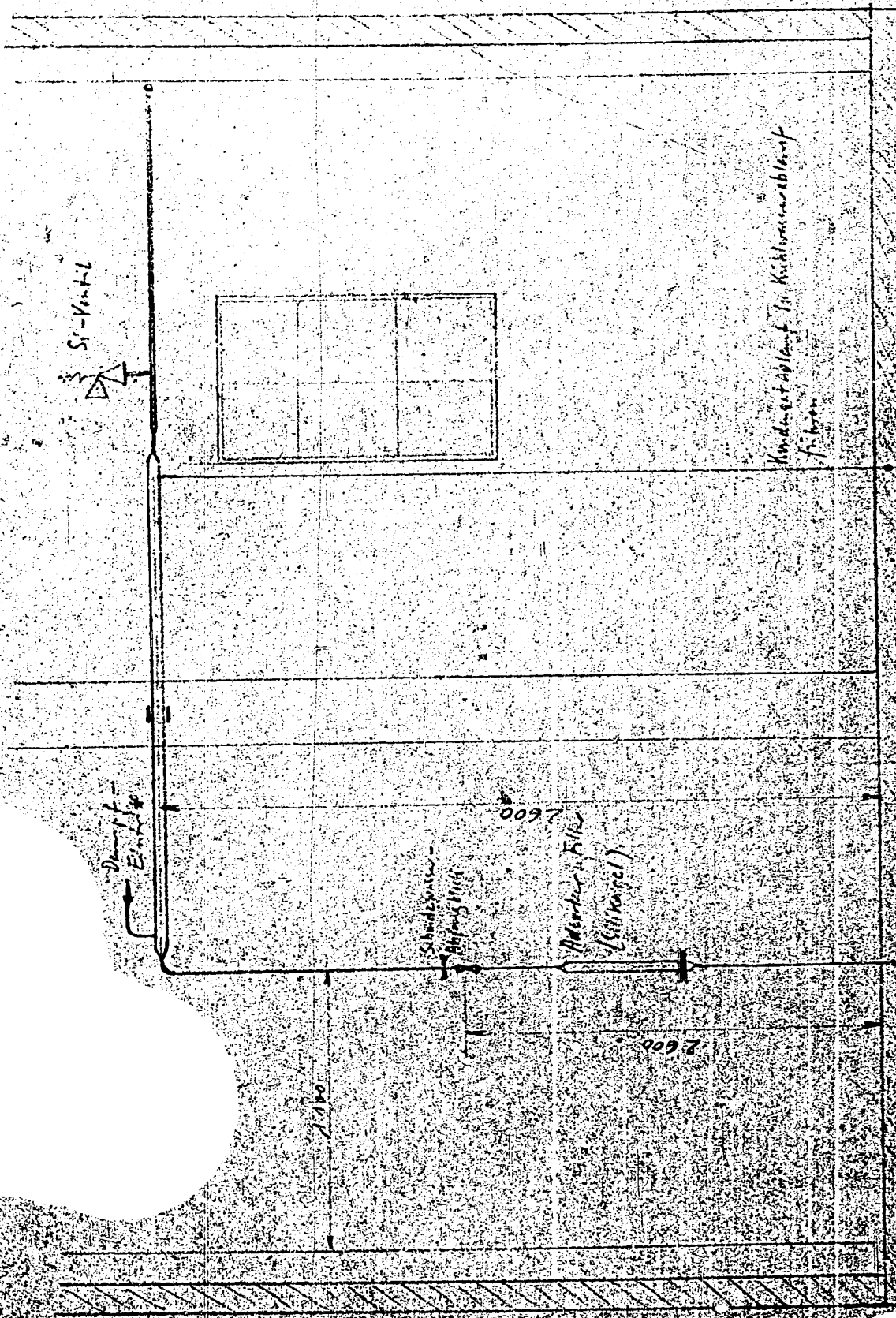


569

J. Driggemann

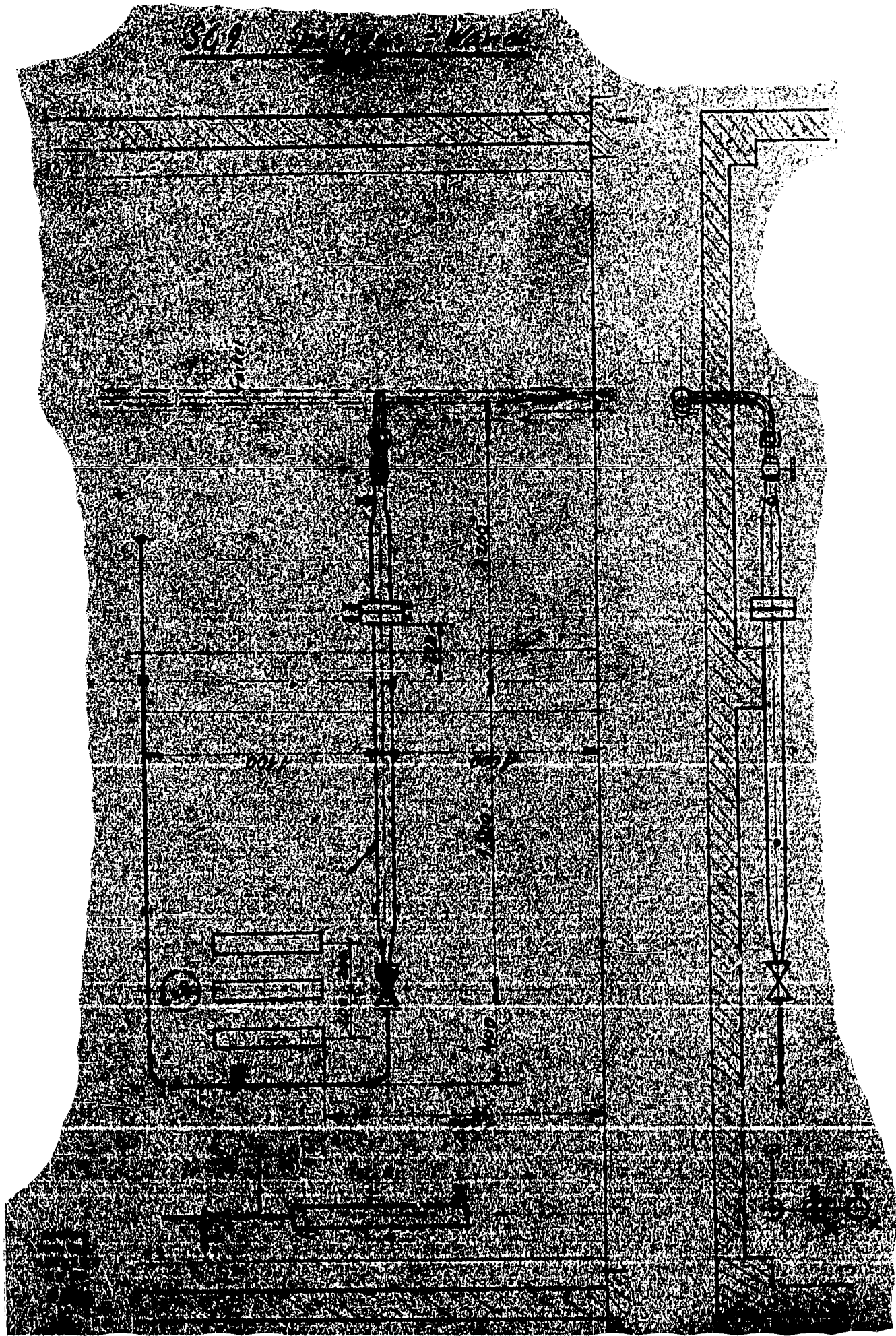
**Berechnung  
von Regeneratoren für die  
Druckspaltung**  
E. Kapp

# SG 9, Hochdruckluft

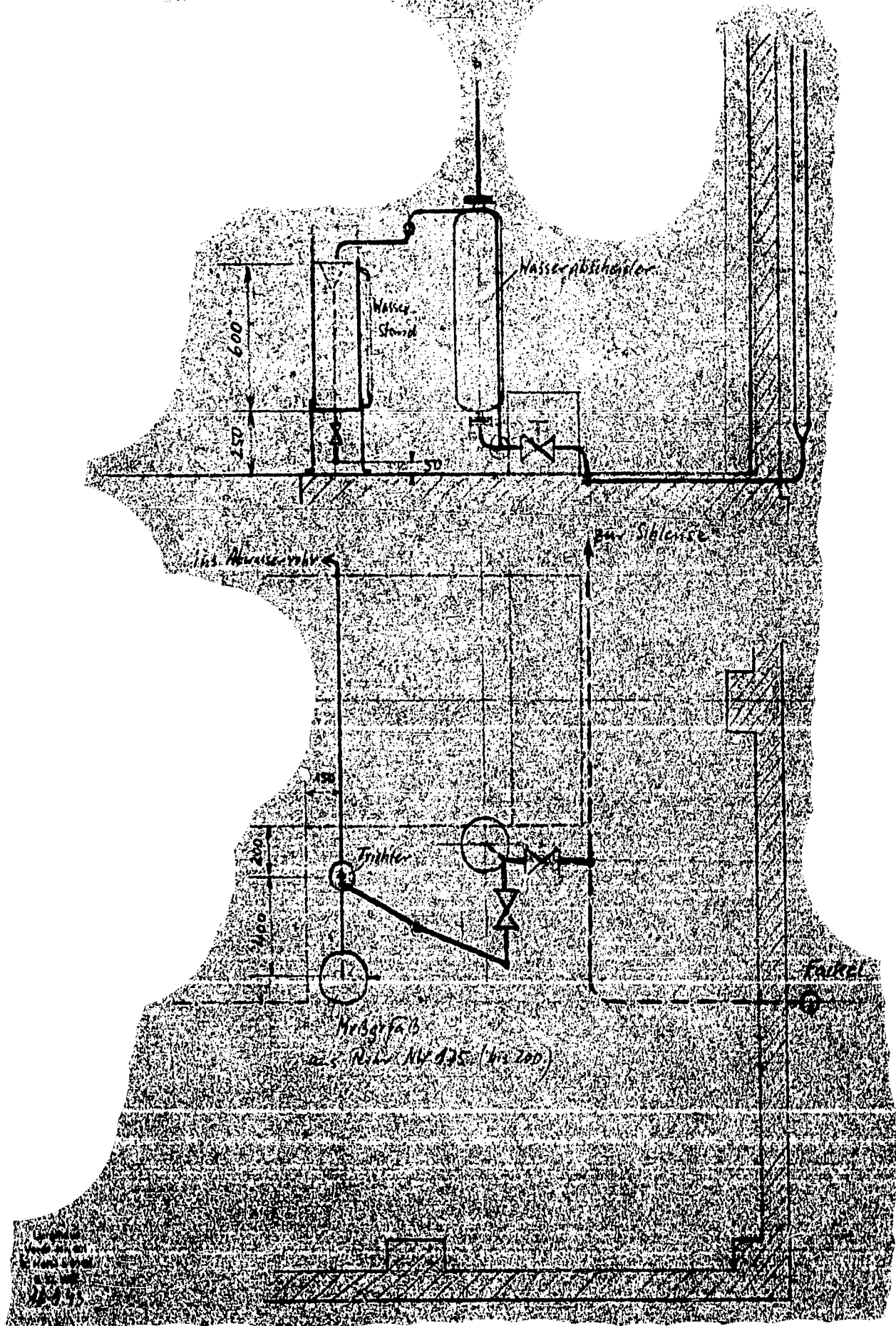


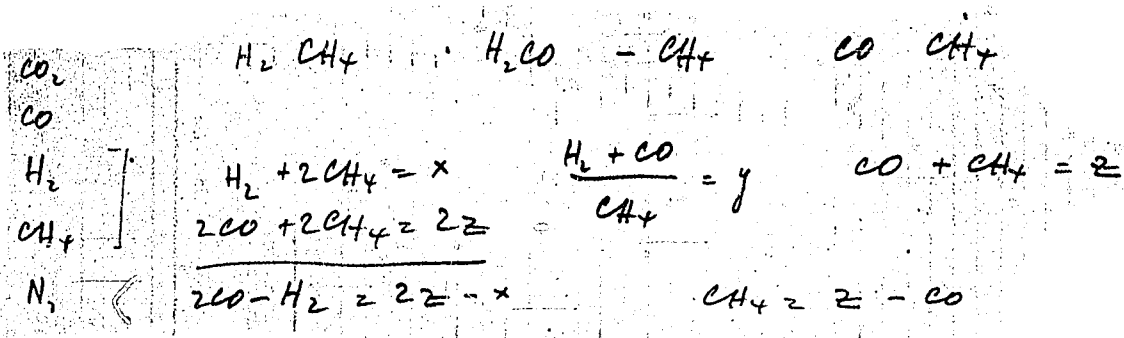
1. Auflage  
1952  
2. Auflage 1958  
3. Auflage 1965  
1954

309 Smith - Ward



# SG9, Kondensatmessung





$$\frac{H_2 + CO}{z - CO} = y$$

$$H_2 + CO = y \cdot z - y \cdot CO$$

$$H_2 + CO(1+y) = y \cdot z$$

$$-H_2 + CO \cdot 2 = 2z - x$$

---


$$CO[(1+y) + 2] = y \cdot z + 2z - x$$

$$CO(3+y) = z(y+2) - x$$

$$CO = \frac{z(y+2) - x}{3+y}$$

543



### Tab. 1

## Berechnung von Regeneratoren für die Druckspaltung

Die richtige Bemessung der Regeneratoren für die Druckspaltungsanlagen ist besonders wichtig, da die Druckschalter die Kosten der Anlage wesentlich bestimmen. Eine genaue Vorausberechnung ist daher unbedingt nötig. Für die Berechnung von Regeneratoren stehen neuerdings grundlegende Arbeit von Kulligowski verschiedene Arbeiten von Kessel u. Mitarbeiter zur Verfügung. Kulligowski hat auch Kessel eine sehr elegante Berechnungsmethode geliefert, die in der 2. Auflage des Schenk'schen Buches enthalten ist. In diesem Jahr hat Kessel auch noch zwei weitere seiner Berechnungsverfahren veröffentlicht, die die Verhältnisse an den Regeneratorenden und direkt nach dem Umstellen der Regeneratoren erklären. Diese Berechnungsmethode wurde in erster Linie für die Berechnung der Druckregeneratoren herangezogen. Ein ausführliches Schriftverzeichnis ist beigefügt.

