

34-P

Bergwerke Essen
Abt. Kokereien, den 17. April 1940.

20784

Betrifft: Krupp-Lurgi-Steinkohlenschwelung.Vorgang: Schwelversuche mit Heber-Briketts.

Zur Vornahme von Schwelversuchen wurden uns von der Pa. Humboldt-Deutz, Köln, 15 t Heber-Briketts im Auftrage des Reichsamtes für Wirtschaftsaufbau zugesandt. Die Briketts waren aus gleichen Teilen von 4 oberschlesischen Kohlensorten, denen Sulfitlauge zugesetzt war, hergestellt.

Die Immediatanalyse ergab folgende Werte:

Wasser:	2,25 %
Asche:	13,42 %
fl. Best.:	31,6 %
Backfähigkeit:	-

Die Backfähigkeit wurde nach dem Verfahren von Kattwinkel bestimmt. Hierfür wird 1 g der unter 0,2 mm zerkleinerten Kohlenprobe mit 17 g Sand gemischt und im Porselantiegel verkocht. Die dabei erhaltenen Kokskuchen werden einer Druckprobe unterworfen, die je nach dem Backfähigkeitsvermögen der Kohle unterschiedliche Werte ergibt. Bei den vorliegenden Briketts wurde bei der Verkokung der Brikett - Sand - Mischung überhaupt kein gebackener Kokskuchen erhalten, sodaß nach diesem Verfahren keine Backfähigkeit vorlag.

Mit den Briketts wurde zunächst in der elektrisch beheizten Laboratoriumsretorte ein Schwelversuch mit dem nachstehenden Ergebnis ausgeführt:

Schweltemperatur °C	600°
Garungszeit h	2 1/4
Eingesetzte Briketts:	

Immediatanalyse:

Wasser	%	2,25
Asche	%	13,82
fl. Bestdt.	%	31,10

Ausbringen: (bez. a. tr. Kohle)

Teer	%	6,72
Gasbenzin	%	0,69
Koks	%	77,80
Gas Nm ³ /to.		86,98
Bildungswasser	%	5,67

Gasbenzin D₂₀ 0,745Teer: (100 ccm Siedeanalyse)

% - 175°	8,4
% - 200°	11,7
% - 230°	22,3
% - 250°	28,7
% - 270°	39,3
% - 300°	43,6
% - 360°	56,9

<u>Recherweichungspunkt °C</u>		78
<u>Stoßpunkt °C</u>		+ 8
<u>Viskosität °E</u>	bei 20°	38,8
	30°	3,91
<u>Saure Ole %</u>		22,76
<u>D_{20°}</u>		1,072
<u>Wasser %</u>		6,0
<u>Gasanalyse:</u>		
(luftfrei)	CO ₂	11,3
	Cn H _{2n}	1,6
	Cx Hy	0,7
	CO	10,4
	H ₂	21,4
	C ₂ H ₆	4,6
	CH ₄	41,6
	N ₂	8,4

K o k s :

Asche %	17,47
fl.Best.%	9,80

Die geschwulsten Briketts zeigten keinen einheitlichen Schmelzfluss und hatten eine unterschiedliche Festigkeit.

Die Betriebsversuche wurden in dem Versuchsschmelofen der Schwelanlage Helene durchgeführt. Dieser Ofen besitzt 3 breite und eine schmale Zelle. Die breiten Zellen sind oben 82 mm und unten 112 mm breit, während die schmale Zelle oben 40 mm und unten 70 mm breit ist. Die Höhe aller Zellen beträgt 1700 mm. Für alle Zellen ist die schmale Zelle abgedeckt und nicht gefüllt. Die Temperatur des Umlaufgases betrug beim Eintritt in die Heizzellen ca. 630° und beim Austritt aus den Heizzellen ca. 610°.

