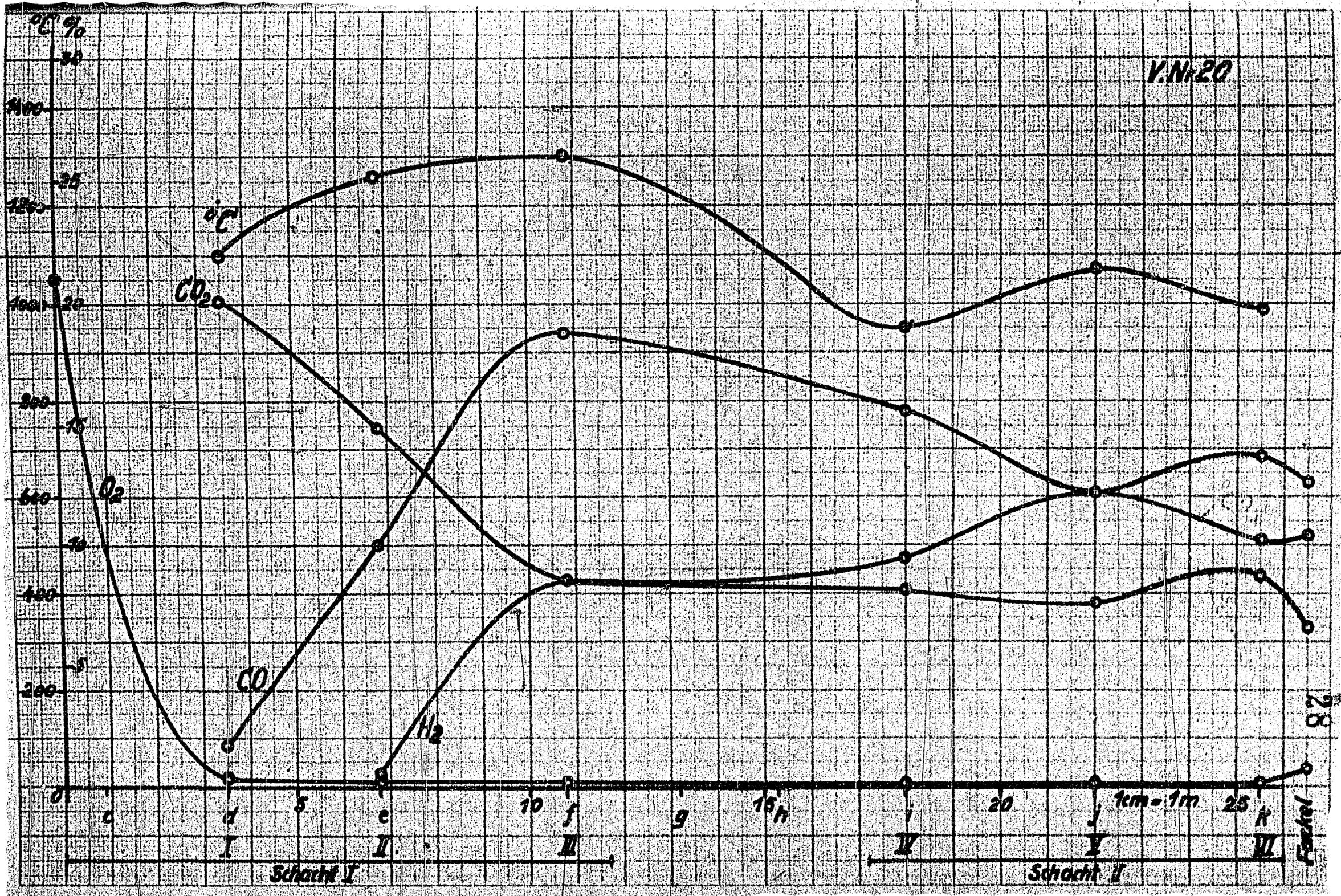


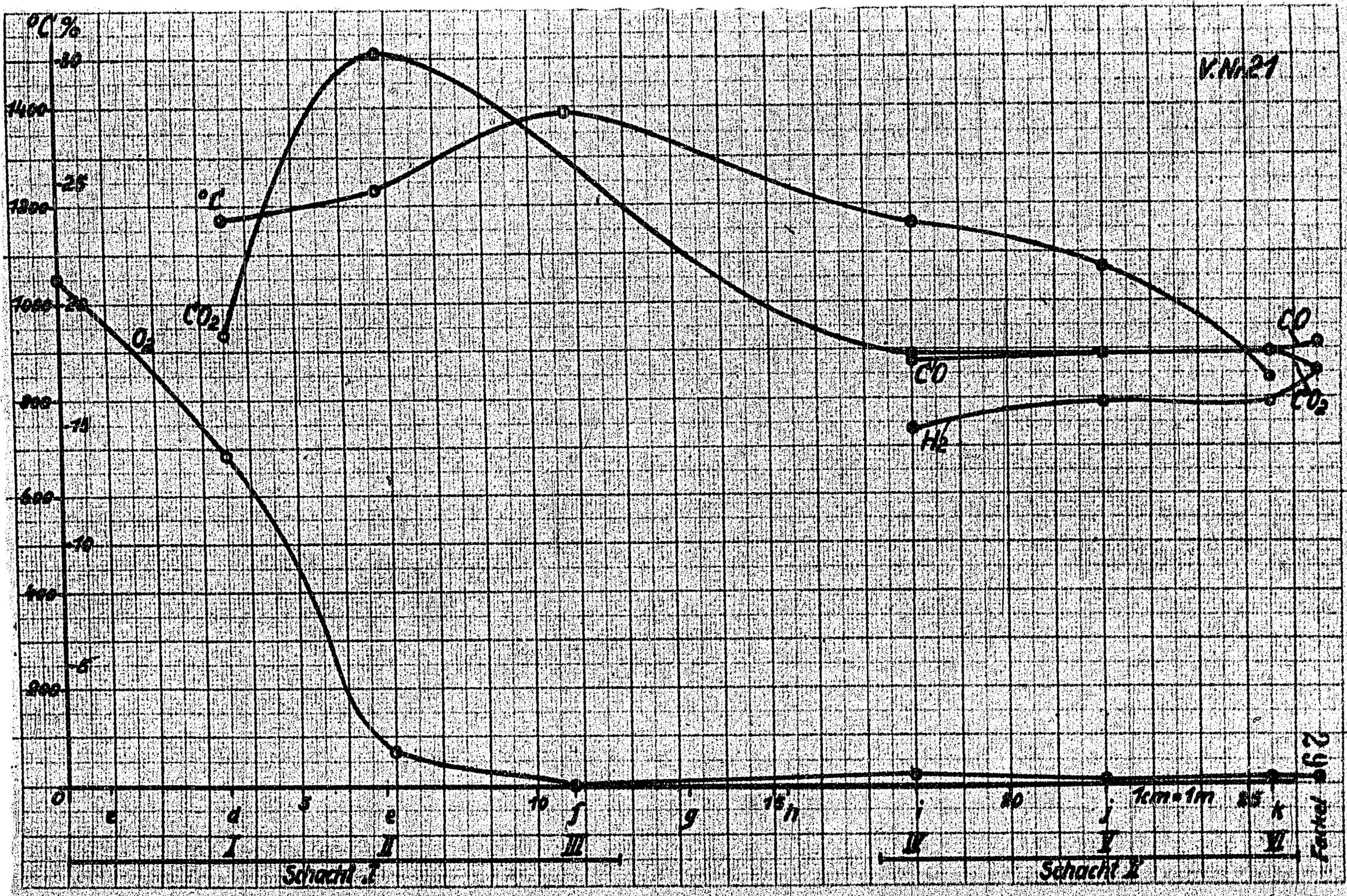
26
Fächer

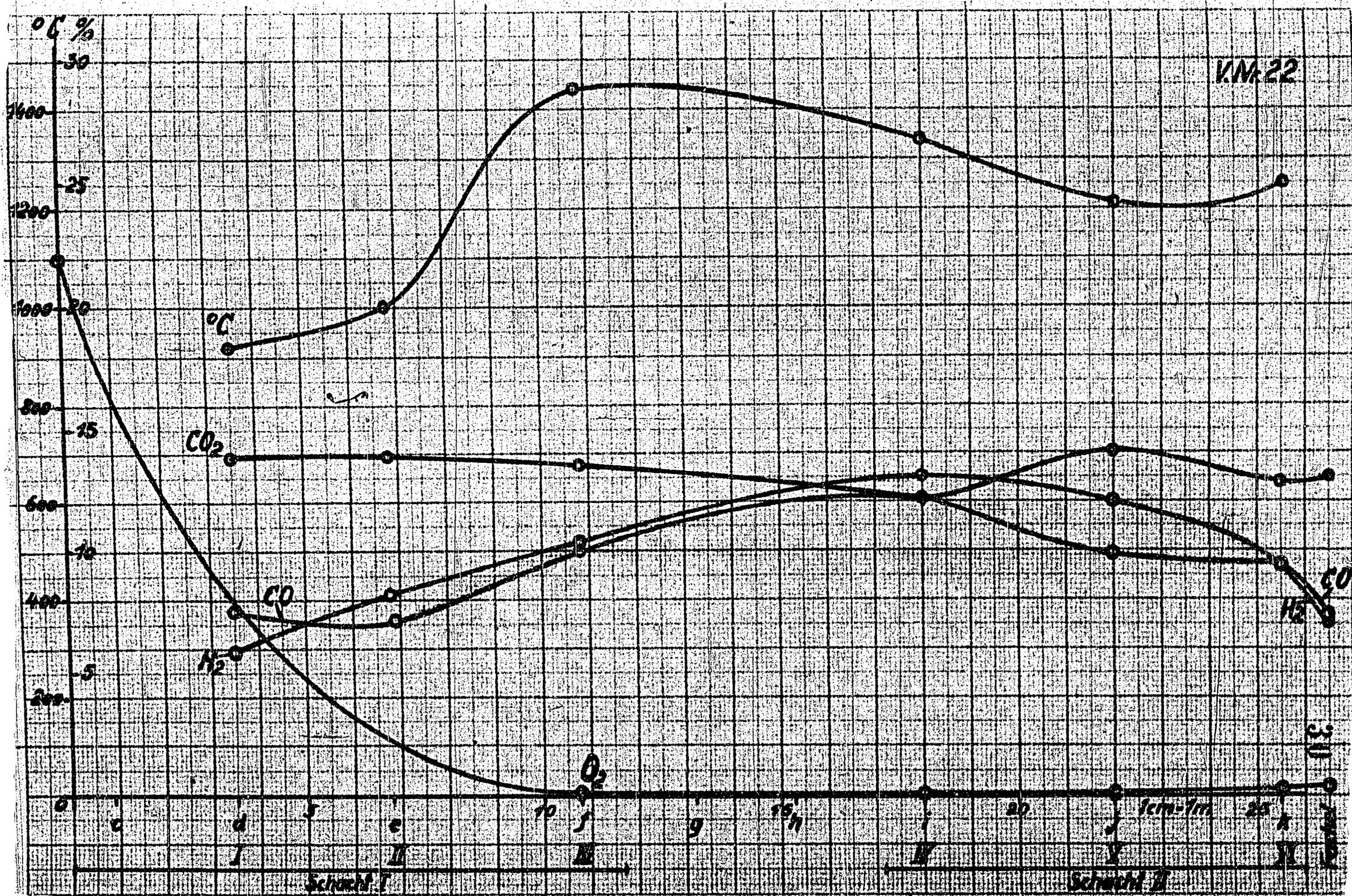