Bei Regeneratoren unter Druck können die Gasverluste entsprechend dem geringeren Umvolumen enger gehalten werden. Der Wärmeübergang wird durch den Druck verbessert. Dagegen hat der Druck natürlich keinen Einfluss auf die Wärmeleitfähigkeit des Speichermaterials. Um den Einfluss dieser Wärmeleitfähigkeit zu verringern, kann die Steinstärke verkleinert werden. Durch diese Maßnahme wird es ferner ermöglicht, zu kürzeren Schaltzeiten überzugehen, wodurch die Speicherwässer häufiger be- und entladen wird, sodass der Speicherwässer länger gehalten werden kann. Der Ausnutzungsgrad der Speicherwässer, d.h. das Masse inwieweit die Regeneratorsteine am Wärmestausch beteiligt sind, wurde in Abhängigkeit von Steinstärke und Schaltzeit berechnet und ist in Form eines Kurvenblattes beigefügt. Mit Hilfe dieses Kurvenblattes kann die Wahl von Steinstärke und Umschaltzeit erfolgen. Bei der Wahl der Schaltzeit ist zu berücksichtigen, dass bei sehr kurzen Perioden die damit verbundenen Verluste evtl. zu hoch werden können. Insbesondere ist das zu berücksichtigen, wenn Spülwasser beim Umschalten verwendet wird. Die Steinstärke ist durch die Herstellbarkeit sowie die Zerbrechlichkeit begrenzt. Damit ergibt sich ein praktischer Bereich für die Haltperiode von etwa 1,5 - 5 Minuten und für die Steinstärke von etwa 15-20 mm. Die Gasverluste werden am liebsten nicht enger als 10 mm anzuordnen, da es verifiziert nicht bekannt ist, wie weit in den Regeneratoren ein Wassereinsatz an den Enden und dadurch eine Verstopfunggefahr möglich ist.

Konstruktiv wurde das Gitterwerk des Regenerators aus schmalen Plättchen mit Nuten aufgeführt werden. Diese Plättchen sind so zu stapeln, dass die Nuten die nötigen Zwischenräume für den Gasstrom gewährleisten. Der Druckverlust spielt unter Druck eine geringere Rolle als bei drucklos arbeitenden Regeneratoren.

Wenn durch Druckanwendung der Wärmeübergang verbessert wird, so ergibt das geringere Wärmestauschflächen. Da außerdem bei Anwendung schmaler Steinplättchen die Oberfläche pro cm<sup>3</sup> sehr groß ist, so ergeben sich ausserordentlich geringe Räume für das

Regenerator-Gitterwerk. Eine gewisse Grenze wird aber durch den Abfall der Vorwärmtemperatur während einer Halbperiode gebildet. Diese Temperaturabnahme ist immer von der Umstellzeit abhängig von der Heizflächenleistung. Diese wiederum ist proportional der Vorwärmrohranzahl und dem Temperaturunterschied. Bei gegebener Umstellzeit ist man gezwungen, den Temperaturunterschied kleiner als zunächst erforderlich zu wählen, d.h. die Vorwärmtemperatur höher als unbedingt nötig, wenn man zu hohe Temperaturschwankungen vermeiden will. Das ergibt dann wieder eine Vergrößerung des Regenerators. Die Temperaturunterschiede können aber auch derart ausgeglichen werden, dass der für die Spaltung nötige Sauerstoffumsatz während einer Halbperiode in steigender Menge zugegeben wird. Der Sauerstoffverbrauch ergibt sich nur nach der mittleren Vorwärmtemperatur, da zunächst weniger und nachher mehr Sauerstoff zugeführt wird. Für die Berechnungen wurde ein Temperaturabfall der Vorwärmtemperatur von nicht mehr als  $100^{\circ}$  als zulässig angenommen.

Als Beispiel ist in der Anlage die Anschauung einer Kohgas-spaltung für das Projekt Falkenau beigelegt. Um eine möglichst gute Gleichmäßigkeit im Betrieb zu gewährleisten, schien es für so eine große Anlage richtig, 3 Spalteinheiten in Betrieb zu verlangen, während eine weitere als Reserve vorhanden ist. Durch Überdeckung der Schaltzeiten wird es dann erreicht, dass der Leistungsabfall während einiger Sekunden bei der Schaltung nicht höher als 33,3 % werden kann. Für kleinere Anlagen würde man sich evtl. mit 2 Einheiten in Betrieb begnügen. Danach können auf etwa 5 Gaserzeuger in Betrieb 1 Spaltöfen in Betrieb.

Eine gewisse Unsicherheit in der Berechnung stellt die Wahl der Verweilzeit dar. Die verwandte Formel von Kistner (siehe Scharffungsverzeichnis) wurde aus Versuchen an Regeneratoren ohne Druck abgeleitet, wobei die Gasgeschwindigkeit nicht höher als 2,4 m/sec., bezogen auf Normalzustand, betrug. Andere Formeln sind jedoch nicht verwendbar, da sie nicht die ständigen Erweiterungen und Verengungen enthalten, wie sie bei der Rostpackung eines Gitterwerkes vorhanden sind. Kistner gibt zwei Formeln an, die sich nur durch eine Konstante unterscheiden, wovon eine für nichtversetzte, die andere für doppelversetzte Rostpackungen gilt. Hier wurde ein Mittelwert der beiden Konstanten gewählt, da beim Packen von schmalen Blättern weder nichtversetzte noch doppelversetzte Rostpackung unbedingt eingehalten werden kann. Als Eintrittstemperatur des Kohgases in den Regenerator wurde  $200^{\circ}$  gewählt unter der Annahme, dass eine Entschwefelung und Feinreinigung bereits vor der Spaltung vorgenommen wird. Da die Kohgasmenge noch keine 10% größer als die fertige Synthesegasmenge ist, dürfte es gleich sein, an welcher Stelle entschwefelt wird. Die Entschwefelung des Kohgases vermeidet jegliche Korrosion durch  $SO_2$ -Bildung während der Spaltung und ergibt eine einfachere Druckwasserwäsche nach der Spaltung, da nicht mehr mit schwefelwasserstoffhaltiger Luft und schwefelwasserstoffhaltigen Entschwefelungsgas gerechnet werden muss.

Es ergeben sich für jeden Spaltöfen 2 Regeneratoren von je 2 m Durchmesser und etwa 19 m Höhe. Der eigentliche Spalt Raum wird in der Verbindung der beiden Türme angeordnet, die etwa 1-1,2 m Durchmesser hat. Bei einer Spalttemperatur von  $1300^{\circ}$  wurde

die Verbrenntemperatur mit  $1190^{\circ}$  gewählt, um den Temperaturabfall während der Halbperiode kleiner als  $100^{\circ}$  zu halten. Der Dampfabdruck ergibt sich zu etwa  $0,065 \text{ kg/Km}^2$  Idealgas. Die Verbrennerlaste wurden mit  $2,7 \text{ t}$  der wärmer ausgetauschten Wärmemenge ermittelt. Der Druckverlust in den beiden Gitterwerken liegt in der Größenordnung von  $600 \text{ mm W}$ , ist also für eine Bruckanlage unbedingt tragbar. Die weiteren Druckverluste in den Rohrleitungen sowie in eigentlichen Spaltströmungen werden voraussichtlich etwas höher liegen. In der Anlage ist eine Skizze beigelegt, die ein ungefähres Bild einer Druckspaltung darstellt.

(gas) K a p p.

**ANLAGE:**

- 1.) Schriftverzeichnis
- 2.) Auswertungsgrad der Regeneratoreine
- 3.) Berechnung der Regeneratoren
- 4.) Skizze der Anlage.

Du. a. Dr. G. Dr. H. Dr. H. Dr. H. Dr. H. Dr. H. Dr. H.

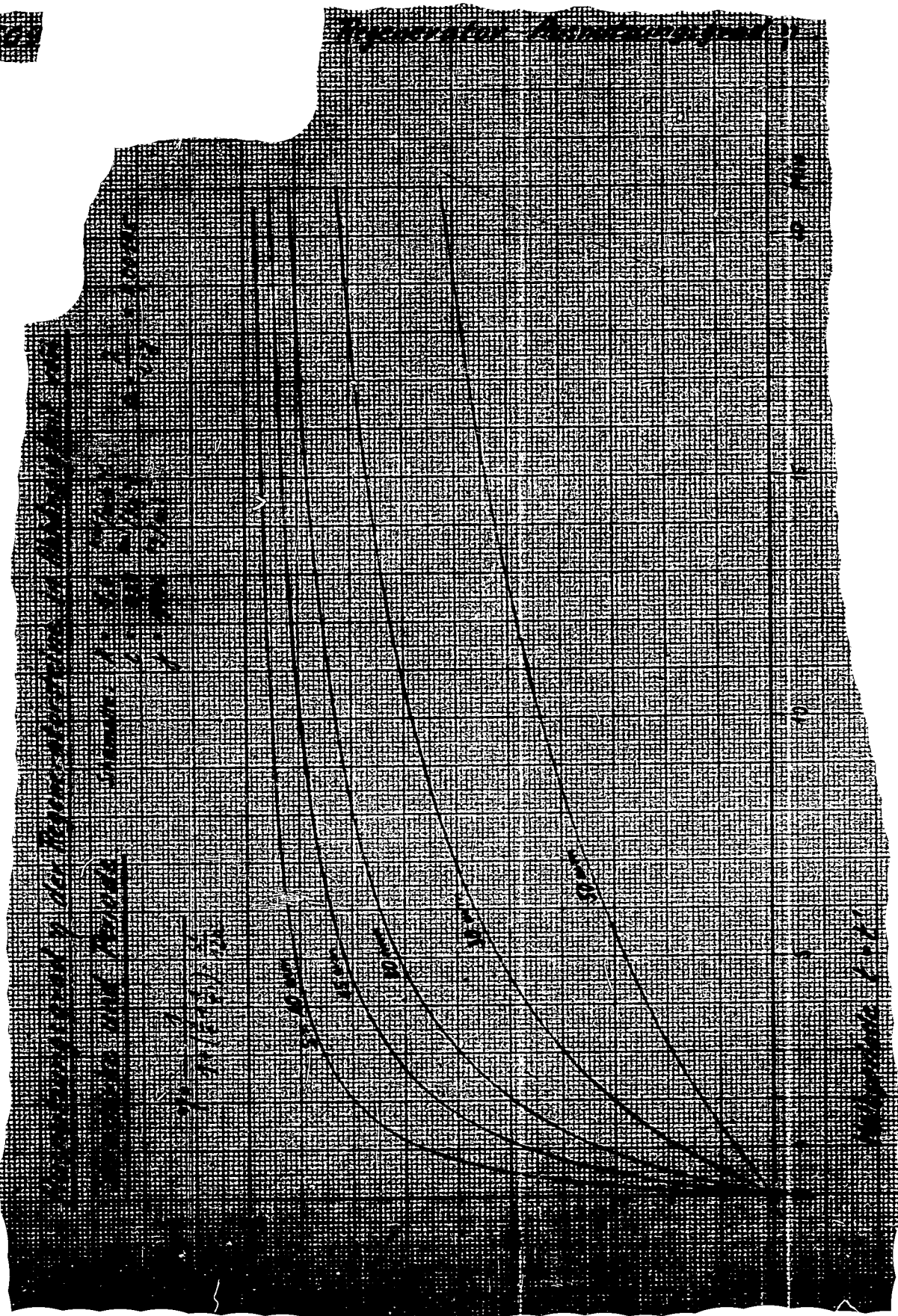


**5. Die Berechnung des Wärmeübergangs**



1	H. Schack	Die Induktions-Wärmeübergangskoeffizienten	117
2	K. Rummel	Die Berechnung des Wärmeübergangs	118
3	K. Rummel	Die Berechnung des Wärmeübergangs	119
4	K. Rummel	Die Berechnung des Wärmeübergangs	120
5	H. Schack	Die Berechnung des Wärmeübergangs	121
6	K. Rummel	Die Berechnung des Wärmeübergangs	122
7	.	Über den Einfluss des Luftstroms von Hochdruck-Windkanälen	123
8	K. Rummel u. G. Schmitt	Berechnung des wirtschaftlichsten Lufters aus speichernden Wärmeaustauschern	124
9	K. Rummel u. F. Klotz	Kurzfristige Berechnung von speichernden Wärmeaustauschern	125
10	K. Schumacher	Großversuche an einer zu Studienzwecken gebauten Regenerativkammer 5. Teil	126
11	H. Hausen	Berechnung der Stein-Temperatur in Niederhitzern	Arch. d. Eisenhüttenw. 1931 S. 493-499
12	.	Neuzeitliche Berechnung des Wärmeaustausches in Regeneratoren	VDI-Zeit. Vorphysik 1942 Nr. 6, S. 51-53
13	H. Widner	Großversuche an einer zu Studienzwecken gebauten Regenerativkammer 4. Teil	Arch. d. Eisenhüttenw. 1931 S. 485-492
14	H. Widner	Neuzeitliche Berechnung des Wärmeaustausches in Regeneratoren	127
15	G. Schmitt	Einfluss des Luftstroms von Hochdruck-Windkanälen	128

10



Berechnung der Regeneratoren  
einer Rohgas-Druckspaltanlage bei 20 atü  
für eine Leistung von 81 800 Nm<sup>3</sup> Gas/h.

I. Grundlagen.

3 Spaltöfen in Betrieb  
 1 " " Reserve

Mengen je Spaltöfen:

Ideal - Gas	27 300 Nm <sup>3</sup> /h
Synthese-Gas	26 400 "
Spaltgas, trocken	34 800 "
" feucht	43 900 "
Rohgas + Dampf	34 400 "
Rohgas, trocken	31 100 " (1,14 Nm <sup>3</sup> /Nm <sup>3</sup> S-Gas)
Spalt - Rein-O <sub>2</sub>	3 130 " (0,115 " " " " )
Spalt - Dampf	2 650 kg/h (0,097 kg/Nm <sup>3</sup> S-Gas)

(Die spezifischen Zahlen gelten für wirkliche Verhältnisse bei einer Spalttemp von 1300°C und einer Vorwärmtemp von 1200°C.)