Die an den Schmelofen angeschlossene Kondensation gestattete es, bei einzelnen Versuchen die Teerausbeute und die Menge des Gases zu bestimmen. Der Schmelteer wurde in einem offenen Schiff und in einem Röhrenkühler aufgefangen und in einem mit einer Heizschlange versehenen Scheidtopf bei einer Temperatur von 30-40° vom Wasser getrennt. Für die Messung der Gasmenge waren ein kleiner Gasbehälter sowie eine Gasuhr eingeschaltet. Die Ermittlung des Benzingehaltes im Gase wurde so durchgeführt, dass eine abgezweigte Gasmenge durch aktive Kohle geleitet und das Benzin mit Wasserdampf ausgetrieben und aufgefangen wurde. Ein Teilstrom des abgezweigten Gases, der dem Verhältnis der zeitlich anfallenden Gas Mengen entsprechend eingestellt war, wurde für die Bestimmung der Zusammensetzung des Gases aufgefangen.

Durch Vorversuche wurde zunächst festgestellt, dass für die Briketts eine Garungszeit von 2 1/2 Stunden ausreichend war, um eine gute Ausgarung des Kokes zu erzielen.

Die durchgeführten Bilanzversuche hatten folgende Ergebnisse:

		29.3.40.	29.3.40.	8. 4. 40.
Garungszeit	h	2 1/2	2 3/4.	2 1/2
Einsatzkohle		Weber - Briketts aus Lagerkohle		Weber-Briketts aus frischer Kohle
Wassergehalt	%	2,60	2,50	2,34
Asche	%	12,92	12,34	12,53
fl. Bestandteile	%	32,80	32,24	33,28
Menge feucht	kg	388	383	379
" trocken	kg	377,9	373,3	370,1
Schüttgewicht feucht	kg/m ³	763	753	745
<u>K o k s :</u>				
<u>Koks über 10 mm</u>				
Wassergehalt	%	3,6	3,-	3,3
Menge je Ofenfüllung				
feucht	kg	284,5	282,7	276,8
trocken	kg	274,26	274,22	267,70
<u>Koks unter 10 mm</u>				
Wassergehalt	%	10,8	11,2	10,-
Menge je Ofenfüllung				
feucht	kg	17	14	17
trocken	kg	15,16	12,43	15,30
<u>Gesamtmenge trocken:</u>				
(Koks + Grus)	kg	289,42	286,65	283,--
Asche	%	16,24	15,94	16,28
fl. Bestandteile	%	9,1	8,7	9,6
<u>Ausbringen:</u>				
(tr.Koks auf tr.Kohle)	%	76,59	76,79	76,47
Porosität	%	36,6	37,8	37,2
scheinbares Spez.Gewicht		0,95	0,94	0,92
wirkliches " "		1,50	1,49	1,53
<u>T e e r :</u>				
=====				
Ausbringen bez.a.tr.Kohle)	%	6,08		5,97
Siedeanalyse:				
200 - 200°		7,1		7,6
200 - 230°		8,3		10,7
230 - 250°		7,6		6,5
250 - 270°		4,5		6,5
270 - 300°		8,2		7,-
300 - 340°		23,2		20,5
Gesamtölausbringen bis 340°	%	58,9		58,8

		29.3.40.	29.3.40.	8. 4. 40.
Pecherweichungspunkt	°C	84		80
Stockpunkt	°C	+ 8,5		+ 6,-
Viskosität °E bei 20°		24,7		26,3
" " 50°		3,34		3,1
Saure Öle	%	20,01		19,04
D ₂₀ ^o		1,046		1,05
B. S. S. S. S. S.				
g/m ³ in der				
1. Garungsstunde	g	76,59		78,24
2. " "	g	43,32		41,45
3. " "	g	28,01		30,68
errechnetes Ausbringen je t tr. Kohle	%	0,404		0,416
spez. Gewicht	D ₂₀ ^o	0,769		0,770
G a s :				

Ausbringen (bez. auf tr. Kohle) Nm ³ /t		78,92	84,61	78,75
Gaszusammensetzung				
CO ₂	NR	13,2		11,2
Cn H ₂ n	NR	1,8		1,6
Cx Hy	NR	0,7		0,8
O ₂	NR	0,4		0,3
CO	NR	8,8		9,0
H ₂	NR	31,6		33,0
C ₂ H ₆	NR	3,5		3,2
CH ₄	NR	36,2		37,7
N ₂	NR	3,8		3,2
oberer Heizwert	Kcal	5771,6		5894,9
spez. Gewicht		0,622		0,593

Besprechung der Ergebnisse.