V. Nr. 19

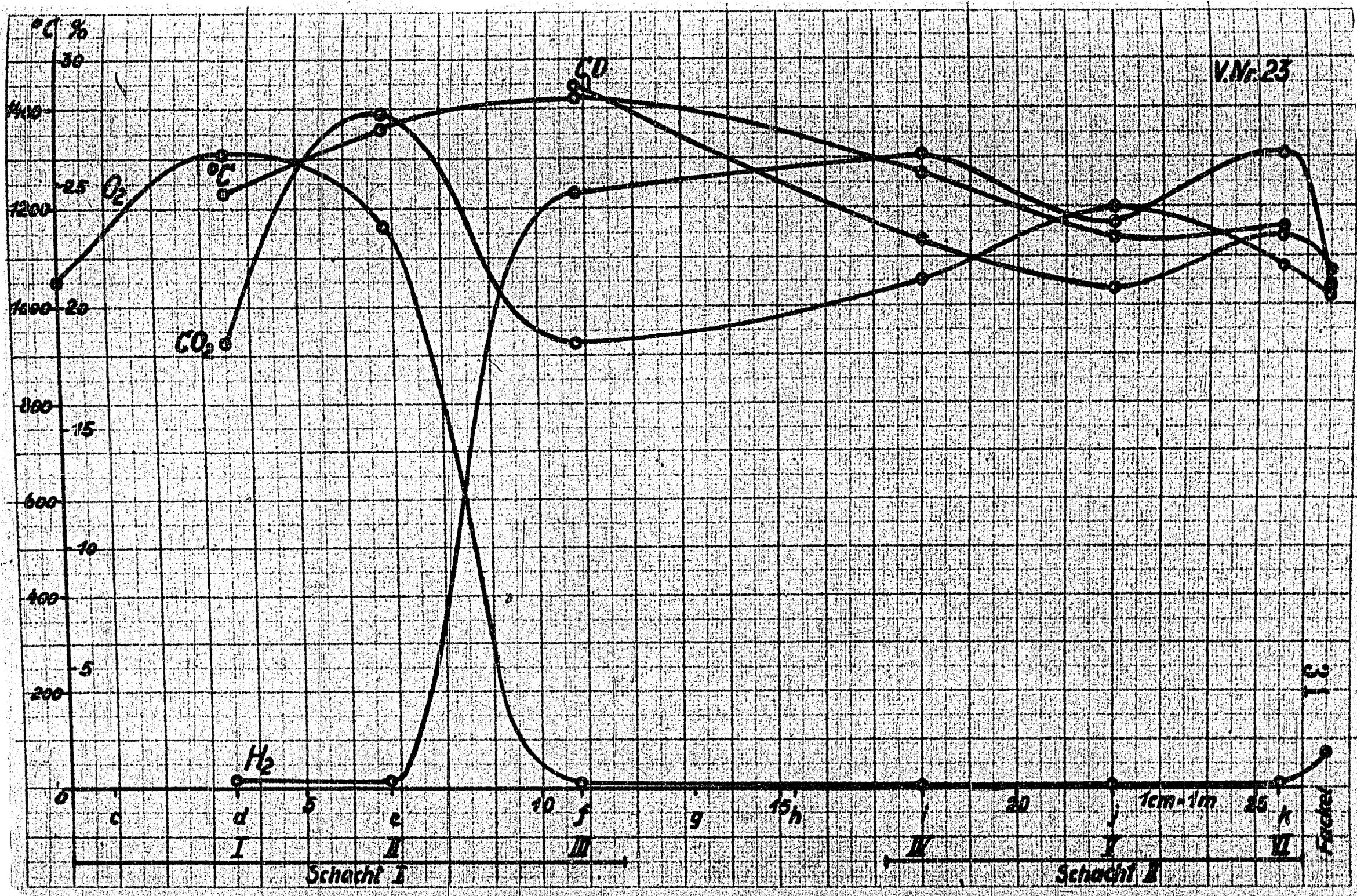


V.N. 20

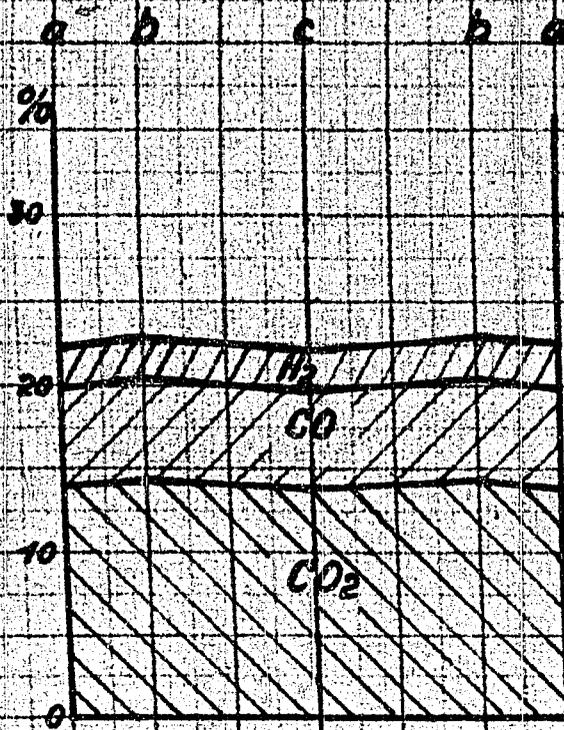