Gaszusammensetzung:

	Rohgas	Rohg. + Dampf	Spaltg. feucht	Spaltg. tr.	Sy-Gas
CO <sub>2</sub> %	32,2	29,1	16,0	20,0	2,0
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,5	0,5	—	—	—
CO	19,5	17,6	31,1	39,2	48,0
H <sub>2</sub>	33,3	30,1	31,1	39,2	48,0
CH <sub>4</sub>	13,8	12,5	0,6	0,8	1,0
N <sub>2</sub>	0,7	0,6	0,6	0,8	1,0
H <sub>2</sub> O	—	9,6	20,6	—	—

## I. Annahmen:

Umschaltzeit:

Gesamtperiode  $t_p = 6 \text{ Min}$   
 Halbperiode  $t = t' = 305 \text{ s}$

Gasgeschwindigkeit:

Rohgas + Dampf  $w'_g = 30 \text{ m/sec}$  bez. Normalzust.  
  $w_{\text{norm./1000}} = 7,95 \text{ m/sec}$   
 Spaltgas, feucht  $w_g = 38,3 \text{ m/sec}$  bez. Normalzust.  
  $w_{\text{norm./1000}} = 10,85 \text{ m/sec}$

Steingitter

Rostpackung gebildet aus flachen Steinplättchen

Steinstärke  $s = 0,015 \text{ m}$  bzw.  $0,02 \text{ m}$

Steinhöhe etwa  $0,2 \text{ m}$

Zwischenräume  $0,01 \text{ m}$

Hydraul. Durchm.  $d = 0,01 \text{ m}$

Freier Querschn.  $16\%$  bzw.  $11,1\%$

Spez. Oberfläche  $82,3 \text{ m}^2/\text{m}^3$  bzw.  $68,8 \text{ m}^2/\text{m}^3$

Regenerator

Gitterquerschnitt  $1,99 \text{ m}^2$  bzw.  $2,87 \text{ m}^2$

Innendurchmesser  $1,59 \text{ m}$  bzw.  $1,91 \text{ m}$

Turmdurchmesser  $2,00 \text{ m}$  bzw.  $2,30 \text{ m}$

Temperaturen:

Rohgas Eintr.  $\vartheta'_g = 200^\circ\text{C}$

Rohgas Austr.  $\vartheta_g = 1200^\circ\text{C}$ ;  $1230$ ;  $1250$

Spalttemp.  $\vartheta_h = 1300^\circ\text{C}$

Wärmeverluste nach Außen etwa  $5\%$  der Nutzwärme

### III. Berechnung:

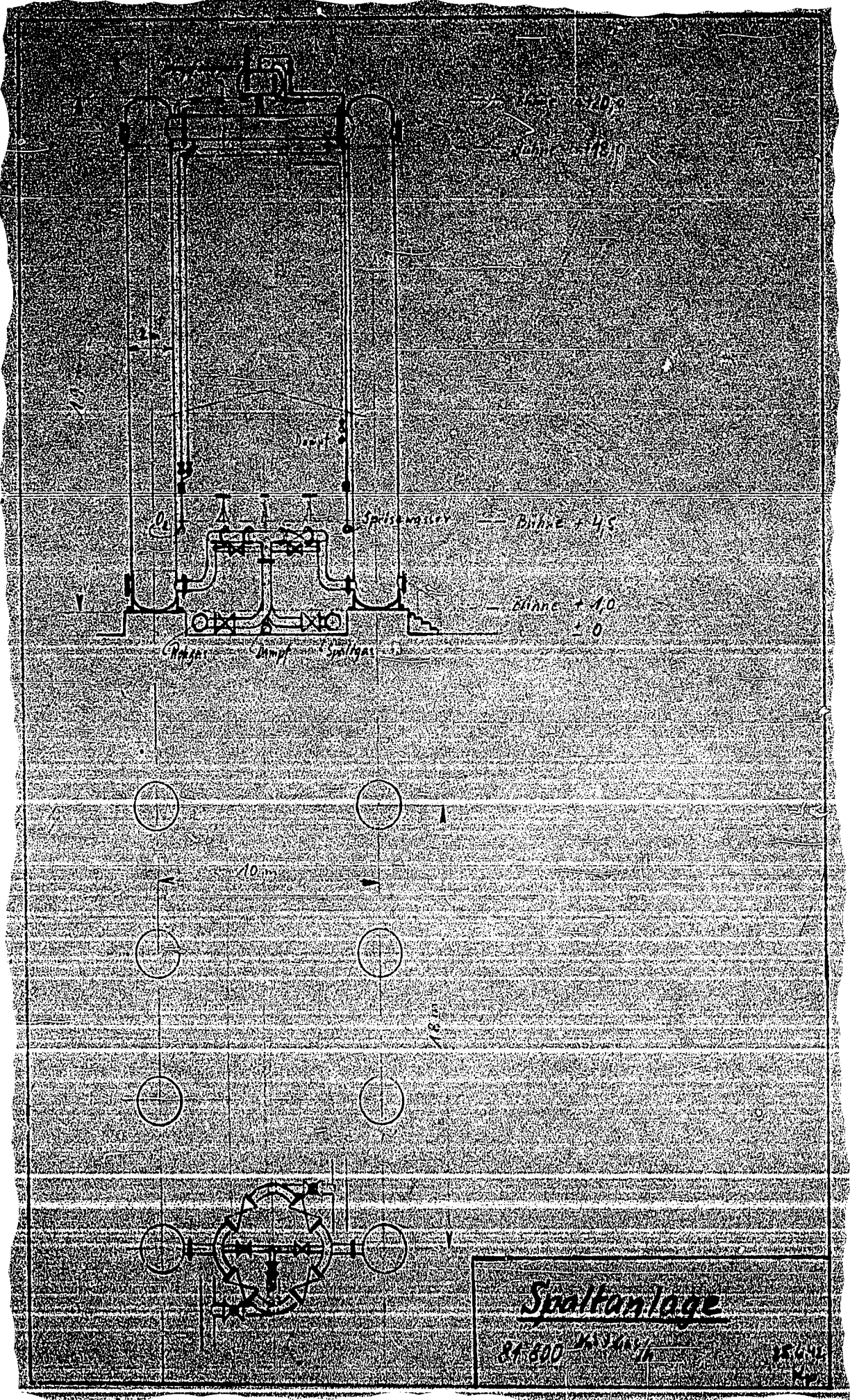
	$\vartheta_h'$ °C	1200	1230	1250
Vorwärmtemp.				
Wasservert. Rohg. + Dampf	$W'$ kcal/h °C	802	802	802
" Spaltg. feucht	$W$ "	842	842	842
Austr. Spaltg. Temp.	$\vartheta_k$ °C	348	320	300
Mittl. Temp. Differenz	$\Delta\vartheta_m$ °C	123	93	72
Wärmeübergangszahl (einschl. Strahlung)				
Am heißen Ende Rohg.	$\alpha_h'$ kcal/m <sup>2</sup> h °C	248	249	250
Spaltg.	$\alpha_s$ "	288	288	289
Am kalten Ende Rohg.	$\alpha_k'$ "	203	203	203
Spaltg.	$\alpha_k$ "	230	230	230
Im Mittel Rohg.	$\alpha'$ "	225	225	226
Spaltg.	$\alpha$ "	259	259	259

Steinstärke	S m	0,015			0,020		
		$\vartheta_h'$ °C	1200	1230	1250	1200	1230
Wärmedurchgangszahl der Per.							
heißes Ende	$k_h$ kcal/m <sup>2</sup> h °C	4,00	4,00	4,00	3,53	3,53	3,53
kaltes Ende	$k_k$ "	3,50	3,50	3,50	3,14	3,14	3,14
Mittel	$k$ "	3,75	3,75	3,75	3,34	3,34	3,34
Austauschfläche	F m <sup>2</sup>	1740	2370	3120	1950	2660	3500
Gitterraum	m <sup>3</sup>	21,2	28,8	37,9	28,4	38,7	50,9
Gitterquerschnitt	m <sup>2</sup>	1,99	1,99	1,99	2,87	2,87	2,87
Gitterhöhe	m	10,7	14,5	19,1	10,2	13,5	17,8
Turm-Höhe	m	15	19	23	15	18	22
Turm-Durchm.	m	2,0	2,0	2,0	2,3	2,3	2,3

S m	0,075			0,050			
	$\vartheta_s$ °C	1200	1250	1250	1200	1200	1250
Stein-Ausnutzungsgr. $\eta$		0,722	0,732	0,732	0,594	0,594	0,594
Wassermnt d. Gitters $W_s$ $\frac{m^3}{h}$		2,78	2,78	2,78	3,05	3,05	3,05
Heizflächenleist $q_s$ $\frac{m^2}{h}$		8000	5600	4000	7050	4940	3530
	$q_k$	10360	8400	7000	9300	7510	6280
Temp. Abfall während Halber:							
Rohgas $\Delta \vartheta_s$ °C		139	98	70,5	412	79	57
Spaltgas $\Delta \vartheta_s$ °C		179	147	123	166	121	101
Mittlere Steintemp:							
heißes Ende $\vartheta_{sh}$ °C			1266				
kalttes Ende $\vartheta_{sk}$ °C			264				
Spüldampfverbr. $\frac{kg}{m^3}$ 3-Gas			0,065				
	$kg/h$		1780				
Wärmeverlust nach Außen:							
heißes Ende $q_{verl}$ $\frac{kcal}{m^2 h}$			2710				
Mittel $q_{verl}$ "			1650				
Gesamtwärmeverlust $\frac{kcal}{h}$			412500				
in % der Nutzwärme %			2,5				
Druckverlust in den Gittern mmWS			ca 600				

Lüpfhaus  
 Vordr. Nr. 4820  
 50 Hülle & 50 Bl.  
 7. 11. K/0784  
 13.7.42.  
 Kp.

13.7.42.  
 Kp.



# Lurgiwärme

Notiz des Herrn

K a p p

vom

Blatt 42.41

Betrifft:

Druckspaltung S.O.9  
Spaltversuche am 21. und 26.11.41

L.W.—A.K.—

Eingang

Nr.

Exemplar für:

Anwesend:

Kopien an:

Dr. Co Dr. Ha Dr. Dan Ha/Brg. Bühlen

Die Versuche, aus denen die Abhängigkeit der CH<sub>4</sub>-Spaltung von der Temperatur und von der Leistung hervorgehen sollten, hatten im Einzelnen folgendes Ergebnis:

A) Versuch am 21.11.41:

a) Ausgangsgas:

CO <sub>2</sub>	32,1 %
H <sub>2</sub> S	1,1
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,7
O <sub>2</sub>	0,2
CO	14,9
H <sub>2</sub>	34,8
CH <sub>4</sub>	14,8
N <sub>2</sub>	1,4

	1	2	3	4	5
b) Betriebsdruck atü	2,5	2,7	2,8	2,8	2,8
Rohgasleistung Nm <sup>3</sup> /h	40,4	39,9	40,5	40,7	40,7
Dampfmenge kg/Nm <sup>3</sup> Rohg.	0,146	0,160	0,175	0,175	0,191
O <sub>2</sub> " Nm <sup>3</sup> /"	0,195	0,218	0,229	0,221	0,238
Spaltgas "	0,849	0,880	0,879	0,873	0,895
Rechnerische Temperatur °C	942	1095	1165	1106	1216

c) Spaltgas:	CO <sub>2</sub> %	29,0	28,6	28,5	28,5	29,8
	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,4	0,3	0,1	0,1	0,2
	O <sub>2</sub>	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
	CO	34,5	37,1	37,6	37,3	37,7
	H <sub>2</sub>	29,4	29,2	28,8	28,0	28,7
	CH <sub>4</sub>	4,7	2,7	2,2	2,7	1,7
	N <sub>2</sub>	1,9	2,0	2,6	3,3	2,8

d) CH <sub>4</sub> -Zersetzung %	73,0	89,9	87,0	84,1	89,7
----------------------------------	------	------	------	------	------



## B) Versuch am 26.11.41:

## a) Ausgangsgas:

CO <sub>2</sub>	31,8
H <sub>2</sub> S	1,3
CuH <sub>2</sub>	0,8
O <sub>2</sub>	0,1
CO	14,5
H <sub>2</sub>	36,2
CH <sub>4</sub>	13,7
N <sub>2</sub>	1,6

	1	2	3	4	5	6
b) Betriebsdruck atü:	2,9	4,6	7,5	7,4	4,3	13,2
Rohgasleistg. Nm <sup>3</sup> /h	40,1	57,2	81,8	81,5	57,8	59,1
Dampfmenge kg/Nm <sup>3</sup> Rohg.	0,222	0,210	0,205	0,214	0,177	0,176
O <sub>2</sub> - " Nm <sup>3</sup> / " "	0,263	0,263	0,262	0,260	0,226	0,223
Spaltgas " " " "	0,885	0,874	0,885	0,890	0,928	0,818
Rechn. Temp. °C	1300	1308	1304	1362	1136	1115

c) Spaltgas:	CO <sub>2</sub> %	32,8	30,9	30,8	32,1	27,5	30,0
	CuH <sub>2</sub>	0,3	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3
	O <sub>2</sub>	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,3
	CO	36,4	38,0	38,1	37,6	37,0	36,5
	H <sub>2</sub>	26,6	27,3	27,5	27,2	29,8	27,4
	CH <sub>4</sub>	1,2	0,9	0,9	0,6	2,1	2,3
	N <sub>2</sub>	2,5	2,3	2,4	2,2	3,1	3,2

d) CH <sub>4</sub> -Zersetzung %	92,3	94,3	94,1	96,2	85,7	86,3
----------------------------------	------	------	------	------	------	------

Bei der Auswertung der Versuche zeigte sich, dass die bisher benutzte aus dem Wassergasgleichgewicht berechnete Temperatur als Mass für die wirkliche Reaktionstemperatur nicht brauchbar ist. Besser eignet sich die rechnerisch aus Sauerstoff- und Dampfmenge ermittelte Temperatur. Je vollkommener die Spaltung ist, umso mehr wird sie sich der wirklichen Temperatur nähern, während sie bei unvollkommener Spaltung zu niedrige Werte ergeben muss. Zur Ermittlung der wirklichen Temperatur ist eine direkte Messung mit Thermoelement unerlässlich.

Während die Temperaturabhängigkeit aus den Werten gut hervorgeht, konnte die Abhängigkeit der Spaltung von der Leistung (Verweilzeit) noch nicht ermittelt werden. Infolge des engen Abzugerohres stieg der Druck bei Leistungssteigerung derart an, dass die Verweilzeit etwa dieselbe blieb. Daher wurde bei den letzten beiden Einstellungen die Leistung beibehalten und nur der Druck und damit die Verweilzeit verändert, doch ist der Unterschied noch nicht deutlich genug geworden. Beim nächsten Versuch sollen Leistungsabhängigkeit und Druckabhängigkeit nochmals genauer geprüft werden.

Da der Spaltofen jetzt nach jedem Versuch mittels Lampe und Spiegel nachgesehen werden kann, konnte festgestellt werden, dass die Steine bis auf einige feine Risse, die jedenfalls durch das Hochheizen, Abstellen und stärkere Regulieren entstehen, noch in Ordnung sind.

Wenn man die Versuche vom 31.10., 21.11. und 26.11. zusammenfasst, ergibt sich für die Temperaturabhängigkeit der Spaltung folgende Tabelle:

Druck atü	Rohgas- leistung Nm <sup>3</sup> /h	Rechn. Temp. °C	CH <sub>4</sub> -Zersetzung %	
3,0	38,7	1590	95,0	31.10.
3,0	38,5	1570	97,0	
13,8	37,5	1545	96,3	
2,5	40,4	942	73,0	21.11.
2,7	39,9	1093	83,9	
2,8	40,5	1163	87,0	
2,8	40,7	1106	84,1	
2,8	40,7	1216	89,7	
2,9	40,1	1380	92,3	26.11.
4,6	57,2	1388	94,3	
7,5	81,8	1384	94,1	
7,4	81,5	1362	96,2	
4,3	57,6	1136	85,7	
13,2	59,1	1115	86,3	

Im beigelegten Kurvenblatt sind die Werte eingetragen und eine Kurve durchgelegt. Man sieht, dass die Werte mit der Kurve gute Übereinstimmen.