1. K o k s .

Das Schüttgewicht der Eierbriketts betrug 745-763 kg/m³ Ofenraum. Füllvorgang sowie Austrag der Briketts bereiteten keine Schwierigkeiten. Nach der Ausschmelzung und dem Öffnen des Bodenverschlusses fielen die Briketts von selbst aus den Zellen heraus. Die Garungszeit von 2 1/2 Stunden reichte aus, um eine vollständige Ausgarung zu erzielen. Die flüchtigen Bestandteile lagen bei 9,6 % bzw. 9,1 % und wurden bei einer Garungszeit von 2 3/4 Stunden mit 8,7 % ermittelt. Die geschwollenen Briketts hatten Teergehalte unter 0,04 %, waren also praktisch teerfrei.

Die Briketts fielen nach der Schwelung in der ursprünglichen Form mit teilweise geringen Oberflächenrissen an.

Der Grusgehalt unter 10 mm betrug 4,4 - 5,6 %. Es wurde ein nur teilweise geflossener Koks erhalten, in dem zu einem großen Teil noch die einzelnen Kohlenkörnchen zu erkennen waren. Vor allem fiel auf, dass die Festigkeit der einzelnen Briketts sehr unterschiedlich war. Während man einen großen Teil der Briketts nur durch einen stärkeren Druck mit dem Fuß zertreten konnte, wurde ein kleiner Teil schon durch geringen Druck zerstört und ließ sich mit der Hand zerbrechen.

Zur Feststellung der Festigkeit der geschwollenen Briketts sind verschiedene Versuchsreihen durchgeführt. Da vielleicht die nasse Löschung die Festigkeit der Briketts beeinflussen konnte, sind auch trocken gelöschte Briketts für die Versuche herangezogen. Die Kohlen, aus denen die Briketts hergestellt waren, hatten 5 Monate gelagert, sodaß vielleicht durch die lange Lagerzeit die Eigenschaften der Kohlen besonders mit Bezug auf die Backfähigkeit ungünstig beeinflusst waren. Um über diesen Punkt Aufschluss zu erhalten, sind am 8.4. Briketts, die aus frischen Kohlen hergestellt waren und für die weiter durchzuführende Herstellung einer größeren Menge Schwelbriketts auf der Schwelanlage Amalie bereits angeliefert waren, in der Versuchsanlage Helene eingesetzt und geschwollen. Die laboratoriumsmässige Ermittlung der Backfähigkeit ergab auch bei diesen Briketts, dass keine Backfähigkeit vorhanden war.

Im einzelnen wurden bei den Versuchen folgende Ergebnisse erhalten:

1.) Trommelfestigkeit.

	Ausgangsbriketts:	geschwollene Briketts aus gelagerter Kohle:		geschwollene Briketts aus frischer Kohle:	
		trocken gelöst:	nass gelöst:	trocken gelöst:	nass gelöst:
über 40 mm	% 9,2	2,-	2,5	1,-	1,3
20 - 40 mm	% 20,8	58,8	55,5	62,7	59,4
10 - 20 mm	% 14,3	5,4	7,8	2,3	4,3
unter 10 mm	% 55,7	33,8	34,2	34,-	35,-

2.) Abriebfestigkeit.

	Ausgangsbriketts	geschwollene Briketts
Abrieb unter 10 mm	% 7,22	12,01

3.) Druckfestigkeit der auf eine Fläche von 20 mm angeschliffenen Briketts.

Druck in kg/cm ²	Ausgangs-	geschwelte Briketts		geschwelte Briketts aus	
	briketts:	aus gelagerter Kohle:	nass	frischer Kohle:	nass
		trocken	- gelöscht:	trocken	- gelöscht:
50	45	90	52	45	
26	25	110	10	60	
30	90	55	30	38	
53	40	27	25	48	
35	52	78	40	70	
28	63	34	38	55	
30	80	20	48	30	
32	92	67	52	30	
40	80	78	70	20	
26	90	69	78	40	
49	48	82	92	52	
23	80	85	30	40	
35	68	92	48	34	
43	40	50	73	54	
38	38	88	60	70	
27	41	65	72	36	
26	62	52	28	20	
39	52	35	65	53	
32	42	105	28	20	
23	52	32	92	36	
34	53	55	82	40	
23	73	120	60	40	
50	20	62	50	30	
42	40	37	55	30	
Durchschnitt	34,7	56,9	66,1	53	41,5

4.) Druckfestigkeit der nicht angeschliffenen Briketts.

