Braunkohlenbriketts, besonders im Vergleich zu Steinkohlenkoks; Braunkohle 35 (1936) S. 643. — R. Lessing, Steinkohlenschwelkoks als Vergasungsbrennstoff für ortsbewegliche Saugergasanlagen; Glückauf 73 (1937) S. 1053. — E. Rammler, Schwelkoks als Vergasungsgut; Gas- u. Wasserfach 80 (1937) S. 483. — Rammler u. Breitling, Versuche mit Schwelkoksbriketts an Zentralheizungskesseln und Zimmeröfen; Braunkohle 36 (1937) S. 749 u. 768. — E. Rammler, Braunkohlenschwelkoks als Brenn- und Vergasungsstoff; Braunkohle 36 (1937) S. 708. — Ders., Braunkohlenschwelkoks in Dampfkesselfeuerungen; Arch. Wärmewirtsch. 18 (1937) S. 331. — E. Rammler u. Gall, Untersuchungen zur Herstellung aschenarmer Schwelkokse; Ber. Reichskohlenrat Nr. 79. — Rammler, Breitling u. Gall, Steinkohlenschwelkoks als Vergasungsbrennstoff für ortsfeste Sauggasanlagen; Glückauf 73 (1937) S. 1077. — W. Demann, Steinkohlenschwelkoks als Rohstoff für chemische und metallurgische Prozesse; Glückauf 73 (1937) S. 1101. — M. Paschke, Das kalte Schmelzen im Hochofen und die Bedeutung alkalischer Schlacken bei den metallurgischen Vorgängen; Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1114. — E. Rammler, Kraftgas aus Braunkohlenschwelkoks; Braunkohle 36 (1937) S. 334. — R. Reichardt, Verfeuerung von Braunkohlenschwelkoks unter Dampfkesseln im Vergleich mit anderen Brennstoffen; Feuerungstechn. 25 (1937) S. 145. — E. Rammler, Untersuchungen zur Herstellung aschenarmer Schwelkokse; Bericht D 79 (1937) Reichskohlenrat. — H. Wohlschlager, Generatorgas aus Braunkohlenschwelkoks; Z. VDI 81 (1937) S. 1299. — G. Wilke, Wassergaserzeugung aus Steinkohlenschwelkoks; Techn. Mitt. Krupp 5 (1937) S. 44. — H. Hock u. O. Schrader, Neuere Erkenntnisse und Verbesserungen in der Herstellung stückfester Braunkohlenkoks; Braunkohle 36 (1937) S. 781. — Hausmann, Fahrzeuggeneratoren für Schwelkoks; Öl u. Kohle 14 (1938) S. 181. — Müller u. Gruber, Vergleichende Untersuchungen über die Reaktionsfähigkeit von Braunkohlen und deren Koksen; Ost. Chem.-Ztg. 41 (1938) S. 13. — Sustmann u. Lehnert, Über die Zündtemperatur von aschehaltiger und entaschter Braunkohle und von Braunkohlenschwelkoks sowie über dessen Adsorptionsvermögen; Brennstoff-Chem. 19 (1938) S. 81. — Müller u. Jandl, Untersuchungen über die Abhängigkeit der Eigenschaften der Koks von den Herstellungsbedingungen; Brennstoff-Chem. 19 (1938) S. 27 u. 29.

c) Braunkohlenschwelteer.

Die Verhältnisse hinsichtlich der Braunkohlenteergewinnung haben sich im letzten Jahrzehnt insofern grundlegend geändert, als man ausschließlich Schwelöfen mit Außenbeheizung anwandte, und vor 10 Jahren war Spülgasschwelteer aus Braunkohle ein seltenes Erzeugnis, dessen Herstellung sich, abgesehen von Generatorteer, der ja ebenfalls als ein Spülgasschwelteer anzusprechen ist, auf wenige Schwelöfen der Deutschen Erdöl A. G.[1] in Rositz beschränkte. Damals wurde fast ausschließlich Schwelteer in Rolle- und Geissen-Schwelöfen gewonnen, während heute große Mengen Spülgasschwelteer erzeugt werden. Die Zusammensetzung und Eigenschaften beider Teerarten sollen im folgenden durch Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse kurz gekennzeichnet werden.

1. Schwelteer aus Borsig-Geissen-Ofen.

Die aus Rohbraunkohle im Rolle-Ofen erzeugten Schwelteere wurden hinsichtlich ihrer Eigenschaften schon früher[2] besprochen. Über den aus Briketts im gleichen Ofen erzeugten Schwelteer liegen zahlenmäßige Angaben nicht vor. Seine Beschaffenheit ist jedoch bezüglich geringerem Staub- und höherem Paraffingehalt erheblich besser gegenüber dem aus Rohbraunkohle gewonnenen, und er kommt dem aus gleicher Kohle gewonnenen Spülgasteer ziemlich nahe.

Die Eigenschaften des aus vorgetrockneter Rohbraunkohle in dem auf S. 14 angeführten Borsig-Geissen-Schwelofen gewonnenen Braunkohlenteer sind aus der folgenden Zusammenstellung erkenntlich, die die Kennziffern als Mittelwerte wiedergibt.

Braunkohlenschwelteer im Borsig-Geissen-Ofen gewonnen.

Dichte bei 60° C 0,905—0,960

Siedeanalyse nach Engler

Siedeanfang 170°

Es gehen über rd.	5 Vol.-%	bis	220° C
„ „	10 „	„	240° C
„ „	15 „	„	255° C
„ „	20 „	„	270° C
„ „	25 „	„	282° C
„ „	30 „	„	300° C
„ „	35 „	„	318° C

[1] I. S. 237.
[2] I. S. 535.

40 Vol.-% bis	330° C
45 „ „	340° C
50 „ „	345° C
55 „ „	355° C

Paraffingehalt im Teer 13—16%
Viskosität bei 100° C in Engler 1,3—1,0
Stockpunkt 37°
Elementaranalyse in Gew.-%

C	H	O	S
79,4—80,0	9,8—11,1	7,1—8,2	1,5—2,0

Braunkohlenspülgasteer.

Durchschnittliche Kennziffern von Braunkohlenspülgasteer im Lurgi-Schwelofen aus mitteldeutscher Braunkohle hergestellt, enthält die folgende Zusammenstellung:

Beschaffenheit von Spülgasteer aus mitteldeutscher Braunkohle

			Schwelteer einschl. Leichtöl	Schwelteer ausschl. Leichtöl	Schwelteer aus Fischer Retorte
Spez. Gew. 60° C			0,888	0,9175	0,916
Stockpunkt		°C	43	37	–
Flammpunkt		°C	84	125	–
Schwefel		Gew.-Proz.	2,07	1,80	–
Phenol		Vol.-Proz.	13,2	15,1	–
Paraffin		Gew.-Proz.	18,8	–	–
Asphalt		Gew.-Proz.	2,65	3,3	2,8
Siedeverlauf		°C	72	100	81
	80° C	Vol.-Proz.	1,0		Von dem in der Fischer-Retorte gewonnenen Teer wurde die Vorlage bei 180° C abdestilliert und nur der Rückstand untersucht
	90° C		1,5		
	100° C		2,0		
	110° C		2,5		
	120° C		3,5		
	130° C		5,0		
	140° C		6,0		
	150° C		7,0		
	160° C		8,5		
	170° C		10,0	0,5	
	180° C		11,5	0,5	
	190° C		13,5	0,5	
	200° C		15,5	1,0	
	210° C		18,0		1,5
Destillat bis	220° C		20,0	1,5	3,0
	230° C		22,0	2,5	5,6
	240° C		24,0	5,0	10,6
	250° C		27,5	9,5	12,5
	260° C		30,5	14,0	25,5
	270° C		33,5	17,0	32,5
	280° C		36,0	21,0	38,5
	290° C		39,5	25,0	50,0
	300° C		43,5	29,5	63,5
	310° C		47,5	34,0	71,0
	320° C		51,5	40,5	81,5
	330° C				86,5
	340° C				88,5
	350° C				89,0
	180° C	Gew.-Proz.	10,6	0,43	
	320° C		50,1	40,05	41,0

Die folgende Zusammenstellung läßt die Eigenschaften eines im mitteldeutschen Braunkohlengebiet aus Kohle des Bornaer Reviers im Lurgi-Spülgasschwelofen erzeugten Schwelteers erkennen, und zwar einmal mit und daneben ausschließlich Leichtöl, wobei in der letzten Spalte die Eigenschaften des in der Aluminiumretorte in kleinem Maßstab erzeugten Teeres zum Ver-

gleich angeführt sind. Der Vergleich zeigt, daß die Spülgasschwelung eine sehr große Schonung der Teerbestandteile bewirkt.

3. Beschaffenheit von Braunkohlen-Spülgasteer bei verschiedenen Schweltemperaturen.

In einer zweiten Lurgi-Großanlage aus dem Zeitzer Revier wurde die Teerbeschaffenheit bei verschiedenen Schweltemperaturen untersucht, worüber die folgende Zusammenstellung Aufschluß gibt. Die dort erhaltenen Werte zeigen, daß beim Lurgi-Spülgasverfahren infolge der zur Anwendung kommenden Gegenstromwirkung die Schwaltemperatur ohne nennenswerten Einfluß auf die Teererzeugnisse ist.

Schweltemperatur °C (gemessen beim Eintritt des Gases in die Schwelzone)	Siedeverhalten ohne Gas-Benzin bis 180° C	bis 320° C	bis 327° C	mit Gas-Benzin bis 325° C	ohne Gas-Benzin Kreosot	Asphalt
650° C	1,4	43,8	47,4	52,0	14,6%	2,3%
590° C	1,4	44,6	46,5	51,8	14,8%	1,6%
495° C	1,6	45,3	48,1	53,4	16,2%	1,9%

Schwelteer aus Lignit.

Verschiedene Lurgi-Anlagen verarbeiten lignitische Kohlen. Der dabei erzeugte Schwelteer hat entsprechend der Kohlebeschaffenheit stark saure Eigenschaften. Ein Schwelteer aus einer lignitischen Kohle aus Jugoslavien entspricht in seiner Zusammensetzung den in der folgenden Zusammenstellung wiedergegebenen Werten.

Spülgas-Schwelteer aus einer lignitischen Kohle aus Jugoslavien.

Rohteer:	
Spez. Gewicht bei 40° C	1,034
Wasser	2,0%
Asche	0,015%
Xylol, unlösliches	1,0%
Paraffin	4,35%
Heizwert (oberer)	8803 WE
Schwefel	1,09%
Destillation auf Pech:	
Wasser	2,0%
Leichtöl	11,4%
Vakuumdestillat (Schweröl)	48,0%
Pechrückstand	38,0%
Gas und Verlust	0,6%
	100,0%
Kreosotgehalt des Leichtöls	68,1%
Kreosotgehalt des Schweröls	48,0%

4. Verarbeitung von Braunkohlenschwelteer.

Der bei der Schwelung von Braunkohlen verschiedener Art gewonnene Schwelteer wird teils nach den üblichen Verfahren der fraktionierten Destillation verarbeitet. Der größere Teil des Teers dient neuerdings als Rohstoff für die Hydrieranlagen, die nach dem IG-Bergius-Verfahren zur Herstellung von Benzin, Dieselkraftstoff und Schmierölen errichtet worden sind. Soweit die Aufarbeitung durch Destillation erfolgt, ist damit die Gewinnung von Paraffin nach dem bekannten Schwitz-Verfahren verbunden; teilweise werden gewisse Fraktionen auch durch Druckdestillation in leichte Kraftstoffe übergeführt. Eine Übersicht über die Erzeugnisse, die bei der Verarbeitung von mitteldeutschem Braunkohlenteer nach den verschiedenen Verfahren erzielt werden können, gewährt das in Abb. 223 wiedergegebene Schaubild.

An der Darstellung sind äußerlich außer Verarbeitung durch Destillation zur Paraffingewinnung zwei verschiedene Ergebnisse angeführt. Im Falle A ist die Verarbeitung in erster Linie auf Teeröl, im Falle B auf Gasöl gerichtet. Ebenso sind bei der Verarbeitung von Braunkohlen-Schwelteer durch Hydrierung zwei verschiedene Arbeitsweisen gekennzeichnet, und zwar im Falle A die Ergebnisse der Hochdruckhydrierung bei einem Druck von 250 Atü und 400—450° C und im Falle B die Ergebnisse der Verarbeitung durch einstufige Hydrierung. Im Falle B wird in erster Linie auf eine Benzolherstellung hingearbeitet, während es sich im Falle B um die Erzielung einer möglichst hohen Ausbeute an Gasöl und Schmieröl handelt.

Abb. 22. Verarbeitung von Braunkohlenschwelteer nach verschiedenen Verfahren.

c) Steinkohlenschwelteer.

Auf den Steinkohlenschwelteer, auch Urteer genannt, hat sich in neuerer Zeit ein umfangreiches Schrifttum aufgebaut, das hier nicht berücksichtigt werden kann. Die angeführten Eigenschaften verschiedener Teersorten sollen nur die Einwirkungen des Schwelverfahrens sowie der Beschaffenheit der Ausgangskohle auf die Teerzusammensetzung kennzeichnen.

1. Spülgasteere.

Ein auf einer Lurgi-Spülgasschwelanlage in Neuseehof aus Glanzkohle gewonnener Teer ist durch die in der folgenden Zusammenstellung wiedergegebenen Werte gekennzeichnet, wobei daran erinnert wird, daß die Glanzkohle einen Übergang zwischen Braun- und Steinkohle bildet. Im übrigen wird auf das am Ende dieses Abschnittes angeführte Schrifttum verwiesen.

Spülgas-Schwelteer aus Glanzkohle.

Aussehen: undurchsichtig, schwarzbraun	
Beschaffenheit des entwässerten Teeres:	
Spez. Gewicht bei 15° C	1,0152
Stockpunkt	35,5° C
Benzollösliches	1,0 %
Siedeverlauf:	
Beginn (z. T. 180° C bis 275° C siedend)	13,5 %
über 300° C siedend	76,0 %
feste Stürze	2,5 %
Koks	3,0 %
Gas und Verlust	2,3 %
	100,0 %
Kreosotgehalt	7,0 %
Paraffingehalt	5,0 %

Die Cannel- oder Kennelkohle hat unter den Steinkohlen den weitaus höchsten Teergehalt. Abbauwürdige Einzelflöze gibt es jedoch nur noch in Amerika und auf einigen Zechen im Norden Englands, während sie in Deutschland an vereinzelten Stellen vorkommt und dort mit der anderen Kohle abgebaut wird.

Die folgende Zusammenstellung kennzeichnet einen Spülgasschwelteer, der im Lurgi-Ofen aus Kennelkohle des Durham-Reviers gewonnen wurde. Aus dem Schwelgas wurden außerdem, auf die Teermenge bezogen, 12% Leichtöl gewonnen und die zusammen mit dem Benzol einer Kokerei gereinigt. Die Öle des Teers wurden zu 40% als Benzolwaschöl und 60% für Schmierzwecke in der Grube verwendet.

Zusammensetzung von Schwelteer aus Durham-Cannelkohle.

Spez. Gewicht bei 20°C		0,98
Wassergehalt		0,8%
Siedeverlauf bis	200°C	1,6%
	220°C	2,6%
	240°C	5,6%
	260°C	9,6%
	280°C	14,8%
	300°C	21,2%
	320°C	28,8%
	340°C	36,8%
	360°C	48,0%
Saure Öle		9,6%

Schließlich soll noch Spülgasschwelteer, aus einer oberschlesischen Gasflammkohle im Lurgi-Ofen erzeugt, in der folgenden Zusammenstellung berücksichtigt werden. Er ist besonders gekennzeichnet durch einen hohen Gehalt an sauren Bestandteilen. Bei den in der Zusammenstellung wiedergegebenen Untersuchungsergebnissen wurde die Gesamtverarbeitung in Betracht gezogen und die Destillation unter atmosphärischem Druck durchgeführt. Da die Bestandteile des durch Spülgasschwelung gewonnenen Steinkohlenteers teilweise sehr leicht zersetzlich sind, so ist das vorstehende Untersuchungsergebnis für die Beurteilung der Eignung eines solchen Teers nur bedingt brauchbar. Für die Verarbeitung von Steinkohlen-Spülgasteer müssen schonende Verfahren, wie die Vakuumdestillation oder die Extraktion in Betracht gezogen werden.

Beschaffenheit von Spülgas-Schwelteer aus oberschlesischer Gasflammkohle.

Wassergehalt		1,00%
Äußere Beschaffenheit		zähflüssig
Stockpunkt		+ 20,5°C
Viskosität bei 50°E		7,7
Spez. Gewicht bei 20°C		1,035%
Anilin — unlösliches		0,15%
Benzol —		1,6%
Aceton —		0,50%
Verkokungsrückstand		2,43%
Asche		0,15%
Siedeverlauf: Beginn		198°C
bis 170°C		1%
230°C		13%
270°C		28%
300°C		35%
Ende 360°C		62%

Rohaufspaltung (100 cm³):

Destillationsendtemperatur	354°C
Gesamtöle	66,50%
Pech, EP 70°C	32,45%

Gesamtöl enthält: saure Öle	46,20%
Basen	3,70%
Paraffin	5,02%

Gesamtverarbeitung Destillation unter atmosphär. Druck):

Abwasserabstand bis 200°C	1,150%
Kümmerharze	1,30%
Kohlenwasserstoffe	—
Kresole	3,741%
Pyridinbasen	0,144%
Öle	44,784%
Pech, EP 70°	46,408%
Verlust	3,443%
Verlust	1,330%

2. Steinkohlenschwelteer aus Ölen mit Außenbeheizung.

Schwelteer aus Ruhrkohle im Krupp-Lurgi-Schwelofen erzeugt, ist in der folgenden Zusammenstellung hinsichtlich seiner Eigenschaften berücksichtigt. Großversuche haben erwiesen, daß der nach dem Krupp-Lurgi-Verfahren aus Ruhr-Fettkohle erzeugte Schwelteer ohne besondere Raffination als Heizöl verwendet werden kann. In diesem Falle erübrigt lediglich eine Reinigung durch Entwässern und einmaliges Zentrifugieren. Die Ergebnisse dieser Versuche dürfen jedoch nicht verallgemeinert werden, und die Aufgabe, einen Steinkohlenschwelteer zu erzeugen, der ohne anschließende Destillation den von der Schiffahrt gestellten Bedingungen eines Heizöles entspricht, kann doch nicht als restlos gelöst angesprochen werden.

Bei der Herstellung von Treibölen durch fraktionierte Destillation unter Druck wurden aus dem wasserfreien Teer folgende Erzeugnisse gewonnen:

Leichtöl bis 240°C, siedend	3,0%
Dieselöl	33,0%
Pech (EP 70°)	40,5%
Destillations- und Arbeitsverlust	2,0%

Die Dieselfraktion ist für langsam- und mittelschnellaufende Dieselmaschinen brauchbar. Etwa 30% des Dieselöls sind Karbolöle, die einen verhältnismäßig hohen Gehalt an m-Kresol enthalten, das sich gut zur Herstellung von Kunstharzen eignet.

Beschaffenheit von Schwelteer aus Ruhr-Steinkohle aus einer Krupp-Lurgi-Anlage.

Spez. Gewicht bei 15°C	1,15—1,16
Wassergehalt	etwa 2%
Gehalt an Leichtölen bis 240°C	3,5—5,0%
Ölausbeute bis 360°C	etwa 40%
Stockpunkt	—15 bis —20°C
Flammpunkt	60—70°C
Aschegehalt	unter 0,15%
Gesamtschwefelgehalt	etwa 0,7%
Gehalt an sauren Ölen	30,5%
Viskosität bei 20°C	etwa 20° Engler
50°C	etwa 3°
80°C	etwa 1,5°
Oberer Heizwert	9250—9300 WE

Siedeverlauf:

bis 200°C		6,37 Gew.-%
200	230°C	6,42
230	270°C	10,44
270	300°C	4,86
300	360°C	27,09

Auf dem im Saargebiet in Betrieb befindlichen Krupp-Lurgi-Anlage wird aus Gasflammkohle ein Schwelteer erzeugt, dessen Beschaffenheit durch die Angaben der folgenden Zusammenstellung gekennzeichnet ist.

Beschaffenheit von Schwelteer aus Saar-Steinkohle aus einer Krupp-Lurgi-Anlage.

Spez. Gewicht bei 15°C	1,00
Wassergehalt	etwa 3%
Stockpunkt	—22°C
Gehalt an sauren Ölen	20,0%
Viskosität bei 20°C	0,7° E
Siedeverlauf bei atmosphär. Druck:	
bis 180°C	11,6%
180 „ 200°C	5,6%
200 „ 230°C	17,0%
230 „ 270°C	10,6%
270 „ 300°C	7,0%
300 „ 360°C	15,0%
über 360°C (Asphalt)	34,6%

Siedeverlauf bei Destillation unter Vakuum.

Der Schwelteer wurde bis 180°C unter atmosphär. Druck vordestilliert zwecks Entfernung der Benzinbestandteile. Die Vakuumdestillation wurde mit Wasserdampfzusatz durchgeführt.

Siedeverlauf:	
bis 150°C	35,7%
150 „ 200°C	15,4%
250 „ 280°C	5,0%
280 „ 350°C	7,3%
über 350°C (Asphalt)	15,7%

Die Destillate von 150—200°C, d. h. insgesamt 51,1%, sind als Treiböle zu verwenden. Die Destillate zwischen 200 und 280°C sind paraffinhaltige, hochstockende Öle mit geringem Harzgehalt. Die Fraktion von 280—350°C besteht im wesentlichen aus Farbharzen.

e) Leichtöl.

In der Gewinnung des auch als Schwelbenzin bezeichneten Leichtöls aus den Gasen der Braun- und Steinkohlenschwelung hat sich, abgesehen von dem auf S. 155 und 157 näher gekennzeichneten Einrichtungen grundsätzlich nichts geändert. In der chemischen Reinigung des Leichtöls sind große Fortschritte gemacht worden, so daß das Enderzeugnis allen Anforderungen, die an einen guten Motortreibstoff gestellt werden, durchaus entspricht. Aus der Beschreibung der Spülgasschwelverfahren ging schon hervor, daß auch hier das Gas mit Öl gewaschen und das Leichtöl gewonnen wird. In der Reinigung zum Gebrauch als Motorenbenzin sind weitere Fortschritte gemacht worden. Große Mengen des Schwelleichtöls werden jedoch vermischt mit dem Teer in Hydrieranlagen verarbeitet, wobei der vielfach hohe Gehalt an Schwefelverbindungen keine störenden Wirkungen ausübt.

f) Schwelwasser.

Die Schwelwasserreinigung hat im letzten Jahrzehnt große Fortschritte gemacht, trotzdem ist diese Aufgabe in einer wirtschaftlich vollkommen befriedigenden Weise noch nicht gelöst worden. Von den früher zu diesem Zweck angegebenen Verfahren[1]) hat sich keins durchzusetzen vermocht. Auch Rosin und Just[2]), die mit einem Stab wissenschaftlicher Mitarbeiter an die Lösung dieser Frage herangingen, kamen zu dem Ergebnis, daß die Schwelung einer vollkommen trockenen Braunkohle empfehlenswert sei, um dadurch ein Schwelwasser mit hohem Ammoniakgehalt zu erzeugen. Mit der dann lohnenden Ammoniakgewinnung soll eine Benzolextraktion zur Entfernung der Phenole verknüpft werden.

[1]) 1. S. 550.

[2]) Z. angew. Chem. 42 (1929) S. 905, 984 u. 1002.

Die Frage der Reinigung phenolhaltiger Abwässer der Kokereidestillation behandelt H. Bach[1]) und erwähnt ebenfalls die Phenolextraktion mit Hilfe von Benzol, um dann auf die biologische Reinigung einzugehen. Beide Verfahren haben auf den Schwelanlagen keinen Eingang gefunden.

Der Übergang der meisten Braunkohlenschwelereien von Rohbraunkohle auf vorgetrocknete Kohle oder auf Briketts, wobei der größte Teil der Kohlenfeuchtigkeit als Brüden aus dem Trockner entweicht, hat die auf dem Durchsatz bezogenen Schwelwassermengen an sich stark verringert. Beim Spülgasschwelofen der Lurgi tritt die Kohle wollkammen getrocknet in die Schwelkammer ein, und der Wasserdampf entweicht durch ein Abblasrohr des Trockners. Als Schwelwasser fällt hierbei daher nur das bei der Schwelung chemisch gebildete Wasser an, das allerdings einen etwas höheren Phenolgehalt hat gegenüber normalem Schwelwasser.

Die bereits erwähnte, auf den Kokereien eingeführte Phenolextraktion mit Hilfe von Benzol hat auf den Braunkohlenschwelanlagen keinen Eingang gefunden, weil das auf den Kokereien selbst erzeugte Benzol für die Schwelereien ein Fremdstoff ist, und, da die für den Betrieb erforderlichen Mengen 45—20% des der Reinigung unterworfenen Schwelwassers betragen, ist das Verfahren unter Berücksichtigung der unvermeidlichen Verluste recht teuer.

1. Trikresylphosphat-Behandlung.

Über ein neues von der I. G. Farbenindustrie, Bitterfeld, hergestelltes Phenollösungsmittel berichtete C. Schönburg[2]), wobei er die wesentlich günstigeren Lösungsverhältnisse des Phenols in Trikresylphosphat gegenüber dem Benzol hervorhebt. Das Trikresylphosphat ist eine neutrale, sehr beständige Flüssigkeit mit einem zwischen 280 und 285°C liegenden Siedepunkt und mit einem gegenüber Wasser etwas höheren spezifischen Gewicht. Bei einem Phenolgehalt von 3 g/l sind nur 4—5 Teile Trikresylphosphat erforderlich, da seine Absorptionsfähigkeit die des Benzols um das 10—20fache übersteigt. Die Entfernung des Phenols aus dem Trikresylphosphat erfolgt durch einfache Dampfdestillation, so daß zum Bau der Aufbereitungsanlage nur einfache Vorrichtungen erforderlich sind. Mehrere Schwelwasseraufbereitungsanlagen dieser Art sind inzwischen in Verbindung mit Braunkohlenschwel- und Gaserzeugeranlagen erbaut worden, ohne daß über die Betriebserfahrungen näheres bekannt geworden wäre.

2. Aktivkohle-Verfahren.

Die bereits früher erwähnte mechanische Klärung des Schwelwassers mit Hilfe von Grudekoksfiltern[3]) zeigte, daß der Grudekoks infolge seiner der Aktivkohle nahe verwandten adsorptiven Eigenschaften nicht nur die mechanisch in der Schwelte gebildeten Verunreinigungen wie Teer- und Ölbestandteile zurückhält, sondern in frischem Zustande auch Phenolverunreinigungen adsorbiert. Diese Erkenntnis führte zur Anwendung der Aktivkohle zwecks Entphenolung des Ammoniakwassers, worüber F. Stopp[4]) berichtete. Für die Behandlung von Schwelwasser ist das Verfahren noch nicht angewendet worden, doch muß es sich dazu in gleicher Weise eignen. Wegen der Einzelheiten der Bau- und Betriebsweise dieses Verfahrens wird auf die angeführte Schrifttum verwiesen.

g) Schwelgas.

Die Zusammensetzung des Braunkohlenschwelgases, sowohl des in Öfen mit Außenbeheizung als auch bei der Spülgasschwelung anfallenden, ist bereits in Verbindung mit der Beschreibung der Anlagen angeführt worden, und das gleiche gilt für die beiden Arten des Steinkohlenschwelgases. Die Verwendung hochheizwertigen Braunkohlenschwelgases als Stadtgas ist S. [illegible] bereits auf S. 391 berücksichtigt, wo die zur Reinigung und Vernichtung des Schwefelgases erforderlichen Einrichtungen besprochen sind. Das bei der normalen Spülgasschwelung von Braun- und Steinkohle erzeugte Überschußgas findet zur Dampfkesselbeheizung Verwendung.

Hochheizwertiges Steinkohlenschwelgas wird noch nicht in ausreichenden Mengen erzeugt, um besonders günstige Verwendungszwecke erkennen zu können. In den meisten Fällen dient es heute noch zur Deckung des Wärmebedarfs der Schwelanlagen. Der zu erwartende Ausbau einer umfangreichen Steinkohlenschwelindustrie wird auch hinsichtlich der Gasverwendung neue Wege einschlagen, um auch so wertvolles Gas wirtschaftlichen Verwendungszwecken zuzuführen.

[1]) Wasser u. Gas 20 (1930) S. 303. [2]) Braunkohle-Chem. 12 (1914) S. 709.
[3]) L. S. 348. [4]) Gas u. Wasserfach 76 (1933) S. 305.

Schrifttum über Schwelteer, Teer und Leichtöle, Schwelgas, Schwelwasser.

R. Weißgerber, Chemische Technologie des Steinkohlenteers; Verl. Spamer, Leipzig 1923. — H. Trutnowsky, Schwelgas; Verl. W. Knapp, Halle 1927. — P. A. Heydenreich, Die deutsche Steinkohlenteerindustrie; Verl. W. Knapp, Halle 1931. — E. J. Fischer, Industrieteere und verwandte Produkte; Verl. W. Knapp, Halle 1933. — H. Strache, Die Produkte der destruktiven Destillation des Braunkohlenteers und der Mineralöle; Mitt. Inst. f. Kohlenvergasung, Wien 2 (1920) S. 13. — F. Heyd, Der Krackprozeß in Anwendung auf den Braunkohlenteer; Mitt. Inst. f. Kohlenvergasung, Wien 2 (1920) S. 41. — F. Fischer, Überschätzung und Unterschätzung des Urteers; Brennstoff-Chem. 1 (1920) S. 66. — F. Seidenschnur, Über Neuerungen auf dem Gebiet der Entparaffinierung von Braunkohlenteer und seinen Destillaten; Brennstoff-Chem. 2 (1921) S. 49, 73 u. 81. — H. Tropsch, Zusammensetzung von Hoch- und Tieftemperaturteeren; Brennstoff-Chem. 2 (1921) S. 251. — A. Weindel, Beiträge zur Kenntnis der Urteerphenole; Brennstoff-Chem. 3 (1922) S. 246. — H. Trutnovsky, Gaskenzin aus Braunkohlen; Braunkohle 21 (1922) S. 448. — W. Gollmer, Beitrag zur Kenntnis der Basen aus Steinkohlenurteer; Brennstoff-Chem. 4 (1923) S. 1. — Weissgerber u. Moehrle, Beiträge zur Kenntnis der Urteröle; Brennstoff-Chem. 4 (1923) S. 81. — F. Schulz, Ketone, Aldehyde und Schwefelverbindungen im Urteerleichtöl; Brennstoff-Chem. 4 (1923) S. 84. — Derselbe, Über die Natur der Kohlenwasserstoffe des Urteerleichtöles; Brennstoff-Chem. 4 (1923) S. 84. — Derselbe, Größere Mengen von Karbolsäure im Urteer; Brennstoff-Chem. 4 (1923) S. 85. — A. Wagner, Über die Ursache des Nachdunkelns von Urteerölen; Brennstoff-Chem. 4 (1923) S. 247. — Hofmann u. Heyn, Über feste Phenole im Steinkohlenurteer; Brennstoff-Chem. 4 (1923) S. 269 u. 273. — W. Bielenberg, Über die Einwirkung von Schwefel auf Kohlenwasserstoffe; Braunkohlenarch. 1923, Nr. 4, S. 40. — R. v. Walther u. W. Bielenberg, Über die Sauerstoffaufnahme von Braunkohlen und Braunkohlenteerölen bei Gegenwart von Alkalihydroxyd; Braunkohlenarch. 1923, Nr. 4, S. 43. — Tropsch u. Philippovich, Bestimmung von Äthylen und seinen Homologen im Schwelgas; Brennstoff-Chem. 4 (1923) S. 147. — F. Seidenschnur u. Schmidt, Entkreosotierung von Braunkohlenteer und seinen Destillaten; Braunkohlenarch. 1923, Nr. 5/6, S. 1. — v. Walther u. H. Steinbrecher, Behandlung des Paraffins mit Wasserdampf; Braunkohlenarch. 1923, Nr. 7, S. 10. — R. Weissgerber, Beiträge zur Kenntnis der Urteröle; Brennstoff-Chem. 5 (1924) S. 265. — H. Tropsch, Zur Kenntnis der alkalilöslichen Bestandteile des Urteers; Brennstoff-Chem. 5 (1924) S. 324. — A. Thau, Die Trennung von Öl und Pech nach dem Lessing-Verfahren; Glückauf 60 (1924) S. 908. — E. Erdmann, Wasserstoff und Stickstoff in Schwelgasen; Braunkohle 23 (1924) S. 685. — E. Hofmann u. Zeller, Über die Schwelgase; Braunkohle 23 (1924) S. 432. — Pfaff u. Trutnovsky, Zur Kenntnis des Schwelgases; Braunkohle 23 (1924) S. 129. — R. v. Walther, H. Steinbrecher u. W. Bielenberg, Studien über die Aufarbeitung des Braunkohlenurteers ohne Destillation; Braunkohlenarch. 1924, Nr. 8, S. 60. — Dieselben, Studien über die Aufarbeitung des Braunkohlenurteers ohne Destillation; Braunkohlenarch. 1925, Nr. 9, S. 69. — R. v. Walther u. W. Bielenberg, Entkreosotierung von Teeren und Teerölen mittels festen Kalziumhydroxyd; Braunkohlenarch. 1925, Nr. 9, S. 64. — F. Seidenschnur u. D. Witt, Die technische Paraffingewinnung aus Braunkohlenteeren unter Verwendung leichtflüssiger Lösungsmittel; Braunkohlenarch. 1926, Nr. 10, S. 14. — R. v. Walther u. G. Benthin, Versuche zur thermischen Zersetzung des Braunkohlenteers; Braunkohlenarch. 1926, Nr. 13, S. 1. — W. Fischer, Über einen durch Wasserdampfschwelung gewonnenen Braunkohlenteer; Braunkohle 26 (1927) S. 240. — Fr. Frank, Über die Bedeutung der Braunkohlenbenzins für Explosionsmotoren und ihre Veredlungen zu den Schmierölen; Braunkohle 26 (1927) S. 553. — Frank u. Schneider, Versuche über die motorische Eignung von Braunkohlenbenzin; Braunkohle 26 (1927) S. 876. — Hohemann u. Herzenberg, Über die aromatischen und hydroaromatischen Verbindungen des Braunkohlenteers; Braunkohle 26 (1927) S. 526 u. 558. — Erdely u. Almasi, Über die Behandlung von Koch- und Urteerbenzin mit Schwefelsäure und flüssiger schwefliger Säure; Brennstoff-Chem. 8 (1927) S. 358. — D. Witt u. F. Schuster, Über die Reinigung von Abwässern aus Braunkohlenschwelanlagen; Gas- u. Wasserfach 71 (1928) S. 142. — F. Seidenschnur, Leuchtgasgewinnung aus Braunkohle; Braunkohle 27 (1928) S. 273 u. 354. — P. Rosin u. H. Just, Über Bestimmung und Extraktion der Phenole in den Abwässern der Braunkohlenschwelereien; Z. angew. Chem. 42 (1929) S. 905, 984 u. 1002. — A. Hagemann, Über das thermische Verhalten der Phenole; Braunkohle 28 (1929) S. 1078 u. 1095. — S. Ruhemann, Über das thermische Verhalten der Phenole und Basen des Braunkohlenteers; Braunkohle 28 (1929) S. 740. — Schmidt, Beitrag zur Oxydation von Schwefelwasserstoff zu Schwefel mit Hilfe von Braunkohlenkoks als Katalysator; Braunkohlenarch. 1930, Nr. 12, S. 12. — H. Steinbrecher, Raffination von Mineralölen durch kalte Friktionierung; Braunkohlenarch. 1930, Nr. 21, S. 1. — H. Bach, Der derzeitige Stand der Reinigung phenolhaltiger Wässer aus Kohlendestillationsanlagen; Wasser u. Gas 20 (1930) S. 393. — Neuhaus u. Hagemann, Das thermische Verhalten der Phenole bei hohen Drücken; Braunkohle 30 (1931) S. 949 u. 976. — B. Kettenyi, Untersuchungen über das Harzbitumen und das Bitumen B der Braunkohle und deren thermische Spaltprodukte; Braunkohle 30 (1931) S. 508 u. 529. — Varga u. Makray, Katalytische Druckhydrierung eines Braunkohlenrackbenzins; Brennstoff-Chem. 12 (1931) S. 380. — Staemmler, Versuche zur Entschwefelung von Braunkohlenteerölen mit Grudekoks; Brennstoff-Chem. 12 (1931) S. 43. — Dolch u. Pöchmüller, Steigerung von Gasausbeute und Gasheizwert durch Teerkrackung; Braunkohle 30 (1931) S. 1 u. 28. — F. Seidenschnur, Brikettierung von Braunkohlenkoks; Braunkohle 30 (1931) S. 685. — C. Schönburg, Über ein neues Verfahren zur Phenolgewinnung aus Gewässern; Brennstoff-Chem. 12 (1931) S. 69. — Ruhemann u. Baumbach, Über die Schwefelverbindungen des Braunkohlenbenzins und ihr Verhalten bei der Raffination mit Schwefelsäure; Braunkohle 31 (1932) S. 549 u. 565. — K. Gieseler, Trennung der neutralen und sauren Bestandteile der Braunkohlen-

...weigas, Schwelwasser...

...ferner Ammoniak; Braunkohle 37 (1922) S. 751. — Hagemann u. Skirl, Die ... Braunkohle, Verhalten der Kontinente des Braunkohlenteers; Braunkohle 37 (1922) S. 352 u. 371. — ... Abkühlung von Schwelgas und Schwelöldampf aus Braunkohle; Braunkohle 21 (1922) S. 378. — ... suchungen über den Einfluß der bei der Oxydation von Paraffin zu Fettsäuren unter Atmosphärendruck ... maßgebenden Faktoren; Braunkohlenarch. 1922, Nr. 37, S. 1. — F. Seidenschnur, Die Hydrierung von Braunkohlenteer; Braunkohle 22 (1923) S. 633 u. 672. — F. Schmidt, Die Gewinnung von Wasserstoff aus gasförmigen Kohlenwasserstoffen mit Braunkohlenkoks als Katalysator; Braunkohle 22 (1923) S. 1 ... Seidenschnur, Die Hydrierung von Braunkohlenteer nach dem Ellersdorfer Verfahren; Braunkohle 22 (1923) S. 833 u. 872. — Holtmeister u. Wasserlack, Über die Einwirkung von Metallen auf die im rohen Schwelbenzin enthaltenen Schwefelverbindungen; Brennstoff-Chem. 14 (1933) S. 286. — H. Bretschneider, Die Bedeutung von Katalysatoren für die Industrie des Braunkohlenpechsiedens; Braunkohlenarch. 1932, Nr. 28, S. 1. — Manneck, Studien über die Verarbeitung von Braunkohlenschwelteeren auf Treibstoffe; Braunkohlenarch. 1933, Nr. 40, S. 33. — F. Sierp, Die Anwendung der aktiven Kohle zur Entphenolung des rohen Ammoniakwassers; Gas- u. Wasserfach 76 (1933) S. 805. — A. Jahn, Braunkohlenschwelgase als Spaltgas; Öl u. Kohle 2 (1934) S. 712. — M. Naphtali, Steinkohlenschwelgase; Brennstoff-Chem. 16 (1935) S. 67. — R. Hüttenbrenner, Die katalytische Eignung von Braunkohlenkraftstoffen; Braunkohle 34 (1935) S. 639. — H. Wasserfeld, Eine neue Straßendecke als Absatzgebiet für Braunkohlen-Schwelkoks-Spaltgase; Braunkohle 34 (1935) S. 50. — E. Schmidt, Braunkohlenschwelteer; Brennstoff-Chem. 16 (1935) S. 241. — Geißler, Bedeutung der Schwefelverbindungen im Braunkohlenteer; Braunkohlenarch. 1935, Nr. 43, S. 1. — Winter, Freer u. Mitarbeiter, Eignung phenolhaltiger Leichtöle von hydrierten Urteer als Motorentreibmittel; Glückauf 72 (1936) S. 773. — H. Heck, „Steinkohlenschwelgewinnung, ihre Eigenschaften und Verwendung“, Der Tagung „Technische Treibstoffe“, Verl. Amt f. Techn. Nürnberg 1936, S. 78. — H. Jäger, Wirtschaftliche Verwertung einheimischer Rohstoffe zu flüssigen Treibstoffen, Der Tagung „Heimische Treibstoffe“, Verl. Amt f. Techn. Nürnberg 1936, S. 83. — J. Hermann, Flüssiges im Rahmen heimischer Treibstoffverwendung; Der Tagung „Heimische Treibstoffe“, Verl. Amt f. Techn. Nürnberg 1936, S. 73. — Winter, Freer u. Mitarbeiter, Über den Einfluß des Schwefels auf die Hydrierung des Schwelteers; Brennstoff-Chem. 18 (1937) S. 329.

X. Bestimmungsverfahren.

Die große Zahl der neu angegebenen chemischen und physikalischen Bestimmungen, die für den Schwelereibetrieb entwickelt worden sind, kann hier nicht berücksichtigt werden, und es muß daher auf das darauf bezügliche Schrifttum am Ende des Abschnitts hingewiesen werden. Da die Bestimmung des Teergehaltes der Schwelkohle als die wichtigste gelten muß, sind im folgenden einige darauf bezügliche Einrichtungen berücksichtigt, die sich inzwischen erfolgreich eingeführt haben.

1. Schwelbestimmung des Prager Kohlenforschungs-Instituts.

Die von Fischer und Schrader[1]) eingeführte Aluminiumretorte haben Simek, Coufalik und Beránek[2]) äußerlich abgeändert, um die Handhabung der ganzen Bestimmung zu erleichtern und die in den Abb. 224—226 im Schnitt und in Teilansichten dargestellte Einrichtung geschaffen, bei der besonders Wert darauf gelegt wurde, den Deckel der Retorte dauernd und ohne Mühe abdichten zu können. Die aus Stahl hergestellte Retorte *1* ist in den die Wärmeübertragung und -verteilung begünstigenden Aluminiumblock *2* eingelassen. Der Deckel *3*, mit Kupferring und Asbesteinlagen abdichtend, wird durch den Bügel *4* mit Schraube angepreßt, wie aus der Skizze *B* ersichtlich. Die Kohlenbeschickung wird in ein dünnwandiges Aluminiumgefäß *5* eingewogen, dessen äußere Form den Innenabmessungen der Stahlretorte *1* entspricht. Den Aluminiumblock mit der eingesetzten Retorte ist von dem Heizmantel *6* umgeben, der oben in den abnehmbaren Blechkamin *7* endet. Die Temperaturmessung wird hierbei durch ein Eisen-Konstantan-Thermoelement bewirkt, dessen Lötstelle in der Beschickung liegt. Es wird durch die Röhre *8* eingeführt, und die Temperatur des Aluminiumblocks wird durch das in die Bohrung *9* eingelassene Thermoelement gemessen. Das Abgangsrohr *10* für die Gase und Dämpfe wird zwecks Wärmeschutzes mit Asbestschnur umwickelt. Die entbundenen Gase und Dämpfe gelangen durch das Abgangsrohr *10* in ein zweiteiliges Metallgefäß, dessen Oberteil *11* mit dem Abgangsrohr *10* starr verbunden ist, während der Unterteil *12*, wie aus der Skizze *C* ersichtlich, durch den Schraubenbügel *13* gut abdichtend befestigt wird. Die ganze Vorlage ruht in einem zerlegbaren aus den Teilen *14* und *15* bestehenden Aluminiumblock, der unter Beobachtung eines Thermometers auf 150°C erwärmt wird. Die die Vorlage *16* verlassenden Gase entweichen durch

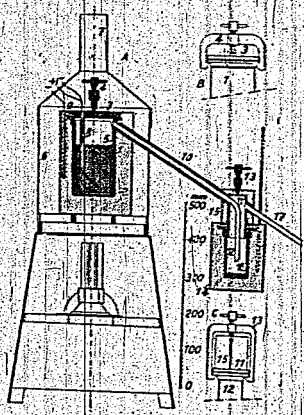


Abb. 224—226. Einrichtung zur Schwelbestimmung nach Simek.

[1]) L. S. 873.
[2]) Mitt. Prager Kohlenforschungsinst. 1933. Bd. 2. S. 6.

das Abgangsrohr *H* zu weiteren, dahinter geschalteten Kondensationsgefäßen. Retorte und Vorlage werden von entsprechend hohen Gestellen getragen, wobei unter ersterer gleichzeitig der Gasbrenner eingebaut wird. Die Retorte ist zur Aufnahme von 100 g Kohle berechnet, die in 2 h geschwelt wird. Der Vorteil dieser Bestimmungseinrichtung beruht gleichzeitig auf der Gewinnung wasserfreien Schwelteers. Vergleiche mit Schwelbestimmungen, die mit derselben Kohle in der normalen Fischer-Retorte durchgeführt wurden, zeigten sehr gut übereinstimmende Ergebnisse. Wegen weiterer Einzelheiten der Einrichtung muß auf das angeführte Schrifttum verwiesen werden.

2. Aluminiumkammerschwelofen von Weindel.

Die bereits eingangs erwähnte Aluminiumschwelretorte von Fischer u. Schrader wird in drei Größen angefertigt und zwar zur Aufnahme von 20, 50 oder 200 g Kohle. Diese Mengen reichen in keinem Fall aus, um eine für die Untersuchung genügende Teermenge zu gewinnen. Dieser Umstand bewog Weindel[1], den in der Abb. 227 im Lichtbild wiedergegebenen liegenden Kammerschwelofen aus Aluminium zu entwickeln, der bei 600 mm Länge, 100 mm Breite und 100 mm Höhe 3—5 kg Kohle aufzunehmen vermag. Die Kammer hat eine Wandstärke von 15 mm und wird von einem in den Ständer eingebauten Gasverteilungsrohr durch drei Brenner von unten beheizt. Die Retorte ist oben von einer Haube umgeben mit je einer Öffnung nahe bei den Enden zum Einsetzen von zwei Thermometern. Der zur Beschickung und Entleerung dienende Enddeckel dichtet mit Nut und Feder ab und wird durch eine Bügelschraube angepreßt. Am entgegengesetzten Ende ist das Abgangsrohr für die Gase und Dämpfe eingelassen, und nahe dem Enddeckel ist oben ein Anschluß zwecks Zuführung von Wasserdampf oder Spülgasen vorgesehen. Die Erwärmung der Kohle auf 400° C erfordert etwa 1 h und nach weiteren 30 min sind 500° C erreicht, welche Temperatur durch Einstellung der Brenner beibehalten wird, bis die Kohle geschwelt ist, sofern nicht in einem anderen Temperaturbereich geschwelt werden soll. Diese Einrichtung hat große Verbreitung gefunden.

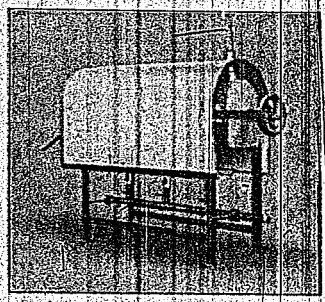


Abb. 227. Aluminium-Kammerschwelofen von Weindel.

3. Laboratoriums-Spülgasschwelofen für stetigen Betrieb von Seidenschnur.

Die in der Abb. 229 im Schnitt wiedergegebene Einrichtung[2], die in 24 h 10—15 kg verbrauchte Kohle durchsetzt, besteht im wesentlichen aus einem senkrecht stehenden Rohr, in dessen Wand ein spiralförmiger Kanal untergebracht ist. Durch diesen strömt von oben nach unten Dampf, der unten nahe dem Rohrende ins Rohrinnere eintritt und dann nach oben durch die Kohlenbeschickung aufsteigt. Das Schwelrohr wird von außen durch eine selbsttätig regulierbare elektrische Heizung auf 900—1000° C erwärmt. Gleichzeitig wird der in der Rohrwand strömende Dampf entsprechend überhitzt. Am oberen Ende des Schwelrohres sind der Vorratsbehälter und der Aufgabetrichter angeordnet. Am unteren Ende des Schwelrohres schließt sich die Austragevorrichtung an, die aus einer rotierenden Scheibe, einem Absperrschieber und einem Austragekasten besteht.

Die entsprechend in kleine Stücke oder in Brikettform vorbereitete Kohle gleitet vom Aufgabetrichter aus durch das Schwelrohr abwärts, wo sie langsam und vollständig verkokt wird. Der Koks wird vom Austragteller nach dem Austragekasten gefördert. Die Schwelprodukte

[1] Brennstoff-Chem. 10 (1929) S. 67.

[2] Dr. E. Wirrmer, Benzingewinnung durch Schwelung und Spaltung. Verl. W. Knapp, Halle 1922 S. 22.

ziehen nach oben ab und verlassen den Ofen durch einen Ringraum, der den Aufgabetrichter umgibt.

Der Antrieb der Austragevorrichtung erfolgt durch einen in weiten Grenzen einstellbaren Elektro-Motor über ein Mehrstufenvorgelege. Die den Schwelofen verlassenden Schwelprodukte werden durch einen luftgekühlten Schlangenkühler, dann weiter durch einen Teerabscheider und zuletzt durch einen wassergekühlten Schlangenkühler zu einem Meßzylinder für leicht siedende Bestandteile geführt. Die leicht siedenden Bestandteile können aus dem Meßzylinder durch einen unten befindlichen Hahn abgelassen werden, während die nicht kondensierbaren Gase den Meßzylinder oben verlassen. Der Teerabscheider wird durch ein gasbeheiztes Ölbad auf konstanter Temperatur gehalten. Der Teer wird durch einen Schlangenkühler nach einer Vorlage hin abgelassen. Die beiden letzterwähnten Schwelein richtungen werden von Andreas Hofer, Mühlheim (Ruhr) erbaut.

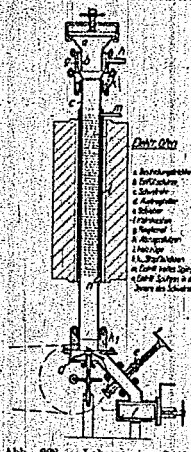


Abb. 228. Laboratorium-Spülgasschwelofen für stetigen Betrieb von Seidenschnur.

4. Kleinentgasungsverfahren Reick von W. Schroth.

Im Laboratorium des Gaswerkes Dresden-Reick entwickelte W. Schroth[1]) die Einrichtung zu einem bemerkenswerten Verfahren, das als eine Vereinfachung und Ergänzung der von Fischer und Schrader für den gleichen Zweck eingeführten Aluminiumretorte angesprochen werden kann. Die Abb. 229 zeigt die Gesamteinrichtung, Abb. 230 das ausgebaute Entgasungsrohr und Abb. 231 die Vorlage mit Kühler und Filtern. Der elektrische Ofen *a* ist mit einem keramischen Rohr von 505 mm Länge und 52 mm lichter Weite ausgerüstet auf das die Wärme durch eine Platinfoliewicklung übertragen wird. In dieses keramische Rohr wird das aus Sikromalstahl hergestellte Entgasungsrohr *b* hineingeschoben, das bei 38 mm lichter Weite 800 mm lang ist und in das etwa in der Mitte ein Boden *c* eingeschweißt ist, während das Ende einen Abschlußdeckel *d* aufnimmt, der mit einer Bleiasbestdichtung durch den Bügel *e* mit der Schraubenspindel *f* gasdicht angepreßt wird. In das Rohr *b* wird am Verschlußende ein ¼" Gasrohr *g* eingeschoben, auf das am Ende eine Scheibe aufgeschweißt ist, die gegen den Boden *c* stößt, wäh-

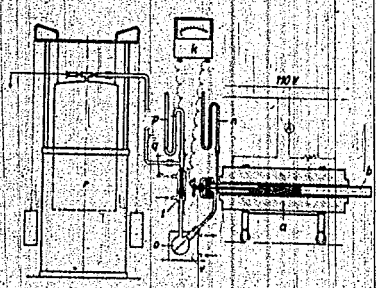


Abb. 229. Entgasungseinrichtung Reick nach Schroth.

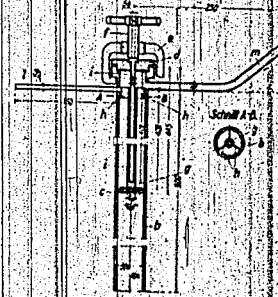


Abb. 230. Entgasungsrohr der Einrichtung nach Schroth.

[1]) Gas- u. Wasserfach. 81 (1938) S. 259.

rend am vorderen Ende drei kurze Streifen *h* aufgesetzt sind, so daß das Rohr *g* genau in der Mitte des Entgasungsrohres *b* liegt. Der um das Rohr *g* im Rohr *b* frei bleibende Raum wird mit 100 g, lufttrockener auf rd. 0,3 mm Korngröße gemahlener Kohle beschickt. In den Verschlußdeckel *d* ist in der Mitte ein einseitig geschlossenes Stahlrohr *j* eingelassen, das in das Rohr *g* hineinpaßt und das zur Aufnahme des Thermoelementes dient, wobei die Anschlüsse durch die hohle Schraubenspindel *f* hindurchgehen und zu dem Anzeiger *k* führen. Unmittelbar hinter dem Verschluß *d* ist an das Rohr *b* oben der Manometeranschluß *l* und unten das Gasabzugsrohr *m* angeschweißt. Ersteres nimmt das Manometer *n* auf, letzteres die in der Abb. 231 gesondert dargestellte Glasvorlage *o*, die oben wiederum in ein Manometer *p* ausläuft. Unmittelbar unter dem Manometer *p* steht ein Anschluß *q* mit der gleichzeitig als Gasmesser dienenden geeichten Glocke *s* von etwa 45 l Inhalt in Verbindung, an deren Austrittshahn jeweils ein Orsat, ein Gasdichteprüfer und ein Kalorimeter angeschlossen wird, um die Eigenschaften des erzeugten Gases festzustellen. Die in der Abb. 231 gesondert dargestellte Glasvorlage *o* ist mit zwei Hälsen versehen und das eintretende Gas muß ein Glaswollfilter passieren und vor dem Austritt den von Wasser durchströmten Liebigkühler *k*, dessen Durchgangsrohr mit Glasperlen gefüllt ist und oben einen Wattepfropfen enthält. Die Vorlage *o* wird von dem Wasserbad *v* aufgenommen. Die Anheizgeschwindigkeit wird so eingestellt, daß die Temperatur, in der Kohle gemessen, 8—10° C/min ansteigt. Bei Herausnahme des Rölrchens *g* wird der Koksrückstand gleichzeitig mit herausgezogen und anschließend gewogen.

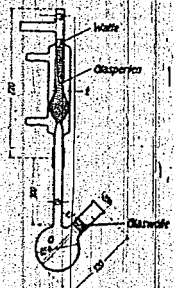


Abb. 231. Vorlage und Kühler der Einrichtung nach Schroth.

Zur Teerbestimmung wird die Vorlage samt Kühler von außen sorgfältig getrocknet und die noch im Kühlmantel des Kühlers befindlichen Wasserreste durch Spülen mit Alkohol und Äther und nachträglichen Durchsaugen von Luft entfernt, wonach das Ganze gewogen wird. Die aufgefangene Flüssigkeit nebst dem Glaswollfilter der Vorlage werden mit Xylol in ein 250 cm³ fassendes Kölbchen gespült. Der an den Glasperlen des Kühlers haftende meist ganz geringe Teerfilm wird ebenfalls mit Xylol entfernt und in das Kölbchen überführt, wonach das Wasser nach dem bekannten Xylolverfahren[1]) bestimmt wird. Die Teermenge oder -ausbeute ergibt sich aus dem Unterschied des Gesamtgewichtes und des anschließend ermittelten Wassergewichtes.

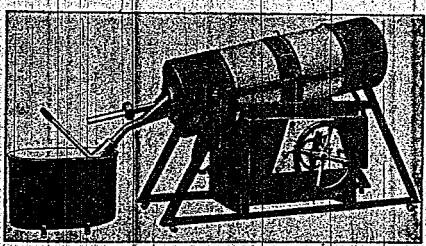


Abb. 232. Entgasungseinrichtung nach Wölbling.

Die Ergebnisse stimmen mit der in der Aluminiumretorte von Fischer mit der gleichen Kohle durchgeführten gut überein. Das Verfahren von Schroth bietet aber den Vorteil, daß man die Entgasung bis zu einer Temperatur von 1100° C fortsetzen kann, um so die gesamte Gasausbeute der Kohle und, aus Teer- und Gasausbeute errechnet, die Wertzahl der Kohle für den Großbetrieb zuverlässig zu bestimmen.

[1]) P. Schläpfer, Z. angew. Chem. 27 (1914) S. 52.

398

5. Elektrisch beheizter Probeschwelofen von Wölbling.

Um größere Mengen Schwelteer und Gas zur weiteren Untersuchung bei der Schwelbestimmung zu erzeugen, hat Wölbling[1]) den in der Abb. 23 wiedergegebenen kippbaren Schwelofen mit elektrischer Beheizung[2]) entwickelt. Er besteht aus einem stark isolierten Zylinder, der in der Mitte mit zwei Zapfen schwenkbar auf einem Eisengestell verlagert ist, in dessen Unterteil Schalter und Widerstände untergebracht sind. In den Zylinder ist das elektrisch beheizte Schwelrohr eingebaut, das je nach der gewählten Größe des Ofens 0,5 oder 4—6 kg Kohle aufnimmt. Ein Abzugsrohr ist mit der in einem Wasserbad liegenden Glasvorlage verbunden. Daneben wird ein Chromnickel-Thermoelement in die Kohle hineingeschoben, um den Temperaturverlauf genau beobachten zu können. Die Schwelung in dem kleinen Ofen erfordert etwa 4 h, in dem größeren etwa 6 h. Will man mit den Entgasungstemperaturen über den Schwelbereich hinausgehen, so erhält der Ofen Stabbeheizung und ein Platin-Platinrhodium-Element das eine Temperaturmessung bis zu 1400°C zuläßt. Die Kippmöglichkeit des sehr handlichen Ofens erleichtert die Beschickung und Entleerung des Schwelrohres.

[1]) H. Wölbling, Leitfaden zum Chemischen Praktikum für Anfänger. Verl. Knapp, Berlin 1928. S. 70.
[2]) Hersteller: Janke u. Kunkel, K. G. Köln.

Schrifttum: Bestimmungsverfahren.

E. Graefe, Laboratoriumsbuch für die Braunkohlenteer-Industrie. 2. Aufl. Verl. W. Knapp, Halle 1923. — R. Keller, Laboratoriumsbuch für die Kokerei- und Teerproduktenindustrie; Verl. W. Knapp, Halle 1923. — J. Marcusson, Untersuchung der Fette und Öle. 3. Aufl. Verl. W. Knapp, Halle 1927. — H. Metzger u. K. A. Hoepfner, Starrpunkt u. Viskosität bituminöser Stoffe; Verl. W. Knapp, Halle 1930. — M. Dolch, Untersuchung der Brennstoffe und ihre rechnerische Auswertung; Verl. W. Knapp, Halle 1932. — P. Schuster, Laboratoriumsbuch für Gasbetriebe aller Art; Verl. W. Knapp, Halle 1927. — Fischer u. Schrader, Ureerbestimmungen in einem Aluminium-Schwelapparat; Brennstoff-Chem. 1 (1920) S. 87. Z. angew. Chem. 33 (1920) S. 172. — H. Schrader, Aluminium-Schwelapparat mit eingebauter Dampfüberhitzung; Brennstoff-Chem. 2 (1921) S. 182. — Barenfänger, Über zwei Abänderungen an dem Aluminium-Schwelapparat; Brennstoff-Chem. 2 (1921) S. 106. — Wölbling, Neue Apparatur zur Schwelanalyse; Braunkohle 21 (1922) S. 453. — A. Thau, Versuchsschweleinrichtung amerikanischen Ursprungs; Glückauf 58 (1922) S. 317. — M. Freund, Methode zur technischen Schwelanalyse von Kohlen; Brennstoff-Chem. 3 (1922) S. 374. — R. von Walther u. H. Steinbrecher, Über ein neues praktisches Verfahren zur quantitativen Bestimmung des Teeres und des Teerwassers bei der Schwelanalyse; Braunkohlenarch. 1922, Nr. 3, S. 3. — P. K. Breuer u. H. Brocke, Bestimmungen alkalilöslicher Bestandteile (Phenole) in kleinen Urteermengen; Brennstoff-Chem. 4 (1923) S. 122. — H. Steinbrecher, Beitrag zur Bestimmung des Bitumengehaltes von Kohlen; Braunkohlenarch. 1923, Nr. 4, S. 32. — R. Noack, Die Arbeitsweise mit dem Fischer-Schraderschen Aluminiumschwelapparat und die Untersuchung der damit erhaltenen Destillationsprodukte; Brennstoff-Chem. 5 (1924) S. 17. — H. Brocke, Über den Einfluß der Temperatur an der Urteraustrittsstelle bei Gasflammkohlen; Brennstoff-Chem. 5 (1924) S. 22. — Dietz, Grunert u. Noack, Über die Analyse der Schwelgase; Brennstoff-Chem. 5 (1924) S. 33. — A. Thau, Zur Bestimmung des Teergehaltes der Kohle; Glückauf 62 (1926) S. 940. — A. Pfaff, Beiträge zur Frage der zweckmäßigsten Ausführung der Schwelanalyse; Braunkohlenarch. 1926, Nr. 11, S. 3. — R. Schmidt, Bestimmung von Teer und Wasser im Gesamtdestillat der Schwelanalyse nach Fischer; Braunkohlenarch. 1927, Nr. 17, S. 34. — Ders., Zur Frage der Bestimmung des Teers und des Wassers in dem bei der Fischerschen Schwelanalyse erhältlichen Gesamtdestillat; Braunkohlenarch. 1927, Nr. 17, S. 34. — Dolch u. Kuch, Die flüchtigen Bestandteile des Braunkohlenschwelkokses; Braunkohle 27 (1928) S. 141, 169 u. 185. — Dolch u. Gieseler, Untersuchung der Braunkohle unter Berücksichtigung der flüchtigen Bestandteile; Braunkohle 27 (1928) S. 681. — Dies, Methode zur Bestimmung der Absorptionsfähigkeit von Braunkohlenkoks; Braunkohle 27 (1928) S. 1025 u. 1031. — Heimel, Beitrag zur Schwelanalyse im Aluminiumschwelapparat nach Franz Fischer; Brennstoff-Chem. 9 (1928) S. 3. — R. v. Walther u. K. Elsmann, Eine neue Ausführungsform der Paraffinbestimmung mit Äther; Braunkohlenarch. 1928, Nr. 22, S. 71. — H. Steinbrecher, Zur Paraffinbestimmung in Mineralölen und Teeren; Braunkohlenarch. 1928, Nr. 22, S. 70. — P. Damm, Die Bedeutung der Schwelanalyse für die Untersuchung der Kokskohlen; Brennstoff-Chem. 10 (1929) S. 101. — Dolch, Pleißmüller u. David, Bestimmung des Wassergehaltes im Schwelkoks; Braunkohle 28 (1929) S. 429. — H. Illig, Schnellbestimmung des Wassergehaltes der Braunkohle; Braunkohle 28 (1929) S. 101. — Simpkin, Wood, Dawp u. Gibson, Laboratoriumsschwelapparat in vergrößertem Maßstab für die Kohlenuntersuchung; Brennstoff-Chem. 10 (1929) S. 366. — A. Weindel, Aluminiumkammeröfen für die Schwelanalyse bituminöser Stoffe; Brennstoff-Chem. 10 (1929) S. 87. — David, Dolch u. Pöchmüller, Über den Wassergehalt des Schwelkokses und seine exakte Bestimmung; Braunkohle 28 (1929) S. 429. — Hock u. Fischer, Über eine titrimetrische Bestimmungsmethode von Ätherpentacarbonyl in Treibölen; Braunkohle 28 (1929) S. 800. — M. Dolch, Neue Verfahren der Brennstoffuntersuchungen; Brennstoff- u. Wärmewirtsch. 12 (1930) S. 253. — Ders., Verfahren zur Wasserbestimmung in festen Brennstoffen; Brennstoff-Chem. 11 (1930) S. 429. — E. Kreß, Über die Bestimmung von Phenolen in Gas- und Schwelwässern; Brennstoff-Chem. 11 (1930) S. 369. — R. v. Walther u. Elsmann, Zur Frage der Titration der Braunkohlenteerkreosote mit Naphthalindiazoniumchlorid; Braunkohlenarch. 1930, Nr. 26, S. 1. — H. Illig, Zur Bestimmung des Kreosotgehaltes von Braunkohlenteeren; Braunkohlenarch. 1930,

Nr. 20, S. 10. — W. Biltz und Berg, Metallkundliche Untersuchungen an Brennstoffaschen; Brennstoffchemie 9 (1928) Nr. 21, S. 11. — W. Franke, Zur Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes von Brennstoffaschen; Brennstoffchemie 9 (1928) Nr. 22, S. 10. — F. Schuchardt u. A. Jäger, Zur Bestimmung des Chromes in Chromerzen und in flüssigen Chromsäuren nach einer abgeänderten Bleiglanz-Methode; Brennstoffchemie 9 (1928) Nr. 23, S. 4. — W. Dolch, Sauerstoffbestimmung in Brennstoffen; Brennstoff-Chemie 10 (1929) S. 286. — Dolch, Wirkungsweise, Schwefelbestimmung in Gasen; Glückauf 65 (1929) S. 1105. — M. Dolch, Brennstoffliche Brennstoffuntersuchung; Glückauf 67 (1931) S. 1076. — G. Tacken, Kohlenuntersuchung in der Schwefelpraxis; Brennstoff-Chem. 12 (1931) S. 134. — R. Kattwinkel, Untersuchungen über den Verlauf der Zersetzung von Sauerstoffen; Glückauf 68 (1932) S. 513. — W. Franke, Die Umrechnung von Natrium auf Pinnatie bei der Anwendung von Wasser und für genauere Bestimmung des Kohlens; Brennstoffchemie 1932 Nr. 20, S. 9. — Ders., Wichtige Hinweise für Chromerz und Bestimmung des Kohlenstoffs; Brennstoffchemie 1932, Nr. 20, S. 20. — Ders., Ein Verfahren von Wasserbestimmungsmethoden für Kohlen und Torf; Brennstoffchemie 1932, Nr. 36, S. 20. — Bestimmung v. Mineralstoffe, Schwefelbestimmungen in festen Brennstoffen; Brennstoffe 32 (1932) S. 301. — P. Waldmann, Ergebnisse von Schwefelanalysen mit schwefelfreiem Natriumperoxyd und Kalilaugenverbrennungen von Brennstoffen; Glückauf 71 (1935) S. 1073. — H. Gerlach, Vorschlag zur Verbesserung des Schwefelgehaltes nach Franz Fischer; Brennstoff-Chem. 17 (1936) S. 289. — H. Hering, Prüfung fein gemahlener Brennstoffe auf ihre Schwef- und Verbrennungseigenschaften; Glückauf 72 (1936) S. 1052. — Schmolling, Feuerbestimmung und Untersuchungsmethoden der Schwefelverbindungen im Brennstoffmantel, Brennstoffchemie und Dritte; Brennstoffchemie 1936, Nr. 45, S. 15. — Fenimore, Mitteilungen v. Bestimmung, Untersuchungen auf den Gehalt der Verbrennungsverbindung; Glückauf 73 (1937) S. 513. — Hanns a. Fresenius, Zur schnellen Bestimmung von Schwefel und anderen Stoffen von Brennstoffen; Brennstoff-Chem. 19 (1938) S. 93.

XI. Steinkohlenschwelung durch Elektrowärme.

Bei der wiederholt vorgeschlagenen und, wie aus S. 62 ersichtlich, auch durchgeführten Kupplung von Steinkohlenschwelung und Kraftwerk liegt es nahe, einen Ausgleich der Stromerzeugung dadurch herbeizuführen, daß der zeitweise überschüssige Strom in Wärme umgewandelt und zur Destillation von Kohle ausgenutzt wird. Man denkt dabei an eine Erzeugung von Koks, Gas und Teer, die im Gegensatz zum elektrischen Strom ohne weiteres speicherfähig sind. Das durch zahlreiche Anregungen und Versuche gekennzeichnete Gebiet der Verkokung durch Elektrowärme kann hier unter Hinweis auf das darauf bezügliche, am Schluß angeführte Schrifttum nur in groben Umrissen behandelt werden, um so mehr, als der Bau einer Großanlage noch aussteht.

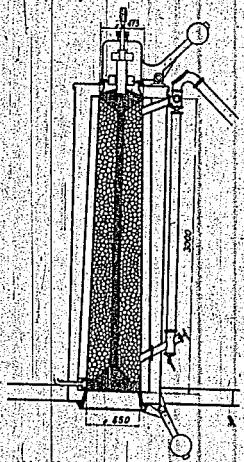


Abb. 233. Brown-Boveri-Verfahren zur Wärmeübertragung auf die Beschickung durch Elektrizität.

Die ersten Vorschläge machten H. Röchling und W. Rodenhauser[1]) im Jahre 1925. Praktische Versuche waren bereits im Jahre 1910 in Italien auf dem Gaswerk Lecco vorangegangen, wo man eine liegende Gasretorte durch eine Drahtwicklung elektrisch beheizte. Im Jahre 1931 entwickelte Stevens bei der Edison Co. Ltd. zu Detroit in Amerika einen elektrisch beheizten Schachtofen, der hinsichtlich seiner Bauweise grundsätzlich der in der Abb. 233 schematisch wiedergegebenen Retorte entspricht, die im Jahre 1934 von den Brown-Boveri-Werken zu Baden in der Schweiz in Versuchsbetrieb war.

Die in der Abb. 233 im Schnitt wiedergegebene Retorte besteht aus einem nach oben leicht verjüngten Gußeisenrohr, dessen lichte Weite unten 650 und oben 475 mm beträgt, bei einer Höhe von 3 m. Die Retorte ist in Mauerwerk eingebettet und in bekannter Weise mit Verschlüssen für die Beschickung und Entleerung sowie mit einem oberen und unteren Gasabgang versehen. Vor der Beschickung wird eine Lage Perlkoks eingefüllt und danach ein Rohr in die Mitte gestellt, um das herum die Kohlenbeschickung eingetragen wird. Das Rohr wird dann ebenfalls mit Perlkoks gefüllt, herausgezogen und die Beschickung oben mit Perlkoks bedeckt, wie dies aus der Abb. 233 erkenntlich ist. Der aus Perlkoks bestehende Kern der Beschickung wird oben und unten mit einem Stromleiter verbunden, und von diesem Kern aus verbreitet sich die Wärme in ringförmigen Zonen über den ganzen Beschickungsquerschnitt aus.

Die von Stevens in Detroit erbaute, bereits erwähnte Anlage arbeitet nach den gleichen Grundlagen, nur handelt es sich dabei um einen wesentlich größeren innen ausgemauerten Ofen von 12,2 m Höhe und 1830 mm mittlerer lichter Weite, der eine Beschickung von 30 t Kohle faßt, die in 24 h geschwelt ist. Der verwendete Strom hat 60 Perioden und eine Spannung von 4800 V, die durch einen einstellbaren Transformator auf 75—600 V herabgesetzt wird.

[1]) DRP. 409341.

Über die mit dieser Anlage erreichten Ergebnisse macht Stevens[1]) die folgenden Angaben:

Kohle: Elkhorn, Korngröße 1—2"

Analyse der wasserfreien Kohle:

Flüchtige Bestandteile	38%
Fixer Kohlenstoff	61%
Asche	1%
Heizwert	9167 kcal/kg

Retortenladung: 23600 kg
Wassergehalt der Rohkohle: 1,5%
Ausstoßzeit: insgesamt 40 h, davon unter Strom 29½ h

Analyse des wasserfreien Kokses:

Flüchtige Bestandteile	3,2%
Fixer Kohlenstoff	92,9%
Asche	3,9%
Heizwert	7793 kcal/kg
Kondensate, insgesamt	3390 l
Kondensate, je 1000 kg Rohkohle	144 l
Wassergehalt der Kondensate	22,0%
Teerausbeute, insgesamt	2540 kg
Teerausbeute, je 1000 kg Rohkohle	112 kg
Spezifisches Gewicht des Teeres	1,040
Gasausbeute, insgesamt	7300 m³
Gasausbeute, je 1000 kg Rohkohle	309 m³
Durchschnittlicher Heizwert des Gases	4717 kcal/m³
Stromverbrauch, insgesamt	9250 kWh
Stromverbrauch, je 1000 kg Rohkohle	392 kWh
Stromverbrauch, je 1m³ Gas	1,27 kWh

Aus einer größeren Anzahl Gasanalysen errechnen sich die folgenden Mittelwerte:

CO_2	0,3%	CO	7,0%
CnHm	2,8%	CH_4	13,5%
O_2	0,7%	C_2H_4	2,7%
H_2	62,5%	N_2	5,3%

Die elektrische Verkokung ist zwar zunächst als ein Betrieb zur Erzeugung von Stadtgas gedacht, die Angaben lassen aber erkennen, daß die Betriebsweise zwischen Schwelung und Mitteltemperaturverkokung liegt, worauf einige der genannten Verfasser auch hinweisen. Stevens stellt die Möglichkeit, je nach der Höhe der angewandten Temperatur schwelen oder verkoken zu können, als einen besonderen Vorteil dar, da sich das Verfahren dadurch den jeweiligen Marktverhältnissen der Erzeugnisse in gewissem Maße anzupassen vermag. Im übrigen hat man von der Möglichkeit, die Täler der Kraftwerksbelastung durch Kupplung mit einem solchen Verfahren auszugleichen, bisher noch keinen Gebrauch gemacht und wirtschaftlich günstige Ergebnisse werden hauptsächlich nur in Verbindung mit Wasserkraftwerken gegeben sein.

[1]) Sci. Amer. 157 (1937) S. 270.

Schrifttum: Elektrische Entgasung.

H. S. Walker, Verkokung von Kohle mit Elektrizität; Monatsbull. schweiz. Ver. Gas- u. Wasserfachm. 13 (1933) S. 202. — A. Sander, Verkokung von Kohle mit Elektrizität; Brennstoff- u. Wärmewirtsch. 15 (1933) S. 109. — Kirchrath, Elektrische Entgasung; Elektrowärme 3 (1933) S. 16. — M. Bohm, Elektrische Öfen für die Leuchtgaserzeugung; Monatsbull. schweiz. Ver. Gas- u. Wasserfachm. 15 (1935) S. 31. — A. Thau, Elektrische Verkokung; Glückauf 74 (1938) S. 503. — H. Stevens, Verkokung von Kohle mit Elektrizität; Brennstoff-Chem. 19 (1939) S. 87.

XII. Nachträge.

Während die Entgasung der Steinkohle bei hohen Temperaturen sowohl zur Koks- als auch Gaserzeugung in allen Ländern hinsichtlich der angewandten Ofenbauarten auf einheitlichen Grundlagen beruht, versucht man die Aufgabe der Kohlenschwelung auf sehr mannigfaltige Weise zu lösen und schlägt in jedem Lande ganz getrennte Richtungen ein, wie dies aus dem Inhalt dieses und des bereits im Jahre 1927 erschienenen Bandes deutlich hervorgeht. Kokskohle ist in chemischer und physikalischer Beziehung ein ziemlich fest umrissener Begriff, so daß für ihre Entgasung fast immer die gleichen Bedingungen anwendbar sind. Bei der Schwelung liegen, was oft übersehen wird, die Verhältnisse wesentlich anders. Da die Schwelkohlen in chemischer und physikalischer Beziehung in weiten Grenzen voneinander abweichen und ihr thermisches Verhalten mit Rücksicht auf die Ausbeute und Beschaffenheit der Schwelerzeugnisse von vornherein berücksichtigt werden muß, kann die Entwicklung der Schwelofenbauarten niemals in so einheitliche Bahnen gelenkt werden, wie sie für die Steinkohlenentgasung im Kokerei- und Gaswerksbetrieb kennzeichnend sind.

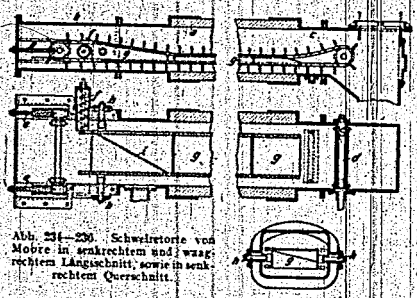


Abb. 234—236. Schwelretorte von Moore in senkrechtem und waagrechtem Längsschnitt, sowie in senkrechtem Querschnitt.

In England, von wo die Steinkohlenschwelung ihren Ausgang nahm und besonders gepflegt wurde, hat sich als das erste überhaupt angegebene nur das Coalite-Verfahren zu wirklichen Großanlagen entwickeln können. Die nach diesem Verfahren seit Kriegsende erbauten fünf Anlagen setzen täglich insgesamt 2000 t Kohle durch. In neuerer Zeit sind dazu die eine Mischung von Kohle und Öl verarbeitenden Schwelanlagen entwickelt und im Hauptabschnitt V bereits besprochen worden. Inzwischen sind in England drei neue Verfahren ausprobiert und eingeführt worden, die Schwelöfen mit Außenbeheizung anwenden, deren Bauart im folgenden kurz beschrieben werden soll.

1. Kratzbandschwelverfahren von Moore der Stellite Ltd.

Vor einem Jahrhundert hatte Clegg, der Schüler und spätere Mitarbeiter Murdochs einen Entgasungsofen entworfen, in welchem die Kohle mittels eines Fördermittels stetig durch eine waagerechte Retorte bewegt und dabei entgast werden sollte. Die Versuche scheiterten an den, dem damaligen Stande der Technik entsprechenden unzulänglichen Einrichtungen.

Den gleichen Vorschlag hat S. Moore seit einigen Jahren in England verwirklicht und die Grundzüge des Verfahrens der Stellite Ltd. sollen im folgenden kurz umrissen werden. Die Abb. 234 zeigt eine solche Retorte im senkrechten und Abb. 235 im waagerechten Längsschnitt, Abb. 236 einen senkrechten Querschnitt, während in der Abb. 237 ein zusammengebauter Ofen wiedergegeben ist.

Die aus feuerfestem Baustoff bestehende quermalle Gasmuffe a ist nachdem Beschickungsende durch den Kanäle b und nach dem Kühlraume zu durch den Kanäle c verlängert. In seine verlängerte Wölbe, die im einem Ende durch die Retortenwand hindurchgeht, kommt schließlich eine Spannvorrichtung e von Eisen eingestellt werden kann. Die Kühlkammer erhält seitlich durch die seitlich eingebaute Fliesöffnungen f. Bei der ununterbrochenen Betriebsweise kann man allgemein, daß sich die Kühle von jedem einzelnen Kanäle mischt, was eine gleichmäßige Schwefelsäurebildung verhindern würde. In diesem Falle sind dieser durch Zwischen einen schiefen Pfeiler g Kalksteinen gestützt, die bewirken, daß die Kühle in einer ganz gleichmäßigen Schicht von so dünne Stärke den Raum zwischen je zwei Kammern vollkommen durchzieht, so daß sämtliche schädliche Bestandteile, deren Länge durch die Entfernung zwischen je zwei Kammern, und deren Breite durch die des Kammerbodens gegeben ist. Der Pfeiler g ist an seinem breiteren Wellenkämpfen h angebracht mit dem Kammerboden verbunden, sodaß die Kühle gezwungen ist, auf ihrem Wege durch die Kammern den einzelnen Kammerboden zu bewirken, wie dem sich die Kühle dieselbe auf der in der Abb. 255 angedeutet ist, die die Retorte eine Kammer zeigt.

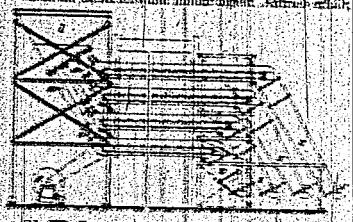


Abb. 255. Zusammengesetzte Schwefelsäure von Mason der Sodafabrik.

In der Abb. 257 wird ein solcher Ofen mit vier übereinander liegenden Retorten im Zusammenhang gezeigt, wobei nebenan Kammern durch diesenmündet angeordnet sind. Gegenüber den Abb. 256 – 256 liegt hier der Kanäle der Kühle durch Mauer und Vorgänge a im Schornsteingemäuer, wobei die Kanäle der einzelnen Etagen miteinander verbunden sind. Die Retorten werden hier von einem Kühlbehälter Phosphor, der durch einzelne Rohrleitungen m mit je einem Retortenmantel verbunden ist. Die Kühlungsgase erfolgt durch Zellenräder t, deren Antrieb mit dem jedes Bandes verbunden ist. Der Kühle fällt am Ausgangsende in Zellräder o, die mit Hilfe von Schleusen luftdicht erhalten werden, deren Einrichtung in der Abb. 256 nur ganz schematisch angedeutet ist.

Schließlich über Versuche, Messungen und Analysen, die diesem Verfahren liegen, ist zu sagen, daß man wandte Temperatur in der Kühle gehen also über die Schwefelung hinaus und so kann als eine Kühltemperaturerhöhung angesprochen. Die Sodafabrik-Gesellschaft hofft in Kürze eine Reihe solcher Anlagen in Betrieb zu haben, deren Gesamterzeugung mindestens 500 000 t Kühle übersteigen soll. Eine Kühle Gruppe von sechs in Nordwalles gelegenen Gaswerken, mit denen das Verfahren eingeführt wird, soweit solche Chemikalien bereits verarbeiten sind. Das Verfahren ist auch für unsere Verhältnisse bemerkenswert, als man vor einigen Jahren damit war, die Sodafabrikschwefelung auf den deutschen Gaswerken einzuführen, als über das ganze Reich verbreitet. Verfahren fester Brennstoffe, insbesondere für den Hausbrandgebrauch.

Abb. 256. Schwefelsäure von Salisbury-Jones u. Nisbet. Gesamtansicht.

2. Schwefelverfahren von Salisbury-Jones und R. Nisbet.

Das neueste Schwefelverfahren wurde im Juli 1926 in Betrieb, wurden Industrie wurde von Lämäm, eingeführt und dürfte auf die übrigen dem maschinentechnischen Anregungen ein-

zugehen, sei vorausgeschickt, daß der Ofen von seinen Erbauern als „automatische Schwelmaschine" bezeichnet wird, und die folgende kurze Beschreibung rechtfertigt diese Ansicht. Eine andere Frage ist natürlich, ob sich ein solcher Automat mit seinen verwickelten Feinheiten im rauhen Schwelbetrieb bewähren wird.

Die British Smokeless and Oil Fuels Limited in London ist zum Vertrieb dieses Ofens gebildet worden, der in der Abb. 238 als Seitenansicht mit teilweise geöffnetem Unterteil der Retorte wiedergegeben ist. Der aufgemauerte etwa 9 m hohe Ofen ruht auf einem Tragsäulengestell von etwa 4,0 m Höhe und hat mit dem Aufsatz eine Gesamthöhe von etwa 20 m. In dem Mauerwerk steht eine eiserne Retorte *a*, die mit heißen Umwälzgasen durch entsprechend

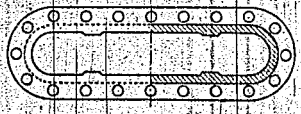


Abb. 239. Schwelofen von Salisbury-Jones und Nisbet; Querschnitt durch die Retorte.