Es sei aber nochmals daran erinnert, dass es sich nicht um die wirklichen Temperaturen handelt. Aus dem schlechten Übereinstimmen mit der Gleichgewichtstemp. und aus anderen Beobachtungen kann ausserdem angenommen werden, dass die Mischung von Gas und Sauerstoff noch verbessert werden kann.

gez. K a p p

SG9

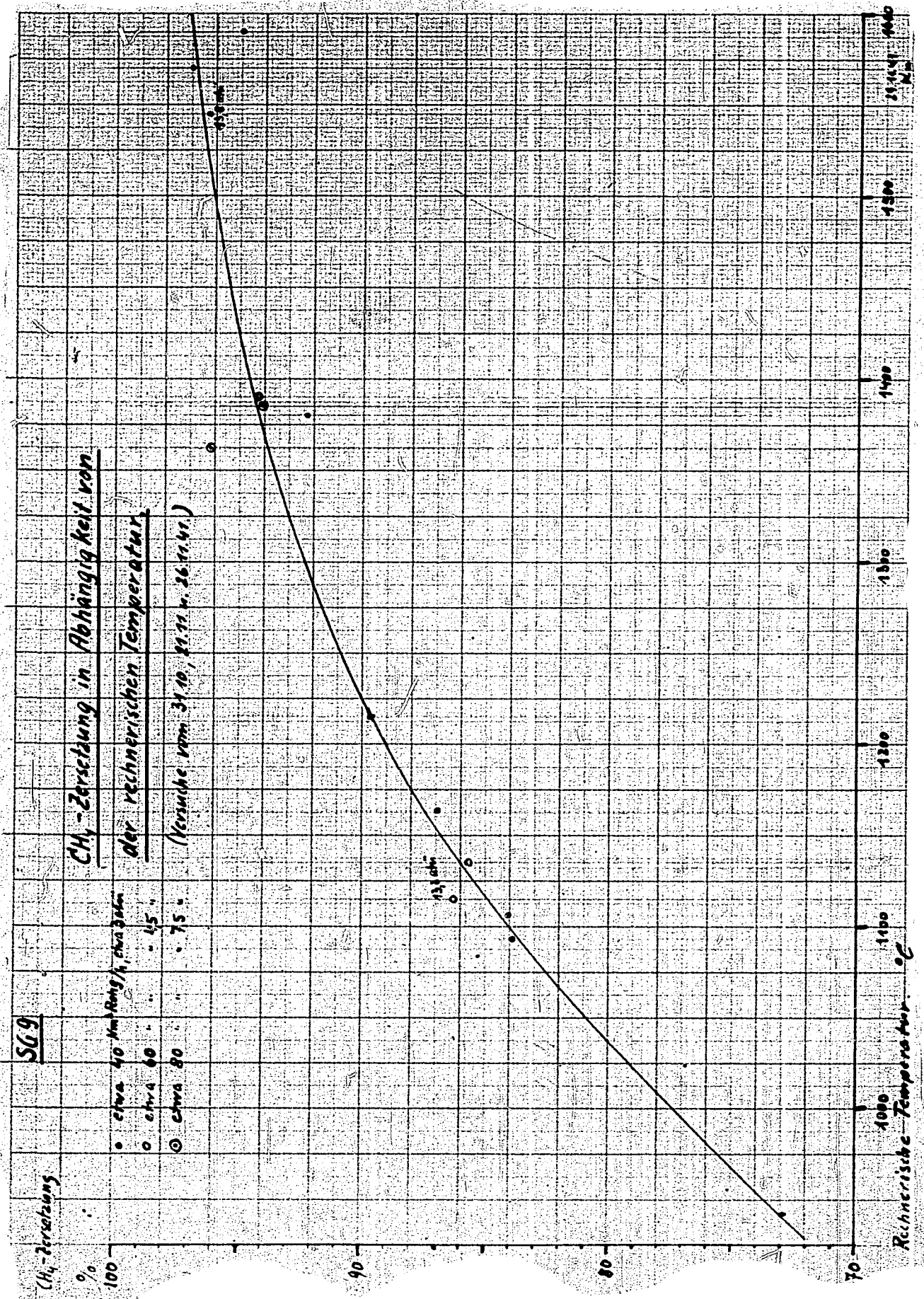
CH<sub>4</sub>-Zersetzung

CH<sub>4</sub>-Zersetzung in Abhängigkeit von

der rechnerischen Temperatur.

(Versuche vom 31.10, 21.11 u. 26.11.11.)

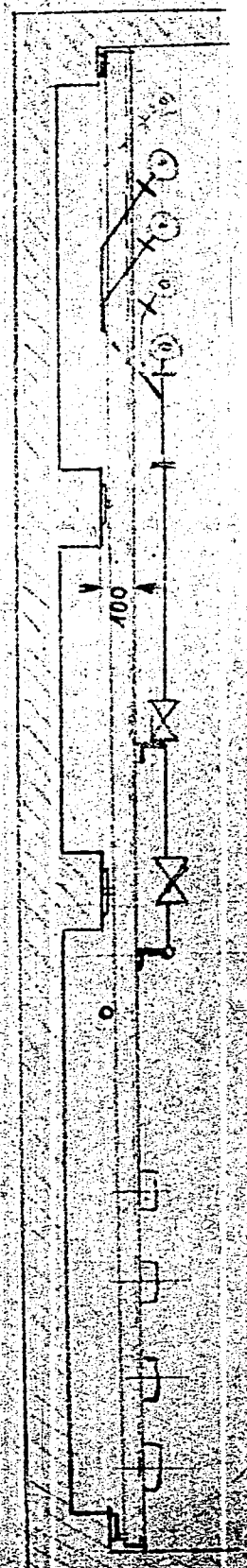
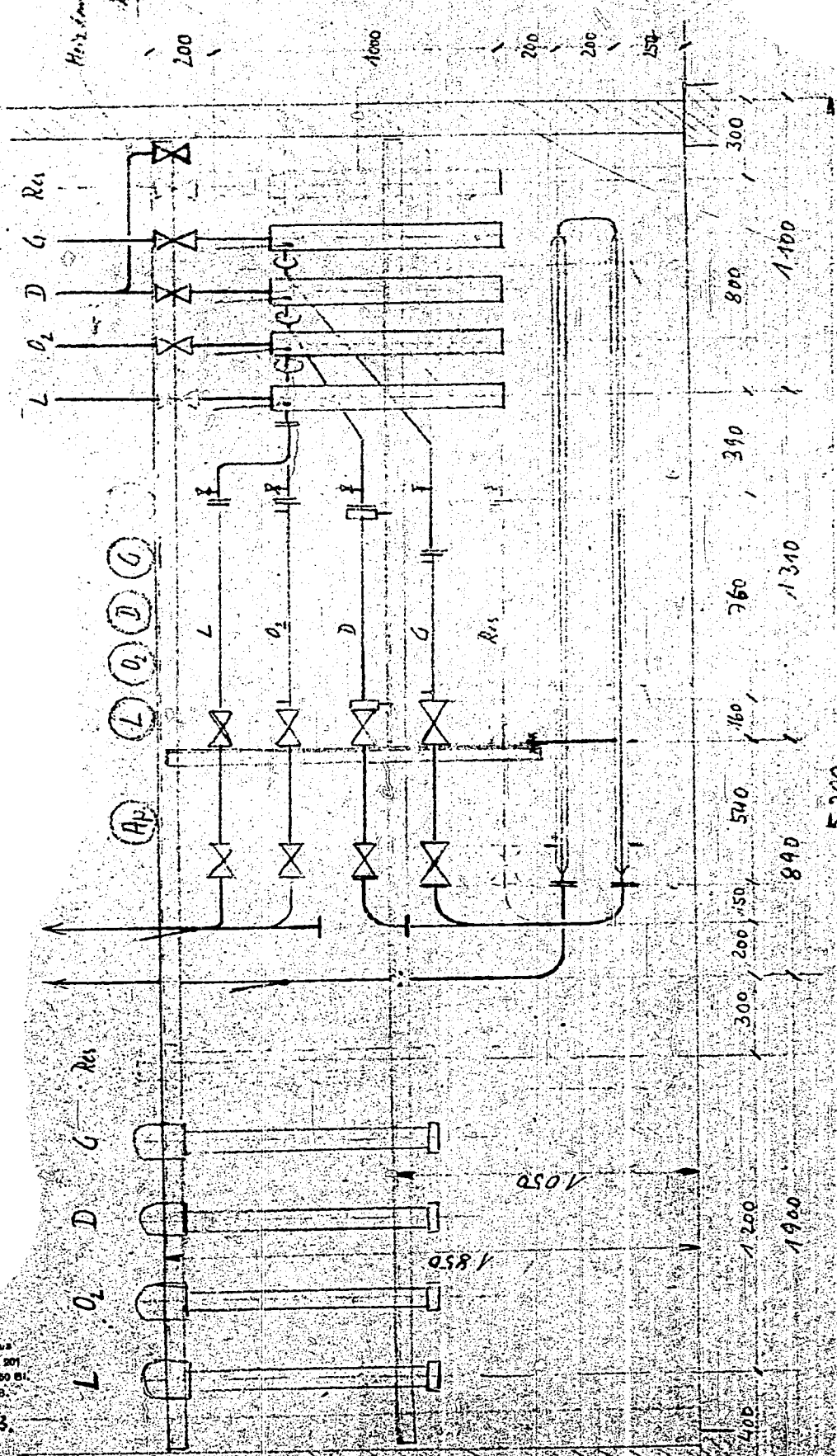
- etwa 40 Nm<sup>3</sup> Röhrgas, etwa 30 km
- etwa 40 " " " " " " " " " " " "
- ⊙ etwa 80 " " " " " " " " " " " "



Rechnerische Temperatur °C

1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600

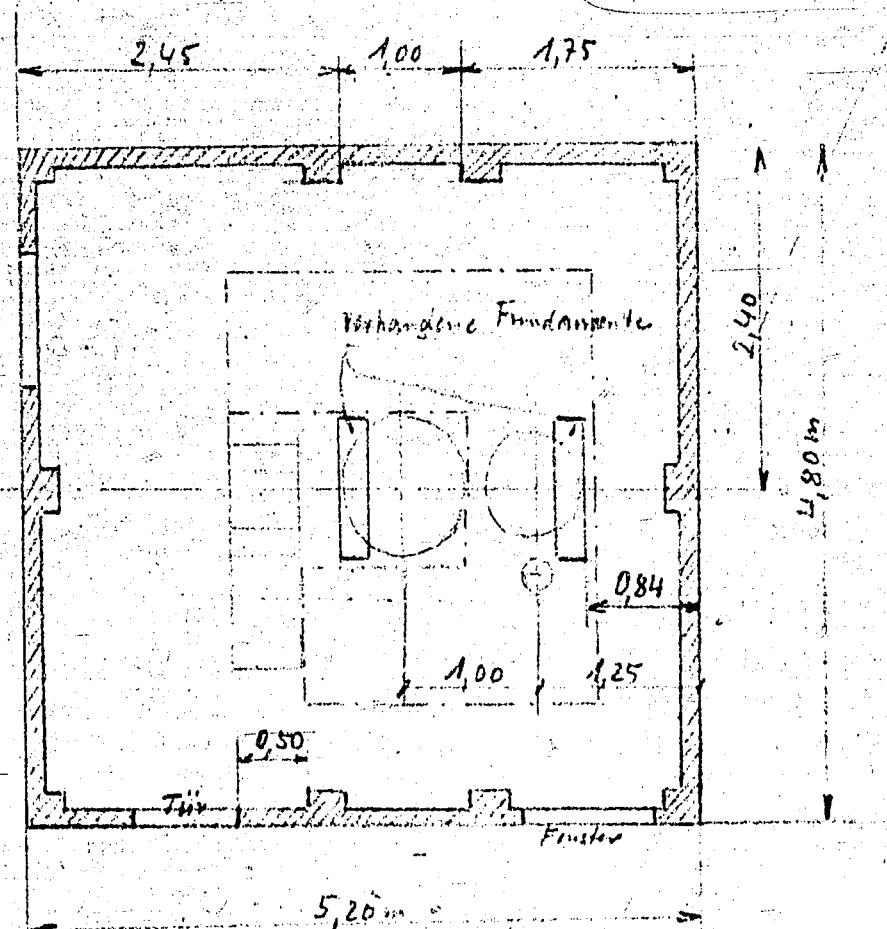
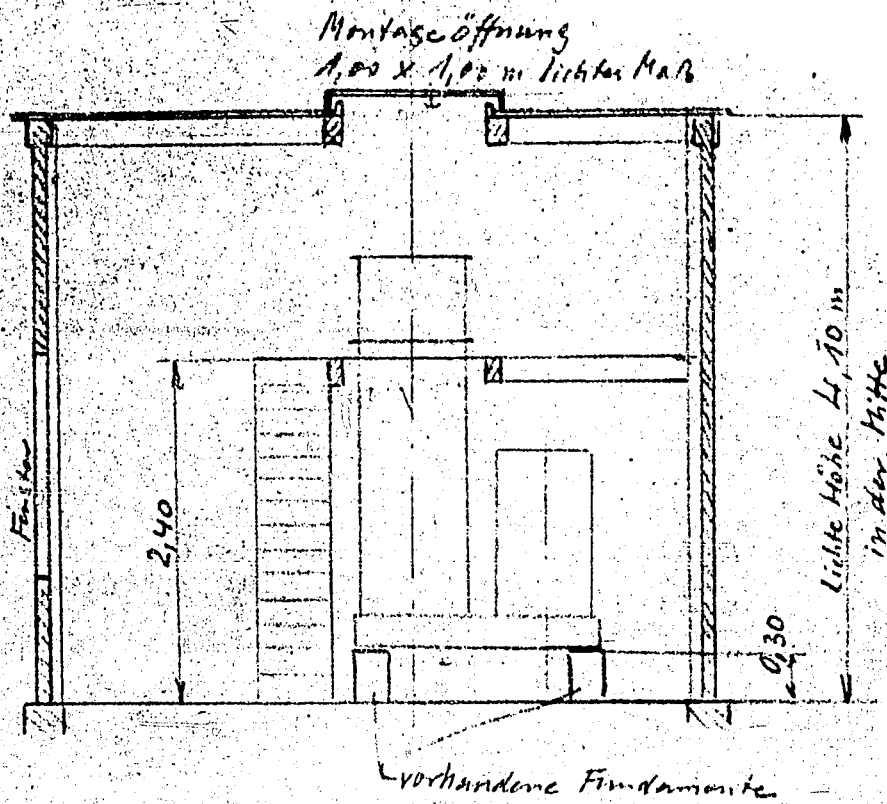
# SG 9, Haupt-Meristafel



Lurghewa  
 Vordr. Nr. 201  
 50 Heite & 50 Bl.  
 a. 20. WB.

1.8.43.  
 Kp

# Versuchsanlage SG 9



Lurgithaus  
Vordr. Nr. 201  
50 Hefte à 50 Bl.  
D. 88. WB.

2.8.43

Kp.



**ARMATUREN**



# Geschmiedete Ventile

(gesetzlich geschützt)

**Für alle Drücke  
bis 250 kg/cm<sup>2</sup>.**

**Für Temperaturen  
bis 500 °C.**

**Gehäuse mit Flanschen  
aus Stahl in einem  
Stück geschmiedet.**

**Absolut dichtes Gefüge.**

**Keine Betriebsstörungen.**

**Ab Lager lieferbar.**

**WALTER & BUDENBERG  
G.M.B.H. MAGDEBURG-BUCKAU**

# Geschmiedete Ventile

Für Dampf, Gas, Wasser, Luft. Für die chemische Industrie.

(Die angegebenen Drücke sind Betriebsdrücke.)