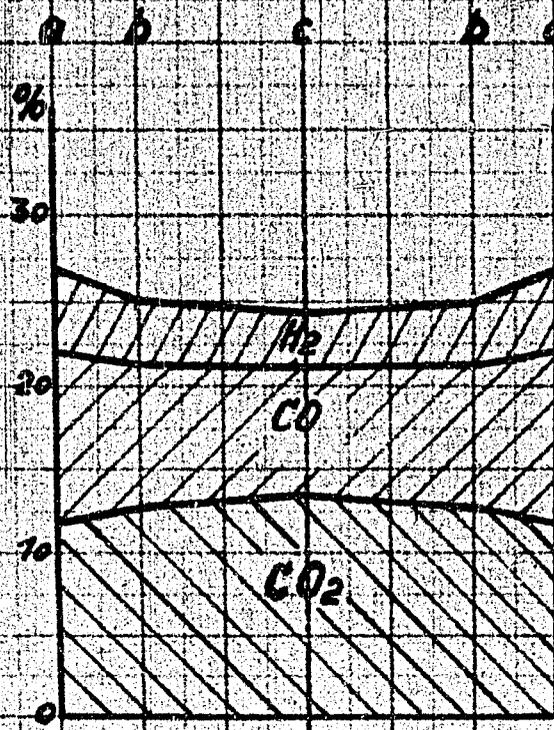


Gaszusammensetzung über den Schachtquerschnitt (Versuche 24 u. 25)