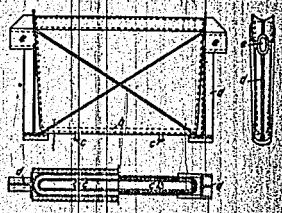


Abb. 240—242. Schwelofen von Salisbury-Jones und Nisbet; Vorder-, Seiten- u. Draufsicht eines Schwelbehälters.

eingelassene Züge von außen beheizt wird. Die in der Abb. 239 im Querschnitt wiedergegebene Retorte ist aus mehreren Stücken zusammengeflanscht. Sie ruht mit Konsolen, die am unteren Ende angegossen sind, auf Trägern, so daß sie sich nach oben frei ausdehnen kann. Die Kohle wird in einzelnen Blechbehältern geschwelt, die als eine aufeinandergestellte Säule abwärts durch die Retorte gleiten. Ein solcher Behälter ist in den Abb. 240—242 in drei Ansichten wiedergegeben. Er ist nach unten verjüngt und hat einen losen Boden *b*, der zum Entleeren

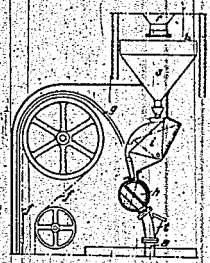


Abb. 243. Schwelofen von Salisbury-Jones und Nisbet; Oberteil des Ofens mit Beschickeinrichtung.

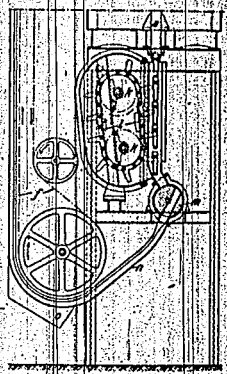


Abb. 244. Schwelofen von Salisbury-Jones und Nisbet; Unterteil des Ofens mit Koksaustrag.

mit den beiden Ansatzbolzen *c* versehen ist. Der Behälter nimmt an jeder Seite einen aus T-Eisen gebildeten Rahmen *d* auf, während die seitlichen Vorsprünge *e* zur Hochförderung der Behälter durch eine Förderkette dienen. In der Abb. 243 ist die Beschickeinrichtung des Ofens gesondert wiedergegeben, und zwar werden die einzelnen Behälter durch das endlose Förderteil

auf dem in regelmäßigen Abständen waagerechte Mitnehmerhaken befestigt sind, in die Bogenrinne *g* abgelegt, wodurch der Behälter in den Hals des mechanisch hin- und herbewegten Schlitzventils *h* fällt, wo er durch das mechanisch bewegte Kippgefäß *i* mit Kohle beschickt wird. Bei der nächsten Bewegung des Ventilkolbens *h* wird der Behälter in einen Schlitz aufgenommen und bei einer weiteren gleitet er in die Retorte, wo er sich mit den Seitenrahmen *d* auf die die Retorte umfüllende Behältersäule stellt. Die Abb. 244 zeigt den Bodenteil der Retorte, durch den die ganze Bewegung der Behältersäule betätigt wird. Zwei leicht schräg übereinander angeordnete Kettentrommeln nehmen zwei aus rechtwinkeligen Haken bestehende Gliederketten *l* auf. Die Entfernung der beiden Ketten voneinander entspricht der Breite der Kohlenbehälter und mittels der Rahmenvorstöße *e* (Abb. 240—242) ruht die Behältersäule auf je einem Hakenpaar der Gliederkette *l*. Durch den Antrieb einer der beiden Trommeln *k* wird die Behältersäule ganz langsam durch die beheizte Retorte abgesenkt. Sobald der zu unterst angekommene Behälter frei und entlastet ist, gleitet er in ein Schlitzventil *m*, dessen Einrichtung dem Eintragventil *h* (Abb. 243) entspricht. Durch den Anschlag der beiden Bolzen *c* (Abb. 240 u. 242) wird der Behälterboden hochgeschoben und der Koks gelöst. Bei der nächsten Bewegung des Schlitzventils *m* gleitet der Behälter über die Bahn *n*, an deren tiefster Stelle ein Kokssammelbehälter *o* vorgesehen ist, aus dem der Schwelkoks zeitweise ausgeschleust wird. Die nicht angedeuteten Mitnehmer des Seiles *f* fassen den Behälter unter die Rahmenvorsprünge *e* und befördern ihn, mit der Öffnung nach unten gekehrt, oben auf den Ofen zu erneuter Füllung. Wie aus der Abb. 238 ersichtlich, liegt der endlose Seilaufzug für die Behälter in einem getrennten mit Blech umkleideten Schacht *p*. Die Feinkohle wird durch das Becherwerk *q* in den Hochbehälter *s* befördert, aus dem sie in den als Trockner und Vorwärmer dienenden Zwischenbehälter *s* abgezogen wird, in welchem die fühlbare Wärme der die Heizzüge verlassenden Abgase nutzbar gemacht werden soll. Ein mechanisch betätigtes Bodenventil des Behälters *s* bewirkt die jeweilige Füllung des Kippgefäßes *i*. Die Schwelgase werden durch den Anschluß *t* oben aus der Retorte abgesaugt. Die Bewegung der in den Abb. 238, 243 und 244 angedeuteten Teile *i*, *h*, *k* und *m* muß natürlich ganz genau aufeinander abgestimmt sein, um einen reibungslosen Betrieb zu gewährleisten. Ob dies im rauhen Schwelbetrieb mit einer so verwickelten Einrichtung auf die Dauer möglich sein wird, bleibt zunächst abzuwarten. Im übrigen ist das ganze Verfahren in mechanischer Hinsicht sehr sinnreich durchdacht.

3. Koksbrikettschwelofen der British Coal Distillation Limited.

Bei der Spülgasschwelung der Steinkohle im Drehofen der oben genannten Gesellschaft, die das Verfahren von Laing & Nielsen [1]) übernommen hat, fällt der Schwelkoks in so feinkörniger Form an, daß er nachträglich brikettiert werden muß. Um die Preßlinge in einen harten, wetterfesten und rauchlosen Brennstoff umzuwandeln, hat man den in den Abb. 245 und 246 schematisch dargestellten Ringtellerofen entwickelt, der in seinem Aufbau stark an den Schwelofen von Battling [2]) erinnert. In dem Grundriß der Abb. 245 ist der Ringteller mit *d* bezeichnet, der hinter der in

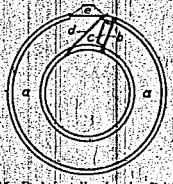


Abb. 245. Drehringtellerofen der British Coal Distillation Ltd. im Grundriß.

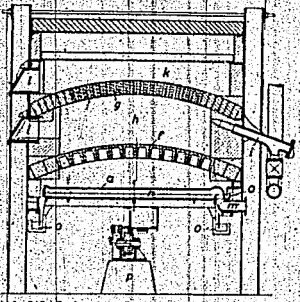


Abb. 246. Senkrechter Querschnitt durch einen Teil des Drehringtellerofens der British Coal Distillation Ltd.

[1]) I, S. 368. [2]) I, S. 680 u. 683.

der Höhe verstellbaren senkrecht stehenden Platte *b* durch die Trichtermündung *c* beschickt wird. Nach einer Umdrehung des Ringtellers werden die geschwelten Preßlinge durch den Abstreifer *d* ausgetragen und fallen durch das Mundstück *e* in einen in der Abb. 245 nicht berücksichtigten Sammelbehälter. Die Abb. 246 zeigt einen senkrechten Schnitt durch einen Teil des Ofens, der sich von dem von Bartling angegebenen dadurch unterscheidet, daß die Beschickung hauptsächlich von oben durch Strahlung erwärmt wird. Zu diesem Zweck ist über der Ringplatte *a* zwischen den beiden Mauerwerkgewölben *f* und *g* die Brennkammer *h* angeordnet, in die in gleichmäßigen Abständen die Gaskammern *i* schräg von der Seite eingeführt sind. Über dem aus Lochsteinen gebildeten Gewölbe *g* ist die Ringkammer *k* angeordnet, in der die Verbrennungsluft vorgewärmt wird, ehe sie durch die Öffnungen der Gewölbedecke *g* in die Heizkammer *h* tritt. Die Kammern *k* und *h* sind durch Schauklappen *l* zugänglich. Der Ringteller ist als doppelwandiger Hohlring ausgebildet und durch die Anschlußrohre *m* treten heiße Verbrennungsgase aus der Kammer *h* in den Hohlraum *n* und werden in gleicher Weise an anderer Stelle abgeleitet, so daß die Beschickung auch von unten erwärmt und eine Abstrahlung der Beschickung nach unten vermieden wird. Die Abdichtung des Ringtellers gegen die Außenluft erfolgt durch die Sandtassen *o* und die einstellbare Drehbewegung vermittelt das Getriebe *p*. Es besteht ferner auch die Möglichkeit einer Durchströmung des Schwelraumes mit Spülgasen, um die Wärmeübertragung auf die Beschickung zu beschleunigen. Die Spülgase werden durch ein Umwälzgebläse im Gegenstrom zur Drehrichtung des Ringtellers eingeführt und an der Austragstelle *d* abgesaugt.

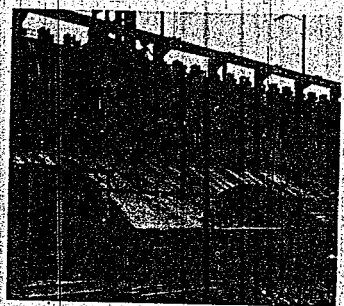


Abb. 247. Koksseite der Schwelkoksofengruppe auf der Zeche Seaham Harbour.

Zahlenmäßige Ergebnisse liegen in Verbindung mit diesem seit längerer Zeit in England in Betrieb befindlichen Ofen nicht vor. Das Verfahren, das einen stetigen Betrieb mit einer Schwelung in der Ruhe verbindet, hat sich gut bewährt und die Leistung ist am günstigsten, wenn die Preßlinge in doppelter Lage aufgetragen werden. Wärmespannungen in den Preßlingen treten nicht auf und Bruch wird daher nur in ganz geringem Maße beobachtet, zumal die Preßlinge auch in mechanischer Hinsicht sehr schonend behandelt werden.

4. Schwelkoksöfen.

Der bereits im Abschnitt VI auf S. 115 beschriebene, von P. Schwarz eingeführte Gibbons-Cellan-Jones-Schwelkoksofen ist inzwischen in den Großbetrieb eingeführt worden und die bisher auf kleine Einheiten beschränkte Steinkohlenschwelung hat damit eine neue Entwicklungsstufe erreicht. Auf der englischen Zeche Seaham Harbour in Northumberland ist im Juni 1938 eine Gruppe von 51 Öfen in Betrieb genommen worden, die, wie ich mich selbst überzeugen konnte, einen leicht entzündlichen Schwelkoks erzeugt, der im offenen Kaminfeuer einwandfrei brennt.

Die wie eine Kokerei betriebenen Öfen sind aus Schamottesteinen aufgemauert und die Kammern haben eine mittlere Breite von 220 mm; sie sind von der Koks- zur Maschinenseite um 50 mm verjüngt. Die Länge zwischen den Türen beträgt 10,4 m, die Höhe von der Sohle bis zum Scheitel des Gewölbes 2440 mm. Jede Kammer faßt 4 t Kohle, die in 20 h geschwelt ist, so daß der Tagesdurchsatz je Ofen 5 t Kohle beträgt. Zur Beheizung wird das entteerte und von Leichtöl befreite Schwelgas benutzt, wobei ein Überschuß von 15% für andere Verwendungszwecke zur Verfügung bleibt.

Die Abb. 247 zeigt eine Ansicht der Ofengruppe von der Koksseite. Der Schwelkoks wird durch eine Führungshaube in einen Löschwagen gedrückt und unter einem Turm

der Höhe verstellbaren senkrecht stehenden Platte *b* durch die Trichtermündung *c* beschickt wird. Nach einer Umdrehung des Ringtellers werden die geschwelten Preßlinge durch den Abstreifer *d* ausgetragen und fallen durch das Mundstück *e* in einen in der Abb. 246 nicht berücksichtigten Sammelbehälter. Die Abb. 246 zeigt einen senkrechten Schnitt durch einen Teil des Ofens, der sich von dem von Bartling angegebenen dadurch unterscheidet, daß die Beschickung hauptsächlich von oben durch Strahlung erwärmt wird. Zu diesem Zweck ist über der Ringplatte *a* zwischen den beiden Mauerwerkgewölben *f* und *g* die Brennkammer *h* angeordnet, in die in gleichmäßigen Abständen die Gasbrenner *i* schräg von der Seite eingeführt sind. Über dem aus Lochsteinen gebildeten Gewölbe *g* ist die Ringkammer *k* angeordnet, in der die Verbrennungsluft vorgewärmt wird, ehe sie durch die Öffnungen der Gewölbedecke *g* in die Heizkammer *h* tritt. Die Kammern *h* und *k* sind durch Schauklappen *l* zugänglich. Der Ringteller ist als doppelwandiger Hohlring ausgebildet und durch die Anschlußrohre *m* treten heiße Verbrennungsgase aus der Kammer *h* in den Hohlraum *n* und werden in gleicher Weise an anderer Stelle abgeleitet, so daß die Beschickung auch von unten erwärmt und eine Abstrahlung der Beschickung nach unten vermieden wird. Die Abdichtung des Ringtellers gegen die Außenluft erfolgt durch die Sandtassen *o* und die einstellbare Drehbewegung vermittelt das Getriebe *p*. Es besteht ferner auch die Möglichkeit einer Durchströmung des Schwelraumes mit Spülgasen, um die Wärmeübertragung auf die Beschickung zu beschleunigen. Die Spülgase werden durch ein Umwälzgebläse im Gegenstrom zur Drehrichtung des Ringtellers eingeführt und an der Austragstelle *d* abgesaugt.

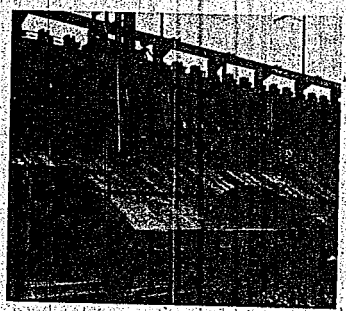


Abb. 247. Kokseite der Schwelkoksofengruppe auf der Zeche Seaham Harbour.

Zahlenmäßige Ergebnisse liegen in Verbindung mit diesem seit längerer Zeit in England in Betrieb befindlichen Ofen nicht vor. Das Verfahren, das einen stetigen Betrieb mit einer Schwelung in der Ruhe verbindet, hat sich gut bewährt und die Leistung ist am günstigsten, wenn die Preßlinge in doppelter Lage aufgetragen werden. Wärmespannungen in den Preßlingen treten nicht auf und Bruch wird daher nur in ganz geringem Maße beobachtet, zumal die Preßlinge auch in mechanischer Hinsicht sehr schonend behandelt werden.

4. Schwelkoksöfen.

Der bereits im Abschnitt VI auf S. 110 beschriebene, von P. Schwarz eingeführte Gibbons-Cellan-Jones-Schwelkoksofen ist inzwischen in den Großbetrieb eingeführt worden und die bisher auf kleine Einheiten beschränkte Steinkohlenschwelung hat damit eine neue Entwicklungsstufe erreicht. Auf der englischen Zeche Seaham Harbour in Northumberland ist im Juni 1938 eine Gruppe von 61 Öfen in Betrieb genommen worden, die, wie ich mich selbst überzeugen konnte, einen leicht entzündlichen Schwelkoks erzeugt, der im offenen Kaminfeuer einwandfrei brennt.

Die wie eine Kokerei betriebenen Öfen sind aus Schamottesteinen aufgemauert und die Kammern haben eine mittlere Breite von 220 mm; sie sind von der Koks- zur Maschinenseite um 50 mm verjüngt. Die Länge zwischen den Türen beträgt 10,4 m, die Höhe von der Sohle bis zum Scheitel des Gewölbes 2440 mm. Jede Kammer faßt 4 t Kohle, die in 20 h geschwelt ist, so daß der Tagesdurchsatz je Ofen 5 t Kohle beträgt. Zur Beheizung wird das entteerte und von Leichtöl befreite Schwelgas benutzt, wobei ein Überschuß von 15% für andere Verwendungszwecke zur Verfügung bleibt.

Die Abb. 247 zeigt eine Ansicht der Ofengruppe von der Kokseite. Der Schwelkoks wird durch eine Führungshaube in einen Löschwagen gedrückt und unter einem Turm

abgelöscht. Abgesehen von der geringeren Kammerbreite unterscheidet sich die Anlage und ihr Betrieb in keiner Weise von einer normalen Koksofengruppe.

In der Abb. 248 ist eine Ansicht des Heizkellers der Ofengruppe wiedergegeben mit der Heizgasleitung und den unter jeder Heizwand verlegten Abzweigrohren, die die einzelnen Brenner aufnehmen. Die Verbrennung erfolgt in Höhe der Ofensohle in besonderen unter den Zügen angeordneten Räumen, so daß die Züge nur von Abgas durchströmt werden und im oberen Schaukanal eine nur sehr schwache Glut wahrnehmbar ist. In der Abb. 248 sind oben auf der Heizgasleitung noch Brennerrohre eingebaut, die den Sohlkanal jeder Kammer beheizen. Eine hohe Temperatur der Ofensohle wird angestrebt, um eine dünne Hartkoksschicht zu erzeugen, die das Ausdrücken der Schwelkoksbeschickung erleichtert. Wiederholte Messungen zeigten, daß die auf der Ofensohle ermittelte Temperatur zwischen 730 und 780° C schwankt, während die Temperatur im Schaukanal über den Zügen 680—700° C beträgt. Die in der Beschickung gemessene Temperatur übersteigt an keiner Stelle 520° C, wovon man ableiten kann, daß es sich bei diesem Verfahren um eine wirkliche Schwelung

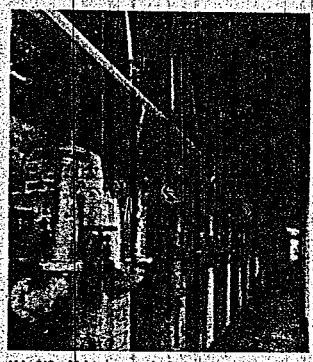


Abb. 248. Steigergang mit Heizgasleitung, Abzweigrohren und Sohlkanalbrennern der Schwelkokso fengruppe.

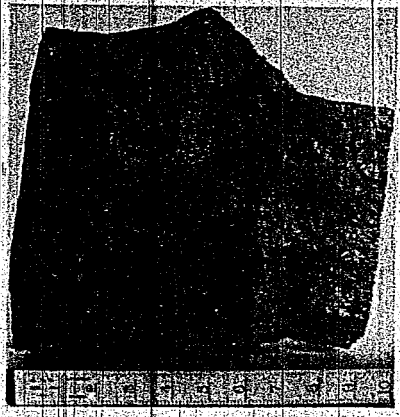


Abb. 249. Schwelkoksstück aus einem Gibbons-Cellan-Jones-Schwelkoksofen (Stücklänge = Ofenbreite).

und nicht um eine Mitteltemperaturverkokung handelt, die man sonst mit gemauerten Öfen verbindet. Die durchgesetzte Kohle eignet sich nicht zur Erzeugung von Hüttenkoks und sie entspricht in ihrem Verhalten etwa einer oberschlesischen Gasflammkohle. Die Kosten zur Verarbeitung von 1 t Kohle in diesen Ofen werden zu 2,50 RM (2,6) angegeben und der Schwelkoks findet guten Absatz zu 30,— RM/t (30/—). Er ist daher wesentlich billiger als der etwa doppelt so teure Coalite-Schwelkoks, der gegenwärtig in England den Markt noch beherrscht. In England rechnet man mit einer schnellen Verbreitung des Verfahrens, zumal eine zweite Anlage inzwischen in Auftrag genommen wurde.

Koksbeschaffenheit.

Um die Beschaffenheit des im Gibbons-Cellan-Jones-Ofen auf der Zeche Seaham Harbour erzeugten Schwelkokses zu

kennzeichnen und zu beweisen, daß es sich um wirklichen Schwelkoks handelt, ist in durchschnittlicher Beschaffenheit in den Abb. 248 bis 251 im Lichtbild wiedergegeben. der Abb. 249 ist erkenntlich, daß die Beschickung ohne Bildung einer Koksnaht ges ist und die Stücke mithin von einer Seitenwand zur andern reichen, so daß ihre der Ofenbreite entspricht, die gemäß dem in der Abb. 249 wiedergegebenen in eingeteilten Maßstab 9 Zoll = 229 mm beträgt. Die Abb. 249—251 lassen ebenfall gleichmäßig dichte homogene Koksgefüge erkenne mit wenigen nach den Enden zu waag verlaufenden Schwundrissen. Das gleiche Kokss ist in der Abb. 250 wiedergegeben, u

Abb. 250. Kokksstück der Abb. 249, das von Niederschlagkohlenstoff freie Wandende zeigend.

an der Ofenwand liegende Fläche zu s und hier erkennt man an der Abwes eines Überzuges von Niederschlagko stoff, der für normalen oder auch Mitteltemperatur erzeugten Koks zeichnend ist, daß auch unmittelba den die Wärme übertragenden Seiten den keine Zersetzungen von Kohlenwa stoffen eingetreten sind und es sich be Entgasung im Gibbons-Cellan-Jo Schwelkoksofen um eine wirkliche Sc lung handelt. Der Schwund der Beschick ist so gering, daß die Koksköpfe sich n wie bei normalem Koks zu Blumenk nden abrunden und aufspalten konn wozu ja auch genügend weite Schwund ehlen. Um die gleichmäßige Wärmedu dringung und Entgasung der Kohle in die Ofen zu zeigen, ist das gleiche Stück Sch Koks in der Abb. 251 senkrecht ges und von einer Ofenseite zur andern in s lichen Abständen mit den Buchstabe D bezeichnet. An diesen Stellen wu das Kokksstück angebohrt und auf sei Gehalt an flüchtigen Bestandteilen neutraler Seite untersucht mit den in e untenstehenden Zusammenstellung an führten Ergebnissen. Man erkennt dara daß auch die äußersten, an den Wänden genden Randzonen aus Schwelkoks stehen und keinerlei Zersetzungen ein

treten sein können, was auch die noch nicht abgeschlossene Untersuchung des Schwelte zeigen dürfte.

Schwelkoks der Gibbons-Cellan-Jones-Schwelkoksofenanlage Seaham Harbou

Bezeichnung der untersuchten Stellen	flüchtige Bestandteile %
A A	8,7
B B	11,2
C C	11,4
D D	9,8

Aschengehalt: 0,2%

5. Sonstige Verfahren zur Schwelteergewinnung.

In den vorangegangenen Abschnitten sind die Schwelverfahren nur als unabhängige Ein richtungen zum Zweck der Brennstoffschwelung angeführt. Bekanntlich sind aber manche Vergasungs- und Entgasungsverfahren zum Zweck der Schwelteergewinnung besondere Schwe stufen oder -zonen vorgeschaltet, wobei der gleichzeitig gebildete Schwelkoks in der gleiche Ofeneinheit anschließend vergast oder durch vollkommene Entgasung in Gaskoks überführt wird

Diese Verfahren sind hier nicht berücksichtigt worden, da es sich ja nicht um ausgesprochene Schwelanrichtungen handelt; sie sollen aber der Vollständigkeit halber hier erwähnt werden.

6. Vergasung mit Schwelteergewinnung.

Die Generatorgaserzeugung mit gleichzeitiger Schwelteergewinnung, gekennzeichnet durch Vergasungsschichte mit und ohne Schwelsatz[1], die bereits früher beschrieben wurden, sind auch heute noch, insbesondere für den Durchsatz von Braunkohlenbriketts in großer Zahl in Betrieb, ohne daß sich an den Einrichtungen grundsätzlich etwas geändert hätte, weshalb sie in diesen Bücher übergangen werden konnten.

Eine der Schwelung dienende Vorstufe enthielt der Doppelgaserzeuger auf dem Gaswerk Dresden, worüber W. Schroth[2]) berichtete. Auch im Wassergaserzeuger von Pintsch-Hillebrand[3]) wird in der obersten Zone Schwelteer gewonnen. Die Synthesegaserzeugungsverfahren von Bebie-Didier[4]) sowie das von Koppers[5]) arbeiten gleichfalls beim Durchsatz feuchtigter Braunkohlebriketts mit einer Schwelzone zum Zweck der Teergewinnung. Hinsichtlich der Einzelheiten dieser Einrichtungen kann hier nur auf das angeführte Schrifttum verwiesen werden.

Abb. 251. Koksstück der Abb. 249 u. 250 mit angebrannten Stellen zur Untersuchung auf flüchtige Bestandteile.

7. Entgasung mit Schwelteergewinnung.

Während es sich bei der mit der Vergasung gekuppelten Teergewinnung vorzugsweise um den Durchsatz von brikettierter Braunkohle handelt, beschränkt sich die Verarbeitung von Steinkohle in diesem Zusammenhang fast ausschließlich auf die Schwelteergewinnung bei der Entgasung vollkommen auf die Koksöfen mit Innenabsaugung zu nennen sowie der von Niggemann[6]). In diesen Öfen werden die sonst an den heißen Kammerwänden entlang strömenden Gase und Dämpfe durch den kühlen Mittelkern der Kohlenbeschickung abgesaugt und so weit vor thermischer Zersetzung bewahrt, daß der aus diesen Gasen gewonnene Teer dem Schwelteer ziemlich nahe kommt. Wegen der Einzelheiten wird auf das angeführte Schrifttum verwiesen.

Schließlich ist es W. Schroth[7]) auf dem Gaswerk Dresden gelungen, die Steinkohlenentgasung in den stetig betriebenen senkrechten Kammeröfen so zu leiten, daß Schwelteer anfällt, während die Beschickung in den tiefer liegenden Zonen der Kammern vollkommen entgast und in normalen Gaskoks überführt wird.

[1] L. S. Ges.
[2] Gas u. Wasserfach 77 (1934) S. 608.
[3] Gas u. Wasserfach 75 (1932) S. 581; 78 (1935) S. 421.
[4] Brennstoff-Fachvorträge. VDI-Verl. 1936. S. 67.
[5] A. Sailker, Kokerei und Teerprodukte der Steinkohle. 3. Aufl. Verl. Knapp. Halle 1933. S. 49.
[6] Glückauf 73 (1937) S. 705.
[7] Privatmitteilung.

Schrifttum: Gaserzeuger mit Schwelteergewinnung.

Gwosdz, Kohlenvergasung. Verl. W. Knapp. Halle 1931. — P. Dolch, Wassergas. Verl. Berlin-Leipzig 1928. — W. Schroth, Untersuchungen und Versuche an großen Doppelgaserzeugern. Gas- u. Wasserfach 73 (1930) S. 646. — Stief, Die kontinuierlich arbeitende Wassergasanlage, System Pintsch-Hillebrand der Hamburger Gaswerke G. m. b. H.; Gas- u. Wasserfach 75 (1932) S. 581. — W. Schroth u. W. Konrad, Fortschritte in der Entwicklung großer Doppelgasgeneratoren; Gas- u. Wasserfach 77 (1934) S. 608. — Gerdes, Die Erzeugung von Wassergas aus Braunkohle im Pintsch-Hillebrand-Generator; Braunkohle 34 (1935) S. 216. — W. Allner, Stadtgas u. Synthesegas aus Braunkohle; Gas- u. Wasserfach 78 (1935) S. 438. — H. Müller, Die Erzeugung von Wassergas aus Braunkohle im Pintsch-Hillebrand-Generator der Hamburger Gaswerke G. m. b. H.; Gas- u. Wasserfach 78 (1935) S. 421. — H. Hauer, Großversuche mit Schwelgasgeneratoren; Gas- u. Wasserfach 78 (1935) S. 1.

Wasserfach 73 (1930) S. 646. — Stiel, Die kontinuierlich arbeitende Wassergasanlage, System Pintsch-Hillebrand der Hamburger Gaswerke G. m. b. H.; Gas- u. Wasserfach 75 (1932) S. 681. — W. Schroth u. W. Konrad, Fortschritte in der Entwicklung großer Doppelgasgeneratoren; Gas- u. Wasserfach 77 (1934) S. 909. — Gerdes, Die Erzeugung von Wassergas aus Braunkohle im Pintsch-Hillebrand-Generator; Braunkohle 34 (1935) S. 216. — W. Allner, Stadtgas u. Synthesegas aus Braunkohle; Gas- u. Wasserfach 78 (1935) S. 438. — H. Müller, Die Erzeugung von Wassergas aus Braunkohle im Pintsch-Hillebrand-Generator der Hamburger Gaswerke G. m. b. H.; Gas- u. Wasserfach 78 (1935) S. 431. — K. Baum, Großwassergaserzeuger insbesondere zur Herstellung von Synthesegasen; Fachvorträge Darmstadt 1936, Verl. VDI, Berlin, S. 59. — W. Schölter, Die Herstellung von Wassergas und Synthesegas aus Steinkohle; Glückauf 72 (1936) S. 873.

Schrifttum: Koksöfen mit Innenabsaugung.

A. Spilker, Kokerei und Teerprodukte der Steinkohle; 5. Aufl., Verl. W. Knapp, Halle 1933. S. 48. — J. Schmidt, Technische Grundlagen des Still-Verfahrens; Öl u. Kohle 1 (1933) S. 93. — H. Kühn, Wirtschaftliche Grundlagen des Still-Verfahrens; Öl u. Kohle 1 (1933) S. 95. — Lichti, Über die Untersuchung von Still-Benzol; Öl u. Kohle 12 (1936) S. 459. — H. Niggemann, Die Innenabsaugung bei der Verkokung und eine neue Art ihrer Durchführung; Glückauf 73 (1937) S. 705.

Namenverzeichnis.

Ab-der-Halden C. 52, 53.
Agde, G. 10, 173.
Albel, F. 128, 129.
Allner, W. 183, 200.
d'Ans, W. 10.
Anstadt, E. 182.
American Hydrocarbon Co. 143.
Amt für Technik, Gau Franken 8, 9.
Armstrong, J. 9.
Arnemann, C. 29.

Babcock u. Wilcox 74—80.
Bach, H. 181, 182.
Bärenfänger 188.
Bahr, H. 10.
Balcke & Co. 89.
Ban, Y. 142.
Barthing, F. 130, 150, 155, 195, 196.
Baum, K. 162, 200.
Baumbach 182.
Beilby, G. 150.
Belain 88.
Bendheim H. 10.
Benthin, G. 182.
Berndt, Z. 184.
Berg & Co. GmbH 43, 71, 144, 171.
Berthelot, Ch. 9, 148.
Besson, H. 9.
Beyschlag, R. 9.
Bielenberg, W. 173, 182, 189.
Biermann, J. 183.
Blümmer, E. 88, 99—104, 112.
Böhm, M. 191.
Bonnevie 135.
Borsig-Geissen 155.
Boson 135.
Brassert & Co., H. A. 91—92, 96.
Breitling, K. 174.
Brennstoff-Technik GmbH 35.
Breuer, P. K. 188.
Bristow, W. A. 30, 66.
British Coal Distillation Limited 105, 106.
British Smokeless and Oil Fuels Ltd. 104.
Broche, H. 188.
Bromme, H. 183.
Browndie, D. 66, 86, 144.
Brown-Boveri 190.
Brückner, H. 9, 10.
Brüggemann, K. 42.
Bube, K. 10, 191—94, 165, 173.
Bubing 190.
Buck, L. 166.
Buchmann, W. 10.
Bussey 144, 145.

Cantieny, G. 150.
Caracristi 150.
Catalysts Limited 107, 108, 171.
Cater, 127, 128.
Cellan-Jones, G. 110, 117, 119, 106—108.
Coal & Allied Industries Ltd. 104, 105.
Cooper, W. R. 9.
Coppée Co. 137.
Courau, R. 9.
Compagnie des Mines de Bruay 114.
Compagnie Générale Industrielle Carmaux 53.
Coufalik, F. 184.
Crozier 150.

Damm, P. 11, 188.
David H. 188.
Dawe, A. 188.
Delkeskamp, R. 58—61, 134.
Demann, W. 174.
Deutsche Erdöl A. G. (Dea) 162, 174.
Didier-Werke A. G. 199.
Dietz, R. 188.
Dietzel, E. 173.
Dingler 155.
Dobbelstein, O. 35, 150.
Dolch, M. 9, 10, 20, 173, 182, 188, 189.
Dolch, P. 199.
Dvorkovitz 144.
Drawe, R. 1, 10, 11, 73, 129, 162, 171.
Drews, K. 9.
Dünckel, R. 150.

Eesti Kivioli A. U. 64.
Eiring, H. 161.
Eisner, H. 173.
Elektrowerke A. G. 128, 129.
Elsmann, K. 188.
Engelfried O. 11.
Erdely, A. 182.
Erdmann, E. 9, 182.
Evans, E. C. 66.

Faber, A. 10, 173.
Feld, Walther 156, 157.
Finn, C. P. 117.
Fischer, E. J. 182.
Fischer, F. 9, 10, 90, 173, 182, 184, 188.
Fischer, R. 188.
Fischer, W. 182.
Fitz, W. 124.
Fleißner 24.
Foos, F. W. 164, 173.
Foerster, F. 10.
Frank, Fr. 10, 182.
Franke, W. 189.
Free, G. 183.
Freemann 150.
Freise, F. W. 10.
Freund, M. 188.
Frieser, R. 10, 126, 127.
Frohn, E. 10.
Fuchs, O. 173.
Fuel Research Board 149.
Fürth, A. 9.

Gall, H. 174.
Garbe, J. B. 9.
Garland 61, 160.
Geissen, K. 2, 3, 4, 12, 14, 165, 174.
Geißler, F. 183.
Gentry, F. 9.
Gerdes, C. 88, 200.
Gibson 188.
Giesa, F. 79, 88.
Giesecke, P. 10.
Glund, W. 9.
Gieseler, K. 182, 188.
Gölz, G. 10.
Gollmer, W. 11, 182.
Goodwin 150.
Graefe, E. 9, 161, 188.
de Grahl, G. 9, 11.
Greene-Laucks 150.
Groh, Ei 11.
Gross, Al. 11.
Gruber, O. 174.
Grünewald, K. 189.
Grunert, C. 188.
Gwosdz, J. 199.

Hagemann 182, 183.
v. Haken, K. 138, 139.
Hampton-Ryan 111.
Hanl, A. 143.
Hansen, Ch. 170.
Hansen, J. 11.
Hardy, H. 144, 145.
Hartmann, A. G. 17.
Hassel, K. 66.
Hausmann, J. 174.
Hauswald W. 173.
Hayes 142.
Heinze, R. 9, 10, 11, 14, 20, 24, 183, 189.
Heilmann, O. 47.
Hempel 188.
Héreng 83—86.
Herzenberg, J. 173, 182.
Heyd, F. 182.
Heyn, M. 182.
Heydenreich, F. A. 182.

Hilgenstock, P. 93.
Hillebrand H. 199.
Hilliger, B. 9.
Hinselmann Koksofenbauges. 47, 49, 144, 156.
Hird 135.
Hirz, H. 188.
Hobson 127, 128.
Hock, H. 11, 163, 170, 173, 174, 183, 188.
Hoepfner, K. A. 188.
Hofer, Andreas 186.
Hoffmann, G. 150, 189.
Hofmann, F. 9, 182.
Hofmeier, H. 189.
Hofmeister, B. 183.
Holford 138, 139.
Holzwarth, H. 20.
Hoppe, A. 18, 165, 173.
d'Huart, K. 173.
Hubertus, R. 10, 173.
Hubmann, O. 10, 29, 173.
Hudler, J. 10.

Ihlder, H. 66.
Illies, H. 10, 150.
Illingworth 62.
International Bitumenoil Corporation 142.

Jacobson, D. L. 9.
Jagtr, A. 182.
Jagtr, H. 11, 183.
Jahn, A. 161, 165, 173, 183.
Jappelt, A. 29, 53, 66, 168, 173, 189.
Jandl, E. 174.
Jenkner, A. 114, 135, 189.
Jessen, V. 166.
Just, H. 2, 20, 180.

Kattwinkel, R. 189.
Kauffmann, H. L. 173.
Kegel, K. 173.
Keltner 64, 66.
Keller, K. 188.
Kemp, L. 110.
Kerényi, B. 182.
Kirkbrath 191.
Kivioll 65.
Knowles 91, 92.
Koch O. 173, 188.
Köck H. 161.
Kohlenveredlung u. Schwelwerke A. G. 4, 12, 163.
Kohlen-Scheidungs-Gesellschaft 150.
Kohlengas 57—60.
Kollwitz J. 173.
Konrad, W. 200.
Kopf 11.
Koppenberg, H. 11.
Koppers, H. 8, 114, 115, 124, 158, 199.
Kraemer, G. 43.
Kreimer, L. 11.
Krejc, E. 188.
Krönig, W. 173.
Kroupa 129, 130, 147.
Kruppf, Friedr. A. G. 41.
Kühlwein, F. L. 11, 189.
Kuhn, H. 200.
Kurz, H. 10.

Lachmann, K. 188.
Lameck, P. 11.
Lander, C. 9.
Landsberg, F. 88, 126.
Lant, R. 9.
Laszlo, E. 10.
Lecocq E. a. L. 117, 118.
Lehnert, R. 11, 174.
Lessnig, R. 173, 176.
Lewes, W. B. 9.
Lichti 200.
Limberg, Th. 9, 10, 148.
Loebinger, K. 20.
Lorenzen, G. 13, 119, 124.
Loutitt, J. E. 62, 63, 64.
Ludwig, G. 10.
Lurgi Ges. f. Warmetechn. 7, 53, 56, 57, 15—153, 156.
Lyn 136.

Maclaurin 150.
Makray I. 182.
Maneck M. 183.
Manschke, R. 88.
Mantel, H. 10.
Maxvard, W. 124, 165, 173.
Marcusson, J. 188.
McCulloch, A. 9.
McEwen 72.
McIntire 150.
McKay, R. F. 9.
McLellan 74.
McQuade 142.
Menzel, H. 168, 173.
Merkel, G. 58.
Merz 74.
Metzger, H. 188.
Meuth, H. 173, 175.
Meyer, F. 66.
Meyn, W. 10.
Mittelsteiner, E. 20.
Moelzle, E. 182.
Mönnig, H. 183, 189.
Moore, S. 102, 103.
Morgan, S. 80, 87, 133.
Müller, F. 10, 11, 150.
Müller, H. 200.
Müller, W. J. 174.
Muhlert, F. 9.

National Carbonising Co. Ltd. 146, 149.
National Coke & Oil Co. Ltd. 99.
Naphtali, M. 161, 163.
zur Nedden, F. 173.
Nenninger K. 165, 173.
Neuhaus, M. 182.
Nielsen, H. 125, 189.
Niemann, P. 2, 10.
Niggemann, H. 200.
Nisbet, R. 193, 194.
Noack, E. 188.
North S. H. 9.

Oetken, F. A. 10, 11, 29, 164, 170, 173.
Otto Dr. C. & Co. 50, 51, 52, 115, 116.

Parker, T. 4, 8, 30.
Parr 150.
Paschke, M. 169, 174.
Peschke, K. 189.
Petersit, A. 3, 20, 163.
Pfaff, A. 182, 188.
Pfeiffer, -. 3, 10.
Pflugk H., 83.
v. Philippovich 182.
Pintsch, Jul. K. G. 67, 69, 71, 130, 132, 150, 199.
Pinus 150.
Plaßmann, J. 35.
Pöhlmüller E. 182, 188.
Potter, H. C. 9.
Powis Retorts Limited 136.
Pott, A. 66.
Prankhke, A. 90.
Pringle 150.
Puening, F. 37, 66.

Raffloer, E. 150.
Rammler, E. 173, 174.
Raithel, K. 20.
Ramshhr, L. 123, 126.
Reconti, E. H. 62, 63.
Reichardt; R. 174.
Reiser, H. 72, 83.
Rheinmetall-Borsig A. G. 3.
Richards 150.
Richter 181.
Rieberg'sche Montanwerke A. G. 9, 13.
Ries, H. 188.
Rindtorff, E. 173.
Roberts, I. 9, 114, 135.
Rodenhauser, W. 190.
Rolle, K. E. 4, 12, 142.
Röchling, H. 190.
Romberg, H. 10.
Roser, E. 114, 120, 121, 124.
Rosenthal, H. 7, 150.
Rosin, H. 2, 3, 10, 20, 163, 173, 180.
Rostin, H. 150.
Roszak 83.
Rothmann, G. 11.
Ruhemann, S. 173, 182.

Salerni, P. 89—91, 136.
Salisbury-Jones 103, 104.
Sander, A. 10, 20, 146, 150, 191.
Schapira, B. 10.
Scheithauer, W. 9.
Schellenberg, A. 10.
Schlipkötter, P. 187.
Schlittmann H. 11.
Schmelzer, F. 189.
Schmidt, R. 182, 183, 188.
Schneider, P. 182.
Schneider W. 10.
Schönberg, C. 181.
Schrader, H. 184, 188.
Schradze, O. 163, 173, 174.
Schröder, H. 68.
Schroth, W. 188, 199, 200.
Schütz, F. 10, 182.
Schultes, W. 173, 200.
Schultze, J. 10, 173.
Schumacher, E. 11, 126, 127, 173.
Schuster, F. 9, 10, 182, 188.

Schwarz, P. 115, 110, 106.
Seidenschnur, F. 10, 11, 21, 20, 173, 182, 183, 185, 189.
Shimomoura, K. 141, 142.
Sierp, F. 181, 183.
Siebel, H. J. 74, 88.
Simek, B. G. 184.
Simonis, B. 13.
Simonovich, M. 9.
Simpkin, N. 9, 188.
Skärblom, K. J. 183.
Spiller, A. 10, 43, 150, 199, 200.
Staemmler, A. 10, 182.
Stein, Th. 9.
Steinbrecher, H. 182, 188.
Steinmann, A. 29, 55, 66.
Steinmüller, L. & C. 165.
Steinschneider, L. 161.
Stellite Co. Limited 192, 193.
Stephenson, W. W. 98.
Stevens, H. 100, 191.
Stief, F. 200.
Still, C. 114, 121—133.
Stimmel, H. 168, 173.
Strache, H. 9, 10, 182.
Sustmann, H. 10, 11, 66, 90, 174.
Sutcliffe 60.
Szécki, J. 128, 129.
Thau, A. 2, 3, 9, 10, 11, 20, 66, 88, 112, 124, 141, 150, 191—173, 182, 188, 191.
Theller, K. 20.
Thelsen 155.
Tillmetz, F. P. 126, 127.
Tormin 139, 141.
Trenkler, H. R. 10.
Tropsch, H. 182.
Trumble 131, 132.
Trutnowsky, H. 182.
Turner 160.
Twaite, C. B. 146.
Vandegrift 142.
Varga, J. 182.
Ver. Kesselwerke A.-G. 164.
Vorbrodt W. 164, 173.
Walker, H. S. 191.
v. Walther, R. 173, 182, 188.
Walther & Co. 71, 73.
Wasserfuhr, H. 183.
Weber, L. 11, 66, 69, 70, 168.
Weindel, A. 150, 182, 185, 188.
Weisgerber, R. 182.
Weittenhiller, H. 7, 114, 124.
Wellington 9.
Wernicke, E. 180.
Werschen-Weißenfelser Braunkohlen A.-G. 127.
Weyl, J. 161.
Wiedemann, H. 130.
Wiggins, H. 9.
Wilke, G. 174.
Wilke, H. 171.
Wilke, W. 10.
Winkler, J. 164.
Winter, H. 9, 11, 183.
Winzer, K. 11.
Wirth, F. 9.
Wisselinck, S. 183, 189.
Witt, D. 182.
Wölbling, H. 187, 188.
Wohlschläger, H. 167, 174.
Wood 188.
Wrazner, E. 9, 107, 185.
Zeller, O. 182.
Zuyderhoudt 9, 125.

Stichwortverzeichnis.

Abhitzeschwelung 47.
Aluminiumschwelofen 185.
Aktivkohle 181.
Ausbeutezahlen 19, 28, 34, 42, 60, 63, 116, 123, 133.
Backneigung der Steinkohle 55.
Benson-Kessel 73.
Bestimmungsverfahren 184.
Braunkohlenschwelanlagen in Mitteldeutschland 3.
Braunkohlenschwelkoks 162.
Braunkohlenschwelöfen 12.
Braunkohlenschwelteer 174.
Braunkohlenschwelung 2, 12.
Braunkohlen-Spülgasschwelung 9.
Braunkohlenstückkoks 162.
Brikettierung 69.
Brikettpresse 25, 70.
Coalite-Verfahren 8, 30.
— Ausbeuten 34.
Coalite-Schwelofen 31, 33.
Coriolis-Terrscheider 163.
Dampfkessel und Schwelkoksfeuerung 164.
Drehschwelofen von Morgan 80.
— — P. Salerni 69.
Druckgaswäsche 160.
Druckschwelung von v. Haken 130.
— — Illolford 139.
— — Tormin 140.
Druckspaltung 90, 97.
Dünnschichtschwelung 130.
Elektrische Schwelung 190.
— Teerscheidung 151.
Elektrofilter 152.
Elektrowerke-Schwelofen 128.
Entteerung, elektrische 151.
Feldwascher 156.
Flammrohrkessel mit Schwelkoksfeuerung 165.
Fließkohle 89, 99.
Formkoks 50, 144, 171.
Gasausbeute 4, 7.
Gasbehandlung 161.
Gaswascher 156.
Gaswerksöfen 192.
Gaszusammensetzung 5, 70, 134.
Heizfläche im Otto-Schwelofen 51.
Kammeröfen, eiserne 8, 38.
Kammerschwelofen von Berg 43.
Kesselhaus mit Schwelanlage 67.
Kleinentgasungsverfahren 180.
Kohlenarten 113.
Kohlenverbrauch in Kesselfeuerungen 7.
Kohle-Öl-Verfahren 89.
Kokereischwelöfen 141, 143.
Koksbrikett-Schwelofen 105.
Koksöfen zur Schwelung 114, 121.
Kratzbandretorte 102.
Kratzband-Schwelofen 137.
Kriegstrom-Koksofen 114.
Leichtöl 180.
— Gewinnung 157.
— Reinigung 159.
— Verarbeitung 159.
Lurgi-Braunkohlen-Spülgasschwelung 21.
Lurgi-Krupp-Verfahren 24.
— Spülgasschwelung, Betriebsergebnisse 28.
— Spülgasschwelung, Wärmebilanz 20.
— Steinkohlenspülgasschwelung 55.
Magerung der Kohle 113.
Mehrkammerschwelofen 135.
Mitteltemperaturverkokung 113.
Preßkoks 121.
Probeschwelofen, elektrischer 188.
Ramdohr-Trockner 120.
Reichsgaserzeuger 131.
Ringschwelofen 134.
Ringwalzen-Brikettpresse 25, 29.
Röhrendestillation 157.
Rolle-Ofen, neuzeitlicher 13.
Rostin-Verfahren 159.
Schüttelherd-Schwelofen 130.
Schwebegasfeuerung 73.
Schwelbestimmungen 184.
Schwelerzeugnisse 162.
Schwelgas 181.
— Reinigung 160.
— Eigenschaften 161.
Schwelindustrie-Aufgaben 3.
— Entwicklung 4.
Schwelkammerofen 123.
Schwelkoks-Alterung 107.
— Ausbeute 107.
— Heizkraftenheit 47, 107.
— aus Braunkohle 102.
— Brikettierung 168.
— Heizwert 107, 170.

Schwelkoksöfen 113, 196.
— Preßlinge 70, 166.
— Rostfeuerungen 164.
— Staubfeuerung 163.
— aus Steinkohle 189.
— Vergasung 164.
— Verwendung 162.
— Zündpunkte 18, 170.
— Zusammensetzung 167.
Schwelkraftwerk 163.
Schwelofen, elektrischer 190.
— für Rostfeuerungen 67.
— von Ab-der-Halden 52.
— — Babcock 74.
— — Bartling 130.
— — Berg & Co. 43, 71.
— — Blümner 99.
— — Bonnevie 135.
— — Borsig-Geissen 14.
— — Bosod 135.
— — Brassert-Knowles 91.
— — Brennstoff-Institut 123.
— — Brennstoff-Technik 33.
— — British Coal Distillation Ltd. 193.
— — Brown-Boveri 190.
— — Bube 131.
— — Bussey 144.
— — Catalyst's Ltd. 107.
— — Cellan-Jones 116.
— — Coal & Allied Industries Ltd. 104.
— — Coalite 30.
— — Co. Générale Carmaux 53.
— — Coppée 137.
— — Curran-Knowles 98.
— — C. R. S. 149.
— — Delkeskamp 58, 134.
— — Dvorkovitz 144.
— — Elektrowerke AG. 128, 129.
— — Friesen 127.
— — Gibbons-Cellan-Jones 196.
— — v. Haken 139.
— — Hampton-Ryan 111.
— — Hanl 143.
— — Hardy 144.
— — Hayes 142.
— — Héreng 83.
— — Hinselmann 47.
— — Hird 135.
— — Holbson 127.
— — Holbson u. Cater 127.
— — Holford 139.
— — International Bitumenoil Corporation 142.
— — Kemp 119.
— — Kivioli 64—66.
— — Kollergas-Ges. 57.
— — Kroupa 129, 130, 147.
Schwelofen von Krupp-Lurgi 38.
— — Landsberg 129.
— — Lecocq 117.
— — Lurgi 21, 55.
— — Lyn 136.
— — Merz & McLellan 74.
— — Moore 100.
— — Morgan 86.
— — National Carbonising Co. 149.
— — National Coke & Oil Co. Ltd. 100.
— — Dr. Otto 50, 115.
— — Parker 30.
— — Pintsch 67, 139.
— — Positiv-Retorte Ltd 136.
— — Puening 37.
— — Ramdohr 120.
— — Records u. Louttit 61.
— — Rexco 149.
— — Roser 120.
— — Rolle 12.
— — russischer 98.
— — von Salisbury-Jones und Niebet 103—193.
— — Shimomura 14.
— — Soc. Grande Paroisse 148.
— — Stellite Ltd. 100.
— — Still 121.
— — Székl und Albel 128, 129.
— — Tilmetz und Schumacher 127.
— — Tormin 140.
— — Trumble 131.
— — Twaite 146.
— — Werschen-Weißenfelser Braunkohlen-AG. 127.
— — Wiedemann 136.
Schwelöfen-Vorschläge 125.
Schwelteer-Abscheidung 151.
— Beschaffenheit 34, 37, 177, 180.
— Verarbeitung 176, 177.
— Zusammensetzung 7, 81.
— aus Braunkohle 174.
— — Lignit 176.
— durch Entgasung 199.
— — Vergasung 199.
Schwelverfahren s. Schwelofen.
Schwelwasser 180.
Spirallammer 134.
Spülgasschwelkoks 172.
Spülgasschwelofen von Babcock 75.
— — Bussey 144.
— — Delkeskamp 58.
— — Dvorkovitz 144.
— — v. Haken 138.
Spülgasschwelofen von Hanl 143.
— — Héreng 83.
— — Kivioli 64.
— — Kollergas 57, 59.
— — Kroupa 147.
— — Lurgi 21, 22, 55.
— — Pintsch 67.
— — Records & Louttit 61.
— — Rexco 148.
— — Saint Hilaire 148.
— — Trumble 131.
— — Twaite 146.
Spülgasschwelung, Betriebsergebnisse 28.
— — Braunkohle 20.
— — Steinkohle 54.
Spülgasteer 175, 177.
Staubschwelverfahren 139.
Steinkohlenschwelöfen mit Außenbeheizung 30.
Steinkohlenschwelung 30.
— — Entwicklung 6, 35.
Steinkohlenschwelteer 177.
Stoffbilanz, Babcock-Verfahren 82.
— Brassert-Knowles-Verfahren 93.
— Spülgasschwelung 29.
Strukkoks aus Braunkohle 24.
Székl- und Albel-Schwelofen 128.

Teer s. Schwelteer.
Teeraubenöle 4.
Teergewinnungsanlage 69.
Teerscheider Coriolis 153.
Tellerschwelofen von Ab-der-Halden 52.
— — Wiedemann 130.
Temperaturverlauf im Otto-Schwelofen 51.
Trikresylphosphat 181.
Tunnelschwelofen 64, 130.

Urteer s. Schwelteer.

Vorbehandlung der Steinkohle 55.

Warmebilanz, Babcock-Verfahren 82.
— Braunkohlen-Spülgasschwelung 29.
Wärmeverbrauch bei der Schwelung 80.
Wirtschaftlichkeit, Knowles-Verfahren 97.

415

Die Schwelung von Braun- und Steinkohle

von Dr.-Ing. E. h. Adolf Thau

722 Seiten, 411 Abbildungen. Preis geh. RM 44,—, geb. RM 46,80.

*

In diesem Werk des Verfassers, das dem vorliegendem Buch vorangeht, sind alle bis zum Jahre 1927 bekannt gewordenen und praktisch eingeführten oder versuchten Kohlenschwelverfahren berücksichtigt, so daß mit diesen beiden Bänden das gesamte Gebiet der Kohlenschwelung von seinen praktischen Anfängen bis zum heutigen Stand dieser Technik von einem berufenen Fachmann umrissen ist. Beide sich gegenseitig ergänzenden Bücher bilden somit ein unentbehrliches Nachschlagewerk über die Entwicklung und die Technik der Kohlenschwelung.

VERLAG WILHELM KNAPP HALLE/S.

KOHLE • KOKS • TEER

Abhandlungen zur Praxis der Gewinnung, Veredelung und Verwertung der Brennstoffe.

Herausgegeben von Regierungsrat Dr.-Ing. J. Gwosdz, Charlottenburg.

Brennstaub, Aufbereitung und Verfeuerung. Von Dr. Dipl.-Ing. A. Helbig. Mit 130 Abbildungen. RM. 5,45, geb. 7,45.

Halbkoks, seine Gewinnung und Verwertungsmöglichkeiten. Von Dr.-Ing. M. Dolch. Mit 20 Abbildungen. RM. 4,—, geb. 5,10.

Die Praxis des wirtschaftlichen Verschwelens und Vergasens. Von Dipl.-Ing. Th. Limberg. Mit 37 Abb. RM. 5,85, geb. 7,—.

Teer, Pech, Bitumen und Asphalt. Von Dr. H. Mallison. Im Druck.

Die Hydrierung mit besonderer Berücksichtigung der Brennstoffe und ihrer Destillationsprodukte. Von Prof. Dr. H. Wölbling. RM. 6,75, geb. 8,10.

Torfveredelung. Von Ing.-Chemiker F. Steinert. RM. 7,45, geb. 8,80.

Der Drehrohrofen. Von Dr.-Ing. M. Dolch. Mit 45 Abb. RM. 7,—, geb. 8,45.

Schwelgas. Von Dr.-Ing. H. Trutnovsky. Mit 24 Abb. RM. 8,15, geb. 9,90.

Die Reaktionsfähigkeit des Kokses. Von Dr.-Ing. R. Mezger und Dr.-Ing. F. Pistor. Mit 9 Abbildungen. RM. 6,50, geb. 8,—.

Die Auswertung der Ergebnisse der Feuerungsuntersuchung bei festen und flüssigen Brennstoffen. Von Ziviling. H. Kolbe. RM. 4,15, geb. 5,60.

Verbrennung im Gaserzeuger und Hochofen. Von Dr. A. Korevaar. Übersetzt von Dr.-Ing. J. Gwosdz. RM. 7,55, geb. 9,20.

Über den esthländischen Ölschiefer „Kukkersit". Von Dr. Ing. H. W. Klever und H. Mauch. RM. 3,30, geb. 4,70.

Braunkohlengeneratorgas. Von Dr. A. Faber. RM. 14,40, geb. 16,—.

Kokerei- und Gaswerksöfen. Von Oberingenieur L. Litinsky. Mit 149 Abb. RM. 18,90, geb. 20,50.

Theorie der Reduktionsfähigkeit von Steinkohlenkoks. Von Prof. Dr. G. Agde und Dr.-Ing. H. Schmitt. Mit 17 Abbildungen und 73 Kurvenbildern. RM. 14,85, geb. 16,65.

Kohlenwassergas. Von Reg.-Rat Dr.-Ing. J. Gwosdz. RM. 16,20, geb. 17,50.

Die Vorgänge bei der Stückkoksbildung. Von Prof. Dr. G. Agde und Dr.-Ing. L. v. Lyncker. Mit 32 Abbildungen. RM. 5,75, geb. 7,10.

Kohlenschwefel. Von Dr. F. Muhlert. Mit 28 Abb. u. 15 Tab. RM. 12,40, geb. 13,90.

Starrpunkt und Viskosität bituminöser Stoffe. Von Dr.-Ing. H. Metzger. Mit 30 Abbildungen. RM. 5,—, geb. 6,30.

Gasfernversorgung. Beiträge zur Klärung des Problems. Von Dr.-Ing. A. Kemper. Mit 22 Karten. RM. 9,20, geb. 10,60.

Der Graphit. Von Oberreg.-Rat Dr. O. Kausch. Mit 28 Abb. RM. 22,50, geb. 24,—.

Das Trocknen der Kohle. Von Ing. M. Weiß. Mit 118 Abb. RM. 13,50, geb. 15,—.

Die deutsche Steinkohlenteerindustrie und ihre wirtschaftlichen Zusammenhänge. Von Dr. F. A. Heydenreich. RM. 20,70, geb. 22,20.

Wesen, Ursachen und Verhütung der Kohlenstaubexplosionen und Kohlenstaubbrände. Von Dr.-Ing. H. Steinbrecher. RM. 6,10, geb. 7,40.

Die technischen Grundlagen der Brikettierung von nach Freiberger Spülgasverfahren erhaltenem Braunkohlenkoks. Von Dr.-Ing. H. Menzel. Mit 45 Abbildungen. RM. 6,—, geb. 7,10.

Die Wirtschaftlichkeit der Braunkohlenstaubfeuerungen in Abhängigkeit von der Mahlfeinheit. Von Dr.-Ing. H. Strimmel. RM. 5,60, geb. 6,80.

Energetische Grundlagen der Gastechnik. Von Dr.-Ing. F. Schuster. Mit 57 Abbildungen. RM. 17,—, geb. 18,50.

Benzingewinnung aus Braunkohle durch Schwelung und Spaltung in einem Arbeitsgang. Von Dipl.-Ing. E. Wörzner. RM. 5,60, geb. 6,80.

Der Kohlenstickstoff. Von Dr. F. Muhler. Mit 40 Abbildungen und 37 Zahlentafeln. RM. 13,50, geb. 14,75.

Gasverbrauchsgeräte. Von Dr.-Ing. O. Huppert. RM. 9,25, geb. 10,50.

Wärme- und Kälteschutztechnik. Von Dr.-Ing. H. Balcke. Mit 54 Abbildungen und 33 Tafeln. RM. 11,50, geb. 12,80.

Industriegasbrenner und zugehörige Einrichtungen. Von Dipl.-Ing. E. Sachs. Mit 126 Abbildungen. RM. 8,60, geb. 9,80.

Analytische Methoden und Tabellen für die Überwachung und den Betrieb der Benzolfabrik, von Kokereien und Gaswerken. Von Dr. A. Jenkner. Mit 48 Abbildungen. RM. 7,80, geb. 8,50.

VERLAG VON WILHELM KNAPP IN HALLE (SAALE)

KOHLE • KOKS • TEER

Abhandlungen zur Praxis der Gewinnung, Veredelung und Verwertung der Brennstoffe.

Herausgegeben von Regierungsrat Dr.-Ing. J. Gwosdz, Charlottenburg.

Brennstaub. Aufbereitung und Verfeuerung. Von Dir. Dipl.-Ing. A. Helbig. Mit 130 Abbildungen. RM. 5,85, geb. 7,45.

Halbkoks, seine Gewinnung und Verwertungsmöglichkeiten. Von Dr.-Ing. M. Dolch. Mit 20 Abbildungen. RM. 4,—, geb. 5,10.

Die Praxis des wirtschaftlichen Verschwelens und Vergasens. Von Dipl.-Ing. Th. Limberg. Mit 32 Abb. RM. 5,85, geb. 7,—.

Teer, Pech, Bitumen und Asphalt. Von Dr. H. Matthaß. Im Druck.

Die Hydrierung mit besonderer Berücksichtigung der Brennstoffe und ihrer Destillationsprodukte. Von Prof. Dr. H. Wolbling. RM. 6,75, geb. 8,10.

Torfveredelung. Von Ing.-Chemiker F. Steinert. RM. 7,45, geb. 8,80.

Der Drehrohrofen. Von Dr.-Ing. M. Dolch. Mit 45 Abb. RM. 7,—, geb. 8,45.

Schwelgas. Von Dr.-Ing. H. Trutnovsky. Mit 24 Abb. RM. 8,45, geb. 9,90.

Die Reaktionsfähigkeit des Kokses. Von Dr.-Ing. R. Mezger und Dr.-Ing. F. Pistor. Mit 9 Abbildungen. RM. 6,50, geb. 8,—.

Die Auswertung der Ergebnisse der Feuerungsuntersuchung bei festen und flüssigen Brennstoffen. Von Ziviling. H. Kolbe. RM. 4,15, geb. 5,60.

Verbrennung im Gaserzeuger und Hochofen. Von Dr. A. Korevaar. Übersetzt von Dr.-Ing. J. Gwosdz. RM. 7,55, geb. 9,20.

Über den estländischen Ölschiefer „Kukkersit". Von Dr.-Ing. H. W. Klever und H. Mauch. RM. 3,30, geb. 4,70.

Braunkohlengeneratorgas. Von Dr. A. Faber. RM. 14,40, geb. 16,—.

Kokerei- und Gaswerksöfen. Von Oberingenieur L. Litinsky. Mit 149 Abb. RM. 18,90, geb. 20,50.

Theorie der Reduktionsfähigkeit von Steinkohlenkoks. Von Prof. Dr. G. Agde und Dr.-Ing. H. Schmitt. Mit 17 Abbildungen und 73 Kurvenbildern. RM. 14,85, geb. 16,65.

Kohlenwassergas. Von Reg.-Rat Dr.-Ing. J. Gwosdz. RM. 15,20, geb. 17,50.

Die Vorgänge bei der Stückkoksbildung. Von Prof. Dr. G. Agde und Dr.-Ing. L. v. Lyncker. Mit 32 Abbildungen. RM. 5,75, geb. 7,10.

Kohlenschwefel. Von Dr. F. Muhlert. Mit 28 Abb. u. 15 Tab. RM. 12,40, geb. 13,90.

Starrpunkt und Viskosität bituminöser Stoffe. Von Dr.-Ing. H. Metzger. Mit 30 Abbildungen. RM. 5,—, geb. 6,30.

Gasfernversorgung. Beiträge zur Klärung des Problems. Von Dr.-Ing. A. Kemper. Mit 22 Karten. RM. 9,20, geb. 10,90.

Der Graphit. Von Oberreg.-Rat Dr. O. Kausch. Mit 38 Abb. RM. 22,50, geb. 24,—.

Das Trocknen der Kohle. Von Ing. M. Weiß. Mit 118 Abb. RM. 13,50, geb. 15,—.

Die deutsche Steinkohlenteerindustrie und ihre wirtschaftlichen Zusammenhänge. Von Dr. F. A. Heydenreich. RM. 20,70, geb. 22,20.

Wesen, Ursachen und Verhütung der Kohlenstaubexplosionen und Kohlenstaubbrände. Von Dr.-Ing. H. Steinbrecher. RM. 6,10, geb. 7,40.

Die technischen Grundlagen der Brikettierung von nach Freiberger Spülgasverfahren entschaltenem Braunkohlenkoks. Von Dr.-Ing. H. Menzel. Mit 45 Abbildungen. RM. 6,—, geb. 7,10.

Die Wirtschaftlichkeit der Braunkohlenstaubfeuerungen in Abhängigkeit von der Mahlfeinheit. Von Dr.-Ing. H. Stimmel. RM. 5,00, geb. 6,80.

Energetische Grundlagen der Gastechnik. Von Dr.-Ing. F. Schuster. Mit 57 Abbildungen. RM. 17,—, geb. 18,50.

Benzingewinnung aus Braunkohle durch Schwelung und Spaltung in einem Arbeitsgang. Von Dipl.-Ing. E. Wurzner. RM. 5,00, geb. 6,80.

Der Kohlenstickstoff. Von Dr. F. Muhlert. Mit 40 Abbildungen und 37 Zahlentafeln. RM. 13,50, geb. 14,75.

Gasverbrauchsgeräte. Von Dr.-Ing. O. Huppert. RM. 9,25, geb. 10,50.

Wärme- und Kälteschutztechnik. Von Dr.-Ing. H. Baicke. Mit 54 Abbildungen und 33 Tafeln. RM. 11,50, geb. 12,80.

Industriegasbrenner und zugehörige Einrichtungen. Von Dipl.-Ing. E. Sachs. Mit 126 Abbildungen. RM. 8,60, geb. 9,80.

Analytische Methoden und Tabellen für die Überwachung und den Betrieb der Benzolfabrik, von Kokereien und Gaswerken. Von Dr. A. Jenkner. Mit 48 Abbildungen. RM. 7,30, geb. 8,50.

VERLAG VON WILHELM KNAPP IN HALLE (SAALE)

Staub. Veröffentlichungen der Staubbekämpfungsstelle beim Verband der deutschen gewerblichen Berufsgenossenschaften. Vierteljährlich 1 Heft. Preis pro Jahrgang RM. 18,—, Einzelheft RM. 5,—.

Handbuch der Kokerei. Herausgegeben von Dir. W. Gluud, Dr. G. Schneider und Dr. H. Winter. Band I. Mit 155 Abb. RM. 23,80, geb. 26,—. Band II. Mit 163 Abbildungen und 6 Tafeln. RM. 28,80, geb. 31,—.

Kokerei und Teerprodukte der Steinkohle. Von Generaldirektor Dr. A. Spilker, neu bearbeitet von Dr. O. Dittmer und Dr. O. Kraber. 5. Auflage. Mit 76 Abbildungen und 2 Tafeln. RM. 9,80, geb. 11,30.

Laboratoriumsbuch für die Kokerei- und Teerproduktenindustrie. Von Dr. K. Keller. Mit 29 Abbildungen. 2. Auflage. Im Druck.

Laboratoriumsbuch für Gaswerke und Gasbetriebe aller Art.
I. Teil: Untersuchung fester und flüssiger Stoffe. Von Dr.-Ing. H. Schuster. Mit 90 Abb. RM. 11,60, geb. 12,80.
II. Teil: Untersuchung von Gasen. Von Dr.-Ing. H. Biebesheimer. Mit 132 Abbildungen. Etwa RM. 10,50, geb. etwa 17,80.

Die Schwelung von Braun- und Steinkohle. Von Dr.-Ing. e. h. A. Thau. Mit 411 Abbildungen. RM. 44,—, geb. 46,50.

Taschenbuch für Gaswerke, Kokereien, Schwelereien und Teerdestillationen. Herausgeg. von Dr. H. Winter. 5. Aufl. RM. 11,25, geb. 12,60.

Die Tieftemperaturverkokung der Steinkohle. Von Direktor Dr. W. Gluud. 2. Auflage. Mit 23 Abbildungen. RM. 3,40, geb. 4,60.

Einführung in die Chemie und Technologie der Brennstoffe. Von Prof. Dr. E. Bornstein. Mit 89 Abbildungen. RM. 5,65, geb. 7,—.

Wirtschaftlichkeit im Dampfkesselbetriebe. Von Ingenieur H. Kolbe. Mit 17 Abbildungen und 12 Tafeln. 5,20, geb. 6,80.

Brennstofftechnisches Praktikum. Von Dr.-Ing. M. Dolch. RM. 7,90, geb. 8,80.

Die Untersuchung der Brennstoffe und ihre rechnerische Auswertung. Von Prof. Dr.-Ing. M. Dolch †. Mit 33 Abb. RM. 18,50, geb. 19,80.

Die Industrieteere u. verwandte Produkte. Von E. J. Fischer. 12,60, geb. 13,90.

Die Braunkohlenteer-Industrie. Von Prof. Dr. Ed. Graefe. 2. Auflage. Mit 43 Abbildungen. RM. 4,50, geb. 5,30.

Laboratoriumsbuch für die Braunkohlenteer-Industrie, Braunkohlengruben, Braunkohlenteer-Schwelereien und Destillationen, Paraffin- und Kerzenfabrikation sowie Ölgasanstalten. Von Prof. Dr. Ed. Graefe. 2. Auflage. Mit 65 Abbildungen. RM. 4,85, geb. 5,65.

Gasgeneratoren und Gasfeuerungen. Von Ing. H. Hermanns. 2. Auflage. Mit 370 Abb. und vielen Zahlentafeln. RM. 12,15, geb. 13,85.

Die Leuchtgas- und Wassergasindustrie. Von Dr. Fr. Muhlert und Dr.-Ing. J. Gwosdz. Mit 44 Abbildungen. RM. 4,50, geb. 6,—.

Tafeln der vierstelligen Umwertungszahlen für vollkommene Gase nebst Hilfstabellen. Von Obering. A. Gohmann u. P. König. Geb. RM. 4,—.

Die Ölfeuerung. Unter besonderer Berücksichtigung der Erfahrungen in der Kriegs- und Handelsmarine. Von Marine-Oberbaurat B. Schulz. Mit 104 Abbildungen. RM. 8,80, geb. 10,80.

Der Benzolverband. Ein Beitrag zum Problem der deutschen Treibstoffversorgung. Von Dr. H. Luthgen. RM. 7,20.

Asphalte und verwandte Stoffe. Von H. Abraham. Deutsche Bearbeitung von Dr. E. Brahl. Mit zahlr. Abb. Etwa RM. 30,—, geb. etwa 38,50.

Das Erdöl, seine Verarbeitung und Verwendung. Von Dr. R. Kißling. 2. Auflage. Mit 30 Abbildungen. RM. 4,70, geb. 6,50.

Laboratoriumsbuch für die Erdöl-Industrie. Von Dr. R. Kißling. 2. Auflage. Mit 21 Abbildungen. RM. 2,70, geb. 4,20.

Untersuchung von Asphalt- und Pechgemengen. Von E. J. Fischer, techn. Chemiker. Mit 23 Abbildungen und 14 Tabellen. 9,—, geb. 10,30.

Die Untersuchung der Fette und Öle. Von Prof. Dr. J. M. Marcusson. 3. Auflage. Mit 21 Abbildungen. RM. 7,40, geb. 9,20.

Rechnerische Betrachtungen über Verbrennungsvorgänge und Abgasverluste bei Feuerungen, insbesondere bei Kalk- und Zementöfen. Von Dip.-Ing. Dr. Z. Kerteszi. Mit 25 Abb. 4,80, geb. 6,—.

VERLAG VON WILHELM KNAPP IN HALLE (SAALE)

Deutsches Bergbau-Jahrbuch: Jahrbuch der deutschen Steinkohlen-, Braunkohlen-, Kali- und Erz-Industrie. Adreßbuch mit sämtlichen wissenswerten Angaben aller einschlägigen Unternehmungen nebst ihren Nebenbetrieben. Herausgeg. v. Deutschen Braunkohlen-Industrie-Verein. 29. Jahrgang 1938. Bearb. von Dipl.-Berging. H. Hirz u. Dipl.-Berging. Dr.-Ing. W. Pothmann. Geb. RM. 14,50.

Braunkohle, Zeitschrift für Gewinnung und Verwertung der Braunkohle. Herausgegeben vom Deutschen Braunkohlen-Industrie-Verein. Schriftleitung: Dipl.-Berging. H. Hirz und Dipl.-Berging. Dr.-Ing. W. Pothmann. 37. Jahrgang 1938. Erscheint wöchentlich. Bezugspreis vierteljährlich RM. 7,20. Probenummern kostenlos.

Teer und Bitumen. Dachpappe — Straßenbau — Abdichtung. Schriftleitung: Dr. K. Keller, Dr. A. Koetz, Dr. B. Rentsch. 38. Jahrgang 1938. Erscheint monatlich dreimal. Bezugspreis vierteljährlich RM. 4,80. Probenummern kostenlos.

Brennstoff- und Wärmewirtschaft. Mitteilungen der Brennkrafttechnischen Gesellschaft. Schriftleitung: Geh. u. Ober-Reg.-Rat W. Gentsch. 20. Jahrgang 1938. Erscheint monatlich. Vierteljährlich RM. 4,65. Probenummern kostenlos.

Braunkohlenarchiv. Vorkommen, Gewinnung, Verarbeitung, Verwendung der Brennstoffe. Bisher erschienen 50 Hefte. Inhaltsverzeichnis der einzelnen Hefte kostenlos.

Braunkohlen-Industrietag. Vorträge, gehalten auf den technischen Tagungen des Braunkohlen-Industrie-Vereins. Bisher erschienen 16 Hefte. Inhaltsverzeichnis der einzelnen Bände kostenlos.

Jahrbuch der Brennkrafttechnischen Gesellschaft e. V. Bisher erschienen 18 Hefte. Inhaltsverzeichnis der einzelnen Hefte kostenlos.

Die deutsche Braunkohlenindustrie.
I. Band: Handbuch für den deutschen Braunkohlenbergbau. Herausgegeben von Bergassessor G. Klein, unter Mitwirkung von hervorragenden Fachleuten.
I. Band. 3. Auflage. Mit 404 Abbildungen und 16 Tafeln. RM. 40,50.
II. Band. Mit 969 Abbild. und 39 Tafeln. 2 Teilbände. RM. 98,—.
III. Wirtschaftlicher Teil: Entwicklung und Stand der wirtschaftlichen und sozialen Verhältnisse des deutschen Braunkohlenbergbaus. Von Dr.-Ing. W. de la Sauce und Dipl.-Ing. H. W. Fox. 3. Auflage. RM. 16,50, geb. 18,70.
II. Band: Die mechanische Aufbereitung der Braunkohle, Klassierung und Separation, Naßpreßsteinfabrikation, Brikettfabrikation, Herstellung von Kohlenstaub. Bearbeitet von Obergrat C. Richter. 2. Aufl. Mit 268 Abbildungen und 12 Tafeln. RM. 15,75, geb. 18,90.
III. Band: Die Chemie der Braunkohle. Herausgegeben von Prof. Dr. E. Erdmann und Dr. M. Dolch. 191 Abb. RM. 35,—, geb. 37,80.

Aus der Braunkohle. Von Generaldirektor Dr.-Ing. e. h. K. Pintscheck. Mit einem farbigen Bildnis des Verfassers. RM. 3,60, geb. 4,80.

Berg- und Aufbereitungstechnik. Grundlagen zum Entwerfen von Bergwerks- und Aufbereitungsanlagen, einschließlich von Betriebsanlagen in der Industrie der Steine und Erden. Herausgegeben von Prof. Dipl.-Berging. K. Kegel, Prof. Dipl.-Ing. H. Madel und Privatdozent Dr.-Ing. A. Ohnesorge.
Band I: Technische Grundlagen des Tagebaues.
Teil I: Gewinnung. Bearbeitet von Dr.-Ing. A. Ohnesorge unter Mitarbeit von Dr.-Ing. G. Gerth und Dipl.-Ing. B. Kochanowsky. Mit 282 Abbildungen und 69 Tabellen. RM. 23,50, geb. 25,50.
Teil II: Förderung und Verkippung. Mit 207 Abbildungen, 41 Tabellen und 2 großen Tafeln. RM. 22,—, geb. 24,—.
Band II: Entwerfen der Tagebauanlagen. Von Dr.-Ing. A. Ohnesorge.
Band III: Geologische und technologische Grundlagen des Bergbaues.
Teil I: Bergmännische Wasserwirtschaft ein-schließlich Grundwasserkunde, Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung. Von Prof. Dipl.-Berging. K. Kegel. 189 Abb. RM. 25,—, geb. 27,—.

Die Gewinnung und Bewegung des Fördergutes an Abraumbaggern im Braunkohlenbergbau. Von Dipl.-Ing. F. Kienast. RM. 8,—, geb. 9,20.

Grundzüge einer Pflanzenkunde der deutschen Braunkohlen. Von Dr. F. Kirchheimer. Mit 117 Abbildungen. RM. 7,50, geb. 8,70.

Bergmännische Grundwasser-Untersuchungen. Von Dr.-Ing. H. Matschak. Mit 18 Tabellen und 20 Tafeln. RM. 7,50.

Der Wirtschaftsplan im Bergbau. Von Bergrat a. D. Dr.-Ing. F. v. Marées, Bergwerksdirektor. Mit 2 Ausschlagtafeln. RM. 8,60, geb. 9,60.

Zur Frage des Einflusses der Stapelung auf die Selbstkosten der mitteldeutschen Braunkohlen-Brikettindustrie. Von Dr.-Ing. R. B. Schmid. Mit 8 Abbildungen. RM. 4,70.

Indizierung der Antriebs-Dampfmaschinen an Brikettpressen. Von J. Illwitzki. RM. 2,—

VERLAG VON WILHELM KNAPP IN HALLE (SAALE)

TITLE PAGE

4. 70 Jahre Didier-Offenbau Mitteltemperaturverkokung.
70 years of Didier oven construction middle temperature coking.

Frame Nos. 419 - 424

70 JAHRE
DIDIER-OFENBAU

Zur Entwicklungsgeschichte des deutschen Gasofenbaus

Bearbeitet von
Dr.-Ing. E. h. A. THAU, Berlin

Mit 104 Abbildungen, 1 Karte und 7 Zahlentafeln

Didier-Werke AG. Abteilung Ofenbau, Berlin-Wilmersdorf

Mitteltemperaturverkokung

In den letzten Jahren sind, namentlich im Ausland, Bestrebungen hervorgetreten, einen besonders leicht entzündlichen und verbrennlichen Koks zu erzeugen, der in dieser Hinsicht dem Gaskoks überlegen ist. Die erwähnten Eigenschaften des Kokses sind abhängig von der chemischen Zusammensetzung der Kohle und in besonderem Maße von den thermischen Bedingungen, unter denen sie entgast wird. Bei der Entgasung der Kohle in den Kammeröfen werden bekanntlich dampfförmige Kohlenwasserstoffe betrei[illegible], die sich an den heißen Koks- und Wandflächen zersetzen, wobei amorpher Kohlenstoff gebildet wird, der sich als Graphithaut auf dem Koksgefüge niederschlägt und dadurch den Entzündungspunkt heraufsetzt und die Leichtverbrennlichkeit beeinträchtigt. Da die Höhe der Zersetzung der Kohlenwasserstoffdämpfe von der angewandten Entgasungstemperatur abhängig ist, so läßt sich die Graphitbildung auf den Koksoberflächen ganz unterbinden, wenn man mit der Entgasungstemperatur 650° nicht wesentlich überschreitet. Bei noch tiefer liegenden Entgasungstemperaturen erhält man einen Schwelkoks, dem die zu seiner Verbrennung nötige Stückfestigkeit mangelt. Die bisher angewandten Steinkohlenschwelverfahren sind, abgesehen von anderen Ursachen, besonders aus diesem Grunde schon meist ohne Nachhall.

Die Erzeugung eines Mitteltemperaturkokses ist an gewisse mit der Vorbehandlung der Kohle verknüpfte Voraussetzungen gebunden, ohne deren genaue Beachtung der Koks nicht in der gewünschten Beschaffenheit anfällt. Mit anderen Worten: die Kohle muß vor der Verkokung so behandelt werden, wie es ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften bedingen, so daß sich allgemein gültige Regeln dafür nicht aufstellen lassen, um so mehr als man in meistens Kohlen für diese Verfahren heranziehen und sie durch die Mitteltemperaturverkokung lohnend zu verwerten sucht, die sich zur normalen Verkokung und Entgasung nicht oder schlecht eignen. Die Vorbehandlung der Kohle geht hierbei über die ebenfalls sehr wichtige physikalische Aufbereitung, die sich auf Trocknung, Mahlung und Mischung bezieht, hinaus, insofern als durch thermische Einwirkung auch die chemischen Eigenschaften der Kohle einer Veränderung unterworfen werden. Bei manchen Kohlen genügt eine Vorwärmung auf eine bestimmte Temperatur, um den Warmdurchgang in der Beschickung bei der Verkokung zu beschleunigen und es mag hier erwähnt werden, daß die für die Hochtemperaturverkokung gültigen Gesetze auf die Mitteltemperatur nicht anwendbar sind, insofern als die regelmäßige Bildung und Wanderung der Koks- oder Teernähte von den Seitenwänden zur Kammermitte, die den normalen Verkokungsvorgang kennzeichnet, für die Mitteltemperaturverkokung auch bei ruhender Beschickung keine Gültigkeit hat und der Koks sich ohne Teernaht in der Mitte von einer Kammerwand zur gegenüberliegenden erstreckt. Das ist ein Vorteil insofern, als dadurch die Grubigkeit des Kokses günstig beeinflußt wird, wie dies auch bei Oefen mit wandernder Ladung deutlich in die Erscheinung tritt.

Bei Kohlen mit hohem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen deren Bitumen einen niedrigen Verflüssigungspunkt hat, so daß es zum größten Teil verflüchtigt wird, ehe die zur Koksbildung notwendige Temperatur erreicht ist, muß eine Oxydation der Kohle vor der Verkokung vorangehen, wobei aber meist nicht die gesamte zum Durchsatz kommende Kohlenmenge dieser oxydierenden Vorbehandlung unterworfen zu werden braucht, sondern nur ein vorher genau bestimmter Anteil, der den anderen Kohlen zugemischt wird. Auch kann es sich um Kohlen handeln, die auf andere Weise, wie beispielsweise durch Zusätze von Schwelkoks, abgemagert werden.

Schon dieser kurze Abriß hinsichtlich der Vorbehandlung der Kohle für dieses Verfahren läßt erkennen, daß es sich um keineswegs verwickelten Gebiet handelt, dessen Erforschung in den Brennstoffinstituten und Versuchsanlagen der Oefen-Werke besonders gepflegt worden ist, so daß heute Erfahrungen vorliegen, die nach eingehender Prüfung der speziellen des Kohle die zu ihrer Verarbeitung erforderliche Behandlung in physikalischer, chemischer und thermischer Hinsicht genau voraussbestimmen lassen, um die dafür geeigneten Anlagen ohne weiteres entwerfen und bauen zu können. Einige Beispiele dafür werden im folgenden angeführt.

Vertikalkammeröfen

Da sich der Vertikalkammerofen wegen der leichten Herstellbarkeit der Temperaturen für die Herstellung eines solchen Kokses besonders eignet, insbesondere auch weil gegenüber liegenden Kammern keine Ausstoßmaschinen erforderlich sind, unter der die Stückigkeit beeinträchtigt werden könnte, erbaut man in England auf dem Versuchswerk der staatlichen Kohlenforschungs-Anstalt in London einen Didier-Vertikalkammerofen für diese Zwecke, der nach sehr günstigen Ergebnissen schon längere Zeit in Betrieb ist, wobei sich der in dieser Anlage erzeugte Koks in ausgezeichneter Weise für Hausbrandzwecke in offenen Kaminfeuern eignet und richtigem Schwelkoks in keiner Weise nachsteht.