## Kopfstückventile

mit Muffen Abb. 401 für 25 kg/cm<sup>2</sup> und 400° C.  
 mit Flanschen 441 40 400°  
 404 25 400°  
 444 40 400°

Baulängen und Flanschen nach DIN ND 25/40  
 Flanschen glatt mit Rillen.

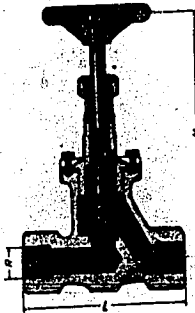


Abb. 401/441

Abb. 401/441				Abb. 404/444			
Nennweite . . .	15	20	25	Nennweite . . .	15	20	25
Baulänge L . . mm	150	150	150	Baulänge L . . mm	130	150	160
Bauhöhe H . . mm	215	215	215	Bauhöhe H . . mm	190	190	230
Muffe R . Zoll	3/2	3/4	1	Flanschen-Ø Fl mm	95	105	115
Gewicht . . ca. kg	4,3	4,3	4,3	Gewicht . . ca. kg	4,4	5,1	6,6
Preis 401 . . RM	27,-	28,-	30,-	Preis 404 . . RM	29,-	30,-	36,-
Preis 441 . . RM	31,-	32,-	34,-	Preis 444 . . RM	33,-	34,-	42,-

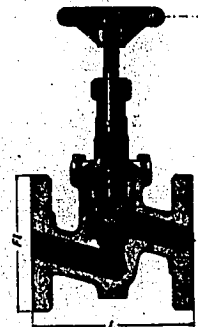


Abb. 404/444

## Aufsatzventile mit Flanschen

Abb. 409 und 409E für 25 kg/cm<sup>2</sup> und 500° C.  
 Baulängen und Flanschen nach Norm. 1900  
 Flanschen glatt mit Rillen.

Abb. 425 und 425E für 25 kg/cm<sup>2</sup> und 500° C.  
 440 440E 40 500°  
 Baulängen und Flanschen nach DIN ND 25/40  
 Flanschen glatt mit Rillen.

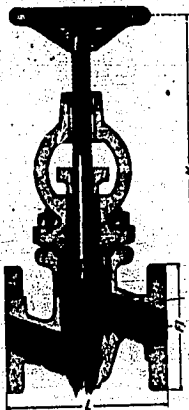


Abb. 409 / 425 / 440

Abb. 409/409E				Abb. 425 / 440 / 425E / 440E					
Nennweite . . .	15	20	25	15	20	25	32	40	50
Baulänge . . L mm	180	190	200	130	150	160	180	200	230
Schenkellänge S mm	90	95	100	90	95	100	—	—	—
Bauhöhe . . H mm	245	245	285	245	245	285	285	310	315
Flanschen-Ø Fl mm	80	95	120	95	105	115	140	150	165
Gewicht 409/409E kg	5,7	6,3	9,5	—	—	—	—	—	—
Gewicht 425/425E kg	—	—	—	6,2	7,1	10,0	11,5	17,2	19,1
Gewicht 440/440E kg	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Preis 409/409E RM	32,-	38,-	44,-	—	—	—	—	—	—
Preis 425/425E RM	—	—	—	32,-	38,-	44,-	56,-	76,-	86,-
Preis 440/440E RM	—	—	—	42,-	46,-	58,-	66,-	86,-	96,-

Eckventile werden nur bis NW 25 ausgeführt.

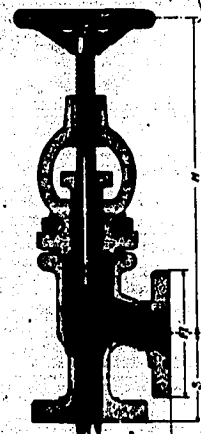


Abb. 409E/425E/440E

Abb. 464 und 464E für 64 kg/cm<sup>2</sup> und 500° C.  
 Abb. 490 und 490E für 100 kg/cm<sup>2</sup> und 500° C.  
 Baulängen und Flanschen nach DIN ND 64/100  
 Flanschen beiderseits mit Nut nach DIN 2512.

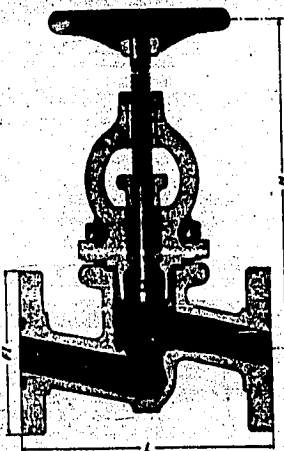


Abb. 464/490

Nennweite . . . . . mm	10	15	20	25	32	40	50
Baulänge L . . . . . mm	210	210	230	230	260	260	300
Schenkellänge S . . . . mm	105	105	115	115	—	—	—
Bauhöhe H . . . . . mm	280	280	285	285	310	310	310
Flanschen-Ø Fl 464/464E mm	100	105	130	140	155	170	180
Flanschen-Ø Fl 490/490E mm	100	105	130	140	155	170	195
Gewicht 464/464E . . . ca. kg	9,7	10,0	13,3	13,8	22,0	23,5	28,0
Gewicht 490/490E . . . ca. kg	9,7	10,0	13,3	13,8	22,0	23,5	30,0
Preis 464/464E/490/490E . . RM	64,-	64,-	72,-	72,-	98,-	102,-	124,-

Eckventile werden nur bis NW 25 ausgeführt.

Auf Wunsch bei allen Aufsatzventilen Fernantrieb (durch Kegelrad — Stirnrad — Kettenrad — Elektromotor). Preise auf Anfrage.

Tafel 5.

# Rückschlagventile mit Flanschen

Abb. R 409 und R 409 E für 25 kg/cm<sup>2</sup> und 500° C.  
Baulängen und Flanschen nach Nörm. 1900  
Flanschen glatt mit Rillen.

Abb. R 425 und R 425 E für 25 kg/cm<sup>2</sup> und 500° C.  
" R 440 " R 440 E " 40 " " 500° C "  
Baulängen und Flanschen nach DIN ND 25/40  
Flanschen glatt mit Rillen.

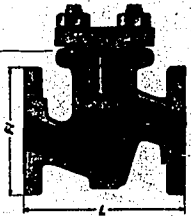


Abb. R 409/R 425/R 440

Nennweite . . . . .	15	20	25	15	20	25	32	40	50
Baulänge L . . . mm	180	190	200	130	150	160	180	200	230
Schenkellänge S . . . mm	90	95	100	90	95	100	—	—	—
Flanschen-⊙ Fl . . . mm	80	95	120	95	105	115	140	150	165
Gewicht R 409/R 409 E kg	4,4	5,3	7,2	—	—	—	—	—	—
Gewicht (R 425/R 425 E) (R 440/R 440 E) kg	—	—	—	4,4	5,3	7,2	8,7	13,3	15,0
Preis R 409/R 409 E RM	25,—	27,—	30,—	—	—	—	—	—	—
Preis (R 425/R 425 E) (R 440/R 440 E) RM	—	—	—	25,—	27,—	30,—	38,—	55,—	63,—

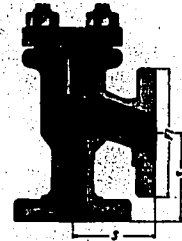


Abb. R 409 E/R 425 E/R 440 E

Eckventile werden nur bis NW 25 ausgeführt.

Abb. R 464 und R 464 E für 64 kg/cm<sup>2</sup> und 500° C.  
Abb. R 490 und R 490 E für 100 kg/cm<sup>2</sup> und 500° C.  
Baulängen und Flanschen nach DIN ND 64/100

Flanschen beiderseits mit Nut nach DIN 2512.

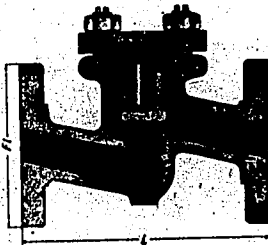


Abb. R 464/R 490

Nennweite . . . . .	10	15	20	25	32	40	50
Baulänge L . . . . . mm	210	210	230	230	260	260	300
Schenkellänge S . . . . . mm	105	105	115	115	—	—	—
Flanschen-⊙ R 464/R 464 E mm	100	105	130	140	155	170	180
Flanschen-⊙ R 490/R 490 E mm	100	105	130	140	155	170	195
Gewicht R 464/R 464 E ca. kg	6,8	6,9	10,5	11,0	17,0	18,5	23,0
Gewicht R 490/R 490 E ca. kg	6,8	6,9	10,5	11,0	17,0	18,5	25,0
Preis (R 464/R 464 E) (R 490/R 490 E) . RM	40,—	40,—	48,—	48,—	70,—	74,—	92,—

Eckventile werden nur bis NW 25 ausgeführt.

## Nadelventile

mit Muffen Abb. 411 und 411 E  
" Zapfen " 413 " 413 E  
" Flanschen " 414 " 414 E

für jeden Druck bis 250 kg/cm<sup>2</sup> und Temperaturen bis 500° C  
als Absperr-Ventile (Ausf. „A“) oder als Regulier-Ventile (Ausf. „B“) (s. letzte Seite)

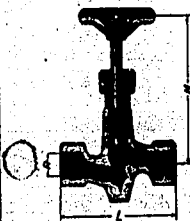


Abb. 411



Abb. 411 E

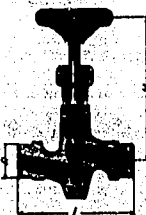


Abb. 413

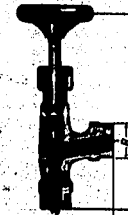


Abb. 413 E

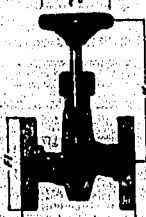


Abb. 414



Abb. 414 E

Baulänge mm 120  
Schenkellänge mm 60 } bei allen Ausführungen in Durchgang und Eckform  
Flanschen-⊙ mm 90  
Muffe bei Abb. 411 R 1/2" auf Wunsch R 3/8" und R 1/4"  
Zapfen bei Abb. 413 R 1" " " R 1/2" " R 3/4" } Sitz-Durchgang  
Nennweite bei Abb. 414 10 " " 6 " " 8 " } stets 8 mm

Abbildungen . . . . .	411	411 E	413	413 E	414	414 E
Gewicht . . . . . ca. kg	2,6	2,3	2,1	2,1	3,9	3,7
Preis mit Ms oder St Spindel RM	12,—	12,—	13,—	13,—	16,—	19,—
Preis „ Opal-Spindel . . . RM	14,—	14,—	15,—	15,—	18,—	21,—

**Bemerkung.** Nadelventile als Regulierventile erhalten einen Kegel mit feiner Regulierspitze, auf Wunsch mit Zeigervorrichtung gegen entsprechenden Mehrpreis.  
Nadelventile mit Messing-Spindel bis 300° C, mit Opalspindel bis 500° C.  
Nadelventile mit Stahl-Spindel für Ammoniak.  
Auf Wunsch gegen Mehrpreis einerseits Flansch, andererseits Muffe u. dergl.



# GESCHMIEDETE VENTILE

(Gesetzlich geschützt.)

## Aufsatz-Ventil

**Handrad** in Korbform nach Dinormen auf konischem Vierkant

**Spindel** kräftig, Trapezgewinde nach Dinormen  
Werkstoff: bis ND25 Stahl  
ab ND40 Niro-Stahl

**Bügeldeckel** aus Stahl in einem Stück im Gesenk geschmiedet, gewährleistet genaue Spindelführung

**Fenster im Bügel** groß, daher Stopfbuchse gut zugänglich

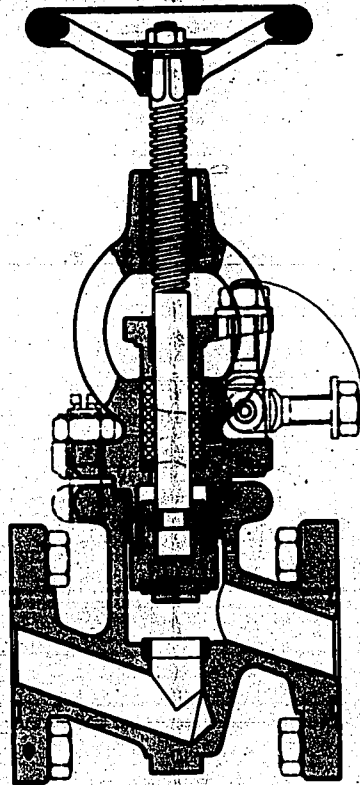
**Deckelschrauben** aus Vergütungsstahl

**„Niropal“-Dichtung**, Sitz im Gehäuse aus Niro-Stahl, im Kegel aus Opal-Metall — Heißdampfbeständige, unverwundliche Werkstoffe bis 500° C bewährt

**„Polla“-Dichtung**, leicht auswechselbare Weichdichtung (plastischer nickelummantelter Ring) für unreine Betriebsstoffe, bis 500° C bewährt

**Niro-Sitz im Gehäuse**. Lockern des Sitzringes selbst bei 500° Temperatur ausgeschlossen

**Sicheres und dauerndes Dichthalten** der Ventile



Dieser Schnitt zeigt das Aufsatz-Ventil mit der „Niropal“-Dichtung.

**Bequemes Nachpacken** der Stopfbuchse

**Klappschrauben** zum Anziehen der Stopfbuchse fallen nicht herunter, gehen nicht verloren

**Stopfbuchsraum** nach Dinormen

**Kegelbefestigung** auf der Spindel leicht lösbar — ohne Gewindebüchse, daher keine Gefahr des Festbrennens, lange Führung, geringe Abnutzung

**Besondere Abdichtung des Kegels** gegen den Packungsraum. Man schraubt die Spindel hoch, dann kann das Ventil auch im Betrieb nachverpackt werden.