Druck in kg/Brikett	Ausgangs-	geschwelte Briketts
	briketts:	aus gelagerter Kohle:
		trocken - gelöscht
50	40	
150	50	
115	60	
75	25	
55	35	
65	70	
55	45	
50	40	
85	145	
55	110	
50	25	
40	30	
95	30	
75	75	
60	25	
60	75	
110	25	
40	75	
115	25	
40	75	
115	105	
85	35	
Durchschnitt:	74,5	55,5

Zunächst ist die Festigkeit der Briketts nach dem üblichen Verfahren in der Trommel bestimmt. Hierbei ergaben die Ausgangsbriketts einen Abrieb von 55,7 % unter 10 mm, während bei den geschwulsten Briketts die Abriebwerte unter 10 mm nur zwischen 35,8 - 35 % schwankten, gleichgültig ob die geschwulsten Briketts nass oder trocken gelöscht waren und ob die Briketts aus gelagerter oder frischer Kohle hergestellt waren.

Weiter ist die Abriebfestigkeit der Briketts nach Wolff bestimmt. Bei diesem Verfahren wird der Koks unter Druck durch eine Profilverengung geleitet, wobei sich die einzelnen Kokstücker aneinander reiben. Der entfallene Abrieb unter 10 mm wird gewichtsmäßig bestimmt. Die Auswertung mehrerer Versuche, die mit den Ausgangsbriketts und mit den geschwulsten Briketts vorgenommen wurden, ergaben für die Ausgangsbriketts einen Abrieb von 7,22 % und für die geschwulsten Briketts von 12,01 %. Im Gegensatz zu den Trommelversuchen war demnach der Abrieb bei den geschwulsten Briketts größer als bei den Ausgangsbriketts. Die Erklärung hierfür wird darin zu suchen sein, dass der Abrieb, der an und für sich schon infolge der abgerundeten Formen der Briketts nicht groß ist, bei den Ausgangsbriketts infolge der glatten Oberfläche geringer ist als bei den geschwulsten Briketts mit der rissigen und rauhen Oberfläche.

Die Bestimmung der Druckfestigkeit ist mit Briketts durchgeführt, die in Richtung des Pressdruckes auf 20 mm abgeschliffen waren, um ebene Flächen für den Angriff des Druckstempels zu erhalten. Wie die Ergebnisse zeigen, streuen die Werte sehr stark. Der niedrigste Durchschnittswert ist bei den Ausgangsbriketts mit 34,7 kg/cm² erhalten. Bei den geschwulsten Briketts sind Werte zwischen 10 - 120 kg/cm² gefunden. Für die aus der gelagerten Kohle hergestellten Schwulbriketts ist bei den nass gelöschten Briketts ein höherer Wert gefunden als bei den trocken gelöschten Briketts, während bei den Briketts aus frischer Kohle das Verhältnis umgekehrt ist.

Weitere Druckversuche sind ohne Anschleifen der Briketts durchgeführt, wobei die Gesamtbelastung kg/Brikett ermittelt wird. Der Druckstempel greift hierbei nur punktförmig an. Da bei dieser Art der Bestimmung die Briketts ohne Verletzung der Walzhaut und mit geschlossener Oberfläche abgedrückt werden, ist für die Ausgangsbriketts mit einem Mittelwert von 74,5 kg/Brikett eine größere Festigkeit gefunden als bei den angeschliffenen Briketts. Die Werte für die geschwulsten Briketts zeigen dieselbe Größenordnung wie die

Werte der angeschliffenen Briketts, da die Walzhaut und die geschlossene Oberfläche durch die Entgasung während des Schwelens zerstört sind.