Ueber die Vorbehandlung der Kohle in dieser Anlage können hier keine Angaben gemacht werden, weil es sich in eine ausgesprochene Versuchsanlage handelt, die eigens zu dem Zweck erbaut wurde, nicht nur die Oefen auf ihre Verwendbarkeit zur Mitteltemperaturverkokung zu prüfen, sondern um für die verschiedensten Kohlensorten, die in dieser Versuchsanlage eingesetzt, die geeignetsten Bedingungen für die Mitteltemperaturverkokung festzustellen. Aus diesem Grunde ist auch keine an bestimmte Voraussetzungen gebundene, auf eine einzige Kohlensorte zugeschnittene Vorbehandlungseinrichtung vorhanden, sondern man muß von Fall zu Fall

andere Maßnahmen treffen, um zu den günstigsten Ergebnissen zu gelangen.

Der aus zwei Kammern bestehende Ofen wird von einem eingebauten Einzelgenerator mit Schwachgas beheizt, während die Vorwärmung der Verbrennungsluft in Rekuperatoren erfolgt. Die aus Silikamauerwerk erbauten Kammern sind etwa 5050 mm hoch, 2460 mm lang und oben 238, unten 318 mm breit, so daß die Verjüngung von unten nach oben 80 mm entspricht. Die Temperatur in der Heizwand liegt normalerweise, also im Hochtemperaturentgasungsbetrieb, bei 1350° C unten und 950° C am oberen Ende, wobei eine 12-stündige Ausstehzeit zur Entgasung ausreicht und täglich 4 t Kohle je Kammer durchgesetzt werden.

Abb. 88. Mitteltemperaturkoks aus Didier-Vertikal-Kammeröfen

Bei Anwendung von Mitteltemperatur geht der Durchsatz auf 2,5 t zurück, jedoch wird dabei ein ausgezeichneter grobstückiger Hausbrandkoks erzeugt mit tiefliegendem Zündpunkt bei hoher Reaktionsfähigkeit, da das Gefüge frei von graphitischen Niederschlägen ist.

Die Didier-Werke haben zum gleichen Zweck eine auf betriebsmäßiger Grundlage erbaute Versuchsanlage zur Mitteltemperaturverkokung in Vertikalkammeröfen errichtet, um Kohlen verschiedenen Ursprungs unter diesen Bedingungen prüfen zu können. Die Abb. 88 zeigt eine Durchschnittsprobe von Mitteltemperaturkoks, der aus Gasflammkohle in dieser Versuchsanlage erzeugt wurde und der durchweg in gleich guter Beschaffenheit anfiel. Die Abb. 88 lab das dichte Gefüge und die dadurch bedingte hohe Abriebfestigkeit dieses Kokses erkennen, der sich daneben durch große Härte und leichte Verbrennlichkeit auszeichnet. Gleichzeitig konnte bei diesen Versuchen wiederholt festgestellt werden, daß durch Vereinfachung der Kohlenvorbehandlung der auf diesen Teil des Verfahrens entfallende Anteil der Anlage- und Betriebskosten in Verbindung mit der Mitteltemperaturverkokung in Vertikalkammeröfen gegenüber den bereits bestehenden Verfahren dieser Art wesentlich herabgesetzt werden kann.

Die Versuche ergaben ferner, daß in jedem Fall ein dem Schwelteer sehr nahekommender, fast nur aus Oelen bestehender Teer anfällt, da die Kohlenwasserstoffdämpfe in dem kühlen Kopf der ganz gefüllten Kammer weitgehend vor Zersetzungen bewahrt werden. Der Betrieb der Anlage hat einwandfrei bewiesen, daß die Mitteltemperaturverkokung in Vertikalkammern besondere Vorteile bietet, insbesondere gegenüber dem Horizontalkammerofen, bei dem die Gase und Dämpfe durch den freien heißen Raum des Kammergewölbes abziehen und daher nach Austritt aus der Beschickung einer Zersetzung ausgesetzt sind, während die Kammern gleichzeitig um eine annehmbare Durchsatzleistung zu erreichen, so schmal ausfallen, daß sie im Innern nicht mehr befahren und Ausbesserungsarbeiten in den Kammern ohne ganzen oder teilweisen Abbruch des Ofens nicht ausgeführt werden können.

Vertikalkammeröfen für stetigen Betrieb

Zur Mitteltemperaturverkokung eignen sich auch Vertikalkammeröfen mit wandernder Ladung für stetigen Betrieb, wie die Didier-Werke dies für die Verarbeitung einer ungarischen Kohle in umfangreichen Vorversuchen erfolgreich nachgewiesen haben. Die Einrichtung der Oefen entspricht dabei grundsätzlich den bereits beschriebenen Vertikalkammeröfen, Bauart Dresden, und da auf eine Berücksichtigung der an sich geringfügigen Abweichungen vom Normalofen dieser Art hier verzichtet werden kann, bedarf der Ofen in diesem Zusammenhang unser Hinweis auf den die stetig betriebenen Vertikalkammeröfen behandelnden Abschnitt dieses Werkes keiner nochmaligen Besprechung.

Der erste Ausbau der neuen Anlage zu Pecs in Ungarn, mit deren Bau im Herbst 1934 begonnen wurde, besteht aus sechs stetig betriebenen Vertikalkammeröfen mit je vier Kammern, also insgesamt 24 Kammern für einen Tagesdurchsatz von 240 t Steinkohle einschließlich sämtlicher zugehöriger Hilfs- und Nebengewinnungsbetriebe.

In der Abb. 89 ist ein senkrechter Querschnitt durch die Ofenanlage wiedergegeben, während die Abb. 90 einen Lageplan des ganzen Werkes zeigt. Wie in der Abb. 89 angedeutet, wird die in Eisenbahnwagen ankommende Kohle in Tiefbehälter entleert, sofern sie nicht durch die Greifer einer Verladebrücke erst auf den Lagerplatz geworfen und auf gleiche Weise von letzterem in die Tiefbehälter befördert wird. Unter den Bodenauslässen der Tiefbehälter ist eine gleichzeitig als Mischer dienende Förderschnecke verlegt, die die im richtigen Verhältnis gemischte Kohle in die Becherwerksgrube überführt, aus der sie in den über der Ofengruppe angeordneten Zwischenbehälter geworfen und mittels eines Gummiförderbandes auf die 24 Trichter der Ofenkammern verteilt wird. Aus diesen werden die Kammern in Zeitabständen beschickt, entsprechend der Koksmenge, die unten

Abb. 89 Mitteltemperatur-Verkokungsanlage zu Pecs (Ungarn)

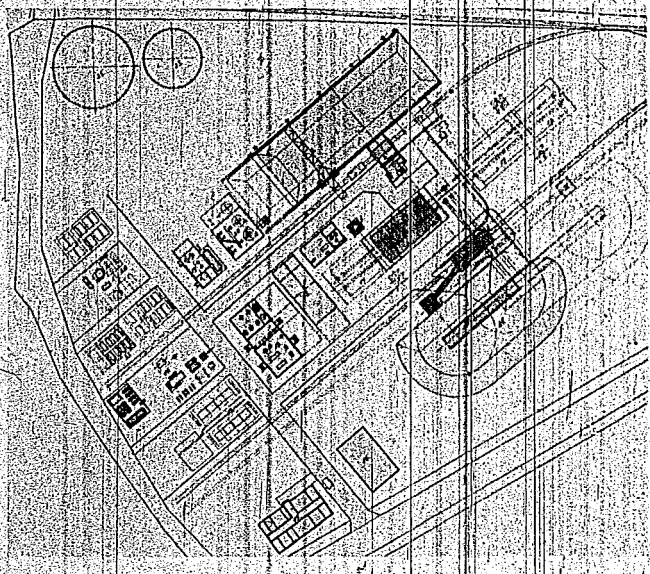


Abb. 90 Grundriß der Mitteltemperatur-Verkokungsanlage zu Pecs (Ungarn)

Erläuterung zu Abb. 90

1) Kohlenlagerplatz
2) Ladebrücke
3) Kohlenmisch- und -förderanlage
4) Ofengruppe
5) Schornstein
6) Kesselanlage
7) Koksabförderung
8) Koksaufbereitung
9) Rohkoksüberladebunker
10) Kokskranbrücke
11) Koklagerplatz
12) Sammelgrube
13) Gaskühl- und -waschanlage
14) Benzolanlage
15) Werkstätten usw.
16) Verwaltungsgebäude

Für späteren Ausbau:

17) Ofenerweiterung
18) Schwefelreinigung
19) Ammoniakgewinnungsanlage
20) Teerdestillation
21) Pechkühlpfannen
22) Ölkühlpfannen
23) Ölbehälter
24) Zentralgeneratorenanlage
25) Gasbehälter

stetig ausgetragen und von Zeit zu Zeit in Kippwagen abgezogen wird. In diesen wird der Koks dann in die Siebtrei übergeführt. In gleicher Weise wird auch der für die Generatoren erforderliche Koks hochgefördert und auf deren Vorratstrichter nach Bedarf verteilt. Zu diesem Zweck dient der den Öfen nächstliegende Tiefbehälter der Aufnahme von Koks, und es ist ein zweites Becherwerk sowie oben auf der Ofengruppe ein zweites Förderband für diese Zwecke verlegt. Die Bauart der Öfen schließt sich grundsätzlich an die bereits weiter vorn beschriebenen stetig betriebenen Vertikalkammeröfen von Didier an.

Versuche, die mit der ungarischen Kohle in den von Didier erbauten, stetig betriebenen Vertikalkammeröfen auf dem Gaswerk Dresden durchgeführt wurden, ergaben eine Koksausbeute von 74%, eine Gasausbeute von 218 nm³/t mit einem oberen Heizwert von 4743 kcal/nm³ bei einer Brennertemperatur im Ofen von rd. 950° C. Die auf die Durchsatz-

kohle bezogene Ammoniakausbeute beträgt 2,3 kg, die an Benzol 4 kg/t. Die Teerausbeute entspricht 15,5 kg/t.

Der Koks fällt zu mehr als 70% in einer Stückgröße von über 40 mm an. Er besitzt einen niedrigen Entzündungspunkt, ist sehr leicht verbrennlich, und man kann ihn als einen hochwertigen Hausbrand ansprechen.

Der in der Abb. 90 wiedergegebene Grundriß läßt die Gesamtanordnung der Anlage ohne Schwierigkeit erkennen, wobei die Hauptteile mit Zahlen versehen sind, deren Bedeutung in der zugehörigen Zusammenstellung angeführt ist unter gleichzeitiger Berücksichtigung eines für später geplanten Ausbaues.

TITLE PAGE

6. Amt für Technik der N.S.D.A.P. Bericht über die Tagung "Heimische Treibstoffe" Nürnberg, Oktober 1936.

Report on the meeting "Domestic Motor Fuels", Nürnberg, October 1936.

Frame Nos. 425 - 482

Amt für Technik der NSDAP.

Gau Franken

Bericht über die Tagung „Heimische Treibstoffe" Nürnberg, Oktober 1936

Steinkohlenschwelung / Verwendung heimischer Treibstoffe

Sondertagung I
Steinkohlenschwelung und Treibstoffwirtschaft.

Eröffnungsansprache des Gauamtsleiters zur Sondertagung I.

Pg. Dir. Fruth, Nürnberg.

Parteigenossen,
Deutsche Volksgenossen!

Im Namen des Amtes für Technik der NSDAP. Gau Franken eröffne ich den Tag der Technik in Franken und heiße Sie alle, die Sie unserer Einladung so zahlreich Folge geleistet haben, herzlich willkommen.

Es ist mir eine besondere Ehre, die anwesenden Vertreter der Nationalsozialistischen Deutschen Arbeiterpartei und ihrer Gliederungen, des Staates und der Behörden, der Wehrmacht, des Deutschen Gemeindetages und der verschiedenen Wirtschaftsgruppen begrüßen zu können.

Meine Berufskameraden!

Nach dem Willen des Führers hat die Technik, die als Auswertung und Fortentwicklung wissenschaftlicher und praktischer Erkenntnisse zu betrachten ist, im nationalsozialistischen Staatswesen dem Volksganzen und dem Vaterlande zu dienen. Das Leben eines großen Volkes auf so beschränktem Raum wie er Deutschland zurzeit nun einmal zur Verfügung steht, kann nur gesichert werden, wenn die technischen Wissenschaften und die technische Praxis alle Kräfte anspannen, um durch eine hochentwickelte Technik einen Ausgleich zu schaffen für den Mangel an Boden und natürlichen Gütern.

Die Ausrichtung, Führung und Entwicklung der Technik muß von Männern betrieben werden, die den Sinn der Verwendung der Technik für das Gemeinwohl erfaßt haben. Die Technik soll nach nationalsozialistischer Anschauung nicht mehr irgend einem Sonderinteresse dienen, sondern sie muß zur Sicherung und Verbesserung der Lebenslage des gesamten schaffenden Volkes eingesetzt werden. Bei allem Planen muß dieses Ziel allen Ingenieuren, Betriebsführern und Technikern vor Augen stehen. Die Männer der Technik mit diesen Gedanken immer mehr vertraut zu machen und damit die einzig richtige Anwendung der Technik im Leben des Volkes aufzuzeigen und zu vermitteln, ist eine der Aufgaben des Amtes für Technik. Es muß immer wieder betont werden, daß jeder Techniker den nationalsozialistischen Grundsatz „Gemeinnutz geht vor Eigennutz" anerkennen muß und seine gesamte Tätigkeit diesem Gesetze unterzuordnen hat. Erst wenn alle in den technischen Verbänden zusammengefaßten berufstätigen Techniker in diesem Sinne sich ausgerichtet haben, sind die Voraussetzungen zum Einsatz der Technik im Sinne des Führers gegeben. Es darf deshalb auch kein Angehöriger des technischen Berufsstandes nach abseits stehen, wenn diese gemeinsame Front wirksam werden soll. Die Stellung, die der Technik im Gesamtaufbau des Staates gebührt und die ihrer immer mehr steigenden Bedeutung entspricht, kann von den Trägern der Technik nur errungen werden und behauptet werden, wenn sie jede Zersplitterung überwinden und sich einheitlich dem Gesamtziel unterordnen.

Neben dieser Aufgabe der Erziehung der technisch tätigen Volksgenossen obliegt aber dem Amt der Technik eine ebenso wichtige Aufgabe in der Technik selbst. Es ist eine allgemein bekannte Tatsache, daß das Bestehende dem Fortschritt abgeneigt ist. Das beruht einmal auf einem durchaus natürlichen Beharrungsvermögen der großen Masse, aber in der Welt der Technik hat es noch einen weiteren Grund. Fast jeder Fortschritt in der Technik ist geeignet, die bestehenden technischen Anlagen in ihrem Werte zu mindern. Man kann daher den Älteren die Mißachtung machen, daß die Möglichkeit eines technischen Fortschrittes von den Besitzern technischer Anlagen mit allen Mitteln unterbunden wird, wenn sie die Gefahr der Entwertung der eigenen Anlagen sehen. Aus diesem Grunde war auch der technische Fortschritt von jeher an einzelne Persönlichkeiten gebunden, die ihre ganze Lebenskraft und Lebensfreude einsetzen mußten, um den von ihnen gesunden Fortschritt durchsetzen zu können.

Wir können wohl die Behauptung aufstellen, daß unser Volk und unsere Wirtschaft weitergekommen wäre, wenn es möglich gewesen wäre, die fortschrittlichen Gedanken zu unterstützen und sie dafür zu bewahren unter Umständen an der Beharrungskraft des Bestehenden zu scheitern. Aus der Erkenntnis dieser Tatsache müssen wir die entsprechenden Folgerungen ziehen, wenn wir, uns in den Dienst der Gesamtheit stellen wollen. Wir können es uns heute nicht mehr leisten, auf dem Erreichten stehen zu bleiben, wenn wir nicht zugrunde gehen wollen. Von Tag zu Tag lernt und das Gesetzgeben der Umwelt, daß wir unter allen Umständen gezwungen sind, sobald als möglich frei zu werden von der wirtschaftlichen Abhängigkeit von anderen Ländern und diese Freiheit können wir nur erreichen durch Höchstleistungen unserer Technik.

Wir halten es für eine Aufgabe des Amtes für Technik, diese Organisation des Fortschrittes in die Hand zu nehmen. Als Gliederung der Nationalsozialistischen Deutschen Arbeiterpartei, die heutzutage das Prinzip des Fortschrittes darstellt und das dynamische Element im Rahmen des Volkes verkörpert, muß sich das Amt für Technik dazu verpflichtet fühlen, alle fortschrittlichen Ideen und Gedanken zu sammeln und zu fördern, wenn das Interesse der Nation es verlangt. In kühler Sachlichkeit hat das Amt für Technik zu prüfen, was sich an fortschrittlichen Gedanken im Volke regt — und unser Volk ist unerschöpflich an immer neuen

Die Bedeutung der Steinkohlenverflüssigung für die deutsche Volkswirtschaft.

Vortrag von Dr.-Ing. E. h. Bergius, Essen.

Übersicht über das Problem der Steinkohlenverflüssigung.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Treibstoff-Eigenerzeugung ohne Mitwirkung der Schwelung auf anderem Wege durchführen zu können, so durch Hydrierung von Braun- und Steinkohle usw. von Braunkohlen-Schwelteer, durch das Fischer-Tropsch-Verfahren oder durch die neuerdings entdeckten Extraktionsverfahren nach Fett-Birche usw. Ihre Aussichten für die Bedeutung, die gegen die Einführung der Steinkohlen-Schwelung geltend gemacht werden.

Um ein klares Bild über den Wert und die Bedeutung der Schwelung für und ihre Auswirkungen auf die deutsche Volkswirtschaft zu gewinnen, ist es nötig, sie unter einer Reihe verschiedener Gesichtspunkte zu betrachten:

1. unter dem des Bergbaues hinsichtlich der Verbesserung der deutschen Kohlenvorräte,
2. unter dem der Unterbringung des Schwelkokses,
3. unter dem der Gaswirtschaft,
4. unter dem der Treibstofferzeugung,
5. von der wirtschaftlichen Seite.

Es sind also sehr verschiedene und zum Teil scheinbar widersprechende Gesichtspunkte, die auseinander gehalten werden müssen, wenn die Einführung der Schwelung und ihre Einordnung in die Brennstoff-Wirtschaft zu einem Erfolg führen soll. Diese Aufgabe ist zwar schwierig, jedoch bei einigen guten Willen durchaus lösbar. Wenn es der deutschen Technik und Wirtschaft möglich ist, mit schon jetzt bald erschöpflichem Erfolg riesenhafte Aufgaben auf anderen Gebieten anzugreifen, warum sollte es nicht auch hier möglich sein, zu einem Erfolg zu kommen? Dieser Erfolg liegt zwar noch nicht in greifbarer Nähe, weil zur Zeit erst mit der Erstellung fleißiger Anlagen begonnen werden ist, im ganzen aber die technische Grundlagen der verschiedenen Verfahren klarstellt zu schaffen, wird aber um so schneller eintreten, je früher und umfassender der Ruf den Großanlagen in Angriff genommen wird.

Die wissenschaftlichen Grundlagen der Steinkohlenschwelung.

Die Schwelung unterscheidet sich als Niedertemperatur-Verkokung von der eigentlichen in Retorten und Gasöfen mit höchsten thermischen Behandlung der Steinkohle bei etwa 1000°, der Hochtemperatur-Verkokung, durch Anwendung einer Temperatur von höchstens 600°, besser noch darunter, die zu rund 500°. Beide Arbeitsweisen sind Abbauprozesse, durch die die behandelte Kohle in Koksförmiger, gasförmige und flüssige, andererseits in wasserstoffreiche feste Produkte geteilt wird. Je

100 kg Steinkohle ergeben etwa:	Koks kg	Teer kg	Pech kg	Teeröl kg	Naphtalin kg	Benzol kg	Gas WE
Art der Verkokung							
Tieftemperatur	75,—	9,—	3,—	6,—	0,5	0,1	1,0	7,0	25,— 6200—7000
Schwelung 525—600°									
Mitteltemperatur	72,—	8,—	3,—	5,—	1,0	0,3	0,5	11,0	22,— 5000—5500
700—750°									
Hochtemperatur	70,—	4,—	2,4	1,5	1,5	0,3	0,5	17,0	33,— 4000—4500
Koksen 900—1000°									

Tafel 1.

höher die Temperatur, desto weiter verschiebt sich die Zusammensetzung der anfallenden Kochprodukte nach der Seite des Wasserstoffes einerseits, des Kohlenstoffes andererseits. Die bei niedrigerer Temperatur entstehende Schwelung liefert daher mehr Teer und Benzole, dagegen weniger und ärmeres Gas, wasserstoffreicheres. Gas als die Retorte, und ebenso etwas mehr Verkokungsrückstand (Schwelkoks).

Einen anschaulichen Überblick ergibt die Tafel 1, in der die bei der Verarbeitung einer Gasflammkohle durch Tief-, Mittel- und Hochtemperatur-Verkokung anfallenden Produkte ihrer Menge nach angegeben sind.

Ebenso wie die Koksmenge von der Temperatur nur wenig abhängig ist — sie steigt mit sinkender Temperatur von 70 % auf 75 % —, zeigt die Teerausbeute von 4 % auf 9 %. Daher auch der Teer besonders wertvoller Stoffgehalt an Ölen steigt von 0 % auf 6? % an, sein Pechgehalt von 50 % auf 33 % ab. Zahlenmäßig ergibt sich bei der Retorte eine Ölausbeute von 1,5 % gegenüber 6 % bei der Schwelung, während die Pechausbeute etwa die gleiche bleibt (1,4 % gegen 3 %). Die Verschiedenheit der Teerausbeute kommt also praktisch allein der Erhöhung der Ausbeute an Ölen (6 % gegen 1,5 %) zugute, ein Umstand, der für die Bedeutung der Schwelung als Treibstoff-Quelle entscheidend ist. Noch günstiger wird das Verhältnis zwischen den Teerausbeuten, wenn nicht eine Gasflammkohle, die bei der hochtemperaturverkokung naturgemäß gegen den niedertemperaturverkokung kritisch nicht im Frage kommt, sondern eine normale Kokskohle (fettkohle) verarbeitet wird, die etwa nur 3 % Teerausbeute liefert wurde.

Während die Gasausbeute bei der Koksung im Falle der Verarbeitung einer an flüchtigen Bestandteilen

Angewandt: 1 kg Gasflammkohle (trocken) mit einem Heizwert von 7500 WE = 100 %.

Erhalten:

a) Verkokung bei 900—1000°:

0,04 kg Steinkohlenteer	à 8750 WE	= 350 WE	= 4,7 %
0,005 kg Benzol	à 10000 WE	= 50 WE	= 1,1 %
0,350 cbm Gas	à 4250 WE	= 1490 WE	= 19,8 %
		ca. 1900 WE	= 25,6 %

b) Schwelung bei 500—600°:

0,030 kg Schwelteer	à 9500 WE	= 855 WE	= 11,4 %
0,01 kg Benzin-Benzol	à 10500 WE	= 105 WE	= 1,4 %
0,13 cbm Schwelgas	à 7200 WE	= 935 WE	= 12,5 %
		ca. 1912 WE	= 25,5 %

Tafel 2.

reichen Kohle bis zu 350 cbm je Tonne mit einem Heizwert (0) von 4000 bis 4500 WE beträgt, das etwa 11 % des ursprünglichen Kohlenwertes ausmacht, liefert die Schwelung nur etwa 130 cbm Gas, dafür aber mit dem wesentlich höheren Heizwert von 7000 und mehr WE, d. sind 7 % des ursprünglichen Kohlenwertes.

Tafel 2 zeigt weiter, daß die Heizwertsumme der flüchtigen Produkte: Teer, Teeröl und Gas gleich bei der Koksung als bei der Schwelung gleichmäßig etwa 25 % des Heizwertes der Kohle beträgt, wobei aber die Schwelung mit etwa 60 % der bei der Koksung in Gasform anfallenden Öle liefert. Dafür ist die Heizwertsumme der flüssigen Produkte etwa 2,25 mal größer.

Tafel 3 zeigt die Veränderung der Teer-Ausbeuten und der Teer-Zusammensetzung (Wasserstoff- und Sauerstoff-Gehalt) mit der Temperatur.

Demnach steigt die Teerausbeute von 4 % bei 1100° auf 10 % bei 500° an und beträgt bei 600° immer noch 9 %. Gleichzeitig bessert sich die Teerqualität durch Verminderung des H-Gehaltes von etwa 5 % im Koksteer (1100°) auf 8—9 % im Schwelteer (500—600°). Zur günstigste Verhältnisse des Sauerstoffgehaltes ist nicht von Bedeutung, da Sauerstoff und Sauerstoff im Verhältnis 1:8 Moleküle bilden. Dieser Sachverhalt ergibt, daß Anstandes ist die Kurve des Sauerstoffgehaltes einen Wellenverlauf erreichet, indem der Sauerstoffgehalt sich von dem Gehalt des Wasserstoffes abhängigen Werte entfernt. Diese Kurve gibt daher ein wichtiges Hilfsmittel an, der für eine Bewertung als Ausgangsmaterial für die Benzin-Herstellung mit in Betracht ist. Je höher der H-Gehalt des Teeröls, desto leichter und besseres Benzin läßt sich daraus herstellen, desto geringer ist der Wasserstoffbedarf bei der Hydrierung zu solchen Treibstoffen, die Benzin-Herstellung daher billiger.

Tafel 4 gibt einen Überblick für die soeben besprochene Veränderung der Gas-Ausbeuten, sowie der

Gaswertzahl, sowie des Wärmeüberschusses des Prozesses in Form von Gas nach Abzug des Unterfeuerungsbedarfes. Volummäßig geht somit die Gasausbeute um 60 % zurück, wertzahlmäßig entsprechend dem höheren Heizwert des Gases dagegen nur um 17 %.

Abhängigkeit der Teerausbeute, seines H- und O-Gehaltes von der Garungstemperatur.

Teerausbeute

H-Gehalt

Reingastar H-Gehalt

O-Gehalt

Garungstemperatur

Tafel 3.

Hinsichtlich der Eigenschaften des Koksen von Bedeutung: Der Schwelkoks besitzt infolge einer tieferen Herstellungstemperatur

Gasausbeute

Gaswertzahl

Wärmeüberschuß in Form von Gas

Garungstemperatur

Tafel 4.

einen wesentlich niedrigeren Zündpunkt als Hochtemperaturkoks, also eine erheblich höhere Reaktionsfähigkeit. Diese Eigenschaft verbessert nicht allein seine Brennstoffeigenschaften für viele Zwecke, sondern auch seine Verwendungsfähigkeit für den Generatorbetrieb wesentlich. Die Abhängigkeit der Koks-eigenschaften von der Herstellungstemperatur zeigen die Tafeln 5 und 6. Mit sinkender Verkokungstemperatur nimmt die Dichte ab, die Porosität also

Koks-Ausbeute

Koks-Gewicht

Koks-Heizwert

Verkokungs-Temperatur

Tafel 5.

% flüchtige Bestandteile im Koks

Zündpunkte vom Koks

% Koksausbeute

Garungstemperatur

Tafel 6.

zu, zugleich der Restgehalt an flüchtigen Bestandteilen, die beide die höhere Reaktionsfähigkeit bedingen. Für Feuerungszwecke ist auch von Bedeutung der Mindestbedarf an Luft, der erforderlich ist, die Verbrennung aufrechtzuerhalten. Auch dieser nimmt mit sinkender Herstellungstemperatur ganz erheblich ab.

Eine mit Schwelkoks betriebene Feuerung kann daher etwa während einer Ruhepause mit verhältnismäßig geringem Brennstoff-Verbrauch vorübergehalten werden, ist also besonders sparsam. Sie läßt sich daher auch infolge der großen Reaktionsfähigkeit des Schwelkokses leicht wieder in Gang bringen.

Brennstoff-Art:	Zündpunkt:	Heizwert:
Holzkohle	270—280°	7600—7700 WE
Braunkohlen-Brikett	300—320°	4800—5000 WE
Schwelkoks normal:		
bei 600° hergestellt	380—400°	7300—7500 WE
Schwelkoks besonders reaktiv:		
bei 525—650° hergestellt	320—340°	7300—7500 WE
Anthrazit	460—470°	7500—7600 WE
Carbolux (W.T.-Koks)	480—500°	7300—7500 WE
Gaskoks	520—560°	7000—7200 WE
Hüttenkoks	560—610°	7000—7200 WE

Tafel 7.

Tafel 7 gibt einen Ueberblick über die Heizwerte und Zündpunkte der verschiedenen, hier in Betracht kommenden Brennstoffe. Danach ist der Heizwert des Schwelkokses etwa zwischen denen des Anthrazites und des Hochtemperaturkokses, ist also durchaus normal; sein Zündpunkt dagegen um etwa 200 bis 250° niedriger als der des Hüttenkokses, je nachdem, ob es sich um normalen, bei etwa 600° hergestellten Schwelkoks mit einem Zündpunkt von 380 bis 400° oder einen bei niedriger Temperatur hergestellten Spezial-Schwelkoks von besonderer Reaktionsfähigkeit handelt, dessen Zündpunkt bis auf etwa 320 bis 340° herabgesetzt werden kann, und der sich somit in seinen Brenneigenschaften der Holzkohle stark nähert.

Wir sind auf diesen Punkt besonders eingehend zurückgekommen, mit Rücksicht auf einen vor einiger Zeit von Prof. Dr. Ing. Dennewy von der Berliner Technischen Hochschule gehaltenen Vortrag, in dem er sich mit den für die Verwendung zu Feuerungszwecken besonders wichtigen Eigenschaften fester Brennstoffe beschäftigt. Er sagt darin folgendes: „Es ist eine der wichtigsten noch zu lösenden Aufgaben der Brennstoff-Veredelung, einen der Holzkohle möglichst gleichwertigen festen Brennstoff aus fossilen Brennstoffen herzustellen. Erforderlich ist ein fester, stückiger bei der Verbrennung rückig bleibender, leicht verbrennlicher und aschearmer Brennstoff. Die Holzkohle ist bis heute der bei weitem beste feste Brennstoff, den wir kennen, sie ist aber zu teuer — und auch nur in ganz beschränkter Menge überhaupt verfügbar.

Von allen veredelten Brennstoffen kommt wie bei Aufstellung in Tafel 7 gezeigt, der Schwelkoks in seinen Eigenschaften der als idealer fester Brennstoff gekennzeichneten Holzkohle am nächsten. Er muß somit als der beste feste Brennstoff bezeichnet werden, den wir überhaupt zur Verfügung haben können, weil er im Gegensatz zur Holzkohle zu Preisen hergestellt werden kann, die etwa in der Höhe derjenigen des Steinkohlenkokses liegen.

Auch das Schwelgas ist ein besonders wertvolles Erzeugnis. Je nach Art der zu verschwelenden Kohle und des angewandten Schwelverfahrens bezw. der angewandten Arbeitstemperatur zeichnet sich die Zusammensetzung des Schwelgases, naturgemäß mehr oder weniger erheblichen Schwankungen. Dem gegenüber einem Kokereigas um 60 bis 70 % höheren Heizwert entsprechend ist der Wasserstoffgehalt wesentlich niedriger (etwa 30 % gegen etwa 50 %). Dafür ist der Gehalt an Methan (etwa 50 % gegen etwa 30 %) und schwereren Kohlenwasserstoffen erheblich höher. Es ist daher möglich, daraus unmittelbar auch größere Mengen von Gasolen zu gewinnen, was beim Steinkohlengas nicht ohne weiteres und nur unter besonderen Bedingungen möglich ist. Ebenso ist das Schwelgas für intensive Verbrennungen besonders geeignet und vor allen Dingen infolge seines höheren Heizwertes gegenüber Stadtgas als Treibgas für Motorfahrzeuge. Diese erhalten bei gleichem Füldruck in den Flaschen einen um 60 bis 70 % größeren Fahrbereich bei einer Füllung. Voraussetzung dafür ist die Möglichkeit, etwaige technische Schwierigkeiten, die sich durch teilweise Abscheidung höherer Kohlenwasserstoffe bei der Kompression vor allem in der kalten Jahreszeit ergeben können, zu beheben. Auf der anderen Seite ist der geringere Anfall der Schwelung gegenüber der Kokerei unter Umständen auch erwünscht.

Zusammengefaßt erfüllt also die Steinkohlenschwelung gegenüber der Kokerei:

1. Anfall eines festen Brennstoffs mit folgenden Vorzügen: Besonders reaktionsfähig, leicht entzündbar, in seiner Verwendung besonders sparsam und allgemein anwendbar in seinen Brenneigenschaften der Holzkohle nahestehend, dieser gegenüber aber in größter Menge und zu niedrigen Preisen erhältlich.
2. Anfall des Schwelteeres in gegenüber der Hochtemperaturverkokung wesentlich größerer Menge, erheblich wasserstoffreicher, als Rohstoff für die Treibstofferzeugung, aber auch für die unmittelbare Verwendung als Treib- und Heizöl besonders geeignet und daher besonders wertvoll.
3. Anfall einer, etwa ebenso großen Menge an leichten Motortreibstoffen, wie bei der Hochtemperaturverkokung.
4. Anfall von Schwelgas in einer gegenüber der Hochtemperaturverkokung zwar wesentlich geringeren Menge, dafür aber wesentlich heizkräftiger und als Ausgangsmaterial für die Gasol-Gewinnung besonders wertvoll.

Berücksichtigt man alles dies, insbesondere das, was Professor Dennewy zu diesen Fragen sagt, auch von verschiedenen anderen Seiten ist ein einiger Standpunkt eingenommen worden — so gibt es kaum, wenn man zugleich das, was die deutsche Volkswirtschaft erfordert, gebührend berücksichtigt, für die Steinkohle-Veredelung durch Entgasung grundsätzlich nur zwei Möglichkeiten:

1. Herstellung eines für technische Sonderzwecke erforderlichen besonders festen und schweren verbrennlichen Hüttenkokses durch normale Hochtemperatur-Verkokung bei 900 bis 1000° aus Steinkohlen mit einem mittleren Gehalt an flüchtigen Bestandteilen.
2. Veredelung von bittumenreicheren Kohlen bei niedriger Temperatur von 500 bis 600° durch Schwelung zwecks Gewinnung eines der Holzkohle in seinen Brenneigenschaften ähnlichen Schwelkokses in selbstverständlich ausreichend stückiger und fester transportfähiger Form, sowie der für unsere Volkswirtschaft besonders nötigen flüssigen Treibstoffe in größerer Menge.

Die Anforderungen, die ein diesen Bedingungen entsprechendes Schwelverfahren zu erfüllen hat, sind zusammengefaßt folgende:

1. Erzielung eines aufrechenbaren Rückstandes, dabei möglichst reaktionsfähigen der Holzkohle ähnlichen Verkohlungsrückstandes (Schwelkoks).
2. Erzielung einer möglichst hohen Ausbeute an flüssigen Destillaten.
3. Erzielung eines möglichst hohen Wasserstoffgehaltes in dem anfallenden Schwelteer.

Diese Bedingungen werden, wie wir gesehen haben, um so besser erfüllt, je niedriger die angewandte Entgasungstemperatur ist. Damit ergibt sich die technische Regel, gwecks Erfüllung der obigen Bedingungen heißt niedriger Temperatur zu arbeiten, daß gerade noch die Bedingung der Rückstandsfestigkeit ausreichend erfüllt wird. Das bedeutet Schwelen bei höchstens 600°, möglichst aber bei niedrigerer Temperatur von 550° und darunter. Denn jede Temperaturerniedrigung von 10° bewirkt nach Tafel 4 eine Erhöhung der Teerausbeute von 0,1 bis 0,2 % und zugleich eine Erhöhung des Wasserstoffgehaltes von gleicher Größe. Ist letzterer ist schon deshalb bedeutungsvoll, weil bei der Herstellung von Treibstoffen durch Hydrie-

[1]) Professor Dr. Ing. A. Dennewy, Berlin: Veredelte heimische Brennstoffe. Vortrag, gehalten gelegentlich der Hauptversammlung der Vereinigung alter Berliner Bergakademiker E. V. am 22. Febr. 1935.

zu, zugleich der Restgehalt an flüchtigen Bestandteilen, die beide die höhere Reaktionsfähigkeit bedingen. Für Feuerungszwecke ist auch von Bedeutung der Mindestbedarf an Luft, der erforderlich ist, die Verbrennung aufrechtzuerhalten. Auch dieser nimmt mit sinkender Herstellungstemperatur ganz erheblich ab.

Eine voll Schwelkoks beheizbare Feuerung kann daher etwa während einer Ruhepause mit verhältnismäßig geringem Brennstoff-Verbrauch warmgehalten werden. Ist also besonders sparsam. Sie läßt sich daher auch infolge der großen Reaktionsfähigkeit des Schwelkokses leicht wieder in Gang bringen.

Brennstoff-Art:	Zündpunkt:	Heizwert:
Holzkohle	270—290°	7600—7700 WE
Braunkohlen-Brikett	300—320°	4800—5000 WE
Schwelkoks normal		
bei 600° hergestellt	380—400°	7300—7500 WE
Schwelkoks besonders reaktiv		
bei 526—550° hergestellt	320—340°	7300—7500 WE
Anthrazit	460—470°	7500—7600 WE
Carbolug (M.T.-Koks)	480—500°	7300—7500 WE
Gaskoks	520—560°	7000—7200 WE
Hüttenkoks	560—640°	7000—7200 WE

Tafel 7.

Tafel 7 gibt einen Ueberblick über die Heizwerte und Zündpunkte der verschiedenen, hier in Betracht kommenden Brennstoffe. Danach liegt der Heizwert des Schwelkokses etwa zwischen denen des Anthrazites und des Hochtemperaturkokses, ist also durchaus normal, sein Zündpunkt dagegen um etwa 200 bis 250° niedriger als der des Hüttenkokses, je nachdem, ob es sich um normalen, bei etwa 600° hergestellten Schwelkoks mit einem Zündpunkt von 380 bis 400° oder einen bei niedriger Temperatur hergestellten Spezial-Schwelkoks von besonderer Reaktionsfähigkeit handelt, dessen Zündpunkt bis auf etwa 320 bis 340° herabgesetzt werden kann, und der sich somit in seinen Brennstoffeigenschaften der Holzkohle stark nähert.

Wir sind auf diesen Punkt besonders eingehend zurückgekommen, mit Rücksicht auf einen vor einiger Zeit von Prof. Dr. Ing. Drawe[1]), von der Berliner Technischen Hochschule gehaltenen Vortrag, in dem er sich mit den für die Verwendung zu Feuerungszwecken besonders wichtigen Eigenschaften fester Brennstoffe beschäftigt. Er sagt darin folgendes: „Es ist eine der wichtigsten noch zu lösenden Aufgaben der Brennstoff-Veredelung, einen der Holzkohle möglichst gleichwertigen festen Brennstoff aus fossilen Brennstoffen herzustellen". Erforderlich ist ein fester, stückiger, bei der Verbrennung stückig bleibender, leicht verbrennlicher und aschearmer Brennstoff. Die Holzkohle ist bis heute der bei weitem beste feste Brennstoff, den wir kennen; sie ist aber zu kurz — und auch nur in ganz beschränkter Menge überhaupt verfügbar.

Von allen veredelten Brennstoffen kommt, wie die Aufstellung in Tafel 7 zeigt, der Schwelkoks in seinen Eigenschaften der als idealer fester Brennstoff gekennzeichneten Holzkohle am nächsten. Er muß somit als der beste feste Brennstoff bezeichnet werden, den wir überhaupt zur Verfügung haben können, weil er im Gegensatz zur Holzkohle in Massen hergestellt werden kann, die etwa in der Höhe derjenigen des Steinkohlenkokses liegen.

Auch das Schwelgas ist ein besonders wertvolles Erzeugnis. Je nach Art der zu verschwelenden Kohle und des angewandten Schwelverfahrens bezw. der angewandten Arbeitstemperatur unterliegt die Zusammensetzung des Schwelgases naturgemäß mehr oder weniger erheblichen Schwankungen. Dem gegenüber einem Kokereigas um 60 bis 70 % höheren Heizwert entsprechend ist der Wasserstoffgehalt wesentlich niedriger (etwa 40 % gegen etwa 50 %). Dafür ist der Gehalt an Methan (etwa 50 % gegen etwa 30 %) und schwereren Kohlenwasserstoffen erheblich höher. Es ist daher möglich, daraus unmittelbar auch größere Mengen von Gasolen zu gewinnen, was beim Steinkohlengas nicht ohne weiteres und nur unter besonderen Bedingungen möglich ist. Ebenso ist das Schwelgas für Unterseeboote besonders wertvoll und vor allen Dingen infolge seines höheren Heizwertes gegenüber Stadtgas als Treibgas für Motorfahrzeuge. Diese erhalten bei gleichem Fülldruck in den Flaschen einen um 60 bis 70 % größeren Fahrbereich bei einer Füllung. Voraussetzung dafür ist die Möglichkeit, einwalige technische Schwierigkeiten, die sich durch teilweise Abscheidung höherer Kohlenwasserstoffe bei der Kompression vor allem in der kalten Jahreszeit ergeben können, zu beheben. Auf der anderen Seite ist der geringere Gasanfall der Schwelung gegenüber der Kokerei unter Umständen auch erwünscht.

Zusammengefaßt ergibt also die Steinkohlenschwelung gegenüber der Kokerei:

1. Anfall eines festen Brennstoffes mit folgenden Vorzügen: Besonders reaktionsfähig, leicht entzündbar, in seiner Verbrennung besonders sparsam und allgemein anwendbar in seinen Brenneigenschaften der Holzkohle nahestehend, dieser gegenüber aber in größter Menge und zu niedrigen Preisen erhältlich.
2. Anfall des Schwelkokses in gegenüber der Hochtemperaturverkokung wesentlich größerer Menge, erheblich wasserstoffreicher als Koks[1]) und die Treibstofferzeugung nicht nur für die unmittelbare Verwendung als Treib- und Heizöl besonders geeignet und daher besonders wertvoll. Anfall einer etwa ebenso großen Menge an leichten Motortreibstoffen wie bei der Hochtemperaturverkokung. Anfall von Schwelgas in seiner gegenüber der Hochtemperaturverkokung zwar wesentlich geringeren Menge, dafür aber wesentlich heizkräftiger und als Ausgangsmaterial für die Gasverbindung besonders wertvoll.

Berücksichtigt man alles das, insbesondere das, was Professor Drawe zu dieser Frage sagt, — auch von verschiedenen anderen Seiten ist ein frischer Standpunkt eingenommen worden —, so gibt es heute, wenn man zugleich das, was die deutsche Volkswirtschaft erfordert, gebührend berücksichtigt, für die Steinkohlen-Veredelung durch Entgasung grundsätzlich nur zwei Möglichkeiten:

1. Herstellung eines für technische Sonderzwecke erforderlichen, besonders festen und schwerer verbrennlichen Hüttenkokses durch normale Hochtemperatur-Verkokung bei 900 bis 1100° aus Steinkohlen mit einem mittleren Gehalt an flüchtigen Bestandteilen.
2. Veredelung von bituminenreichen Kohlen bei niedriger Temperatur von 500 bis 600° durch Schwelung zwecks Gewinnung eines der Holzkohle in seinen Brenneigenschaften ähnlichen Schwelkokses in selbstverständlich ausreichend flüchtiger und fester, transportfähiger Form sowie der für unsere Volkswirtschaft besonders nötigen flüssigen Treibstoffe in größerer Menge.

Die Anforderungen, die in diesen Bedingungen enthalten sind, sind zusammengefaßt folgende:

1. Erzielung eines aschearmen, stückigen, dabei möglichst reaktionsfähigen, der Holzkohle ähnlichen Verkokungs-Rückstandes (Schwelkoks).
2. Erzielung einer möglichst großen Ausbeute an flüssigen Destillaten.
3. Erzielung eines möglichst hohen Wasserstoffgehaltes in dem anfallenden Schwelteer.

Diese Bedingungen werden, wie wir gesehen haben, um so besser erfüllt, je niedriger die angewandte Entgasungstemperatur ist. Damit ergibt sich die technische Regel, zwecks Erfüllung der obigen Bedingungen bei möglichst niedriger Temperatur zu arbeiten, soweit noch die Bedingung der Stückigkeit des verbleibenden Rückstandes erfüllt wird. Das bedeutet Schwelen bei möglichst 600°, möglichst aber bei niedrigerer Temperatur von 550° und darunter. Denn jede Temperaturerniedrigung von 10° bewirkt nach Tafel 4 eine Erhöhung der Teerausbeute von 0,1 bis 0,2 % und zugleich eine Erhöhung des Wasserstoffgehaltes von solcher Größe. Das letztere ist eben deshalb bedeutungsvoll, weil bei jeder Herstellung von Treibstoffen durch Hydrie-

[1]) Professor Dr. Ing. R. Drawe, Berlin: Veredelte heimische Brennstoffe. Vortrag, gehalten gelegentlich der Hauptversammlung der Vereinigung alter Berliner Bergakademiker E. V. am 22. Febr. 1935.

rung die Wasserstoffkosten den größten Anteil an den Herstellungskosten ausmachen, es daher immer vorteilhaft ist, denjenigen Wasserstoffgehalt zu erhalten, der bereits in der Kohle vorhanden ist.

Ich habe versucht, die chemischen und wirtschaftlichen Bedingungen der Steinkohle-Schwelung insoweit hier darzustellen, als es nötig ist, um die Art des Einbaues der Steinkohle-Schwelung in den Rahmen der deutschen Volkswirtschaft überstehen zu können. Ich werde im folgenden auseinandersetzen, wie dieser Einbau im einzelnen etwa geschehen kann.

I. Die Steinkohlen-Schwelung betrachtet unter dem Gesichtspunkt des Abbaues und der Bewirtschaftung der Deutschen Kohlen-Vorräte.

Der Kohlenförderung ist mit einem mehr oder weniger großen Feinkohle-Anfall verbunden, der schwerer zu verwerten ist als gröbere Sorten und daher besonderer Maßnahmen erfordert. Man hat früher in diesem Zusammenhange viel von dem „Sortenproblem" gesprochen, das also gleichbedeutend mit dem Feinkohle-Problem ist.

Soweit Feinkohle nicht verbrannt wird, dient sie in der Hauptsache als Rohstoff für die Vergasung von Kohlen, also zur Herstellung von Hüttenkoks einerseits, zur Erzeugung von Leuchtgas andererseits, wobei ebenfalls Koks in Gestalt von Gaskoks gewonnen wird.

Sehen wir von den Magerkohlen ab, bei denen sich Feinkohle schließlich nur durch Verkleinerung verwerten läßt, also für den Feinkohlen-Anfall von Fettkohlen, Gas- und Gasflammkohlen nur die Entgasung des Verkokungsverfahren übrig. In welcher Form diese erfolgen, d. h. ob verkokt oder verschwelt werden soll, dafür ist letzten Endes immer die Qualität des Endproduktes, des Kokses, in erster Linie entscheidend. Erst in zweiter Linie spielt hierbei die Gasfrage eine Rolle, weil sich Gas ja schließlich in beiden Fällen erzielt und genügende Mengen für die Versorgung der Bevölkerung sich auch bei der Schwelung durch größeren Kohlendurchsatz erzielen lassen.

Alle bituminöseren Kohlen lassen sich praktisch unter Gewinnung eines stückigen Schwelkokses mit den Schwelöfen der Steinkohle-Schwelung insoweit hier darzustellen als nötig ist, um die Art des Einbaues der Steinkohle-Schwelung in den Rahmen der deutschen Volkswirtschaft überstehen zu können. Ich werde im folgenden auseinandersetzen, wie dieser Einbau im einzelnen etwa geschehen kann.

**1

Feinkohle schwefelhaltiger Kohlen immer Verwendung, deren Anfall heute mit allen Mitteln nach Möglichkeit verhindert wird und auch verhindert werden muß, solange man mit der Feinkohle nichts rechtes anzufangen weiß wie heute. Anders aber, wenn geschwelt wird. Dann kann die Förderung der schwelwürdigen Kohlen verbilligt werden, indem die heute angewandten schonenden und daher kostspieligen Abbau- und Fördermethoden verlassen werden zugunsten einfacherer und billigerer Methoden.

Besonders günstig liegen die Verhältnisse für die Schwelung im Saargebiet und in Schlesien, wo vorwiegend Gas- und Gasflammkohlen vorkommen, die überdies günstigeren denen des Ruhrgebietes ein oft sogar sehr erheblich schlechteres Backvermögen besitzen. Aehnliches gilt auch für das sächsische Revier. Es ist also nicht nur die Notwendigkeit der erheblichen Steigerung unserer inländischen Treibstoff-Erzeugung, die die Einführung der Schwelung im Interesse unserer Gesamtwirtschaft verlangt, sondern vor allem die dringende Notwendigkeit einer besseren Verwertung unserer Steinkohlen-Vorräte. Denn unsere Wirtschaft braucht, wie nicht oft genug hervorgehoben werden kann, feste Brennstoffe mit besseren Brenneigenschaften, als sie gasreiche Kohlen in unveredeltem Zustande nun einmal besitzen und immer besitzen werden.

2. Auf der anderen Seite darf man aber die Verhältnisse an der Ruhr nicht rein schematisch auf diejenigen der Saar und des schlesischen Reviers übertragen. Die Ruhrindustrie baut sich in ihrer Veredelungsindustrie, wie bereits gesagt, vorwiegend auf der Verarbeitung von Fettkohle auf, was zwangsläufig zur Hochtemperaturverkokung führt, solange man eben glaubt, daß lediglich Hochtemperaturkoks nötig. Schwelkoks dagegen überflüssig sei. Solange man hier genügend Kokskohle zur Verfügung hat, ist das ein Standpunkt, den man sich auch erklären kann. Nicht richtig ist es aber, die Verhältnisse an der Ruhr nun rein schematisch, wie es leider bisher geschehen ist, auf die des schlesischen und des Saar-Gebietes zu übertragen. Hier kommt vorwiegend Gas- und Gasflammkohle mit oft geringerer Backfähigkeit vor, was zu den bekannten Schwierigkeiten der Kokserzeugung führt. Hier sollte man daher nur soviel Hochtemperaturkoks erzeugen, als unbedingt nötig ist. Dagegen sollte die unmittelbare Verfeuerung der rauchenden und rußenden Gas- und erst recht Gasflammkohlen vor allem in Kleinfeuerungen so schnell wie möglich auf das Mindestmaß eingeschränkt werden. Hierher gehört der rauch- und rußlos verbrennende Schwelkoks in erster Linie hin. Gerade das Saar- und das schlesische Kohlerevier und die von ihnen mit Steinkohlen besserer Gebiete sind daher mit Nachdruck auf die hier in Frage stehenden Hüttenzechen, rauchenden und rußenden Kohlen dieser Gebiete, in welchen im Interesse der deutschen Wirtschaft die Steinkohlen-Schwelung auf das energischste gefördert werden muß. Wer das tut, nützt der deutschen Wirtschaft und dem deutschen Volke.

3. In diesem Zusammenhange ist von besonderer Bedeutung noch die Vorbereitung der Steinkohlen durch petrographische Aufbereitung nach Dr. Carl Lehmann, während, wie bereits erwähnt, das Sortenproblem sich mit der Bereitung der verschiedenen Größenklassen — der Sorten — innerhalb der einzelnen Steinkohle-Arten befaßt, befaßt sich nunmehr das Mischungsproblem auf die Herstellung einer organischen Verbindung zwischen den einzelnen Kohle-Arten, insbesondere zwischen den bei der Hochtemperatur-Verkokung einen minderwertigen Koks liefernden, dafür aber schnellwürdigen Gas- und Gasflammkohlen und den eigentlichen Kokskohlen, den Fettkohlen.

Es wurde oben bereits angedeutet, daß der Vorrat an Fettkohlen an der Ruhr durch deren zu starken Abbau unverhältnismäßig stärker abnimmt, daß also erforderlich ist, die Förderung mehr in Richtung derjenigen von Gas- und Gasflammkohlen zu verschieben. Durch die heutigen Abbaumethoden werden anstehend bereits hier und da wertvolle Flöze verloren gegeben. In manchen Stellen ergeben sich dadurch heute schon verschiedene Schwierigkeiten.

Nach verschiedenen Schätzungen beträgt beispielsweise an der Ruhr der Anteil der Fettkohle etwa 40 % des abbaufähigen Gesamtvorrates, während der aufgeschlossene Förderanteil daran etwa 70 % ausmacht. Demgegenüber beträgt der Vorratsanteil an Gas- und Gasflammkohlen etwa 29 %, die Abbauquote aber nur 21 %, sodaß jährlich an diesen Kohlearten etwa 10 Millionen Tonnen zu wenig abgebaut werden. Im Interesse einer gleichmäßigen Abbauweise muß daher eine Verlagerung der Kohlenförderung an der Ruhr in Richtung dieser ärmeren Förderung von Gas- und Gasflammkohlen gefordert werden. Zugleich besteht die Aufgabe, aus diesen Kohlearten durch Aufbereitungsmaßnahmen den Rohstoff für die Herstellung eines normalen Hüttenkokses herzustellen, womit eine weitere Möglichkeit zur Schonung unserer Fettkohlen-Bestände gegeben ist.

Die Möglichkeit hierzu liegt in der petrographischen Aufbereitung der Feinkohle durch Zerlegung in ihre einzelnen Bestandteile nach Dr. Carl Lehmann, und zwar in Glanz-, Matt- und Faserkohle, von denen die beiden ersten den weitaus größten Anteil liefern. Diese Aufbereitung läßt sich mit verhältnismäßig einfachen technischen Mitteln und durchaus tragbaren Kosten (etwa 0,20 M je Tonne Kohle) durchführen. Der hierbei anfallende, an Glanzkohle angereicherte Anteil ergibt bei der normalen Verkokung oft schon für sich allein, besonders aber beim Vermischen mit Fettkohle einen durchaus normalen Hüttenkoks, während der an Mattkohle angereicherte Anteil sich ausgezeichnet verschwelen läßt. Schließlich dient der in untergeordneter Menge anfallende Faserkohlen-Anteil zum Betrieb von Kohlenstaub-Motoren, von Kohlenstaub-Feuerungen oder zur Herstellung von Filterkohle.

Während der durch petrographische Aufbereitung aus Gas- und Gasflammkohlen gewonnene Mattkohle-Anteil sich bei der Hochtemperatur-Verkokung noch schlechter verhält als die unaufbereitete Ausgangskohle, möglicherweise sich dabei der Schwelung vielfach gerade in umgekehrtem Sinne geltend: Mattkohle ergibt besseren Schwelkoks. Erst bei oberhalb der üblichen Schwelltemperatur von höchstens 600° liegenden Temperaturen von 650 bis 700° beginnt der Zerfall des zunächst entstandenen festen Schwelkokses.

Bei besonders schlecht backenden Kohlen ist eine Verbesserung der Festigkeitseigenschaften des Schwelkokses durch Verkürzung der Garungsdauer durch Arbeiten in verhältnismäßig kleinen Schichthöhen möglich.

Von besonderer volkswirtschaftlicher Bedeutung ist die petrographische Aufbereitung der Steinkohle zum Zweck der Gewinnung einer für die Schwelung besonders geeigneten Ausgangskohle insbesondere deshalb, weil die Mattkohle-Konzentrate bei der Schwelung vielfach eine höhere Teerausbeute gegenüber der Ausgangskohle ergeben. Hierüber sei auf eine Arbeit von Dr. Ing. H. Hoffmann und Dr. Ing. F. v. Kühlwein[*]) verwiesen, die eine größere Anzahl von verschiedenen Saarkohlen im Laboratorium untersucht haben, und von deren Ergebnissen einiges in Tafel 8 wiedergegeben ist.

Zusammengefaßt ist somit festzustellen:

Die Steinkohlen-Schwelung ist deshalb für die deutsche Volkswirtschaft von dringendster Bedeutung, weil sie als Veredelungs-Verfahren eine Verbesserung und damit eine Werterhöhung der verschwelten Steinkohle ergibt in Form von Schwelkoks, der als Holzkohle-Ersatz leicht entzündlicher, rauchloser fester Brennstoff die mit der Verwendung rauchender und rußender Gas- und Gasflammkohlen verbundenen unangenehmlichkeiten beseitigt und einen

[*]) Dr. Ing. H. Hoffmann und Dr. Ing. F. v. Kühlwein, Glückauf 71, S. 838 (1935).

für die Motorisierung besonders brauchbaren Generator-Betriebsstoff; b) erhebliche Mengen flüssiger Brennstoffe in Form insbesondere von Schwelteerölen, der als Heizöl, als Treibstoff für Dieselmaschinen und als Ausgangsstoff für die

Glanzkohle-(Vitrit-) Konzentrat		Matkohle-(Durit-) Konzentrat	
< 0,5 mm	< 4900 M/cm²	< 0,5 mm	< 4900 M/cm²
14,93 %	15,67 %	33,05 %	34,11 %
12,53 %	12,80 %	28,98 %	31,20 %
13,31 %	13,93 %	26,07 %	27,16 %
12,69 %	14,19 %	22,14 %	26,25 %
12,29 %	13,15 %	16,53 %	18,64 %
12,01 %	12,66 %	16,14 %	20,56 %
11,96 %	12,53 %	20,91 %	20,08 %
11,96 %	12,63 %	19,62 %	20,37 %
12,41 %	12,76 %	18,37 %	20,14 %
12,70 %	13,48 %	14,89 %	15,37 %
13,41 %	13,84 %		
13,15 %	12,77 %	16,73 %	18,64 %

Tafel 8.

Teeraushenten verschiedener, petrographisch aufbereiteter Saarkohlen bei Verschwelung im Laboratorium bei 550°.
(Nach A. Hoffmann und F. P. Kühlwein.)

Benzinerzeugung besonders wertvoll ist, c) wertvolles Motorenbenzin, d) besonders heizkräftiges Schwelgas, das für besondere Heizzwecke als Flaschengas sowie für die Gasolgewinnung besonders geeignet ist.

I. Die Steinkohlen-Schwelung, gesehen von der Seite der Unterbringung des Schwelkokses aus.

In seinem oben angezogenen Vortrag sagt Professor Damm: „Dank der Schlafmützigkeit der festen Brennstoffe haben sich die flüssigen Brennstoffe auch auf Arbeitsgebieten breit gemacht, aus denen sie in erdölarmen, aber kohlereichen Ländern wieder verdrängt werden müssen."

Als Grund hierfür gibt er an, daß alle festen Brennstoffe mit Ausnahme der Holzkohle, des Anthrazits und bei Koks, also vor allem die Fett-, Gas- und Gasflammkohlen, in Wirklichkeit aus drei Brennstoffen bestehen, und zwar einem festen, einem flüssigen und einem gasförmigen, deren gleichzeitiges Vorhandensein nebeneinander für ihre technische Verwendung viel unangenehmer ist, als allgemein angenommen wird. Mit Ausnahme von Holzkohle und Koks zerfallen sie bei der Verbrennung, oder sie backen. Daher geht die Umsetzung der erwähnten Steinkohlearten insbesondere bei der üblichen Verbrennung auf dem Rost viel zu langsam vor sich. Es besteht somit grundsätzlich ihrer technischen Verwendung zwischen ihnen auf der einen, den flüssigen und gasförmigen Brennstoffen auf der anderen Seite eine große Kluft, die die Verwendung fester Brennstoffe in sehr vielen Fällen ausschließt, vor allem dann, wenn es sich um Höchstleistungen handelt. Damit ergibt sich auch wirtschaftlich den Gründen die Notwendigkeit, eine Veredelung-Verfahren für hitumihöse Kohlen, das einen in seinen Eigenschaften der Holzkohle möglichst ähnlichen festen Brennstoff zu liefern vermag, dessen wir also bedürfen, um auch hier die Verwendung flüssiger oder gasförmiger Brennstoffe höherer Leistungen zu erreichen, als das bei Verwendung unveredelter Steinkohlen möglich ist.

Denn wir können es uns einfach nicht leisten, irgendwelche Teile, die entweder unmittelbar zum Betrieb von Explosionsmaschinen geeignet sind, oder die sich durch Hydrierung also leicht und mit geringen Kosten in Motortreibstoffe überführen lassen, zu verbrennen, wenn nicht im Einzelfalle ganz dringende Gründe vorliegen.

Umsomehr müssen wir also auf die Erzeugung eines billigen und in größter Menge verfügbaren, der Holzkohle in seinen Eigenschaften möglichst ähnlichen festen Brennstoffes Wert legen. Das fordert unsere Volkswirtschaft. Ebenso müssen wir auch da, wo Explosionsmotore nicht unbedingt mit flüssigen Treibstoffen betrieben werden müssen, auch die Motorisierung mit einem derartigen festen und billigen Brennstoff durchzuführen suchen, wie es eben geht, das vor allem, weil der Umfang der Motorisierung Deutschlands immer noch steigt und noch weiter steigen wird. Es darf daher auch das nicht immer wieder betont werden, keine Tonne Öl an solchen Stellen verbraucht werden, wo es nicht unbedingt nötig ist. Die von Prof. Damm in seinem mehrfach angezogenen Vortrag erwähnte Verdrängung der festen Brenn- und Treibstoffe durch flüssige muß daher überall, wo irgend durchführbar ist, wieder rückgängig gemacht werden. Um so mehr, als es darum in unserem Interesse, unserer Volkswirtschaft vor allem unsere hochwertigen, bituminösen Steinkohlen vor ihrer Verwendung so behandeln, daß sie in feste, flüssige, gasförmige Brennstoffe und flüssige, für die Treibstoffveredelung geeignete Stoffe zerlegt werden. Das diese Mittel ist, wie wir gesehen haben, die Steinkohlen-Schwelung.

Naturgemäß wird der Schwelkoks, der unter Berücksichtigung des Unterfeuerungsbedarfes je nach Art der Kohle in einer Menge von 65 bis 75 % der Ausgangskohle anfällt, immer das Hauptprodukt der Steinkohlenschwelung darstellen. Wird sie also angewandt werden soll, so ist entscheidend für die Möglichkeit und den Umfang ihrer Anwendung immer die Frage der Unterbringung des Schwelkokses. Soll die Schwelung der Steinkohle also in größerem Umfange durchgeführt werden, so erfordert das eine entsprechend umfangreiche Umstellung des gesamten Brennstoffwirtschaft. Von dieser Seite aus gesehen ist und bleibt die Steinkohlen-Schwelung daher immer ein außerordentlich großes wirtschaftliches Problem, das es zu lösen gilt, das aber durchaus lösbar ist. Hierbei kommt es also nicht darauf an, die Schwelung in kleinerem Umfange etwa von der Größenordnung eines Prozentes der Kohlenförderung einzuführen, sondern die Kohlenwirtschaft wohl kann gestört werden dürfte auch wenn keine besonderen Maßnahmen zur Organisation des Absatzes durchgeführt würden, sondern es handelt sich von vornherein um Mengen, die sich der Größenordnung nach etwa 10 und mehr Prozent der Steinkohlenförderung nähern. Was hier zu geschehen hat, um den Brennstoffmarkt und die Brennstoffwirtschaft als wesentlichen Teil der deutschen Volkswirtschaft in Ordnung zu halten, das bedarf allerdings sorgfältiger Überlegung. Wie vom wirtschaftlichen Standpunkt werden soll, werden die zu erwartenden Schwierigkeiten schon aus einem Grunde überschätzt: Es ist doch selbstverständlich, daß die Durchführung der Steinkohlen-Schwelung in einem Umfange, wie wir ihn im Augenblick, nicht von heute auf morgen erfolgen kann. Die Wirtschaft hat also Zeit genug, sich mit der Frage der Marktregelung zu befassen und die erforderlichen Maßnahmen zu treffen, die erforderlich sind, um wirtschaftliche Rückschläge zu vermeiden und erforderlichenfalls die nötigen Erfahrungen zu sammeln. Die Gegner der Steinkohlenschwelung sprechen jedoch leider sehr häufig so, als ob nun beabsichtigt sei, von heute auf morgen ungeheure Mengen Schwelkoks auf den Markt zu bringen, ein Vorgehen, das allerdings für die deutsche Volkswirtschaft wohl kaum tragbar wäre. Wenn wir also hier der Einführung der Steinkohlen-Schwelung in größerem Umfange das Wort reden, so soll damit nur vorgegeben werden, daß das nur in einer Form in einer für die deutsche Wirtschaft erträglichen, nach einem sorgfältig erwogenen Plan erfolgenden allmählichen Entwicklung geschehen ist. Es soll daher nicht eine Verlegenheits-

lösung sondern eine sich mit den Erfordernissen der deutschen Wirtschaft verträgende Hauptlösung dieses Problems gesucht werden!

Es ist wiederholt davon gesprochen worden, diejenige Verwendung der Steinkohle sei die wirtschaftlichste und beste, bei der die Kohle auf dem kürzesten und billigsten Wege vom Schacht in die Feuerung gelangt. Nach dieser Devise müßte also für den heutigen Stand von Wirtschaft und Technik nicht ernsthafter Anschluß in die Steinkohle also kein Rohkoks, sondern lediglich ein Brennstoff. Wie falsch diese Ansicht ist, zeigen die oben erwähnten Ausführungen von Professor Drawe bereits schon hinsichtlich der Feuerungstechnik, ganz abgesehen von durchaus begründeten Anforderungen anderer Art. Eine solche Ansicht verträgt sich nicht mit den Erfordernissen eines wirtschaftlich und technisch hochstehenden Landes, wie es Deutschland ist.

Wie kann die Umstellung der Brennstoff-Wirtschaft überhaupt geschehen? Schwelkoks ist zunächst einmal in der Lage, als Einheitsbrennstoff große Verwendungsgebiete ausschließlich mit Brennstoff zu versorgen, also eine ganze Reihe unnötiger und für den Verbraucher unvorteilhafter Sorten zu ersetzen. Denn dieselbe Kohle, die bisher unveredelt unmittelbar so wie sie aus dem Schacht kommt, verfeuert wird, kann zunächst in einer Veredelungsanlage von für andere Zwecke wertvolleren Stoffen befreit und erst dann in veredelter Form als Schwelkoks verbraucht werden. Geschieht das, so handelt es sich nicht etwa um die Verdrängung von Rauch- und ruhenden Flammkohlen durch Schwelkoks, wie von den zahlreichen Schwelgegnern fälschlich immer wieder behauptet wird. Denn es ist doch nur die gleiche Kohle, die dann verbrannt wird, nur daß sie jetzt die vorher in der Schwelanlage entfernten bituminösen Bestandteile nicht mehr enthält. Von einer Verdrängung einer Kohlensorte kann dann doch nicht die Rede sein! Es scheint, daß diese einfache Ueberlegung vielfach große Schwierigkeiten bereitet.

Schwelkoks soll also zunächst überall da verbrannt werden, wo bisher rauchende und ruhende Gas- und Gasflammkohlen vor allem in Rostfeuerungen benutzt worden sind. Die Rauchlosigkeit des Schwelkokses würde dann zugleich die vor allem in Großstädten vorhandene, oft unerträgliche Rauch- und Rußplage beseitigen können. Das vor allem an Orten, an denen die Verwendung von Anthrazit aus Transportgründen nicht in Frage kommt, wie vor allem an der Saar und in Schlesien. Denn es wäre doch ein Unding, wenn man an diesen Orten, an denen an sich Kohle genug vorhanden ist, von einem weltab liegenden wertvollen Kohlenrevier herbeiführte, Kohlen verbrennen würde. Das gilt auch für diesen Kohlenrevieren benachbarte Versorgungsgebiete. Hinzukommt, daß gerade an der Saar eine umfangreiche Schwelkoksproduktion eine ganz neue Exportmöglichkeit, vor allem nach der Schweiz und den Mittelmeer-Ländern, schaffen könnte, der gerade für das in besonders schwieriger wirtschaftlicher Lage befindliche Saargebiet von großer wirtschaftlicher Bedeutung werden muß.

Die zur Zeit in Deutschland in Kleinfeuerungen verbrannten und durch Schwelkoks ersetzbaren Mengen von hochflüchtiger Steinkohle werden auf mindestens 13 bis 17, höchstens 21 bis 25 Millionen Tonnen im Jahr geschätzt. Schon hier lassen sich also ganz erhebliche Mengen Schwelkoks bei richtiger Organisation der Schwelung und des Marktes ohne wirtschaftliche Störungen unterbringen. Eine solche Maßnahme bedeutet also lediglich eine Umleitung der in Betracht kommenden Kohlen auf dem Wege über die Schwelanlage, nicht aber eine zusätzliche Belastung des Kohlenmarktes durch eine neue Kohlensorte.

Weiterhin wäre zukünftig der Verbrauch und die Erzeugung von Hütten- und Gaskoks zugunsten derjenigen von Schwelkoks allmählich einzuschränken. Die Möglichkeit hierfür liegt vor beim Ersatz erneuerungsbedürftiger Kokereien und Gaswerke durch Schwelanlagen. Die deutschen Gaswerke bringen jährlich etwa 4 bis 5 Millionen Tonnen Gaskoks auf den Markt, die Hüttenkokereien eine vielleicht etwas geringere Menge in Form von Brechkoks, die durch gleiche Mengen Schwelkoks zu ersetzen sind. Gerade für Kleinfeuerungen der verschiedensten Art ist der Schwelkoks wegen seines guten Brennstoffgehaltes dem Hochtemperaturkoks unbedingt vorzuziehen. In allen diesen Fällen handelt es sich also nicht darum, wie leider immer wieder fälschlich behauptet wird, einen zusätzlichen, den Markt zusätzlich belastenden und die Kohlenwirtschaft somit störenden Brennstoff auf den Markt zu bringen, sondern darum, nach einem sorgfältig aufzustellenden Wirtschaftsplan unvollkommene Brennstoffe durch vollkommenere zu ersetzen. Es ist ohne weiteres möglich, in vielen Fällen eine wärmetechnisch Hochtemperatur-Koksfeuerung durch eine Schwelanlage und nicht durch eine Kokereianlage zu ersetzen, wenn einerseits schwerwindige Kohle vorhanden ist, andererseits bisher mehr Hüttenkoks hergestellt wurde, als an sich in dieser Form unbedingt gebraucht wurde. Von einer zusätzlichen Belastung des Marktes kann in diesem Falle naturgemäß überhaupt nicht die Rede sein, weil in Schwelkoks dann nur in einer solchen Menge erzeugt werden soll, wie vorher in der abgebrochenen und durch eine Schwelanlage ersetzten Kokereianlage Hochtemperaturkoks erzeugt wurde.

Ein weiteres großes Verwendungsgebiet für Schwelkoks ist die keramische Industrie. So werden z. B. in den Werken der Großkeramik z. Zt. im Jahr etwa 4 Millionen Tonnen meist Gas- und Gasflammkohlen verfeuert, eine weitere ebenfalls sehr erhebliche Menge in der Feinkeramik. Nach Ansicht führender Fachleute würde die Verwendung von Schwelkoks in diesen volkswirtschaftlich äußerst wichtigen Industriezweigen nicht nur betriebliche Annehmlichkeiten, sondern vor allem durch Verbesserung der Feuerungseinrichtungen eine sehr wesentliche Herabsetzung der Selbstkosten und damit die Möglichkeit der Wiedergewinnung früher bestandener erheblicher Exportmöglichkeiten bedeuten. Auch hier hätten wir nicht Verdrängung eines bisher benutzten Brennstoffes durch einen anderen, sondern lediglich eine Umleitung über eine Veredelungsanlage, wovor er endgültig verbraucht wird.

Ebenso hatte es nach der Ansicht namhafter Hüttenmänner möglich sein, den bisher im Hochofen benutzten Hüttenkoks teilweise oder ganz durch Schwelkoks zu ersetzen. Wenn es gelingt, woran heute kaum gezweifelt werden kann, die Anlage und Betriebsköpfen von Schwelanlagen etwa auf der gleichen Höhe zu halten wie die von Kokereien, hätte die dann wirtschaftlich ebenso gut zulässige Verwendung von Schwelkoks im Hochofen den Vorteil des bei der Schwelung von Fettkohlen sich ergebenden höheren Teeranfalles von etwa 5 bis 6 % gegenüber etwa 3 % bei der Verkokung. Bei einer Koksproduktion in Deutschland von 30 bis 35 Millionen Tonnen, mit der wir hoffentlich auf die Dauer rechnen dürfen, und der eine durchsetzbare Kohlenmenge von 40 bis 50 Millionen Tonnen entspricht, könnte hier eine ganz erhebliche Steigerung der Erzeugung flüssiger Treibmittel erfolgen, wenn nur ein Teil des Hochofenkoks durch Schwelkoks ersetzt würde. Würde z. B. nur die Hälfte des Ofenkokses durch Schwelkoks ersetzt, also etwa 25 Millionen Tonnen Koks nicht mehr verkokt, sondern verschwelt, würde man statt 600 000 bis 700 000 Tonnen eines für die Treibstoff-Versorgung nur zum geringeren Teil verwendbaren Kokereiteeres etwa 1,5 Millionen Tonnen eines hierfür ausgezeichnet brauchbaren Schwelteeres erhalten. Die Bedeutung dieses Postens ist so gewaltig, daß es so schnell und so unfassend wie möglich fortgesetzt werden sollte. Eine Aufgabe von einer Größe, wie sie der Wirtschaft und Technik nicht oft gestellt wird!

Auf der anderen Seite lassen sich auch neue Verwendungsgebiete unschädlicher Art für Schwelkoks schaffen. Flüssige Treibstoffe lassen sich an sich vielen Stellen durch aus Schwelkoks erzeugtes Generatorgas (Sauggas) ersetzen. Gerade die große Reaktionsfähigkeit des Schwelkokses ermöglicht besonders große Generatorleistungen, die diejenigen im Falle der Verwendung von Hüttenkoks ganz bedeutend übertreffen. Auch die Gasbetriebssicherheit dürfte

merklich besser sein. Dies zeigt unter anderem das Ergebnis der Probefahrt des REAK mit heimischen Treibstoffen vom Herbst 1935 [1]), bei der Steinkohlenschwelkoks wesentlich besser abgeschnitten hat als Hüttenkoks. Wir kommen auf diese Frage weiter unten noch zurück.

Ein weiteres sehr großes Verwendungsgebiet für Schwelkoks ist auch die Kesselfeuerung, vielleicht auch die Lokomotivbeheizung. Gerade für Kesselfeuerungen dürfte Schwelkoks von besonderem Wert sein. Ihr seinerzeit erwähnter Vortrag sagt Professor Dronke, daß für Dampfkesselfeuerungen vor allem solche mit hohen Feuerräumen, der heute verfügbare feste Brennstoff Zechenkoks und Gaskoks ist, der keine flüchtigen und gasförmigen Bestandteile mehr enthält und bei der Verbrennung stückig bleibt. Durch diese Eigenschaften wird der an sich schwerwiegende Nachteil seiner sehr schweren Verbrennlichkeit mehr als ausgeglichen. Umsomehr kann also der Schwelkoks als der beste Kesselbrennstoff bezeichnet werden, den wir heute verfügbar haben könnten, weil er die gleichen günstigen Eigenschaften aufweist wie der Hochofenzechenkoks, aber nicht den Nachteil seiner schweren Verbrennlichkeit.

Wir sind also, wie die vorstehenden Ausführungen gezeigt haben, durchaus in der Lage, sehr erhebliche Mengen an Schwelkoks unterbringen zu können, ohne die Wirtschaft zu stören, wenn wir nur wollen. Wir brauchen die Schwelung nicht allein für die Erzeugung flüssiger Treibmittel, für die sie unsere größte inländische Quelle darstellt, sondern vor allem zunächst einmal aus rein feuerungstechnischen Gründen. Deshalb muß sie mit allen Kräften gefördert werden. Geschieht dies, wird der deutschen Wirtschaft gedient. Organisatorisch ist die Durchführung der Schwelung in sehr großem Umfange auch möglich, wenn dies nach einem einheitlichen, auf lange Sicht hinaus berechneten Plan geschieht, nach dem die Brennstoffwirtschaft allmählich umgebaut wird. Mit den überaus sittlichen Denkmethoden der Vergangenheit läßt sich die Schwelfrage allerdings nicht lösen, sondern nur durch eine sorgfältige Wirtschaftssteuerung.

Abschließend noch einige Worte zur Magerkohlenfrage. Es wird leider bis auf den heutigen Tag immer wieder davon gesprochen, daß die Schwelung den Anthrazitkohlen-Markt ruinieren würde. Die vorstehenden Ausführungen haben gezeigt, daß davon keine Rede sein kann und bei Durchführung der Schwelung sorgfältig darauf geachtet werden soll, daß hier keine Störungen eintreten. Schwelkoks soll also überall da verbraucht werden, wo heute und auch in Zukunft kein Anthrazit verbrannt wird und verbrannt werden wird, also vor allem in Gegenden, die so weit von den Anthrazitvorkommen entfernt liegen, daß seine Verwendung nicht in Frage kommt. Daß schadet dem Anthrazitabsatz ebensowenig, als wenn etwa die Gaswerke statt Gaskoks nun Schwelkoks erzeugen oder die Hochöfen mit Schwelkoks betrieben werden.

Hinzugefügt sei noch, daß die Einführung der Steinkohlen-Schwelung Arbeitsmöglichkeiten für zahlreiche Volksgenossen schafft:

a) längere, letzten Endes in der Hauptsache jedoch vorübergehende Beschäftigung beim Bau von Schwelanlagen,

b) durch die mit der Schwelung verbundene Steigerung der Kohlenförderung (anstelle von 1 Tonne verkaufter Rohkohle, treidet Schwelkoks in gleicher Menge erfordert eine Verförderung von etwa 1,4 Tonnen Rohkohle),

c) beim Betrieb der Schwel- und Veredelungsanlagen.

Die beiden letzten Möglichkeiten ergeben Dauerbeschäftigung.

Auch dies ist für die deutsche Volkswirtschaft von größter Bedeutung. Deutschland ist und wird auch in aller Zukunft ein Veredelungsland bleiben. Veredelungsbetriebe gehören daher zu den vordringlichsten Möglichkeiten, Arbeit für deutsche Volksgenossen zu beschaffen. Sie müssen daher im Interesse der deutschen Wirtschaft bis zum äußersten ausgenutzt werden.

[1]) Versuchsfahrt mit heimischen Treibstoffen 1935. Zeitschr. d. VDI. 79, 1543 (1935).

III. Steinkohlenschwelung und (Gaserzeugung [1]).

Kokereien und Gasanstalten teilen sich heute in die Versorgung mit Gas. Immer wird auch bei der Kokerei die Verwertung des in großen Mengen anfallenden Ueberschusses für den Betrieb der Kokereien mit ausschlaggebend sein, wie auch für die Gaswerke die Frage des Koksabsatzes von entscheidender Bedeutung ist.

Wenn also durch die Einführung der Steinkohlen-Schwelung in Kokereien und Gasanstalten eine Umstellung der Absatzmöglichkeiten für die festen Produkte erforderlich ist, so darf gleiches auch für die Gaswirtschaft.

Entscheidend hierfür ist, daß, wie bereits gezeigt, die Schwelung wesentlich weniger Heizwert in Form von Gas liefert als die Kokerei, obwohl das Schwelgas bedeutend heizkräftiger ist. Soll sich also die Schwelung zufriedenstellend an der Gaserzeugung beteiligen, so ist zu berücksichtigen, daß, wenn beide Arten der Gaserzeugung nebeneinander bestehen sollen, im Interesse einer einheitlichen Gaswirtschaft eine Angleichung der Gasheizwerte zu erfolgen hat, wenn nicht bestimmte wirtschaftlich abgeschlossene Gebiete selbständig weiter einen höheren Heizwert für das Stadtgas einführen wollen. Stadtgas hat heute einen Heizwert (H) von 4000 bis 4500 WE. Schwelgas einen solchen von 7000 bis 7500 WE. Die Schwelung liefert im Gegensatz zur Kokerei (in beiden Fällen Schwachgasbeheizung vorausgesetzt) nur etwa 60 % der bei der Kokerei in Form von Gas anfallenden Wärmemenge. Damit ist schon gesagt, daß für die gleiche Gaserzeugung wie bei der Kokerei nahezu die 1,7 fache Kohlenmenge bei der Schwelung durchgesetzt werden muß, um den gleichen Heizwert in Form von Gas zu erzeugen. Da jedoch die Gaswerke durch zusätzliche Wassergaserzeugung z. Tonne Kohle nicht 230, sondern etwa 350 cbm Gas liefern, müßte die Schwelung die 2,7- bis 2,8fache Kohlenmenge durchsetzen, um die gleiche Gasmenge, dem Heizwert nach gerechnet, zu liefern. Damit ist also schon gesagt, daß die Gaswerke bei Einführung der Schwelung zur Erzeugung der gleichen Gasmenge wesentlich mehr Kohle verarbeiten können als bisher, daher in der Lage sind, sich an der Umarbeitung von durch Schwelkoks zu ersetzenden Gas- und Gasflammkohlen in erheblichem Umfange zu beteiligen.

Für die Herabsetzung des Heizwertes des Schwelgases auf den heute üblichen Heizwert gibt es verschiedene Möglichkeiten. Vor allem das Strecken des Gases mit oder ohne vorherige Entfernung des Gehaltes, eine Maßnahme, die indessen nur für größere Gaswerke in Frage kommt, bei denen sich die Gasgewinnung auch lohnen würde.

Die wirtschaftlichen Aussichten der Steinkohlen-Schwelung auf Gaswerken müssen als durchaus günstig angesehen werden. Wenn die Anlage- und Betriebskosten der Schwelung nicht höher sind als die der Gaserzeugung durch Hochtemperatur-Vergasung, so kann erwartet werden, daß sich die wirtschaftliche Seite der Schwelung in Gaswerken durchaus günstig gestalten wird. Voraussetzung ist natürlich, daß die Steinkohlen-Schwelung nicht durch besondere Anforderungen an Schwefelwürdiger Kohlen wirtschaftlich verschlechtert wird, was unter Umständen zu berücksichtigen ist.

Besonders wertvoll für die wirtschaftliche Entwicklung der Gasindustrie ist die Schwelung auch deshalb, weil die Gaswerke sich dann stärker als bisher an der Versorgung der Bevölkerung mit Brennstoffen und Treibmitteln beteiligen könnten, eine Entwicklung, die durchaus im Interesse der deutschen Volkswirtschaft liegt und als gesundes Gegengewicht gegen alle irgendwie geartete Monopolbestrebungen zu werten ist.

Ebenso wichtig ist die Schwelung auch möglichst vielen, über das ganze Land verteilten kleineren und mittleren Gaswerken auch aus anderen Gründen, auf die nicht besonders hingewiesen zu werden braucht. Wenn aber, soweit unbedingt gerechnet werden muß, die Zukunftsentwicklung der deutschen Motorisierung stärker in Richtung des

[1]) Siehe den folgenden Vortrag von Dipl.-Ing. G. Schumacher.

auf Schwelkoks gegründeten Sauggasbetriebes vorsichgehen wird, gewinnt diese Entwicklung dann besondere Bedeutung, wenn die Gaswerksanlagen Erzeugungs- und Veredlungsstätten von Schwelkoks dazu eingesetzt werden. 10 Tonnen verschwelter Gasflammkohle liefert etwa 6500 bis 7000 kg Schwelkoks, die den Gegenwert von 3250 bis 3500 kg flüssigen Treibstoff oder von etwa 4500 Liter Benzolersatz-Treibstoff darstellen*).