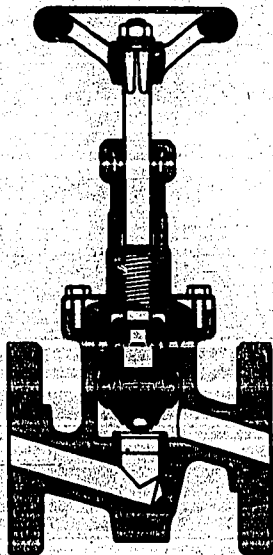
**Kegel mit Drosselansatz** zur Schonung der Sitzflächen

**Flanschen** glatt mit Rillen bis ND40 } nach beiderseits mit } Dinormen Nut ab ND64 }

**Flanschen** auch auf Rückseite glatt gedreht, dadurch einwandfreie Auflage der Muttern

**Gehäuse** mit Flanschen aus Stahl in einem Stück im Gesenk geschmiedet, keine Lunker, keine Fehlstellen, durch und durch homogenes Gefüge

## Kopfstück-Ventil



**Kopfstück** aus Preymessing

**Reichlicher Packungsraum**, daher Stopfbuchse gut dicht

**Sicherungsblech**, verhindert Lösen des Kopfstückes bei Drehen der Spindel

**Langes Einschraubgewinde** am Kopfstück

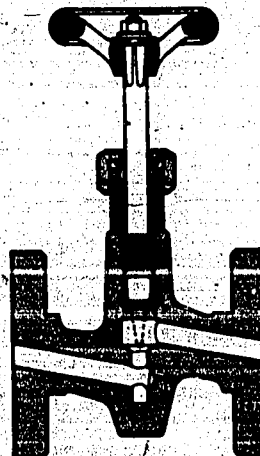
**Langes Spindelgewinde**

„Niropal“- oder „Polla“-Dichtung

(Die Abbildung links zeigt das Kopfstück-Ventil mit „Polla“-Dichtung)

## Nadel-Ventil

Als Absperr-Ventil (Ausf. „A“) oder als Reguller-Ventil (Ausf. „B“)



**Spindel**, genau zentriert, dichtet absolut gegen höchste Drücke

**Langes Spindelgewinde**

**Spindel** aus Messing (bis 300°) aus Opal (bis 500°) aus Stahl bei Ausführung ganz aus Eisen

**Spindel** bei Absperrventil ballig, bei Regullerventil mit langer Spitze

**Reichlicher Packungsraum**, daher Stopfbuchse gut dicht

24

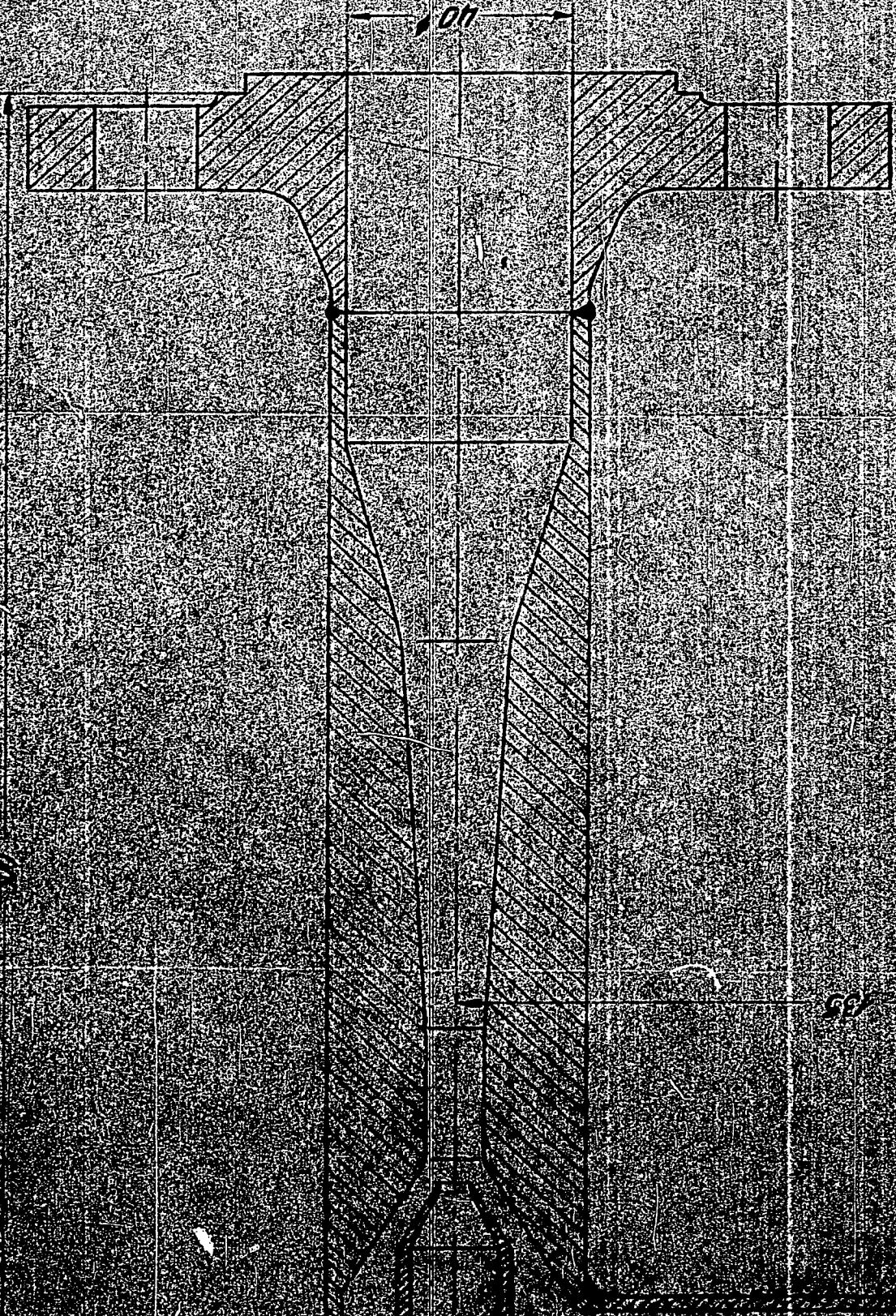
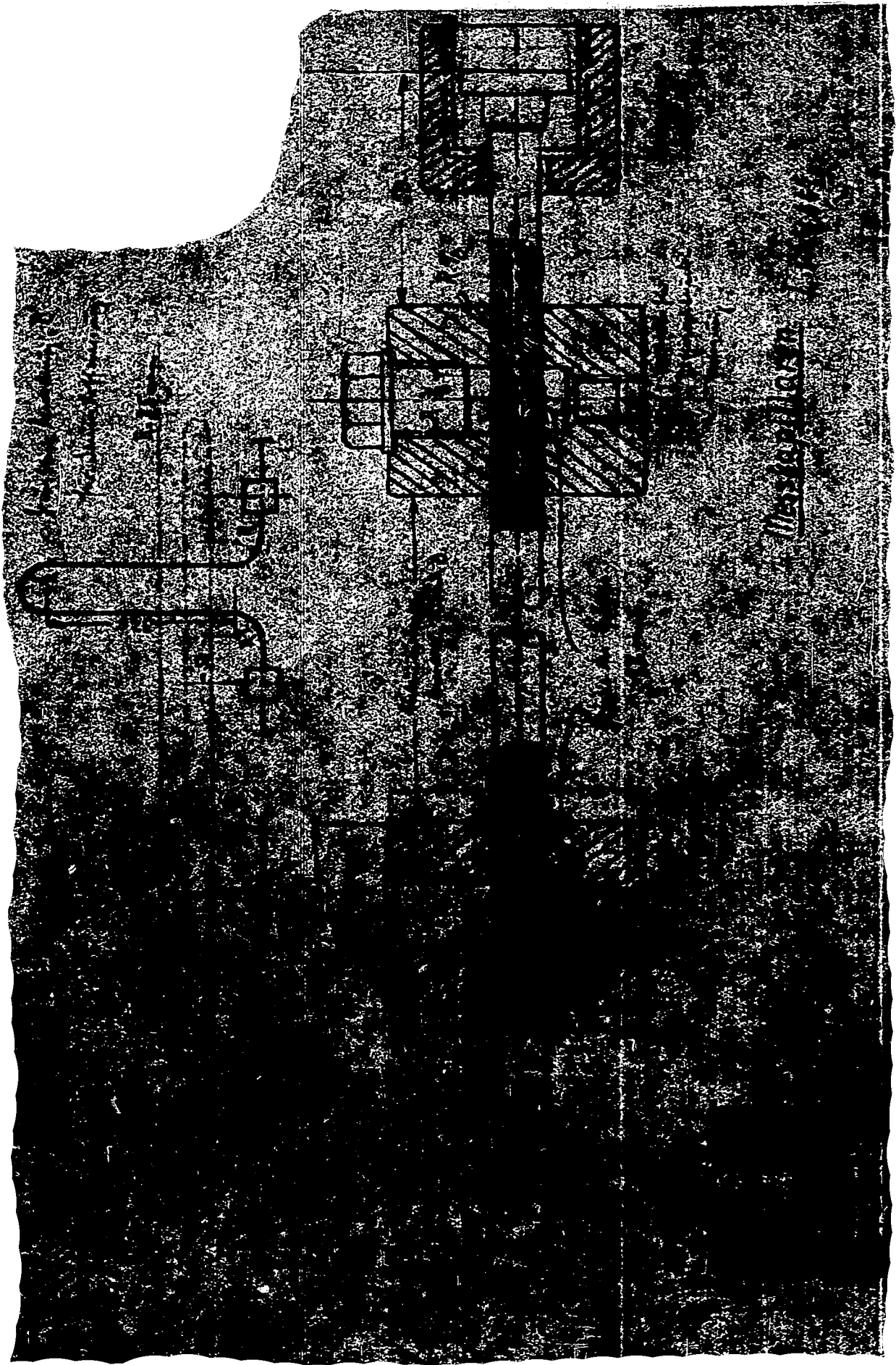


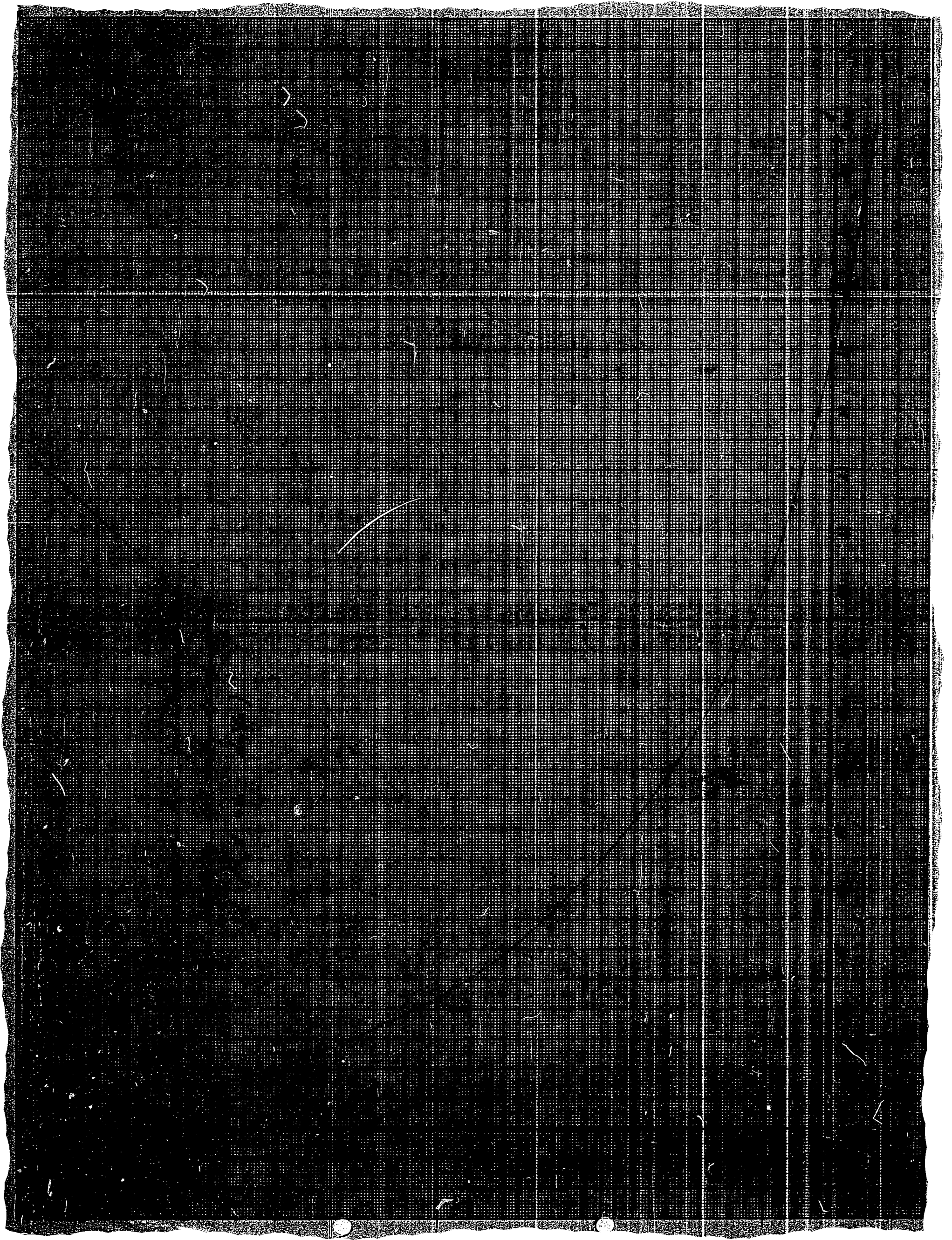
Diagram 150

17	567	LURCI
100 mm	1/1	200546

Technical drawing of a piston and skirt  
 showing the main dimensions and the  
 hatching of the different parts.  
 The drawing is a cross-section of the  
 piston and skirt, showing the main  
 dimensions and the hatching of the  
 different parts. The drawing is a  
 technical drawing of a piston and skirt  
 showing the main dimensions and the  
 hatching of the different parts.



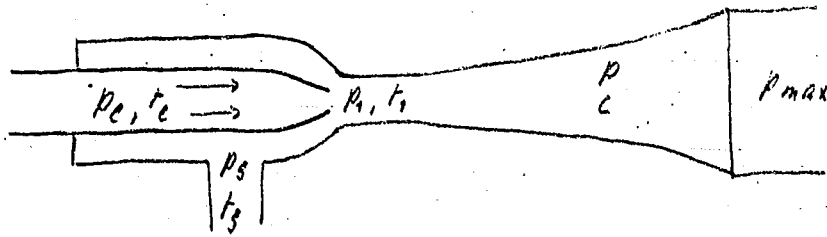




Wahlstromfließung

$V_g = 23 \text{ Nm}^3/\text{h}$        $p_g = 1,0 \text{ ata}$

$p_{max} = 1,5 \text{ ata}$        $p_e = 23,0 \text{ ata}$



$t_e = 20^\circ$        $t_g = 30^\circ$

wegen  $\frac{G_g}{G_H} \ll 1$ ,  $t_1 = t_e$ .

$p_1$  ist  $= p_g$  bei den gewählten Dimensionen.  
 Und obwohl  $p_1 < p_g$  gilt! Wählstromfall  
 ist im Regime der Fall zu sein.