Auf den vielen Einzelbestimmungen der Druckfestigkeit der geschwelten Briketts geht deutlich der große Unterschied der Festigkeit der einzelnen Briketts hervor. Diese Unterschiede können nach den Befunden weder auf die Trocken- oder Nasslöschung noch auf die Verwendung von gealterter oder frischer Kohle zurückgeführt werden. Eine ungleichmässige Ausgarung durch unterschiedliche Beheizung liegt ebenfalls nicht vor, da die Temperatur innerhalb der Heizzellen während der gesamten Dauer der Garungszeit nur zwischen $610-630^{\circ}$ schwankte. Inwieweit die Unterschiede auf das Herstellungsverfahren der Briketts zurückzuführen sind, muß dahingestellt bleiben. Bei der kaum vorhandenen Backfähigkeit der Kohlenmischung erscheint es für den Erhalt von festen Schwelbriketts von entscheidender Bedeutung, dass die Briketts möglichst gleichmässig und dicht gepreßt sind. Je dichter und fester die Ausgangsbriketts sind, um so besser wird der Schmelzfluß während des Schwelvorganges und um so fester die anfallenden Schwelbriketts.

Wie weit die hergestellten Schwelbriketts mit der unterschiedlichen Festigkeit den betrieblichen Anforderungen genügen, muß dahingestellt bleiben. Sowohl der verhältnismässig geringe Grusanfall beim Austrag aus den Schwelzellen wie der nicht allzu hohe Grusanfall bei der Abriebprobe nach Wolff zeigen, daß die Briketts bei nicht allzu großer Beanspruchung eine genügende Festigkeit haben können.

2. T e e r .

Das Teerausbringen betrug bei $2\frac{1}{2}$ stündiger Garungszeit 6,08 % bzw. 5,97 % bezogen auf tr. Kohle. Bei der 1 kg Destillation unter normalem Druck wurde ein Ölausbringen -340° von 58,9 % gefunden. Die Destillation ist nur bis 340° durchgeführt, da der Pecherweichungspunkt dann schon 84° bzw. 80° betrug. Im Engler-Viskosimeter ist die Viskosität bei 20° mit 24,7 bzw. $26,3^{\circ}$ E ermittelt. Der Stockpunkt liegt bei $+6$ und $+8,5^{\circ}$.

3. B e n z i n .

Der Benzinge halt des Gases wurde für jede Garungsstunde bestimmt und hieraus unter Berücksichtigung der je Stunde erzeugten Gas-mengen das Benzinausbringen errechnet. Es liegt bei 0,404 % bzw. 0,416 % bezogen auf tr. Kohle. Das Ausbringen an Benzin ist aus dem Grunde so gering, weil in dem Teer noch ein größerer Anteil Benzin enthalten ist.

4. Gas.

Die Entgasung im Verlaufe der Garungszeit ist in dem anliegenden Kurvenblatt eingezeichnet. Die Kurven zeigen, dass die Brikette sehr schnell entgasen. Nach einem steilen Anstieg ist schon nach 1 1/2 Stunden der Höhepunkt der Gasentwicklung erreicht.

Bei der Zusammensetzung des Gases fällt der hohe Kohlenstoffgehalt besonders auf, während die Anteile an Methan, Äthan und Homologen niedrig sind. Auf Grund dieser Zusammensetzung ist der obere Heizwert des Gases nur zu 5772 Kcal bzw. 5895 Kcal ermittelt.

Zusammenfassung.

Die Schwelversuche mit Weber-Briketts aus gleichen Teilen von 4 oberschlesischen Kohlenarten haben ergeben, dass die Brikette mit einer kurzen Garungszeit von 2 1/2 Stunden geschwelt werden können. Das Schüttgewicht der Briketts ist rund 750 kg/m³ Ofenraum. Die anfallenden geschwielten Briketts sind von unterschiedlicher Festigkeit. Sie zeigen keinen einheitlichen Schmelzfluss und teilweise sind noch die einzelnen Kohlenkörner zu erkennen.

Das Teerausbringen ist mit rund 6 % bez. auf tr. Kohle ermittelt. Der Teer hat eine Viskosität von rund 25 °E bei 20° und einen Stockpunkt von + 5° bis 8°C.