IV. Die Steinkohlen-Schwelung im Rahmen der deutschen Treibstoff-Versorgung.

Der deutsche Bedarf an Treibmitteln für die Motorisierung steigt täglich und wird in den nächsten Jahren noch erheblich weiter wachsen. Dieser Bedarf muß also mit allen Mitteln sichergestellt werden, um überhaupt die Verstärkung der Motorisierung Deutschlands zu ermöglichen.

Was die Steinkohlen-Schwelung dazu tun kann, ist im voranstehenden immer wieder gestreift worden. Im Vordergrund steht hierbei zunächst der Steinkohlen-Schwelkoks, der auf dem Wege über Sauggas-Betrieb seinen sehr erheblichen Teil flüssiger Treibmittel zu ersetzen vermag und berufen ist, 12 Millionen Tonnen Schwelkoks können hierbei etwa 1 Million Tonnen flüssige Treibstoffe ersetzen und daher für solche Zwecke freimachen, für die sie unbedingt gebraucht werden und daher durch nichts anderes ersetzt werden können. Hierzu müssen etwa 3 Millionen Tonnen Steinkohle abgeschwelt werden, die außerdem noch etwa 390 Millionen cbm Schwelgas mit 7200 bis 7400 WE. liefern. Da 1 cbm Schwelgas etwa 0,6 bis 0,7 kg flüssigen Treibstoff zu ersetzen vermag, würden diese in Form von Flaschengas weitere 0,25 Millionen Tonnen flüssigen Treibstoff freimachen können. Schließlich ergeben sich dabei noch etwa 30 000 Tonnen Motorenbenzin und etwa 0,24 Millionen Tonnen Schwelteer, sodaß alles in allem bei der Verschwelung von 3 Millionen Tonnen Steinkohle, wenn die sämtlichen dabei entstehenden Erzeugnisse der Motorisierung dienstbar gemacht werden, der Gegenwert von etwa 1,5 Millionen Tonnen flüssiger Treibstoff herauskommt. Von diesen Erzeugnissen ist der Schwelkoks außerordentlich wohlfeil, da er je kg auf der Tankstelle leicht zu 2 Pfg. zu liefern ist, sodaß also hier je kg flüssiger Treibstoff in Form von Schwelkoks 2 kg im Wert von 6 Pfg. verwendet sind, um die gleiche Motorleistung zu erzielen. Da indessen nicht damit gerechnet werden kann, daß wir in Zukunft zwei Drittel der Motortreibstoffe durch Sauggasbetrieb auf der Grundlage des Schwelkokses decken werden, muß ein erheblicher Teil des Schwelkokses naturgemäß zu Feuerungszwecken verbraucht werden.

Die Wirtschaftlichkeit der Motorisierung mit Schwelkoks geht aus den oben angegebenen Zahlen ohne weiteres hervor. Wenn es aber möglich ist, mit Schwelkoks so billig zu fahren — bei einem Preis von 2,0 Pfg. je kg hat die Versuchsfahrt mit heimischen Treibstoffen gezeigt, daß 1 Tonne Kraftstoff im mit Schwelkoks betriebenen Generatorfahrzeug für 0,40 M. 100 km zu transportieren ist —, dann besteht die Verpflichtung, von dieser billigen Betriebsweise überall da, wo es irgend möglich ist, den weitestgehenden Gebrauch zu machen. Denn alle anderen Methoden, auf synthetischem Wege flüssige Treibstoffe zu ergewinnen, werden immer nur sehr teure Treibmittel liefern können. Die Motorisierung Deutschlands wird zukünftig daher ein ganz anderes Gesicht bekommen müssen, wenn anders sie erheblich weiter gesteigert werden soll. Es geht nicht an, unsere Fahrzeuge rücksichtslos weiter so zu entwickeln, als ob wir jede beliebige Menge an flüssigen Treibstoffen der besten Beschaffenheit ohne weiteres zur Verfügung haben könnten, wenn wir nur wollten. Dazu sind die aufzuwendenden Kapitalien zu erheblich.

Damit ergibt sich die Regel: Flüssige Treibstoffe sind zunächst einmal für die Luftfahrzeuge und den Betrieb von solchen Wasserfahrzeugen und für bestimmte militärische Zwecke zu verwenden. Schwere Lastfahrzeuge sollen, wo es irgend geht, mit Sauggasbetrieben werden, vornehmlich dann, wenn flüssige Treibmittel nicht verfügbar sind. Triebwagen, Triebwagenzüge, so weit sie nicht elektrischer Richtungszug sind, sollen, wo es irgend geht, mit Sauggasbetrieben versehen werden. Auch für Schiffe, Eisenbahnen, Kleinbahnen, so weit sie nicht elektrischer Richtungszug sind, sollen, wo es irgend geht, mit Sauggasbetrieben versehen werden. Nur so ist die Motorisierung im Zukunft wirtschaftlich gestaltbar. In diesem Zusammenhang kann auch der Sauggasbetrieb mit Schwelkoks zur Verflüssigung der flüssigen Treibmittel dienen, wenn auf für Motorantriebszwecke bestimmten Schwelkoks eine zur Verbilligung der flüssigen Treibstoffe dienende Abgabe erhoben wird, um zugleich dadurch die Preisunterschiede der verschiedenen Betriebsstoffen einander anzugleichen.

Schließlich ist es Sache der Motor- und Fahrzeug-Industrie, die technische Entwicklung in dieser Richtung tatkräftig vorwärts zu treiben, denn wir stehen hier erst in einem Anfang.

Zum Schluß noch eine Bemerkung zur Frage der Verwendung von Anthrazit zum Fahrzeugbetriebe mit Sauggas. Es ist bekannt, wie die erwähnte Versuchsfahrt mit heimischen Treibmitteln bewiesen hat, Anthrazit in gleicher Weise wie Schwelkoks behandelt, sich aber in vorliegenden Falle nicht in erster Linie um eine technische oder um eine reine Preisfrage, sondern eine Frage unserer Volkswirtschaft von höherer Bedeutung. Wir müssen einmal danach streben, das Verfeuern von rauchendem und außerdem hochwertigem Kohlen nach Möglichkeit einzuschränken, diese also vorher abzuschwelen. Auf der anderen Seite bringt die Verwendung von Schwelkoks zu Motorisierungszwecken gegenüber der technisch und wirtschaftlich etwa gleichwertigen Verwendung von Anthrazit den Vorteil mit sich, daß wir zugleich noch Benzin und vor allem Schwelteer, bei der Verschwelung in größerer Menge erhalten, die eben dazu dienen sollen, unsere Basis für flüssige Treibstoffe ganz erheblich zu erweitern. Das letztere fällt bei der Verwendung von Anthrazit fort.

Gerade der Schwelteer ist für die Motorisierung besonders wertvoll. In langsam laufenden Dieselmaschinen kann er ohne weiteres unmittelbar als Treibstoff benutzt werden, ebenso als Heizöl. Durch einfache Destillation gibt er erhebliche Mengen von Dieselöl, das noch brauchbarer ist als der unverarbeitete Rohteer. Durch leichte Hydrierung dürfte das Dieselöl noch wesentlich verbessert werden können, wie der Schwelteer auch als Rohstoff für die Benzinerzeugung besonders wertvoll ist.

Ganz gewaltig der deutsche Treibmittel-Bedarf durch die Schwelung nicht decken. Aber je nach dem Umfang der Schwelung können dadurch immerhin einige Millionen Tonnen Treibmittel beschafft werden, wenn ihr Ausbau im Rahmen der oben gemachten Vorschläge tatkräftig gefördert wird. Wenn ihrerseits die Motoren- und Fahrzeug-Industrie das möglichste tut, diese Entwicklung zu fördern, dann wird dadurch der deutschen Wirtschaft und damit dem deutschen Volke ein sehr großer Dienst erwiesen, und darauf kommt es uns in erster Linie an.

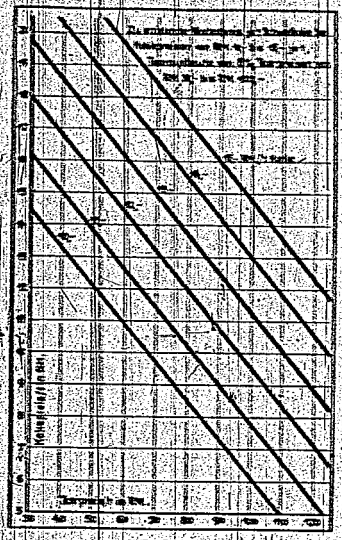
V. Wirtschaftliches zur Steinkohlen-Schwelung.

Da die Aufwendungen für die zu verschwelende Kohle, für Betriebskosten und Kapitaldienst bei der Steinkohlen-Schwelung nicht höher zu sein brauchen als bei der Hochtemperatur-Verkokung, auf der anderen Seite für die Schwelererzeugnisse ihrem Wert entsprechend angemessene Erlöse verlangt werden können, muß die Schwelung mindestens so rentabel sein wie die Verkokung.

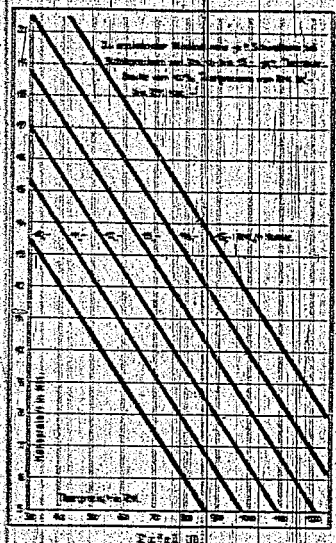
Das Hauptprodukt ist seiner Menge und seinem Werte nach immer der Schwelkoks, dessen Preis auf gleicher Höhe wie der des Hüttenkoks oder Gaskoks gehalten werden kann und auf der anderen Seite nicht höher als der des Anthrazites werden darf. Wenn mit Schwachgasbefeuerung gearbeitet wird, was wir bei den folgenden wirtschaftlichen Angaben zugrundelegen, ergibt sich ungefähr folgendes Bild über die Wirtschaftlichkeit

Wirtschaftlichkeit der Steinkohlen-Schwelung.

Zugrundegelegt wird der Kapitaldienst je Tonne Kohle mit 2,40 M., die Betriebskosten mit 2,50 M., zusammen

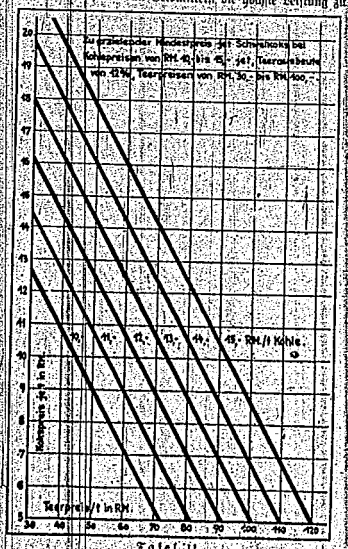


Tafel V.



Tafel VI.

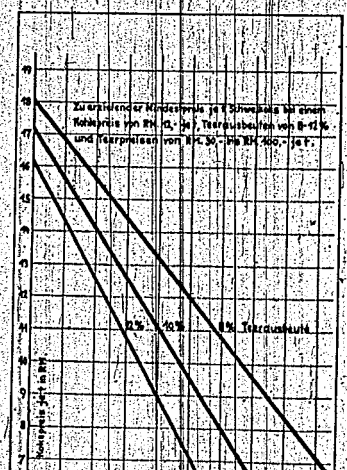
men der uns vom Führer in seinem Vierjahresplan gestellten Versorgungsaufgaben unseres Vaterlandes die größte Beachtung geschenkt werden. Bei der Fülle der Aufgaben handelt es sich heute nur noch darum, mit dem geringsten Aufwand an Gedmittelein die höchste Leistung zu



Tafel 11.

erzielen. Diese Ueberlegung hat bei den Planungen der letzten Jahre nicht immer Pate gestanden. Persönlicher Ehrgeiz, interessenmäßiges und gruppenegoistisches Denken stand leider oft zu sehr im Vordergrund. Eine Sache aber, die das ganze Volk angeht, kann nicht von solch kleinem Blickpunkt aus der Lösung zugeführt werden. Dazu gehören Männer, die mit der Aufgabe und von ihr durchdrungen über sich selbst und das kleinliche Ich hinauswachsen, die also den Mut besitzen, unsere Steinkohlen-Industrie in großen Teilen auf vollkommen neue Gedanken und Methoden umzustellen. Wer heute immer noch fragt, wieso und warum etwa dieser Generaldirektor und jener Konzern das Einfache und Natürliche und damit das Erlösbringendliche noch nicht getan hat, der kennt damit erkennen, daß er den Unterschied zwischen kapitalistischer und sozialistischer Wirtschaft noch nicht erkannt hat. Hier scheiden sich die Geister. Die Sozialisten dort: Kapitalisten — und das auch noch heute. Der Kapitalist fragt: Was verdiene ich und wie bekomme ich meine Pfründe? Der Sozialist fragt allein: Was nützt meinem Volk? und handelt danach, auch wenn er persönlich keinen Vorteil dabei hat.

Darum dürfen wir erwarten und auch verlangen, daß nunmehr das Zögern auf dem Gebiet der Steinkohlen-Schwelung endlich einmal aufhört und nun endlich einmal Taten folgen, auf die das Deutsche Volk wartet!



Tafel 12.

Die Bedeutung der Steinkohlenschwelung für Gaswerke.

Vortrag von Pg., Direktor Dipl.-Ing. Schumacher, Frankfurt.

Wer sich eingehender mit den Verfahren befaßt, welche für die neuzeitliche Entwicklung der Kohlenveredlung in Frage kommen, wird feststellen, daß das an sich seit Jahrzehnten bekannte Verfahren der Steinkohlenschwelung von allergrößtem Einfluß sein muß für die gesamte Kohlen- und Energiewirtschaft, sobald es in größerem Umfange eingeführt wird. Während die Verfahren der Kohlenhydrierung, Kohlenverflüssigung und der Benzinsynthese im wesentlichen ihre Weiterentwicklung verdanken den Bestrebungen, den heimischen Markt mit flüssigen Treibstoffen zu versorgen und infolgedessen besonders in dieser Richtung von maßgebendem Einfluß für den Markt sind, führt die Anwendung der Steinkohlenschwelung zu wirtschaftlich zu festen, flüssigen und gasförmigen Brenn- und Treibstoffen. Dazu kommt, daß die Steinkohlenschwelung, was besonders für den Bergbau wesentlich ist, aufgebaut werden kann auf Kohlenarten (hochflüchtige Gas- und Gasflammkohlen), für welche bei der heutigen Art der Kohlenwirtschaft in Ermangelung eines zweckentsprechenden Bedarfs der Absatzmarkt immer

weiter schwindet. Wir erkennen demnach einen gesamtwirtschaftlichen Vorteil der Schmelzung, welcher auch gegenüber dem Vorgehen der Franzosen und Belgier auch bis zur Wiederherstellung schreckt.

Es ist bekannt, daß bei den Arbeiten, wenn 10 bis 15 Jahre gedauert haben, Versuchen für Erhaltung der Stabilisierung im Ruhrgebiet wirtschaftliche Schwierigkeiten entstanden sind, die nicht ohne Gefahren für die gesamte deutsche Wirtschaft gelöst werden können. Die ungünstige deutsche Entwicklung hat jedoch neben politischen deutschen Gründen gleichzeitig die wirtschaftlichen Entwicklungsmöglichkeiten verschärft und damit einen Grund gegeben, warum es in unseren früheren Ausführungen nicht [illegible] werden.

Jedenfalls ist es der Arbeit deutscher Männer und Frauen zu verdanken, daß trotzdem die Erhaltung einer günstigen Einwirkung der Stabilisierungsmaßnahmen gelungen ist. Denn einerseits ist die Empfindung der Schwierigkeiten [illegible] gemildert worden, daß ein gemeinsamer Versuch unter veränderten Bedingungen durchgeführt werden kann und andererseits ist es gelungen, [illegible] der Kaufkraftverteilung zu entwickeln, die es ermöglicht, auch den verschiedenen deutschen Kreisen [illegible] Einkommen zu verschaffen, welche bisher für Verteilung durch Währungsmaßnahmen eingeführt werden. Damit ist [illegible] Schritt eingetreten [illegible] der [illegible] Einkommen geschaffen [illegible] Verhältnisse [illegible] der Währungsbehörde. Jeder tauchende Schornstein ist nicht nur nachteilig für die Umgebung, sondern [illegible] Wohnung sein; [illegible] Steffe, unwiderbringlich verloren gehen, [illegible] wir in der deutschen Wirtschaft [illegible].

Aus dem großen Zusammenhang, welches die Schmelzung der deutschen Wirtschaft hat, möchte ich [illegible] Einzelheiten [illegible] Zeigbergwerke der Gewerke und als Beispiel [illegible] einen Komplex der eigenartigen Verhältnisse der Schmelze [illegible], welche mit der Versorgung des Ruhrgebietes in Verbindung stehen und die auch [illegible] in die Weite [illegible] kann.

Schwierigkeiten für die Kohlenwirtschaft.

Der Kern [illegible] besteht darin, [illegible] [illegible] zu verstehen, daß es

1. einerseits [illegible] dem dringenden Kaufkraftbedarf [illegible] Kohlenbergbaus und der gesamten Entwicklung [illegible] dient, daß [illegible] Schmelzung der [illegible] Kaufkraft, auf den die Schmelze durch Erhöhung der Steuerbelastung [illegible] Kohlen und
2. einen Weg [illegible], der es [illegible] der heutigen [illegible] Entwicklung der Steuergesetzgebung [illegible] [illegible], diese dem Gesamtbetrieb [illegible].
3. [illegible] einen Weg für die Anwendung der Schmelzung [illegible] Gesamtbetrieb, [illegible].
4. die Schwierigkeiten zu [illegible], welche gegen Anwendung der Schmelzung im Gesamtbetrieb [illegible] werden.

zu 1.

Dringender Kaufkraftbedarf und günstige Entwicklung.

Die wesentlichste Zeit des Jahres, den Kaufkraftbedarf aus eigen Kräften zu decken, die es jetzt [illegible] nach nicht zu tragen hat, und der wichtigste Plan des Jahres ist den Kohlen [illegible] unter günstigster Verhältnisse [illegible] gewonnen, verschiedene Kaufkraftmengen [illegible] einen angewandt, von vielen Seiten für [illegible] gehaltenen Verschärfung des Kaufkraftbedarfs und damit für die Kaufkraftmengen [illegible]. Aus dem Anwachsen des Kaufkraftbedarfs [illegible] [illegible] eine erhebliche Steigerung des Zechenbedarfs, die sich in folgenden Zahlen [illegible] läßt:

Gesamtbetrag [illegible] Steuersatz		
1933	rd.	210 000 Tonnen
1934		2 500 000
1935		3 300 000

Rechnet man die Verbrauchszahlen zum Vergleich auf [illegible] Kopf der Bevölkerung um, so ergibt sich folgendes Bild:

1932		2,1
1934		2,1
1935		2,1

Steuerpflichtige Kohle [illegible] der wenige Kohlenarten [illegible] Jahr 1934 genannt:

Frankreich	4,1
England	10,1
Schweizer Staat	2,1

Man erkennt also [illegible] Kaufkraftbedarf [illegible] Steuerungen in [illegible] Verbrauchsmengen in [illegible] Kaufkraftbedarf [illegible] Kohlenbergbaus

(Triebwagen mit Holzkohlenantrieb für die Kleinbahnstrecke Lüneburg—Bleckede, welcher auf 100 km bei vollbesetztem Fassungsraume einen Brennstoffaufwand von RM. 3.— erfordert, s. ETZ vom 1. 7. 36; Triebwagen mit Anthrazit ist die Strecke für Kreisbahnen benötigte für eine Strecke von 100 km 900 kg Steinkohlenkoks zum Preise von RM. 18,1, s. ETZ vom 24. 6. 1936.)

Dem steigenden Verbrauch an Treibölen muß also dringend Beachtung geschenkt werden. Daß stationäre Kraftanlagen mit Verbrennungsmaschinen auf heimische Treibstoffe umgestellt sind, muß eine Selbstverständlichkeit sein. Die auch heute noch für stationäre Anlagen gebrauchten etwa 300 000 t Öl pro Jahr können ersetzt werden entweder durch Gas, soweit die betreffenden Anlagen im Versorgungsgebiet der Gaswerke liegen, oder durch Umstellung auf Generatorbetrieb, wobei für die Generatoren ohne weiteres Steinkohlenkoks und zwar Hochtemperaturkoks aus Kokereien oder Gaswerken Verwendung finden kann.

Wir wollen uns nunmehr einmal überlegen, auf welche Weise und in welchem Umfange es möglich ist, durch Einführung der Steinkohlenschwelung in den Gaswerksbetrieb eine Deckung des Bedarfs an Treibölen herbeizuführen bzw. bestgeeignete Ersatztreibstoffe zu schaffen.

Als bekannt möchte ich voraussetzen nach den Berichten in der Tages- und Fachpresse die wesentlichen Ergebnisse der Deutschlandfahrt der Lastkraftwagen vom Herbst 1935. Bei dieser Versuchsfahrt mit heimischen Treibstoffen, welche sich über rund 15 000 km erstreckte, haben sich von den festen Kraftstoffen für Generatorbetrieb die entgasten Treibstoffe, also Holzkohle, Schwelkoks aus Steinkohle bzw. Braunkohle und Anthrazit, der gewissermaßen als Naturkoks bezeichnet werden kann, am besten bewährt.

Zu 2.

Einführung der Schwelung in den Gaswerksbetrieb.

Der Weg, die Schwelung in den Gaswerksbetrieb einzuführen ohne Beeinträchtigung der auf den Werken vorhandenen Anlagen für Hochtemperaturvergasung und ohne die von den Gaswerken befürchtete Verölung, wurde bei der Preußischen Staatlichen Bergwerksdirektion Zwickau in Sachsen gefunden. Dem Verfasser wurde in großen Umrissen zu erläuternden Anregung hatte sich der Betriebsgruppe Gas- und Wasserversorgung, Berlin, bereits Ende November v. J. vorgeschlagen.

Die deutschen Firmen, welche sich mit der Frage der Steinkohlenschwelung eingehend befaßt haben, haben für ihre eigenen Zwecke betriebsmäßige Versuchsanlagen erbaut in Leistungen bis zu 10 bis 12 t Kohlendurchsatz täglich, welche zu guten Ergebnissen geführt haben. Darüber hinaus sind nach dem Krupp-Lurgi-Verfahren Betriebsanlagen entstanden, und zwar auf der Zeche Amalie der Friedrich Krupp AG. und im Saargebiet auf der Grube Heinitz der Saargrubenverwaltung mit einer vorläufigen Leistung bis zu 35 t Kohle täglich. Aufgrund der bisherigen Versuchs- und Betriebsergebnisse besteht die Möglichkeit, Tieftemperaturanlagen kleiner Leistung zu entwickeln, etwa in der Größe von 5 bis 35 t täglich, die sich auf einfache Art und Weise an den normalen Gaswerksbetrieb anliedern lassen. Solche Kleinanlagen — das Gaswerk Nürnberg verfügt bereits seit kurzer Zeit über eine solche Anlage, das Gaswerk Erlangen versucht, für seinen Betrieb eine Neulösung zu finden — bedeuten für den Anlagen für die in Frage kommenden Werke, da sie einerseits mit verhältnismäßig geringem Kapitalaufwand erbaut werden können, andererseits von vornherein mit voller Leistung, also voller Ausnutzung betrieben werden können, weil der Absatz der verhältnismäßig kleinen zusätzlichen Schwelkoksmengen bei dem Gesamtkoksbedarf im Gasabsatzgebiet der Werke nur eine untergeordnete Rolle spielen dürfte besonders mit Rücksicht auf die guten brennlechnischen Eigenschaften des Schwelkoffes, bei welchem eine holzkohlenähnliche Beschaffenheit anzustreben ist. Wichtig ist jedoch, daß der Schwelkoks einen vorzüglichen Brennstoff für den Fahrzeuggenerator darstellt, was sich auf der erwähnten Deutschlandfahrt bereits gezeigt hat.

Nach dem mir bisher bekanntgewordenen Zahlenmaterial betragen die Baukosten für eine kleine Schwelanlage von etwa 12 t Tageskohlendurchsatz, die jährlich etwa 3000 t Koks erzeugt, rund RM. 50 000.— Bei einer Anlage von 35 bis 40 t Kohlendurchsatz dürfte mit einem Anlagepreis von rund RM. 200 000.— zu rechnen sein. In der am Schluß gebrachten Zusammenstellung ist eine Wirtschaftlichkeitsberechnung wiedergegeben für eine Schwelanlage mit einem täglichen Durchsatz von 12 t, die jährlich rund 3000 t Schwelkoks erzeugt. Im Rahmen meines Vortrages möchte ich es mir versagen, die einzelnen Zahlen der Berechnung anzugeben, sondern möchte Sie bitten, sich mit der Feststellung zu begnügen, daß bei einem Einkaufspreis der Kohle von RM. 20.—/t ein Kokspreis von rund RM. 23.— sich ergibt. Der Koksmehrpreis ist wirtschaftlich gerechtfertigt, maßgebend ist nur die Spanne zwischen Kohlen- und Kokspreis.

Um ein Bild zu bekommen, was solche Aufwendungen bedeuten im Rahmen der verschiedenen Mitwirkung der Gaswerke bei der Treibstoffbedarfsdeckung möchte ich einen Vergleich anstellen mit den Baukosten für Gastankstellen unter Zugrundelegung folgender Überlegungen:

Der Heizwert des Schwelkokses beträgt rund 7200 Kcal; nimmt man den durchschnittlichen Grad des Fahrzeuggenerators mit allen Wärmeverlusten durch Fahrtunterbrechung zu rund 66 % an — ein Wert, der in der Praxis bestimmt überschritten werden dürfte —, so entspricht 1 kg Koks etwa 1,2 cbm Gas von 4200 Kcal, bzw. die 3000 t Schwelkoks entsprechen 3,6 Mill. cbm Stadtgas. Für die Lieferung von rund 3,6 Mill. cbm Stadtgas jährlich dürften notwendig sein 5 Gastankstellen heute üblicher Leistung, die unabhängig voneinander erbaut einen Aufwand von RM. 150 000 bis 160 000 erfordern. Man sieht daraus also, daß der Bau von Schwelanlagen für das Gaswerk wirtschaftlich gesehen bestimmt keine größere finanzielle Belastung mit sich bringt als der Bau von Gastankstellen. Damit soll keineswegs ein Werturteil über Gastankstellen gefällt werden, die je nach den vorliegenden Verhältnissen von Fall zu Fall ihre Berechtigung haben.

Wir wollen uns nunmehr der Verwendungsmöglichkeit von Schwelkoks im Fahrzeugbetrieb zuwenden. Die auf der Deutschlandfahrt mit Schwelkoks [illegible] günstigen Ergebnisse sind erzielt worden mit Generatoren, welche am Anfang der Entwicklung standen, haben. Trotzdem waren die Erfolge überraschend günstig. Es besteht demgegenüber kein Zweifel, daß eine weitere Vervollkommnung der Generatoren möglich ist, schon unter Berücksichtigung der erheblich weiter gediehenen Entwicklung im Ausland, besonders in Frankreich. Dem Zweck, die kraftstoffliche Entwicklung zu fördern, dient auch die kürzlich in den NSK-Nachrichten vom 19. 6. 1936 erlassene Preisausschreiben des Kohlensyndikats. Es scheint jedoch, als ob die Grundbedingungen für die Beteiligung an diesem Preisausschreiben den teilnehmenden Firmen recht erhebliche Unkosten verursachen, sodaß wohl nur größere Firmen in den Wettbewerb werden eintreten können.

Was die Verbrauchszahlen von Schwelkoks für den Fahrzeugbetrieb im Vergleich mit flüssigen Treibstoffen anbelangt, so ist für den Fahrzeugbetrieb folgendes von Bedeutung:

1 l Vergasertreibstoff, also im wesentlichen Gemisch (Benzin/Benzol/Sprit) zum Preise von rund 40 Pf. wird ersetzt aufgrund eingehender Versuche durch 1,5 kg Koks, welche zusammen 6 Pf. kosten, wenn man den Schwelkokspreis ab Tankstelle mit RM. 40.— t ansetzt; im Fernverkehr mit geringen Ladepausen sogar durch 1,2 kg Koks, wie auch die Erfahrungen der französischen Armee zeigen, wo Schwelkoks für Kraftfahrzeuge bereits in größerem Umfange eingeführt ist.

1 kg Dieselöl, das zurzeit rund 18 Pf. kostet, wird ersetzt durch 2 kg Koks, die 8 Pf. erfordern.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß nach dem heutigen Stand der Technik die komplette Generatoranlage für ein 5 t-Fahrzeug rund 400 kg wiegt und ein 5 t-Wagen mit einer Generatorfüllung, also ohne Nachfüllen, einen Weg von etwa 250 bis 300 km zurücklegt.

Aus den angegebenen Verbrauchszahlen sind die großen wirtschaftlichen Aussichten zu erkennen, [illegible] Betriebs schwerer

Schiffsgröße mit Schwelkoks [illegible] z. B. nur rund 300 000 t Dieselöl, also ½ des gesichteten Gesamtbedarfs, noch das Jahr 1936, durch Schwelkoks ersetzt, so ergibt sich hieraus für die Devisenbilanz eine Ersparnis an Brennstoffkosten von rund 30 Mill. Mark, da gegenüber Oel je Tonne rund 100 — RM eingespart werden. Die ungeheure devisenpolitische Auswirkung eines solchen Vorgehens bedarf keiner besonderen Betonung. Die Angliederung von kleinen Anlagen zur Tieftemperaturvergasung an den normalen Schwelbetrieb kann in sich hier stehen, aber ganz Deutschland verteilt liegenden Gaswerken erfolgen, also auf der Grundlage weitgehender Dezentralisierung. Obwohl es möglich, Aufwendungen und Verluste zu ersparen, die ein Transport von Schwelkoks auf weiter Entfernung mit sich bringen würde.

Um ein Bild zu bekommen, welcher Kapitalaufwand insgesamt für eine derartige Vorgehen notwendig ist, sei folgende Überschlags-Rechnung angestellt. Eine Anlage für 3000 t/Jahr Kohlendurchsatz (Normalbetrieb 3000 t Kohlenvergasung, Spitze 4000 t) werden etwa 300 derartiger Anlagen gebaut mit der gleichen Durchschnittsleistung, wobei in der Praxis selbstverständlich größere und kleinere Anlagen in Frage kommen werden, so erfordern diese einen Aufwand von 24 Mill. M. Kohlendurchsatz der Anlagen 1,15 Mill. t jährlich, Vergasung rund 100 000 t, Koksvergasung 500 000 t. Demgegenüber steht, was volkswirtschaftlich wichtig ist, eine Ersparnis von 30 Mill. M pro Jahr, wenn nur 300 000 t Dieselöl durch Schwelkoks ersetzt werden.

Der Verlauf des Schwelprozesses für den Hochtemperaturbetrieb kann so durchgeführt werden, daß Schwelkoks von gleichbleibender Beschaffenheit und in richtiger Körnung gegeben wird, gefällt in gleichartigen Retortenöfen von z. B. 25 kg Inhalt. Für einen solchen Verlauf von Schwelkoks sind keine besonderen Maßnahmen erforderlich, sondern der Verlauf kann an jeder hierfür geeigneten Stelle erfolgen, wobei Vorsorge dafür getroffen werden kann, daß der Gaserzeugerbetrieb stets Koks von gleicher Güte erhält wie bei Vergaserretortenöfen und Dieselöl.

Die Aufnahme der Steinkohlenschwelung in kleine Anlagen bietet also den Gaswerken die Möglichkeit, sich verstärkt einzuschalten in die Treibstoffwirtschaft durch Lieferung von gewaltigen Schwelkoks. Da das anfallende Schwelgas, auf welches ich später noch eingehen werde, einen Heizwert bis zu 7000 Kcal aufweist, kann es für Heizungszwecke Verwendung finden, sofern die örtlichen Bedingungen hierfür günstig sind.

Damit sind den Gaswerken der Weg gewiesen zur Lösung der nationalen Aufgaben, die ihnen im Rahmen des neuen Vier-Jahres-Programms zufallen. Wir sind uns wohl alle darüber klar, daß es sich hierbei um Aufgaben von einer Tragweite handelt, wie sie seit vielen Jahrzehnten nicht mehr gestellt worden sind. Aber die Gaswerke sind in jeder Beziehung für diese Aufgabe gerüstet; dies möchte alle diejenigen bedenken, die direkt oder indirekt für die Ausgestaltung der Werke verantwortlich sind. Einmal werden sie durch die Lösung für die ihnen gestellte Aufgabe der Treibstoffwirtschaft und werden damit ein wichtiger Faktor im deutschen Wirtschaftsleben und die Steinkohlenschwelung bietet hierfür, was es vermag, zu bewegen, weiter Ausschau nach den beste Hilfsmitteln, über sie verfügen und verfügen damit zu Verfügung.

Zu 3.

Ausweitung der Schwelung im Gaswerksbetrieb.

Die Einführung der Steinkohlenschwelung sollte jedoch nicht auf den Umfang der kleinen Anlagen für die Zukunft beschränkt bleiben, sondern es müssen darüber hinaus Möglichkeiten gegeben werden, die zukünftigen Entwicklungsaussichten in Betracht gezogen werden. Die Kleinanlagen bieten zunächst die Möglichkeit:

billige feste Treibstoffe zu liefern,

außerdem den Markt abzutasten für Absatzmöglichkeiten von Schwelkoks, wobei es darauf ankommt, diesem Schwelkoks neue Absatzgebiete zu erschließen, ohne den Absatzgebiet für Hochtemperaturkoks einzugreifen. Wenn also Schwelkoks in größerem Umfange auf den Markt kommen soll, so muß derselbe andere Brennstoffe und hierunter in der Hauptsache Steinkohle ersetzen.

Hierfür ergeben sich von der Gaswerksseite aus gesehen folgende Aussichten: In deutschen Hausbrandöfen werden jährlich etwa Steinkohle umgesetzt rund 35 Mill. t feste Brennstoffe verbrannt. Durch rund 10 Mill. t Koks aus Gaswerken, Kokereien und Hüttenwerken ist ein großer Teil dieser Brennstoffmengen ab, welche als Steinkohlenkoks (Hochtemperaturkoks). Braunkohle, Braunkohlenbriketts usw. Braunkohlenschwelkoks usw. Verwendung finden, so bleibt immer noch eine Steinkohlenmenge von etwa 25 Mill. t übrig — der festen Brennstoffe, außer Steinkohle, bleiben also außer Betracht, nimmt man zu der angegebenen Menge die von den deutschen Gaswerken jährlich für Heizungszwecke verbrauchten Kohlen in der Menge von 12 Mill. t, so ergibt sich ein Steinkohlenverbrauch, ausgehend von der Gaserzeugung von insgesamt rund 27 Mill. t jährlich. Gelingt es nun, von dieser insgesamt rund 27 Mill. t Kohlen nur 9 Mill. t durch Tieftemperaturkoks zu ersetzen — wie bekannt sind entsprechende Versuche gemacht worden, die neuen Koks für Zentralheizung bereits eingeführt worden, aufgrund dessen kann Schwelkoks in jeder Haushaltsfeuerung verwendet werden, in welcher bisher Steinkohle verbrannt wurde, so ist — so wird hierfür eine Kohlenmenge von 12 Mill. t jährlich benötigt; dabei ist davon auszugehen, daß diese Kohle gegebenenfalls nach den Ergebnissen der neuesten Forschung entfernt werden muß, um einen guten Schwelkoks zu erhalten. Bei 6 bis von 9 Mill. t Kohle durch Schwelkoks werden also 3 Mill. t jährlich mehr benötigt, gleichbedeutend mit einer zusätzlichen Beschäftigung von 600 bis 1000 Bergarbeitern.

Auf Grundlage der Tieftemperaturverkokung einer Kohlenmenge von 12 Mill. t jährlich ist nach den auf Betriebserfahrung beruhenden Ausbeutezahlen, die auch der Wirtschaftlichkeitsberechnung zugrunde liegen, neben der angegebenen Koksvergasung von 9 Mill. t und einem Gasanfall von 1,3 Milliarden cbm mit rund 7000 Kcal hoch, wenn man den eigenen Wärmebedarf der Schwelanlagen berücksichtigt, rund 600 Mill. cbm Ueberschußgas, ein Anfall von 120 000 bis 130 000 t Benzin hoch, Benzol und eine Teilvergasung von rund 800 000 t zu erwarten. Letztere Teilvergasung dürfte bei Aufarbeitung durch Destillation rund 400 000 t Teeröle ergeben, die als Treibstoffe für schnellaufende Dieselmotoren, so Lastzüge, geeignet sind, während die restlichen Mengen, falls sie dieselben freie anderweitige Verwendung verlangt, z. B. für Wasservergasung verarbeitet werden können. Ist erstmal Bedarf, es Vergaserbetriebsstoffen zu decken — so können die Teervergasen nach dem Hydrierverfahren weiterverarbeitet werden unter Erzeugung von jährlich 650 000 bis 700 000 t Vergaserbetriebsstoffen. Das selbstverständlich aus dem Schwelteer auch ausgezeichnete Dieselöle erzeugt werden können, ist nur nebenbei erwähnt. Durch Verzögerung der Destillationsdurchführung können nach dem vorher gesagten die Schwelteere den Eigenschaften, die Hydrierverfahren ist einen der verschiedenen Wege, die zu deutschen Dieselöl führen, und zwar zu Preisen, die wirtschaftlich durchaus tragbar sind. Diesen Weg, der ihnen in übereinstimmen Sinne im Vier-Jahres-Programm vorgeschrieben ist, sollten sie nutzen, dann werden sie, wie bereits gesagt, für die Zukunft einen Faktor darstellen, der aus der deutschen Wirtschaft nicht mehr wegzudenken ist.

Bei der Verwendungsmöglichkeit von Schwelkoks anbelangt, so ist darauf aufmerksam zu machen, daß sich dieser außer den einheimischen Zonen ausgezeichnet eignet zur Herstellung von Synthesegas für das Fischer-Tropsch-Verfahren. Wir sehen also, daß das Verfahren der Tieftemperaturvergasung, d. h. Schwelung, in Verbindung gebracht werden kann sowohl mit dem Verfahren der Hydrierung als auch mit dem Verfahren der Synthese. Auch diese Andeutungen mögen zeigen, welche weittragenden Einflüsse der Schwelung zukommen, sobald dieselbe in größerem Umfange eingeführt wird und deren [illegible] wirtschaftlichen Gesichtspunkt gewährleistet soll.

Zu 4.

Widerlegung der Bedenken, welche gegen Einführung der Schwelung im Gaswerksbetrieben erhoben werden.

Im Anschluß an die Ausführungen über Tieftemperaturvergasung möchte ich auf einige Bedenken hinweisen, die

Gegenstand						
Schmiedeeisenteile	5000 ccm	8	Pf	—	Mk.	400.—
Schmiedeeisenteile	1000 ccm	7,8		—		78.—
Schmiedeeisenteile	1000 ccm	7,8		—		78.—
Schmiedeeisenteile	1000 ccm	7,8		—		78.—
Gesamtbetrag					Mk.	634.—
Ergänzungsposten für Schmiedeeisenteile						
ohne Berücksichtigung					Mk.	634.—
Mehrbedarf	20 %					126.—
	Ergänzungsposten				Mk.	760.—

Schmiedeeisenteile: Preis

Die Herstellung des Schmiedeeisens ist eine der wichtigsten Arbeiten. Es ist zu beachten, daß die Preise für die einzelnen Teile verschieden sind. Besonders muß der Schmied darauf achten, daß die Preise für die einzelnen Teile verschieden sind.

Mk. 634.—

Die Technik der Steinkohlenschmelzung.

Vortrag von Dr.-Ing. E. h. L. Thun, Berlin.

Die Heizung durch die Verbrennung der Steinkohle ist eine sehr alte Art der Heizung. Sie wurde schon vor 200 Jahren in England eingeführt, und seit der Zeit hat sie sich immer mehr verbreitet. Sie ist heute in fast allen Ländern der Welt in Gebrauch. Sie hat den Vorteil, daß sie billig ist und daß sie eine große Wärmemenge liefert. Sie hat aber auch den Nachteil, daß sie viel Rauch und Ruß erzeugt, der die Luft verunreinigt und den Menschen in den englischen Wohnungen oft unangenehm belästigt. Deshalb wurde sie in England selten verwendet. Die Technik der Steinkohlenschmelzung hat sich seit jener Zeit sehr verbessert. Man hat gelernt, die Steinkohle so zu verbrennen, daß sie fast keinen Rauch mehr erzeugt. Dies geschieht durch eine besondere Art der Feuerung, die man Gasfeuerung nennt. Bei dieser wird die Steinkohle zuerst in einem besonderen Ofen, dem Gasofen, in Gas verwandelt, und dieses Gas wird dann in einem besonderen Raume, der Brennkammer, mit Luft gemischt und verbrannt. Dadurch wird eine sehr hohe Temperatur erreicht, und es entsteht fast kein Rauch mehr. Diese Art der Heizung ist heute in vielen Fabriken eingeführt, und sie hat sich dort sehr gut bewährt. Auch in manchen Wohnhäusern hat man sie schon eingerichtet. Sie ist aber noch nicht so weit verbreitet, wie sie es verdient, weil sie doch manche Nachteile hat, die man nicht übersehen darf.

Der Hauptnachteil der Steinkohlenheizung ist der, daß sie eine sehr große Menge von Asche und Schlacke erzeugt. Diese Asche und Schlacke muß man täglich aus dem Ofen herausnehmen und fortschaffen. Das ist eine sehr unangenehme Arbeit, und sie macht viel Schmutz. Außerdem geht durch die Asche und Schlacke ein großer Teil der Wärme verloren, die in der Kohle steckt. Man rechnet, daß etwa 10 bis 15 % der Wärme, die in der Kohle steckt, durch die Asche und Schlacke verloren gehen. Dieser Verlust ist sehr groß, und er macht die Steinkohlenheizung teuer.

Ein weiterer Nachteil der Steinkohlenheizung ist der, daß sie eine sehr große Menge von Ruß erzeugt, wenn sie nicht sehr sorgfältig bedient wird. Dieser Ruß setzt sich an den Wänden und an den Möbeln ab und macht alles schmutzig. Man muß deshalb die Zimmer sehr oft putzen, wenn man mit Steinkohlenheizung heizt. Das ist eine große Unbequemlichkeit, und sie kostet viel Geld.

Trotzdem hat die Steinkohlenheizung auch große Vorteile. Sie ist sehr billig, und sie gibt eine sehr große Wärmemenge. Deshalb wird sie in vielen Fabriken und in manchen Wohnhäusern verwendet. Man muß aber dafür sorgen, daß die Asche und Schlacke sofort aus dem Ofen entfernt wird, und man muß den Ofen so einrichten, daß möglichst wenig Ruß entsteht. Dann kann man die Steinkohlenheizung ohne große Unbequemlichkeit benutzen.

Die Steinkohlenheizung ist also eine gute Heizung, wenn man sie richtig einrichtet und bedient. Sie ist aber nicht so bequem wie die Gasheizung oder die elektrische Heizung. Deshalb wird sie in Zukunft wahrscheinlich immer mehr durch diese beiden Heizungen verdrängt werden. Aber heute ist sie noch sehr verbreitet, und sie wird es noch lange bleiben, weil sie billig ist.

Die Steinkohlenheizung hat sich in den letzten Jahren sehr verbessert. Man hat gelernt, die Asche und Schlacke leichter zu entfernen, und man hat gelernt, den Ruß zu vermeiden. Deshalb ist sie heute viel besser als früher. Man kann sie jetzt mit viel weniger Unbequemlichkeit benutzen als früher. Deshalb ist sie heute noch sehr verbreitet, und sie wird es auch noch lange bleiben.

Die Steinkohlenheizung hat also ihre Vorteile und ihre Nachteile. Man muß beide kennen, wenn man sie richtig benutzen will. Wenn man sie richtig einrichtet und bedient, dann ist sie eine gute Heizung. Aber sie ist nicht so bequem wie die Gasheizung oder die elektrische Heizung. Deshalb wird sie in Zukunft wahrscheinlich immer mehr durch diese beiden Heizungen verdrängt werden. Aber heute ist sie noch sehr verbreitet, und sie wird es noch lange bleiben, weil sie billig ist.

Entgasungstemperaturen.

Die Art der Verkokung in einer Kammer- oder Ofenanlage, und zwar sowohl in einer Gas- als auch in einer Koksanlage, wird durch die Entgasungstemperatur bestimmt. Diese ist nicht allein von der Art der Heizung und der Beschaffenheit und Leitfähigkeit der Steine, sondern auch von der Beschaffenheit und Zusammensetzung der Kohle abhängig. Bei gleicher Heizung und gleichen Steinen ist die Entgasungstemperatur bei einer Kohle mit hohem Gasgehalt niedriger als bei einer Kohle mit niedrigem Gasgehalt. Bei Gasöfen, die Temperaturen bis zu 1400° C und darüber aufweisen, ist die Entgasungstemperatur bei Gaskohle niedriger als bei Koksgaskohle. Bei Koksöfen, die Temperaturen bis zu 1200° C aufweisen, ist die Entgasungstemperatur bei Koksgaskohle niedriger als bei Gaskohle. Bei Gasöfen, die Temperaturen bis zu 1400° C aufweisen, ist die Entgasungstemperatur bei Koksgaskohle niedriger als bei Gaskohle. Bei Koksöfen, die Temperaturen bis zu 1200° C aufweisen, ist die Entgasungstemperatur bei Koksgaskohle niedriger als bei Gaskohle.

Es wurden nach den Gasanstalts- und Kokereibetrieb entsprechende Versuche durchgeführt, um festzustellen, ob eine Abhängigkeit der Entgasungstemperatur von der Heizung, der Steinart und der Kohlenart besteht. Es wurden Versuche mit verschiedenen Kohlen und verschiedenen Steinen durchgeführt. Es wurden Versuche mit verschiedenen Kohlen und verschiedenen Steinen durchgeführt. Es wurden Versuche mit verschiedenen Kohlen und verschiedenen Steinen durchgeführt.

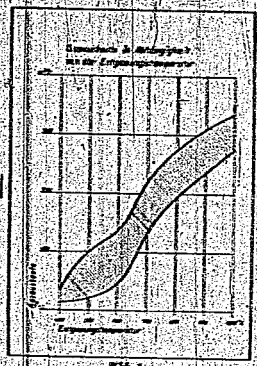


Abb. 1.

Gasausbeute in Abhängigkeit von der Entgasungstemperatur.

Es wurden Versuche mit verschiedenen Kohlen und verschiedenen Steinen durchgeführt. Es wurden Versuche mit verschiedenen Kohlen und verschiedenen Steinen durchgeführt. Es wurden Versuche mit verschiedenen Kohlen und verschiedenen Steinen durchgeführt.

Die Entgasungstemperatur ist in Abhängigkeit von der angewendeten Temperatur ebenfalls beeinflußt von der Kohlenart, wie in Abb. 2 wiedergegeben. Es wurden Versuche mit verschiedenen Kohlen und verschiedenen Steinen durchgeführt. Es wurden Versuche mit verschiedenen Kohlen und verschiedenen Steinen durchgeführt. Es wurden Versuche mit verschiedenen Kohlen und verschiedenen Steinen durchgeführt.

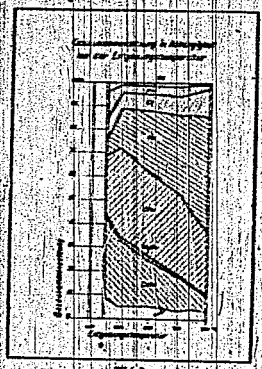
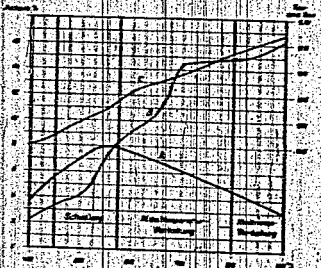


Abb. 2.

Entgasungstemperatur in Abhängigkeit von der Entgasungstemperatur.

Es wurden Versuche mit verschiedenen Kohlen und verschiedenen Steinen durchgeführt. Es wurden Versuche mit verschiedenen Kohlen und verschiedenen Steinen durchgeführt. Es wurden Versuche mit verschiedenen Kohlen und verschiedenen Steinen durchgeführt.



A-Teer, B-Gas, C-spezifischer Gewicht des Teers.

Abb. 3.

Einfluß der Entgasungstemperatur auf die Teer- und Gasausbeute und das spezifische Gewicht des Teers.

Der Einfluß der Entgasungstemperatur auf die Zusammensetzung des Teers ist in dem in der Abb. 4 wiedergegebenen Schaubild dargestellt. Bei der Verkokung von Kohle mit niedrigem Gasgehalt wurde festgestellt, daß bei einer Temperatur von 1000° C und darüber die Ausbeute an Teer bei einer Entgasungstemperatur von 600° C am größten war und der Teer die

sprechend am niedrigsten. Betrachtet man sich den Mengenverlauf nach der rechten Seite des Bildes, so erkennt man mit der Abnahme des durch Zersetzung bereiten Wasserstoffs eine starke Veränderung in der Zusammensetzung, einen erheblichen Rückgang des Oelgehaltes, namentlich der leicht siedenden Fraktionen, und eine beträchtliche Zunahme des

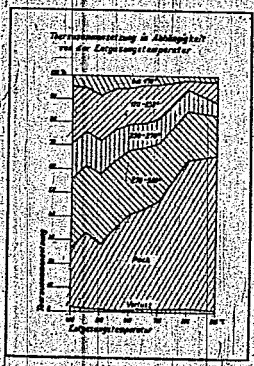


Abb. 4.
Teerzusammensetzung in Abhängigkeit von der Entgasungstemperatur.

Pechgehaltes. Wenn man die in der Abb. 3 angedeutete mengenmäßige Teerausbeute und dazu die Beschaffenheit des bei etwa 500° gewonnenen Schwelteers gemäß der Abb. 4 in Betracht zieht, so sind die Vorteile der Steinkohlenschwelung hinsichtlich der Teererzeugung offenbar.

Schwelverfahren.

Die umfangreiche Entwicklungsgeschichte der Steinkohlenschwelverfahren soll hier nicht in Betracht gezogen werden, und auch die im Ausland in Betrieb befindlichen Schwelverfahren sollen hier keine Berücksichtigung finden, da sie sich, wie bereits erwähnt, für die bei uns in Deutschland gegebenen Verhältnissen nicht eignen. Die Entwicklungsgänge der im folgenden beschriebenen Schwelverfahren liegen mehrere Jahre zurück, und dieser Zeitaufwand ist ein Zeichen für die Schwierigkeiten, die in jedem Falle zu überwinden waren, ehe man eine brauchbare Lösung fand. In der Wahl der Reihenfolge in den einzelnen Gruppen lasse ich mich von dem Zeitpunkt leiten, an dem man mit den einzelnen Verfahren hervortrat, und es sind in diese Betrachtung ausdrücklich nur solche einbezogen worden, die mit Hilfe von Versuchsanlagen betriebsreif entwickelt worden sind, während die vielen Vorschläge, die in diesem Zusammenhang nur erst auf dem Papier stehen, unberücksichtigt bleiben mußten. Meine Kenntnis dieser neueren Verfahren sind überwiegend auf eine zu diesem Zweck unternommene Studienreise zurückzuführen und gründet auf langjährige praktische Erfahrungen in diesem Fachgebiet. Befleißige ich mich einer absolut sachlichen Berichterstattung, wobei ich mich darauf beschränke, die bemerkenswerten kennzeichnenden Merkmale jedes einzelnen Verfahrens herauszustellen. Zunächst werden die wirklichen Schwelverfahren angeführt und anschließend die Verfahren der sogenannten Mitteltemperaturverfahren.

DT-Verfahren.

Dieses von der Brennstoff-Technik G. m. b. H. in Essen entwickelte Verfahren ist durch Veröffentlichungen[1]) bereits allgemein bekannt, so daß ich mich bei der Besprechung der Einzelheiten kurz fassen kann. Grundsätzlich hat man die im Gaswerksbetrieb bewährte Form des unterbrochen betriebenen Vertikalkammerofens gewählt, wobei man sich jedoch eiserner Kammern bedient, die einen schnellen Wärmedurchgang gewährleisten.

Der ausschlaggebende und kennzeichnende Unterschied zwischen den Schwelkammern und denen des normalen Gaswerksbetriebes besteht, abgesehen von der Wahl des Baustoffes, darin, daß die Kammerwände seitlich beweglich angeordnet sind, wodurch eine schnelle und sichere Entleerung der Kammern auch bei treibender oder eingestampfter Kohle gewährleistet wird. Die seitliche Bewegung der Kammerwände wird als unbedingt erforderlich erachtet, weil nicht schrumpfender Schwelkoks, der sonst in den Kammern festgeklemmt bleibt, durch diese seitliche Erweiterung ohne weiteres herausfällt. Die Beheizung der eisernen Kammern erfolgt durch umlaufende Verbrennungsgase derart, daß die Temperatur der Kammerwände nicht über 600° steigen kann. Die Zusammensetzung der Umwälzgase wird so eingestellt, daß freier Sauerstoff praktisch nicht vorhanden ist. Diese beiden Bedingungen sichern eine lange Haltbarkeit der Kammerwände, die durch diese Maßnahmen sowohl vor örtlichen Ueberhitzungen als auch vor chemischen Angriffen geschützt sind.

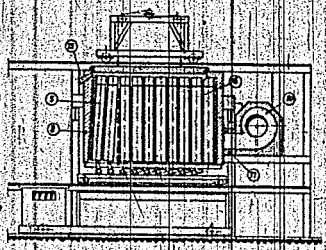


Abb. 5.

Das BT-Verfahren soll anhand der Abb. 5 bis 9 kurz erläutert werden, die je einen Doppelofen in verschiedenen Ansichten zeigen, und zwar in der Abb. 5 im Querschnitt, in Abb. 6 im Längsschnitt, die Abb. 7 läßt die teilweise aufgebrochenen Kammern erkennen sowie die Kanäle, durch die die als Heizträger dienenden Umlaufgase den einzelnen

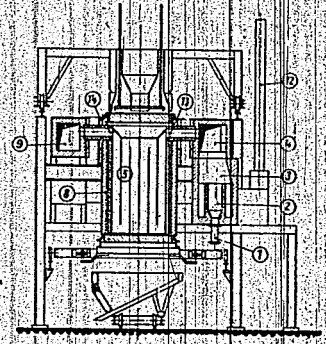


Abb. 6.

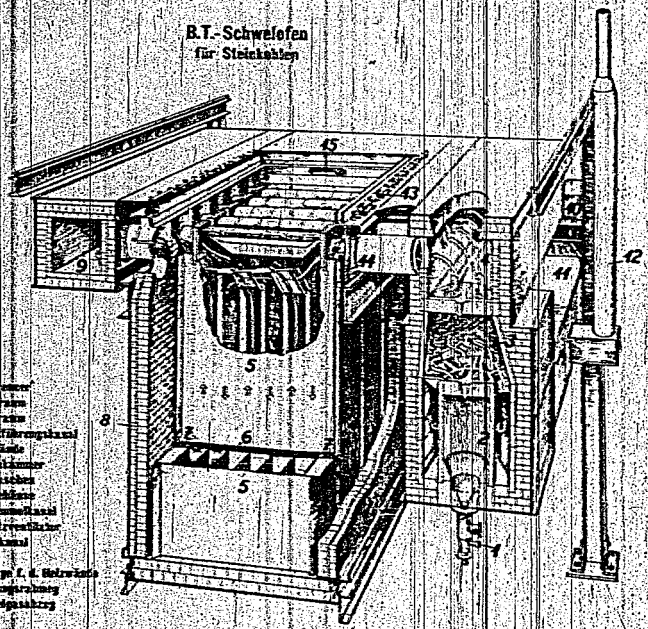
Wänden angeordnet werden. Die geringe Spannbewegung der einzelnen Wände bis zur Entfernung der Kammern wird durch flexible Eisenblechen ermöglicht. Die Abdichtung ist durch eine Anordnung des Ofens den man oben gekennzeichnet, auch Risse beschädigen Kammern, andere die regelmäßigen Abdichtungen über den Heizgassen gut Tür und Abdichtung der angeschlossenen Heizgase können, wie hier durch eingegangene Risse angedeutet ist. Für in diesen Abdichtungen verschiedenen Einzelheiten sehen die Konstruktionen Werkstatt dieser Schmelzofenart so deutlich hervortreten, daß lange Erläuterungen genügen, um in den Wesen einzudringen.

Nach erfolgter Charge werden die Kammerwände nacheinander durch die Hebel des Hebewagens zur Seite geschwenkt. Danach wird der Schmelzofen horizontal gestellt. Die Wände a und b sind in Verbindung dargestellt, der Schmelzofen fällt gerade herum, es liegt die Schmelzung der übrigen Wände c, d, etc.

Der ganze Ofen wird von einem Laufkrahnwagen mittels Kranes aufgenommen.

Der auf den Ofenwände verschiedener Größen Einsätze ermöglicht die gleiche Tagesleistung Schmelzöfen und Schmelzkammern im Durchschnitt verschiedenen Ofen. Die Anlagen besteht sich

B.T.-Schwelofen
für Steinkohlen



1 Gaskammer
2 Feuerraum
3 Mischraum
4 Gasableitungskanal
5 Heizwände
6 Kühlkammer
7 Kokstischen
8 Eisenplatten
9 Gasumwälzkanal
10 Umwälzventilator
11 Druckkanal
12 Kamin
13 Gehänge f. d. Heizwände
14 Abdichtungsrahmen
15 Schwingungsbalken

Abb. 7. Perspektivische Ansicht und Schnitte des B.T.-Schwelofens

Der Schmelzvorgang (7) ist an einem Ofenpaar aufgehängt, welch letzterem die Hebevorrichtungen für Deckel und Bodenverschluß, der Ausstoßvorrichtungen für das Spannen der Klappe sowie den Füllungen trägt.

Die Betriebsweise gleichen über sämtliche in einem Gebäude befindlichen Kammern.

Die ofenrund gebildeten Kammerwände (Heizgasse 5) sind im Querschnitt mit Einbuchten zur Führung der umlaufenden Heizgase versehen. Die Verteilung dieser Heizgase erfolgt derart, daß überall gleiche Temperaturen in den schachtförmigen Kammerräumen vorhanden sind. Zwischen den Kammerwänden befinden sich die Räume für die Schmelzkohle (Kammern 6).

Der Deckel ist mit einem Kohlenfüllrohr versehen, durch welches die Kohle in dünnen Schichten während des Schmelzens verteilt wird. Die Schmelzkammer selbst ist durch eine Schamotte-Wand in zwei Hälften geteilt, so daß die Schmelzung der einzelnen Hälften nacheinander vorgenommen werden kann.

Der Ofen wird von einem Laufkrahnwagen mittels Kranes aufgenommen.

Der auf den Ofenwände verschiedener Größen Einsätze ermöglicht die gleiche Tagesleistung Schmelzöfen und Schmelzkammern im Durchschnitt verschiedenen Ofen. Die Anlagen besteht sich

Die Abdichtung der Kammerwand-Stutzen in den Gehäusewänden einerseits und den Kammerwänden andererseits geschieht durch die Dichtungsrahmen (14), die bequem zugänglich sind.

Die überschüssigen Heizgase werden durch einen Kamin (12) abgeführt. Am unteren Teil des Kamins ist ein Luftvorwärmer eingebaut, in welchem die Abhitze zur Vorwärmung der Verbrennungsluft ausgenutzt wird. Der Abzug der Schwelgase aus dem Schwelofengehäuse erfolgt durch den Rohrstutzen (16).

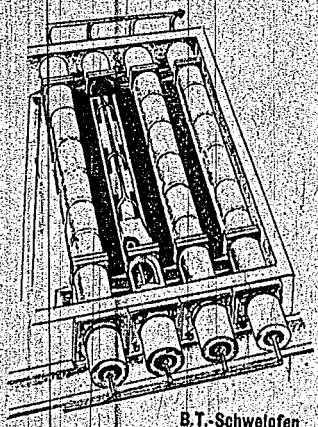


Abb. 8.
Schwelofen der Brennstoff-Technik. Perspektivische Ansicht von oben.

B.T.-Schwelofen
Ansicht von oben

Die Heizwände sind an eisernen Gehängen (13) so aufgehängt, daß die erwähnten Dichtungsrahmen entlastet sind und außerdem das Ausschwenken der Heizwände anstandslos möglich ist, der Ausschlagwinkel beträgt ja nur wenige Grade.

Sämtliche in einem Ofengehäuse untergebrachten Kammerwände sind während des Verkokungsvorganges durch eine Spannvorrichtung fest mit dem Gehäuse verspannt, so daß sich Treibdrücke, welche von der Kohle ausgehen, auf die Gehäuseverankerung übertragen. Vor der Entleerung wird die Spannvorrichtung gelöst, so daß dann das Ausschwenken der Heizwände erfolgen kann.

Die BT-Oefen werden in Ofeneinheiten — also mehrere Verkokungskammern in einem Gehäuse mit dem dazugehörigen Heizofen — gebaut. Je nach Größe einer Schwelanlage wird eine Ofeneinheit für einen täglichen Kohlendurchsatz von 10 bis 30 t und höher bemessen. Dabei werden 6 und mehr Kammern in einer Ofeneinheit vereinigt. Die Kammerabmessungen in Länge und Höhe richten sich nach der gewünschten Durchsatzleistung und entsprechen etwa 1,5 bis 2,5 m Länge bei etwa 3 bis 4 m Höhe. Die Kammerbreite schwankt nach Art der zu verschwelenden Kohle von 60 bis 130 mm und dementsprechend die Garungszeiten von 2 bis 7 Stunden. Bemerkenswert ist, daß die Kammern parallel, also nicht konisch sind (ohne Verjüngung nach oben oder Erweiterung nach unten), so daß in allen Höhenlagen gleiche Garungszeiten erforderlich sind und eine gleichmäßige Beschaffenheit des Kokses erzielt wird, was bei der Verkokung von wärmeempfindlichen Kohlen besonders wichtig ist. Die parallele Anordnung der Kammern zueinander gestattet es außerdem, die Bauhöhe der Kammern praktisch beliebig zu wählen.

Die Möglichkeit, die Kohle in die Kammern einzustampfen, in Verbindung mit den parallelen Kammern, erlaubt auch die Umwandlung schlechtbackender Kohlen in einen festen Schwelkoks. Die Wand stellt ein Kokserzeugnis von großer Widerstandsfähigkeit, und die der Kohle zugekehrten Wandflächen können eine glatte oder leicht genutete Ausführung erhalten, wobei sie im letzteren Falle Treibdrücken zu widerstehen vermögen, die erheblich größer sind, als sie gemauerten Kammerwänden zugemutet werden können. Der Oberflächenzustand der Kammerwände ist bei diesem Ofen ohne Bedeutung, da durch das Spreizen der Wände bei der Entleerung der Koks die Kammer auf jeden Fall verläßt.

Es ist ein besonderer Vorzug dieses Verfahrens, daß die Steinkohlenschwelung in Großanlagen mit geringer Bedienungsmannschaft und daher geringen Betriebskosten betrieben werden kann.

Die Firma betreibt in der Nähe von Essen eine Versuchskammer, in der zahlreiche Kohlensorten durchgesetzt und hinsichtlich ihres Verhaltens beim Schwelen geprüft worden sind, so daß dort umfangreiche Erfahrungen hinsichtlich der richtigen Kammerabmessungen für die Verarbeitung von Kohlen bestimmter Beschaffenheit vorliegen.

Die erste Betriebsanlage wird gegenwärtig auf einer Zeche der Preußag in Oberschlesien erbaut und kommt etwa Ende des Jahres in Betrieb.

Dem in neuerer Zeit hervortretenden Bestreben entsprechend, Schwelkoks in gleichmäßigen Abmessungen, also gesamten Formkoks, herzustellen, ist die Brennstoff-Technik ebenfalls gefolgt. Zu diesem Zwecke werden besondere Formkästen, wie in der Abb. 9 wiedergegeben, in die Kammern

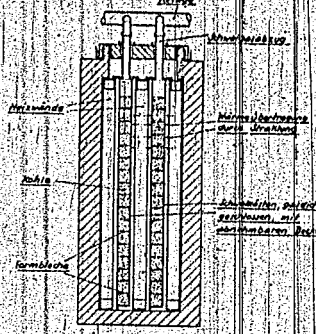


Abb. 9.
Einsätze zur Herstellung von Formkoks in Schwelöfen der Brennstoff-Technik.

eingeführt, wobei die Wärme durch Strahlung auf die Kohle übertragen wird. Nach erfolgter Entgasung wird der Formkasten entleert und erneut beschickt. Das BT-Verfahren ermöglicht jederzeit den Uebergang von der Formkoks- auf die Stückkokserzeugung und umgekehrt; es kann also wahlweise Form- oder Stückkoks hergestellt werden.

Ein weiteres sehr wichtiges Merkmal ist, daß die Schwelgase nicht in den Raum der Wärmeübertragung (Strahlungsraum) eintreten können, sie werden aus den Formkästen unmittelbar abgezogen, wodurch weitgehende Schonung und höchste Oelausbeute gesichert wird. Der her-

gestellte Formkoks, von dem die Abb. 10 drei Stück zeigt, hat die Größe 6 × 6 × 10 cm, wobei diese Abmessungen in gewissen Grenzen nach Bedarf geändert werden können.

Die Brennstoff-Technik hat die Versuche zur Herstellung von Formkoks Anfang 1935 durchgeführt und sie abgeschlossen und sich zunächst mit der Anmeldung von Patenten begnügt. Die weiteren Arbeiten sind zurückgestellt worden, weil man die Ansicht vertritt, daß auf diesem Wege eine großtechnische Herstellung von Schwelkoks wirtschaftlich nicht so günstig durchgeführt werden kann wie bei dem erstangeführten Hauptverfahren.

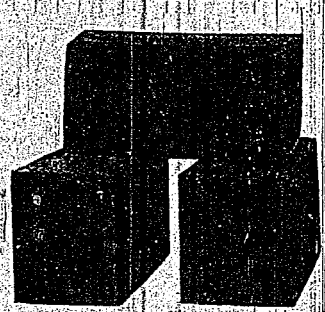


Abb. 10. Formkoks im Schwelofen der Brennstoff-Technik erzeugt.

Nach Ansicht der Brennstoff-Technik spricht besonders folgender Grund gegen die Verwendung von Schwelkoks-Brikett:

Man sei von der Idee geleitet worden, die Handlichkeit des Braunkohlen-Briketts, welches sich wegen seiner bequemen Handhabung großer Beliebtheit erfreut, auch für den Steinkohlenschwelkoks anzustreben; dabei wurde aber der folgende Umstand übersehen:

Im Feuer zerfällt das Braunkohlenbrikett in Stücke von etwa Nußgröße, wodurch günstige Verbrennungsbedingungen von selbst geschaffen werden, denen gelassen Brennstoffe, die durch Verkokung hergestellt werden, im Feuer nicht, und dazu gehört auch der Schwelkoks. Schwelkoks muß in entsprechender Korngröße aufgelegt werden, wenn man günstige Verbrennungsergebnisse erzielen will.

Aus dieser Betrachtung ergebe sich dann von selbst, daß man Steinkohlen-Formschwelkoks nicht wie das Braunkohlenbrikett als Einheitsform herstellen könne, sondern man müsse feuerungstechnisch, der Feuerung angepaßte Korngrößen herstellen. Das erschwert die technische und wirtschaftliche Durchführung, und der Vorteil, den man beim Braunkohlenbrikett so sehr schätzt, kommt in Fortfall. Man kann kleine Formlinge weder aufschichten noch händeln, sondern muß sie, ebenso wie andere Brennstoffe, mit der Schaufel bewegen.

Eine weitere Schwierigkeit sieht die Brennstoff-Technik in der Art der zu verschwelenden Kohle. Man könne nicht ohne weiteres aus ein und derselben Kohlenart Briketts in verschiedenen Größen herstellen. Die Verkokungsgeschwindigkeit müsse der Kohlenart angepaßt werden. In dieser Beziehung sei die Stückkoks-Herstellung weniger abhängig von der Eigenart der Kohle. Sie sei auch wirtschaftlicher durchzuführen. Man würde Schwelkoks zweckmäßig und wirtschaftlicher wie Massengut behandeln, also nach seiner Herstellung in die zweckmäßige Gebrauchsform bringen, daher brechen und sieben. Wolle man den Verbraucher eine Bequemlichkeit bieten, so könne das auf andere Weise geschehen.

Diese von der Brennstoff-Technik vertretenen Ansichten scheinen mir im Interesse der allgemeinen Entwicklung so wichtig genug, um ihnen an dieser Stelle Raum zu geben.

Krupp-Lurgi-Verfahren.

Die Abteilung Bergbau der Friedrich Krupp AG. in Essen entwickelte auf ihrer bei Essen gelegenen Zeche Helene ein Steinkohlenschwelverfahren, zu dessen Weiterentwicklung sich die genannte Gesellschaft mit der Lurgi in Frankfurt zu einer Arbeitsgemeinschaft zwecks Bau und Vertrieb solcher Anlagen zusammengeschlossen hat, weshalb dieser Ofen die Bezeichnung Krupp-Lurgi-Schwelverfahren erhalten hat.

Wie die Abb. 11 in zwei zueinander gelegten Schnitten zeigt, besteht ein solcher Ofen a aus mehreren senkrechten Schwelkammern oder Zellen a, die durch eine gemeinsame, in einer Tauchtasse abdichtende Deckelhaube b abgedeckt sind, während am Boden eine ebenfalls in einer Tauchung abdichtende Tür c als unterer Verschluß vorgesehen ist. Zwischen je zwei Schwelzellen liegt eine Heizkammer d. Die letzteren, die mit senkrechten Stahlrohren zum gleichmäßigen Umlauf des Heizgases versehen sind, stehen an jeder Seite mit den Verteilungskanälen e in Verbindung, durch die die auf bestimmte Temperatur vorgeheizten Gase in wechselnder Strömungsrichtung bald zu, bald abgeführt wer-

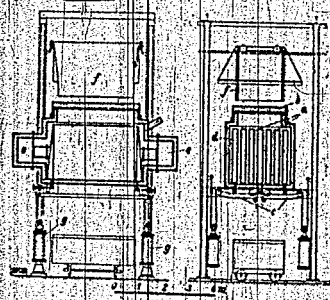


Abb. 11.
Krupp-Lurgi-Schwelofen in zwei Schnitten.

den. Ueber dem Ofen ist der Füllwagen f angedeutet, während ein Wagen zur Aufnahme des herausfallenden Schwelkokses unter dem Ofen gefahren wird. Die Bodenverschlüsse der Kammern werden mit Hilfe der Druckzylinder p betätigt.

Die Schwelzellen haben je nach Art der durchgesetzten Kohle eine lichte Weite von 50 bis 100 mm, und die Abmessungen der Heizzellen sind so gewählt, daß durch den Einbau von Leitflächen die hindurchgedrückten Umwälzgase die Wärme gleichmäßig über die Zellenwände verteilen, wobei die Anordnung der Leitvorrichtungen in den Heizzellen so getroffen ist, daß eine verstärkte Beheizung im unteren Teil der Schwelzellen erfolgt, um der geringen Kohlenzahl der Schwelzellen Rechnung zu tragen. Die Heizgase werden mit einem Gebläse im Kreislauf durch die Heizwände gedrückt. Die Geschwindigkeit, mit der die Heizgase umgewälzt werden, ist so eingestellt, daß der Temperaturunterschied zwischen Eintritt und Austritt nur 50 bis 60° beträgt. Der Temperaturabfall wird in einer Heizvorrichtung wieder ausgeglichen, während die Ueberschußgasmenge abgeblasen wird, nachdem sie vorher einen Wärmeaustauscher zur Vorwärmung der Verbrennungsluft passiert hat. Zur Beheizung kann jedes brennbare Gas dienen, und zwar sowohl Schwelgas als auch Feuchtgas. Die Beheizung dient einer ganzen Ofengruppe gemeinschaftlich.

Die Zellenwände sind aus starkem normalem Flußstahl nach einem besonderen, der Firma Krupp geschützten Verfahren zusammengeschweißt, wobei langjährige Erfahrungen die Betriebssicherheit dieses Zusammenbaues gewährleisten. Die Temperaturen gehen in keinem Falle über 650° hinaus, und die Wände kommen mit Heizflammen unmittelbar nicht in Berührung. Die Beschickung der mehrere Schwelzellen enthaltenden Oefen erfolgt bei kleinen Anlagen durch einen unmittelbar darüber angeordneten Kohlenbehälter, bei größeren durch eine Beschickmaschine, während der unten abgezogene Koks entweder trocken gestürzt oder naß gelöscht wird.

Bis jetzt sind vier Anlagen dieser Art erbaut worden, und zwar die bereits erwähnte Versuchsanlage auf der Zeche Helene, ein Versuchsofen in Verbindung mit dem Kesselhaus eines Elektrizitätswerkes sowie eine betriebsmäßige Anlage auf der Zeche Amalie, die seit Beginn des Jahres arbeitet, und eine weitere in Betrieb befindliche im Saargebiet.

Die Anlage auf der Zeche Amalie sowie die im Saargebiet bestehen aus je 6 Oefen mit je 6 Schwelzellen, die eine Länge von 2 m und eine Höhe von 4,8 m haben. Die Breite der Schwelkammern richtet sich nach der Beschaffenheit der Durchsatzkohle. Sie beträgt bei der Anlage im Saargebiet im Mittel 70 mm und auf der Anlage Amalie 85 mm.

Die Durchsatzkristungen sind infolge der verschieden gewählten Zellenabmessungen in beiden Anlagen verschieden, und zwar je nach Art der Kohle und deren Wassergehalt setzt die Anlage an der Saar 30 bis 35 t, die Anlage auf der Zeche Amalie 35 bis 40 t täglich durch, wobei es sich um eine Kohle mit etwa 34 % flüchtigen Bestandteilen und 7 bis 8 % Wasser handelt. Eine sechszellenofen nimmt 1,15 t Kohle auf und erzeugt bei der Ausbeute von 80 % daraus 0,93 t Koks. Der Koks verläßt die Kammern meist durch einfaches Oeffnen der Türen, jedoch kommt es auch vor, daß der fertige Kokskuchen erst durch einen Ausstoß bewegt werden muß. Je Tonne Durchsatzkohle werden 110 m³ Gas erzeugt, das einen Heizwert von 7500 kcal/m³ hat. Aus dem Gas werden 60 bis 90 g/m³ Oel gewonnen. Soll der Koks auf bestimmte Körnungen gebrochen werden, so fallen je nach der Beschaffenheit der Durchsatzkohle 18 bis 12 % feinkoks an. Zur Bedienung beider Anlagen sind je drei Arbeiter und ein Vorarbeiter ausreichend. Die Teerausbeute in der Anlage an der Saar entspricht etwa 8 %, wobei der Teer in zwei Fraktionen aufgefangen wird, und zwar 90 % bei einer über dem Taupunkt des Wassers liegenden Temperatur und daher in wasserfreier Beschaffenheit. Dieser Teer enthält 17 % bis 19° siedendes Leichtöl und 45 % dieses Teers haben ein spezifisches Gewicht, das unter 1,0 liegt. 10 % des Teeranfalls werden durch Rührung abgeschieden und durch mechanische Nachbehandlung von Staub und Wasser befreit. Der auf der Krupp-Anlage gewonnene Teer hat etwa 2 % Wasser und enthält 35 bis 40 % Pech, wobei sein spezifisches Gewicht zwischen 1,05 und 1,06 schwankt.

Zu bemerken ist noch, daß in diesem Ofen durch Einsätze auch Formkoks erzeugt werden kann.

Berg-Verfahren:

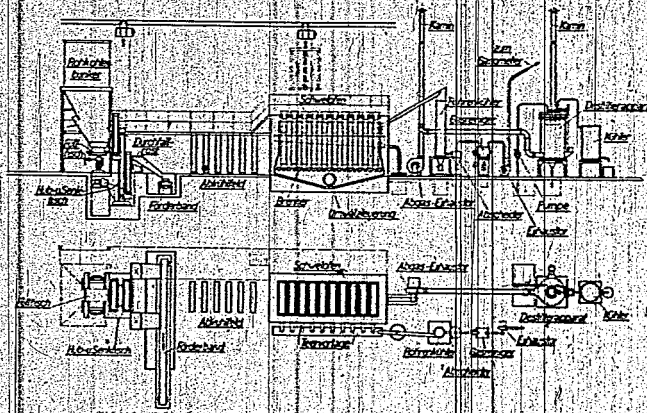
Bei dem von der Uendauanlagegesellschaft Berg & Co. in Köln-Kalk entwickelten Verfahren handelt es sich ebenfalls um eine Kammerschwelung, jedoch gegenüber den bisher angeführten Schwelein richtungen mit dem Unterschied, daß die Kohlenbeschickung mit Hilfe eines höher beschickten Einsatzes in die Kammern überführt wird. Dabei kann das Verfahren den verschiedensten, sowohl von der Kohlenbeschaffenheit wie auch von der Art der Schwelgase abhängigen Bedingungen angepaßt werden.

Die Schwelanlage von Berg ist in der Abb. 12 im Aufriß und im Grundriß wiedergegeben, und dieses Bild ist umso bemerkenswerter, als in diesem Falle die vollständige Schwelanlage hinzugezogen ist, während bei allen anderen für diesen Zusammenhang unerheblichen Verfahren lediglich die Oefen als der grundsätzlich Hauptteil berücksichtigt sind. Die Zeichnung soll im Sinne des Kohlendurchganges im folgenden kurz beschrieben werden, und zwar zeigt die Abb. 12 ganz links den Kohlenbehälter mit einem darunter angeordneten Füllloch. Rechts daneben steht in einer Hub- und Senkeinrichtung die Kammersenkrechte, rechts der noch mit Schwelkoks beladene, links der leere, der bischickt werden soll. Der Beladungsvorgang wird als aus Bandteilen zeichnerisch gekennzeichnet und durch Pfeilschreibung zusammengehaltenen Einzelformen ab, wobei der Formkoks auf dem seitlich angedeuteten Rost fällt und durch ein Band abgefördert wird. Die leere, unten und oben offene Form wird auf den Füllstich gelegt, sodaß die Kohle hineinfällt, und die Form wird nun an der Seite des Füllrumpfes mit Hilfe des angedeuteten Handrades gehoben, eine Platte nach oben bewegt, wobei sich die angehäufte Kohle in die Form hineinpreßt. Die Form wird dann in Einsatz des leeren Ofens gelegt und mit einer Platte zugedeckt und darauf eine weitere Form gelegt, bis der ganze Einsatz gefüllt ist. Durch entsprechende Verstellung der Heb- und Senkeinrichtung sind die jeweils entleerten und beschickten Formenlagen der beiden Einsätze stets in gleicher, für die Bedienung bequemer Höhe. Zwischen dem Förderband und der Ofengruppe ist eine Abstellgelegenheit für die die Kammern verlassenden Einsätze vorgesehen, um dem Schwelkoks Gelegenheit zur Abkühlung zu geben. Da die Formen vollständig abgedeckt sind, kann ein Selbstentzündung des Schwelkokses nicht eintreten. In der Abb. 12 besteht die Ofengruppe aus 10 Kammern. Diese bestehen aus Kästen, die allseitig geschlossen, aus einem Stück gegossen sind und nur oben eine der ganzen Querschnitt freigebende Oeffnung haben, die durch eine in einer Sandgasse abdichtenden Deckel verschlossen wird. Die Kammern werden seitlich durch Umlaufheizung auf gleichmäßiger Schwelemperatur erhalten und sie sind zu diesem Zweck in Heizwerte eingebaut. Die Gase werden durch seitliche Rohre, die in der Abb. 12 als Pfeile bezeichnet sind, über die Kammerlänge verteilt. Durch eine im Aufriß angedeutete Hängebahn mit Elektrotaschenzügen werden die Einsätze aus den Kammern herausgehoben und frisch beschickt eingesetzt. Eine Kammerbeschickung setzt sich aus 350 kg Kohle und die Schwelzeit beträgt 4 Stunden, so daß je Kammer und Tag 1,1 t Kohle durchgesetzt wird, wobei die Wärmeübertragung von den Kammerwänden auf die Beschickung sowie durch Strahlung bewirkt wird. Über an einem Ende hat jede Kammer einen Gasabgang, wie dies der Grundriß der Abb. 12 andeutet, und dieser ist durch einen in der Abb. 12 nicht berücksichtigten Absperrschieber mit einer Vorlage verbunden. Der in der Vorlage angesammelte Teer fließt in einen Tauchbehälter, während das Schwelgas von einem Gebläse angesaugt, nacheinander durch Kühler, Teerscheider und Oelwäscher durchströmt, um dann in einen Gashalter gedrückt oder einer sonstigen Verwendungsstelle zugeführt zu werden.

Unmittelbar neben der Ofengruppe ist ein Saugzugventilator angeordnet, der das überschüssige Abgas durch einen Kamin ins Freie drückt, in den ein Einstellschieber eingebaut ist, der es ermöglicht, einen entsprechenden Teil der Abgase zur Entwässerung des Schwelkoks zu benutzen. Zu diesem Zweck ist die ganz rechts sichtbare Destillieranlage gebaut, aus einer senkrechten zylindrischen Blase bestehend, mit daneben angeordnetem Kühler. Der Schwelkoks wird

und der Sammelgrube in die Blase gepumpt, die jedoch nur zur Hälfte gefüllt wird. Dann in die Blase ist ein durch Wasserbetrieb betätigtes Flügelrad eingebaut, das den auf der Teeroberfläche entwickelten Schaum zerkleinert und herunterdrückt, so daß das gekürzte Rohr der Blase vermieden wird. Wasser und Leichtöl werden mit Hilfe der fühlbaren Wärme der Abgase überdestilliert, in dem Kühler niedergeschlagen und in einem Scheidegefäß aufgefangen, in welchem sich Leichtöl und Wasser ohne weiteres trennen. Die Schlußgewinnung durch den Blasenaufsatz gedrücken Abgase entweichen durch den oben aufgesetzten Blechschornstein.

Die in der Abb. 12 wiedergegebene Anlage besteht einen Formteils mit gewölbten Abteilungen sowie einen wasserfreien Schwelherd, neben Trockel. Die Oefen messen bis zu 10 Schwelkammern je Gruppe auf und außer den in Kalk erbauten Versuchsanlagen sind bis jetzt vier solcher Anlagen im Bau und Betrieb.