Wahlstromfließgeschwindigkeit  $c_1$ :

$$\frac{c_1^2}{2g} = \frac{p_e - p_1}{\rho} \cdot \eta \quad p \text{ [kg/m}^2\text{]}, \quad \rho \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

$\eta = 0,9 \text{ bis } 0,95$        $c_1^2 = \frac{2 \cdot 9,81 \cdot 22000}{1000} \cdot 0,9$   
 $c_1 = 62,3 \text{ m/s}$

Wahlstromfließ  $G_H$ :

die Wahlstromfließgeschwindigkeit von  $p_1$  auf  $p$  ist

$$L = \frac{p_1 \cdot V_{g1} \cdot \frac{p}{p_1} + G_H \cdot \frac{p - p_1}{1000}}{G} \quad \frac{\text{m}^3}{\text{kg Dampf} + \text{Luft}}$$

die Lufttemperatur  $c$  an der Stelle mit dem  
 Druck  $P$  ist

$$c = \sqrt{c_a^2 - 2g \frac{V_{a3} \cdot P_1 \ln \frac{P}{P_1} + G_H \frac{P - P_1}{1000}}{G \cdot (1 - \zeta)}}$$

$P = P_{max}$  bei  $c = 0$ , also

$$c_a^2 = 2g \frac{V_{a3} \cdot P_1 \ln \frac{P_{max}}{P_1} + G_H \frac{P_{max} - P_1}{1000}}{G \cdot (1 - \zeta)}$$

Mit  $G_H \sim G$ , da  $G_{Luft} \ll G_{Wasser}$   
 wird

$$c_a^2 = \frac{2g}{1 - \zeta} \left[ \frac{V_{a3} \cdot P_1 \ln \frac{P_{max}}{P_1} + \frac{P - P_1}{1000}}{G} \right]$$

Erweitert  $G$ :

$$G = \frac{\frac{2g}{1 - \zeta} \cdot V_{a3} \cdot P_1 \ln \frac{P_{max}}{P_1}}{c_a^2 - \frac{2g}{1 - \zeta} \cdot \frac{P_{max} - P_1}{1000}}$$

Wenn  $P_{max} - P_1 \ll P_1$ , wird

$$P_1 \cdot V_{a3} \ln \frac{P_{max}}{P_1} \sim V_{a3} (P_{max} - P_1) \quad \text{wird}$$

$$G = \frac{\frac{2g}{1 - \zeta} \cdot (P_{max} - P_1) \cdot V_{a3}}{c_a^2 - \frac{2g}{1 - \zeta} \cdot \frac{P - P_1}{1000}}$$

$$\zeta = 0.5 \quad V_{a3} = 23 \cdot \frac{293}{273} \cdot \frac{1}{3600}$$

$$= 0.00685 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\ln \frac{15000}{10000} = 0.4055$$

$$G = \frac{2 \cdot 9.81}{1 - 0.5} \cdot 0.00685 \cdot 10000 \cdot 0.4055 \cdot \frac{1090}{3880 - 196} = 0.296 \text{ kg/s}$$

$$62,3^2 - \frac{2 \cdot 9.81}{1 - 0.5} \cdot \frac{15000 - 10000}{1000} \cdot \frac{1090}{3880 - 196}$$

$$G_H = 0.3 \text{ kg/s}$$

Querschnitt der Kapillare:  $F = \frac{V_H}{c_1} = \frac{0.0003}{62.5} \text{ m}^3$

$$= 0.0000048 \text{ m}^2 = 4.82 \text{ mm}^2$$

$$d = 2.475 \approx 2.5 \text{ mm}$$

Um selbst man die verschiedenen  $P$  die  
 Grenzfrequenz  $c$  wird mit  $c$  die  
 notwendigen dimensionsmäßige  $f$  bzw.  $d$  wird.  
 hierzu  $c = f(d)$ , mit dem Hilfe dimensionsformeln  
 erhalten.

$c$ , bzw.  $d$  selbst man in einem Schritt  
 mit folgenden Regeln:

$$P \text{ [kg/m}^2\text{]}, \text{ bzw. } P/P_0, \quad L = \frac{P_0 \cdot V_0 \cdot \ln \frac{P}{P_0} + G \cdot \frac{P - P_0}{1000}}{G}$$

$$\text{[m}^2\text{/kg]}, \quad \frac{29 \cdot L}{1 - \xi}, \quad c_1^2 = \frac{29L}{1 - \xi} \text{ [m}^2\text{/s}^2\text{]},$$

$$c = \sqrt{c_1^2 - \frac{29L}{1 - \xi}} \text{ [m/s]}, \quad V = V_0 + V_H \text{ [cm}^3\text{/s]}, \quad F = \frac{V}{c}, \quad d$$

Für den Querschnitt ergibt sich  $d = 12,1 \text{ mm}$

hierfür für  $100 \text{ Nm}^3$  und von  $18$  mit  $18.5 \text{ atm}$ :

Kapillare:  $d = 5,4 \text{ mm}$     Zahl:  $d = 10,4 \text{ mm}$



11000	12000	13000	14000	14500	15000	14800	14900
1.0453	0.4823	0.2624	0.3305	0.3745	0.4035	0.3924	0.3988
22.8	43.6	62.9	80.8	89.3	97.5	94.3	95.9
894	1710	2465	3165	3500	3820	3695	3760
2986	2470	1445	745	380	60	185	120
54.6	46.5	37.6	26.7	19.5	7.75	13.6	10.95
6.52	6.00	5.56	5.19	5.02	4.86	4.925	4.90
1.163	1.290	1.480	1.945	2.575	6.27	3.62	4.48
12.32	12.82	13.73	15.74	18.10	28.25	24.45	23.90

$p$

$$A_m \frac{P}{P_0}$$

$$z = \frac{P_1 V_1}{G_H} \cdot A_m \frac{P}{P_0} + \frac{P - P_2}{1050}$$

$$\frac{29L}{1-\zeta} =$$

$$\zeta_1^2 = \frac{29L}{1-\zeta}$$

$$c = \sqrt{c_1^2 = \frac{25L}{1-\zeta}}$$

$$V = V_S + V_H \quad -1/s$$

$$F = \frac{V}{c} \quad -cm^2$$

$$d \quad -mm$$

$\rho$	190 000	190 500	191 000	191 500	192 000	192 500	193 000	193 500	194 000	194 500	195 000
$\frac{kg}{m^2}$											
$\frac{m^3}{kg}$											
$\rho$											
$L = \frac{V_0}{G} (p - p_0) + \frac{54 \cdot (p - p_0)}{G \cdot 1000}$											
$29 \frac{L}{1-\xi}$											
$C_0^2 = 29 \frac{L}{1-\xi}$											
$C = \sqrt{C_0^2 - 29 \frac{L}{1-\xi}}$											
$V_g = V_{Ag} \cdot \frac{\rho_0}{\rho}$											
$V = V_g + V_N$											
$F = \frac{V}{C}$											
$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}$											
$mm$											

$$L = \frac{V_0}{G} (p - p_0) + \frac{54 \cdot (p - p_0)}{G \cdot 1000}$$

$$29 \frac{L}{1-\xi}$$

$$C_0^2 = 29 \frac{L}{1-\xi}$$

$$C = \sqrt{C_0^2 - 29 \frac{L}{1-\xi}}$$

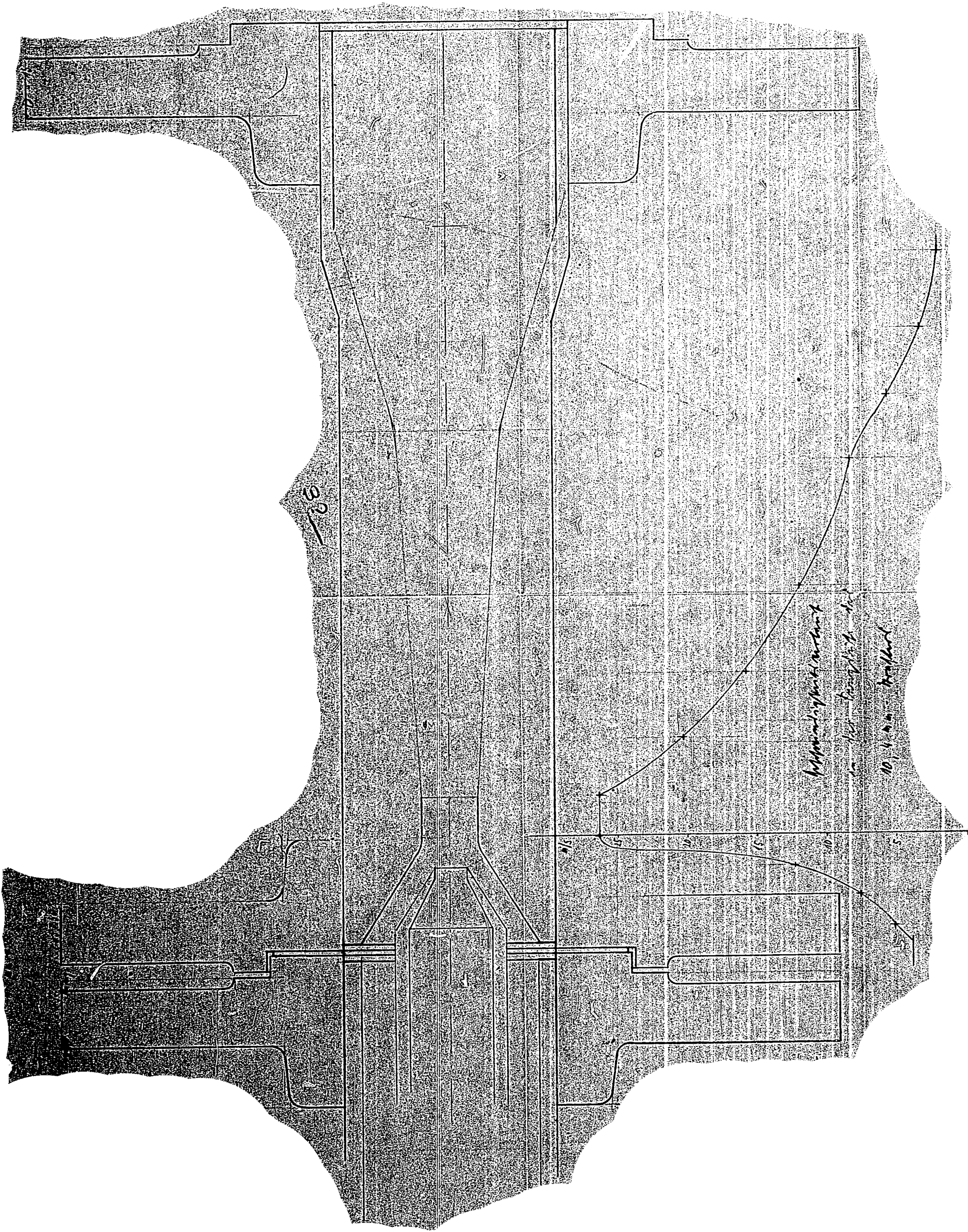
$$V_g = V_{Ag} \cdot \frac{\rho_0}{\rho}$$

$$V = V_g + V_N$$

$$F = \frac{V}{C}$$

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}$$





# SILLIMANIT



# P. B. Sillimanit

der Rohstoff unserer hochmullithaltigen Rohrmasse, ist ein natürliches, kristallinisches Tonerdesilikat (Cyanit) von hoher Reinheit, das in seiner chemischen Zusammensetzung ( $\text{Al}_2\text{O}_3, \text{SiO}_2$ ) einen Tonerdegehalt von ca. 63%, einen Kieselsäuregehalt von ca. 37% aufweist. Durch den Calcinerprozeß – ca. 1600°C – erfolgt seine Überleitung in die raumbeständige Form.

## Sillimanit-Rohre

– mit geringstem Anteil an flußmittelhaltiger Bindung durch Anwendung sehr hoher Temperaturen gasdicht gebrannt – sind feuerfest, mechanisch fest, bei hohen Temperaturen stand- und biegefest, besitzen hohe Wärmeleitfähigkeit und gute elektrische Eigenschaften. Die Wärmedehnung des Sillimanitrohres ist niedrig und regelmäßig. Bemerkenswert ist, daß der Werkstoff während der Erhitzung und Abkühlung keine Umwandlung erfährt, die z. B. dem Quarz eigen ist. Aus diesem Grunde und infolge des sehr geringen Gehaltes an alkalihaltiger, glasiger Bindesubstanz ist die Temperaturwechselbeständigkeit des Rohres sehr gut. Sillimanitrohre sind außerdem raumbeständig, selbst bei hohen Temperaturen, beständig gegen Flugstaub und Gase, in oxydierender und reduzierender Atmosphäre. Sie sind bis 1750°C – in Ausnahmen bis 1800°C – verwendbar; die Grenze ist naturgemäß infolge der vor dem Schmelzpunkt beginnenden Erweichung von der jeweiligen Beanspruchung abhängig.

## Gasdichte Massen:

Unsere Massen 10a und 9i sind bis zur oberen Verwendungsgrenze gasdicht. Während Porzellanrohre glasiert bis ca. 1200°C, unglasiert bis ca. 1400°C verwandt werden können, ist die Verwendungsgrenze von Sillimanitrohren ca. 1800°C. Sie haben selbst bei hohen Temperaturen eine hohe mechanische Festigkeit, sind dabei raumbeständig und gegen chemischen Angriff äußerst widerstandsfähig.

**Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ca. 60%, SiO<sub>2</sub> ca. 39%**, verwendbar bis zu Temperaturen von ca. 1700°C, dicht gesintert, speziell gasdicht, gut wärmeleitend, relativ temperaturwechselbeständig, mechanisch sehr fest, beständig gegen Säuren (außer Flußsäure),

**geeignet als Pyrometerrohre (Innenrohre), als Gasentnahmeröhre für analytische Untersuchung, als Verbrennungsrohre usw.**

**Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ca. 65%, SiO<sub>2</sub> ca. 34%**, hochmullithaltig, mit geringstem Gehalt an Glasphase, verwendbar bis zu Temperaturen von 1750°C [– 1800°C], gasdicht bis zur oberen Verwendungsgrenze, temperaturwechselbeständig, biegefest,

**geeignet vornehmlich für Messungen bei sehr hohen Temperaturen (z. B. Kohlegrießöfen, Tammanöfen) - Dauerbeanspruchung - bei Beanspruchung auf Biege- und Zugfestigkeit (waagerechter Einbau) usw.**

# KOPPERS Spezialrohre

## in hochfeuerfesten Sonderqualitäten

### Tonerderohre

**Masse TE** Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehalt ca. 99%, verwendbar bis ca. 1850° C, dicht gesintert, absolut gasdicht, relativ temperaturwechselbeständig, äußerst widerstandsfähig gegen chem. Angriff und mech. Beanspruchung:

Lager-Nr.	mm Ø	Grundpreis pro 1000 mm	Lager-Nr.	mm Ø	Grundpreis pro 1000 mm
0,300	3 × 1	RM 10,—	0,330	12 × 8	RM 14,—
0,305	6 × 3	RM 11,—	0,335	15 × 10	RM 16,—
0,310	7 × 4	RM 12,—	0,340	17 × 12	RM 17,—
0,315	8 × 5	RM 12,—	0,345	20 × 15	RM 19,—
0,320	10 × 6	RM 13,—	0,350	25 × 18	RM 23,—
0,325	11 × 7	RM 13,—	0,355	27 × 20	RM 26,—

### Siliciumcarbidrohre

**Masse SiC** verwendbar > 1500° C, speziell wärmeleitend, mech. fest, von geringer und gleichmäßiger Wärmedehnung, daher sehr temperaturwechselbeständig:

Lager-Nr.	mm Ø	Grundpreis pro 1000 mm	Lager-Nr.	mm Ø	Grundpreis pro 1000 mm
0,400	23 × 17	RM 8,20	0,405	60 × 50	RM 16,80
0,401	30 × 22	RM 9,40	0,406	70 × 60	RM 19,20
0,402	35 × 28	RM 10,50	0,407	80 × 70	RM 21,40
0,403	40 × 32	RM 11,40	0,408	95 × 80	RM 30,—
0,404	50 × 42	RM 13,80	Preise für SiC-Rohre einschl. einem geschlossenen Ende		

### Heizrohre für Kohlegrießöfen

**Masse HK** Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehalt ca. 85%, verwendbar bis ca. 1800° C, mit körnigem Scharben, gut temperaturwechselbeständig, korrosionsbeständig, unempfindlich gegen Einwirkung von Kohlenstoff bzw. Kohlenoxyd:

Lager-Nr.	mm Ø	Grundpreis pro 100 mm	Lager-Nr.	mm Ø	Grundpreis pro 100 mm
0,450	80 × 65	RM 2,—	0,465	155 × 135	RM 5,50
0,455	115 × 100	RM 3,50	0,470	195 × 170	RM 7,60
0,460	140 × 120	RM 4,50	0,475	225 × 200	RM 11,80

Preise für weitere Abmessungen auf Anfrage! Rohre für Kohlegrießöfen werden in größeren Längen zweckmäßig 3teilig angefertigt, damit der stärker beanspruchte Teil ausgewechselt werden kann.