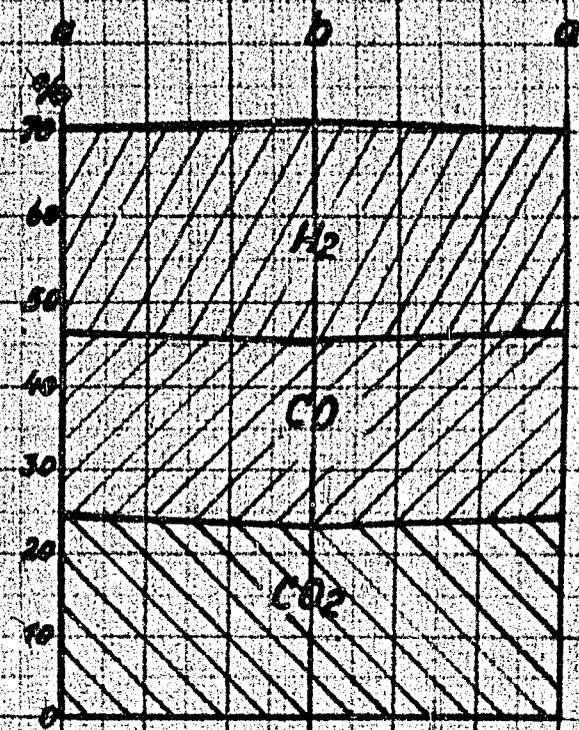
V.N.24 Meßst. V

%	a	b	c
CO ₂	13,9	14,2	13,9
O ₂	0,2	0,2	0,2
CO	6,0	6,1	5,9
H ₂	2,3	2,3	2,4



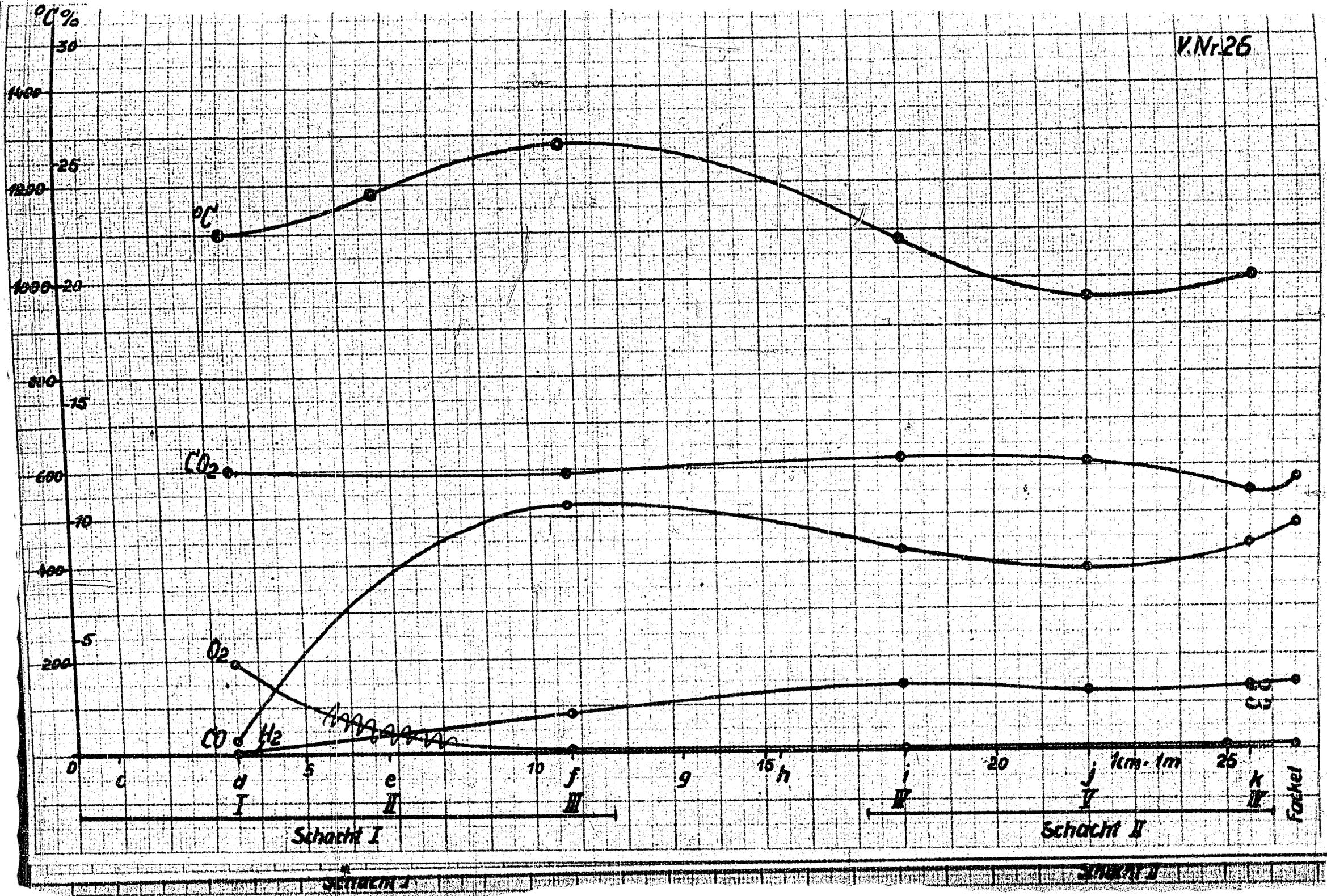