Kohle
Kohle
Kohle

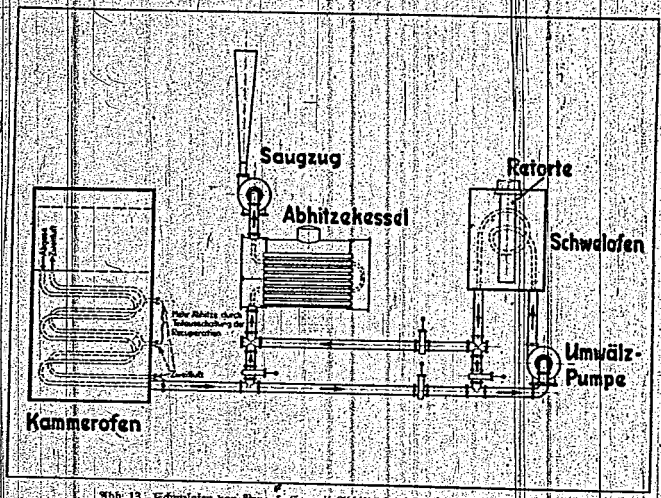


Abb. 13. Schwelofen von Berg & Co. mit Abhitze, betrieben im Gaswerk Erlangen.

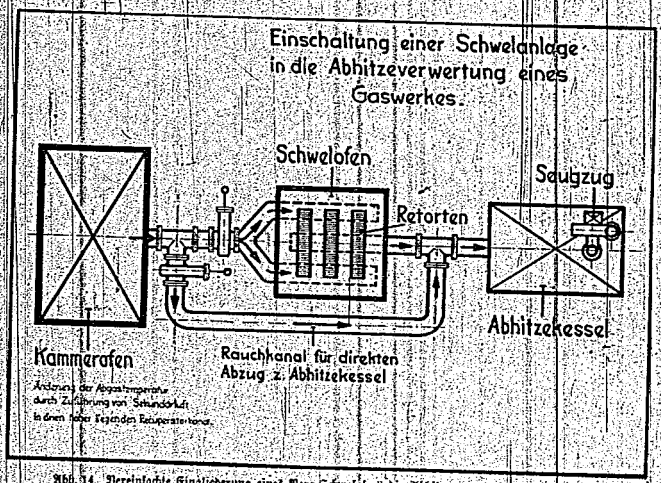


Abb. 14. Vereinfachte Eingliederung eines Berg-Schwelofens die Abhitzeverwertung eines Gaswerkes.

und Gebrauch zu erleichtern, wie es beim Braunkohlenbrikett so großen Anklang gefunden hat. Die Firma Berg hat hier in Verbindung mit Sonderfachleuten auf diesem Gebiete eine sehr glückliche und einfache Lösung gefunden, wie sie aus der Abb. 16 hervorgeht. Die Formkoksstücke

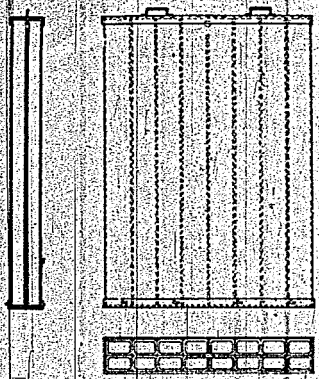


Abb. 15.

Zellenteilsatz für den Berg-Schwelofen zur Schwelung von Rohkohlen oder backender Feinkohle.

werden in eine Bank gestellt, ein Draht wird herumgezogen und ein Druck auf die Schlichtsteine genügt, den Draht einschwingen zu lassen, zu verschränken und abzuschneiden, so daß die Herstellung eines solchen Formkoksbündels weniger als eine Minute beansprucht. In der Abb. 16 sind fünf Formlinge

Abb. 16.

Bündeln von Formkoks aus dem Berg-Schwelofen.

in einem Bund vereinigt. Diese Bunde lassen sich auch mit zwei und mehr Reihen ohne Schwierigkeit herstellen, so daß ein einzelnes Bund 5, 10, 20 usw. bis zu 40 Formlinge enthält, wodurch der Transport und die Haltbarkeit des Schwelkokses sehr begünstigt wird.

Hinselmann-Verfahren.

Der Schwelofen der Hinselmann-Stoksofenbaugesellschaft m. b. H. in Essen, ist dadurch bemerkenswert, daß er die Erzeugung von Formkoks bei enger Schwelung in ruhender Beschickung mit stetiger Betriebsweise verbindet. Die Bauart des in Abb. 17 und 18 wiedergegebenen Ofens erscheint auf den ersten Blick verwickelt, obwohl es sich um eine einfache, mit Rücksicht auf die Leitung und Wärmewirtschaft aber stark zusammengedrängte Einrichtung handelt.

Grundsätzlich besteht der Ofen aus einer etwa 1 m breiten mit hitzebeständigem Metall abgedeckten Bahn, die durch waagerechte Zwillingszüge von unten beheizt wird. Auf dieser Bahn liegen quadratische, mit zahlreichen Durchbohrungen versehene Gußplatten von 80 mm Dicke, die langsam über diese beheizte Bahn geschoben werden. Die Durchbohrungen werden selbsttätig mit Kohle gefüllt, und durch die von dem Ofen aufgenommene Wärme erfolgt eine verhältnismäßig rasche Fortleitung auf die Kohle, die dadurch entgast und am Ende ihres Weges durch den Ofen als Formkoks ausgetragen wird. Um die Leistung des Ofens zu erhöhen, sind mehrere solcher beheizter Bahnen, bis zu sechs, in einem Ofen übereinander untergebracht. Würde man nun die Platten an einem Ende des Ofens einschieben und am entgegengesetzten austragen, so ergäbe sich eine sehr lange, trockte Kammer mit großen Austrahlungsflächen und an jedem Ende wäre der Einbau gasdichter Schleusen erforderlich. Um diese zu vermeiden, die Wärmewirtschaftlichkeit zu erhöhen und eine gedrungene Bauweise zu ermöglichen, hat man zwei beheizte Bahnen A und B parallel nebeneinander angeordnet und diese an jedem Ofenende durch eine kurze Querbahn verbunden, so daß jede Plattenbahn ein Rechteck bildet, wie dies aus dem Grundriß der Abb. 19, die einen solchen Ofen mit sechs übereinander liegenden Bahnen in mehreren Schnitten zeigt, ersichtlich ist, während die Abb. 20 einen perspektivischen Schnitt eines solchen Ofens mit drei Bahnen wiedergibt, um die Anordnung der Beheizung besser erkennen zu lassen.

An der im Grundriß der Abb. 17 durch 4 gekennzeichneten Stelle ist die Heizbahn A unterbrochen, den Platten ist dadurch der Boden entzogen und die Formkoksstücke fallen heraus. Ein weiterer Vorschub befördert die Platte von 4 in den mit Feinkoks gefüllten Schacht 6, dessen Querteil im Aufriß der Abb. 17 mit 5 und 5 bezeichnet ist. Ein gleichzeitig als Hammer und Abstreicher dienendes mechanisches Klopfwerk bewirkt, daß sich alle Durchbohrungen dicht mit Kohle füllen, und die nächste Vorschub bringt die beschickte Platte nun auf die Heizbahn. Die Verschiebung erfolgt durch den ganz rechts am Ofenkopf sichtbaren Druckzylinder, der drei Ofenstockwerke gleichzeitig bedient. Am entgegengesetzten Ofenende angelangt, wird die Platte nun durch den festen Hebel im Grundriß sichtbaren Zylinder auf die nächste Bahn geschoben, und auf diese bewirkt der links unten im Bilde sichtbare Druckzylinder den Vorschub in entgegengesetzter Richtung über die Heizbahn B. Auf dieser werden die Platten durch massive, nur nach oben bewegliche Gußplatten selbsttätig abgedeckt, um ein Herauswachsen der Kohle aus den Plattenöffnungen zu verhindern und durch Druck die Bildung eines dichten Schwelkokgefüges zu begünstigen. Am rechten Ende der Heizbahn B wird die letzte Platte durch den rechts oben im Grundriß der Abb. 17 sichtbaren Druckzylinder wieder auf die Bahn A zurückgezogen, und mit Hilfe des rechten Druckzylinders kommt sie, in entgegengesetzter Richtung vorgeschoben wieder an den Ausgangspunkt zur Entleerung und anschließenden Beschickung zurück. Beim Ofen mit 6 Stockwerken liegen, wie der Aufriß der Abb. 17 zeigt, je 2 Druckzylinder übereinander. Die Betätigung der vier Druckzylinder, die genau aufeinander eingestellt sein muß, erfolgt durch ein elektrisch betriebenes Schaltwerk, das Störungen ausschließt.

Die Abb. 17 zeigt oben rechts einen Schnitt durch den Schacht 4, und man erkennt, daß der Schwelkoks auf Rutschen fällt, über die er in den Austragschacht 10 herabgleitet. Die einzelnen Koksrutschen werden mechanisch bewegt, und an ihrem unteren Gliedern sind kurze Stifte eingesetzt, die den Durchbohrungen der Schwelplatten entsprechen und etwa steckengebliebene Koksstücke nach unten herausschlagen. Der Schwelformkoks wird durch die Zellenwalze 11 ausgetragen und dann mechanisch mit der Kohle gemischt und bedarf

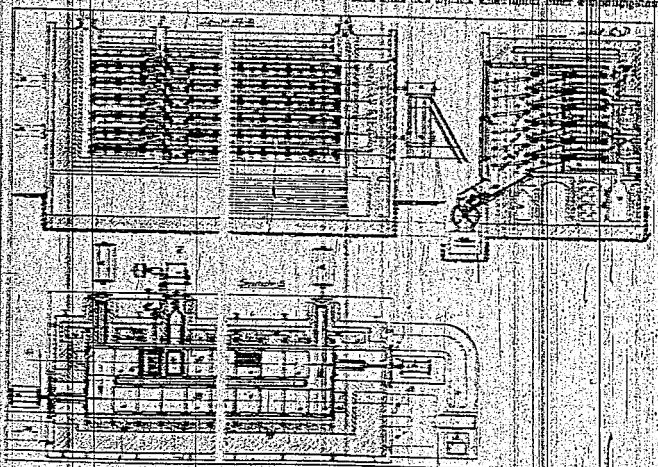


Abb. 27. Schweißen mit 3 Stichflammen der Hochleistungs-Schneidbrennerdüse im Schnitt und Ansicht.

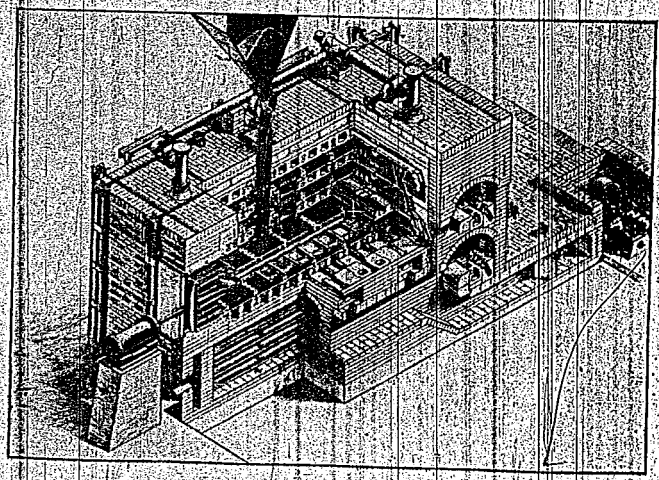


Abb. 18. Schwelofen mit 9 Glockwerken der Hinselmann-Koksofenbaugesellschaft.

so wenig von den im Gaswerksbetrieb bewährten Oefen gleicher Bauart unterscheidet, daß weitere Einzelheiten hier übergangen werden können.

Durch die Metalleinbauten wird, wie die Abb. 21 zeigt, die Beschickung in dünne stehende Schichten unterteilt, und der Wärmeübergang erfolgt mit gleichem Zeitaufwand wie in einer ganz aus Eisen bestehenden Kammer.

Die Schwelung der Kohle verläuft ohne Koksnaht, und der langsam und vorsichtig einer Kammerzelle entnommene Schwelkoks bildet eine zusammenhängende Platte mit dichtem gleichmäßigen Gefüge, die beim Austrag und bei der Abförderung natürlich in Stücke zerbricht.

Gegenüber Eisenkammern bietet der Ofen den Vorteil gemauerter Heizzüge, und durch Anwendung von Rekuperatoren oder Regeneratoren steht die Wärmewirtschaft der normalen Vertikalöfen des Gaswerksbetriebes nicht nach. Der Otto-Schwelofen erlaubt es, die Temperatur der Heizzüge auf 950° zu halten, während die Schweltemperatur innerhalb der Kammer 530° nicht übersteigt.

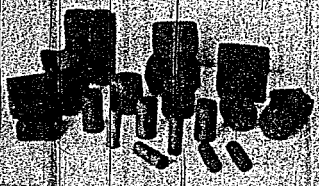


Abb. 19. Schwelkoks in verschiedenen Formen aus dem Hinselmann-Schwelofen.

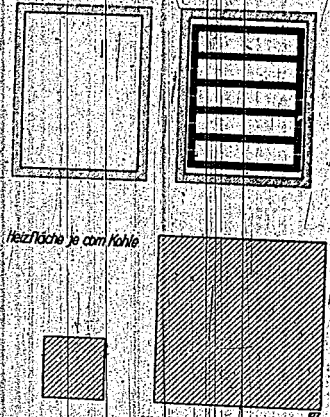


Abb. 20. Vergrößerung der Heizfläche durch Eiseneinsätze im Schwelofen von Dr. Otto & Co.

Ueber die Entgasungsdauer im Otto-Vertikalschwelofen mit Eiseneinsätzen unterrichtet das in der Abb. 22 wiedergegebene Kurvenblatt, dessen Ordinaten die Garungszeit in Stunden andeutet, während die Temperaturen als Abszissen aufgetragen sind. Der Kurvenverlauf läßt erkennen, daß die Schweldauer bei 630° rund 4 Stunden beträgt.

Die Eiseneinbauten des Otto-Schwelofens sind herausnehmbar, so daß sie ausgewechselt werden können, ohne den Ofen kaltlegen zu müssen. Bei Entfernung der Eiseneinsätze kann man mit diesem Ofen unter entsprechender Erhöhung der Heizwandtemperaturen ohne weiteres auf normalen Entgasungsbetrieb bei hohen Temperaturen übergehen, so daß der Ofen eine große Anpassungsfähigkeit an wechselnde Betriebsbedingungen besitzt.

Ein solcher Vertikalkammerschwelofen ist auf der Versuchsanlage der genannten Gesellschaft seit einigen Monaten in Betrieb. Es wird darin eine Gasflammkohle mit 30 % flüchtigen Bestandteilen geschwelt, aus der ein guter Schwelkoks mit 11 bis 12 % flüchtigen Bestandteilen erzeugt wird.

Die Entteerung des Schwelgases erfolgt dabei auf elektrischem Wege, wobei die üblichen Ausbeuten in Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Durchsatzkohle mühelos erreicht werden.

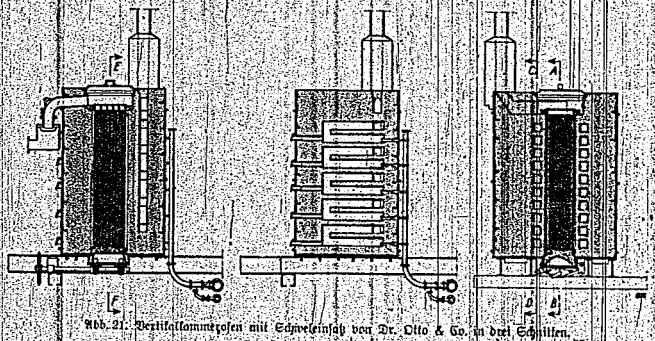


Abb. 21. Vertikalkammerofen mit Schwereinsatz von Dr. Otto & Co. in drei Schnitten.

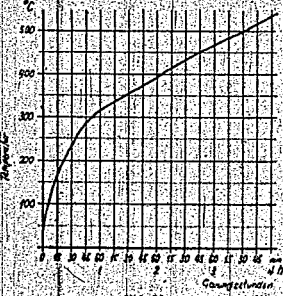


Abb. 22. Temperaturverlauf im Schwelofen mit Einsätzen von Dr. Otto.

Delkeskamp-Verfahren.

Der vor wenigen Wochen verstorbene Dr. Rudolf Delkeskamp hat mit großer Energie und ungeheurem Fleiß während der letzten 15 Jahre eine Anzahl Verfahren entwickelt, von denen die endgültigen, auch auf den Durchsatz von Steinkohle zugeschnittenen Apparate hier berücksichtigt werden sollen.

Voranzustellen ist, daß auch hier die von Delkeskamp entwickelte Brikettierung, darin bestehend, daß eine stark backende, sehr fein gemahlene Steinkohle mit Wasser zu einer dicken Aufschlämmung verrührt wird, die Delkeskamp als „Gelkohle" bezeichnete. Von dieser Aufschlämmung wird ein verhältnismäßig geringer Prozentsatz mit der zu brikettierenden schlecht backenden Kohle innig vermischt und diese dann verpreßt. Unter Umständen, also bei Kohlen, die gar keine Backfähigkeit besitzen, wird diesem aufgeschlämmten Kohlenzusatz noch ein klebender Stoff zugefügt, um die Wirkung des Bindemittels zu verstärken.

Die unter diesen Bedingungen in einer Brikettpresse hergestellten Briketts müssen natürlich etwas vorsichtig behandelt werden, weshalb sie in einer Einrichtung von Koksstaub abgeschwelt werden, und, um den Druck der Beschickungssäule im Ofen auf die unteren Zonen abzuschwächen, enthält dieser eine Anzahl als Spirale gewundener Rohren.

Den von Delkeskamp für diesen Zweck entwickelten Schwelofen zeigt die Abb. 23 im Schnitt. Er besteht aus einem Eisenzylinder, zwischen dessen doppelten Wänden, die Beschickung hindurchgeht, und zwar sind die Unterteilungen so angeordnet, daß der Brennstoff einen spiralförmigen Weg durch den Ofen nimmt und nur ein ganz geringer Druck auf die eingebrachten Preßlinge ausgeübt wird. Am unteren Ende wird der Brennstoff durch die einzelnen Mundstücke ausgetragen. Der Ofen ist von Mauerwerk umgeben, das um den Eisenzylinder herum innen und außen Heizzüge bildet, während ein zylindrischer Raum in der Mitte des Ofens als Brenn- und Mischkammer dient, um die Heizgase auf die richtige Temperatur abzustimmen und Ueberhitzungen vermieden werden.

Die Abb. 24 zeigt den Oberteil des Delkeskamp-Ofens mit rechts dem Umschaltgefäß für die Behälzung, und gleichzeitig ist die mechanische Beschickungseinrichtung erkennlich; oben links ein Behälter mit feinkörnigem Laubholzgas, Koks; rechts daneben die Brikettpresse. Preßlinge und Kokskörner gleiten in einen Trichter, dessen Auslaufrohr durch eine mechanische Einrichtung ständig langsam im Kreise gedreht wird, so daß Preßlinge und Heizkoks im richtigen Gemisch stets über den ringförmigen Querschnitt des Schwelofens gleichmäßig verteilt werden.

Für Preßlinge oder nicht backende Kohlen, die eine schonende Behandlung nicht erfordern, so daß sie ohne Einbet-

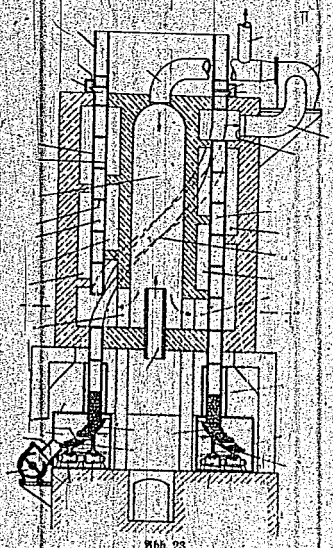


Abb. 23.
Schwelofen von Delleskamp mit Spiralretorten zum Durchsatz eingebetteter Preßlinge.

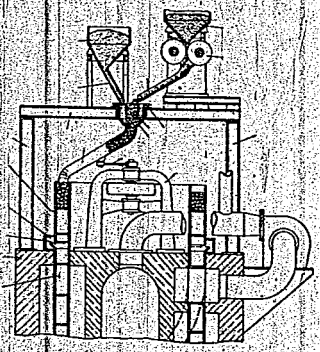


Abb. 24.
Oberteil des Schwelofens von Delleskamp zur Beschickung mit Preßlingen und Feinkoksentnahme.

tung geschweißt werden können, hat Delleskamp einen in der Abb. 25 wiedergegebenen Schwelofen entwickelt, der aus einem zweiteiligen, leicht spindelig gewundenen Ringschacht besteht, den die Preßlinge ohne Einbettung durchwandern.

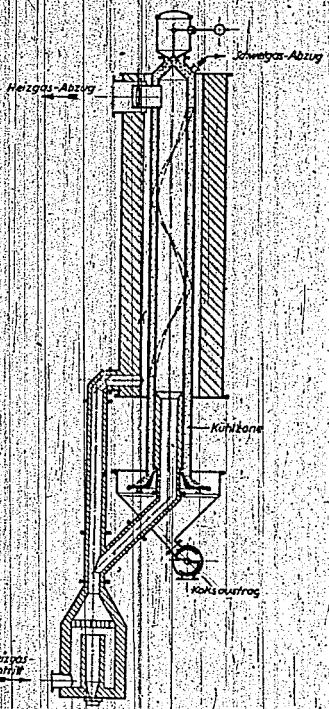


Abb. 25.
Spiralringretorten-Schwelofen von Delleskamp.

Der Ofen ist so einfach in der Anlage, daß er nur kurzer Erklärung bedarf. Er besteht aus zwei ineinandergestellten Eisenzylindern, die durch schraubenartig gewundene Querstege so miteinander verbunden sind, daß die Beschickung jedenfalls einen schraubenförmigen und dadurch verlängerten Weg von oben nach unten zu nehmen gezwungen ist. Der Eisenzylinder ist von einem ebenfalls in einen Blechmantel eingebundenen, gemauerten Schacht umgeben, aus dem er unten ein Stück herausragt, um eine Kühlzone für den Schwelkoks zu schaffen, während sich ganz an unterem Ende die mechanische Koksaustragvorrichtung mit Teller- und Zellenschleuse befindet.

Die Beheizung des Ofens erfolgt sowohl von innen als auch außerhalb des Eisenzylinders. Ganz unten in der Abb. 25 erkennt man eine Brennkammer mit zwei Abgängen

für die Verbrennungsgase, von denen einer durch die Ofenmitte, der andere außen um den Ofen führt. Die Gase verbrennen durch den Stutzen abgesaugt. Beschickungseinrichtung und Schwelgasabzug sind in der Abb. 25 oben am Ofen ebenfalls erkenntlich. Den Bau der von Pelzekamp entwickelten Schwelöfen hat die deutsche Kollergasgesellschaft in Berlin übernommen. Eine Ofeneinheit von Pelzekamp steht auf der Versuchsanlage der genannten Gesellschaft in Spandau.

Spülgas-Schwelung.

Die günstigste Wärmeübertragung auf die Kohle bei der Schwelung erfolgt durch Spülgase, die aus Verbrennungsgasen bestehen und als Wärmeüberträger dienen. Die Herstellung solcher auch für die Umlaufbeheizung von andern mittelbar beheizten Schwelöfen verwendeten Gase wurde bereits in Verbindung mit einigen der vorher gezeigten Schwelöfen beschrieben. Man läßt die Verbrennung in der Mischkammer mit geringem Luftmangel verlaufen, so daß die Umlauf- oder Spülgase noch etwas Kohlenoxyd enthalten, was eine Gewähr für die Abwesenheit schädlichen Sauerstoffes bietet.

Die Spülgasschwelung, die die Wärme unmittelbar auf jedes Einzelne Kohlenstückchen gleichzeitig überträgt, ist nur in besonderen Fällen anwendbar, und zwar für die Schwelung nichtbackender, von Staub befreiter Kohle oder von Preßlingen. Da die Spülgase eine Temperatur haben, die 550° nicht übersteigt, hat die deutsche Kollergasgesellschaft ein Verfahren entwickelt, auch hochheizwertiges, mittelbar aufgeheiztes Schwelgas für diese Zwecke zu verwenden, da es Zersetzungen bei den hier angewandten Aufheiztemperaturen nicht zu befürchten sind. Mit dieser Möglichkeit ist der Spülgasschwelung ein für gewisse örtliche Bedingungen unangenehm empfundener Nachteil genommen, insofern, als sich für ein in geringer Menge anfallendes hochheizwertiges Schwelgas leichter ein lohnender Verbrauch finden läßt, gegenüber den großen Spülgasmengen, die, durch Verbrennungsgase stark verdünnt, mit Rücksicht auf ihren Heizwert nur als Generatorgas verwendet werden können.

Die Spülgasschwelung setzt, wie bereits erwähnt, eine gewisse Stückigkeit, die Abwesenheit von Backfähigkeit, mindestens aber eine Staubfreiheit voraus, damit die Gase sich gleichmäßig über den ganzen Schachtquerschnitt verteilen können und eine Verschwelung in der Beschickung vermieden wird.

Neben Nuß- und Stückkohlen ist die für den Spülgasschwelofen günstigste Stückform der Kohle, wegen der Gleichmäßigkeit der Lagerung und des Durchgangs, das Brikett, das jedoch auf den üblichen Walzenpressen hergestellt wird, so daß die Brikettierungskosten die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens nicht sehr stark beeinflussen. Schwelkokspreßlinge sind ein leicht absetzbarer Brennstoff, der sich für den Fahrzeuggaserzeuger ganz besonders eignet.

Kollergas-Verfahren.

Die deutsche Kollergas-Gesellschaft in Berlin hat sich um die Entwicklung des Spülgasschwelofens sehr verdient gemacht. Es war ursprünglich sehr schwierig, die Beschickung runder Schachtöfen mit großerer sichter Weite gleichmäßig mit Spülgasen zu durchdringen, und es blieb stets in der Mitte des Schachtes eine Säule ungenügend abgeschwelter Kohle. Um eine bessere Verteilung der Gase über den Beschickungsquerschnitt zu erreichen, gab man daher den Schachtöfen eine eckige Kammerform, in denen jedoch die Beschickung nicht so gleichmäßig absinkt wie im zylindrischen Schacht. Die Kollergas-Gesellschaft hat die Aufgabe des Schwelbetriebs mit zylindrischen Schachtöfen sehr sinnreich gelöst, indem sie den Spülgaseintritt in die Mitte des Schachtes stellt und den Schwelkoks mittels eines Drehtellers innen austrägt.

Der Kollergas-Schwelofen ist in der Abb. 26 im Schnitt dargestellt. Er besteht aus einem zylindrischen innen ausgemauerten Schacht, der oben die Beschickvorrichtung trägt und seitlich mit einem Gasabgangsstutzen versehen ist. Der Austrag am unteren Ende des Schachtes erfolgt durch einen Drehteller, ähnlich wie beim normalen Gaserzeuger. Der Koksaustrag ist von einem Sammelgehäuse umgeben, in das gleichzeitig kaltes Gas eingeblasen wird, um den Koks zu kühlen, wonach er durch eine Zellenwalze unten abgezogen wird. Ganz unten in der Abb. 26 erkennt man die Brenn- und Mischkammer, aus der die Verbrennungsgase, genau auf Schwelltemperatur abgekühlt, durch ein ausgemauertes Rohr in die Mitte des Schwelschachtes geleitet werden, in welchem sie sich über den ganzen Querschnitt verteilen, durch die Beschickung nach oben strömen und ihre Schwelung bewirken.

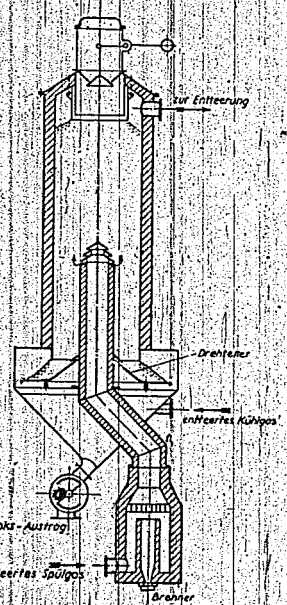
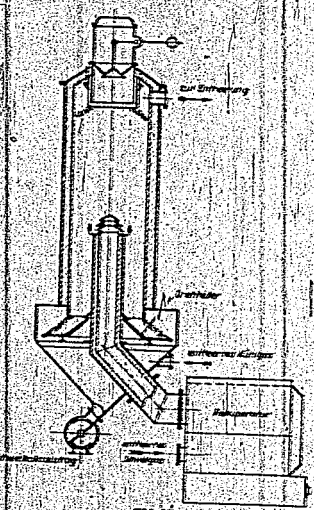


Abb. 26.
Spülgasschwelofen der Kollergas-Gesellschaft

In sehr einfacher Weise ist es der Kollergas-Gesellschaft gelungen, die Erzeugung eines hochheizwertigen Schwelgases mit der Spülgasschwelung zu vereinen. Diesen Ofen zeigt die Abb. 27 im Schnitt, wobei an die Stelle der Brennkammer ein Wärmeaustauscher oder Rekuperator tritt, in welchem das als Spülgas dienende entteerte Schwelgas durch mittelbare Beheizung entsprechend erwärmt wird. Das geht ohne Schwierigkeiten, denn die hierbei erforderlichen Temperaturen sind zu niedrig, als daß man Verstopfungen der Kohlenwasserstoffe zu befürchten hätte. Im übrigen entspricht die Bauart dieses Schwelofens in jeder Beziehung dem bereits in Verbindung mit der Abb. 26 besprochenen.

Um die Schwelbedingungen für die verschiedensten Brennstoffarten zu ermitteln, hat die Kollergas-Gesellschaft in Spandau eine betriebsmäßige Vorführungs- und Versuchsanlage erbaut, in der neben dem Koller-Spülgasschwelofen auch eine Ofeneinheit von Pelzekamp im Betriebsbereitschaft steht. Die Anlage ist in der Abb. 28 in vier Ansichten wiedergegeben, und man erkennt, daß es sich um eine betriebsmäßig ausgerüstete Anlage handelt, in der zu

durchlässige Eigenschaft für jeden Brennstoff ermittelt werden können. Die Einzelheiten sind unter der Pfd. 28 eingetragen, so daß sich weitere Erklärungen erübrigen.



Pfd. 27.
Schwefelofen der Kellerapp-Gesellschaft zur Verwendung von Schwefelgas als Spülgas.

Die Kellerapp-Gesellschaft hat eine Reihe solcher Anlagen bereits erbaut und ist damit auf ihrem Verfahren gut für sich in Aufgriff auf den Durchsatz oder die Leistung bezogen, den wiederholten Kupferniederschlag zu erfordern.

Weber-Verfahren.

In der Reihe der hier empfohlenen Schwefelverfahren liegen die Entkupferungsanlagen des Weber-Verfahrens schon eine Reihe von Jahren zurück. Es wird hier aber erst an dieser Stelle angeführt, weil die Wahl des eigentlichen Schwefelofens für das Verfahren im Rahmen der oben angeführten Bauarten belanglos ist und auch die bei diesem Verfahren sonst leicht anwendbare Spülgasschwadung mit Rücksicht auf die Gewinnung eines verdünnten Schwefelgases nicht mehr anzuwenden braucht, so daß man die nach dem Weber-Verfahren hergestellten Ofengänge sinnvoll in Kammer- oder mit Turmbeschickung als auch in Spülgasöfen abfangreichen kann.

Die Eigenart des Weber-Verfahrens beruht auf der Tatsachenbindung der Kohle durch Berührung in einer gewöhnlichen Mischtrommel, wodurch man bei diesem Verfahren im Gegensatz zu den bisher empfohlenen ganz unabhängig von der Beschaffenheit der Kohle ist und dieser Kohlenarten für die Schwefelung angeben können, die mangels Kalkbildung sonst dafür ausscheiden.

Der Gang des Verfahrens läßt sich durch die in der Pfd. 29 dargestellten Skizze sehr einfach kennzeichnen. Die aufzunehmende Kohle wird von dem Bedienungsbehälter in einer Mühle fein zerkleinert und fällt dann in den Vorratsbehälter. Neben diesem ist ein weiterer Behälter für eingedickte Zellstoffauge angeordnet und daneben ein weiterer, der eine Tonnenschleuderung enthält. Die Kohle gelangt unter entsprechender Zusetzung dieser beiden Zusätze in den Mischer, wird, wenn notwendig, mit Wasser befeuchtet und dann in Mischtrommeln gut durchgemischt. Diese Mischung werden auf einem Bandbrecher in Haufen gebracht, gewendet, und sie werden dann in einen Schwelofen eigener einer Bauart überführt und entweder der Kammerbeschickung oder im Spülgasverfahren geschwelt zu werden.

Das Weber-Verfahren hat deshalb besondere Bedeutung, weil es, wie bereits erwähnt, von der Kohlenbeschaffenheit ganz unabhängig ist, und es ermöglicht, Kohlen, die jeder Beschaffenheit sonstwie, zu Schwelkoksgrießlinge zu überführen. Wenn auch bei diesem Verfahren nicht unbedingt auf die Temperatur der gewonnenen Kohlenteile angewiesen, aber bis jetzt hat sich die Hellerstellung als günstigste Lösung der Zellstoffbereitung allgemein als das Richtige erwiesen. Sie wird empfiehlt mit einem Feststoffgehalt von 12 bis 14 % gelöst und enthält dann 30 % Wasser. Die Zusammenlage zur Kohle richtet sich nach deren Beschaffenheit, insbesondere nach ihrer Backfähigkeit. Bei der gewonnenen Zusammensetzung werden der Kohle etwa 2 %, am Trockensubstanz beigegeben, die durch Andampfen Zellstoff gewonnen. Der Zusatz an Tonschlämmung dient der Verfestigung des Kohlengrießes und verhindert einen vorzeitigen Zerfall der Preßlinge im Ofen. Beim Zusammenmischen werden beide Zusätze beschlossenen zugängig und dann die trockenen Kohlen zugefügt. Sie können soll wieder der Kohle nicht mehr als 1 % Ton zugesetzt sein, daß die dadurch hervorgerufene Erhöhung des Aschengehaltes nicht stark ins Gewicht fällt.

Mit den nach dem Weber-Verfahren hergestellten und geschwelten Preßlingen, von denen die Pfd. 30 eine Probe zeigt, sind umfangreiche Verbrennungsversuche für Hausbrandöfen, Industrieöfen, Generatoren und für Kohlengasgeneratoren durchgeführt worden, die die Brauchbarkeit dieses Brennstoffs hinreichend erwiesen haben. Auf eine sehr einfache Weise der Verbindung des Weber-Verfahrens mit Kesselfeuerungen wird weiter unten noch näher eingegangen. Insbesondere auch bei der Zellstoffkochung mit Sodalauge und Schwefelnatriumlauge sucht diese Schwelfeuerung zu ein Schlußbericht, und einer 12 g haben, eine gute Eignung sicherlich bewiesen, die sie trotz hoher Aschenempfindlichkeit noch zufrieden und einen gleichmäßigen Betrieb des Ofens gewährleisten.

Pintsch-Verfahren.

Das Pintsch-Verfahren ist besonders für Elektrizitätswerke von Bedeutung, insofern, als es in Verbindung mit Wanderrosten durchgeführt wird. In den Weg der Kohle vom Vorratsbehälter zum Wanderrost wird ein Spülgasschacht gelegt, wohin die Kohle durch Heiße Verbrennungsgase, die der Kesselfeuerung entgegen werden, im Spülgasstrom geschwelt wird. Das entweder Schwelgas wird unter dem Kessel verbrannt, so daß eine Verdünnung nicht berücksichtigt wird.

Hier tritt ein ausgesprochener Schwelschacht an die Stelle des Vorratsbehälters am Ende des Wanderrostes der Kessel. Der Schacht ist oben geschlossen und mit dem Kohlenbunkerbehälter durch einen Schieber verbunden, der mit Feldhaben aus mindestens einer Zuführung besteht wird. Ueber einem eingebauten Winkeleisen aus Blech ist oben an der Vorderwand die Gasableitung angeschlossen, durch die heiße Verbrennungsgase aus der Kesselfeuerung unten in den Schacht eingeleitet werden, so daß sie durch die Kohle treten und den Schwelung bewirken. Es gelange nicht nur heißer Schwelkoks unmittelbar auf den Wanderrost.

Die Gasableitung einer solchen Anlage ist aus der Pfd. 31 ersichtlich, in der die Schwelschichte mit 1, die Gasableitungsleitung mit 2, der Gasschieber mit 3 und der Gasmesser mit 4 bezeichnet sind. Dieser drückt das Gas durch den Tauchrohr 5 und durch die Kalkschlagklappe 6 in die Leitung 7, die zu dem unter dem Kessel eingebauten Brenner 8 führt. In welcher das Schwelgas verbrannt wird. Eine Vakuumpumpe 9, Sammelgasometer 10, Schieber 11 sowie Pumpen 12 und 13 vervollständigen die Anlage.

Acht solcher Steinkohlenschwelanlagen sind heute in Betrieb, und zwar überwiegend in Oberschlesien, wo eine sehr minderwertige Schwelkohle verwendet wird, die es zu Absatz fehlt, und deren wirtschaftliche Verwertung Schwierigkeiten bereitet. Die alle genannten, mit Pintsch-Schwel-

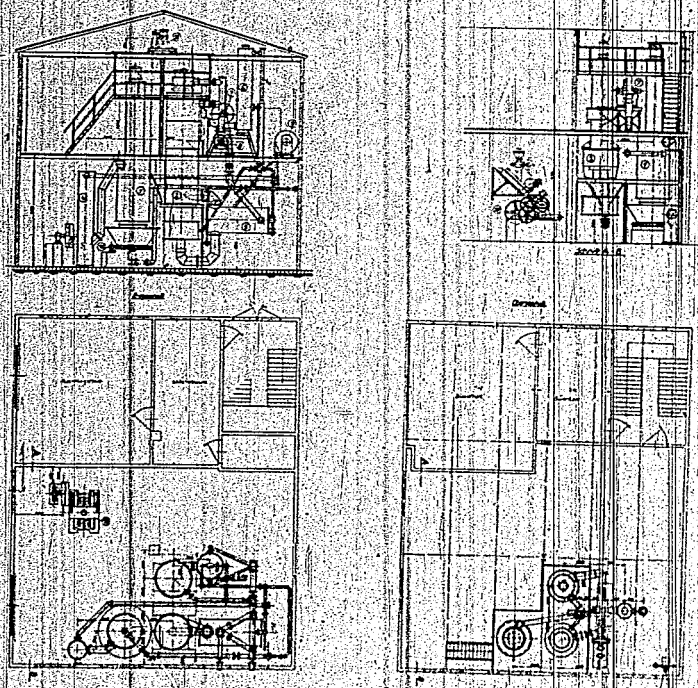


Abb. 28. Versuchs- und Vorführungsanlage der Kollergas-Gesellschaft in Spandau.
1. Gaserzeuger, 2. Kellerklarap-Schwelofen, 3. Koller-Spülgasschwelofen, 4. Gaskühler, 5. Verbrennungs- und Mischkammer, 6. Gasfilter mit Tropfenfänger, 7. Thylen-Gebläse, 8. Ventilator-Gebläse, 9. Windgebläse, 10. Ziegelpresse, 11. Gaserzeugerantrieb, 12. elektrischer Motor.

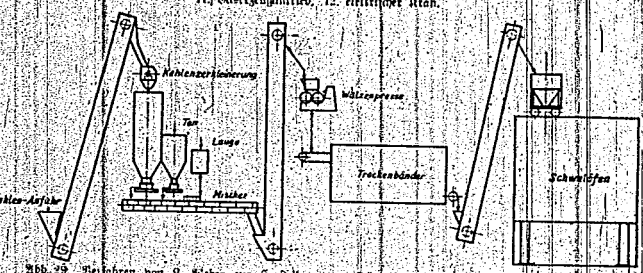


Abb. 29. Verfahren von L. Lieber zur Herstellung von Schwelformlingen aus nicht backender Kohle.

öfen ausgerüsteten Kessel haben eine Heizfläche von insgesamt 3740 m².

Von dieser Art der Schwelung müßte ein noch viel weitgehenderer Gebrauch gemacht werden, umsomehr, als die Betriebssicherheit der Kesselanlage dadurch in keiner Weise beeinträchtigt wird und bei einem vorübergehend notwendig werdenden Brennstoffwechsel die Schwelung einfach unterbrochen werden kann, so daß der Schwelschacht dann nur als Vorlösch- und Aufgabebehälter dient.

Weber-Pintsch-Verfahren.

Die beiden letztangeführten Verfahren lassen sich in sehr zweckmäßiger Form verbinden, wie dies die Abb. 32 andeutet, in der links das Weber-Verfahren unter Fortfall des Trockners dargestellt ist und rechts der Dampfkessel mit dem vorgebauten Pintsch-Spülgasschwelverfahren. Beide Anlagen werden lediglich durch ein Fördermittel, das in der Abb. 32 aus einem Becherwerk besteht, verbunden. Dieses Fördermittel kann in geeigneter Weise gleichzeitig als Vortrockner dienen, insofern, als man im Gleichstrom mit dem Förderweg heiße Abgase des Kessels hindurchsaugen kann, was in der Abb. 32 durch je einen unten und oben an der

Abb. 30.
Steinkohlenschwelkoksklinge nach dem Verfahren von L. Weber.

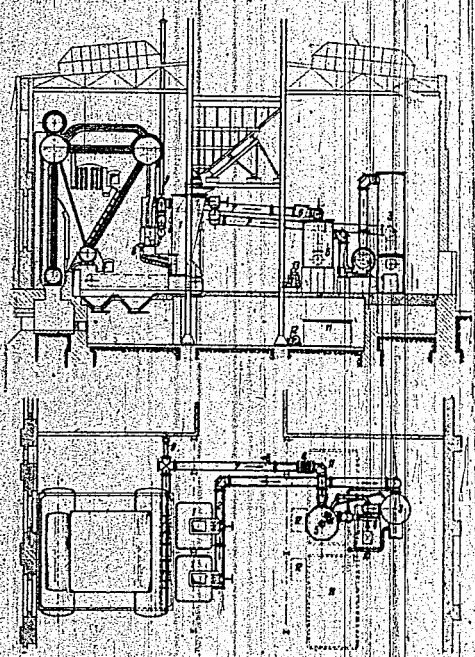


Abb. 31.
Gesamtschwelanlage von Pintsch als Ergänzung zu Dampfkesselfeuerungen.

Becherwerksumkleidung angebauten Rohrstutzen angedeutet ist. Die vorgetrockneten Preßlinge werden in den Hochbehälter des Schwelschachtes überführt und gelangen durch diesen in geschwelltem Zustande auf den Wanderrost des Kessels.

Durch diese bemerkenswerte Verbindung wird nicht nur die Schwelung durch die gleichmäßige Stückgröße des Brennstoffs infolge besserer Verteilung der Spülgase erleichtert, sondern während man beim normalen Naßpreß-Verfahren nur auf den Durchsatz nichtbackender möglichst staubfreier grobkörniger Kohlen angewiesen war, ist das Kesselhaus bei der Anwendung des Weber-Pintsch-Verfahrens von der Beschaffenheit der zur Verfügung stehenden Kohle vollkommen unabhängig und die Einstellung der Feuerung wird durch die gleichmäßige Form der Preßlinge erleichtert und der feuerungstechnische Wirkungsgrad erhöht. Durch den Einbau dieses Verfahrens machen sich die Kesselhäuser also nicht nur unabhängig von der Kohlenbeschaffenheit, sondern es ist ihnen dadurch eine Gelegenheit gegeben, unter Wahrung der Betriebswirtschaftlichkeit an der Ueberversorgung des Reiches teilzunehmen.

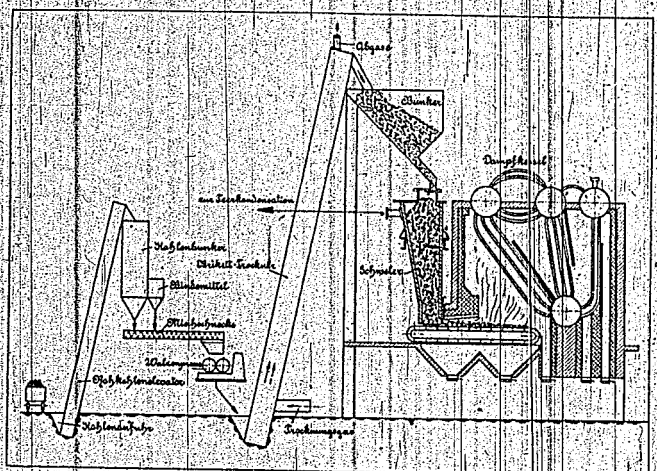


Abb. 32. Weber-Pintsch-Brikettierungs- und Spülgasschwelanlage als Ergänzung zu Dampfkesselfeuerungen.

Die durch die Vorbehandlung nach dem Weber-Verfahren verursachten Kosten belaufen sich je nach Art der Kohle auf 2,50 bis 3,00 M/t. Diese Belastung wird aber durch den Teerertrag vollkommen aufgewogen, und die weitere Verdienstspanne ist abhängig vom Teergehalt der zur Verfügung stehenden Kohle, so daß dem Verfahren mit Rücksicht auf die deutsche Oelwirtschaft eine weite Verbreitung zu wünschen wäre.

Das Weber-Verfahren kann in gleicher Weise mit dem anschließend beschriebenen ebenfalls als Ergänzung zu Kesselfeuerungen dienenden Berg-Verfahren verbunden werden. Auch hierbei wird dann eine Unabhängigkeit von der Beschaffenheit der Durchsatzkohle erzielt.

Berg-Verfahren.

Die bereits in diesem Zusammenhang erwähnte Ofenbaugesellschaft Berg & Co., Köln-Kalk, hat ein den gleichen Zwecken dienendes neues Schwelverfahren entwickelt, das sich jedoch von dem letztangeführten Pintsch-Verfahren nach zwei Richtungen grundsätzlich unterscheidet. Zunächst sind die Schwelöfen unabhängig von den Dampfkesseln erbaut und mit deren Feuerung durch eine Fördereinrichtung verbunden, und dazu erfolgt die Wärmeübertragung auf die Kohle in den Schwelöfen nicht mit Hilfe von Spülgasen, sondern durch Außenbeheizung.

Die Einrichtung soll anhand der schematischen Abb. 33 kurz erklärt werden. Links im Bilde ist in zwei gegenüberliegenden Reihen eine Gruppe liegender, stehender Schwelöfen angeordnet, und zwischen den beiden Ofengruppen ist ein Kastenförderband verlegt, das den unten heiß ausgetragenen Schwelkoks unmittelbar in den Vorratsbehälter der Kesselfeuerung befördert. Der Vorratsbehälter ist, um eine vorzeitige Explosionszündung des Schwelkokses zu verhüten, oben geschlossen und mit einer Verteilvorrichtung versehen, so daß der Koks sich gleichmäßig über die ganze Rostbreite verteilt.

Die Schwelöfen bestehen aus schmalen Wechselkammern, die zusammengeschweißt sind und im Innern zahlreiche Querstege haben, die bei geringer Wandstärke der Kammern nicht nur die Haltbarkeit erhöhen, sondern auch die Wärmeübertragung begünstigen und die Heizfläche vergrößern. Der Koks wird unten heiß ausgetragen und auf den Kastenförderer abgeworfen. In gleichem Maße wird die Kohle durch den auf jeder Ofengruppe verfahrbaren Trichterwagen oben nachgefüllt. Das heizwertige Schwelgas wird durch eine Vorlage oben abgesaugt, entteert und steht dann für weitere Zwecke zur Verfügung.

In den Schwelöfen wird eine nicht backende Kesselkohle durchgesetzt, und, sofern deren Backfähigkeit stören sollte, auch die Kohle mit nicht backender Kohle oder auch mit Braunkohle vermischt werden, um ihre Backfähigkeit aufzuheben. Bei dem stetigen Durchgang der Beschickung wird die Kohle aber im Ofen in Bewegung gehalten, so daß eine geringe Backfähigkeit meist ohne besondere Maßnahmen überwunden werden kann.

Wie bei dem von Pintsch kann auch bei diesem Verfahren ein zeitweiser Ausfall der Schwelöfen jederzeit durch Uebergang auf einen andern Brennstoff für die Kesselfeuerungen überbrückt werden, ohne den Kesselbetrieb unterbrechen zu müssen, und beim Entwurf der fördereinrichtungen wird diese Möglichkeit von vornherein berücksichtigt.

Druckschwelung.

Das Wort Druckschwelung hat einen Doppelsinn, insofern, als es sich darum handeln kann, die Kohle im Schwelofen unter so hohem Druck zusammenzupressen, daß sie verfestigt wird. Solche Verfahren sind bei uns in Deutschland entwickelt worden, ohne eine Verbreitung gefunden zu haben. Unter Druckschwelung werden hier Verfahren beschrieben, bei denen die Schwelofenräume während unter einem Druck von 15 bis 30 at stehen, um dadurch eine molekulare Umwandlung, also eine Krackung der Kohlenwasserstoffe, gleich am Ort ihrer Entbindung aus der Kohle herbeizuführen, so daß mit einer hohen Leichtölausbeute gerechnet werden kann.

Von Haken-Verfahren.

Bei diesem Verfahren wird die Kohle in feinster Staubform von heißem Spülgas beeinflußt und in der Schwelhitze bei gleichzeitiger Anwendung eines Druckes von 15 bis 20 at geschwelt.

Gemäß der schematischen Abb. 34 wird die Kohle aus dem Vorratsbehälter mit Hilfe einer Pumpe bei gleichzeitiger Gaszugabe oben in einen stehenden, innen ausgemauerten Zylinder eingestäubt. Dieser hat einen Blechmantel mit zahlreichen senkrecht verlaufenden Tangentialschlitzen. In den zwischen dem Einsatz und der Zylinderinnenwand gebildeten, auch im Querschnitt der Abb. 34 ersichtlichen Ringraum wird heißes Gas mit Hilfe eines Verdichters hineingedrückt, das nunmehr von allen Seiten nach dem Mittelpunkt des Zylinders strömt und die oben eingestäubte Kohle innig aufwirbelt und thermisch beeinflußt. Der staubförmige Rückstand wird unten ausgeschleust, während die mit dem Gase fortgerissenen Oeldämpfe niedergeschlagen werden. Das Gas macht also hierbei einen ständigen Kreislauf durch Erhitzer, Druckschwelzylinder, Wasserkühler und Verdichter, wobei der entstehende Ueberschuß durch eine Abzweigleitung fortgeführt wird. Die feine Verteilung der sehr fein gemahlenen Kohle in der Schwebe schafft eine für den Wärmeangriff günstige, sehr große Oberfläche, der die Schweldauer stark herabsetzt, während der gleichzeitig angewandte Gasdruck eine molekulare Umlagerung der Kohlenwasserstoffe im Sinne einer hohen Leichtölausbeute bewirken soll.

Eine Versuchsanlage nach diesem Verfahren ist auf einer in der Nähe von Halle gelegenen Braunkohlengrube

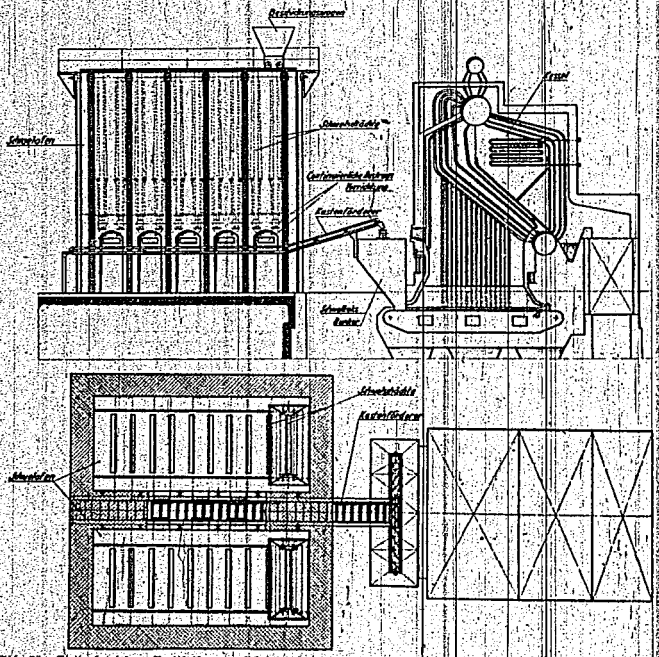


Abb. 33. Stetig betriebene Vertikalkammer-Schwelofengruppe mit Außenbeheizung von Berg zur Ergänzung von Kesselfeuerungen.

Abb. 34 wird die Kohle aus
lfe einer Pumpe bei gleich-
einen stehenden, innen aus-
ubt 2 Heizrohre hat, einen Blech-
cht verlaufenden Tangential-
ent Einlaß und der Zylinder-
Querschnitt der Zu- und Ab-
heizbaren Teil mit Hilfe kurzer
s kaminartig zum oberen Teil
linders hinaus und die aben
bdelt und theermisch beeinflußt
d wird unten ausgeschleust.
vorgetrockneten Heizdämpfe hie-
Das macht also hierbei einen
rtzlicher Druckschwankungen
wobei der entstehende Abbrand
rung sofortführt wird. Die
in gemahlenen Kohle in der
Mischungsgrad günstig beein-
Schwebedauer stark herabsetzt.
wandte Gasdruck eine mole-
wasserstoffe im Sinne einer
n soll.

diesem Verfahren ist auch
gelegener Braunkohlengrude

erbaut worden. Versuche mit einer Gasflammkohle aus dem Ruhrgebiet ergaben eine Ausbeute von 18 % Oel bei einer zwischen 520 und 540° liegenden Temperatur im Schwelzylinder. Vom dabei erhaltenen Oel destillierten bis 170° 24 % über, woraus man ohne weiteres schließen kann, daß die Teerdämpfe gleich bei ihrer Entbindung einer durch Druck und Temperatur bewirkten molekularen Umlagerung zugunsten der Leichtölausbeute unterworfen werden.

Blümner-Verfahren.

Dr. Erwin Blümner hat ein sehr neues Verfahren entwickelt, dessen Ausführung die Vorkämpfer in Berlin übernommen haben, und es schweben schon seit längerer Zeit Verhandlungen mit einem deutschen Kraftwerk, eine solche Anlage zunächst als Versuch zu erbauen.

Das Verfahren kann anhand der schematischen Abb. 35 bis 38 hier nur kurz erklärt werden, und für weitere Ein-

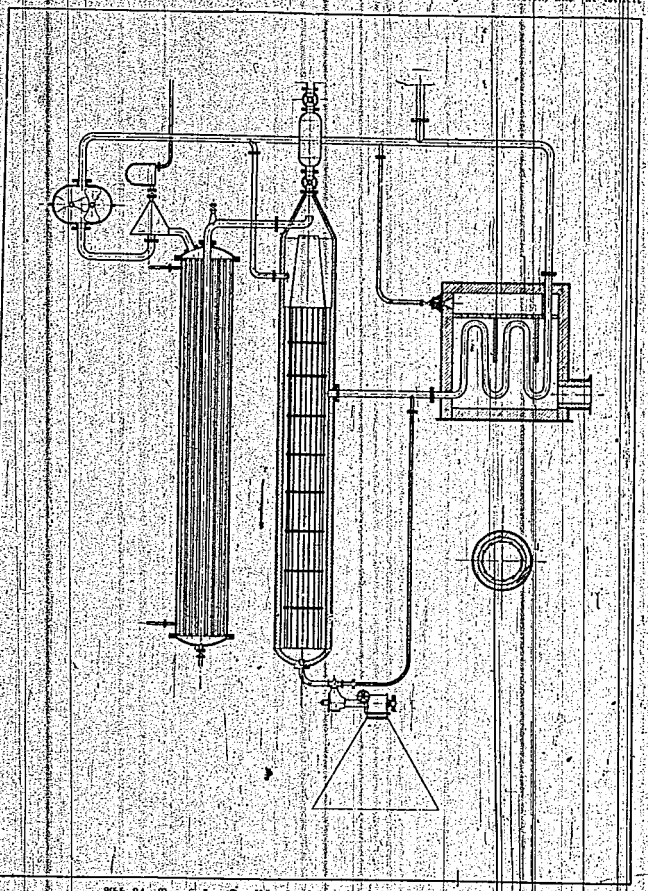


Abb. 34. Von Laken-Druckschwelverfahren zum Durchsatz von Staubkohle.

zeitlich noch auf meine an anderer Stelle vor kurzem erschienene ausführliche Abhandlung[1]) hingewiesen werden.

Der Gang des Verfahrens ist kurz der folgende: Die getrocknete und endlich fein gemahlene Kohle wird mit 10 Gewichtsprozent Teer gemischt, und dieses Gemisch wird halbstündlich durch 6 in einem gemauerten Ofen stehende, gußeiserne Retorten gedrückt, und zwar bei einem zwischen 25 und 30 at liegenden Druck. Die Beheizung erfolgt zunächst in Stufen und geht nicht über 1000° hinaus. Vorher werden die 6 Retorten durch ein besonders sinnreiches Nadelventil abgeschlossen und sodann mit Hilfe einer wirksamen Kühlung entspannt. Aus der letzten Retorte verlassendes Gemisch wird in einem Vorlagetopf aufgefangen, und die Gasdämpfe werden kondensiert, wobei das Schmeeröl in den Kreislauf zurückkehrt. Der feste Teer-Koks-Rückstand bildet eine vollkommen beständige Schlackenkohle, die in dem Entspannungsgefäß noch einmal einer Nachbehandlung unterworfen wird und die dann als Heizgas Verwendung finden kann. Sofern es dafür an Absatz fehlt, wird auf die letzte Vergasung verzichtet und dem Rückstand frischer Koks zugesetzt, und dieses Gemisch wird dann in Schachtöfen auf festen Koks verarbeitet, wobei wiederum Teer neben festem Schwelkoks gewonnen werden. Der einmal gefüllte Dauerbetrieb der Anlage, bedarf seiner Entzündung; es kann sogar noch Heizöl aus dem Kreislauf entnommen werden.

Die Abb. 35 zeigt einen Ausschnitt aus dem Blümnerofen, mit der aus einem Stahlrohr bestehenden Retorte a, dem Drehkörper b mit der Antriebswelle d, die in den Stopfbüchsen e und g abdichtet und durch das Zahn- oder Schneckenrad f Antrieb erhält. Ein Sicherheitsventil i, Zuführungsleitung h, Ausziehrohr l und Nadelventil k für selbsttätigen Ablauf der Gase und Dämpfe zu einer Kühlanlage vervollständigen die in den Ofen eingemauerten Retorten.

Die Abb. 36 zeigt einen Querschnitt durch eine solche Retorte, aus der ersichtlich ist, daß der Drehkörper b mit Gleitkufen m ausgerüstet ist, die die Beschickung dauernd durchrühren, die Retortenwände sauber halten und einen gleichmäßigen Durchlauf gewährleisten. Auf die durch den Spalt in der Abb. 36 angedeutete Drehrichtung des Mischkörpers soll hier hingewiesen werden.

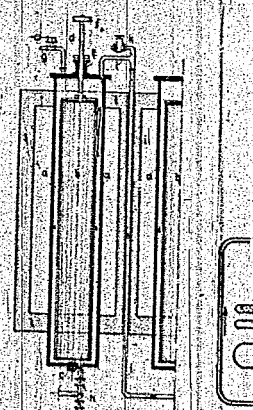


Abb. 35
Schnitt durch eine Retorte des Blümner-Verfahrens.

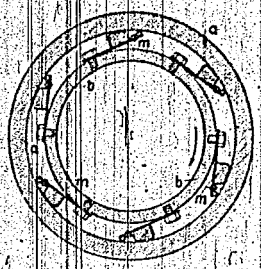


Abb. 36
Querschnitt durch eine Retorte des Blümner-Verfahrens.

Die Abb. 37 zeigt ein Schema der Gesamtanlage, wobei hier nur auf die zur Abbildung ergänzende Erläuterung hingewiesen werden kann.

Aus der Abb. 38 ist der mengenmäßige Durchgang von Koks und Teer vom einfach bis zu den ebenfalls mengenmäßig angeführten Enderzeugnissen zu erkennen, die aus Schwelkoks, Schwelgas, Rohbenzin, Treib- und Heizöl bestehen. Diese Abbildung bedarf keiner besonderen Erklärung; sie läßt aber die einzelnen Stufen des Verfahrens deutlich erkennen.

Blümner schuf mit seiner Leichtölausbeute bei seinem Verfahren, die bis 20% gegenüber der normalen Schwelung beträgt, den Typ einer solchen Anlage, der in England bereits in die Wege geleitet ist.

Schwelverfahren von Kaul und Steinweg.

Für eine Erklärung der Zusammenhänge, die dem Schwelverfahren von Kaul und Steinweg zugrunde liegen, und das sich auch nirgends eingliedern läßt, halte ich mich nicht für zuständig genommen, als der gegenwärtige Stand des Verfahrens eine einwandfreie Beurteilung noch nicht zuläßt. Das Verfahren hat so großes Aufsehen in der Fachwelt erregt, daß ich es der Vollständigkeit halber hier nicht

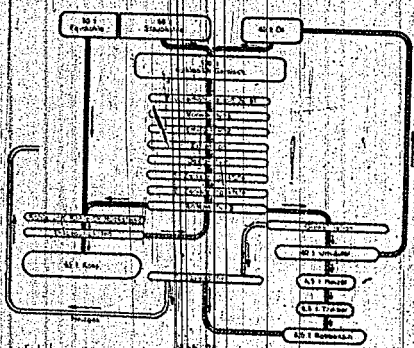


Abb. 38
Verarbeitungsschema des Blümnerverfahrens.

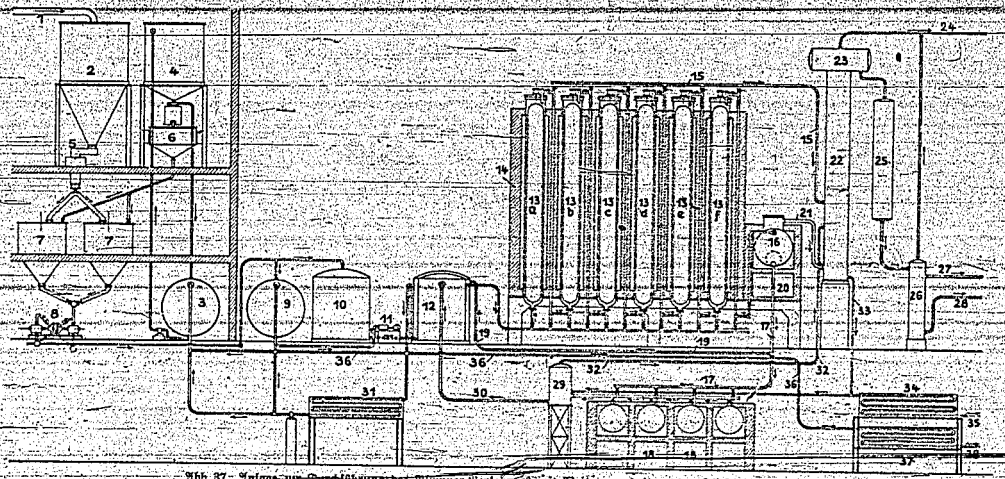


Abb. 37. Anlage zur Durchführung des Bergius-Verfahrens mit Weiterverarbeitung der Fließkohle auf Koks.

1 Kohlenaufzugsturm für Fließkohle, 2 Einschleusetrichter, 3 Heißdampfschlange, 4 Heißdampfschlange für Fließkohle, 5 Kohlenstaubbunker, 6 Schmelzgefäß, 7 Rührer für Öl und Kohle, 8 Druckpumpe für Fließkohle, 9 Betriebsbehälter für Fließkohle, 10 Betriebsbehälter für Fließkohle, 11 Druckpumpe für heiße Fließkohle, 12 Vorwärmer, 13 a—f Reaktoren mit Hohlrührern, 14 Heizrohrofen, 15 Dampfeinspritzleitung, 16 Entspannungsgefäß, 17 Abzugsleitung, 18 Entspannungsventil, 19 Rührfeuerung für Fließkohle, 20 Ofen für Entspannungsgefäß, 21 Dampfventil, 22 Rektifizierkolonne, 23 Drehkegelmotor, 24 Gichtbahn, 25 Wasserröhrenkühler, 26 Scheibenkühler, 27 Kreiselkühlerofen, 28 Wasserkühlung, 29 Abstopfen, 30 Heißleitung, 31 Ölkühler, 32 Gas- und Dampfleitung, 33 Treibölablauf, 34 Treibölkühler, 35 Treibölabstopfer, 36 Heißleitung, 37 Heißkühler, 38 Heißkühler

abgehen möchte, und hinsichtlich der folgenden Angaben stütze ich mich auf einen von Dr. Steinweg erhaltenen Bericht, wonach die Kohle im Stickstoffstrom in der Schwebe geschwelt wird.

Die Schwelung im inerten Gasstrom ist an sich nicht neu und wird bei kleinen Versuchen oft durchgeführt. Hier handelt es sich aber um nichts geringeres als um eine Aktivierung des Stickstoffs durch Atomgestalt. Angaben darüber, wie diese Aktivierung des Stickstoffmoleküls hergestellt wird, fehlen aber die Erfinder vertreten die Ansicht, daß der Stickstoff in zwei Atome Wasserstoff und drei Atome Helium zerlegbar sei. Bei den bisher angewandten Schwelverfahren verhindert die Gegenwart von Kohlensäure die Auswirkung des aktivierten Stickstoffs auf die Kohle. Diese Kohlensäure soll entfernt und der Teer dadurch gleichzeitig, das heißt durch eine geringere Bildung von Sauerstoffverbindungen, in seiner Beschaffenheit verbessert werden. Das Wesen des Schwelverfahrens wird also eine mittelbare Hydrierung des Kohlenstoffs durch aktivierten Stickstoff darstellt, wobei der aktive Stickstoff in hohem Ueberschuß vorhanden ist. Die für diese Reaktionen angewandte Temperatur liegt je nach der Beschaffenheit der Kohle zwischen 500 und 600° mithin bei der üblichen Schweltemperatur.

Kennzeichnend für das Verfahren wird hervorgehoben, daß das bei dieser Arbeitsweise gewonnene Oel ein grundsätzlich anderes Erzeugnis darstellt gegenüber dem üblichen Schwelöl, insbesondere, da das Oel frei von Sauerstoffverbindungen sein soll. Dagegen aber reicher an Wasserstoff, worauf seine Dünnflüssigkeit beruht. Wegen der Bedeutung des aktiven Stickstoffs, hinter dem sich eine eigenartige Wasserstoffverbindung verbirgt, können weitere Angaben über die chemisch-physikalische Seite des Stickstoff-Schwelverfahrens gegenwärtig nicht gemacht werden.

Das Stickstoffverfahren ist bereits zur Verarbeitung von Oelschiefern, Braun- und Steinkohle herangezogen worden, und es wurden dazu Einrichtungen geschaffen, die eine wirtschaftliche Vergrößerung auf Betriebseinheiten zulassen. Zwei Anlagen in Gemeinschaft mit der Büttner Weise AG. Ölbrennen, jede für einen Tagesdurchsatz von 100 t Kohle, sind im Bau, und zwar wird die fein eingestäubte Kohle in der Schwebe thermisch beeinflußt, wozu eine Schwelzeit von 10 Sekunden ausreicht.

Die Urheber des Verfahrens sind von den Erfolgen so überzeugt, daß sie glauben, dieses Verfahren werde schließlich alle anderen verdrängen, umsomehr, als die Anlagekosten äußerst niedrig liegen sollen.

Dies ist der Kern der mir gemachten Angaben, und es bleibt abzuwarten, inwieweit die optimistischen Erwartungen, die an die Entwicklung dieses Verfahrens geknüpft werden, in Erfüllung gehen.

Mitteltemperaturverkokung.

Die Reihe der in der Neuzeit in Deutschland entwickelten Steinkohlenschwelverfahren ist damit abgeschlossen, und es sollen nun die Mitteltemperaturverkokungsverfahren besprochen werden. Wie schon der Name andeutet, handelt es sich hierbei um Verfahren, bei denen eine Entgasungstemperatur angewendet wird, die zwischen der Tief- und Hochtemperaturverkokung liegt, und deren obere und untere Grenzen allgemein gültig nicht festgesetzt werden können. Die Temperaturgrenzen werden dabei in Abhängigkeit von der Kohlenbeschaffenheit von Fall zu Fall mit Rücksicht auf die gewünschten Eigenschaften des Kokes festgelegt. Die Kohlenbeschaffenheit wird dabei ebenfalls durch verschiedene Maßnahmen beeinflußt, und zwar Trocknung, Oxydation, Vorwärmung, Mischung usw. Es sind mithin, abgesehen von der angewandten Entgasungstemperatur, eine ganze Anzahl zusammenwirkende Bedingungen in Betracht zu ziehen, die für den Erfolg dieser Verfahren von ausschlaggebender Bedeutung sind. In allen Fällen sind die Entgasungstemperaturen so hoch, daß man nur gemauerte Kammern für die Wärmeübertragung anwendet.

Bestimmte Angaben über die Ausbeuten lassen sich nicht machen, da die Verfahren, wie bereits erwähnt, von Fall zu Fall eine sehr abweichende Einstellung erfordern, und hinsichtlich der Wirkung der dabei angewandten Entgasungstemperaturen kann ich nur auf die eingangs angeführten Schaubilder hinweisen. Eine gewisse Zersetzung der Teerdämpfe läßt sich mit Rücksicht auf die Kokesbeschaffenheit und die Durchschleifung der Oefen nicht vermeiden. Der erzeugte Teer ist daher ein je nach der angewandten Entgasungstemperatur mit aromatischen Kohlenwasserstoffen mehr oder weniger durchsetzter Schwelteer, und das Leichtöl enthält umsomehr Benzol, je höher die Entgasungstemperatur war. Mit anderen Worten: es hängt von der angewandten Entgasungstemperatur ab, ob der Teer hinsichtlich seiner Beschaffenheit dem Schwelteer oder dem normalen Steinkohlenteer nahe kommt.

Von der Schwelung unterscheidet sich die Mitteltemperaturverkokung insbesondere durch die Anwendung von gemauerten Kammern, die mit Rücksicht auf die angewandte Entgasungstemperatur wesentlich schmäler gewählt werden müssen gegenüber den Hochtemperaturkammern. Damit tritt der Unterschied der Mittel gegenüber der Hochtemperaturverkokung in den Vordergrund, denn bei den niedrigeren Wandtemperaturen ist die Wärmeübertragung auf die Kohlenbeschickung so langsam, daß mit Rücksicht auf die Durchschleifung und auf den stündigen Ausfall des Kokesgutes eine verhältnismäßig geringe Kammerbreite Grundbedingung ist. Kennzeichnend für die westfälische Mitteltemperaturverkokung ist die Abwesenheit von Verkokungsnähten, so daß die Beschickung in der Mitte nicht geteilt ist, sofern die Entgasungstemperatur eine gewisse Höhe nicht überschreitet.

Unter den Mitteltemperaturverkokungsverfahren ist das von Koppers das älteste und am weitesten verbreitete. Trotzdem stehe ich in der Reihenfolge zwei Verfahren voran, weil sie unter Verwendung eiserner Schwelzylinder in gemauerten Kammern gewissermaßen einen Uebergang zwischen Schwelung und Mitteltemperaturverkokung bilden. Man kann dabei ohne weiteres Temperaturen anwenden, die der Schwelung entsprechen, so daß Kohle hierbei in eisernen Gefäßen geschwelt wird, auf deren Wandung eine Wärmeübertragung durch Strahlung stattfindet.

1. Roser-Verfahren.

Bereits im Jahre 1930 machte Dr. C. Roser*) Versuche, den normalen Koksofen für die Schwelung oder Mitteltemperaturverkokung heranzuziehen. Zu jener Zeit waren viele Koksofengruppen außer Betrieb, die Roser durch sein Verfahren zur Schwelkokserzeugung nutzbar machen wollte. Die Versuche wurden in Otto-Koksöfen der Zeche Karolinenglück durchgeführt in der Weise, daß Blechmantelringe, sich nach oben leicht erweiternde Stahlblechzylinder von 8,30 m Höhe paarweise auf einen kleinen Wagen befestigt und in die 400 mm breiten Ofenkammern hineingeschoben wurden. Die nach unten verjüngten Schwelgefäße, die paarweise auf einem mit Laufrollen versehenen Untergestell befestigt sind, gelangen in die Ofenkammern eingefahren werden. Nach der Entgasung werden die ausgegarten Gefäße hochgehoben und gekippt, so daß der einen Ring bildende Schwel- oder Mitteltemperaturkoks herausfällt.

Die Garungszeit beträgt je nach der angewandten Temperatur 4 oder 5 Stunden. Es wurde, wie im Bild ersichtlich, aus entsprechenden Mischungen von Fett- und Magerkohle ein ausgezeichneter Mitteltemperaturkoks erzeugt. Bei diesem Verfahren werden die Zylinder während der Beschickung in Zitterbewegung versetzt, um durch Verdrängung der zwischen den Kohlenteilchen befindlichen Luft eine sehr dichte Lagerung der Kohle mit einem Raumgewicht von 1,0 zu erzielen, die die Bildung eines dichten Kokesgefüges in sehr bedeutlichem Maß fördert. Roser den Kok als Preßkok bezeichnet, dessen Gehalt an flüchtigen Bestandteilen je nach der angewandten Entgasungstemperatur und -dauer zwischen 6,78 und 3,69 liegt.

Still-Verfahren.

Auf einer ähnlichen, auf den Großbetrieb zugeschnittenen Grundlage, jedoch ganz unabhängig von Roser, hat die Firma Carl Still G. m. b. H. ein solches Verfahren im großen Maßstab in weiterer Zeit auf einer oberschlesischen Kokerei entwickelt, um vorhandene, infolge mangelnden Koksabsatzes stillgelegte Kokereien zur Herstellung von Hausbrandkoks heranzuziehen.

Hierbei spielte die Frage der Wirtschaftlichkeit der teilweisen Umstellung von der Hochtemperatur- auf die Mitteltemperatur-Kokserzeugung insofern eine untergeord-

...wisse Zersetzung der Teer-...auf die Kokabschreibarkeit ...esen nicht bemerkbar. Teer ...nach der angewandten Art ...ilscher-, Kohlenwasserstoffen ...chwefelter, und das Leichtöl ...der die Entgasungstemperatur ...es hängt von der ...ab, ob der Teer sinnlich- ...Schwefelter oder dem nor- ...mit ...bei sich die Mitteltempe- ...Anwendung von ge- ...

...Kammerofens. Grundbedin- ...wirtliche Mittelltempera- ...von Verkokungsnähten, so ...nicht defekt ist, sofern die ...Höhe nicht überschritten. ...erkokungsverfahren ist das ...beiseiten verbreitete, Trop- ...ver-Verfahren voran, weil ...schwelzylinder in gemauer- ...einen Überhang zwischen ...verkokung bilden. Man ...ahren anwenden, die der ...le hierbei in eisernen Ge- ...Wandung eine Wärme- ...stimmt

...(s. 6. Koker). Der- ...bewährung ohne Mit- ...jenen Teil warm ...Koker durch sein ...kurze, die warm ...wollte. ...dem der Zeche Karolinen- ...daß Rammwandige sich ...Blechzylinders von 8,8 m ...Wagen bestimmt und in ...hineingeschoben wurden. ...gefäße, die warm sind, ...eingestellt befestigt sind, ...fahren werden. Nach der ...men Gefäße hochgehoben ...g bildende Schwel- oder ...

...h der angewandten Tem- ...s wurde, wie im Bilde ...hungen von Fett- und ...Mitteltemperaturkoks er-

...Großbetrieb zugeschnitte- ...zog von Koksen, fast die ...solches Verfahren im ...ner oberschlesischen ...(ist mangelnden ...lag von Haus- ...

...Mit Gasdichtheit der ...ch in Betracht kommt, auf die ...ie untergeord-

...neue Rolle, als es in derartig schlechten Zeiten wie den zurückliegenden zunächst einmal darauf ankam, den Brennstoffabsatz für ein feuchtlich und bezüglich der Aschenanalität derart benachteiligtes Revier wie Oberschlesien unter allen Umständen aufrecht zu erhalten. Unter diesen Gesichtspunkten muß das Verfahren, mit dem mehrere Hundert Tonnen Hausbrandkoks hergestellt werden, zunächst bewertet werden. Darüber hinaus sind jedoch die damit gemachten Erfahrungen allgemein gültig.

Eine so ausgerüstete Kokereianlage ist in der Abb. 39 als Schnitt durch eine Ofenkammer wiedergegeben. In die entsprechend langwach beheizte Ofenkammer, deren Wandtemperatur 750 bis 750° beträgt, wird ähnlich wie beim Stampfbetrieb eine Sohle geschoben, auf der eine Reihe stehender nach oben leicht verjüngter Retorten befestigt sind. Die Retorten sind doppelwandig, wobei der innere, ein nach oben verjüngtes Rohr bildende Mantel auf Füßen fest mit der Bodenplatte derart verbunden ist, daß die in die Ofenkammer eingeführten Spaltgase die Retorten auch von innen beheizen, wodurch die Garung erheblich beschleunigt wird, was sich ebenfalls auf die Koksfestigkeit günstig auswirkt. Die Kohle wird in dem Ringraum zwischen dem nach oben abtreibbaren äußeren Mantel und dem inneren festen Mantel in 70 bis 80 mm Schichtdicke aus dem über den Retorten stehenden Kohlenbunker auf der Beschickmaschine eingefüllt. Hierbei tritt gleichzeitig eine Verdichtung der Kohle auf ein Raumgewicht von mindestens 0,9 ein, bewirkt durch Füllstellung der Retorte mittels eines Preßluftmotors. Um den Abzug der zu Beginn der Verkokung sich besonders stark entwickelnden Wasserdämpfe und der Entgasungsprodukte auf kürzestem Wege zu erreichen, ist der innere Mantel der Retorte gelocht.

An den Ofen selbst tritt keinerlei Aenderung ein, und die zur Einführung des Verfahrens erforderlichen Ergänzungen beziehen sich lediglich auf die in der Abb. 40 wiedergegebene Einrichtung zur Beschickung und Entleerung der Retorten, und zwar ist diese Aufgabe in ebenso sinnreicher wie einfacher Weise gelöst worden. Die Abb. 40 zeigt ein fahrgestell ähnlich einer Stampf- und Beschickmaschine, in welcher der die Retorten tragende Boden ein- und ausgefahren werden kann. Die Verbindung mit dem Kohlenbehälter wird durch Trichter hergestellt bei gleichzeitiger Rüttelbewegung der Retorten. Nach erfolgter Entgasung werden, wie in der Abb. 40 oben angedeutet, die äußeren Retortenmäntel hochgezogen und der Koks fällt in den untergeschobenen Kokswagen zur Löschung oder Trockenkühlung. Dieser Kokswagen ist in der Abb. 39 unter der Beschickmaschine angedeutet. Bis zu 27 derartigen Retorten können in einer Kammer von normalen Abmessungen (450 × 3300 × 12 000) Aufnahme finden. Bei 150 kg nasser Kohle je Retorte und bei vierstündigem Besetzen einer Horizontalkammer innerhalb 24 Stunden können je Ofenkammer über 16 t Kohle geschwelt und daraus 12 t Hausbrandkoks täglich hergestellt werden; diese Durchschleusung entspricht der gleichen Kammerleistung bei Hochtemperaturverkokung, so daß also mit einer ganzen Koksofenbatterie ungefähr die gleiche Leistung wie bei der Hochtemperaturverkokung trotz der niedrigen Temperaturen erzielt wird, ein Ergebnis, das auf die Wahl der geringen Schichtdicke und die damit verbundene kurze Garungszeit von 5½ Stunden zurückzuführen ist.

Der Koks wird in der Siebtrei der betreffenden oberschlesischen Anlage in drei Kornsorten sortiert, die in der Zahlentafel 1 angeführt sind.

Tafel 1.

Still-Verfahren.

Vergleichswerte.

Ausbringen bei	Hochtemperatur-Verkokung	Mitteltemperatur-Verkokung nach Still
Koksausbringen	76,5 %	81 %
Teerausbringen	3,8 %	5,5 %
Bergolausbringen	1,5 %	1,0 %
Ueberschlagsh	195 Nm³/t Koks	63 Nm³/t Koks

Riemtrommelprobe	über 40	20–40	10–20	unter 10
	mm	mm	mm	mm
Hausbrandkoks nach Still aus Kokskästen (Wochendurchschnitt)	80,6 %	5,4 %	1,6 %	12,4 %
Hochtemperatur-Koks aus den gleichen Kokskästen (Halbjahresdurchschnitt)	60,0 %	32,0 %	7,0 %	11,0 %

Die Festigkeit des Hausbrandkokses nach der Riemtrommelprobe ist ebenfalls in der Tafel 1 in Vergleich gesetzt mit der auf der gleichen Anlage verkokten normalen Koks-

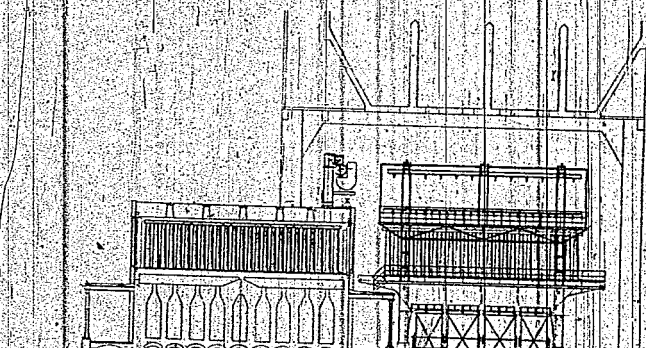


Abb. 39. Anlage von Carl Still zur Herstellung von Schwel- oder Mitteltemperaturkoks im Koksofen.

kohle, die eine Mischung darstellt aus verschiedenen oberschlesischen Kohlen mit durchschnittlich 31 bis 32 % flüchtigen Bestandteilen.

Der Gehalt des Hausbrandkokses an flüchtigen Bestandteilen liegt bei etwa 7 % und darunter, die Garungszeit beträgt durchschnittlich 5½ Stunden bei der angegebenen Schichtdicke der Kohle von 250 mm und bei der angegebenen Temperatur der Zündpunkt des Koksa liegt bei 400 ° C.

Die Unterschiede bezüglich des Koks- und Nebenproduktenausbringens zwischen Koks- und Mitteltemperaturverkokung bei der gleichen Kohlenmischung sind aus der Tafel 1 ersichtlich.

Mit diesem Verfahren ist die Möglichkeit geschaffen, unter Ausnutzung der zahlreich vorhandenen außer Betrieb befindlichen Kokereianlagen bei verhältnismäßig geringer maschineller Ergänzung die Schwelteergewinnung in kürzerer Zeit aufzunehmen.

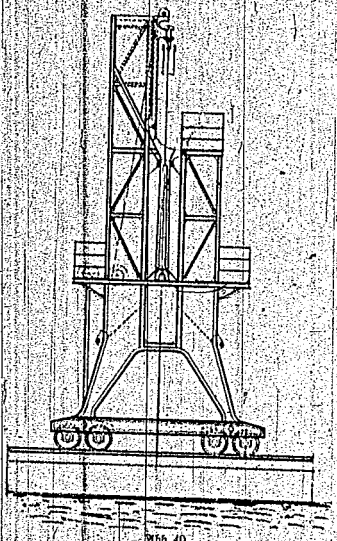


Abb. 40.
Beschickmaschine zur Kokerei für die Herstellung von Schwel- oder Hausbrandkoks nach dem Still-Verfahren.