### Gewinderohre

**Masse H** Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Gehalt ca. 72%, als Widerstands- oder Wendelträger, praktisch eisenfrei, daher von geringster elektr. Leitfähigkeit, frei von S und C, gut wärmeleitend, sehr temperaturwechselbeständig:

Lager-Nr.	mm Ø	Gewinde-Steigung	Grundpreis pro 1000 mm	Lager-Nr.	mm Ø	Gewinde-Steigung	Grundpreis pro 1000 mm
0,500	30 × 20	2,0 mm	RM 10,50	0,505	60 × 48	3,0 mm	RM 19,—
0,501	35 × 25	2,5 mm	RM 12,—	0,506	70 × 56	3,0 mm	RM 22,—
0,502	40 × 30	2,5 mm	RM 13,50	0,507	80 × 66	3,5 mm	RM 25,—
0,503	45 × 33	2,5 mm	RM 15,—	0,508	90 × 74	3,5 mm	RM 30,—
0,504	50 × 42	2,5 mm	RM 17,—	0,509	100 × 84	3,5 mm	RM 35,—

Preisberechnung nach Prospekt 1125 — Sillimanit-Rohre!

**EUROPAISCHE KOPPERS P. B. SILLIMANIT  
GESELLSCHAFT M. B. H. DÜSSELDORF-HEERDT**  
Wiesenstraße 61  
Ruf 511 51



### Sillimanit-Pyrometerschutz-, Gasentnahme- und Verbrennungsrohre.

Lager-Nummer	Durchmesser	Grundpreis pro 1000 mm
0,0010	1 × 0,4 mm	5,25 RM
0,0011	1,8 × 1,2 mm	5,25 RM
0,0020	2 × 1,2 mm	5,25 RM
0,0030	3 × 1 mm	5,25 RM
0,0040	3 × 1,5 mm	5,25 RM
0,0050	3 × 2 mm	5,25 RM
0,0060	4 × 3 mm	5,25 RM
0,0061	5 × 3 mm	4,50 RM
0,0070	6 × 3 mm	4,50 RM
0,0071	6 × 4 mm	4,50 RM
0,0090	7 × 4 mm	4,25 RM
0,0100	8 × 5 mm	4,— RM
0,0110	9 × 6 mm	4,— RM
0,0111	9 × 7 mm	4,— RM
0,0120	10 × 6 mm	3,75 RM
0,1010	11 × 7 mm	3,75 RM
0,1020	12 × 8 mm	4,25 RM

Lager-Nummer	Durchmesser	Grundpreis pro 1000 mm
0,1030	13 × 10 mm	4,25 RM
0,1031	15 × 10 mm	4,25 RM
0,1040	15 × 12 mm	4,25 RM
0,1041	16 × 12 mm	4,25 RM
0,1050	17 × 13 mm	4,25 RM
0,1051	19 × 15 mm	5,— RM
0,1060	20 × 15 mm	5,— RM
0,2010	22 × 15 mm	6,25 RM
0,2020	22 × 18 mm	6,25 RM
0,2030	23 × 19 mm	7,— RM
0,2040	25 × 20 mm	7,50 RM
0,2050	28 × 23 mm	9,25 RM
0,2060	30 × 23 mm	9,75 RM
0,2070	30 × 25 mm	9,75 RM
0,3010	32 × 26 mm	10,75 RM
0,3011	33 × 28 mm	10,75 RM

Lager-Nummer	Durchmesser	Grundpreis pro 1000 mm
0,3020	36 × 30 mm	12,50 RM
0,3030	38 × 32 mm	13,50 RM
0,3031	38 × 30 mm	13,50 RM
0,3040	40 × 32 mm	14,— RM
0,4010	43 × 37 mm	14,50 RM
0,4020	46 × 40 mm	16,50 RM
0,4030	48 × 40 mm	16,75 RM
0,4040	50 × 42 mm	18,50 RM
0,5010	54 × 46 mm	21,25 RM
0,5020	60 × 50 mm	26,50 RM
0,6010	68 × 60 mm	27,75 RM
0,6011	70 × 60 mm	29,50 RM
0,7010	70 × 62 mm	29,50 RM
0,7011	75 × 65 mm	32,50 RM
0,7020	80 × 70 mm	33,50 RM
0,7030	86 × 76 mm	42,50 RM

### Sillimanit-Isolationsrohre für Thermoelemente mit mehreren Durchführungen.

Lager-Nummer	Zahl der Durchführungen	äußerer Durchmesser	Durchmesser der Durchführungen	Grundpreis pro 1000 mm
0,12	2	1,5 mm	0,15 mm	5,— RM
0,13	2	2,2 mm	0,5 mm	4,75 RM
0,14	2	3 mm	0,6 mm	2,40 RM
0,15	2	4 mm	1,0 mm	2,40 RM
0,16	2	6 mm	1,8 mm	2,40 RM
0,17	2	8 mm	1,5 mm	2,40 RM
0,18	2	8,5 mm	2,5 mm	2,40 RM
0,19	2	10 mm	2,7 mm	2,75 RM
0,20	2	12 mm	3 mm	2,75 RM
0,21	2	15,5 mm	4,5 mm	3,25 RM
0,22	4	8,5 mm	1,8 mm	3,50 RM
0,23	4	9 mm	2 mm	3,50 RM
0,24	4	11 mm	2,5 mm	3,50 RM
0,25	2 oval	11,5 × 6,5 mm	3,8 mm	4,50 RM
0,26	2 oval	12 × 8 mm	4 mm	4,50 RM

Für Längen bis 100 mm Sonderanfrage erbeten.

### Sillimanit-Isolierrohrchen in Längen von 50—100 mm.

Durchmesser		Preise pro 100 Stück	
außen	innen	50 mm	100 mm
1 mm	0,5 mm	3,75 RM	
1,5 mm	0,8 mm	3,75 RM	
2 mm	1,2 mm	2,— RM	2,75 RM
2,5 mm	1,8 mm	2,10 RM	2,85 RM
3 mm	2,5 mm	2,20 RM	2,95 RM
3 mm	1,2 mm	2,30 RM	3,05 RM
3,8 mm	1,8 mm	2,40 RM	3,15 RM
5,5 mm	3,2 mm	2,50 RM	3,25 RM
6,5 mm	4,5 mm	2,60 RM	3,35 RM

### Körnige Massen:

Der körnige, nicht dicht gesinterte Scherben macht unsere Rohre Masse H und HE unübertroffen temperaturwechselbeständig. Sie sind in hohem Maße widerstandsfähig gegen chemischen Angriff, gegen Stichflammen, Flugstaub usw., jedoch nur bedingt gasdurchlässig. Alle günstigen ffst. Eigenschaften des Werkstoffes kennzeichnen ausnahmslos auch diese Rohre.

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ca. 72%, SiO<sub>2</sub> ca. 27%, verwendbar bis zu Temperaturen von 1700° C, speziell temperaturwechselbeständig, mechanisch sehr fest, von hoher Wärmeleitfähigkeit, geeignet als Außenschutzrohre für Pyrometer, als Glührohre für optische Pyrometer, als Heizrohre z. B. für Spezialöfen usw.

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ca. 65%, SiO<sub>2</sub> ca. 34% (keine freie Kieselsäure enthaltend), verwendbar bis zu Temperaturen von max. 1600° C, praktisch eisenfrei, daher von geringster elektrischer Leitfähigkeit, frei von S und C, unübertroffen temperaturwechselbeständig, geeignet als Widerstandsträger (Wendelträger), Einführungsrohre, Durchführungsrohre für Silitstäbe usw.

### Sillimanit-Pyrometer-, Gasentnahme- und Verbrennungsrohre.

Lager-Nummer	Durchmesser	Grundpreis pro 1000 mm
0,010	6 × 3 mm	9,— RM
0,015	7 × 4 mm	8,50 RM
0,020	8 × 5 mm	8,— RM
0,025	10 × 6 mm	7,50 RM
0,030	12 × 8 mm	8,50 RM
0,035	15 × 10 mm	8,50 RM
0,040	17 × 12 mm	8,50 RM
0,045	20 × 15 mm	10,— RM
0,050	25 × 20 mm	13,25 RM
0,055	30 × 25 mm	17,25 RM
0,060	36 × 30 mm	22,50 RM

Preisberechnung: Die Preise für kürzere und längere Rohre errechnen sich nach Maßgabe der obengenannten Grundpreise bis zu einer maximalen Rohrlänge von 1500 mm verhältnismäßig. Rohrlängen über 1500 mm bedingen einen Aufschlag von 20 %, Rohrlängen über 2000 mm einen solchen von 30 %, errechnet vom Effektivpreis. Rohre, einseitig geschlossen, bedingen 10 % Aufschlag, mit Flansch ebenfalls 10 % Aufschlag, errechnet vom Listen- bzw. Grundpreis pro 1000 mm. Zum Beispiel kostet ein Rohr 1750 × 25 × 20 mm, einseitig geschlossen, mit Flansch, RM 13,13 + 20 % = RM 2,62 + Zuschlag für einseitig geschlossen, errechnet vom Grundpreis = RM 0,75 + Zuschlag für Flansch, errechnet vom Grundpreis = RM 0,75, mithin insgesamt RM 17,25. Rohre in Längen unter 200 mm (mit Ausnahme der Isolations- und Isolierrohrchen) bedingen einen Aufschlag von RM 0,10 auf den Einzelpreis für das Schneiden der Rohre in kurze Stücke.



**Sillimanit-Außenschutz- und Glührohre für thermoelektrische und optische Pyrometer, einseitig geschlossen.**

Lager-Nummer	Durchmesser	Grundpreis pro 1000 mm
0,100	23 × 17 mm	6,80 RM
0,105	30 × 22 mm	7,80 RM
0,106	35 × 28 mm	8,80 RM
0,110	40 × 32 mm	9,80 RM
0,115	50 × 42 mm	11,50 RM
0,120	60 × 50 mm	14,— RM
0,125	70 × 60 mm	16,— RM
0,130	80 × 70 mm	17,80 RM
0,135	95 × 80 mm	25,— RM
0,140	120 × 100 mm	34,50 RM
0,145	140 × 120 mm	64,— RM

Preise für einseitig geschlossene Rohre. Rohre mit Flansch bedingen einen Zuschlag von 10% auf den Grundpreis von 1000 mm, sonst „Preisberechnung“ wie vor.

**Sillimanit-Heizdrahttrag- und Durchführungsrohre, beiderseitig offen, ohne Flansch.**

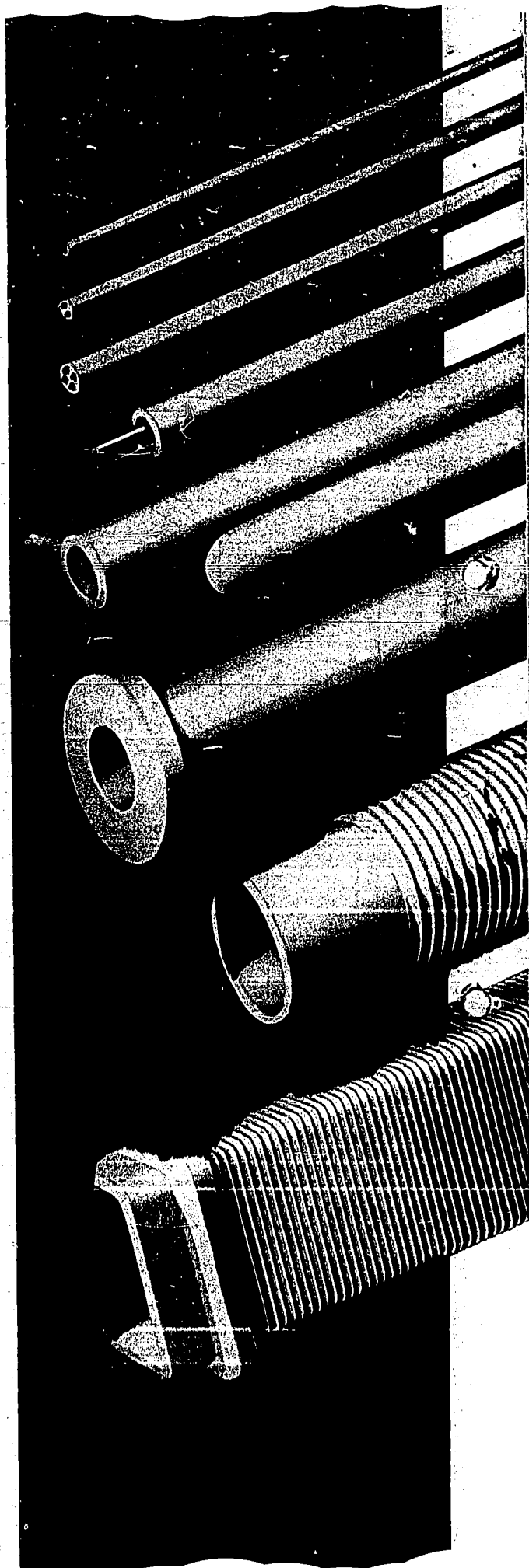
Lager-Nummer	Durchmesser	Grundpreis pro 1000 mm
0,200	14 × 6 mm	2,50 RM
0,205	15 × 7 mm	2,50 RM
0,210	20 × 12 mm	2,80 RM
0,215	23 × 13 mm	4,25 RM
0,220	30 × 20 mm	5,10 RM
0,225	35 × 25 mm	5,50 RM
0,230	40 × 30 mm	6,20 RM
0,235	45 × 33 mm	7,— RM
0,240	50 × 38 mm	7,80 RM
0,245	60 × 48 mm	11,— RM
0,250	70 × 56 mm	14,— RM
0,255	80 × 66 mm	15,60 RM
0,260	95 × 78 mm	22,50 RM

Rohre aus Masse HE werden beiderseitig offen, ohne Flansch, angefertigt. „Preisberechnung“ wie vor.

**Gewinde-Rohre, Tonerde-Rohre, Siliciumcarbid-Rohre auf Anfrage**

**Lieferungs- und Zahlungsbedingungen:**

Die Preise verstehen sich in Reichsmark, rein netto, einschließlich Transportversicherung, ausschließlich Verpackung, die nicht zurückgenommen wird, ab unserem Werk, zahlbar 30 Tage nach Versand in bar ohne Abzug. Erfüllungsort und Gerichtsstand: Düsseldorf.



40