V.N.24 Meßst. VI

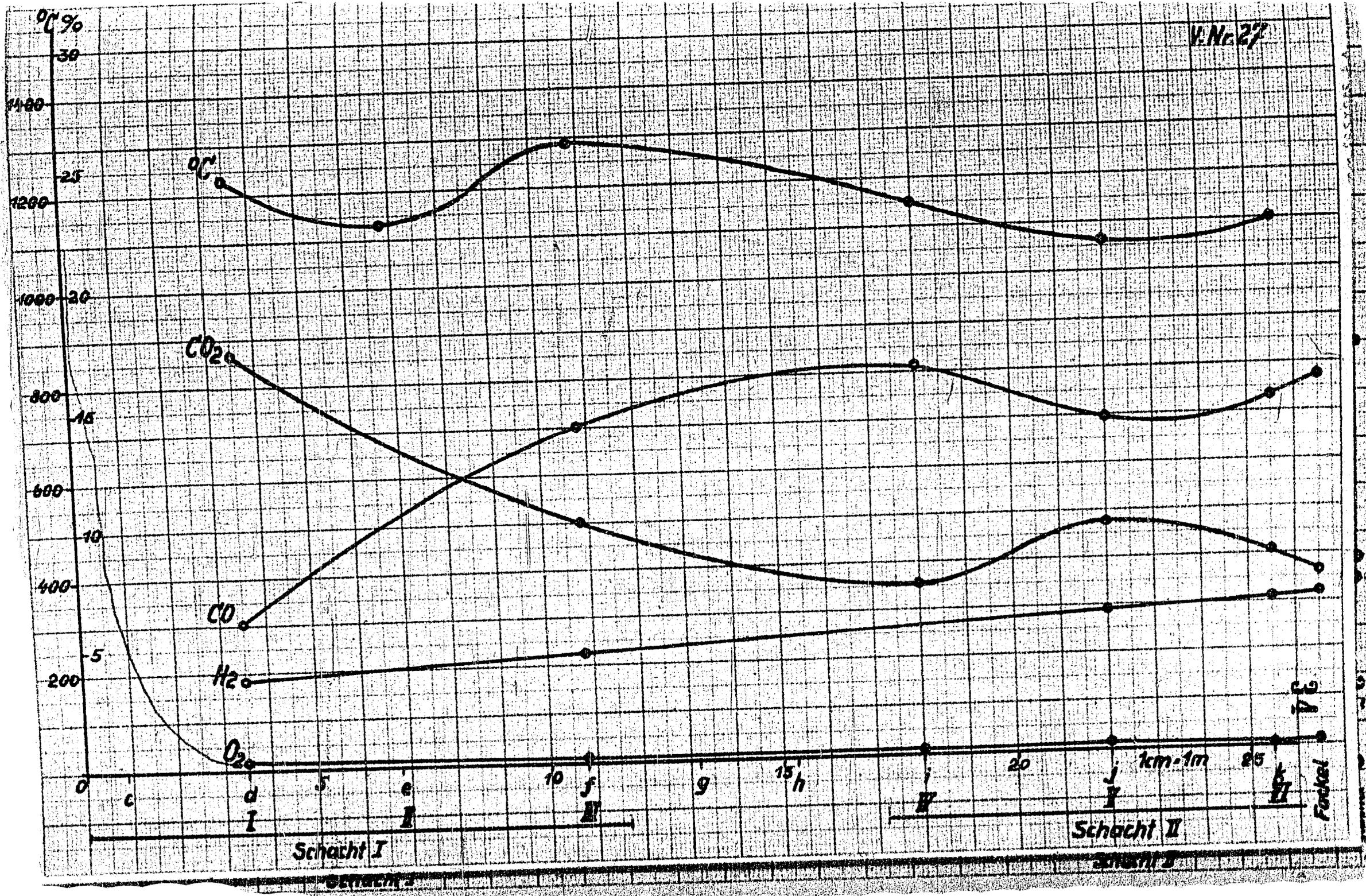
%	a	b	c
CO ₂	11,7	12,6	13,4
O ₂	0,3	0,2	0,1
CO	10,1	8,6	7,8
H ₂	4,5	3,5	3,0