Koppers-Verfahren.

Das von der Heinrich Koppers G. m. b. H., Essen, zuerst auf einer französischen Kokerei entwickelte Mitteltemperatur- oder Carbolux-Verfahren ist in der Fachwelt bereits so bekannt, daß ich mich hinsichtlich der Einzelheiten hier kurz fassen und auf das Schrifttum[1] verweisen kann. Kennzeichnend für die Durchführung des Verfahrens ist eine auf die Beschaffenheit der Durchsatzkohle besonders zugeschnittene Vorbehandlung, die sich auf Trocknung, Verwärmung, Oxydation, Mischung und Mahlung bezieht. Diese Einzelstufen der Behandlung, die sich zum Teil nur auf Anteile der Beschickung erstrecken, müssen genau aufeinander abgestimmt sein und geben dann die Gewähr für eine gute Beschaffenheit des Mitteltemperaturkokses. Die thermische Vorbehandlung der Kohle erfolgt in Drehtrommeln.

In der Abb. 41 ist das Koppers-Verfahren schematisch dargestellt. Die Kohlen werden, insbesondere wenn mehrere Sorten gemischt werden, in die Hochbehälter überfahren und ein gewisser Anteil wird, wie oben erwähnt, einer thermischen Vorbehandlung unterworfen. Dieser Anteil geht mit der übrigen Kohle durch eine Mahl- und Mischanlage und wird dann in den Kohlenturm der Ofengruppe befördert, deren Einrichtung und Betrieb abgesehen von der niedrigeren Entgasungstemperatur dem einer normalen Kokerei entspricht.

Der so erzeugte Mitteltemperaturkoks unterscheidet sich rein äußerlich vom Hochtemperaturkoks durch das, gemessen an der Verkokungszeit, so daß, wie im Schwelofen, die Stücklänge der Kammerbreite entspricht.

Vier solcher Koppers-Anlagen sind bisher im Ausland erbaut worden und eine solche, als erste deutsche Mitteltemperaturverkokungsanlage, kam Ende vorigen Jahres auf der Zeche Barsinghausen bei Hannover in Betrieb. Sie besteht aus 20 Oefen und setzt täglich 350 t Trockenkohle durch. Die Ergebnisse dieser Anlage sind in der Tafel 2 zusammengestellt.

Die nach dem Koppers-Verfahren bisher gebauten Mitteltemperaturanlagen haben insgesamt einen Kohlendurchsatz, der jährlich 800 000 t übersteigt.

Tafel 2.

Koppers-Mitteltemperaturverkokungsverfahren.

Anlage Barsinghausen.

Betriebszeit der Oefen	12 h
Koksbeschaffenheit (Trommelprobe)	
über 40 mm Stückgröße	3,6 %
unter 10 mm	3,6 %
Wärmeverbrauch bez. auf 1 kg nasse Kohle	511 kcal
Kohleteerausbeute	6 %
Leichtölausbeute	1,1 %
Dampfverbrauch bez. auf 1 kg gereinigtes Gemisch	4,2 kg
Inerte Bestandteile im Gas	unter 7,0 %
Unterer Heizwert des Gases	4660 kcal/Nm³

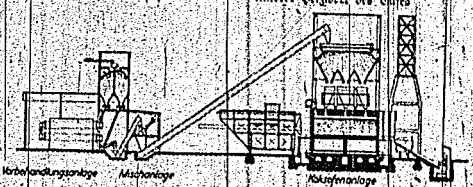


Abb. 41. Schema einer Mitteltemperaturverkokungsanlage von Koppers.

Otto-Verfahren.

Unter den Schwelöfen wurde weiter oben bereits der Vertikalkammerofen der Firma Dr. Otto, Bochum, beschrieben, der durch den Eiseneinsatz in Zellen unterteilt und damit auf den Schwelbetrieb zugeschnitten ist. Dieser Schwelofen läßt sich, sofern die Koksbildung dies wünschenswert erscheinen läßt, auch mit höheren Temperaturen betreiben, womit er dann dem Mitteltemperaturverfahren entspricht[1]).

Die Firma Dr. Otto hat aber außerdem noch einen Ofen mit waagerechten Kammern entwickelt, der unter Verzicht auf Eiseneinbauten auf die Mitteltemperaturverkokung zugeschnitten ist und in welchem bei entsprechend niedrigeren Temperaturen auch geschwelt werden kann. Dieser Ofen wird hier zugleich als Mitteltemperaturofen aufgefaßt und deshalb in diesem Zusammenhang angeführt.

Die Firma Otto betreibt selbst seit längerer Zeit eine Anlage, bestehend aus einer Gruppe von drei Otto-Zwillingsgaserzeugeröfen für wahlweise Beheizung mit Starkgas oder Schwachgas. Sie entspricht äußerlich einer normalen Horizontalkammerofenanlage und ist, wie aus den in der Abb. 42 wiedergegebenen Schnitten ersichtlich, auch in der Konstruktion diesen Anlagen durchaus gleich, nur sind die Kammern schmaler als bei normalen Koksöfen üblich ist. Die Anlage verarbeitet eine Gasflammkohle aus dem Ruhrbezirk, die einen ausgezeichneten Schwelkoks liefert.

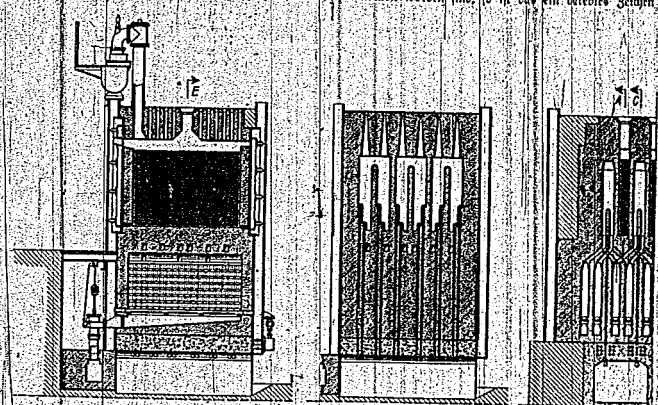


Abb. 42. Horizontalkammerofen zur Herstellung von Schwel- oder Mitteltemperaturkoks nach Dr. Otto & Co.

Die Firma Otto hat sehr ausgedehnte Versuche mit den verschiedenartigsten Kohlen aller möglichen Vorkommen gemacht und Wege gefunden, durch geeignete Vorbehandlung der Kohlen wie Mischung, Zusatz von Magerungs- und Bindemitteln usw. gerade aus solchen Kohlen guten Schwelkoks zu machen, die sich für die Hochtemperaturverkokung nicht eignen. Die Schwelltemperaturen lassen sich auch beim Steinofen bis auf etwa 530° heruntersenken, so daß man es durch entsprechende Temperatureinstellung in der Hand hat, richtigen Schwelkoks oder Mitteltemperaturkoks herzustellen.

Die Teerscheidung erfolgt auf der Otto-Anlage auf elektrostatischem Wege, wobei sich ein großer Teil des Teeres über dem Taupunkt des Wassers und damit wasserfrei gewinnen läßt.

Tafel 3.

Verfahren Dr. Otto u. Co.

Ausbeuten	
Schwelkoks mit 11 % flücht. Bestandt.	78 %
Schwelteer	7,5 %
Ammoniak	0,1 %
Leichtöl	0,8 %
Gas	110 m³/t
Oberer Heizwert des Gases	6600—7300 kcal/m³

Ueber mittlere Ergebnisse von Schwelversuchen mit diesen Otto-Oefen unterrichtet die Tafel 3.

Zusammenfassung.

In den vorstehenden Ausführungen wurde der heutige Stand der Schweltechnik in Deutschland einschließlich der Mitteltemperaturverkokung in kennzeichnender Weise umrissen. Wenn man dabei in Betracht zieht, in welch verhältnismäßig sehr kurzer Zeit diese zahlreichen Verfahren entwickelt worden sind, so ist das ein beredtes Zeichen dafür, daß die Industrie die Dringlichkeit der Steinkohlenschwelung rechtzeitig erkannt hat und daß mit ihrer Einführung in großem Maßstabe bestimmt gerechnet werden muß.

Die in der Neuzeit aus mehrjähriger fleißiger Entwicklungsarbeit hervorgegangenen Steinkohlenverfahren sind gegenüber den früheren Anfängen so vervollkommnet worden, daß wir heute vor technischen und wirtschaftlichen Rückschlägen sicher sind und dem Ausbau einer neuen Steinkohlenschwelindustrie, mit der an mehreren Stellen bereits günstige Anfänge gemacht worden sind, nichts mehr im Wege steht. Die Vielseitigkeit der neuen Verfahren ist so groß und die damit gesammelten Erfahrungen sind so umfangreich, daß man sie im Entwurf auf die Verarbeitung jeder wirtschaftlich geeigneten Steinkohle zuschneiden kann. Dem Begründer des ersten Steinkohlenschwelverfahrens schwebten bereits ruß- und nebelfreie Großstädte vor, was sich durch die allgemeine Verwendung von Schwelkoks an Stelle von Kohle im Haushalt bestimmt erreichen ließe. Daneben tritt aber die schnelle Entwicklung einer Steinkohlenschwelindu-

strie auf dem Gebiete der Oelwirtschaft in viel dringlicherem Maße an uns herantritt und macht uns ihre unverzügliche Einführung zu einer Pflicht, deren Erfüllung vordringlich im nationalen Interesse liegt, ganz abgesehen davon, daß wir damit gleichzeitig einer Bereicherung lebhaften Volksvermögens mit Rücksicht auf die Lebensmöglichkeiten kommender Generationen unseres Reiches Einhalt gebieten.

Schrifttum.

[1]) Pluening, Oel und Kohle 2 (1934) S. 256.

[2]) Leiken, 74. NDJ-Hauptversammlung Darmstadt 1936, Fachvorträge NDJ-Verl. Berlin, S. 71.

[3]) Thau, Oel und Kohle 2 (1934) S. 204 und Fußnote; Reiser, Glückauf 71 (1934) S. 554.

[4]) Thau, Brennst.-Chem. 17 (1936) S. 361.

[5]) Reiser, Brennst.-Chem. 12 (1931) S. 86.

[6]) H. Koppers, Brennst.- u. Wärmewirtsch. 16 (1934) S. 33; Koppers Mitteilungen 15 (1933) S. 3 und 27; Oel und Kohle 2 (1934) S. 264; Ztsch. Brennst.-Chem. 16 (1935) S. 345.

[7]) Lorenzen, Beiträge zur Untersuchung von Kohlen auf ihre Verkokbarkeit und zur Herstellung von Mitteltemperaturkoks. Diss. T. H. Berlin 1935.

Steinkohlenschwelerzeugnisse, ihre Eigenschaften und Verwendung.

Vortrag von Professor Dr. H. Hock,

Institut für Kohlechemie an der Bergakademie Clausthal.

Allgemeine Eigenschaften der Brennstoffe.

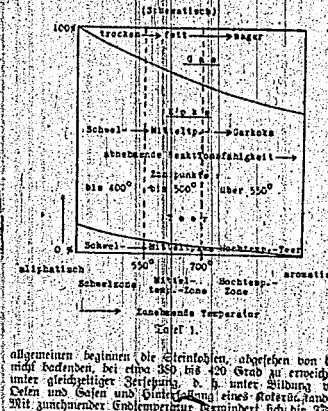
Die bei der Umwandlung der Steinkohle durch Schwelung anfallenden **Erzeugnisse** sind durch die Eigenschaften des Ausgangsstoffes, besonders durch sein Verhalten in der Wärme, bedingt. Letzteres ist überdies, neben der chemischen Zusammensetzung und dem Heizwert, ganz allgemein für die Eigenschaften und das Verhalten **sämtlicher** Brennstoffe kennzeichnend. Was nun das Verhalten in der Wärme anlangt, so hat man in diesem Sinne schon bei den Kohlen die **Verkokung** als die technisch wichtigste Eigenschaft betrachtet, während chemische Zusammensetzung und Verbrennungswärme erst an zweiter Stelle kommen. Verkokung, d. h. Zersetzung, tritt ein, wenn Gas- oder Kohlen erwärmt werden, und das **Maß dieser Zersetzung** ist technisch außerordentlich bedeutsam. Unter diesem Gesichtspunkt ist es zweckmäßig, auch die übrigen Brennstoffe nach ihrem Verhalten in der Wärme zu kennzeichnen, wonach es **wärmebeständige** und **wärmeunbeständige** Brennstoffe gibt.

Die Wärmebeständigkeit bzw. Unbeständigkeit ist in der chemischen Konstitution der Brennstoffe begründet, d. h. durch die Art der Bindung des im Brennstoff als Hauptbestandteil enthaltenen Kohlenstoffs bedingt. Denn außer Kohlenstoff kommen in Brennstoffen als wesentliche Bestandteile bekanntlich Wasserstoff und Sauerstoff vor. Vom chemischen Standpunkte aus können die Steinkohlen Kohlenstoffverbindungen sein oder durch Zersetzung von Verbindungen entstandener **Kohlenstoff** (Koks). Dementsprechend ergeben sich daraus vier Möglichkeiten der chemischen Zusammensetzung, d. h. ein Brennstoff kann bestehen aus Kohlenstoff (Koks), aus Kohlenoxyd (Generatorgas bzw. Wassergas) aus Kohlenwasserstoffen (Benzin usw.) und schließlich aus Kohlenstoff-, Wasserstoff-, Sauerstoff-Verbindungen (Holz und Kohlen).

Die beiden erstgenannten Gruppen gehören nun zu den absolut wärmebeständigen Brennstoffen, was auch mit gewisser Einschränkung noch für die Gruppe der Kohlenwasserstoffe gilt. Hingegen sind die Vertreter der letzten Gruppe, d. h. Holz und Kohlen, durchweg wärmeunbeständig. Die wärmebeständigen Brennstoffe sind der Verbrennung unmittelbar zugänglich, sie sind **verbrennungsfertig**. Bei den wärmeunbeständigen ist für das Verhalten insbesondere der **zusätzliche Gehalt an Sauerstoff** verantwortlich zu machen, indem bei der Verbrennung stets eine vorhergehende Umwandlung erfolgt derart, daß **verbrennungsreife** Produkte entstehen, und erst diese unterliegen der eigentlichen Verbrennung.

Diese Umstände sind mit der tiefere Grund, weshalb man für viele Zwecke die Kohle vor der Verbrennung erst einer Umwandlung unterwirft, und zwar einer Umwandlung chemischer Art. Wir kennen heute eine Reihe solcher chemischer Umwandlungen, von denen die Verkokung die älteste ist. Sie gibt zwei ungewandelte Produkte von vollendetem Gegensatz: niedrigmolekularer Kohlenstoffverbindungen (flüchtige Bestandteile) von höchster und Kohlenstoff von kleinster Brenngeschwindigkeit. Obwohl die Verkokung auf eine etwa 150jährige technische Vergangenheit zurückblickt, sind auch in jüngster Zeit noch grundsätzliche Neuerungen zu verzeichnen. Denn die **Verschwelung** der Steinkohle, als eine Abwandlung der Verkokung, ist, besonders hinsichtlich der technischen Anwendung, erst im Verlaufe der letzten Jahrzehnte entwickelt worden.

Durch ausgedehnte wissenschaftliche und technische Untersuchungen sind wir heute darüber unterrichtet, wie sich die thermische Zersetzung der Steinkohle laufend vollzieht, d. h. wir wissen, wie in Abhängigkeit von der Temperatur Art und Menge der erhaltenen Erzeugnisse entstehen. Die Tafel 1 zeigt schematisch die Verhältnisse auf. Im



Tafel 1.

allgemeinen beginnen die Steinkohlen, abgesehen von den nicht backenden, bei etwa 350 bis 420 Grad zu erweichen, unter gleichzeitiger Zersetzung, d. h. unter Bildung von Oelen und Gasen und Hinterlassung eines Koksrückstandes. Mit zunehmender Endtemperatur vermindert sich die Teermenge hauptsächlich zugunsten der Gasmenge, bei etwas abnehmender Koksmenge. Würde man schließlich auf Temperaturen, die noch über denen des Koksofens oder im Gaswerk gebräuchlichen liegen, gehen, so würden der Teer unter den Enderzeugnissen vollständig verschwinden und lediglich Koks und wasserstoffreiches Gas resultieren. Letztere Produkte sind, ganz allgemein, Endererzeugnisse jeder thermischen Spaltung von Brennstoffen, wie z. B. auch von Oelen. Es entstehen eben hierbei die wärmebeständigsten,

nicht weiter durch Wärmeeinwirkung veränderlichen Stoffe, nämlich fester Kohlenstoff (Koks) und Wasserstoffgas.

Auch die Art der Erzeugnisse steht in Abhängigkeit von der Temperatur. Die Oele sind zunächst hinsichtlich der neutralen Bestandteile mehr aliphatischer Art und enthalten zuweilen bis zu 40 % an Phenolen, also an sauerstoffhaltigen, sauren Oelen. Mit steigender Temperatur treten letztere mehr und mehr zurück, ein Zeichen für die oben erwähnte Wärmebeständigkeit sauerstoffhaltiger Verbindungen allgemein, und im übrigen erfolgt fortschreitende Aromatisierung, die beim sogenannten Hochtemperatur-Teer (Koksofen-Teer, Gaskerzofen) praktisch vollständig ist. Die Gase sind zunächst „trocken", d. h. sie enthalten viel Kohlensäure, alsdann treten höhere Kohlenwasserstoffe hinzu, schließlich noch Methan, wodurch der Uebergang in ein sogenanntes „fettes" Gas bewirkt wird. Weitere Temperatursteigerung läßt als Spaltungsprodukt Wasserstoff entstehen, wodurch das Gas mehr und mehr einen „mageren" Charakter annimmt. Selbstverständlich gilt auch hier, daß ein steter Uebergang stattfindet. Schließlich zeigt sich Analoges beim Koksrückstand, indem mit zunehmender Temperatur insbesondere Festigkeit, Graphitierung und Dünnpunkt steigen und der restige Gasgehalt abnimmt.

Die Steinkohlenschwelerzeugnisse im allgemeinen.

In erster Linie interessieren Einzelheiten über die Menge der bei der Steinkohlenschwelung entfallenden Erzeugnisse, besonders im Vergleich zur Verkokung, die gleiche Kohle vorausgesetzt. Hierüber unterrichtet eine entsprechende Gegenüberstellung, in der die wichtigsten Zahlen aufgeführt sind. Es handelt sich hierbei um eine Gasflammkohle, also um eine geologisch junge Kohle, mit etwa 33 % flüchtigen Bestandteilen. Das vorhin in allgemeinen Zügen entworfene Bild wird hier im einzelnen bestätigt (Tafel 2).

Tafel 2.

Aus Gasflammkohle werden beispielsweise erhalten:

Hochtemperaturverkokung (1000—1100 Grad)	Tieftemperaturverkokung (450—500 Grad)
75 % Koks (mit 1—2 % flüchtigen Bestandteilen)	75—80 % Halbkoks (mit 10 % flüchtigen Bestandteilen)
18—20 % Koksgas (320 cbm je tons Kohle) Dichte 0,45 Heizwert zirka 4.500 W. E. je cbm	6—7 % Schwelgas (60—70 cbm je tons Kohle) Dichte 0,8 Heizwert zirka 7.000 W. E. je cbm
3 bis 3,5 % Teer: 60 % Pech, 10 % Teerfettöl, 15 % Anthrazenöl, 15 % Naphthalinöl, 2 % Leichtöl, 2 % Rohanthrazen, 2 % Naphthalin	6 bis 8 % Teer: 30 % Pech, 55 % Heizöle, 10 % Benzin
1,3 % Leichtöl (aus dem Gas ausgewaschen)	0,5—0,7 % Rohbenzin (aus dem Gas)
0,4 % Ammoniak	Kein Ammoniak (d. h. Gewinnung nicht lohnend)

Wichtig sind vor allem die Teerausbeuten im einen und im anderen Falle, wobei man, in runden Ziffern gegenüber der Hochtemperaturverkokung mit einer um etwa 50 bis 70 % erhöhten Teerausbeute sprechen kann. Das die Leichtölausbeuten, also Benzine bzw. Benzole hier und dort anlangt, so besteht kein wesentlicher Unterschied: zuweilen kann die Leichtölausbeute bei der Verkokung etwas höher sein. Hier hat es hängt, ebenso wie auch die Leichtölausbeuten im Gaswerk, lediglich in der Kokerei, außer von der Kohle von den besonderen apparativen Bedingungen ab, sodaß sich allgemein gültige Zahlen nicht geben lassen. Im einen und im anderen Falle, bei der Schwelung in etwas höherer Ausbeute als bei der Verkokung, ist Koks wenigermäßig das Haupterzeugnis. Diese Tatsache, obwohl schon häufig genug herausgestellt, muß immer wieder betont werden, um einige noch vorhandene falsche Vorstellungen auszumerzen. Die Schwelerei auf Koks unserer deutschen Steinkohlenwerkommen muß sich in wirtschaftlicher Hinsicht auf das Haupterzeugnis, d. h. auf den Schwelkoks stützen, d. h. dessen Absatz oder anderweitige Verwendung muß entsprechend gesichert sein. Oele und Gase sind zwar lohnende Beigaben, aber ihr Beitrag zur Wirtschaftlichkeit ist immerhin untergeordnet. Nach den zahlreichen, durchaus konform gehenden Erfahrungen der Praktiker wird man heute nicht mehr in den Fehler von ehedem verfallen und die Steinkohlenschwelung „gasseitig" als ein Verfahren zur Leuchtgasgewinnung bezeichnen.

In diesem Zusammenhang dürfte noch die vergleichsweise Zusammenstellung der Schwelausbeuten einiger bekannter hervorragender einheimischer Steinkohlen interessieren, die mir in meiner betrieblichen Tätigkeit u. a. durch die Hand gegangen sind (Tafel 3). Besonders fällt bei diesem Vergleich die hohe Teerausbeute einer westfälischen Flammkohle mit 14 bis 17 % Schwelteer auf bei einem Gehalt von 42 % flüchtigen Bestandteilen. Im übrigen ist aus der Zusammenstellung deutlich der Zusammenhang zwischen flüchtigen Bestandteilen und Teerausbeute ersichtlich, was ja mehr oder weniger selbstverständlich ist. Immerhin erreicht aber die Flammkohle als Sapropelkohle ganz besonders hohe Werte, weil sie reich an harzartigen, eine hohe Teerausbeute ergebenden Bestandteilen ist. Der aus Holz entstandene Humusanteil, der im übrigen die Hauptmasse unserer Kohlen, die als ein aus verschiedenen Komponenten zusammengesetztes Gestein aufzufassen sind, ausmacht, fehlt hier völlig. Im Falle der Steinkohle könnte man in Anbetracht der sehr hohen Teerausbeute schon eher versucht sein, die Verschwelung lediglich als eine Oelgewinnung zu kennzeichnen. Wir besitzen aber in Deutschland kaum derartige abbauwürdige Flöze, sodaß wir uns mit diesem Fall, was der praktischen Richtung nicht weiter zu befassen haben.

Zu aber unsere jüngeren Kohlen, wie Gas- und besonders Gasflammkohlen, neben dem Quantumteil einen erheblichen Betrag an Kaltkohle aufweisen, der sich z. B. bei Ruhrkohlen der genannten Altersstufen auf 25 bis 30 % beläuft, so lassen sich auch hier bei geeigneter Aufwahl der Kohlen unter Umständen bedeutsame Steigerungen der Oelausbeuten erzielen. Das gilt aber nicht allgemein, insofern der jeweilige Charakter der Kaltkohle mitspricht, d. h. nur

ein entsprechend hoher Gehalt dieses Gefügebestandteiles an stark teerergiebigen Sporen und sonstigen Bitumenkörpern [1]) wirkt sich in einer Erhöhung der Teerausbeute sowie in einer Verbesserung der Qualität aus.

Im Verfolg solcher Ueberlegungen kann man sogar noch einen Schritt weiter gehen und in gewissem Umfange eine Trennung der im besonderen Falle weniger teerergiebigen Glanzkohle (Huminanteil) von der mehr Teer liefernden Mattkohle auf einfache Weise vornehmen. Bei der Zerkleinerung des Kohlegutes reichert sich die weichere Glanzkohle gegenüber der härteren Mattkohle im Feingut an [2]), sodaß bereits bei einfacher Absiebung als Siebrückstand Mattkohle-Teere führt im Betrieb zu ganz unjewöhnlichen Schwierigkeiten, indem starkes Schäumen und Stoßen auftritt und unter Umständen die ganze Teerfüllung herausgeworfen wird. Demgegenüber gestattet die Schwelung in Ruhe die Gewinnung der Reinerzeugnisse, also besonders des Schwelteers, staubfrei zu betreiben, ganz abgesehen von der ebenfalls günstigen Auswirkung dieser Schwelmethode auf die Koksbeschaffenheit. Die Destillation solcher praktisch staubfreien Schwelteere macht alsdann keine besonderen Schwierigkeiten.

Je niedriger im übrigen die Schweltemperatur, umso leichter der Teer, da Diphenyl und Naphtene allgemein niedrigere spezifische Gewichte zeigen als Aromaten. Daher bietet das spezifische Gewicht einen guten Anhaltspunkt für die Beurteilung und ist für die Praxis gilt, daß im allgemeinen der Teer nicht höher als auf 500 bis 550° erhitzt sein soll, was im übrigen so ziemlich dem Optimum an Güte und Ausbeute gleichkommen dürfte.

Ebenso wie beim Koksofen- oder Gaswerksteer wird bei der Schwelteerkondensation gleichzeitig ein gewisser Anteil der in den Gasen enthaltenen Leichtölдämpfe, und zwar beiläufig ein Drittel bis die Hälfte, niedergeschlagen. Infolge der bei der Schwelung bedeutend geringeren Gasmenge und dem dadurch bewirkten höheren Teildruck des Leichtöls im Gas ist daher der Anteil des sogenannten Teerbenzins am Gesamtbenzin wesentlich höher als im Falle der Hochtemperaturverkokung. Trotz der bei dieser Tiefe zusammen mit dem Teer niedergeschlagene Leichtölanteil prozentual kaum ins Gewicht, die mehr verbleibt fast alles (etwa 95 %) in dem vom Teer befreiten Gas.

Wie schon bemerkt, sind die Tieftemperaturteere im allgemeinen durch einen hohen Gehalt an Phenolen gekennzeichnet, der bis zu 40 % und mehr betragen kann. Für Ruhrkohlen gilt z. B. im allgemeinen: Je höher die Teerausbeute, umso höher der Phenolgehalt, wie einige Anhaltszahlen zeigen mögen:

Westfälische Fettkohle	15 bis 25 % Phenole
Westfälische Gaskohle	25 bis 35 % Phenole
Westfälische Gasflammkohle	35 bis 50 % Phenole.

Dagegen sind Teere aus den sehr teerergiebigen Sapropelkohlen, wie Kennelkohlen, im allgemeinen phenolarm (Brassert-Kennelkohle z. B. nur 24 %) als Folge des geringen Sauerstoffgehalts solcher Kohlen und damit wertvoller. Oftmals enthalten die Teere dieser Kohlen erhebliche Mengen festes Paraffin, im vorliegenden Falle etwa 18 %, während der Paraffingehalt der gewöhnlichen Steinkohlenschwelteere zumeist nur auf 1 bis 1,5 % beläuft, sodaß eine Gewinnung selbstverständlich nicht in Frage steht. Die Unterre der Kennelkohlen hinterlassen auch kein Pech, sondern nur geringe Mengen eines Rückstandes, der an Erdölasphalt erinnert.

Fragt man nach der Ursache der verhältnismäßig hohen Phenolgehalte der Schwelteere, so ist die Antwort in

Tafel 2.

Ausbeuten bei der Steinkohlen-Verschwelung (ca. 550 Grad).

Kohlenart:	% flücht. Bestandteile der Kohle	% Schwelkoks	% Urteer	cbm Gas je t Kohle
Westfälische Fettkohle	22	83	3—4	40
Westfälische Gasflammkohle	39	73	7—10	60
Westfälische Kennelkohle	42	65—70	14—17	70
Sächsische Gaskohle	31—35	74	11	60

anreicherungen resultieren, die alsdann unter Entfall einer höheren Teerausbeute der Schwelung unterworfen werden können.

Für die Gaswerke interessiert vor allem die Ausbeute der Gaskohlen, bei denen man gegenüber der normalen Verkokung mit 4 % Teer mit etwa 6 bis 6,5 % rechnen kann, was einer Erhöhung von 50 bis 60 % entspricht, bei Gasausbeuten von etwa 70 cbm je tons und Schwelkoksausbeuten von etwa 80 %.

So sind der thermischen Behandlung der Steinkohlen hinsichtlich der hierbei erhältlichen Oelausbeuten gewisse Grenzen gesetzt, die eben in ihrer Zusammensetzung, d. h. vor allem in ihrem zuständlichen Sauerstoffgehalt, begründet sind. Daher bezweckt auch die Ueberführung der Kohle in Oele auf dem Wege der Hydrierung letzten Endes nichts anderes, als den Sauerstoff in Form von Wasser zu entfernen und überdies eine Wasserstoffanlagerung an thermisch gebildete Spaltprodukte herbeizuführen. Die bereits erwähnten Sapropelkohler, gehen deshalb hohe Oelausbeuten, weil sie viel Wasserstoff und verhältnismäßig wenig Sauerstoff enthalten.

Schwelteer, Eigenschaften und Verwendung.

Einige Daten über den Schwelteer aus Steinkohlen sind der obigen Gegenüberstellung zu entnehmen. Wichtig ist vor allem, daß der Teer bei dem betreffenden Schwelverfahren in physikalisch einwandfreier Beschaffenheit anfällt. Bei den früher, d. h. etwa im Jahre 1920/21 in Deutschland, speziell im Ruhrgebiet, errichteten bewegten Schwel-Systemen war das durchaus nicht immer der Fall. Die aus der Schwelttrommel heiß abziehenden flüchtigen Schwelerzeugnisse hatten reichlich Gelegenheit, Staub aufzunehmen, dessen anschließende Wiederabscheidung schwierig war und zumeist mit entsprechenden Teerverlusten verknüpft gewesen ist. Die nachfolgende Entwässerung des Schwelteers wird schier unmöglich gemacht, wenn neben Wasser gleichzeitig Staub im Teer vorhanden ist. Es bilden sich unter Mitwirkung von Staub und Wasser außerordentlich beständige Emulsionen. Die destillative Aufarbeitung solcher

[1]) Kühlwein, Glückauf 71 (1935) 1078.

[2]) K. Lehmann und E. Hoffmann, Glückauf 67 (1931) 1.

den eingangs gegebenen allgemeinen Anführungen über das thermische Verhalten der Brennstoffe zu erklären. Bei den bei der Schwelung verhältnismäßig milden Temperatur-Verhältnissen ist der Zerfall und die Umwandlung der sauerstoffhaltigen Verbindungen nur zum Teil erfolgt und erst bei weiterer Temperatursteigerung tritt, Hand in Hand mit einer Verminderung der Ausbeute, eine Besserung des Teeres ein. Auch in den Elementaranalysen kommt dies selbstredend zum Ausdruck, wenn allerdings zu bemerken ist, daß sich der höhere Sauerstoffgehalt des Urteeres nicht in einer Heizwertminderung auswirkt, weil andererseits sein Gehalt an Wasserstoff entsprechend höher liegt (Tafel 6).

Tafel 6.

	Elementarzusammensetzung					Heizwert kcal/kg
	% C	% H	% O	% N	% S	
Schwelteer	83.06	9.13	7.81	1.0	0.6	8500—8700
Hochtemperaturteer	87.6	7.00	4.83	–	0.57	8500

Bei der Siedeverlauf des Schwelteeres betrifft, so kommt seine Natur als einem gegenüber Hochtemperatur „leichteren Erzeugnisses" hierbei beim zum Ausdruck, daß auch bei der Zerlegung durch Destillation die leichteren Fraktionen vorherrschen und demgemäß die schwereren Fraktionen zurücktreten. Dies gilt auch hinsichtlich der schwersten Fraktion, dem als Rückstand verbleibenden Pech, das nur etwa rund 30 bis 40 % entsprechend gegenüber 50 bis 60 % beim gewöhnlichen Steinkohlenteer. Berücksichtigt man daher neben den leichten Teerölanteile beim Schwelen auch noch diesen Umstand, so ergibt sich etwa, daß beim Schwelen die zweifache Oelmenge erhält gegenüber der Verkokung. In diesem Zusammenhang ist noch zu bemerken, daß in den von etwa 200 bis 300 Grad übergehenden Anteilen eine Anreicherung der Phenole stattfindet.

Ueber die bezielte chemische Zusammensetzung des Urteers sind zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten von den verschiedensten Seiten mit einem Aufwand von außerordentlicher Mühe ausgeführt worden. Soweit es sich hierbei doch um ein sehr kompliziertes Erzeugnis, über dessen Zusammensetzung man in rein chemischer Hinsicht überhaupt noch nichts weiß. Auf diese grundlegenden, rein wissenschaftlichen Standpunkte aus sehr wichtigen Untersuchungen schon vorgenommen, erübrigt sich hier, da sie zunächst wenig Nutzen, in rein technischen Hinsicht für die Verschwelung nicht weiter von Bedeutung sind. Ebenso wenig wie beim Erdöl ist es auf der Basis des Steinkohlenschwelteers gelungen, eine „Schwelteer-Chemie" im eigentlichen Sinne zu entwickeln, d. h. in der Art, wie es beim Steinkohlenhochtemperaturteer der Fall gewesen ist. Zwar hält man für einzelne Stoffe, wie z. B. gewisse Phenole, worunter besonders das Kresol durch seine wertvollen Bestandteil zu nennen ist, Verwendung, der größte Teil jedoch ist einer Verarbeitung in chemischer Richtung vorläufig, soweit es unter diesem Gesichtspunkt heute überhaupt möglich erscheint, nicht zugänglich. Schwelteer in faktische Weise zu gewinnen. Die jahrelangen Versuche mit den verschiedensten Arten der Aufarbeitung, wie z. B. auch durch schonende Zerlegung mit Hilfe geeigneter Lösungsmittel auf kaltem Wege, darunter diskutiert, als Schmieröle verwendbare Oele herzustellen, sind deswegen erfolglos geblieben, weil die hergestellten Schmieröle beim Gebrauch verharzten und Asphalt ausschieden. Die, wie erwähnt, einen hohen Prozentsatz ausmachenden phenolischen Bestandteile könnten zwar infolge ihrer hochkresylsäuren Eigenschaften als Desinfektionsmittel, Pflanzenschutzmittel und Imprägnieröle Verwendung finden, wie es auch zum Teil mit gewissem Erfolg geschehen ist, doch haftet den Urteerphenolen, trotz wiederholter Reinigung, ein sehr unangenehmer, nachgenehmer Geruch an. Aus Urteerphenolen hergestellte Kunstharze, wie Bakelite, haben sich als wenig lichtbeständig erwiesen, weil vor allem für die daraus hergestellten Preßmassen vorliegt. Auch eine stattgefundene Umwandlung der Phenole in leicht flüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe, wie z. B. in benzinartigen Eigenschaften, hat sich nicht lohnend gezeigt. Aus diesen und anderen Gründen können wir heute mit gewisser Berechtigung den Standpunkt vertreten, daß der Schwelteer bzw. seine Oele im wesentlichen auch der brennstofftechnischen Seite und allenfalls nur untergeordnet auch der rein chemischen Seite hin Bedeutung haben.

Hinsichtlich der brennstofftechnischen Verwertung des Schwelteeres ergibt sich, daß die Trennung in neutrale und saure Bestandteile praktisch nicht in Frage steht. Die technische Aufarbeitung des Schwelteeres besteht zunächst in einer Entwässerung und gleichzeitigen Abtrennung des leichten Treibstoffes, der bis 180 Grad kann. Phenole enthält. Da der Schwelteer in der Kugel nahezu das spezifische Gewicht wie das mit ihm niedergeschlagene und emulgierte Wasser hat, tritt im Gegensatz zum flüssigen oder Hochtemperatur beim Lagern bzw. Absetzenlassen nur eine unvollkommene Scheidung ein. Das im Schwelteer noch verbliebene Wasser wird daher zusammen mit dem entphenolten Leichtöl durchfeuchtet, abgetrieben und mit dem Leichtöl durch Kühlung niedergeschlagen, von dem es sich alsdann ohne weiteres trennt. Zum Entwässern und Leichtflüchtigmachen des Teerleichtöls und des Schwelteers wird zweckmäßig eine Kolonne verwendet, die mit indirektem Dampf auf entsprechender Temperatur gehalten wird und in der der rohe Schwelteer in durch die eingebauten Teilplatte hindurchgeführten Zustande zugeführt wird. An Stelle dessen kann man auch so verfahren, daß man den Teer in zwei Stufen indestillieren, wobei in der ersten Stufe nur die höher siedenden Anteile abgeschieden werden, während in der zweiten Stufe das Wasser zusammen mit dem Leichtöl entfernt wird, wobei es infolge des größeren Unterschieds der spezifischen Gewichte leicht abgetrennt werden kann.

Die Menge des aus dem Teer gewinnbaren Leichtöls beträgt beiläufig 10 % der Teermenge bzw. 0,5 % der durchgesetzten Kohlenmenge. Die weitere Reinigung des Roherzeugnisses erfolgt ganz ähnlich wie bei der Benzolreinigung. Mit Rücksicht auf den verhältnismäßig hohen Anteil ungesättigter Kohlenwasserstoffe hat man schon früher erkannt, daß eine die Harzpolymerisation der Kohlenwasserstoffe entsprechend ermöglichen muß, um unnötige Verluste zu vermeiden.

Nach der erfolgten Abtrennung des leichten Treibstoffes kann der gesamte Schwelteer in einfachen Fälle als Heizöl Verwendung finden und einen Teil des bisherigen Einfuhrbedarfs, der bei etwa 350 000 Tonnen liegen dürfte, decken. Diese Art der Verwendung bezogen keinerlei Schwierigkeiten, da der Urteer entsprechend niedrig Stockpunkte hat und als entscheidungsfrei zu bezeichnen ist. In nach der Marktlage kann allenfalls eine vorherige Abtrennung des etwa 50 bis 60 % ausmachenden Pechanteils durch Destillation erfolgen. Selbstverständlich ist der Urteer auch sehr gut als Ausgangsstoff für die Hochtemperaturierung, d. h. für die Ueberführung in leichte Kraftstoffe, zu verwenden. Da aber hierbei der erzielbare Erfolg einen geringen Anreiz zu sehen vermag, muß dahingestellt bleiben.

Weiterhin ist sowohl die Eignung gewisser Schwelteerfraktionen als auch des Schwelteers an sich in vorhandenen Tiefsiedemotoren, z. B. Dieselmaschinen, bekannt und an den verschiedensten Stellen erwähnt worden, wie bei der Gesellschaft für Teerverwertung, Duisburg-Meiderich, der Fa. Otto u. Co., Bochum-Dahlhausen usw. Auch nach dieser Richtung hin Absatz nichts im Wege steht. Hinsichtlich ist die Eignung für schnellaufenden Hochgeschwindigkeitsmotoren zweifelhaft, da die Zündwilligkeit gegenüber Gasöl- und Braunkohlenteererzeugnissen zurücksteht. Besondere Vorkehrungen am Motor, wie die Kühlung von Saugluftspeichern oder die Anwendung von zündbeschleunigenden Zusätzen zum Treiböl dürften gewisse Verbesserungen erwarten lassen.

Schwelkoks, Eigenschaften und Verwendung.

Auswahl der Kohlen. Der Schwelkoks bildet mit einem Anfall von 75 bis 80 % des Hauptergebnis bei der Verschwelung der Steinkohle. Die Güte und Absetzfähigkeit desselben ist dasjenige ausschlaggebend für eine wirtschaftliche Durchführung der Schwelverfahren überhaupt. Neben den rein technischen Voraussetzungen kommt der Auswahl der zur Verschwelung gelangenden Kohle eine hohe Bedeutung zu. Gesetzmäßig wie sich jede beliebige Kohle zur Erzeugung eines guten Hochtemperaturkoksfes eignet, kann man erwarten, daß einer wahllos herausgegrif-

senen Steinkohle einen guten Schwelkoks zu erhalten. Im allgemeinen wird man zur Verschwelung nicht solche Kohlen verwenden, die einen guten Hochtemperaturkoks geben. Denn im Hinblick auf eine gute Teerausbeute muß man Kohlen mit einem möglichst hohen Gehalt an flüchtigen Bestandteilen wählen, sodaß Fett- oder Kokskohlen zurücktreten und hauptsächlich von den jüngeren Gas- und Gasflammkohlen mit einem Gehalt von 30 % und mehr an flüchtigen Bestandteilen auszugehen ist.

Umfangreiche Versuche verschiedener Forscher[1]) haben ergeben, daß man sowohl mit den gewaschenen Gesamtkohlen als auch den natürlich anfallenden Feinkohlen aus deutschen Gaskohlen gute Schwelkokse erhält, wie die Zahlentafel 5 zeigt (Tafel 5).

Ungünstiger liegen die Verhältnisse bei den gasreicheren Gasflammkohlen. Die an Glanzkohle angereicherten Feinkohlen dieser Gruppe, welche besonders für Gaswerke im Hinblick auf die Absatzmöglichkeit in erster Linie in Frage kommen, geben ohne weiteres keinen Schwelkoks ausreichender Festigkeit. Bei den Ruhrkohlen läßt sich durch Aufmahlung der Feinkohle in der Schleudermühle oder durch elastischen Schlag aus den Anlagen über 4 mm, also aus dem gröberen Gut, ein erheblich besserer Schwelkoks erzielen[2]).

Andererseits führt auch eine Magerung mit Rußkohle, was im übrigen kohlenpetrographisch auf das Gleiche hinauskommt, zum Ziel, besonders bei Saarkohle. Hier ist wegen des Mangels an Magerkoks für den Hausbrand mit einer

Tafel 5.

Schwelversuche mit Gaskohlen.

	Saarfeinkohle	Ruhrgaskohle	Ruhrgasflammkohle	Ruhrgasflammkohle
Flücht. Bestandt. bezogen auf Trockenkohle %	34	32	etwa 28	28 bis 34
Schweltemperatur °C	550	550	500	600
Schwelausbeuten*)				
Teer %	10,3	9,5	—	9,0
Gas cbm/t	90	112	—	110
Koks „	80	—	—	—
Stirbfestigkeit	90	94	140**)	88 bis 90**)
Abriebfestigkeit %	66	63	70	65,3

*) Die Ausbeuteziffern sind Versuchsergebnisse. Im Großbetrieb dürften nur etwa zwei Drittel der angegebenen Teerausbeuten erreichbar sein.

**) Druckfestigkeit kg/cm².

Zu dieser Uebersicht ist zu bemerken, daß die Schwelteerausbeuten im Großbetrieb etwa nur ⅔ der Versuchszahlen ergeben werden. Die aufgeführten Abriebfestigkeiten entsprechen erfahrungsgemäß dem bei der Abriebbestimmung in der Micumtrommel erhaltenen Rückstand von einer Korngröße über 40 mm.

Diese Ergebnisse lassen sich noch durch verschiedene Maßnahmen verbessern, wie günstigste Auswahl der Korngröße (Feinmahlung), Magerung durch Koksgrus und Vorerhitzung der Kohle. Die folgende Uebersicht (Tafel 6)

Tafel 6.

Versuche zur Verbesserung der Koksqualität.

Mischverhältnis Kohle/Koksgrus	Mahlfeinheit	Druckfestigkeit kg/cm²	Abriebfestigkeit %
100/0 %	100 % > 3 mm	89,5	65,8
100/0 „	100 % > 1 mm	118,2	68,3
95/5 „	100 % > 1 mm	118,5	70,3
90/10 „	100 % > 1 mm	100,0	66,6
85/15 „	100 % > 1 mm	103,0	68,7
100/0 „	100 % > 1 mm	132,6	77,6
			bei 200° vorerhitzt

zeigt die Ergebnisse solcher Versuche mit der in der vorhergehenden Uebersicht zuletzt aufgeführten Ruhrgaskohle. Es ergibt sich, daß feinere Mahlung der Beschickungskohle, Beimischung einer begrenzten Menge Koksgrus und Vorerhitzung der eingesetzten Kohle einen günstigen Einfluß auf die Koksqualität ausüben. Ganz ähnliche Ergebnisse hat man auch bei der Mitteltemperaturverkokung erzielt[3]).

guten Absatzmöglichkeit für den Schwelkoks zu rechnen. Weiter kann der allenfalls anfallende feinkoksanteil als wertvolles Magerungsmittel für die Verbesserung des Hochtemperaturkokses Verwendung finden. Die Tafel 7 gibt diese Verhältnisse wieder.

Die Verwendung von Schwelfeinkoks als Magerungsmittel des Hochtemperaturkokses hat weiterhin auch für ganz große Gaswerke eine gewisse Bedeutung, insofern diese dadurch die Qualität ihres Hochtemperaturkokses verbessern können. Neben der Erzeugung eines besseren Gaskokses würde dadurch auch die Ofenausbeute erhöht werden.

Aus den Zusammenstellungen ergibt sich, daß es wohl möglich ist, einen für diese Zwecke genügend festen Schwelkoks herzustellen. Die mit Gaskohlen erzielte Kokosfestigkeit von 65 bis 75 % Abriebrückstand dürfte für die meisten Zwecke ausreichen. Ztäglich erscheint dagegen, ob die mit Flammkohlen erzielten Abriebfestigkeiten von 43 bis 55 % allen Ansprüchen genügen werden. Aus neueren Versuchen geht jedoch hervor, daß man im Großbetrieb wesentlich günstigere Ergebnisse erhält, vor allem durch Herabsetzung der Kammerbreite bis auf wenige Zentimeter. Es gelingen sogar auch aus wenig backenden Kohlen ein brauchbaren Schwelkoks herzustellen.

Für den Anfall an Feinkoks und für die weiteren Eigenschaften des schließlich erhaltenen Schwelkokses ist vor allem die Nachbehandlung des Kokses maßgeblich. Bei der hohen Porosität von 50 bis 55 % des Schwelkokses gegenüber 42 bis 45 % von Zechenkoksen ist er im Hinblick auf einen erträglichen Wassergehalt d. i. Schwelkokses die trockene Kokskühlung der Naßlöschung überlegen zu sein.

In dieser Hinsicht hat sich besonders ein auf der Gewerkschaft Matthias Stinnes[4]) angewandtes Verfahren bewährt.

[1]) Kühlwein, Oel und Kohle 2 (1934) 271; Glückauf 71 (1935) 1078; Broche und Nebelmann, Glückauf 68 (1932) 769.

[2]) Lorenzen, Diss. T. H. Berlin 1935.

[3]) Kühlwein, s. Fußnote 1.

[4]) W. Gollner, Techn. Mitt. Bergbau, Hütten- und Salinenwesen 64 (1936), 197.

[5]) Müller BWD. 70 (1920) 1605; Oel und Kohle 12 (1936), 549.

Tafel 7.

Schwelversuche mit Gasflammkohlen.

Probe	Saarfeinkohle	80 % Saar Ruß I 20 % Feinkohle	Rußfeinkohle Gesamt	Rußfeinkohle aufbereitet < 3 mm	Rußfeinkohle aufbereitet > 3 mm
Flücht. Bestandt. bezogen auf Trockenkohle %	35	38	35.3	34.5	37.3
Schwelltemperatur °C	550	550	—	—	—
Schwelausbeuten					
Teer %	8	10	9.9	10.0	11.1
Gas cbm/t	110	128	101	103	95
Koks %	74	76	76	74.4	72.3
Sturzfestigkeit > 30 mm	0	83	82	64	88
Abriebbeständigkeit	0	65	26	15	43

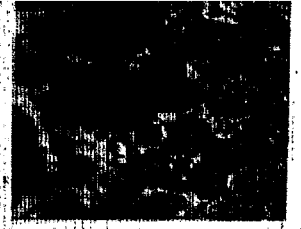
Man bricht dabei den Koks heiß unter Luftabschluß und trennt die Anteile unter 10 mm ab. Diese erstücken sich selbst in einem mit luftgekühlten Rohren durchzogenen Behälter. Die groben Anteile werden, wie üblich, mit umlaufendem Rauchgasen gekühlt.

Abb. 1. Gerkoks. V = 170 ×.

Abb. 2. Spülgasschwelkoks, Mac. Laurin-Verfahren. V = 100 ×.

Eigenschaften. Um zu verstehen, wodurch die geringere Festigkeit des Schwelkokses gegenüber dem Gaskoks bedingt ist, muß man sich die schon erwähnten Vorgänge bei der Verkokung der Steinkohle ins Gedächtnis zurückrufen. Die Festigkeit des Gaskokses beruht vor allem auf der vollkommenen Durchschmelzung des Kohlenmaterials. Diese beginnt zwar bereits bei den Temperaturen der Schwelung, ohne jedoch zur vollen Entfaltung kommen zu können. Ferner spielt sich nur in ganz untergeordnetem Maße eine Zersetzung ab. Man kann dies sehr deutlich an mikroskopischen Aufnahmen von Koksschliffen beobachten. Besonders einprägsam ist eine Gegenüberstellung von Gaskoks aus Feinkohle und Schwelkoks aus mattglänzender Gasflammkohle. Abbildung 1 zeigt den Anschliff eines Gaskokses in etwa 170facher Vergrößerung (die weißen Partien sind Kokssubstanz, die dunklen Porenräume). Man sieht besonders an den wenig Feinstruktur aufweisenden Porenwänden und an den runden und gleichmäßigen Begrenzungen der Porenräume, daß die Masse gut durchgeschmolzen ist. Ganz anders die früheren Schwelkokse (Abbildung 2). Man sieht wohl an den blasenartigen Gebilden, daß die Masse plastisch geworden war, aber zu einem vollständigen Erweichen und Durchschmelzen der Koksmasse ist es nicht gekommen, wie die deutlich zu erkennende Feinstruktur der Masse beweist. Das nächste Bild (Abbildung 3) zeigt einen Drehofenschwelkoks. Der deutlich neben geschmolzener Masse, das sind die fast weißen Partien, auch ungeschmolzene Kohleteilchen (die grauen Partien) aufweist. Im ganzen ist dieser Koks recht ungleichmäßig. Er wird heute nicht mehr hergestellt. Die Ungleichmäßigkeiten, welche die älteren Schwelkokse aufweisen, hat man heute vermeiden gelernt durch Einmahlung der

Abb. 3. Drehofenschwelkoks. V = 100 ×.



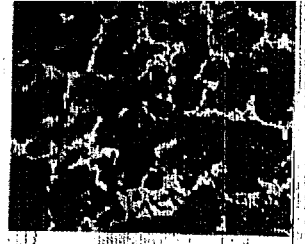


Abb. 7. Fettkohlenschwelkoks. V = 100 ×.

Abb. 8. [illegible] V = 100 ×.

Abb. 6. Fettkohlen-Koks I. V = 170 ×.

Abb. 9. Fettkohlen-Koks II. V = 170 ×.

Abb. 6. Zechenkoks Nicolai // V = 170 ×

*) S. a. Hock und Schrader, Braunkohle 35 (1936), 848.

Verwendung. Ein großer Teil des Schwelkokses wird im Hausbrand Verwendung finden können und hier in Wettbewerb mit der Magerkohle treten. Letzterer ist der Schwelkoks durch eine absolute Teerfreiheit überlegen (Rauchplage). Auch der erheblich niedrigere Zündpunkt ist ein nicht nur für den Hausbrand gesteigerter Vorteil gegenüber der Magerkohle, weil man mit einem niedrig zündenden Brennstoff ein kleines Feuer mit geringerer Luftzufuhr unterhalten kann und hierdurch infolge des geringeren Abbrandes eine sparende Brennstoffwirtschaft erzielt (Tafel 8). Dagegen könnte sich nachteilig das geringe praktische Gewicht (0,7—0,8) und damit auch Schüttgewicht (0,5) auswirken. Doch kann man dem durch Einstampfen der Kohle bis zu einem gewissen Grade begegnen.

Wenn der Schwelkoks bei der Verwendung im Hausbrand auch, wie bereits ausgeführt, in erfolgreichen Wettbewerb mit der Magerkohle treten könnte, so wäre es doch unerwünscht, wenn diese hierdurch vom Markte verdrängt würde, da ein gesteigerter Magerkohlenabsatz Vordedingung für die Rentabilität vieler Zechen ist. Der Steinkohlenschwelkoks soll vielmehr an die Stelle von Gaskoks und bis zu einem gewissen Grade auch an die Stelle von Steinkohle treten. Dies hat vor allen Dingen für den Saarbergbau eine ausschlaggebende Bedeutung, da hierdurch der schlechter Mangel an Magerkohle im Saargebiet zu beheben wäre.

Gerade mit Rücksicht auf die Verwendung des Steinkohlenschwelkokses im Hausbrand ist man dazu übergegangen, im Hinblick auf die Erfahrung, die man in der Braunkohlenindustrie mit geformter Braunkohle gemacht hat, auch geformten Schwelkoks herzustellen. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß Braunkohlenbriketts im Feuer in körnige Stücke zerfallen und damit günstige Verbrennungsbedingungen von selbst herstellen. Schwelkoks dagegen zerfällt nicht, er sieht

Tafel 8.

Zündpunkte und Heizwerte.

Brennstoff	Zündpunkt °C	Heizwert W.E. je kg
Holzkohle	270—250	7600—7700
Braunkohlenbriketts	300—320	4800—5000
Steinkohlenschwelkokse		
Mac Laurie	360—370	—
Kellergenerator	350	
K. S. G.	360	
B. T.-Koks	330—420	7300—7500
Coalite	430	8000—8100 (o. H. W.)
Anthrazit	450—470	7600—7800
Hüttenkoks	560—600	7000—7200

im Feuer nun wird daher wechselnäßig in richtiger, jeweils der Feuerung angepaßter Körnung aufgegeben. So verlangen z. B. Küchenherde eine Körnung von 10 bis 20 mm, Dauerbrandöfen 20 bis 30 mm, größere Zimmeröfen und Zentralheizungskessel 30 bis 40 mm. Es wäre daher wahrscheinlich notwendig, auch Schwelkoksformlinge in abgestufter Körnung herzustellen.

Man hat weiterhin Schwelkoks durch Verarbeiten von vorher brikettierter Steinkohle hergestellt. Zu den sonstigen Unkosten würden also noch die Kosten für eine Brikettierung kommen, die wohl nur unter besonderen Verhältnissen tragbar sind.

Darüber hinaus kommt jedoch dem Schwelkoks auf anderen Gebieten wachsende Bedeutung zu. Denn er eignet sich hervorragend zur Verwendung in Gaserzeugern aller Art, für die Schwudgas- und Wassergasherstellung, wobei er zunächst im Gaswerk selbst zur Herabsetzung des Heizwertes des anfallenden Schwelgases auf die übliche Norm dienen kann.

Auf die Eignung des Schwelkokses zum Betrieb von ortsfesten Sauggasanlagen hat Müller[1]) schon vor zehn Jahren hingewiesen. Es könnten durch Ersatz vorhandener Dieselanlagen durch Sauggasanlagen bedeutende Einsparungen an Dieselöl erzielt werden.

Für den Betrieb von Feuergasen und Generatoren ist vor allen Dingen wichtig, daß die Asche des Schwelkokses im Gegensatz zur Asche des Hochtemperaturkokses nicht schlackt. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, daß die eigentliche Feuerzone weiter auseinandergezogen ist, wahrscheinlich werden aber bei der niedrigeren Herstellungstemperatur des Schwelkokses die in der Asche vorhandenen Eisenverbindungen nicht in zur Schlackung Anlaß gebendes Eisensilikat umgewandelt.

Die Versuchsfahrt mit heimischen Kraftstoffen 1935[2]) hat ergeben, daß auch im Sauggaserzeuger-Motor Steinkohlenschwelkoks mit Erfolg Verwendung finden kann. Er hat anderen Brennstoffen wie Holz, Steinkohle, Anthrazit und Braunkohlenbriketts gegenüber sogar den Vorteil absoluter Teerfreiheit, was eine einfachere Konstruktion des Generators und eine geringere Verschmutzung des Schmieröls bedingt. Infolge des wesentlich höheren Heizwertes des Schwelkokses (7300 bis 7800 WE.) gegenüber dem Holz (4000 WE.) bedeutet die Verwendung von Schwelkoks eine bedeutende Raumersparnis, die noch vermehrt wird durch die hohe Durchsatzleistung von 800 bis 1200 kg je m² Schachtquerschnitt und Stunde.

Gerade in Verbindung mit dem Fahrgasgenerator kommt den Gaswerken eine besondere Bedeutung bei der Versorgung des heimischen Kraftstoffmarktes zu, da durch die Zentralisierung der Herstellung es leicht möglich ist, an vielen Orten Lagerstellen für Steinkohlenschwelkoks einzurichten.

Die leichte Entzündlichkeit des Steinkohlenschwelkokses läßt ihn weiterhin als ein geeignetes Ausgangsmaterial für die Benzinsynthese nach Fischer-Tropsch erscheinen. Denn infolge dieser leichten Entzündlichkeit ist es möglich, die Arbeitstemperatur im Gaserzeuger weitgehend zu senken, wobei neben dem bei höheren Temperaturen verlaufenden Vorgang

$$C + H_2O \rightarrow CO + H_2$$

die Umsetzung

$$C + 2\,H_2O \rightarrow CO_2 + 2\,H_2$$

eintritt, die zur Bildung von Wasserstoff und Kohlensäure führt, wodurch es ermöglicht wird, durch Einhaltung gewisser Arbeitstemperaturen das für die Benzinsynthese notwendige Verhältnis Kohlenoxyd : Wasserstoff wie 1 : 2 zu erzielen, was bei der Verwendung von Hochtemperaturkoks nicht möglich ist. Bei gegenwärtigen Kohlenpreisen würde auch eine Verwendung von Steinkohlenschwelkoks zur Erzeugung elektrischer Energie in Frage kommen.

Eine Verwendungsmöglichkeit bietet sich für den Steinkohlenschwelkoks bei gewissen metallurgischen Prozessen. So wendet z. B. die Firma Krupp den gesamten von ihr erzeugten Steinkohlenschwelkoks in ihren Betrieben mit Erfolg als Ersatz für Holzkohle an. Auch bei anderen metallurgischen Prozessen hat man, zum Teil auf unsere Veranlassung hin, versucht, Hochtemperaturkoks ganz oder teilweise mit Erfolg durch Schwelkoks zu ersetzen.

Die aufgezeigten Verwendungsmöglichkeiten beweisen zur Genüge, daß es möglich ist, ein ausreichendes Absatzgebiet für den Steinkohlenschwelkoks zu finden, ohne dadurch mit anderen Brennstoffen, z. B. der Magerkohle, in einen schädlichen Wettbewerb treten zu müssen. Da man also einen genügend festen Steinkohlenschwelkoks erzeugen und auch absetzen kann, dürfte die Wirtschaftlichkeit der Steinkohlenschwerei gesichert erscheinen.

Steinkohlenschwelgas, Eigenschaften, Verarbeitung und Verwendung.

Der Unterschied der beim Verkoken bzw. beim Verschwelen von Steinkohle entwickelten Gase, d. h. der Gase hinter der Teerabscheidung, ist sowohl mengenmäßig als auch artmäßig außerordentlich erheblich. Während z. B. im Koksofen oder in der Leuchtgasretorte je Tonne Kohle etwa 300 bis 350 cbm Entgasungsgas mit einem Litergewicht von etwa 0,5 g und einem Heizwert von 4200 bis 4500 kcal/cbm erzeugt werden, was einem Gewichtsausbringen von rund 15 bis 20 % und einem Heizwertsausbringen von rund 20 % der durchgesetzten Kohle entspricht, entfallen in der Schwelretorte zugunsten der höheren Teerausbeute und der im Schwelkoks verbleibenden flüchtigen Bestandteile nur etwa 70 bis 100 cbm Gas mit einem Litergewicht von etwas über 1 g und einem Heizwert von etwa 7500 bis 800 kcal/cbm, was einer Gewichtsausbeute von etwa 7 bis 7,5 % und einer Heizwertausbeute von etwa der gleichen Größe, auf die Kohle bezogen, entspricht. Hieraus ergibt sich, daß der Koksofen bzw. die Gasretorte hinsichtlich der in Form von Gas entwickelten, gebundenen Kalmengen der Schwelretorte überlegen ist, indem bezüglich dieser die etwa dreifache Kalorienzahl als Gas entfällt. Anders verhält es sich mit der Qualität der gebildeten Schwelgase; denn schon der Heizwert des Schwelgases übertrifft jenen des Leuchtgases um etwa 75 %, daß ersteres mit Recht als ein Reichsgas erster Ordnung zu bezeichnen ist, das demzufolge, wie z. B. in der Becherzugtechnik, außerordentlich wertvolle Dienste zu leisten vermag.

Die sehr erheblichen Unterschiede in der Zusammensetzung beider Gasarten und in ihrer Menge erklären sich, wie

*) S. Fußnote 6.

*) Z. VDI 79 (1935) 1543.

wie nach dem Vorausgegangenen wissen, zwanglos durch die Bedingungen ihrer Entstehung. Es sei nur daran erinnert, daß auch die diskontinuierlich betriebene Leuchtgasretorte kurz nach der Chargierung Gas von wesentlich anderer Zusammensetzung abgibt wie kurz vor der Garung, indem der anfänglich bei niederer Temperatur hohe Gehalt an Methan und flüchtigen Kohlenwasserstoffen mit steigender Temperatur und fortschreitender Verkokung hauptsächlich zu Gunsten einer höheren Wasserstoffbildung abfällt. Kennzeichnender liefert die technisch Schwelgase ein Gas in der Beschaffenheit, das in gewissem Sinne den anfänglich aus der leuchtgasfreien entweichenden Gasen mit ihrem hohen Methangehalt entspricht.

Als wir uns vor etwa 14 Jahren mit der näheren Untersuchung der technischen Schwelgase befaßten, um auf dieser Basis die Möglichkeiten einer günstigen Verwertung zu prüfen, war man sich hinsichtlich ihrer Zusammensetzung noch kaum im klaren. Durch die Anwendung geeigneter, neuer analytischer Gasuntersuchungsmethoden, speziell durch Anwendung der fraktionierten Kondensat-Analyse, gelang es, insbesondere über den (überraschend) hohen Gehalt an ungesättigten Kohlenwasserstoffen (ausgedrückt als Äthylen) gewissermaßen Methan-Homologen quantitative Aufschlüsse zu erhalten [1]).

Die bereits bewertet, enthält das Schwelgas hinter der Teerabscheidung noch einen gewissen Anteil der beim Schwelen gebildeten, mit dem Teer nicht ausgefällten Benzine oder, besser gesagt, leichtsiedenden Kohlenwasserstoffe, die sich analog wie in den Kokereien oder Gaswerken durch Waschöl entfernen lassen. Während das leuchtgas etwa 30 g/cbm an solchen auswaschbaren leichtöl enthält, weisen die Schwelgase Gehalte von etwa 80 g und mehr je cbm auf. Bei einer Schwelgasausbeute von etwa 50 cbm je Tonne Kohle werden somit bis 4 Prozente, und zwar zunächst zu dem schon erwähnten Treibgang, beziehungsweise bis 6% Prozentiges Gasbenzin gewonnen, das nachträglich nach den üblichen Methoden raffiniert und destilliert werden muß, d. h. analog wie im Kokereibetrieb. Das dann verbleibende Restgas wird durch den Gang der Kohlendämpfe etwas ärmer an Heizwert, der sich auf etwa 6400 kcal/cbm ermäßigt. Dieses Gas kann selbstverständlich zu allen Zwecken aller Art vorzüglich verwendet werden. Bei seinen Verbrennungen, auch bei verdichtete Luft im gegebenen Fall zum Antrieb von Motoren zu benutzen, ist es ferner ein solches Kraftgas in ganz hervorragendem Maße geeignet. Es bedarf anschließend bezüglich auch der üblichen Schwefelreinigung, um dann bei entsprechenden Preisen in Wechselfällen hoch verdichtet zu werden und als Treibgas für Fahrzeuge Verwendung zu finden. Bei Preisen von z. B. 250 Rm. werden die sämtlichen Grade der einzelnen Verbrauchsarten nicht erreicht, indes das Gesamtergebnis wesentlich verbessert. Gegenüber dem bekanntlich heute schon für Fahrzeuge herangezogenen verdichteten Leuchtgas hat Schwelgas den Vorteil eines um etwa 60% höheren Heizwertes, indem sich in einer Druckflasche die etwa 1½fache Wärmemenge speichern läßt. Oder, anders ausgedrückt, der Aktionsradius des Fahrzeuges wird um etwa 50% erweitert, was als sehr erheblich zu bezeichnen ist. Selbstverständlich auch der Weg offen, es die Verwendung des Gases im Betriebe selbst zu denken, d. h. in dem Verfahren beizubehalten und das allenfalls erforderliche höhere spezifische Gewicht des Gemisches, bestehend aus einem höheren Heizwert, durch verbesserten Wasserdampfzusatz zu kompensieren, d. h. auf die Norm zurückzuführen. Daneben besteht auch die Möglichkeit, spezifisches Gewicht und Heizwert durch übertechnische Umwendung herabzusetzen. Bedenken ist auch gegen die vorzügliche Eignung des Schwelgases für den Methanolen hinzuweisen, und zwar infolge des höheren Gehaltes an schwerer, entflammbare Gase, ferner des Fehlens des Wasserstoffes.

Die bereits erwähnten, physikalisch-chemischen Untersuchungen [2]) hatten den Zweck, die Schwelgasverwertung nach einer anderen Richtung hin auszurichten, nicht zuletzt in der Absicht, die wirtschaftlichen der gesamten Steinkohlenschwelerei zu bessern. Denn bei den damals für die Steinkohlenschwelerei in Deutschland zusammenhalt im Betriebe befindlichen Anlagen sich die Rentabilität außerordentlich zu wünschen übrig und demgemäß auch die Kostenverteilung.

Der nun naturnächste Weg der Schwelgasverwertung gründete sich auf die Ueberlegung, dem Gas nicht nur seinen Gehalt an leichtsiedenden zu entziehen, sondern ihm sich auch noch die in ihm enthaltenen Kohlenwasserstoffe, die sich alsdann bei entsprechend hohem Druck in flüssiger Form gewinnen lassen, verflüssigen lassen, abzutrennen und für sich zu verwerten. Es sind dies die Kohlenwasserstoffe vom Methan aufwärts, also hauptsächlich Äthylen, Propylen und Butylen sowie die diesen entsprechenden Oleine, also Kohlenwasserstoffen mit Benzen. Die kritische Temperatur des Methans liegt bei -85 Grad, die des Äthylens bei +10 Grad. Im wesentlich spielt die erstere niedrige kritische Temperatur des Methylens; jedoch ist es Norm, da es von den übrigen mit abgeschiedenen Bestandteilen in Lösung gehalten wird. Man erhält also ein Gesamtgemisch, wie es die Amerikaner schon vor dem Krieg mit großem Erfolg in Gang setzten. Die kritische Temperatur des Äthylens liegt bei 35

Wie eine einfache Rechnung zeigt, lassen sich beim Abtreiben der Oefen und Destillationsanlagen aus dem Gase etwa 150 bis 180 g sogenannter „Flüssig-Gas“ oder Gasol je cbm Schwelgas gewinnen, also eine recht erhebliche Menge, die sogar die gewinnbare Leuchtölmenge übersteigt. Bei dieser verhältnismäßig hohen Gasolkonzentration erschien da-

Tafel 10.

Nr.	Unt. red. Heizwert der Reinkohle Cal/kg	Flücht. Bestandteile der Reinkohle %	Gasausbeute auf je 1 t Reinkohle cbm (15°)	kg
1	7850	32.6	96.5	94.7
2	7350	37.5	113.0	100.0
3	8000	34.8	102.0	100.0
4	7150	37.2	81.3	77.8
5	6450	35.8	81.2	80.0

her eine entsprechende Gasverarbeitung auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten günstig. Man beabsichtigte damals, das Flüssiggas als Schweiß- und Schneidgas zu verwenden, also als Kleingas, weswegen es auch in bestimmtem Umfange geeignet ist. Das Brennschneiden macht keinerlei Schwierigkeiten, bezüglich des Schweißens hat sich gezeigt, daß es für Blechstärke bis etwa 7 mm gut geeignet ist. Eine Besonderheit mag noch erwähnt werden, nämlich die ganz vorzügliche Eignung des Gasols zum Schweißen von Kupfer. Heute liegen also insofern die Verhältnisse für Gasol günstiger, als es sich für den Fahrzeugantrieb in hervorragendem Maße geeignet erwiesen hat und bereits in beträchtlichem Umfange verwendet wird.

Hinsichtlich der verschiedenen, von uns versuchten technischen Möglichkeiten der Gasolgewinnung aus Schwelgasen, wie Auswaschung mit Waschölen unter Druck, Absorption durch grobporöse feste Körper, wie Aktiv-Kohle usw., Abscheidung durch Verflüssigung bei entsprechend tiefer Temperatur, soll nur der letztere Weg kennzeichnet werden, der auf Grund unserer Ergebnisse im kleinen Maßstabe alsdann in Gemeinschaftsarbeit mit der Firma Linde, Höllriegelskreuth, für die Errichtung einer technischen Versuchsanlage beschritten worden ist. Wir haben damals von dem Gewinnungsverfahren mittels aktiver Kohle abgesehen, da die Verflüssigung bestand, daß die im Schwelgas enthaltenen, stark zur Polymerisation bzw. zur Verharzung neigenden ungesättigten Bestandteile die aktive Kohle vorzeitig unbrauchbar machen würden.

Unsere Versuchsschwelanlage, ergab beim Durchsatz von Gasflammkohle eine Ausbeute von etwa 70 Ebm Schwelgas je Tonne, und zwar entfielen stündlich etwa 140 cbm Schwelgas mit einem Heizwert von 7500 bis 8000 kcal/cbm. Wie aus dem Schema (Abbildung 7) zu ersehen ist, werden das Gase hinter der Teerabscheidung, also mitsamt ihrem dampfförmigen Leichtölgehalt in einer Reinigungsanlage von ihrem Gehalt an Kohlensäure und Schwefelwasserstoff befreit. Diese Reinigungsanlage kann in verschiedener Weise ausgebildet werden. Für größere stündlich zu bearbeitende Gasmengen würde man eine Druckwasserwäsche anwenden und das Gas zu diesem Zwecke vorher auf etwa 20 Atm. verdichten. Im vorliegenden Falle hielten wir es für zweckmäßiger eine Wäsche mit Kalkmilch zu wählen. Die durch einen Gassauger auf einen Ueberdruck von etwa 10 cm W. S. gebrachten Rohgase durchstreichen zwei hintereinander geschaltete Waschtürme, in denen im Gegenstrom zum Gas Kalkmilch von etwa 8 Grad Bé gesprüht wird. Vermittels geeignet ausgebildeter Kreiselpumpen werden die beiden Waschtürme im Umlauf mit Kalkmilch berieselt, wobei die in jedem Wascher umlaufende Flüssigkeitsmenge bei dem angegebenen Gasdurchgang von 140 cbm/Std. 10 bis 20 cbm stündlich betrug.

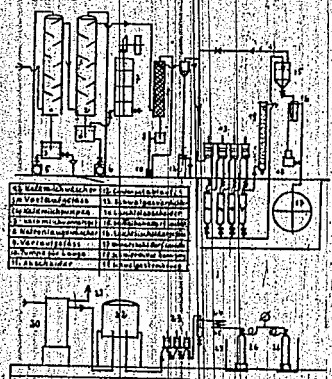


Abbildung 7.

Der Schwefelwasserstoff wird hierbei praktisch restlos entfernt, die Kohlensäure bis auf einen gewissen, im vorgereinigten Gas verbleibenden Restgehalt. Der Kalkmilchreinigung nachgeschaltet ist ein kleiner Rieselturm mit Natronlauge zur Nachreinigung, der jedoch zumeist außer Betrieb gelassen wurde. Die so gereinigten Schwelgase werden nach ihrem Durchgang durch einen Flüssigkeitsabscheider von einem dieselmotorischen Kompressor liegender Bauart angesaugt. Je nach dem erforderlichen Enddruck lassen sich in den einzelnen Stufen die betreffenden Drücke leicht einstellen. Bei einem durchschnittlichen Enddruck im Behälterraum land von 40 bis 50 Atm. betragen die Zwischendrücke etwa 3 bzw. 15 bzw. 25 bis 30 Atm. Gleichzeitig mit der Verdichtung der Gase in den einzelnen Stufen erfolgt in den nachgeschalteten Zwischenkühlern die Abscheidung der im Gas enthaltenen dampfförmigen Kohlenwasserstoffe, also der

Tafel 11.

Nr.	Wichtigkeit bei 0° C	Unt. red. Heizwert Ostwald	Rohgaszusammensetzung in Prozenten								
			CO_2+H_2S	O_2	CO	H_2	Leichtöldämpfe	Diesine	Methan u. höhere Kohlenwasserstoffe	CH_4	N_2 (Diff.)
1	0.960	7845	3.2	2.0	6.5	10.0	2.9	4.0	6.8	42.5	21.9
2	0.886	7128	5.8	0.4	7.0	23.5	2.0	1.4	6.4	45.3	14.7
3	0.977	7049	5.0	0.0	6.6	16.8	2.4	1.7	6.8	43.0	14.7
4	0.960	8148	3.0	2.8	7.8	12.9	2.7	5.2	7.5	48.8	9.5
5	0.990	8315	3.4	0.2	7.8	12.0	3.0	5.3	7.9	47.2	8.4

leichtöle, entsprechend den vorhandenen Teildrucken. Aus diesem Grunde sind den Zwischenkühlern entsprechende Abscheider nachgeschaltet, in denen die Kondensate gesammelt und von Zeit zu Zeit vermittels des über ihnen lastenden Gasdruckes in ein hochstehendes Sammelgefäß für Leichtöl befördert werden. Es ist klar, daß mit der Abscheidung in den einzelnen Stufen gleichzeitig eine Fraktionierung verbunden ist, die sich auch durch die Abnahme des spezifischen Gewichtes von der ersten nach der vierten Stufe hin kund gibt.

Das abgeschiedene Leichtöl enthält außer Wasser auch noch gelöste Gase, von denen es durch sogenannte Stabilisierung befreit werden muß, d. h. es erfolgt eine Destillation unter entsprechendem Überdruck, um den zum größten Teil aus flüssiggas bestehenden Gasgehalt zu beseitigen und so Verdampfungsverluste beim Lagern usw. zu vermeiden. Das entweichende Gas wird zweckmäßig dem Kompressor wieder zugeführt.

Die so weitgehendst vom Leichtöl und Wasserdampf befreiten Schwelgase werden sodann über ein geeignetes Trockenmittel, wie Ätzkali, Chlorcalcium oder Silikagel geführt, um die letzten Reste von Feuchtigkeit wegzunehmen. Hierbei hat sich die interessante Feststellung ergeben, daß sich im Gegensatz zu den Verhältnissen bei der Luftverflüssigung, keine Herausnahme der restigen Kohlensäure aus dem Gas erübrigt, indem Kohlensäure zu einem erheblichen Betrag sich in Flüssiggas löst, also eine Verstopfung des Gegenströmers mit Kohlensäureschnee nicht zu befürchten ist. Bei dem neuerdings im großen Maßstabe zur Anwendung gelangten Gasverflüssigungsverfahren nach Linde-Fränkl, bei dem an Stelle des Gegenstromprinzips das Comperprinzip auf die Gasabkühlung Anwendung gefunden hat, scheidet im übrigen die Frage der Befreiung der Gase von Kohlensäure und Wasserdampf aus, worin eben u. a. sein Vorteil begründet ist.

Mit dem Enddruck von etwa 50 Atm. treten alsdann die Gase in den Verflüssigungs- und Trennungsapparat ein, wobei sie im Gegenstrom unter Kälteaustausch zu den austretenden Gasen einerseits und den vorübergehend im flüssigen Zustand befindlichen Gasolkohlenwasserstoffen andererseits vorgekühlt und durch nachfolgende Entspannung auf Tiefstemperatur (etwa minus 120°) gebracht und damit zum größten Teil verflüssigt werden. Beim Studium des Verhaltens von Schwelgasen mit Bezug auf den Verflüssigungsprozeß war insbesondere die Feststellung von Wichtigkeit, daß Steinkohlenschwelgase infolge ihres geringen Wasserstoffgehaltes einen positiven Joule-Thomson-Effekt zeigen, d. h. sich nach der Verdichtung beim Entspannen abkühlen, sodaß sich ihre Kondensation mit einer Verflüssigkeit, wie z. B. dem bei der Koksofengas- oder Leuchtgaszerlegung verwendeten flüssigen Stickstoff, als Kälteüberträger, erübrigt. Die aus den Schwelgasen flüssig abgeschiedenen Gasbestandteile bestehen im wesentlichen aus Gasol und nebenbei aus Methan. In einer Rektifizierkolonne erfolgt alsdann nach bekannten Prinzipien die Abtreibung des Methans, das mit den übrigen, nicht verflüssigten Gasanteilen zusammen als sogenanntes **Restgas** abströmt, während anderseits Gasol verbleibt. Letzteres Erzeugnis kann noch weiterhin zerlegt werden; so kann man in einer zweiten, der ersten nachgeschalteten Trennsäule beispielsweise das Äthylen abtrennen und für sich gewinnen (Tafel 12). Das Restgas, hauptsächlich aus Methan, Wasserstoff, Kohlenoxyd und Stickstoff bestehend, ist mit einem Heizwert von 5000 bis 6000 kcal/kg noch als Reichgas anzusprechen (Tafel 13), und, wie oben angedeutet, beispielsweise als verdichtetes Flaschengas zum Fahrzeugantrieb vorteilhaft zu verwerten. Man kann aber auch so vorgehen, daß man bei der Gasolabtrennung gleichzeitig einen Teil des Methans herauszieht und ihn als verdichtetes Flaschengas von mehr als 8000 kcal Heizwert verwendet. Bei entsprechender Arbeitsweise gelingt es sogar, ein vorzügliches Reichgas mit etwa 30 % Methan, 47,5 % Wasserstoff, 9,5 % Kohlenoxyd und 13 % Stickstoff, bei einer Dichte von 0,45 und einem Heizwert von 4000 kcal zu erhalten.

Tafel 12.

Durchschnittliche Zusammensetzung des Gasols aus Steinkohlenschwelgas.

25 Vol. % Äthylen 11 Vol. % Propylen u. höh.	86 Vol. % Olefine
43 Vol. % Äthan 21 Vol. % Propan u. höh.	64 Vol. % Methanhomologe
100 Vol. %	100 Vol. %

In gasförmigem Zustand:

Mittl. Molekulargewicht:	34
Litergewicht:	1,45 g
Heizwert (red.):	16 000—17 000 kcal/cbm

In verflüssigtem Zustand:

Litergewicht:	0,50—0,55 kg
Heizwert:	etwa 11 400 kcal/kg

Tafel 13.

Zusammensetzung des freiten Steinkohlen-Schwelgases nach der Gasol-Abtrennung (Gasflammkohle Hardenberg).

CO_2 %	H_2 %	Olefine %	CH_4 %	N_2 %
4.9	24.2	0.3	64.0	6.6

Liter gewicht 0.670 g. Heizwert (red.) 6200 kcal/cbm.

Das entfallende **Gasol**, mit einem Heizwert von 16 000 bis 17 000 kcal und höher je cbm, wird unter Zwischenschaltung eines Aufgleichbehälters durch einen mehrstufigen Kompressor auf etwa 20 bis 30 Atm. verdichtet, in einem nachgeschalteten Kondensator verflüssigt und in die angeschlossenen Stahlflaschen flüssig abgefüllt. Eine Stahlflasche von etwa 40 Liter Wasserinhalt kann ungefähr 15 kg Gasol, entsprechend etwa 11 cbm gasförmiges Gasol, aufnehmen, was einem Wärmeinhalt von rd. 175 000 kcal entspricht, also etwa 28 Liter Benzin gleichkommt.

Bereits oben wurde der Gehalt des Schwelgases an Leichtöl und Gasol gestreift. Bei einer durchschnittlichen Gasmenge von etwa 75 cbm/t Kohle kann mit einem Gutfall von 6 kg Gasbenzin und von 12 bis 15 kg Gasol gerechnet werden. Einzelne betriebsmäßige Ausbeuten sind der Tafel 14 zu entnehmen. Für kennelkohleartigen Rohstoff können sich die vorgenannten Ausbeuten, im Einklang mit den ebenfalls wesentlich erhöhten Teerausbeuten, um ein vielfaches erhöhen (Tafel 15).

Tafel 14.

Nr.	Leichtöl aus Rohgas g/cbm	kg/t Rohkohle	Gasol aus Rohgas g/cbm	kg/t Rohkohle
1	70	5.0	161	12.8
2	64	6.0	153	14.4
3	74	6.7	158	12.8
4	86	6.7	168	13.4
5	96	6.2	185	12.0

Wirtschaftliches. Was die Wirtschaftlichkeit der Gasolgewinnung anbetrifft, so ergibt sich bereits bei unserer verhältnismäßig kleinen Anlage (etwa maximal 250 cbm Gas je Stunde bemessen), jedoch derzeit mit etwa 140 cbm Gas je Stunde betriebenen technischen Versuchsanlage, daß sich, bei einem Energiebedarf von 1 kWSt je 1 kg Gasol, die Unkosten, einschließlich Kapitaldienst, auf etwa 20 bis 25 Pf. je kg Gasol belaufen haben, wobei aber noch zu berücksichtigen ist, daß die Leichtölgewinnung kostenlos erfolgt, also mit einer Gutschrift für das Gasol in Erscheinung tritt. Bei größeren Betriebsanlagen dürften Betriebskosten, Heizwertverlust des Gases, Flaschenkosten, Kapitaldienst mit zusammen etwa 15 Pf. je kg Gasol einzusetzen sein, eine Aus-

Tafel 15.

Nr.	Kohlensorte	Wassergehalt %	Asche %	Gasausbeute auf 1 t Rohkohle %	Leichtöl aus Gas kg/t Rohkohle	Gasöl kg/t Rohkohle
6	Hansa-Gasflammkohle	6,5	13	75	10	28
7	Wrasert-Kannelkohle	4,5	25	67	14	40

beute von etwa 15 kg Gasöl je Tonne Kohle als Durchschnitt vorausgesetzt, sodaß gegenüber dem Erdölpreis, der im günstigsten Falle mit 25 ℳ je kg Gasöl zu veranschlagen ist, eine erhebliche Spanne vorhanden ist. Es würde sich hiernach durch die Gasölgewinnung ein zusätzlicher Gewinn von 15 kg je 10 ℳ, d. h. 1,50 ℳ je Tonne Kohle ergeben, ein jedenfalls nicht zu vernachlässigender Betrag.

Zusammenfassung.