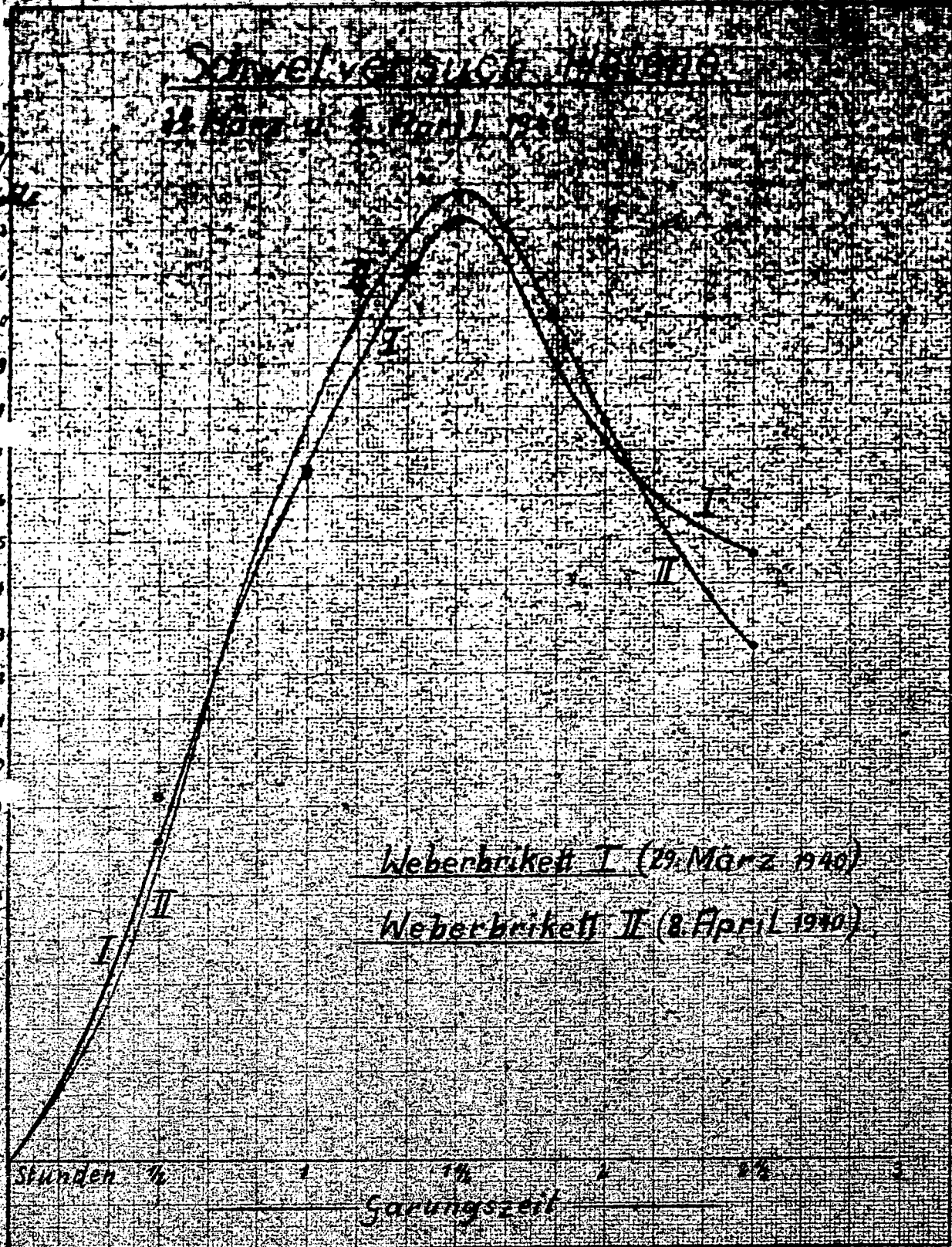
Bruggemann

Schwefelgasentwicklung

29. März u. 8. April 1940

14.4.40

Gasentwicklung



Weberbrikett I (29. März 1940)

Weberbrikett II (8. April 1940)

Stunden 1/2

Gärungszeit