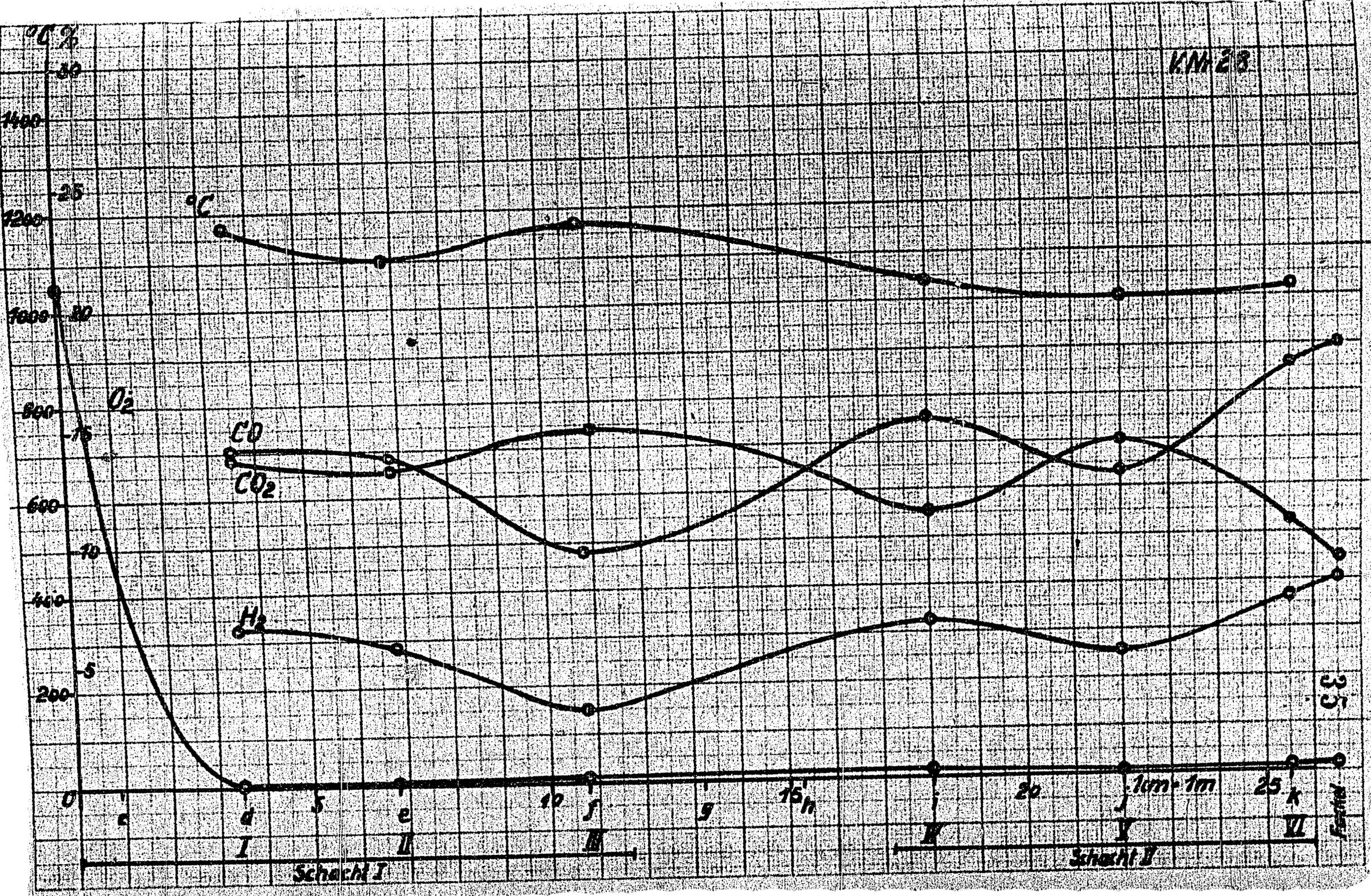
V.N.25 Meßst. VII

%	a	b
CO ₂	24,0	23,4
O ₂	0,2	0,1
CO	22,0	22,0
H ₂	24,0	23,7

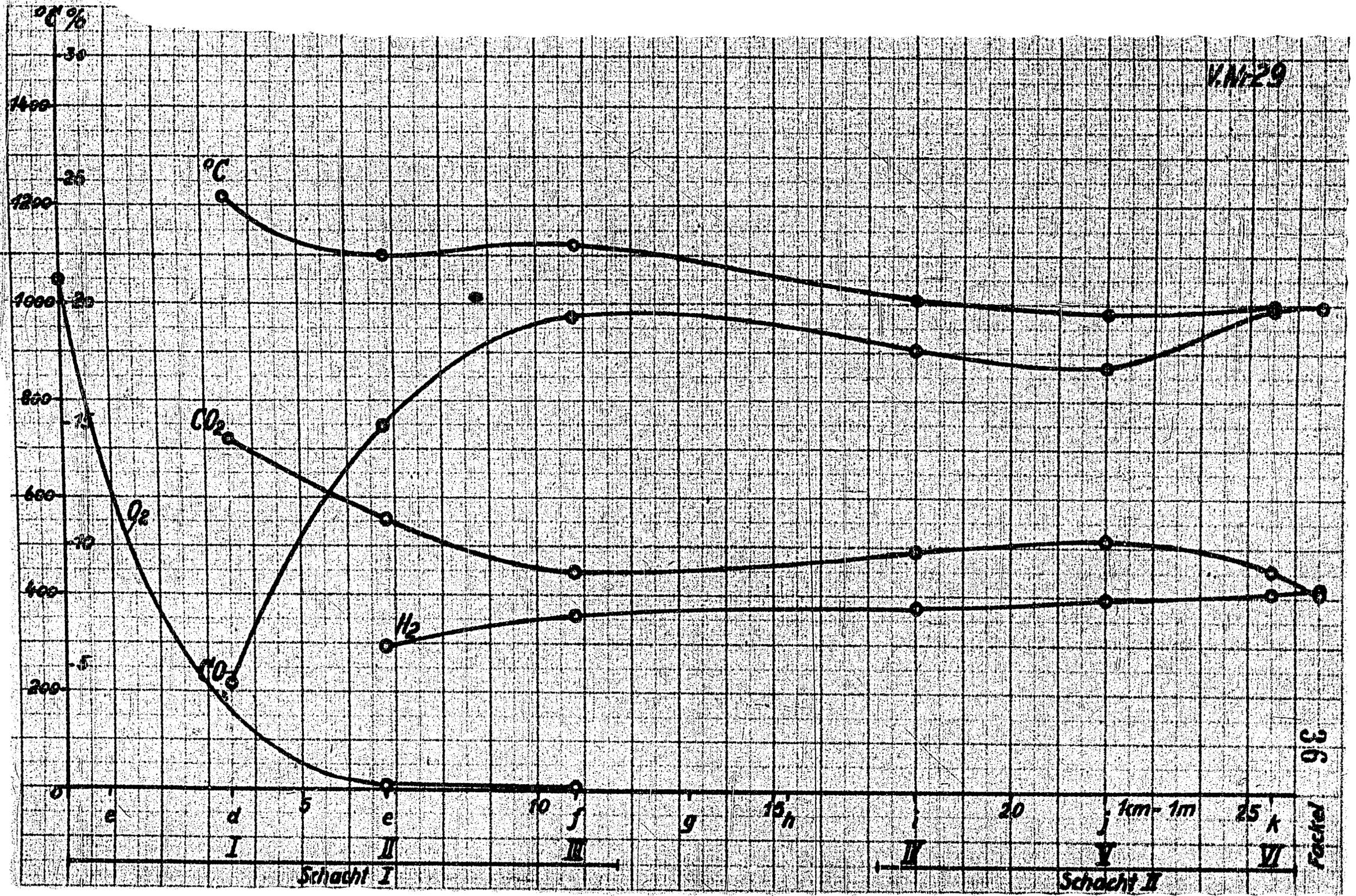




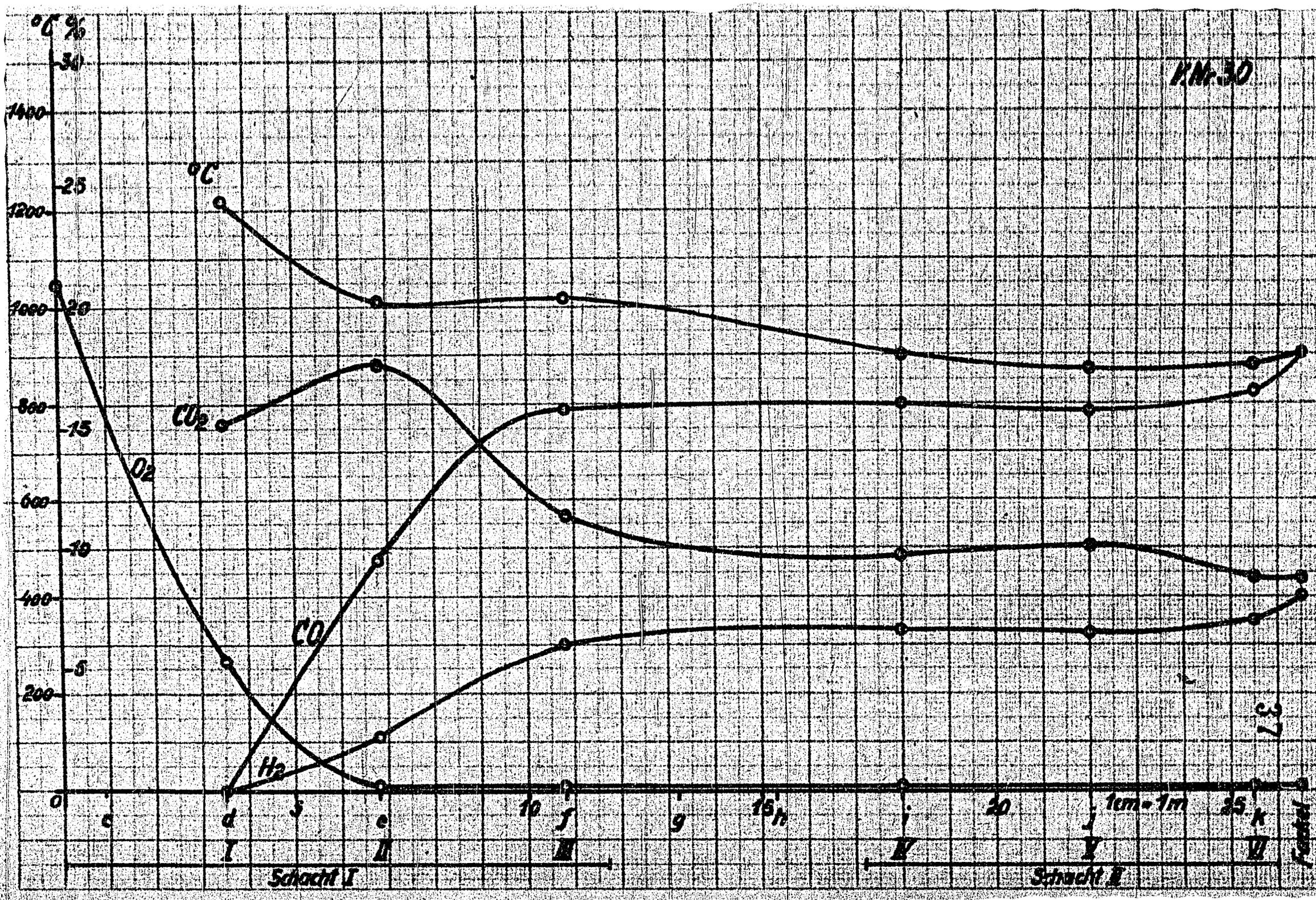
KM 218



V.M. 29



PM-30



Z. Kritik der Versuche

W e r t u n g d e r T a b e l l e n . Von den in der Tabelle aufgeführten Messwerten ist insbesondere der Wert für die Kohlenstaubmenge (kg/h) unverlässlich:

1. Die empirische Eichung des Kohlenstaubzuteilers streute um etwa 10 %. Ausserdem liegt es im Wesen des Verfahrens, dass der Generator keinen Brennstoff speichern kann, so dass sich jede Schwankung in der Brennstoffzuteilung in der ganzen Anlage sofort auswirkt.
2. Eine Kontrolle der Staubbelastung durch eine Aschenbilanz ist nicht möglich, da die Vergasungsrückstände an 5 verschiedenen Stellen in verschiedener Form und mengenmässig nicht erfassbar, anfallen. Und zwar: im Schacht I unten als geschmolzene und wieder erstarrte Schlacke - in der Spülvorrichtung am Ende des Schachtes II als aschereicher Restkoks - als Schlamm im Waschwasser und als Flugstaub im erzeugten Gas *und als Absatz an den Schachtwänden.*

Die Gasanalysen sind aus demselben Grunde, nämlich einer fehlenden Brennstoffspeicherung im Generator als Stichproben zu betrachten. Bei einigen Versuchen mit guter Beharrung (Versuch Nr. 26 - 30) wurde vergleichsweise die Probenahme über etwa 15 Min. ausgedehnt. Die Probeentnahme zur Feststellung der Gaszusammensetzung über den ganzen Vergasungsweg erfolgte gleichzeitig, um Schwankungen im Generatortgang auszuschalten. Man konnte mit Recht annehmen, dass die Gaszusammensetzung über den Schachtquerschnitt verschieden sein würde. Die Probeentnahmen mit wassergekühlten Sonden ergaben aber keine wesentlichen Abweichungen in der Gaszusammensetzung. Diese Untersuchungen wurden an Messstelle II, III, IV, V, VI vorgenommen und sind im Anhang in Kurven dargestellt.

Der manchmal eigenartige Temperaturverlauf in Abhängigkeit vom Vergasungsweg lässt sich aus dem Einbau der Thermo-Elemente erklären. Die Enden der Thermo-Elemente sind an den Stellen eines starken Temperaturgefälles, nämlich in Wandnähe gegen geringfügige Verschiebungen sehr empfindlich. Ausserdem bestand die Möglichkeit von Schlackenansätzen auf den Schutzrohren.

Da bei reiner Gasheizung des Generators sich ein ähnlicher Temperaturverlauf einstellte, wie bei den Versuchen, so sind systematische Fehler der Messanlage wahrscheinlich. Da die Flammentemperatur von der Wandtemperatur abweicht, so sind die gemessenen Temperaturen zu niedrig und nur als Vergleichswerte zu betrachten.

Aus der zugeführten Kohlenstoffmenge und dem ausgebrachten Kohlenstoff im Gas ergibt sich im Durchschnitt ein Ausbrand von 90 %. Die Unsicherheit dieser Kohlenstoffbilanz wurde im Vorhergehenden bereits erläutert.

Die Stickstoffbilanz ergibt eine gut Übereinstimmung zwischen Luft- und Gasmengenmessung.

Zum Verlauf der Kurven ist zu sagen: Bei reiner Verbrennung zieht sich der Vorgang durch beide Schächte hindurch, während die Oxydationszone bei Vergasung überraschend kurz und etwa ein Drittel vom Schacht I beansprucht. Man sieht ferner, dass eine scharfe Trennung zwischen Oxydations- und Reduktionszone vorhanden ist, denn CO tritt erst nach Verschwinden des freien Sauerstoffes auf. Weniger klar sind die Verhältnisse im Schacht II. Bei verschiedenen Versuchen trat eine Verschlechterung des Gases in diesem Schacht ein. Dieses könnte das Ergebnis einer unerwünschten Nachverbrennung sein, die durch Luftströme zwischen Mauerwerk und Blechmantel verursacht wird. Gegen diese Annahme sprechen die Abdichtungen, die an den einzelnen Mantelschüssen eingemauert sind. Zur Klärung wurde der Blechmantel von Schacht I und II an mehreren Stellen angebohrt. Bei Versuch Nr. 29 strömte unter mäßigem Druck ein Gas von etwa 60° C und folgender Zusammensetzung aus:

Schacht I		Schacht II	
CO ₂	= 28,6 % ?	CO ₂	= 22,3 % ?
O ₂	= 0,1 %	O ₂	= 0,9 %
CO	= 0 %	CO	= 0,9 %

Stärkere Erwärmungen, die auf Undichtheiten im Mauerwerk schliessen lassen, wurden an keiner Stelle des Blechmantels beobachtet. Die Oberflächentemperaturen des Generatormantels lagen zwischen 55 und 70° C. Bisher wurde noch keine Erklärung

für die Verschlechterung des Gases gefunden, zumal infolge des Überdrucks in der Anlage von aussen keine Falschluff einströmen konnte. Es wurde auch vermutet, dass die Verschlechterung des Gaseiswertes auf einer Konvertierung von CO durch den hohen Wasserdampfüberschuss zurückzuführen sei.

Um zu einem brauchbaren Verfahren zu kommen, ergibt sich aus den bisherigen Versuchen folgendes:

1. Eine Lösung des Problems der flüssigen Schlackenabfuhr muss gefunden werden, da bereits jetzt oberhalb des Schmelzpunktes der meisten Kohlenaschen gearbeitet wird, und die Temperatur wahrscheinlich noch gesteigert werden muss.
2. Es ist eine Schachtauskleidung zu entwickeln, die sowohl den hohen Temperaturen als auch dem chemischen Angriff der flüssigen Schlacken widersteht.
3. Die Voraussetzungen für einen Dauerbetrieb sind durch Umbau der Kohlenmahlanlage zu schaffen, da zu erwarten ist, dass sich noch weitere Schwierigkeiten einstellen werden, die bei dem vergangenen intermittierenden Betrieb noch nicht zur Auswirkung kamen.
4. Um den ganzen Vergasungsvorgang besser zu erforschen, sind die Messeinrichtungen zu verbessern, insbesondere ist die Schaffung der Möglichkeit zur einwandfreien Messung der durchgesetzten Kohlenstaubmenge notwendig.

Dr. Ing. W. ...

Essen, den 1. Februar 1943