Wenn wir zusammenfassend nochmals die wichtigsten Punkte herausstellen, so ist es erstens die Steinkohlenschwelung selbst, die flüssige als auch gasförmige und feste Brennstoffe, die sich ausgezeichnet als Treibstoffe verwenden lassen, nämlich Benzin, Gasöl und feinkörniges Schwelgas von hohem Heizwert sowie leicht verbrennlichen, hohe Durchsatzleistungen ergebenden Schwelkoks für Fahrzeuggeneratoren, Saugganlagen usw. Der nach der Leichtölabtrennung verbleibende Schwelteer ist vor allem als Heizöl zu verwenden, umsomehr es hier ein Einsparungsmenge von jährlich etwa 350 000 t zu beseitigen gilt.

Die noch verbleibenden Möglichkeiten, bereits kalkulatorisch angebahnte Entwicklung, die Steinkohle nicht schlechthin als Brennstoff sondern als zu veredelnden Rohstoff zu betrachten, muß weiter gefördert werden, um auf einem außerordentlich wichtigen Gebiete unserer Unabhängigkeit vom Auslande zu gewährleisten. Wenn auch die Steinkohlenschwelung Wehrwirtschaft, d. h. nur beschränkt, ein Verfahren ist, Autos aus Kohle Oele und speziell flüssige Treibstoffe herzustellen, so gilt hier der Satz: „Viel wenig gibt auch viel", d. h. die Großwerkanwendung, bzw. Großverarbeitung von Steinkohle dürfte sorgfältig zu prüfen, sinnvollerweise durch Schwelung veredelte Erzeugnisse herstellen können, um auf diese Weise einen Beitrag für die Selbstversorgung auf dem Treibstoffsektor zu gewährleisten. Die Voraussetzungen hierzu sind jedenfalls gegeben.

Treibstoffbeschaffung und Energiewirtschaft.

Vortrag von Pg. Dipl.-Ing. Kopf, Berlin.

Der Leiter der Reichsgruppe Energiewirtschaft, Herr Direktor Krecke, hat mich beauftragt, Ihnen für Ihren Tag der Technik in Franken einen vollen Erfolg zu wünschen. Er bedauert es sehr, ihm nicht persönlich beiwohnen zu können, da er als Führer des Deutschen Nationalen Komitees für die Weltkraftkonferenz in Washington außerordentlich stark in Anspruch genommen ist. Aus vielen Arbeiten, die von deutscher Seite zu dieser Konferenz geliefert worden sind, ist deutlich erkennbar, wie vielfältig der Begriff „Treibstoff", mit der Energiewirtschaft im Zusammenhang steht. Andererseits fällt bei der Erzeugung von Energie als Beiprodukt teilweise gerade das an, was nächstliegend als Treibstoff bezeichnet wird, nämlich Benzol, Oel, Gas. Es liegen hier Erfahrungen von Jahrzehnten vor, Ergebnisse deutscher Forschungsarbeit, die im Rahmen der neuerdings in wesentlich verstärktem Ausmaß gestellten Forderungen bedeutende Hilfe leisten können, wollen und müssen.

In besonderer die Gaswerke sind durch den Aufbau ihrer Produktion aufs engste mit der Erzeugung flüssiger Treibstoffe verknüpft. Bei der Aufspaltung der Kohle im Koksofen entsteht Teer, der früher als lästiges Nebenerzeugnis angesehen, im Laufe der Jahrzehnte die Bedeutung eines wichtigen Beiproduktes gewonnen hat und eine wesentliche Rolle im wirtschaftlichen Aufbau der Gaserzeugung spielt. Die wissenschaftliche Klärung des Verkokungsprozesses durch die, für die Entwicklung des Gasfaches Verantwortlichen brach die Wertleiter also, im Verein mit den von den Organisationen des Gasfaches geschaffenen Instituten erzwungene gewaltige mengen- und vermögliche Verbesserung des Teerausbringens. So wurden die deutschen Gaswerke zu einem wichtigen Faktor in der Industrie der Rohstofferzeuger und lieferten im Jahre 1935 etwa 250 000 Tonnen Teer als Ausgangsprodukt für die Treibstoffherstellung. Parallel mit der Forschungsarbeit auf dem Gebiete der Teererzeugung lief die auf dem der Weiterverarbeitung. Daß der Rohstoff nicht lediglich volkswirtschaftlichen Grundsätzen übergeben, sondern so weit als möglich zur Entfaltung der Höchstleistung ausgenutzt wird, war jahrelang das Bemühen der führenden Männer in der Gaswirtschaft. Heute ist eine Erfassung aller anfallenden Rohstoffmengen und ihre treibstoffoptimierte Verwendung erreicht.

In gleicher Weise ist die deutsche Gaswirtschaft um die Produktion eines Treibstoffes bemüht, der in ihren Erzeugungsstätten in verbrauchsfertigem Zustande anfällt, nämlich des Benzols. Diese Gaswerke betreiben seit langen Jahren als letztes Glied in der Aufbereitung des Gases Anlagen, in denen Motoren-Benzol erzeugt wird. Die technische Entwicklung ist hier zu einem Stand gekommen, der das Produkt einerseits als hochwertigen Klopfstoffen, den Normen mindestens entsprechenden Treibstoff anfallen läßt und der es andererseits infolge der Wirtschaftlichkeit es auch kleinen Werken gestattet, sich in seine Erzeugung einzuschalten. Schon im Weltkrieg stellten die deutschen Gasanstalten eine erhebliche Menge ihrer Produktion an Teer und Benzol für Treibzwecke zur Verfügung und tragen somit nach Kräften zur möglichsten Behebung unserer Notlage bei.

Die gleiche Notlage des Weltkrieges ließ auch die Elektrizitätswirtschaft, soweit sie auf der Braunkohle liegt, der Erzgewinnungsfrage erhöhte Aufmerksamkeit zuwenden. Wenn auch die Braunkohlenschwelung eine sehr alte Geschichte hat, so war ihre wirtschaftliche Verwendung längst nicht durchgebildet. Man betrat daher nahezu Neuland, als man den Rohstoff Braunkohle anstatt zu feuern zu schwelen begann, sowohl sein Gasgut an Teer dieses Verfahren anwendbar machte, als man sich mit der Kuppelung von Schwelung und Kraftserzeugung vor einzang neues Problem gestellt sah, waren bei der Durchführung größte Schwierigkeiten zu überwinden. Um die Schwelung wirtschaftlich zu gestalten, war eine möglichst hohe Teerausbeute je Tonne Kohle, die Erzeugung eines in der Kraftwerkfeuerung verbrennbaren Kokses und zur Vermeidung eines unwirtschaftlich hohen Kapitaldienstes, ausreichende Durchsatz die Voraussetzung für den Aufbau eines neuen Industriezweiges. Ueber die Entwicklung der Schwelverfahren ist eingehend berichtet worden. Mit der Verbesserung der Schweltechnik stieg auch der Anteil der Elektrizitätswirtschaft an der Teererzeugung aus Braunkohle im Zusammenhang mit der Stromerzeugung. Neuere wie Böhlen, Wolfersheim, Offleben, Golpa repräsentieren heute Hunderttausende von Tonnen Schwelteer als wertvolles Ausgangsprodukt für Diesel-Schmier- und Heizöl und Synthese-Benzin.

Die aufgezeigte Entwicklung der Energieträger Gas und Elektrizität zu wichtigen Faktoren in der einheimischen Treibstoffbeschaffung schuf eine feste Grundlage von Erfahrungen, auf denen die deutsche Energiewirtschaft energisch weiterbaut. Die Initiative der Leiter von Energiewirtschaftsunternehmen im Verein mit der loyalen Unterstützung der verantwortlichen Organisation der gewerblichen Wirtschaft arbeiten bewußt auf eine Erweiterung seiner Treibstofferzeugung hin. Wir sehen, daß die großen Elektrizitätsunternehmen, soweit ihnen schwerwertige Braunkohle zur Verfügung steht, ihre Anlagen erweitern, die Verfahren verbessern, Durchsatz, Teerausbeute, Wirtschaftlichkeit der Erzeugung erhöhen. Sie legen im Handelsteil ihrer Zeitung von neu errichteten Anlagen, deren Erstellung einen gewaltigen Geldaufwand erfordert, Zeugnis ab. Hiermit nehmen die Unternehmen ein hohes Risiko auf sich, das umso höher zu bewerten ist, als eine solche Verarbeitung der Kohle dem eigentlichen Zweck ihrer Verwendung, nämlich der Krafterzeugung aus Wärme, zunächst fremd ist.

In diesem Zusammenhang muß will man die Rolle der Elektrizitätswirtschaft in der Treibstoffbeschaffung richtig darstellen, an ihre Beteiligung bei der Gründung der großen Unternehmen zur Erzeugung von synthetischem Benzin aus Braunkohle erinnert werden. Dieses gewaltige finanzielle Opfer hat wesentlich dazu beigetragen, daß heute die Herstellung von Benzin im eigenen Lande einen hohen Prozentsatz des Gesamtbedarfes zu decken in der Lage ist.

Tritt die Elektrizität auf diese Weise aus ihrem ursprünglichen Rahmen heraus, so kann das Gas in seinem ureigensten Produktionsbereich seinen bisherigen Anteil an der einheimischen Treibstoffgewinnung weiterhin steigern. Die Industrie hat zu diesem Zwecke Entgasungsöfen entwickelt, die auf eine möglichste Erhaltung der schweren Kohlenwasserstoffe gefahren werden können. Es wird so erreicht, daß aus dem Rohgas eine große Menge Teer, bezogen auf die Tonne durchgesetzter Kohle, gewonnen und im Zuge des Prozesses je cbm Gas 20 bis 25 g Benzol entnommen werden können. Die Wirtschaftsgruppe Gas- und Wasserversorgung hält ihre Mitglieder, soweit ihre Jahreserzeugung 2,5 Millionen cbm Gas übersteigt, und somit eine Benzolausbeutung zulässig betreiben läßt, dazu an, diese bis zu einem Höchstmaß zu steigern. Es kann damit gerechnet werden, daß nach Ablauf des nächsten Jahres die Erzeugungsziffern von Benzol das doppelte der im Jahre 1934 und etwa das dreifache der im Jahre 1932 erzielten betragen und damit ihren optimalen Stand erreicht haben werden.

Meine Herren, ich habe mich bemüht, Ihnen zu zeigen, inwieweit die deutsche Energiewirtschaft ihre Erfahrungen auf dem Gebiete der Treibstoffbeschaffung zum verstärkten Einsatz im Rahmen ihres bisherigen Programms bringt. Es hätte jedoch unvollständig sein, wenn man, bevor man über die Nutzung eines neuen Verfahrens, nämlich der Steinkohlenschwelung spricht, nicht ein anderes Treibstoffgebiet in den Vordergrund rückte, das Elektrizität als solche verlangt, auf dem Gebiete der flüssigen Treibstoffe die Gaswirtschaft über die ältere Geschichte, so ist es beim Einsatz der Energieformen selber in die Treibstoffwirtschaft umgekehrt. Das Elektrofahrzeug kann auf eine vierzigjährige Geschichte zurückblicken, in deren Verlauf sehr umfangreiche und wertvolle Erfahrungen über seinen Bau und Betrieb gemacht wurden. In dieser Zeit hat der elektrische Strom als Treibstoff im Rahmen der heimischen Treibstoffwirtschaft durch die zahlreichen Betriebe, deren Fahrzeuge mit Akkumulatoren-Strom und Oberleitungsstrom betrieben werden, eine hervorragende Bedeutung gewonnen. Zurzeit dürften etwa 22 000 Elektrofahrzeuge, die nicht auf Schienen oder auf dem Wasser verkehren, in Betrieb sein. Die bewußte Beschränkung auf den Nahverkehr hat eine günstige Entwicklung nach der wirtschaftlichen Seite und in der Anpassung an diesen Verkehrsbetrieb ermöglicht. Den besten Beweis hierfür bringt die Reichspost, die seit dem Jahre 1909 Elektrofahrzeuge im Nahverkehr verwendet und zurzeit etwa 2500 Stück in Betrieb hat. Auch zahlreiche Privatbetriebe, wie zum Beispiel die Meierei Bolle in Berlin, die über etwa 100 Elektrofahrzeuge verfügt, haben frühzeitig die Vorteile dieses Systems erkannt. Infolgedessen ist es verständlich, daß sowohl die Reichsgruppe Energiewirtschaft als auch die maßgebenden Stellen der Regierung das Elektrofahrzeug als wirtschaftliches Nahverkehrsmittel, das heimischen Treibstoff verwendet, fördern, zumal die Möglichkeiten einer groß vollen und wirtschaftlichen Verwendung sehr zahlreich sind. Dementsprechend haben auch die Elektrofahrzeuge bauenden Firmen in den letzten Jahren außerordentliche Anstrengungen gemacht, um das Elektrofahrzeug zu einem Verkehrsmittel zu gestalten, das auch in seinen äußeren den modernen Ansichten und Ansprüchen entspricht.

Auch die Frage, die Schwester-Energie Gas, in ihrer eigentlichen Form als Treibstoff, der aus heimischen Rohstoff gewonnen werden kann, zu verwenden, hat nach Jahren intensivster Forschung einer durchaus befriedigende Lösung gefunden. Diese Frage hat insofern eine mittelbare Bedeutung, als bei der Erzeugung jedes dabei verbrauchten m³ Gases zugleich Benzol und Teer anfallen. Vor 1½ Jahren am 25. April 1935, ist dem Gaswerk Hannover die erste Tankstelle in Betrieb genommen worden und hat seitdem die bestehenden Zweifel und Bedenken an Rentabilität, Betriebssicherheit usw. des Stadtgasantriebes beseitigt. In der Spitzenzeit hat der Treibgasverbrauch eine zweite stärkere Belastung erfahren. Zurzeit sind 43 Gastankstellen in Betrieb, zum Teil stehen sie vor der Inbetriebnahme und beweisen, daß die technische Durchführung des Stadtgasantriebes als gelöst zu betrachten ist. Seitens des deutschen Normenausschusses sind in Zusammenarbeit mit der Wirtschaftsgruppe Gas- und Wasserversorgung und der in Betracht kommenden Industrie Richtlinien für den Bau von Gastankstellen aufgestellt worden. Auch über den Umbau von Aufspeisungen auf Stadtgasbetrieb liegen genügend Erfahrungen vor, sodaß auch hierfür Norm-Richtlinien erschienen sind. Um einen Überblick über die Leistungsfähigkeit der derzeitigen Gastankanlagen zu bekommen, seien folgende Zahlen angegeben:

Die stündliche Leistung der Verdichteranlage der vorgenannten 43 Gastankstellen beträgt
rd. 8500 cbm.
Bei täglich 16stündigem Betrieb und 300 Arbeitstagen im Jahr können durch diese Anlagen jährlich
mehr als 25 Mill. cbm
Treibgas zur Verfügung gestellt werden. Rechnet man überschläglich, daß durch 2 cbm Treibgas 1 Liter flüssiger Kraftstoff ersetzt werden kann, so bedeutet dies eine Entlastung von heute schon über 8000 Tonnen für den Treibstoffmarkt, mit denen mehr als 2000 Kraftfahrzeuge im Normalverkehr betrieben werden können. Bedenkt man, daß der Ausbau des Gastankstellennetzes erst am Anfang seiner Entwicklung steht, so kann die genannte Leistung als sehr beachtlich angesehen werden. Die weitere Einführung des Gases auf diesem Gebiet wird von Reichsstellen und dem daran interessierten Gasfach stark gefördert. Wie sehr das Amt für Technik selber den Problemen positiv gegenübersteht, ist und durch seine Veranstaltungen und Veröffentlichungen wohl bekannt. Daß wir auf diesem Wege erheblich weiter kommen werden, gerade deshalb schon die Wirtschaftlichkeit des Stadtgasantriebes. Weil den von den Gastankstellen ab Tankstelle verlangten Preisen gegenüber flüssigen Kraftstoffen, eine Betriebsstoffersparnis von 25 bis 30 % Weiterhin wird bei der Verwendung heimischer Kraftstoffe auf Grund des neuen Kraftfahrzeugsteuergesetzes eine Steuerermäßigung von 50 % gewährt. Allein durch diese beiden Momente ist für die Kraftwagenbesitzer ein großer Anreiz der Umstellung auf Stadtgasbetrieb gegeben. Darüber hinaus bringt der Stadtgasbetrieb noch weitere Vorteile mit sich, wie geringeren Ölverbrauch, kein Verrußen der Zündkerzen infolge der vollkommenen Verbrennung und jederzeitiges Anspringen bei Fahrtunterbrechungen selbst bei kalter Witterung. So erklärt es sich, daß Betriebskreise in Hannover zurzeit rund 100 Kraftwagen mit Stadtgas laufen, von denen die Hälfte gewerbliche, die Hälfte private Kraftfahrzeuge sind. Dabei ist zu bedenken, daß die Werbung für Stadtgasbetrieb in Hannover schon seit längerer Zeit vollkommen eingestellt werden mußte, weil die vorhandene Anlage in ihrer Leistungsfähigkeit erschöpft ist. Sie arbeitet zurzeit vom Montag früh bis Samstag früh im 24 Stunden-Betrieb. Eine zweite Tankstelle ist um der starken Nachfrage nachkommen zu können, fertig, eine dritte geplant.

Ein Beispiel für die Verwendung des Stadtgasbetriebes im öffentlichen Verkehr gibt die Berliner Verkehrsgesellschaft, die eine ganze Omnibuslinie mit 20 Wagen umstellte. Ähnliche Fälle mehren sich in Deutschland.

Hierfür spielt neben der übertragenden Wirtschaftlichkeit die Möglichkeit eine wesentliche Rolle, daß sich das Anfahrgas mittels ganz geringfügiger Maßnahmen wieder auf Betrieb mit flüssigen Kraftstoffen umstellen läßt, falls es für Zwecke, für die Stadtgas nicht zur Verfügung steht, benutzt werden muß.

Meine Herren, Sie sehen, wie weit heute schon die Energiewirtschaft mit der Frage der Treibstoffbewirtschaftung und der Frage der Rohstoffgestellung hierfür verknüpft ist. Gas, Schwefel, Benzol, Gas- und Elektrizität als Ausgangsprodukte für Treibmittel bzw. als unverlierbarer Treibstoff werden die Volkswirtschaft bereits in großen Mengen zur Verfügung gestellt und auf Grund der bestehenden Anlagen und Verfahren in wesentlich höherem Maße produziert werden. In den Vorträgen nun, die Sie am heutigen Tag der Technik in Frankfurt hören, kam ein neues Verfahren zur Geltung, das gleichfalls zur Erweiterung der Energiewirtschaftlichen Teilnahme am Treibstoffproblem ausgenutzt werden kann und ausgenutzt werden soll: die Steinkohlenschwelung. Das technische Problem ist in Jahrzehnten langen kostspieligen Versuchen ergründet worden, und hierdurch die Ausführung der Oefen soweit durchgebildet, daß eine Anzahl Einheiten auf Gas- und Elektrizitätswerken im Bau sind bzw. schon bestehen werden. Es ist nun unsere Aufgabe, auch die wirtschaftliche Seite der Schwelung im Rahmen der Gas- und Stromerzeugung unter peinlicher Beachtung ihrer Betriebssicherheit und Betriebsbereitschaft zu untersuchen und den Betrieb dieser Oefen so auszubilden, daß eine harmonische Eingliederung der Tieftemperaturverkokung in dem Gas- und Kraftwerksbetrieb erreicht wird. Denn es ist nicht nur die Aufgabe der Energiewirtschaft, solche Anlagen zu bauen und die erforderlichen Mengen Teer zu liefern, sondern es wird von ihr erwartet, daß sie diesen Schwelteer zu einem tragbaren Preise zur Verfügung stellen kann. Ausschlaggebend hierfür ist einmal das Verfahren und seine Betriebskosten, auf der anderen Seite eine wirtschaftliche Verwendung der neben dem Teer anfallenden Produkte, insbesondere also Schwefelsäure und Schwefelgas. In mehreren Referaten wurde heute über die Verwendungsmöglichkeit der Schwelerzeugnisse berichtet und wir konnten erkennen, daß auch hierdurch in starkem Maße eine Deckung des Treibstoffbedarfes in Form von Generatorkoks und kompressiertem Treibgas erreicht werden kann. Hierbei wird die Förderung, die die Gaswerke dem Gasanstellenbau angedeihen lassen, eine wichtige Grundlage für den Betrieb der anfallenden Schwefelgasmengen bieten. Inwieweit das anfallende Schwefelgas außerdem und dem normalen Stadtgas beigemischt werden kann, wie weit also der Schwefelbetrieb in die eigentliche Aufgabe der Gaswerke, Gas zu erzeugen, eingeschaltet werden kann, wird untersucht werden müssen. Es ist jedoch zweifellos, daß die Gaswerke mit ihren Erfahrungen auf dem Verkokungsgebiet, mit ihrem ausgebildeten Personal und ihren laboratoriumsmäßigen Einrichtungen imstande sind, sich dieser Steinkohlenschwelung günstig besonders anzunehmen.

Inwieweit die Elektrizitätswerke hier eingeschaltet werden können, wird gleichfalls sehr stark von der Wirtschaftlichkeit des Verfahrens im Rahmen der Stromerzeugung abhängen. Das technische Problem der Verbrennung von Schwelkoks in den Verfeuerungen des Kraftwerks ist als gelöst zu betrachten. Aber selbst die Schwierigkeit, daß das Kraftwerk für den Schwelkoks mit den Bäckereien der Kohle bezahlen kann. Aus diesem Grunde ist der Ausbildung einer besonderen Kraftwerksfeuerung erhöhte Aufmerksamkeit zugewandt worden, die unter Verwendung einer billigen Kohle unter möglichster Senkung der Betriebskosten einen Koks herstellen läßt, der in seiner Qualität den Erfordernissen einer Kraftwerksfeuerung möglichst nahekommt. Das Ziel wird wahrscheinlich ein möglichst kontinuierliches Verfahren sein, das auf die Elastizität des Kokses seinen Wert legt und damit die der jetzigen Vielzerkleinerung erspart. Teilweise werden Kraftwerke Schwelbetriebe und Dampfkrafterzeugung miteinander kuppeln und somit selber schwelwürdige Kohle verschwelen und den eigenen Koks verfeuern, teilweise werden sie den in fremden Schwelereien anfallenden Koks verwenden können. Jedenfalls ist die Energiewirtschaft bestrebt, Kohle, soweit sie schmelzwürdig ist, nicht mehr auf dem Rost zu verfeuern, sondern sie als wertvollen Rohstoff der für die Treibstoffwirtschaft wesentlichen Bestandteile vorher zu entziehen.

Meine Herren! Die Betätigung der Energiewirtschaft ist im Verein mit ihren Wirtschaftsgruppen Elektrizitätsversorgung und Gas- und Wasserversorgung an der Arbeit, die Kraftwerke und Gaswerke an der Treibstoffschaffung möglichst weit zu beteiligen. Unsere Untersuchungen haben uns aber zu einer weiteren Erkenntnis geführt, nämlich der, daß Treibstoffe schaffen nicht nur bedeutet, sie in flüssiger Form zur Verfügung zu stellen, sondern auch sie durch Umlage auf andere Energieformen freizumachen, wo es aus betrieblichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten möglich ist. Hunderttausende von Tonnen Dieselöl, die wir für den Betrieb fahrbarer Motore benötigen, werden heute in stationären Anlagen der Industrie, des Gewerbes und der Landwirtschaft verbraucht. Einen großen Teil dieses wichtigen Treibstoffes kann man ersetzen, indem man die Motore mit Gas aus Stadtgas- oder Ferngasleitungen speist oder den Kraftbedarf durch Anschluß an die öffentliche Stromversorgung deckt. Auf dem Gebiet der Industriefeuerung werden fernerhin große Mengen Oel für Heizzwecke benötigt, für die aus deutschen Elektrizitäts- und Gaswerken reichlich Strom und Gas zur Verfügung steht, das aus einheimischen Rohstoffen gewonnen wird. Die Deutsche Energiewirtschaft ist bereit, sich für die Freimachung dieser wertvollen Oelmengen einzusetzen und arbeitet seit langem mit Nachdruck auf diesem Gebiet. Sie wird diese Aufgabe jedoch nur lösen können, wenn ihr von allen Seiten die erforderliche Unterstützung zu Teil wird und wenn sie in die Lage gesetzt wird, für diese Sonderzwecke Tarife zu gewähren, die den energie- und wärmeverbrauchenden Unternehmen die Möglichkeit geben, Elektrizität und Gas wirtschaftlich zu verwenden.

Die deutsche Energiewirtschaft ist bereit, auf diese Weise als auch den soeben aufgezeigten Methoden an der Lösung des Treibstoffproblems mit allen Kräften mitzuarbeiten; sie stellt hierfür ihre wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Erfahrungen und Fähigkeiten zur Verfügung und ist überzeugt, daß sie zu diesem Zwecke die notwendige Unterstützung finden wird.

Technische Aussprache.

Von der technischen Aussprache, die sich unter Leitung des Dr. Bäer vom Reichsamt für Bodenforschung anschloß, folgt ein Auszug der wichtigsten Beiträge.

Rohstoff-Fragen bei der Steinkohlenschwelung.

Beitrag zur Aussprache.

Von Bergassessor Dr.-Ing. Kühlwein, Bochum.

Geeignete Schwelkohlen.

Grundsätzlich scheiden bei den Schwelkohlen alle diejenigen Kohlenarten aus, die in anderer Weise, vorwiegend also durch Verkokung zufriedenstellende für die Brennstoffveredelung nutzbar gemacht werden können. Derartige Kohlen — vorzugsweise Fett- und Gaskohlen — würden nämlich auch für die Schwelung insofern keinen nennenswerten Anreiz bieten, als sie keine besonders hohe Ausbeute an flüssigen Treibstoffen liefern.

Die Forderung nach der Sicherung der heimischen Treibstoffwirtschaft durch die Steinkohlenschwelung stellt die Gewinnung von Oel und Teer bei diesem Prozeß wieder mehr in den Vordergrund, obwohl man sich nach wie vor darüber klar sein muß, daß das wirtschaftliche Rückgrat der Schwelung im Schwelkoks gesehen werden muß. Deshalb gehört zu dem Begriff der Schweleignung einer Feinkohle heute weiterhin

1. eine bemerkenswert hohe Ausbeute an flüssigen Treibstoffen,
2. eine erstklassige Schwelkoksbeschaffenheit.

Damit stellen sich die Schwelkohlen in den Bereich unserer gasreichen Flammkohlen, die noch über so viel Verkokungsvermögen verfügen, daß man aus ihnen einen brauchbaren Schwelkoks erzeugen kann, die auf Grund ihrer rohstoffmäßigen Beschaffenheit die gewünschten Teerausbeuten liefern.

Wirtschaftlichkeit der Steinkohlenschwelung durch richtige Kohlenauswahl.

Das Bestreben nach hohen Treibstoffausbeuten bei der Steinkohlenschwelung ist im Hinblick auf die wirtschaftliche Gestaltung des Schwelbetriebes besonders wichtig, weil es darauf ankommt, bei geringstem Einstandspreis für die Einsatzkohlen den größtmöglichen Erlös zu erzielen. Deshalb hegt eine Erlössteigerung auf der Hand, wenn jedes Prozent Mehrausbeute an flüssigen Treibstoffen ein Viertelstel im Erlös gegenüber der Schwelkokseinheit bedeutet je nach der Verwertung des Schwelteers. Auf diese Weise kann bei entsprechenden Ausbeuten unter Umständen sogar an verhältnismäßig niedrigere Schwelkokspreise gedacht werden, die wieder Voraussetzung sind für eine weit um sich greifende Unterbringung dieses Erzeugnisses, sowohl im Hausbrand wie bei Verwendung als fester Treibstoff in Fahrzeuggeneratoren. Erst wenn durch entsprechende Preisgestaltung des Schwelkokses hier entsprechend weit reichender Absatz geschaffen wird, der letzten Endes zum Ziel haben muß, der Ersatz der Flammkohle im Hausbrand durch rauchlosen Brennstoff, kann die Entwicklung der Steinkohlenschwelung soweit getrieben werden, daß wirklich eine fühlbare Erleichterung unserer heimischen Treibstoffwirtschaft durch Schwelerzeugnisse eintritt. *In diesem Falle wäre auch der flüssige Treibstoff billiger zu gewinnen als nach anderen kostspieligen Verfahren, wie der Gassynthese, der Hydrierung oder Extrahierung.*

Die Forderung nach billiger Einstandskohle begrenzt die Schwelkohle im allgemeinen auf das Feinkorn, wenn nicht bei Abfallschwierigkeiten auch gareiche Nüsse, die besonders hohe Teerausbeute liefern, hierfür einmal in Betracht kommen. Bei besonders günstigen Absatzverhältnissen auch Teer, wie aus unseren sogenannten Sapropelkohlen, erscheint auch die Verschwelung in grobstückiger Form ohne weiteres wirtschaftlich, sodaß geprüft werden muß, ob wir in unseren Kohlenlagern über so ausstehende Vorkommen an Kannel- und Bogheadkohle verfügen, daß sie für die Steinkohlenschwelindustrie in Abbau genommen werden können. Als Hemmis tritt hierbei allerdings die oft nur geringfügige Erstreckung dieser Sapropelkohlen entgegen.

Rohstoffliche Gesichtspunkte für Schwelkohlen.

Die Ursache für unterschiedliche Teerausbeuten liegt in der sogenannten kohlenpetrographischen Gefügezusammensetzung begründet, die maßgebend ist für den Chemismus der Kohle. Die Erkenntnisse der Kohlenmikroskopie besagen, daß neben der aus Holzbestandteilen hervorgegangenen Glanzkohle im Kohlengefüge Mattkohlen auftreten, die teils auf pflanzliche Bitumenexpert, wohl ist zum Teil im sogenannten Duit eine zum Mattgefüge von der Glanzkohle schlecht schmelzende Grundmasse stellen, während im Glanz diese Pflanzenreste im Glanzkohlenfusitain eingebettet sind. Bei den für die Schwelung in Betracht kommenden gasreichen Flammkohlen liegt ein niederer Inkohlungsgrad vor, was einen noch guten Erhaltungszustand der bitumenreichen Pflanzenreste und eine noch nicht zu weit vorgeschrittene Zersetzung der Glanzkohle bedingt. Deshalb sind in derartigen Kohlen die Glanzkohlenbestandteile noch besonders reich an Sauerstoff. Der Glanzkohlenbestandteile, mit ihren pflanzlichen Bitumenträgern aller Vorwiegend wasserstoffhaltig, sodaß sie im ersten Linie als Kerbbinder bei der Verschwelung anzusprechen sind. Bemerkenswert ist auch der wechselnde Gasgehalt in diesen Gefügebestandteilen; wenn zum Beispiel die Glanzkohle eines Flözes 35 % flüchtige Bestandteile hat, so kann die Mattkohle je nach ihrer Zusammensetzung bis zu 50 % flüchtiger Bestandteile aufweisen, aber auch auf unter 30 % im Gasgehalt sinken, je nach der Anreicherung der Mineralkörper in der erwähnten eigenartigen Grundmasse. Faserkohle und Krattkohlen sind durch noch höheren Gasgehalt, die bis zu 60 % betragen können, gekennzeichnet. Hiermit sind die besonders schwelwürdigen Anteile der Kohlenformation klar umrissen.

Backvermögen der Kohle.

Die Notwendigkeit, einen einwandfreien Schwelkoks zu erzeugen, setzt aber voraus, daß neben entsprechenden Bitumenreichtum die Schwelkohlen auch über ein ausreichendes Backvermögen verfügen, das bei gasreichen Kohlen, je nach dem Sauerstoffgehalt der Glanzkohle, recht verschieden sein kann. Bei zu hohem Sauerstoffgehalt backt die betreffende Kohle überhaupt nicht, während sie bei günstigem Inkohlungszustand unter Umständen besseres Backvermögen als selbst Fettkohle aufweist. In diesen Fällen kann daher auf

Grund des Gehaltes an pflanzlichen Bitumenkörpern bei Magnuskohle die Mattkohle ein besseres Backvermögen als die Glanzkohle besitzen. Zu stark backende gasreiche Kohlen

wertung in Form der bindemittellosen Brikettierung zu führen. Das Mattkohlenkonzentrat, für sich allein oder

Grund des Gehaltes an pflanzlichen Bitumenkörpern bei Flammkohle die Magerkohle ein besseres Backvermögen als die Glanzkohle zeigen. Zu stark backende gasreiche Kohlen werden zwecks genügenden Schwindens im Ofen und einer ausreichenden Verfestigung des Koks der Magerung. Dabei ist es wichtig zu wissen, daß man als Magerungsmittel auch gasreiche, nicht backende Magerkohlen, d. h. also solche mit wenig Bitumenkörpern und viel sogenannter Opalsubstanz verwenden kann, wobei man den Vorteil hat, daß die Teerausbeute nicht nennenswert beeinträchtigt wird. Gering backende Kohlen können durch Schwelformwerfahren mit schnellerer Erhitzung geschwindigkeit gegebenenfalls noch eine befriedigende Schwelkokseschaffenheit liefern.

Einfluß von Inkohlung, Gefüge und Körnung bei der Kohlenmischung.

Aus dem bisher Gesagten ergibt sich, daß man nicht backende Kohlen, wenn ihre Teerausbeute dies wirtschaftlich rechtfertigt, in grobkörniger Form verschwelen muß. Hierzu gehören die Sapropelkohlen und jüngste Glanzkohlen vom Flammkohlencharakter. In allen übrigen Fällen wird man, wie gesagt, die Ausbeute an flüssigen Treibstoffen steigern können, wenn man bei der Schwelung möglichst von einem Magerkohlenkonzentrat ausgeht, das man sich durch geeignete Aufbereitungsmaßnahmen, wie die elastische Zerkleinerung, ja selbst aus feinkörniger Kohle noch herstellen kann. Der dabei anfallende Glanzkohlenanteil muß man bei nicht genügendem Backvermögen entweder dem bisherigen Verwendungszweck für diese Feinkohle oder andersartiger Verwertung in Form der blendmittelfreien Brikettierung zuführen. Das Magerkohlenkonzentrat, das sich allein bereits brauchbaren Schwelkoks, dessen Eigenschaften man jedoch noch verbessern kann, wenn man einen geringfügigen Anteil besser backender Flammkohlen hinzusetzt. Hierbei ist aber zu beachten, daß die Magerkohle zuviel Bindemittel, also einen wesentlich höheren Zusatz an backender Kohle bedingen würde. Bei der Hochtemperaturverkokung trifft hinsichtlich der Zugabe inerten Materials gerade das umgekehrte zu, weil dieses dabei die Aufgabe hat, in allerfeinster Verteilung die Schwundrisse zu begrenzen.

Wenn sich nun eine Zechen-schwelerei verhältnismäßig leicht auf eine bestimmte Schwelkohle einstellen kann, so liegen hier die Verhältnisse bei der Bauwerksschweiung infolge des Angebotes an den mannigfachsten Kohlen der verschiedenartigsten Herkunft nicht so einfach. Man muß beim Mischen dieser Kohlen bedenken, daß man zunächst Kohlen ganz verschiedenen Inkohlungsgrades, also wechselnden Backvermögens, zur Verfügung hat, die man, entsprechend in ihren Mengenanteilen und in ihrer Körnung aufeinander abstimmen muß, wozu noch kommt, daß beispielsweise Kohlen vom Ruhrgebiet, aus Oberschlesien, dem Saargebiet und England auch in ihrem kohlenpetrographischen Gefüge außerordentlich verschiedenartig sind, sodaß man in solchen Fällen wirklich erfolgreich nur bei eingehenden rohstofflichen Untersuchungen schneien kann.

Vermehrte Unterbringung von Steinkohlenschwelkoks im Haushalt.

Beitrag zur Aussprache.

Von Prof. Dr.-Ing. O. Fuchs, Darmstadt.

Wenn es sich um die Unterbringung wachsender Mengen von Steinkohlenschwelkoks handelt, so ist doch in erster Linie an die Aufnahmefähigkeit des Haushalts zu denken, der mit 29 % der bei weitem stärkste Verbraucher fester Brennstoffe ist. Die Reichsbahn z. B. verbraucht dagegen nur 9,7 %. Es erscheint überdies die vermehrte Einführung im Haushalt ganz ohne Zwang möglich, allein bedingt durch den Anreiz wirtschaftlichen Vorteils, und zwar dank dem Umstand, daß zahlreiche Haushaltseinrichtungen, wie etwa der Küchenherd, die Warmwasserbereitung und die Glaserheizung, noch längst nicht wärmeökonomisch so ausgebaut sind wie die Gasgeräte des Haushalts. Es liegt hier noch ein weiter Spielraum für Ersparnisse vor. Daß diese Ersparnisse auch technisch möglich sind, läßt sich an Hand der Erfahrungen mit einem Holzkohlenherd nachweisen, der vor einer Reihe von Jahren durch die deutschen Holzverkohler in Zusammenarbeit mit der Firma Küppersbusch entwickelt worden ist. Dank der besonders günstigen Eigenschaften der Holzkohle als fester Brennstoff war es möglich, mit einer sehr einfachen Herdkonstruktion Wirkungsgrade zu erzielen, die an diejenigen des heutigen Gasherdes heranreichen. Mit dem Steinkohlenschwelkoks, dessen brenntechnische Eigenschaften sich erwiesenermaßen denjenigen der Holzkohle nähern, sollte alles Aehnliches möglich sein.

Die Gaswerke müßten sich, wenn sie diesen Vorschlag weiter verfolgen wollen, im Einklang mit den Ausführungen von Herrn Direktor Schumacher in noch höherem Maße von der ursprünglichen Einstellung freimachen, daß sie in erster Linie Gasliefergesellschaften sind, gegebenenfalls also auch einmal einen kleinen Rückgang des Gasabsatzes zugunsten des erhöhten Absatzes an Schwelkoks und Schwelteeren zur Herstellung einheimischer Treibstoffe in Kauf nehmen. Auf lange Sicht ist sogar eine Steigerung des Umsatzwertes mit Sicherheit zu erwarten. Z. B. wird sich eine billige Bereitung warmen Wassers in großen Mengen mit Hilfe von Schwelkoks verhältnismäßig schnell Anhänger erwerben können. Die tägliche Verwendung warmen Wassers, in der wir anderen Nationen, wie den Engländern und Amerikanern, noch weit nachstehen, bedeutet Entlastung der Hausfrau, verbesserte Hygiene usw.

Wichtige Aufgaben bleiben in diesem Zusammenhang auch der sogenannten Hüttentechnik vorbehalten, die in jeder Weise die Anwendung fester Brennstoffe im Haushalt zu erleichtern hätte. Das Gas licht, wenn die Leitung einmal gelegt ist, am Verwendungsort jederzeit zur Verfügung. Diesem Idealzustand müsse man auch verstuchen beim festen Brennstoff möglichst nahe zu kommen, statt daß er erst mühsam aus dem Keller heraufgeholt wird. Im übrigen ist die Lage ähnlich wie bei der Einführung des Fahrzeuggenerators. Die nicht unbeträchtlichen Betriebsersparnisse können nur demjenigen zufallen, der die etwas umständlichere Handhabung in Kauf nimmt. Dabei ist hier nicht einmal gesagt, daß sie das in allen Fällen sein muß. Der oben erwähnte Herd ist u. a. in einer Kleinform entwickelt worden, die die Aufstellung auf einen Tisch ermöglicht. Aehnliche Verbilligung und Vereinfachung lassen sich u. a. bei Zimmerheizungen für Schwelkoksverwendung erwarten.

Die energische Durchführung des Planes bedeutet eine noch weitschneidendere Veränderung im Markt der festen Brennstoffe. Sicher ist angesichts der gegenwärtigen Notwendigkeiten nichts weniger am Platz, als ihr durch erhöhte Preise für schwerwürdige Kohle von Seiten der Zechen entgegenwirken zu wollen. Ich stelle diesmal noch folgende Ueberlegung an. Man hat durch weitgehende Einschränkung der Kraftfahrzeugbesteuerung und durch Verzicht auf Verbrauchsabgaben von im Inland erzeugten flüssigen Treibstoffen die Motorisierung sehr erfolgreich gefördert. Dieser Gutschuß muß in klarer Erkenntnis unserer augenblicklichen Lage, für weitere Folgen zur Förderung einer vermehrten Erzeugung einheimischer Treibstoffe alte unverschwelt verfeuerte Braun- und Steinkohle mit einer Abgabe zu belegen.

Die wirtschaftliche Verwertung der Schwelerzeugnisse.

Beitrag zur Aussprache.

Von Dr.-Ing. H. Jäger, Berlin.

Die Steinkohlenschwelung unterscheidet sich von der Braunkohlenschwelung ganz wesentlich,

a) technisch:

Bei der Erwärmung der Steinkohlen auf 350 bis 450° tritt ein plastischer Zustand ein, in dem die Kohle treibt oder bläht, was die Braunkohle nicht tut.

b) wirtschaftlich:

Der mengen- und wertmäßige Anfall der Schwelerzeugnisse ist verschieden.

Hier soll nur auf die Wirtschaftlichkeit eingegangen werden. Bei der Schwelung der Braunkohle fallen (Tafel 1) 6 bis 10 % Schwelteer und 25 % Schwelkoks (bezogen auf Rohbraunkohle mit 50 % Wassergehalt) an. Das Schwelgas ist nur bei Schwelung im Heizflächenverfahren verwertbar; die erforderliche Kohlensäure- und Schwefelwasserstoffwäsche lohnt jedoch im allgemeinen die Gewinnung des Schwelgases nicht. Dasselbe gilt z. T. von der Benzingewinnung.

Träger der Wirtschaftlichkeit der Braunkohlenschwelung ist der Schwelteer; Schwelkoks tritt, wegen seiner geringen Menge, als Kostenträger wenig hervor. Die Braunkohlenschwelung ist daher nur wirtschaftlich zu gestalten, wenn die Schwelteerausbeute möglichst hoch und Schwelteerpreise von rund 70.— M./Tonne erzielt werden.

Bei der Steinkohlenschwelung fallen zwar auch rund 8 % Schwelteer, daneben aber 75 bis 80 % Schwelkoks und je nach Beheizung der Oefen (Eigengas oder Generatorgas) 40 bis 410 m³ hochwertiges Schwelgas an.

Träger der Wirtschaftlichkeit der Steinkohlenschwelung ist der Schwelkoks, während der Schwelteer als Kostenträger demgegenüber von untergeordneter Bedeutung und Nebenerzeugnis ist.

Den geringeren Herstellungskosten des Steinkohlenschwelteeres steht anderseits seine geringere Wertigkeit gegenüber. Während Braunkohlenschwelteer rund 10 bis 11 % Wasserstoff enthält, sinkt der Wasserstoffgehalt des Steinkohlenschwelteeres auf 8 bis 9 %. Außerdem ist der Gehalt an Sauerstoffverbindungen, d. h. an Phenolen, erheblich höher. Die Phenole sind chemisch außerordentlich stabil und sind die Ursache für die geringe Zündwilligkeit und schlechte Verbrennung im Dieselmotor. Bei der Hydrierung bilden sie entsprechend ihres Sauerstoffgehaltes Wasser, erhöhen also den Bedarf des teuren Wasserstoffes.

Werden für die Hydrierung von Braunkohlenschwelteer rund 1000 m³ H₂/Tonnen Benzin benötigt, so kann man für Steinkohlenschwelteer, rund 1500 m³ H₂/Tonnen rechnen. Daraus ermittelt sich der tragbare Schwelteerpreis für die Hydrierung je nach Wasserstoffpreis zu 60.— bis 70.— M./Tonne und weniger, gegenüber rund 70.— M./Tonne für Braunkohlenschwelteer.

Im Folgenden soll ein Ueberblick über die Benzinerzeugungskosten gegeben werden.

Tafel 2.

Hydrierkosten.

	Braunkohle 3.— RM./t	Steinkohle 10.— RM./t	Urteer 50.—	Urteer 60.—	Urteer 75.—
Rohstoffmenge Wasserstoffgeh.	4.8 2500	1.5 2500	1.4 1000	1.4 1000	1.4 1000
Rohstoffkosten Wasserstoffkosten	14.40 120.—	15.— 125.—	70 60	84 60	105 60
Betriebskosten Kapitaldienst	130.40 60.—	140.— 60.—	120.— 50.—	134.— 60.—	165.— 60.—
RM./t Benzinkosten	190.40 269.40	200.— 260.—	230.— 230.—	244.— 244.—	265.— 265.—
Rhf./l γ = 0.71 kg/l	18.95	19.0	16.8	17.8	19.85

In Tafel 2 sind die Hydrierkosten für Kohle und Braunkohlenschwelteer näherungsweise berechnet worden. Die absolute Höhe der Benzinkosten ist hier gleichgültig, da es sich nur um einen Vergleich handelt. Die Hydrierung von Schwelteer lohnt nur, wenn die Benzinkosten nicht wesentlich letzteres sind, als bei Hydrierung von Kohle. Der tragbare Preis liegt für Braunkohlenschwelteer, wie Zahlentafel 2 zeigt, bei rund 70.— M./Tonne.

Tafel 1.

Erzeugungskosten von Schwelteer.

	Braunkohle: Spülgasverfahren kg	RM.	Heizflächenverfahren kg	RM.	Brikettschwelung kg	RM.	Steinkohle: Heizflächenverfahren kg	RM.
1. Kohle	1000	3.—	1000	3.—	1000	7.70	1000	19.—
2. Unterfeuerung	130	1.—	60 m³	1.—	144	1.26	70 m³	—
3. Betriebskosten		3.—		5.—		3.—		3.—
4. Kapitalkosten		2.—		3.—		3.—		2.—
Ausgaben		9.—		8.—		13.96		24.—
1. Schwelkoks	298	1.85	250	1.56	165	3.80	780	14.80
2. Benzin	6.6	1.19	3.8	0.50	8	2.16	10	2.—
3. Gasöl	—	—	—	—			15	3.—
4. Gas	—	—	—	—			40	1.20
Einnahmen		3.04		2.16		6.66		21.—
5. Teerkosten	93.2	5.96	100	6.84	120	8.80	80	3.—
RM./to		64.—		58.40		69.20		37.50

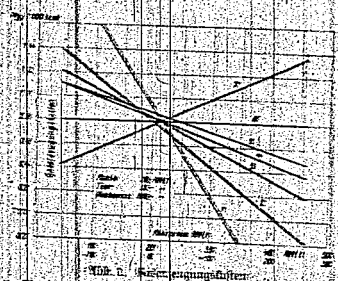


Abb. 3. Kostenvergleichskurven.
Einschließlich Verzinsung und Abschreibung
Generatorgasfeuerung und Abschreibung
Generatorgasfeuerung und Wasserverbrauch
Kohlenfeuerung und Wasserverbrauch
Kohlenfeuerung ohne Berücksichtigung
Elektrische Beheizung Dauerbetrieb
Wasserpreis

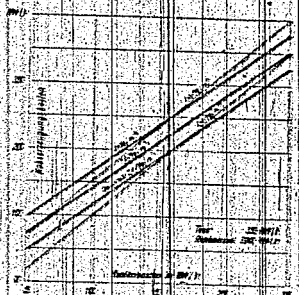


Abb. 4. Betriebsvergleichskosten.
Kostenvergleich 2450 Tonnen / 24 Stunden
Strom und Generatorgasfeuerung

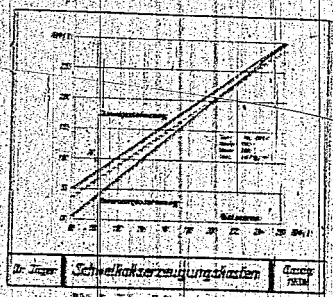


Abb. 5. Schmiedekesselerzeugungsöfen.
Anlagekosten 27.50 M. / Tonnen Ausstoß und Jahr
Kostenberechnung wie Abbildung 3 Tonnen / 24 Stunden

Die Verwendung von Schmiedestücken für Stein-Unterwind-Bandeisenwalzen.

Vortrag zur Aussprache

Von Dipl.-Ing. Schumacher, Hamborn.

Seit dem Jahre 1925 beschäftigt sich der Verband der Eisenhüttenwerke Westfalen E.V. Dortmund, für Bandeisenwalzwerke einer Schmiedeanlage zu errichten.

Als heute übliches als für Bandwerke geeignetes Schmiedeverfahren haben wir gewählt. Denn

1. ist für Bandeisenwalzwerke besonders wichtig, die Möglichkeit der Beschaffungsmöglichkeiten weitgehend zu sichern. Der Vorteil der Ausnützung des elektrischen Stromes liegt in der Gleichzeitigkeit von [illegible]. Der Vorteil der unmittelbaren Kupplung des [illegible] Schmiedehammers mit dem Kesselhaus erscheint [illegible] offen [illegible]

2. ist die Ölfeuerung [illegible] besonders [illegible] Gang auf Hochtouren. Aber es ist auch [illegible] möglichst große Mengen an Heizöl [illegible] die Menge zu schätzen.

Für uns der [illegible] Schmiedeofen auf das Jahr gesehen [illegible] aus für [illegible] Dies [illegible] Es [illegible] darauf an, Schmiedestücke billig zu erzeugen. [illegible] einer brauchbaren Schmiedestücke, [illegible] Kesselerzeugnisse [illegible] gleichzeitig wärmewirtschaftlichere [illegible] verbessert werden kann.

Während dieser Zeiten ist der Schmiedeofen für eine Tagesleistung von 6 bis 8 Tonnen bei den Versuchen

Elektrizitätswerken in Betrieb gekommen. Es wurden auf Stein-Unterwind-Wanderrosten mehrere Kesselverdampfungsversuche mit Ruß- bzw. Grußkoks aus der Versuchsschwelanlage gemacht. Hierbei wurde kein wesentlicher Unterschied zwischen der sonst zur Verbrennung kommenden Gßfeinkohle gefunden. Bei den Versuchen erkannte man, daß der feinkörnige Koks besser zündet und sich mit der gleichen Wirtschaftlichkeit wie Nußkoks verfeuern ließ. Wir kamen zu dem Ergebnis, daß man für Kraftweiterungen auf stückigen festen Koks verzichten kann und hiefür ein krümmeliger Koks genügt. Dieses Ergebnis bringt folgende Vorteile:

Die Kohle- und Verkokungs-Verkleinerungsanlagen fallen fort.

Der Schwelofen kann einfacher gestaltet werden.

Bei der Auswahl der Rohkohle braucht nicht darauf geachtet zu werden, daß sich ein fester Koks ergibt. Man kann also für diesen Zweck auch Gas- und Gasflammkohle mit hohen flüchtigen Bestandteilen verschwelen, die nicht backfähig ist.

Die Firma Krupp will diese Erkenntnis dahin auswerten, einen einfachen Schwelofen zu konstruieren, der wenig Bedienungspersonal erfordert.

482

Elektrizitätswerken in Betrieb gekommen. Es wurden auf Stein-Unterwind-Wanderrosten mehrere Kesselverdampfungsversuche mit Ruß- bzw. Grußkoks aus der Versuchsschwelanlage gemacht. Hierbei wurde kein wesentlicher Unterschied zwischen der sonst zur Verbrennung kommenden Gßfeinkohle gefunden. Bei den Versuchen erkannte man, daß der feinkörnige Koks besser zündet und sich mit der gleichen Wirtschaftlichkeit wie Nußkoks verfeuern ließ. Wir kamen zu dem Ergebnis, daß man für Kraftweiterungen auf stückigen festen Koks verzichten kann und hiefür ein krümmeliger Koks genügt. Dieses Ergebnis bringt folgende Vorteile:

1. Die Kohle- und Verkokungs-Verkleinerungsanlagen fallen fort.
2. Der Schwelofen kann einfacher gestaltet werden.
3. Bei der Auswahl der Rohkohle braucht nicht darauf geachtet zu werden, daß sich ein fester Koks ergibt. Man kann also für diesen Zweck auch Gas- und Gasflammkohle mit hohen flüchtigen Bestandteilen verschwelen, die nicht backfähig ist.

Die Firma Krupp will diese Erkenntnis dahin aus-

Elektrizitätswerken in Betrieb genommen. Es wurden auf Stein-Unterwind-Wanderrosten mehrere Kesselverdampfungsversuche mit Nuß- bzw. Grußkoks aus der Versuchsschwelanlage gemacht. Hierbei wurde kein wesentlicher Unterschied zwischen der sonst zur Verfeuerung kommenden Gasflammkohle gefunden. Bei den Versuchen erkannte man, daß der feinkörnige Koks besser zündet und sich mit der gleichen Wirtschaftlichkeit wie Nußkoks verfeuern ließ. Wir kommen zu dem Ergebnis, daß man für Kraftwerkfeuerungen auf stückigen festen Koks verzichten kann und hierfür ein krümeliger Koks genügt. Dieses Ergebnis bringt folgende Vorteile:

1. Die Kohle- und Verkokungs-Verkleinerungsanlagen fallen fort.
2. Der Schwelofen kann einfacher gestaltet werden.
3. Bei der Auswahl der Rohkohle braucht nicht darauf geachtet zu werden, daß sich ein fester Koks ergibt. Man kann also für diesen Zweck auch Gas- und Gasflammkohle mit hohen flüchtigen Bestandteilen verschwelen, die nicht backfähig ist.

Die Firma Krupp will diese Erkenntnis dahin auswirken, einen einfachen Schwelofen zu konstruieren, der nur wenig Bedienungspersonal erfordert.

1

TITLE PAGE

II. Documents from Brennstoff Technik, Essen.

1. Letter to Mr. E. Rhodes, description, drawings, diagrams and photographs relating to "Brennstoff-Technik" process for carbonising coal at low temperatures.

Frame Nos. 485 - 505

BRENNSTOFF-TECHNIK GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG ESSEN RUFNUMMER STADT 24441

I n f o r m a t i o n e n

für Herrn R h o d e n aus Pittsburgh a. Grund der Besprechung am 19.Oktober 1945

Die bei dieser Gelegenheit von unserem Direktor, Herrn Kuhl, gemachten Angaben über unsere Gesellschaft und ihre Arbeiten auf dem Gebiet der Steinkohlen-Schwelung und Weiterverarbeitung von Schwelteeren wiederholen und ergänzen wir nachstehend unter Beifügung von Skizzen, Fotos und Betriebsergebnissen:

Unsere Gesellschaft wurde im Jahre 1933 mit einem Anfangskapital von RM 75.000,— durch die Herren Ingenieur Eduard Kuhl, Essen, Dipl.Ing. Theodor Kratz, Essen und Dipl.Ing. Franz Fuchs, Pittsburgh, gegründet.

Vor der Erteilung grösserer Aufträge wurde im Jahre 1942 das Gesellschaftskapital auf RM 1,2 Millionen erhöht, wovon 50% von einer Wiener Finanzgruppe, den Herren von Mautner Markhof, übernommen wurden, die ihre Geschäftsanteile im Jahre 1943 an die Reichswerke für Berg- und Hüttenbetriebe A.G., Berlin, abgetreten haben. Die derzeitigen Gesellschafter der Brennstoff-Technik G.m.b.H. sind daher: die obengenannte Ingenieurgruppe zu 50 % und die Reichswerke zu ebenfalls 50 %.

B e t r i e b :

1.) Entwicklungsarbeiten:

Wir haben ein Tieftemperatur-Verkokungs-Verfahren (BT-Verfahren) bis zur Baureife entwickelt. Besondere Merkmale sind:

Die Verkokung der Kohle erfolgt in sogenannten Taschenöfen zwischen planparallelen und daher gleichmässig beheizbaren eisernen Wänden. Die Beheizung erfolgt durch Umlaufgase. Die Wände sind spreizbar, damit eine anstandslose Entleerung auch bei der Verkokung von backenden Steinkohlen gewährleistet ist. Es sind Ofenbauarten für die Verkokung von backenden und nichtbackenden Kohlen, sowie für Fein- und Stückkohlen (Nüsse und Briketts) entwickelt worden. (Anlage 1)

In Versuchsanlagen ist die Brauchbarkeit des BT-Verfahrens, die Ofenkonstruktionen und die Bewährung von Eisen als Baustoff nachgewiesen und Betriebsergebnisse bei der Verschwelung von

BRENNSTOFF-TECHNIK GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG ESSEN RUFNUMMER STADT 24441

Kohlen aus allen deutschen Kohlen-Vorkommen (Feinkohlen, Rohkohlen, Kohlenbriketts) gewonnen worden:

A) In einer eigenen Klein-Versuchsanlage in Essen, die 1942 bei einem Fliegerangriff zerstört wurde.

B) In einer Versuchsanlage der Oelbrückungsanstalt der Preussischen Berg- und Hüttenbau A.G., Hindenburg/Oberschlesien. (1935 bis 1939)

bei der Verkokung von backenden Steinkohlen gewährleistet ist. Es sind Ofenbauarten für die Verkokung von backenden und nichtbackenden Kohlen, sowie für Fein- und Stückkohlen (Nüsse und Briketts) entwickelt worden. (Anlage 1)

In Versuchsanlagen ist die Brauchbarkeit des KK-Verfahrens, die Ofenkonstruktionen und die Bewährung von Eisen als Baustoff nachgewiesen und Betriebsergebnisse bei der Verschwelung von

Kohlen aus allen deutschen Kohlen-Vorkommen (Feinkohlen, Stückkohlen, Kohlenbriketts) gewonnen worden:

A) In einer eigenen Klein-Versuchsanlage in Essen, die 1942 bei einem Fliegerangriff zerstört wurde.

B) In einer Versuchsanlage der Dolbrückschichte der Preussischen Berg- und Hüttenbau A.G., Hindenburg/Oberschlesien. (1935 bis 1939)
Ofenleistung/24 h: 10 - 12 to Feinkohlen.
(Anlagen 2 - 5)

C) In einer Versuchsanlage der Städtischen Gaswerke Berlin. (1938 bis 1944)
Ofenleistung/24 h: 30 to Feinkohlen, 50 - 60 to Nußkohlen beziehungsweise Briketts.-
Die Anlage wurde als reichsamtliche Versuchsstation benutzt. (Anlagen 6 - 9)

D) In Zusammenarbeit mit den Byk-Guldenwerken Chemische Fabrik A.G., Berlin, wurde ein Verfahren zur destillativen und chemischen Aufarbeitung von Schwelteeren entwickelt und im Auftrage des zuständigen Reichsamtes auf dem Fabrikgelände der genannten Gesellschaft in Oranienburg bei Berlin eine Versuchsanlage für die Verarbeitung von 5 - 6 to Teer/24 h errichtet und betrieben. (Anlage 10)

Der Versuchsbetrieb wurde von 1942 bis Ende 1944 durchgeführt. Der Bau je einer Großanlage im Saargebiet und in Oberschlesien war geplant.
Anfang 1945 wurde die Versuchsanlage bei einem Fliegerangriff zerstört.

Nachstehend einige Angaben über das Verfahren:
Die Aufarbeitung kann destillativ (Destillationsverfahren Anlage 11) oder chemisch (Waschverfahren Anlage 12) vorgenommen werden.

Das beim Waschverfahren gewonnene Neutralöl ist gutes Heizöl (spez.Gew.1,03). Es besteht zu 97% aus C + H, heizwert (c) nahezu 10.000, Viskosität bei + 20°E = 20°.

Zündwilligkeit der gewonnenen Dieselöle aus Schwelteeren vor der Aufspaltung:
Cetanzahl 33 Cetenzahl 39 bei guten Teeren
" 24 " 28 bei weniger guten Teeren.

Nach der Aufspaltung liegen die Werte um 10 bis 15 Einheiten höher.

Die Phenole sind zur Herstellung von Kunstharzen und Lacken geeignet.

Die bei der Aufarbeitung anfallenden Peche sind beim Waschverfahren aschefrei. Summe der Pechanteile siehe in-

Zündwilligkeit der gewonnenen Dieselöle aus Schwelteeren vor der Aufspaltung:

Cetanzahl 33 Cetenzahl 39 bei guten Teeren
" 24 " 28 bei weniger guten Teeren.

Nach der Aufspaltung liegen die Werte um 10 bis 15 Einheiten höher.

Die Phenole sind zur Herstellung von Kunstharzen und Lacken geeignet.

Die bei der Aufarbeitung anfallenden Peche sind beim Waschverfahren aschefrei. Summe der Pechanteile siehe Anlage 13), woraus der Einfluss der Verkokungstemperatur auf die Pechausbeuten hervorgeht.

II.) Bau von Großanlagen

Nach Abschluß der Entwicklungsarbeiten wurde 1942 ein Schwelprogramm für einen Gesamt-Steinkohlendurchsatz von 25 Millionen Jato aufgestellt und anschliessend mit der Planung und dem Bau von 4 Anlagen je 500 000 Jato Kohlendurchsatz = 1500 to Tagesdurchsatz, davon 3 nach dem BT-Verfahren und 1 nach einem koramischen Verfahren, begonnen. Der Brennstoff-Technik wurden 3 Bauaufträge zur Errichtung von Anlagen in Gemeinschaftsarbeit mit der Mineralöl-Baugesellschaft, Berlin, erteilt:

Von der Bergwerksverwaltung Kleinrosseln bei Forbach in Lothringen (Reichswerke)

1) Standort Marienau I
2) " " " " II (Erweiterung)

Von der Bergwerksverwaltung Kattowitz Oberschlesien (Reichswerke)

3) Standort Jawischowitz.

Fall 1)und 2)waren für die Verschwelung von Steinkohlenbriketts bestimmt, im Falle 3)sollten Rohkohlen verschwelt werden. Für 1)und 2) waren je 16 Öfen einschl.Reserven, für 3) 20 Öfen einschl.Reserven vorgesehen.

Bei Kriegsende war 1) halbfertig, mit dem Bau von 2) und 3) war begonnen worden. (Anlage 14)

-4-

BRENNSTOFF-TECHNIK GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG ESSEN BERGHAUS STADT. SPARKASSE

III.) Die Steinkohlen-Schwelung in Heizflächenöfen kann heute schon in Großleistungsöfen durchgeführt werden, wie sie bei der HT-Verkokung nicht erreichbar sind. Dabei werden außer wertvollen Nebenerzeugnissen stückfeste Koks auch aus gasreichen Kohlen gewonnen. Damit eröffnen sich für die Kohlenveredlung neue Möglichkeiten. Einmal kann man den Bereich der verkokungswürdigen Kohlen nach der Gaskohlenseite hin erheblich erweitern, zum anderen wird man über die Schwelung zu Koksqualitäten gelangen können, die nicht nur für den Hausbrand sondern auch für andere insbes. industrielle Zwecke genügen dürften.-

Essen, den 30.Oktober 1945
Ku/Fb.-

BRENNSTOFF-TECHNIK
G.m.b.H.
(Kuhl) (Kunig)

Verzeichnis der Anlagen:

1) Skizze eines HT-Ofens für backende Feinkohlen
2) Versuchsanlage Delbrückschächte/Oberschlesien
3) Ausbeuteergebnisse " " " " " "
4) + 5) Beurteilung des Schwelkokses durch das Forschungslaboratorium des Bergbauvereins Essen
6) Versuchsanlage Gaswerk Berlin-Neukölln
7) Ausbeuteergebnisse " " " " "
8) Fotos verschiedener Koks " " " "
9) Beurteilung der gewonnenen Schwelteere durch das Forschungslaboratorium Prof.Dr.R.Heinze,Institut für Braunkohlen- und Mineralölforschung an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg
10) Fotos der Versuchsanlage zur Aufarbeitung von Schwelteeren Oranienburg bei Berlin
11) Destillationsverfahren
12) Waschverfahren
13) Summe der Pechanteile
14) Bildzeichnung der Anlage Marienau I und II

4) + 5) Beurteilung des Schwelkokses durch das Forschungslaboratorium des Bergbauvereins Essen

6) Versuchsanlage Gaswerk Berlin-Neukölln

7) Ausbeuteergebnisse " " " "

8) Fotos verschiedener Koksd. " " "

9) Beurteilung der gewonnenen Schwelteere durch das Forschungslaboratorium Prof.Dr.R.Heinze, Institut für Braunkohlen- und Mineralölforschung an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg

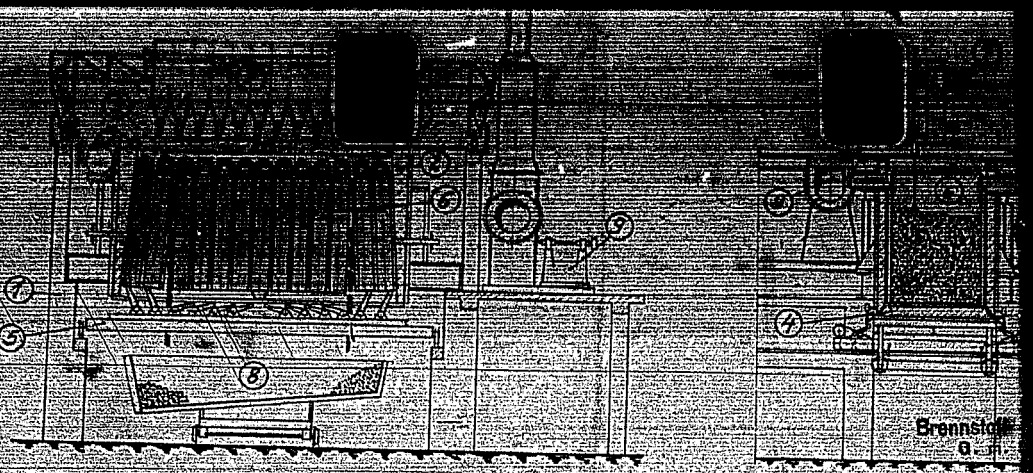
10) Fotos der Versuchsanlage zur Aufarbeitung von Schwelteeren Oranienburg bei Berlin

11) Destillationsverfahren

12) Waschverfahren

13) Summe der Fachanteile

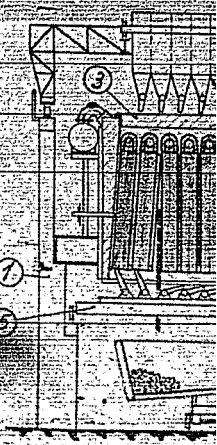
14) Bildzeichnung der Anlage Marienau I und II



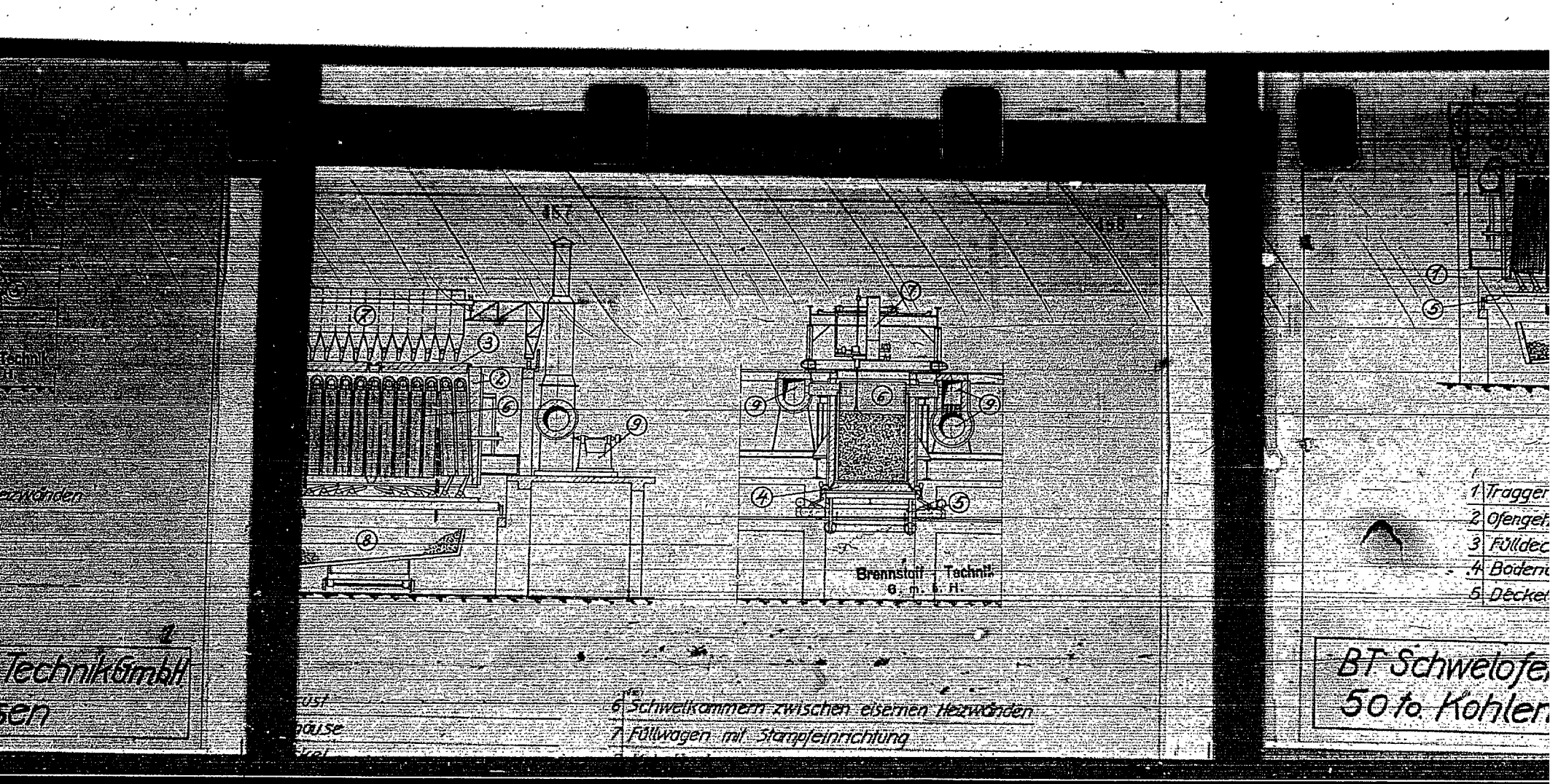
1. Traggerüst
2. Ofengehäuse
3. Fülldeckel
4. Bodendeckel
5. Deckelabhebekran und Spreizwagen
6. Schwelkammern zwischen eisernen
7. Füllwagen mit Stampfeinrichtung
8. Koksläschwagen
9. Umlaufheizung mit Ventilator

BT Schwelofen für backende Feinkohlen
50 to Kohlendurchsatz / 24 Stunden

Brennsto
E



1 Traggerüst
2 Ofengehäuse


I-I
II-II
Brennstoff-Technik
G. m. b. H.
6 Schwelkammern zwischen eisernen Heizwänden
7 Füllwagen mit Stampfeinrichtung
1. Tragger
2. Ofengeh
3. Fülldec
4. Boden
5. Decke
BT Schwelofe
50 to. Kohler

6 Schwelkammern zwischen eisernen Heizwänden
7 Füllwagen mit Stampfeinrichtung
8 Koklöschwagen
9 Umlaufheizung mit Ventilator

...en für backende Feinkohlen
...durchsatz / 24 Stunden

Brennstoff-Technik GmbH
Essen

1

Brennstoff-Technik

457

BRENNSTOFF-TECHNIK GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG ESSEN BORDHAUS STADT. SPARKASSE

Versuchs-Schwelanlage Delbrückschächte

der Preussag in Hindenburg OS.

Verein für die bergbaulichen Interessen, Essen

Friedrichstraße 2
Drahtwort: Bergbauverein Essen / Fernruf: Essen 30161 und 30281 / Fernschreiber: 8 57 Ruf 37

Brennstoff - Technik
G. m. b. H.

Brennstoff-Technik Gmvbvll.

E s s e n ,

Bürohaus Städt. Sparkasse.

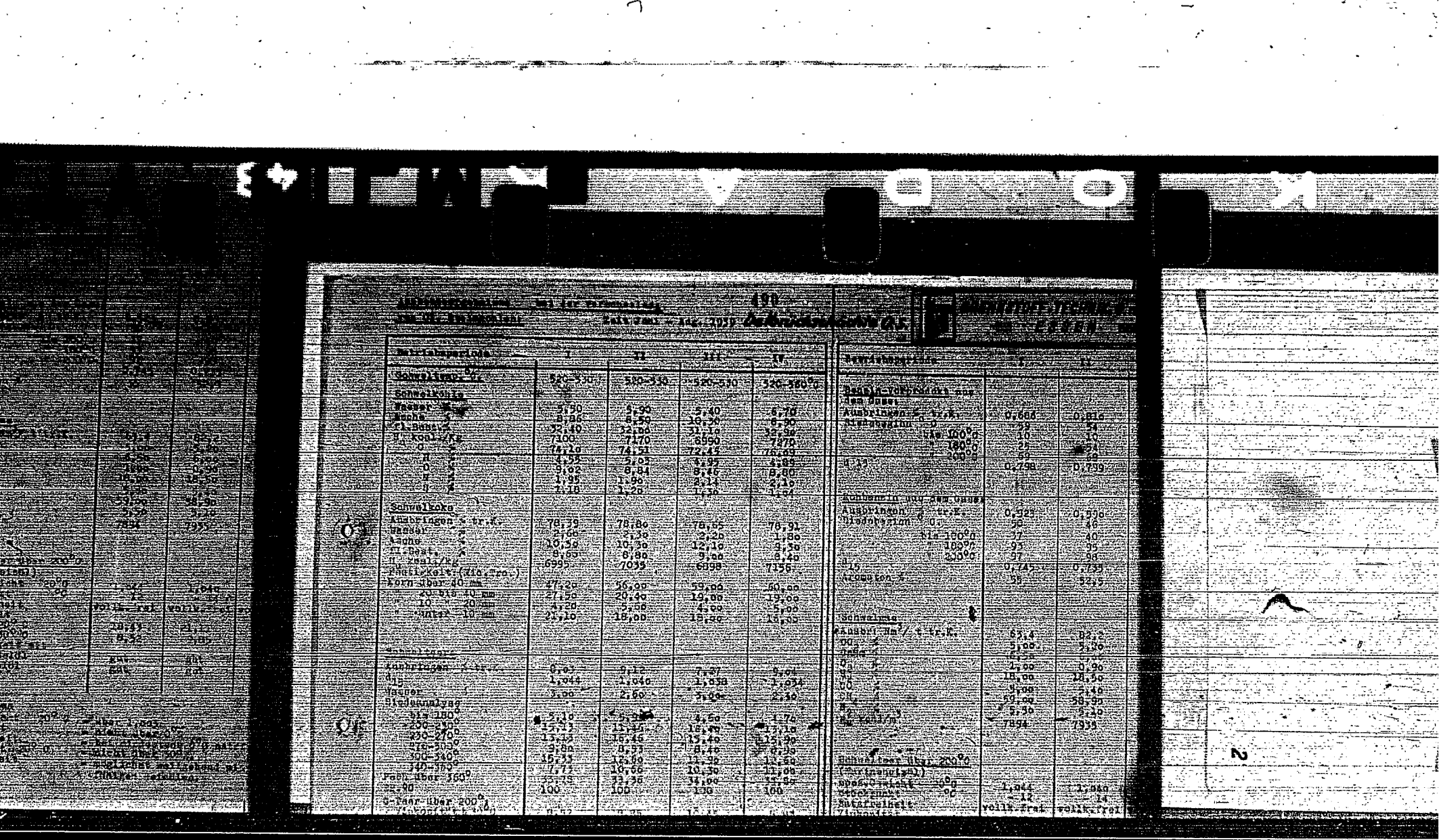
Ihre Zeichen — Ihre Nachricht vom — Unsere Zeichen T.B. KU/Kr Bochum, den 1.3.1939.

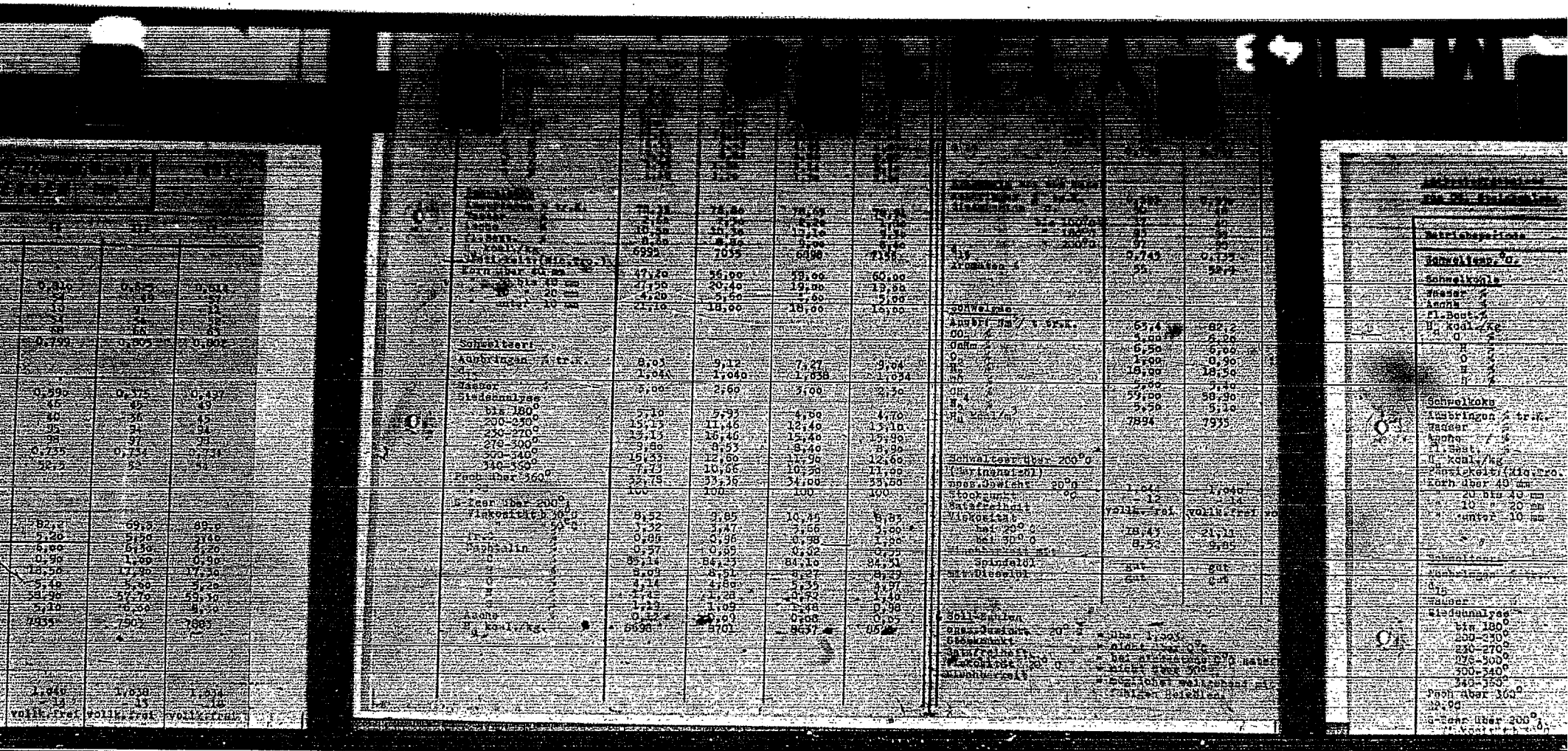
Betrifft: Trommelfestigkeitsprüfung von Schwelkoks. Herkunft: Oelkrischacht Hindenburg O.S.

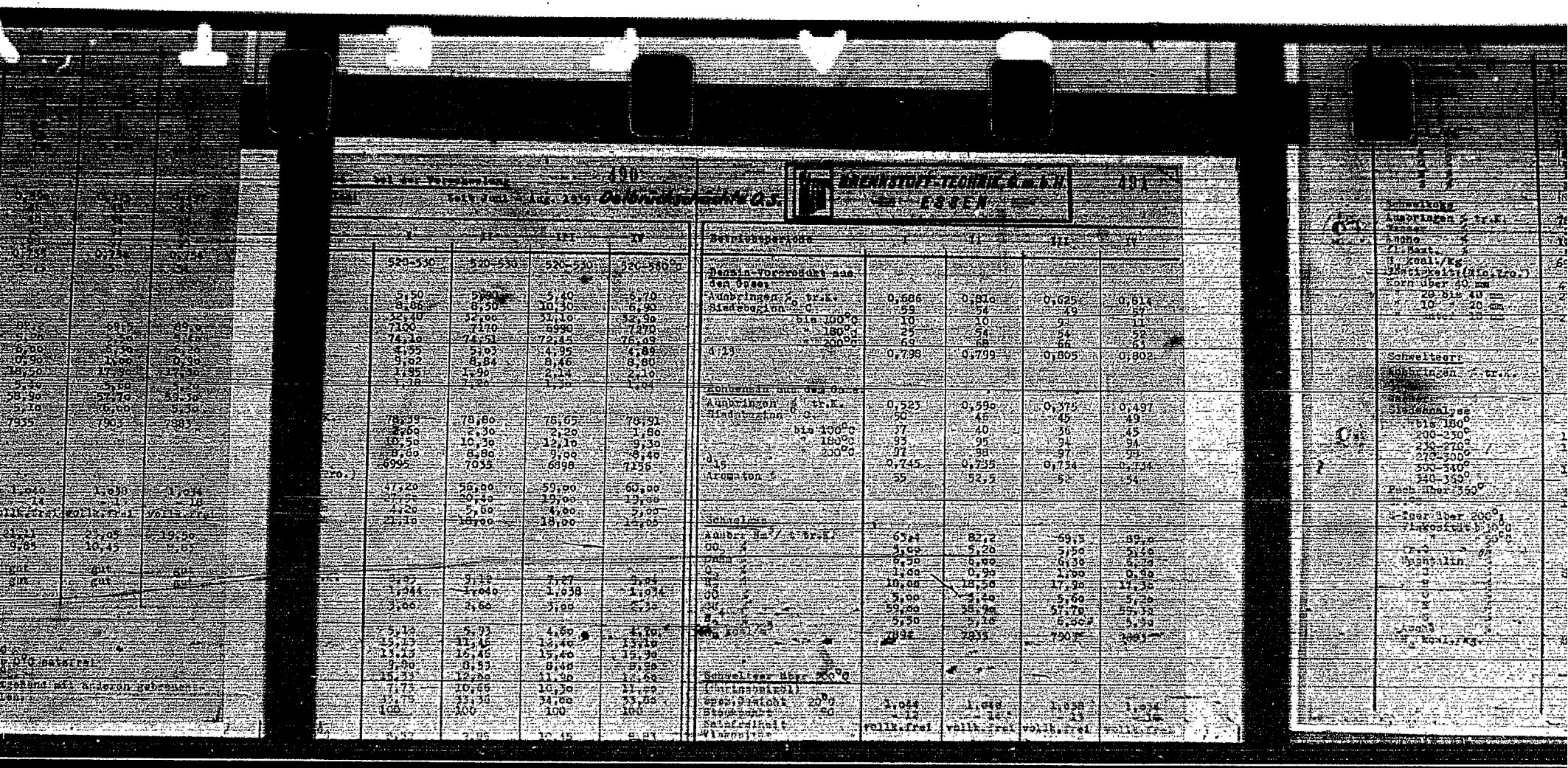
Wunschgemäss haben wir auch Ihre zweite eingesandte Probe nach unserem Laboratoriumsverfahren auf seine Abriebfestigkeit hin untersucht, wobei sich ergeben hat ein Festigkeitswert von 67,9 % über 10 mm bei einem Grusanfall von 27,7 % unter 1 mm. Gegenüber dem ersten Koks ist also der Grusanfall um 3 % gesunken, während die Festigkeit um 6 Punkte gestiegen ist. Dieses erscheint uns umso bemerkenswerter, als es natürlich leichter ist, eine hohe Punktsteigerung in der Festigkeit durch Verbesserungsmassnahmen bei einem ursprünglich schlechten Koks zu erzielen, während hier der an sich früher schon recht befriedigende Schwelkoks durch Ihr Vorgehen noch weiter erheblich verbessert werden konnte. Die Koksfestigkeit dieses Schwelkokses reicht dann etwa schon an diejenige von Hochtemperaturkoksen aus gasreichen Kohlen heran. Wir hoffen Ihnen mit diesen Angaben gedient zu haben und würden es begrüssen, wenn Sie uns über die Art dieser Verbesserungsmassnahmen gelegentlich unterrichten könnten. Inzwischen warten wir noch gern die Bereitstellung einer grösseren Menge für die Vornahme der Sturzfestigkeitsprüfung ab.

Glückauf und Heil Hitler
Verein für die bergbaulichen Interessen
Die Geschäftsführung:
I.V.

Verein für die bergbaulichen Interessen, Essen







Verein für die bergbaulichen Interessen, Essen 192

Brennstoff-Technik G. m. b. H.

Brennstoff-Technik Gmbh.

Essen,

Münchener Stadt. Sparkasse.

Verein für die bergbaulichen Interessen, Essen

Friedrichstraße 2
Drahtwort: Bergbauverein Essen / Fernruf: Essen 502 81 und 502 91 / Fernschreiber: 8 57 857

Brennstoff - Technik
G. m. b. H.

Antwort in dieser Angelegenheit erbeten an
Verein für die bergbaulichen Interessen,
Bochum, Viktoriastr. 45 (Telef. 60541 - 45).

Eingegangen
30. MRZ. 1939
Beantw.

Brennstoff-Technik G.m.b.H.,

E s s e n ,

Bürohaus Städtische Sparkasse.

Ihre Zeichen	Ihre Nachricht vom	Unser Zeichen	Bochum, den
		T.B. Kü/Kr	28.3.39.

Betreff:

Schwelkoksfestigkeitsprüfung zu Probe Nr. 130, / Schwel Koks Selbrück Schächte
Nachtrag zu J.Nr. 773/466.

Im Anschluss an unsere Schreiben vom 16.2. und 1.3.1939 kommen wir heute auf die inzwischen vorgenommene Untersuchung des fraglichen Schwelkokses nach dem Verfahren der Sturzfestigkeitsprüfung (shatter test) zurück, deren Einzelheiten aus dem anliegenden Berichtsnachtrag hervorgehen. Wir hatten uns schon in unserem letzten Schreiben günstig über die erstaunlich hohe Koksfestigkeit des vorliegenden Schwelkokses ausgesprochen, was sich nach dem jetzt vorliegenden Untersuchungsbefund widerum bestätigt. Um dieses klar herauszustellen, möchten wir Ihnen nachstehend einige Werte bekanntgeben, die nach Untersuchungen des Midland Coke Committee für shatter test-Werte verschiedner Hochtemperaturkokse gelten. Die Daten sind dem bekannten Werk von Mott - Wheeler entnommen.

shatter index	bezogen auf 50 mm	bezogen auf 40 mm
vorliegender Schwelkoks	92	96
Wales	94	97
Durham	86	93
Yorkshire I	77	89
" II	70	82
Saar	65	75
" Heinitz Spezialkoks	80	93

Hieraus geht also hervor, dass die Sturzfestigkeitswerte für den vorliegenden Schwelkoks zwischen Hochtemperaturkoks zwischen Durham und Wales stehen, was etwa bedeutet, dass sie

5a

Hochtemperaturkoksen von der Ruhrkohle gleichkommen. Der Schwelkoks ist also offensichtlich von besserer Qualität als etwa Hochtemperaturkoks aus Yorkshire oder etwa vom Saargebiet.

Auf die Trommelfestigkeit bezogen haben Yorkshire-Kokse eine Abriebsfestigkeit von 72 % über 40 mm, nach Mott-Wheeler wurden für oberschlesische Verhältnisse bei der Hochtemperaturverkokung ein ebenso hoher Wert bisher nur nach den Versuchen von Bönnemann erzielt, wenn man der oberschlesischen Kokskohle 15 % Schwelkoks beimengte. Ohne diesen Zusatz oder ohne Beimengung der bekannten Gleiwitzer Kohle liegen bekanntlich die Trommelfestigkeitswerte für oberschlesische Hochtemperaturkokse nur zwischen 50 und 60. In seinen Festigkeitseigenschaften ist also dieser jetzt vorliegende oberschlesische Schwelkoks zweifellos noch viel günstiger zu bewerten, als der bisher erzeugte oberschlesische Hochtemperaturkoks. Dieses bestätigt wieder unsere bisherigen Erfahrungen, dass die Schwelung oberschlesischer Kohlen festere Kokse liefert als die Verkokung. Wir verfehlen nicht, Sie zu diesen günstigen Ergebnissen zu beglückwünschen.

Wir benutzen die Gelegenheit Ihnen ferner unseren Bericht zu J.Nr. 781/466 zu übermitteln betreffend die Kohlenprobe Nr. 131 und 132, die nach dem vorliegenden Befund kohlenpetrographisch ganz verschieden zusammengesetzt sind, weshalb Sie sich auch schweltechnisch von einander völlig abweichend verhalten dürften. Wir hatten Ihnen diese Ergebnisse bereits am 13.d.Mts. fernmündlich mitgeteilt.

Wir hoffen Ihnen hiermit gedient zu haben.

Glückauf und Heil Hitler

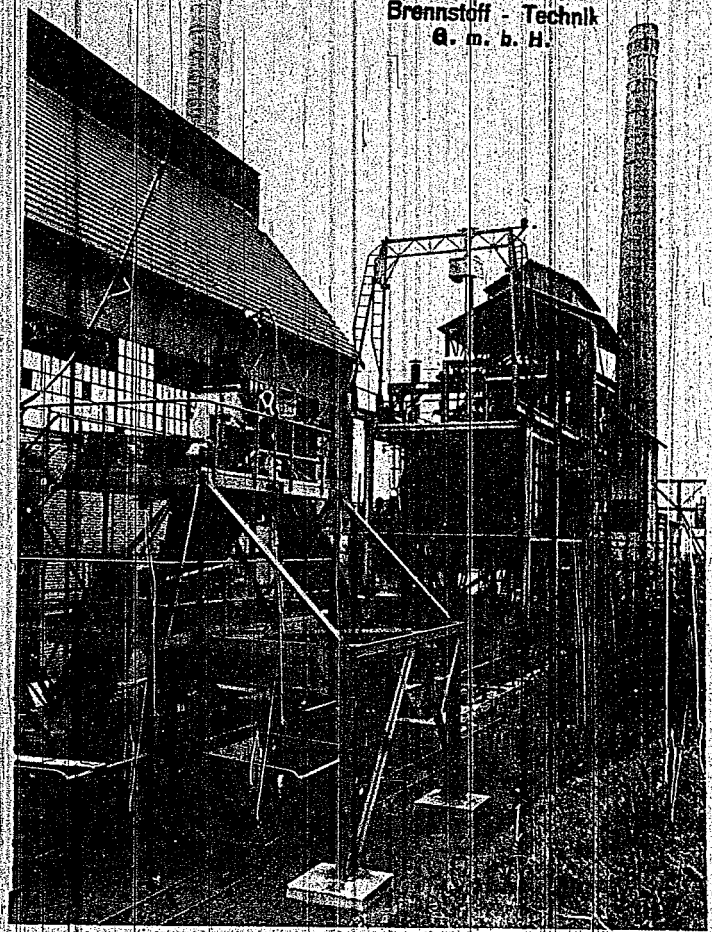
Verein für die bergbaulichen Interessen
Die Geschäftsführung:
I.V.

Bericht zu J.Nr. 781/466
" " " 773/466 (Nachtrag).

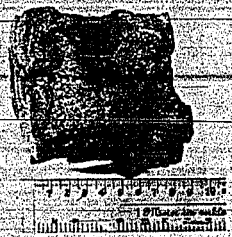
BRENNSTOFF-TECHNIK GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG ESSEN BERGHAUS STADT. SPARKASSE

Versuche-Schwelanlage Gaswerk Neukölln

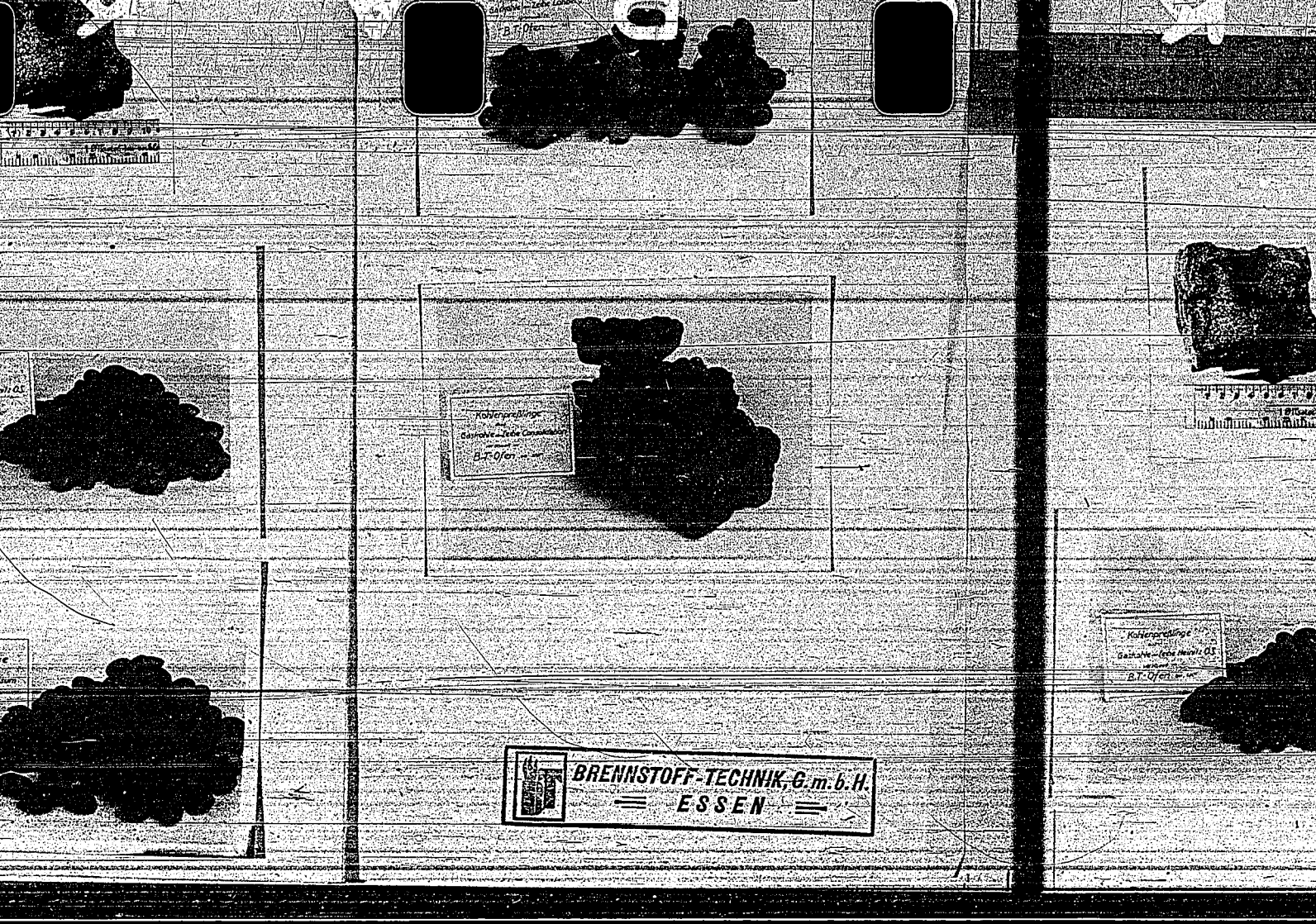
der Berliner Gaswerke, Berlin



498



499


BRENNSTOFF-TECHNIK, G.m.b.H.
ESSEN

BRENNSTOFF-TECHNIK GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG ESSEN GIROKONTO STADT. SPARKASSE

Auszug aus einem Gutachten

betreffend Verwendung von Derivaten aus Steinkohlen-Schwelteer als Dieselkraftstoff für schnellaufende Motoren,

erstattet von Herrn Prof.Dr.R. H e i n s e, Institut für Braunkohlen- und Mineralölforschung an der TH.Berlin-Charlottenburg.

Das Gutachten bezieht sich auf die Prüfung von Dieselkraftstoffen auf ihre motorischen Eigenschaften und ihre Verwendungsfähigkeit in schnellaufenden Motoren. Die von Herrn Dipl.-Chemiker Dr. H a n s e n im Forschungslabor der Byk-Guldenwerke hergestellten Dieselkraftstoffe stammen aus Schwelteeren, die aus den BT-Schwelanlagen der Preussag, Hindenburg O/S., und der Berliner Gaswerke, Berlin, gewonnen wurden.

Es wurde gefunden, dass diese Dieselkraftstoffe eine für Steinkohlenteer-Derivate unerwartet hohe Zündwilligkeit besitzen und in ihren sonstigen Eigenschaften den Anforderungen an Dieselkraftstoffen anderer Herkunft genügen.

Auf die Güte dieser Dieselkraftstoffe hat offenbar die temperaturmässige Beherrschung des Schwelvorganges einen wesentlichen Einfluss. Eine solche schonende Wärmebehandlung des Schwelgutes wird offenbar durch das Schwelverfahren der Brennstoff-Technik G.m.b.H. gewährleistet.

Die Herstellung von Steinkohlenschwelteeren auf Grund einer besonderen Einstellung der Schwelbedingungen zwecks Gewinnung zündwilliger Dieselkraftstoffe stellt daher technisch etwas vollkommen Neues und in seiner Wirkung Überraschendes dar.

Es ist daher möglich, diese Kraftstoffe durch Vermischen mit 20 - 25% Kogasin II der Ruhrchemie A.G. aus der Fischer-Tropsch-Synthese auch bezüglich der Zündwilligkeit vollkommen typgerecht zu verschneiden.

- 2 -

Zusammenfassung.

Die mir von den Byk-Guldenwerken übergebenen Dieselkraftstoffe aus Steinkohlenschwelteer haben eine unerwartet hohe und daher überraschende Zündwilligkeit. Damit erdffnet sich ein vollkommen neues Gebiet in Deutschland für die ausserordentlich wichtige Versorgung mit Dieselkraftstoffen für schnellaufende Maschinen; denn es ist möglich, durch Vermischen mit anderen hochwertigen Dieselkraftstoffen, deren Zündwilligkeit wesentlich oberhalb der z.Z. geforderten liegt, die Basis der Versorgung Deutschlands mit Dieselkraftstoffen aus Steinkohlenschwelteeren erheblich zu verbreitern.

gez. Heinze
(Prof. Dr. R. Heinze)

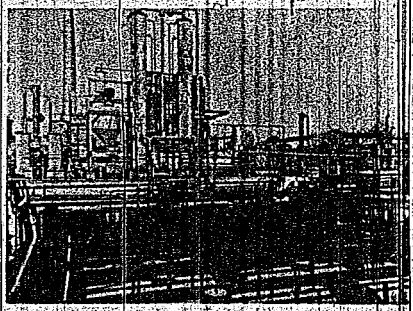
Charlottenburg, den 4.3.1940

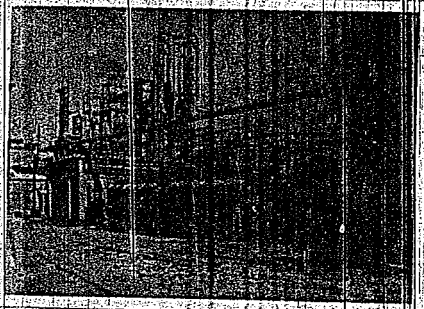
96

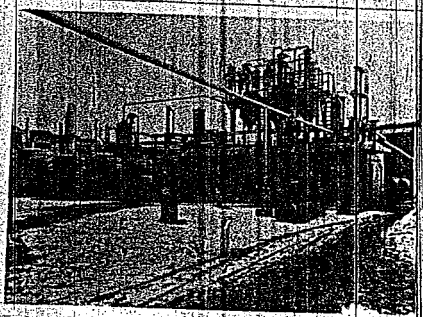
BRENNSTOFF-TECHNIK GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG ESSEN BÜROHAUS STADT. SPARKASSE

Versuchsanlage zur Aufarbeitung von Schwelteer

Oranienburg bei Berlin



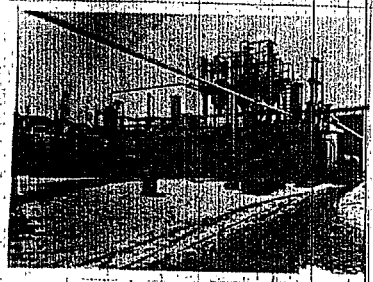




G/0419

10

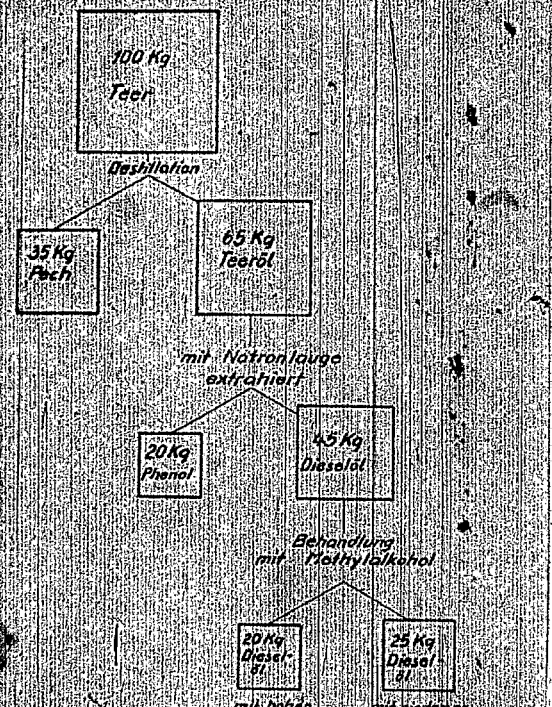
Destillationsverfahren



10

503

Destillationsverfahren

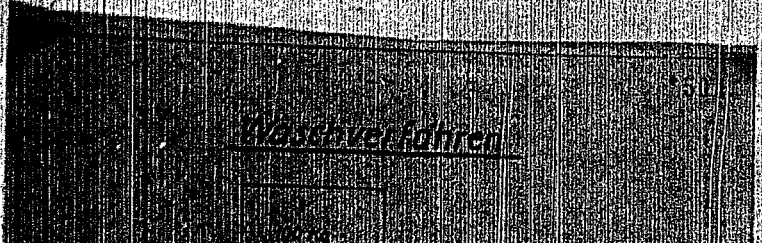


11

Verarbeitung v. Steinkohlen-Schwelteer nach dem Verfahren d. Byk-Gulden Werke Chemische Fabrik A.G.

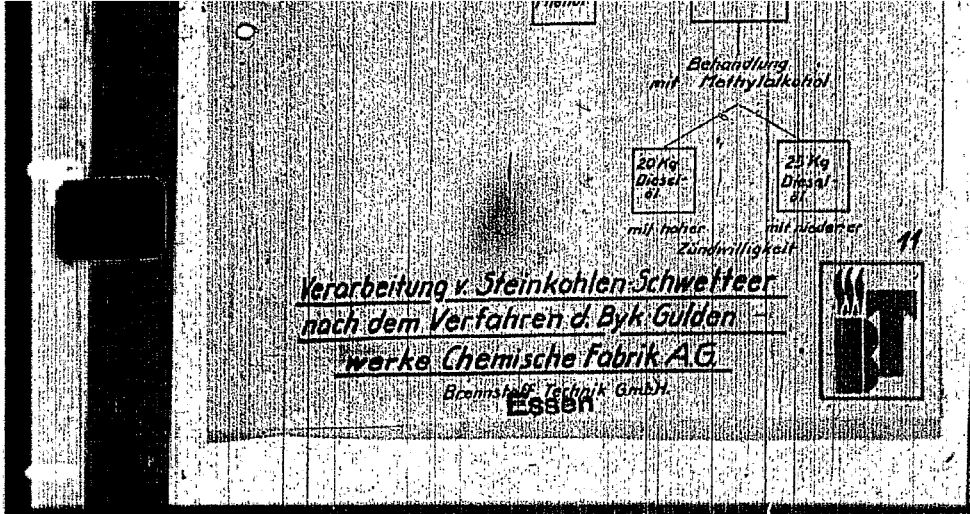
Zentrale: Technik GmbH.

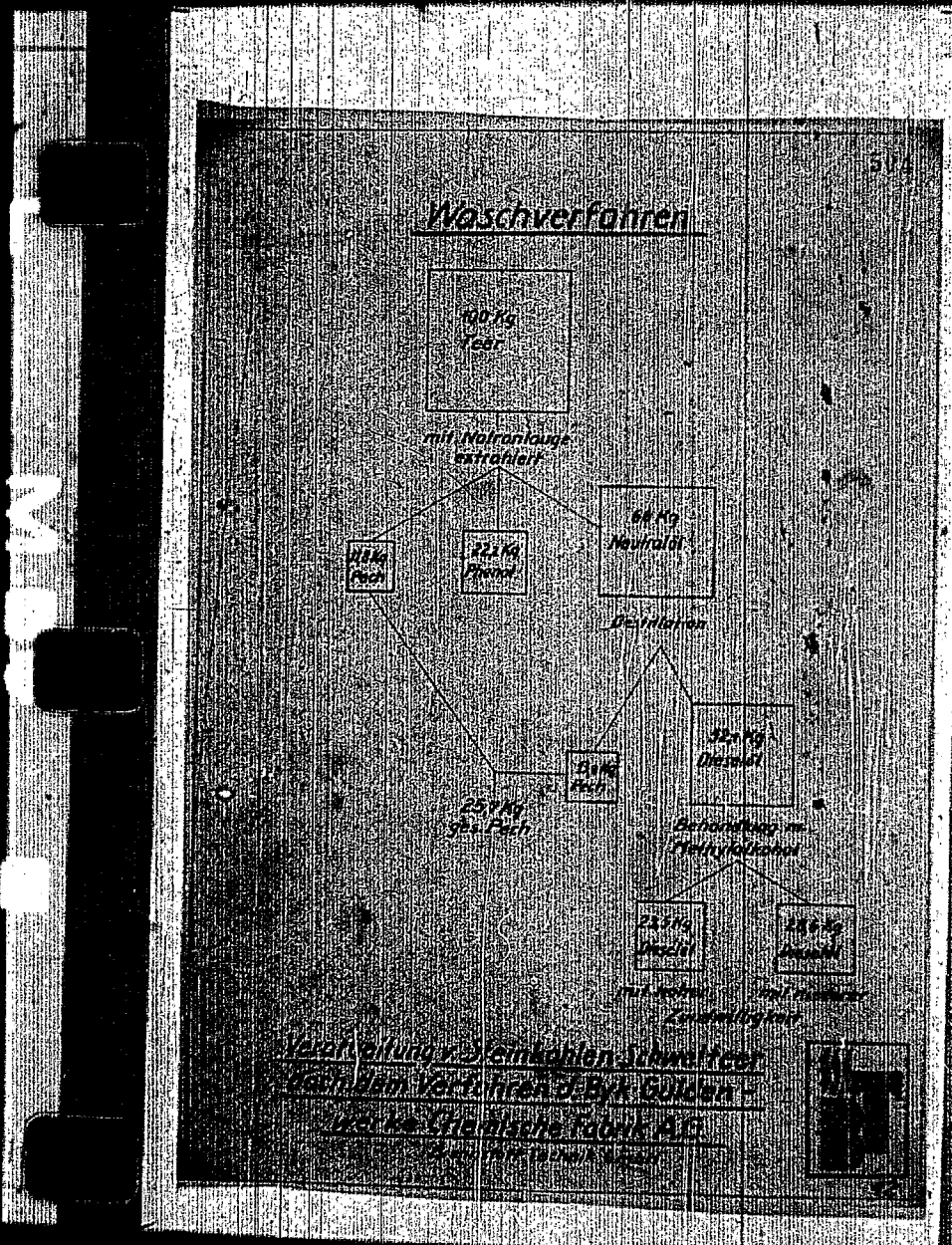
Essen

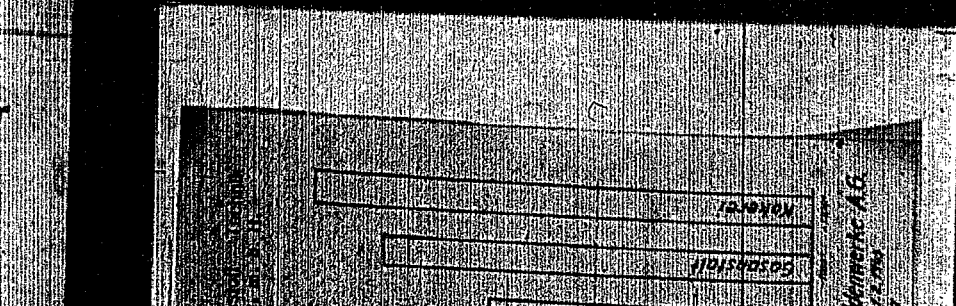


50

Wasserverfahren

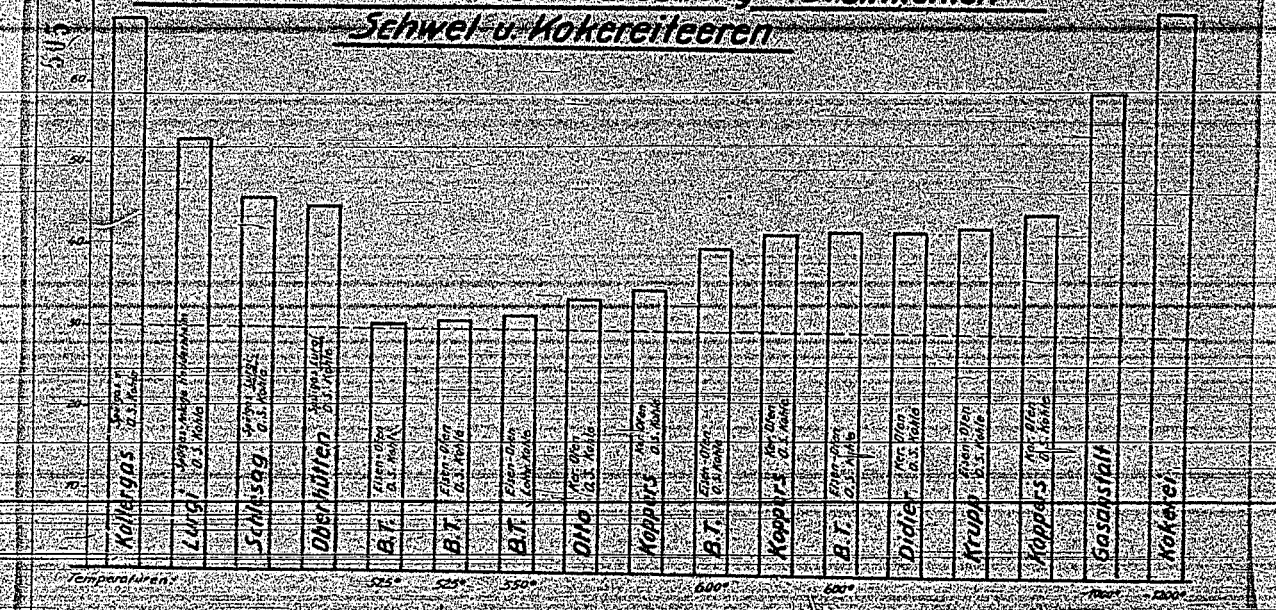

Behandlung mit Methylalkohol
20 Kg Dieselöl
mit hoher Zündwilligkeit
25 Kg Dieselöl
mit niederer
11
Verarbeitung v. Steinkohlen-Schwelteer nach dem Verfahren d. Byk Gulden werke Chemische Fabrik A.G.
Brennstoff-Technik GmbH
Essen


514
Waschverfahren
100 Kg Teer
mit Natronlauge extrahiert
64 Kg Neutralöl
Destillation
Behandlung mit Methylalkohol
mit niederer
Verarbeitung v. Steinkohlen-Schwelteer nach dem Verfahren d. Byk Gulden werke Chemische Fabrik A.G.


Gewerkschaft
Hamborn AG

Brennstoff – Technik
G. m. b. H.

Gesamt-Pechanfall b.d. Aufarbeitung v. Steinkohlen – Schwel- u. Kokereiteeren



Byk-Guldenwerke A.G.
Oranienburg 1.2.1945

107

505

Gesamt-Pechantail b.o

Schwel u.

Kellerbau

Lavol

Sandsog

Oberbolica

B.T.

B.T.

B.T.

506

BRENNSTOFFTECHNIK
ESSEN

TITLE PAGE

III. Documents concerning low temperature carbonisation, low temperature tar and pressure gasification of solid fuels with oxygen. From Lurgi Frankfurt am Main

1. "Recent Developments of Low Temperature Carbonization of Solid Fuel in Germany" by Dr. F. A. Oetken. Reprinted from Engineering Progress October 1936.

Frame Nos. 507 - 513

TITLE PAGE

III. Documents concerning low temperature carbonisation, low temperature tar and pressure gasification of solid fuels with oxygen. Lurgi, Frankfurt am Main

1. "Recent Developments of Low Temperature Carbonization of Solid Fuel in Germany" by Dr. F. A. Ostten. Reprinted from Engineering Progress October 1936.

Frame Nos. 507 - 513

Reprinted from Engineering Progress, October 1926
by Progressus International Engineering Publishers, Berlin W 9

Recent Developments of Low-Temperature Carbonization of Solid Fuels in Germany[1]

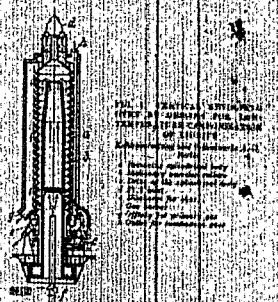
ONE of the most important problems to be solved in connection with the provision of basic materials for Germany is to cover the requirements of mineral oils. Several new processes for the manufacture of mineral oils from solid fuels are at present being introduced on a large scale, in order to reduce our dependence on foreign countries in this respect. Of these processes, the low-temperature carbonization of solid fuels is to be considered here, and its modern development as well as its importance for the German market of mineral oils are to be reviewed in the following.

The low-temperature carbonization of fuels represents a process of dry distillation at temperatures between 450 to 550 deg. C. (840 to 1,020 deg. F.). By normal carbonization in gas-works or coke ovens twice as high a temperature is applied causing a heavy decomposition of the primary compounds expelled from the coal with a consequently much higher yield of gas and a very hard coke. By low-temperature carbonization within the above-mentioned range of temperatures the primary products are largely preserved so that a high yield of oils and a low yield of gas is obtained, while the residual semi-coke is much softer than normal but at the same time possesses a higher reactivity.

To carry out the process, the fuels must first be artificially dried, the temperature being subsequently raised by gentle heating to the required height while avoiding overheating, which would cause decomposition of the tar vapours. The transfer of the heat to the fuel is effected in two different ways, viz., direct transfer by means of circulating gases serving as heat-carriers and indirect transfer through a wall which forms a partition between the fuel charge and the heating gases.

The older industry of low-temperature carbonization in Scotland and in Germany employed indirectly heated retorts only. Examples of these are the Scottish oil-shale retorts and the Roëll ovens for German lignite. Both these types are still in operation in large numbers, although new plants employing these ovens are no longer built. Between these old oven types with a daily throughput from 2 to 10 tons of fuel as a maximum, and the modern large-capacity low-temperature carbonization ovens having a daily throughput of several hundred tons of fuel, a very large number of oven constructions has been developed, of which the majority has never got beyond the trial stage. The failure of these numerous attempts must be attributed to the fact that the special properties of the fuels to be treated, as well as those of the products produced, and further the question of the most suitable materials for the construction of these ovens had not sufficiently been taken into consideration.

It should, for instance, be remembered that in Germany for quite a number of years the revolving retort was considered the ideal low-temperature carbonization oven for the treatment of true coal, lignite, and shales. The revolving retort, however, is not a suitable construction for the treatment of these fuels, because in carbonizing true coal, a contraction under certain pressure must be effected for the purpose of producing a solid and dense semi-coke from a coal having a tendency to swell and to form large pores during low-temperature carbonization. Since lignite and oil shale, on the other hand, have a strong inclination to develop dust, they must as far as possible be treated in stationary charges, so that the tar expelled will not be contaminated with dust and thereby renders its further treatment a very difficult if not impossible task. By the revolving retort these requirements could not be met at all, and the use of these ovens for low-temperature carbonization was doomed to failure from the very outset.



Construction of Principal Low-Temperature Carbonization Ovens

In reviewing the constructional development of the low-temperature carbonization ovens, the majority of types can be left out of consideration, since they have been unable to comply with the requirements of practical operation. Thus we shall confine ourselves to a description of those oven constructions which have been introduced in large numbers in Germany and abroad and give an idea of their principal design.

Low-Temperature Carbonization Ovens for Lignite (Brown Coal)

In Germany, chiefly brown coal is subjected to low-temperature carbonization, and large sites on the bituminous lignite deposits in Central Germany two new types of ovens have been introduced during the years immediately following the War, viz., the indirectly heated oven by Geissen and the oven of the Lurgi type, in which circulating gases penetrate the charge as heat carriers. The Geissen oven, shown in section in Fig. 1, is characterized by the following features: heating the lignite dried to about 15 per

[1] Abridged translation from the German by M. Graf, A. Gentner Verl., Publisher/Stuttgart. Author's lecture delivered at the Vereins deutscher Ingenieure at Hannover on May 27, 1926 (reproduced in German in the special issue, "75 Vdi-Hauptversammlung Hannover 1926 am 23.25.26 Mai 1926 im Verein deutscher Ingenieure," p. 64. Publisher: Vdi-Verlag G. m. b. H., Berlin.

a daily throughput of several hundred tons of fuel, a very large number of oven constructions has been developed, of which the majority has never got beyond the trial stage. The failure of these numerous attempts must be attributed to the fact that the special properties of the fuels to be treated, as well as those of the products produced, and further the question of the most suitable materials for the construction of these ovens had not sufficiently been taken into consideration.

It should, for instance, be remembered that in Germany in quite a number of years the revolving retort was considered the ideal low-temperature carbonization oven like the treatment of true coal, lignite, and shales. The revolving retort, however, is not a suitable construction for

[1] A number of these coal by W. Duo, F. A. Gerber & Co., Frankfurt/Main, before the Institution of Gas Engineers, London, May, 1928. Further information on these ovens is found in German in the "Gas- und Wasserfach," Munich, 1928, and in the "Journal für Gasbeleuchtung," Munich, 1928 and in the Proc. of the Institution of Gas Engineers, London, 1928. See also "Low-Temperature Carbonisation and Hydrogenation," p. 61. (Published G. Allen & Unwin, Ltd., London.)

types can be left out of consideration, since they have been unable to comply with the necessities of practical operation. Thus we shall confine ourselves to a description of those oven constructions which have been introduced in large numbers in Germany and abroad and give an idea of their principal design.

Low-Temperature Carbonization Ovens for Lignite (Brown Coal)

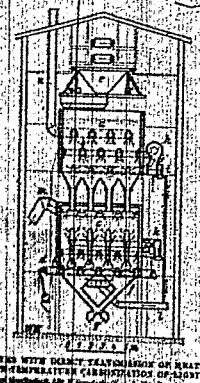
In Germany, chiefly brown coal is subjected to low-temperature carbonization, and based upon the bituminous lignite deposits in Central Germany two new types of ovens have been introduced during the years immediately following the War, viz. the indirectly heated oven by Goissen and the oven of the Lurgi Co. in which circulating gases penetrate the charge as heat carriers. The Goissen oven, shown in section in Fig. 1, is characterised by the following features: heating the lignite (dried to about 15 per

cent of water in an independent dryer) in an oven with an internal vertical revolving cylinder of a special iron alloy, which causes a continuous turning of the pieces of fuel as they pass down in a thin layer; and immediate withdrawal of the low-temperature carbonization products from the moving layer of fuel. More than thirty units of Goissen ovens, each having a daily capacity of about 150 tons (based on crude lignite with 50 per cent water), have been erected in Germany. The largest plants of this type are coupled with power stations.

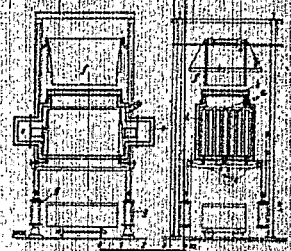
The low-temperature carbonization oven by the Lurgi, shown in section in Fig. 2, has the following features: Subdivision of the operation inside of the oven into three distinct zones: (1) complete drying of the fuel, (2) low-temperature carbonization, and (3) cooling of the semi-coke. An even effect of the low-temperature carbonization is secured by a very uniform distribution of the heat-carrying gases over the whole square sectional area of the oven, which is vertically subdivided into two shafts and by preventing the fuel from separating into particular sizes. Only heat-resisting materials are used for the construction of those parts where higher temperatures are applied. Forty Lurgi ovens, each having a daily capacity of 500 to 600 tons (based on raw brown coal) are in operation or under construction in Germany, and further fifteen ovens have been erected abroad.

The Lurgi oven plays a prominent part in the provision of oil and gas for Germany, and it is justified to dwell briefly upon the points which were mainly responsible for its introduction.

The initial complete drying of the fuel very much eases the subsequent low-temperature carbonization and



FIGS. 3 AND 4. LOW-TEMPERATURE CARBONIZATION OVENS WITH DIRECT TRANSMISSION OF HEAT FOR THE LOW-TEMPERATURE CARBONIZATION OF LIGNITE.



FIGS. 5 AND 6. LOW-TEMPERATURE CARBONIZATION OVENS FOR TRUE COAL BY KRUPP.

as the same time considerably reduces the amount of obnoxious effluents. The reduction of the heat requirements in the low-temperature carbonization zone permits employing low velocities of the heat-carrying gases, and these can be recovered with very low contents of dust and water. The recovery of the larger portion of the available heat of the semi-coke and the utilization of the waste gases leaving the drying zone down to the point of saturation effect a very low total consumption of heat for the low-temperature carbonization in this oven. By avoiding the application of movable parts inside of the oven and by an exclusive use of ceramic materials in the zone of high temperatures, a long life of these ovens is assured.

Low-Temperature Ovens for True Coal

Compared with lignite, Germany has taken less interest in the low-temperature carbonization of true coal. Only quite recently has a more lively development been noticeable. So far, low-temperature carbonization of true coal has been developed mainly in England. In England, the want for a smokeless burning fuel suitable for use in the open domestic grates has given the impetus to the introduction of such processes, while in Germany the abundance of fuels suitable for domestic use and the absence of open fireplaces has retarded this development. Several indirectly heated low-temperature carbonization ovens have been introduced in England for the treatment of true coal, and of these the ovens of the Coalite Co. are most extensively used. The Coalite process has been described in the technical press so frequently that the details can be assumed to be known and need not be repeated here.

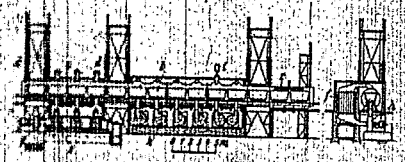
The new development in Germany is based on quite similar principles, and two processes have been introduced, viz. one by Messrs. Fried. Krupp and the other by the Gesellschaft für Brennstoffchnik both at Essen. In both of these processes externally heated chambers are used made of steel plates of rectangular shape. They are protected against local overheating by a special construction of the heating arrangement. Extensive trials carried out at the Krupp works have shown that steel is quite suitable for the construction of such ovens if operated continuously, provided the temperature applied does

using circulating gases for a direct transfer of heat to the fuel has met with great success. For lignite also the indirectly heated rotating retorts have been applied in practice. For the low-temperature carbonization of true coal, a final solution of this problem has presumably been found in the externally heated vertical-cell ovens allowing of perfect adjustment of temperature.

Developments in Relation to the Coke Problem

Though there is an abundance of bituminous lignite deposits in Germany the low-temperature carbonization industry has been hampered

...and stirred 600 to 650 deg. C. (1,100 to 1,200 deg. F.). In the low-temperature carbonization oven by Krupp, shown in two sections in Figs. 3 and 4, this is accomplished by supplying a heating arrangement of circulating combustion gases by which the temperatures can be accurately adjusted. By a suitable circulation of the heating gases around the coke-mixing the charge, and which slightly taper towards the end, a uniform carbonization of the coal-charge is effected. The coal is converted into semi-coke within about 6 to 8 hours, and on opening the bottom door the contents drop out of the cells. Six to eight cells form one group, with a daily throughput of 12 to 15 tons of coal. Such groups are erected in rows like coke ovens to form batteries of large capacity. Two such plants of Krupp ovens, each having a daily capacity of 50 tons of coal are operating successfully, one in the Ruhr and the other in the Saar district.



Low-Temperature Carbonization Ovens for Oil Shale

Apart from lignite and true coal the utilisation of bituminous shale, clay or chalk is gaining importance. The greatest progress in the development can be noted in Estonia where the low-temperature carbonization tunnel oven of the Estonian Shale-Oil Company has been very successfully introduced. A drawing of the oven is reproduced in Fig. 5. The low-temperature carbonization of oil shale is conducted with difficulties if the shale is in a highly pulverulent condition, because the shale will assume a plastic state, while being heated. These conditions are anticipated by the construction of the Estonian tunnel oven in which the shale is subjected to low-temperature carbonization in stationary charges placed in travelling wagonets which are penetrated by circulating gases serving as heat carriers. The primary gas from the oven is used to prepare the heat carrier, which penetrates the wagonets in series. In order to reduce the heat consumption of the low-temperature carbonization zone, the wagonets first pass through a separate drying zone which is also directly heated by circulating gases. The process of heating up the circulating gases is of particular interest. It is effected in separate burners which, on their outside, are subjected to the heat of combustion gases from a furnace fired with a low-grade shale. By propelling these heating gases in the way of a chimney, overheating of the tubular heaters is prevented. Four such tunnel ovens are operated in common, each unit having a daily throughput of 250 to 300 tons of shale.

In summing up the impressions about the low-temperature carbonization processes so far introduced in large numbers, the following conclusions can be drawn:—

Of the multitude of variations of low-temperature carbonization processes, only few have proved to be really practicable. For lignite and oil shale the process using circulating gases for a direct transfer of heat to the fuel has met with great success. For lignite also the indirectly heated vertical cylindric retorts have been applied in numbers. For the low-temperature carbonization of true coal, a final solution of the problem has presumably been found in the externally heated vertical-cell ovens allowing of perfect adjustment of temperature.

Developments in Relation to the Coke Problem

Though there is an abundance of bituminous lignite deposits in Germany, the low-temperature carbonization industry has been hampered in its further extension by several circumstances, of which the marketing of the semi-coke is the most prominent one. Fuel is valued on the market not only on the strength of its potential heating power but in an equal measure by its physical condition. The low-temperature carbonization of lignite yields a

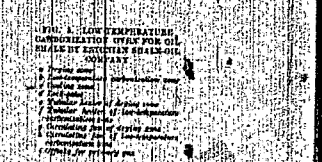


FIG. 5. LOW-TEMPERATURE CARBONIZATION OVEN FOR OIL SHALE BY ESTONIAN SHALE-OIL COMPANY

semi-coke, or char, high in calorific value, but small-grained or of brittle condition. Such coke, or char, has a certain market for domestic use in special stoves, but this market cannot be extended.

To solve the semi-coke problem, new ways had therefore to be found with a view to extending its use, (1) by endeavours to find new markets for the semi-coke and (2) by improving its physical condition.

Lignite Semi-Coke for Boilers

A new development has commenced with the tendency to keep the semi-coke manufactured in all new low-temperature carbonization plants away from the open market and to utilize it in the boiler house of a power station coupled with the low-temperature carbonization plant. For this purpose, new boiler furnaces had to be constructed capable of effecting good combustion of the small-grained semi-coke. The zone-travelling grate with forced draught, the pulverized-fuel furnace, the adaptation of powdered-fuel furnaces to this coke, and finally the development of a universally applicable powdered-fuel firing arrangement: all these have helped to overcome the difficulties. These types of furnaces and grates permit the combustion with high efficiency of any semi-coke. This development, proceeding apace with an increase in the capacity of the low-temperature carbonization ovens, and at the same time the reduction of the operating costs of the low-temperature carbonization plants, paved the way for coupling low-temperature carbonization plants with the boiler plants of power houses.

Since the power stations demand a cheap fuel, which, based upon its potential heat value, must not be more expensive than the available fuel in the raw state, this development can count on success only if the mine, the low-temperature carbonization plant and the boiler house work in close co-operation, with the aim to reduce

FIG. 6. BRIQUETTES FROM DIFFERENT PROCESSES

of primary importance for the low-temperature carbonization of geologically young fuels, because by improving the physical properties a higher price will be obtainable for the semi-coke, and the result is a reduction of the manufacturing costs. A primary aim of improvement of the physical properties of semi-coking semi-coke can be effected by briquetting it, using pitch or similar material as a binder. This process is applicable only under special circumstances, since the costs of briquetting and of the binder increase the price of the final product to an extent that such fuel cannot compete on the market.

Efforts have therefore been made to improve the physical quality of the semi-coke from German lignite by liquefying the lignite before subjecting it to low-temperature carbonization. Fig. 6 offers a comparison of

temperature carbonization zone, the vapours then pass through a separate drying zone which is also directly heated by circulating gases. The process of heating up the circulating gases is of particular interest. It is effected in tubular heaters which, on their outside, are subjected to the heat of combustion gases from a furnace fired with a low-grade shale. By propelling these heating gases in the way of a circuit, overheating of the tubular heaters is prevented. Four such tunnel ovens are operated in Estonia, each unit having a daily throughput of 250 to 300 tons of shale.

In summing up the impressions about the low-temperature carbonization-oven types so far introduced in large numbers, the following conclusions can be drawn:

Of the multitude of inventions of low-temperature carbonization processes, only few have proved to be really practicable. For lignite and oil shale the process

powdered-fuel furnaces; in this case, and finally, the development of a universally applicable powdered-fuel firing arrangement; all these have helped to overcome the difficulties. These types of furnaces and grates permit the combustion with high efficiency of any semi-coke. This development, proceeding apace with an increase in the capacity of the low-temperature carbonization ovens, and at the same time the reduction of the operating costs of the low-temperature carbonization plants, paved the way for coupling low-temperature carbonization plants with the boiler plants of power houses.

Since the power stations demand a cheap fuel, which, based upon its potential heat value, must not be more expensive than the available fuel in the raw states this development can count on success only if the mine, the low-temperature carbonization plant and the boiler house work in close co-operation, with the aim to reduce

FIG. 6. LIGNITE SEMI-COKE FROM DIFFERENT PROCESSES
On the left, coke from raw lignite.
In the middle, semi-coke from briquetted lignite.
On the right, lumpy lignite coke of uniform size.

the costs all round so as to create the basis for an economically sound operation. That means that a satisfactory development along those lines can be expected only in the case of large mines working in conjunction with large power stations. The operation and construction of several plants operating under these conditions with German lignite has proved that this combination is quite feasible.

Lignite Semi-Coke in the Chemical Industry

Parallel with the introduction of lignite semi-coke into the boiler houses of power stations, processes have been worked out for using the fuel for the manufacture of producer gas, water gas, and gas for synthesis. Suitable producers for converting this semi-coke into producer gas have been developed. Of particular interest is the construction of water-gas producers which, per unit, are capable of a daily throughput of 300 to 500 tons of this small-grained fuel. In the first place, the producer by Winkler, of the I. G. Farbenindustrie A.-G., must be mentioned in this connection. In the shaft of this producer type, the small-grained fuel is kept in suspension by the gasifying medium, which consists of steam and oxygen introduced under high pressure and velocity. The lignite char having a grain size of 1 to 3 mm. (0.04 to 0.12 in.) is a very suitable fuel for such producers. Huge quantities of lignite char are gasified in these producers, which supply the necessary water gas for the synthesis of petrol by hydrogenation.

Further possibilities in this direction are offered by the Lurgi high-pressure gasifying process for the manufacture of water gas or town gas. In this process also, a small-grained fuel is gasified in a producer by applying steam and oxygen at a pressure of 10 to 20 atmos. (140 to 280 lb. per sq. in.). Successful trials carried out with lignite char have proved that the process is adaptable to this purpose. In this way, the chemical industry offers additional possibilities for the consumption of lignite char. These new gasifying processes have the advantage of a high throughput per unit, low operating costs and of being adaptable to the consumption of small-grained fuels. Just as in the case of the combination of low-temperature carbonization plants with power houses, the utilization of these gasification processes also is dependent upon very large capacity plants. Also in this latter case the price of the char must not exceed the price of the lignite if both are based on their calorific value.

Improving the Physical Properties of Semi-Coke from Young Fuels

The third line of development, going parallel with the two which have already been mentioned, has for its aim to produce a lumpy semi-coke particularly from German lignite. This development, which is to assure the introduction of this fuel into households and industry, will be

of primary importance for the low-temperature carbonization of geologically young fuels, because by improving the physical properties, a higher price will be obtainable for the semi-coke, and this will result in a reduction of the manufacturing costs of the primary tar. An improvement of the physical properties of small-grained semi-coke can be effected by briquetting it, using pitch or similar materials as a binder. This process is applicable only under special circumstances, since the costs of briquetting and of the binder increase the price of the final product so much that this fuel could not compete on the market.

Efforts have therefore been made to improve the physical quality of the semi-coke from German lignite by briquetting the lignite before subjecting it to low-temperature carbonization. Fig. 6 offers a comparison of three kinds of semi-coke of different quality. On the left of Fig. 6 is shown normal lignite char, in the middle semi-coke from normally briquetted lignite, and in the right is shown the new lumpy semi-coke from lignite in the shape of briquettes. Already the semi-coke in the middle of Fig. 6 indicates a considerable improvement in the physical properties in comparison with the char on the left. This development has, however, come to a certain termination owing to recent work which enables a lignite semi-coke to be produced in the shape of briquettes, such as is shown on the right in Fig. 6.

By this improved Lurgi-Krupp process, which has recently been applied in two newly constructed plants, the lignite to be subjected to low-temperature carbonization is first artificially dried to a water content of 6 to 8 per cent, its grain being reduced at the same time to the size of a powder. The dried powder is cooled and subjected to briquetting, a pressure of about 2,500 atmos. (35,000 lb. per sq. in.) being applied. These briquettes are subsequently transferred into the Herz low-temperature carbonization oven. They preserve their shape during low-temperature carbonization, they only shrink and are recovered as a solid lumpy semi-coke. This coke can be

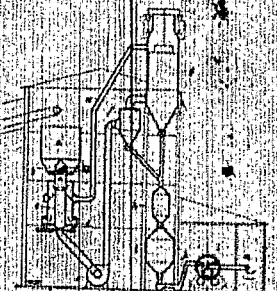


FIG. 7. LIGNITE BRIQUETTING PLANT FOR THE MANUFACTURE OF LUMPY SEMI-COKE BY THE LURGI-KRUPP PROCESS

FIG. 10. VIEW OF PLANT WITH RING-ROLLER PRESS FOR THE MANUFACTURE OF LIGNITE BRIQUETTES
Plant: Krupp Grusonwerk A.G.

ranished altogether. Although it gives a certain satisfaction to have reached this goal, which must be considered a great progress, yet the problem has thereby not been solved completely as far as the marketing of the new fuel is concerned. While the char consumed in boiler furnaces and by the gas producers does not affect the fuel market, the lumpy semi-coke is competed to diminish other fuels and will to a certain extent disturb the balance of the fuel market. It will of necessity affect the use of metallurgical coke and probably to a larger degree the consumption of brown-coal briquettes.

The lignite industry will, however, not be affected to its detriment, for as instead of supplying briquettes for the market, it will furnish them to low-temperature carbonization plants, while a correspondingly larger quantity of briquettes will have to be procured to cover the market, in such as those briquettes are now freed from their bituminous constituents by the low-temperature carbonization. Depending on the ash content, the lumpy lignite semi-coke has a net calorific value of 6,000 to 6,500 kcal. per kg (10,800 to 11,700 B.Th.U. per lb.) compared with 4,500 to 4,800 kcal. per kg (8,100 to 8,640 B.Th.U. per lb.) of the brown-coal briquettes. 1 kg. of brown-coal briquettes yields about 0.5 kg. of semi-coke. To supply the same amount of potential heat to the market, 1.3 kg. of briquettes must be delivered to the low-temperature carbonization plants as the place of 1 kg. of briquettes direct for the market, so that the lignite industry will serve its own interests by adopting this process. It goes without saying that the grates and furnaces will have to be adapted to this new fuel, but this problem is sure to be solved. Such lumpy semi-coke of uniform size will be taken up not only for domestic use, but also as a fuel for small industrial works, such as, for instance, gas producers, industrial furnaces, etc., and that all the more readily since the operation of such plants with an easily combustible fuel free from ash is greatly facilitated.

The Semi-Coke Problem in Connection with the Low-Temperature Carbonization of True Coal

The development outlined so far applies in the first place to low-temperature carbonization of young fuels and particularly of German lignite. The low-temperature carbonization of true coal is accompanied by similar problems, and also in these cases a new way of consumption for the semi-coke must be found. The possibility of using semi-coke in power stations and for chemical purposes depends entirely upon its price. On account of the larger

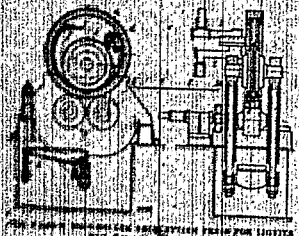


FIG. 14. TABLE SHOWING PROPERTIES OF SEMI-COKE OF DIF-FERENT LIGNITE MAKES FROM THEIR VOLATILE CONSTITUENTS

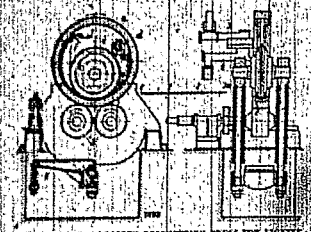


FIG. 9. SAXON SEMI-BOILER BRIQUETTING PRESS FOR LIGNITE.

semi-coke. To supply the same amounts of potential heat to the market, 7.5 kg. of briquettes must be delivered to the low-temperature carbonization plant in the place of 1 kg. of briquettes direct for the market, so that the lignite industry will serve its own interests by adopting this process. It goes without saying that the grates and furnaces will have to be adapted to this new fuel, but this problem is sure to be solved. Such simply semi-coke of uniform size will be taken up, not only for domestic use, but also as a fuel for small industrial works, such as, for instance, gas producers, industrial furnaces, etc., and that all the more readily since the operation of such plants with the easily combustible fuel free from tar is greatly facilitated.

The Semi-Coke Problem in Connection with the Low-Temperature Carbonization of True Coal

The development outlined so far applies in the first place to low-temperature carbonization of young fuels and particularly of German lignite. The low-temperature carbonization of true coal is accompanied by similar problems, and also in these cases new ways of consumption for the semi-coke must be found. The possibility of using semi-coke in power stations and for chemical purposes depends entirely upon its price. On account of the larger

being stove, which is a specific property of the semi-coke from true coal, as shown in Fig. 11, the problem of suitable boiler furnaces and gas producers does not offer particular difficulties. For chemical and domestic purposes, the same demands are made upon the fuel as in connection with the semi-coke from lignite. There is a want for a highly reactive fuel, particularly for domestic purposes. The metallurgical coke has been continually improved with a view of satisfying its principal consumers, the blast furnaces, and its friability has thus been improved at the expense of its reactivity. The metallurgical coke, however, does not satisfy the requirements of easy adjustment to the needs of the domestic stoves, particularly in connection with central heating furnaces. The advantages which a semi-coke offers in this respect compared with metallurgical coke can be deduced from the graph reproduced in Fig. 12. Of special interest is the low ignition temperature and the minimum of air for combustion required by the semi-coke. It is thus quite evident that for domestic purposes as well as for effecting chemical reactions, the semi-coke is much superior to high-temperature coke. When the problem of constructing reliable low-temperature carbonization ovens has been solved,

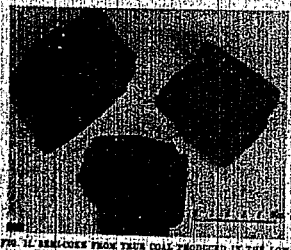


FIG. 11. SEMI-COKE FROM TRUE COAL PRODUCED IN THE LOW-TEMPERATURE CARBONIZATION OVEN BY KRUPP.

the semi-coke is sure to pave its own way, and, for certain purposes, it will replace the less reactive metallurgical coke. The use of semi-coke for the production of gas has already commenced, and trials with semi-coke from true coal in automotive producers and for converting Diesel engines to gas consumption have shown very good results. It may be taken for granted that this important problem will be solved by giving preference to semi-coke.

New Low-Temperature Carbonization Plants for the Recovery of Motor Fuels

In conclusion it is intended to add a few remarks concerning the newly constructed low-temperature carbonization plants erected principally for the recovery of motor fuels. These plants have been built either in immediate connection with, or at short distance apart from, hydrogenating works, in which the tar produced is converted into motor fuels. In all these works, the low-temperature carbonization by the Lurgi Co. has exclusively been applied. The operation of such a plant based on German lignite will be described by the aid of Fig. 13. The raw lignite is reduced to uniform size in a screening and crushing plant and subsequently dried and

FIG. 12. GRAPH SHOWING PROPERTIES OF SEMI-COKE OF LOW-TEMPERATURE COKE MADE FROM TRUE COAL.

briquetted. In newly erected works, fuel briquetted only is subjected to low-temperature carbonization, although in some cases also the rough screenings or part of same might have been used without being briquetted. Since however, the quality of the briquettes used for low-temperature carbonization is of no great importance compared with that of the briquettes which are sold direct, it has been decided as a preliminary step to subject the whole amount of fuel to briquetting first. For this purpose, continuous sausage presses are employed, in the majority of cases of a type with four reciprocating stamps, as supplied by the Zeitzer Maschinenfabrik. Of this type very effective units have been built, with a daily briquette output of about 300 tons. The briquettes to be subjected to low-temperature carbonization are transferred into the Lurgi ovens in which they are freed from tar and thereby converted into semi-coke. Depending upon the preliminary treatment of the fuel, a more or less coherent semi-coke is produced. In the case of those plants which are dependent on a power station for the consumption of the semi-coke, the grain or lump size is quite immaterial, since the semi-coke is subsequently ground in mills and consumed as powdered fuel.

About 20 per cent of the total quantity of semi-coke produced is consumed for the manufacture of water gas in producers of the Winkler type, and this water gas is further treated to recover the hydrogen. The semi-

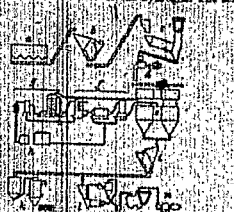


FIG. 13. FLOW SHEET OF A LOW-TEMPERATURE CARBONIZATION PLANT FOR THE MANUFACTURE OF MOTOR SPIRITS FROM LIGNITE.

purposes, it will replace the less reactive metallurgical coke. The use of semi-coke for the production of gas has already commenced, and trials with semi-coke from true coal in automotive producers and for converting Diesel engines to gas consumption have shown very good results. It may be taken for granted that this important problem will be solved by giving preference to semi-coke.

New Low-Temperature Carbonization Plants for the Recovery of Motor Fuels

In conclusion it is intended to add a few remarks concerning the newly constructed low-temperature carbonization plants erected principally for the recovery of motor fuels. These plants have been built either in immediate connection with, or at short distance apart from, hydrogenating works, in which the tar produced is converted into motor fuels. In all these works, the low-temperature carbonization by the Lurgi Co. has exclusively been applied. The operation of such a plant based on German lignite will be described by the aid of Fig. 13. The raw lignite is reduced to uniform size in a screening and crushing plant and subsequently dried and

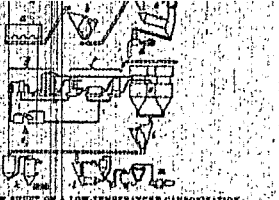


FIG. 13. FLOW SHEET OF A LOW-TEMPERATURE CARBONIZATION PLANT FOR THE MANUFACTURE OF MOTOR SPIRITS FROM LIGNITE

coke to be graded is supplied in a grainsize of 1 to 3 mm. (0.04 to 0.12 in.). Only the heavy portion of the semi-coke is used for domestic purposes.

Since semi-coke from lignite has a great inclination to spontaneous ignition, a plant effecting a mild oxidation is provided for, which is also to serve to store the semi-coke in bins for longer periods of time. This "ageing" of the semi-coke is accomplished by subjecting it to gentle oxidizing and simultaneous cooling in revolving drums of suitable design.

Of the large number of apparatus applied in connection with the new low-temperature carbonization plants, only those in which the tar fogs and vapours from the ovens are condensed shall be referred to here. These plants are designed for the particular purpose of recovering motor fuels from lignite, Fig. 14. They consist of a dust separator operating at a gas temperature of 300 deg. C. (570 deg. F.), further a gas cooler, an electrostatic tar separator of the Lurgi-Cottrell type, a group of tubular gas coolers and a revolving oil washer of the Walther Feld type, the latter for the absorption of the light oil carried by the gas in the vaporous state. A novelty in this plant is the almost complete removal of the dust before the gas enters the further sections of the condensing plant. In this way the dust content in the main portion of the condensed tar is kept very low, preventing a formation of stable emulsions consisting of tar and water, which are difficult to separate. Attention should further be drawn to the arrangement of the condensing plant, which offers the possibility of recovering two separate main fractions of the tar. This very much facilitates the further working up of the tar.

The largest low-temperature carbonization plant newly constructed and in operation for some time now has a

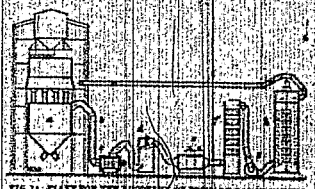


FIG. 14. PLANT FOR THE RECOVERY OF PRIMARY TAR IN CONNECTION WITH THE LOW-TEMPERATURE CARBONIZATION PROCESS

throughput equal to 16,000 tons of raw brown coal per day, corresponding to a production of motor spirit of about 700 tons per day.

Low-temperature carbonization has opened a new era of development in Germany. Plants of as large a capacity as are being constructed in Germany at present are, indeed, of an astonishing size, have never been built anywhere else in the world. The German low-temperature carbonization industry in this country is at a considerable advantage over other countries, but further efforts must be made to maintain this lead and further to reduce the difference of price between the natural mineral oils and the artificially manufactured ones as far as this is at all possible.

Dr.-Ing. A. J. Thau, FDI. [307]

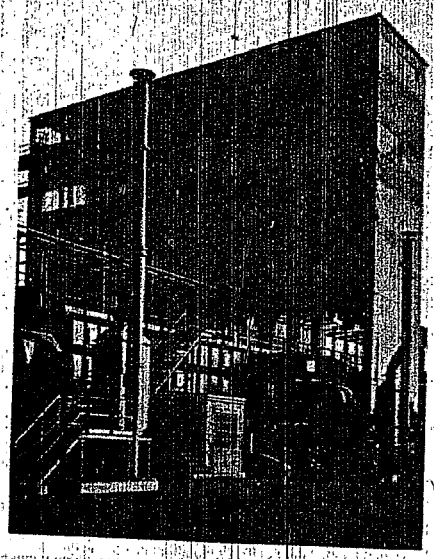
TITLE PAGE

2. Krupp Lurgi Kammer-Schwelöfen für Steinkohle
Krupp Lurgi chamber plants for low temperature
carbonization of bituminous coal.

Frame Nos. 514 - 524

514

KRUPP LURGI



KAMMER-SCHWELANLAGEN
FÜR STEINKOHLE

LURGI
GESELLSCHAFT FÜR WÄRMETECHNIK M.B.H.
FRANKFURT AM MAIN · LURGIHAUS

515

Krupp-Lurgi-Kammer-Schwelanlagen für Steinkohle

KAMMER-SCHWELANLAGEN FÜR STEINKOHLE

LURGI

GESELLSCHAFT FÜR WÄRMETECHNIK M.B.H.
FRANKFURT AM MAIN · LURGIHAUS

Krupp-Lurgi-Kammer-Schwelanlagen für Steinkohle

Allgemeines.

Unter Schwelung von Steinkohle wird ihre Erhitzung unter Luftabschluß auf Temperaturen von 450–800° C verstanden. Bei dieser Erhitzung wird die Kohle in einen festen Anteil, den Schwelkoks, eine Gruppe von flüssigen Anteilen, den Schwelteer und das Schwelbenzin und einen gasförmigen Anteil, das Schwelgas zerlegt.

Aufgabe der Schwelung ist es, diese Erzeugnisse insbesondere den Schwelkoks, den Schwelteer und das Schwelbenzin in größtmöglicher Ausbeute und bester Qualität zu gewinnen. Der Koks soll bei guter Härte und Festigkeit eine hohe Reaktions- und Zündfähigkeit haben, praktisch gleichmäßig auf den gewünschten Gehalt an flüchtigen Bestandteilen entgast und teerfrei sein und sich im Heizwert nicht wesentlich von der Kohle unterscheiden. Der Teer soll möglichst unzersetzt gewonnen werden, sodaß er ohne oder mit nur geringer vorheriger Behandlung in marktfähige Produkte aufgearbeitet werden kann.

Die bisher fast ausschließlich angewendete Entgasung von Steinkohle, die Hochtemperaturverkokung, bei der der Brennstoff in gemauerten Ofenkammern mit Temperaturen von 900–1200° C behelzt wird, hat im Gegensatz zu der Aufgabe der Schwelung das Ziel, einen harten und festen, völlig entgasten Koks oder neben einem derartigen Koks eine möglichst große Gasmenge zu erzeugen. Für diesen Zweck stehen eine beschränkte Anzahl von Kohlesorten zur Verfügung, deren Auswahl nach bestimmten Gesichtspunkten bezüglich der Backfähigkeit und der Menge des zu erzeugenden Gases begrenzt ist. Der erhaltene Koks hat eine geringe Reaktionsfähigkeit und einen hohen Zündpunkt. Der in geringer Menge anfallende Teer ist wegen der angewendeten hohen Temperaturen weitgehend gekrackt. Bei seiner Aufarbeitung bleiben mehr als die Hälfte als Rückstand (Pech) übrig.

Es war seit langem bekannt, daß durch Senkung der Arbeitstemperaturen ein Koks mit niedrigerem Zündpunkt und höherer Reaktionsfähigkeit erzeugt wird und die Ausbeute an flüssigen Produkten steigt. Auf Grund langjähriger guter Erfahrungen mit Hochtemperatur-Verkokungsöfen hat man deshalb versucht, deren Bauart für die Aufgaben der Schwelung nutzbar zu machen durch Anwendung niedrigerer Temperaturen und Vergrößerung der gemauerten Ofenkammern. Ein Zurückgehen auf die eigentlichen Schweltemperaturen erwies sich wegen der schlechten Wärmeleitfähigkeit der gemauerten Ofenwände von vornherein als ausgeschlossen. Aber auch die Anwendung von Temperaturen von 700–900° C bei gleichzeitiger Vergrößerung der Kammerbreiten konnte sich nicht durchsetzen. Bei dieser Mitteltemperaturverkokung wurden keine gleichmäßigen Produkte erhalten. Der Koks aus der Nähe der Kammerwände gleicht in seinen Eigenschaften einem Hochtemperaturkoks, nur der Koks aus der Mitte der Kohleschicht entspricht annähernd einem Schwelkoks. Der Teer ist ein Gemisch aus Hochtemperaturteer und Schwelteer. Auch die Ausbeuten an flüssigen Erzeugnissen befriedigten nicht.

Technik der Schwelung.

Für eine erfolgreiche Durchführung der Schwelung ist es erforderlich, die Wärme schnell und gleichmäßig an die einzelnen Kohleteilchen heranzubringen. Dies kann geschehen durch direkte Heizung, bei welcher die Heizgase den Brennstoff unmittelbar umspülen oder durch indirekte Übertragung der Wärme, bei welcher der Brennstoff in dünnen Schichten in Retorten oder Kammern eingesetzt wird, die von außen beheizt werden und deren Wände eine gute Wärmeleitfähigkeit haben.

Direkte Wärmeübertragung.

Bei der direkten Wärmeübertragung durch Umspülen des Brennstoffes mit den Heizgasen können große Schichtquerschnitte und große Ofeneinheiten zur Anwendung kommen. Es treten nur geringe Wärmeverluste auf. Bedingung für die gleichmäßige Verteilung der Wärme auf das Schwelgut ist die Einhaltung einer gewissen Korngröße und die Verarbeitung eines bei der Erhitzung nicht oder nur schwachbackenden Brennstoffes. Nach dem Prinzip der Spülgasschwelung arbeitende Anlagen sind im größten Umfang sowohl für die Schwelung von Braunkohle als auch für die Schwelung von Steinkohle nach dem Lurgi-Spülgas-Verfahren errichtet worden. Über Einzelheiten dieser Bauart unterrichtet der Sonderprospekt L.W.702.

Indirekte Wärmeübertragung.

Bei der indirekten Wärmeübertragung, bei welcher die Erhitzung des Schwelgutes in von außen beheizten Kammern oder Retorten erfolgt, wird die gleichmäßige und schnelle Wärmeabgabe an das Schwelgut dadurch erreicht, daß als Baustoff für die Kammerwände Stahl verwendet und der Brennstoff in dünnen Schichten eingesetzt wird. Hierdurch ist es möglich, auch aus schwachbackenden Feinkohlen einen festen und grobstückigen Koks zu erzeugen. Für den Bau derartiger Öfen müssen jedoch einige Richtlinien beachtet werden. Diese sind:

1. Schwelung der Kohle in feststehenden Retorten bzw. Kammerwänden aus Stahl in Ruhezustand und in dünnen Schichten.
2. Gleichmäßige Beheizung der Schwelöfen und sorgfältige Einhaltung der Schweltemperaturen durch genau regelbare Beheizung unter Vermeidung direkter Flammenstrahlung auf die Heizwände.
3. Vermeidung beweglicher Baustoffe innerhalb der Schwelöfen.

Die in der Vergangenheit durchgeführten zahlreichen Versuche zur Schwelung von Steinkohle in der Bewegung, insbesondere in Drehöfen verschiedener Bauart, Öfen mit Rührwerken und ähnlichen Konstruktionen, führten zu keinem Erfolg. Sie lieferten einen Schwelkoks von meist kleinkörniger oder bröckeliger Beschaf-

fenheit und einen Schwelteer, der so stark durch Staub verunreinigt war, daß eine Herstellung verkaufsfähiger Produkte wirtschaftlich nicht möglich war.

Die Kohle muß in dünnen Schichten geschwelt werden, damit der Temperaturbereich, in welchem sich die Kohle in plastischem Zustand befindet, möglichst schnell durchschritten wird. Nur so ist die Erzeugung eines festen Schwelkokses möglich, da in diesem Fall alle Bestandteile, die an der Kokabildung beteiligt sind, gleichzeitig zur Wirkung kommen und zum Verbacken der Kohle beitragen. Bei zu langsamer Erhitzung infolge zu dicker Kohleschichten würden Teile der Backfähigkeitseigenschaften zerstört und infolgedessen nicht nutzbar gemacht. Wesentlich unterstützt wird die Bildung eines festen Kokses weiterhin durch den Druck, den die feststehenden Kammerwände während des plastischen Zustandes auf den Einsatz ausüben.

Die erforderliche gleichmäßige Beheizung und schnelle Wärmeübertragung an das Schwelgut führte zu der Verwendung von Eisen als Baustoff für die Kammerwände. Diese Wahl bedingt, daß die Art der Beheizung bei der örtliche Überhitzungen durch unmittelbar auf die Heizwände auftreffende Heizflammen ausgeschlossen sind. Zweckmäßig arbeitet man mit einer Umlaufbeheizung, bei welcher die Heizgase im Kreislauf geführt werden. Sie ergibt eine gleichmäßige Wärmeverteilung und gestattet eine sichere Regelmöglichkeit der Heizgastemperaturen bei gleichzeitig größter Schonung des Materials.

Bewegliche Bauteile innerhalb des Ofens sind nach Möglichkeit zu vermeiden, da bei den angewendeten Temperaturen keine Gewähr besteht, daß diese laufend instand und betriebsbereit gehalten werden können.

Der Steinkohlenschwelofen Bauart Krupp-Lurgi.

Unter Beachtung dieser Richtlinien ist zusammen mit der Fried. Krupp A.-G., Essen, der Krupp-Lurgi-Ofen für die Schwelung von backenden bzw. schwachbackenden Feinkohlen oder von Nußkohlen und brikettierten Feinkohlen entwickelt worden. Die Konstruktion des Schwelofens in ihrer Gesamtheit und in ihren einzelnen Teilen ist einfach und solide gehalten. Die Verwendung komplizierter Einzelteile oder beweglicher innerer Einrichtungen ist grundsätzlich vermieden worden. Als Vorbild für eine einfache Ausführung, von langer Lebensdauer diente in mancher Beziehung der Koksofen, wobei jedoch die Erfordernisse der Schwelung grundsätzliche Änderungen erforderlich machten.

Das Schema des Krupp-Lurgi-Ofens ist aus Abb. 1 zu ersehen. Sechs rechteckige Schwelzellen, von sieben entsprechend großen Heizzellen eingeschlossen, sind mit einem gemeinsamen Gehäuse umgeben und bilden eine Einheit. Die Bemessung der Zellen sowie die Festlegung der wichtigsten Konstruktionselemente stützen sich auf die langjährigen Erfahrungen, die an den Versuchs- und Betriebsanlagen erworben wurden. Für jedes einzelne Element wurden die günstigsten Baustoffe erprobt. Die zum Einsatz kommende Kohle wird mit Hilfe einer Beschickmaschine von oben, gleichzeitig in die einzelnen Schwelzellen einer Einheit eingefüllt.

Die Beschickmaschine ist mit einer Einrichtung versehen, mit der erforderlichenfalls die Kohle durch Stampfen verdichtet werden kann. Nach beendeter Ausgarung wird der erzeugte Koks nach unten aus den Schwelzellen ausgetragen. Nötigenfalls wird mit der Beschickmaschine ein mäßiger Druck auf den Koks ausgeübt, falls er nicht beim Öffnen des unteren Ofenverschlusses von selbst aus den Schwelzellen herausfällt. Da die Schwelzellen nach unten leicht erweitert sind, bedarf es einer solchen Nachhilfe im allgemeinen nur bei stärker treibenden Kohlen.

Die Beheizung erfolgt durch im Kreislauf umgewälzte Verbrennungsgase, die mit einem Heizgasgebläse gefördert werden. Bei dem Durchstreichen der Heizgase durch die Heizzellen geben diese einen Teil ihrer Wärme an die Stahlwände ab, die diese unmittelbar und infolge ihrer guten Wärmeleitfähigkeit schnell an die Kohlefüllung übertragen. Die Geschwindigkeit, mit der die Heizgase die Heizzellen durchströmen, ist so gewählt, daß sich die Temperaturdifferenz zwischen Ein- und Austritt in mäßigen Grenzen hält. Die Heizzellen sind mit Führungsblechen versehen, damit eine gleichmäßige Beheizung der Schwelzellen erzielt wird. Die Führungsbleche sind so angeordnet, daß der untere etwas erweiterte Teil der Schwelzellen um so viel stärker beheizt wird, wie es seiner Erweiterung gegenüber dem oberen Teil entspricht. Auf diese Weise wird eine gleichmäßige Ausgarung des gesamten Kohleinhalts erzielt. Die aus den Heizzellen austretenden abgekühlten Heizgase werden durch eine Zusatzfeuerung wieder auf die Eintrittstemperatur gebracht. Entsprechend der zugesetzten Menge von frischen Verbrennungsgasen wird eine gleiche Menge abgekühlter Gase aus dem Kreislauf herausgenommen und durch einen Kamin ins Freie geführt. Die in den abgekühlten Gasmenge noch enthaltene Wärme wird weitgehend für Zwecke der Vorwärmung nutzbar gemacht. Die Heizung wird durch Regelorgane und Meßinstrumente überwacht, sodaß Überschreitungen der vorgesehenen Temperaturen mit Sicherheit ausgeschlossen sind. Die Beheizung selbst kann durch Schwelgas erfolgen. Wenn Schwachgas zur Verfügung steht, wird dieses vorteilhaft für die Beheizung verwendet, um das wertvollere Schwelgas für andere Zwecke nutzbar zu machen. Mehrere solcher aus sechs Schwel- bzw. sieben Heizzellen bestehende Einheiten werden zu einem Ofen zusammengefaßt und mit einer gemeinsamen Beheizungseinrichtung versehen. Bei größeren Leistungen werden mehrere Öfen nebeneinander aufgestellt, sodaß sich eine Anordnung ergibt, welche grundsätzlich der Anordnung einer Koksofen-Batterie entspricht.

Das die Schwelöfen durch die Vorlagen verlassende Schwelgas wird einer Teerkondensationsanlage zugeführt, in welcher der Teer durch Oberflächenkühlung niedergeschlagen wird. Bei Großanlagen ist es zweckmäßig, das Schwelgas vor dem Eintritt in die Kühler durch ein Elektrofilter hindurchströmen zu lassen, in dem außer dem Niederschlagen der hochsiedenden Teerbestandteile, des sogenannten Schwerteers, noch eine Reinigung des Gases erfolgt. In einem solchen Falle wird im Oberflächenkühler der leichtere Teer kondensiert. Auf den Oberflächenkühler folgt das Gasgebläse zum Absaugen der Schwelgase von den Schwelöfen, von dem

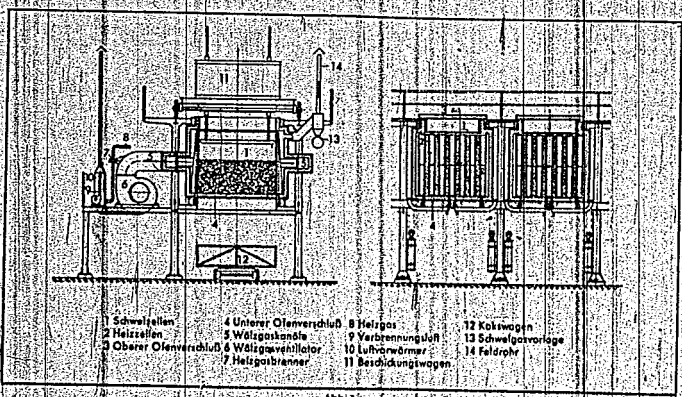


Abb. 1

aus das entteerte Gas durch einen Ammoniakwascher in eine Anlage zur Gewinnung des Gasbenzins gedrückt wird. Eine Gewinnung des Ammoniaks ist nicht wirtschaftlich, da infolge der angewendeten niedrigen Schwel-Temperaturen nur geringe Mengen von Ammoniak auftreten. Eine Auswaschung des Ammoniaks ist nur vorgesehen, um die nachgeschalteten Apparaturen zur Benzin-Auswaschung und -Gewinnung vor Korrosionen zu schützen. Abb. 2 zeigt ein derartiges Verfahrensschema unter Weglassung des zwischen Gasgebläse und Benzinwascher einzuschaltenden Ammoniakwaschers.

Der in mehr oder weniger großen Platten anfallende feste Koks wird unter Löschtürmen naß gelöscht, auf einer Kokskühlrampe gekühlt und dann einer Koksbrech- und Siebanlage zugeführt, in welcher die Stücke auf die gewünschte Korngröße gebracht und klassiert werden. Für das Aufbrechen des Kokses wird zweckmäßig ein für diesen Zweck besonders entwickelter Koksbrecher verwendet, bei dem das Aufbrechen des Kokses nicht durch Stachelwalzen oder Zähne, die durch ihre mahlende Wirkung eine Erhöhung des Grusanteils bewirken, sondern durch schlagartige Beanspruchung erfolgt. Hierdurch wird der Grusanfall auf ein Minimum herabgedrückt.

Einer der wichtigsten Punkte für die Bewährung der Schwelöfen Bauart Krupp-Lurgi ist die Frage der Haltbarkeit der eisernen Schwelzellen. Ebenso wichtig ist auch die Frage der bleibenden Maß- und Formhaltigkeit. Um bei der festen und unbeweglichen Konstruktion der Zellen den Koksaustrag nicht zu behindern, dürfen auch nach längerer Betriebszeit keine Verwerfungen und Verziehungen der Zellenwände auftreten. Die Heizzellen sind auf Grund langjähriger Versuche und Erfahrungen aus starkem, normalem Flußstahl unter Berücksichtigung seiner besonderen Art der Schweißung hergestellt. Die in sie gesetzten Erwartungen haben sich in vollem Umfange erfüllt. Die Ergebnisse der mehrere Jahre in ununterbrochenem Betrieb befindlichen

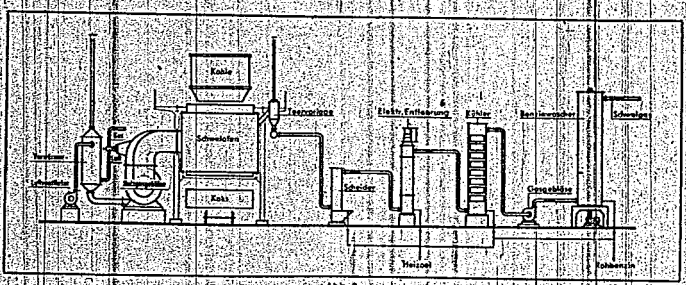


Abb. 2

Anlagen haben ergeben, daß Stahl bei Berücksichtigung eines den besonderen Beanspruchungen der Schwelzellen angepaßten Herstellungsverfahrens ohne Bedenken verwendet werden kann. In keinem Falle sind Behinderungen des Koksaustrages durch Verziehungen und Verwerfungen der Zellenwände aufgetreten.

Weiterhin sind laufend Proben aus den Zellen für metallurgische Untersuchungen herausgeschnitten worden. Diese Untersuchungen haben in allen Fällen ergeben, daß das Gefüge in seiner ursprünglichen Form erhalten geblieben ist und keine Aufkohlung oder Entkohlung des Eisens stattgefunden hat. Angriffe durch Schwefelverbindungen der Heiz- und der Schwelgase konnten nicht festgestellt werden. Auch die übrigen Ofenteile sind laufend untersucht worden. Diese Untersuchungen haben die erforderlichen Erkenntnisse und Aufklärungen über die zweckmäßige Ausführung aller Teile gebracht. Besondere Beachtung ist auch den beweglichen Teilen des Ofensystems, den Heizgasventilatoren zuzuwenden. Die Flügelräder und Wellen sind aus Sonderstahl hergestellt. Sämtliche Ventilatoren haben sich gut bewährt.

Abb. 3.

Abb. 4.

Betriebsergebnisse von Steinkohlen-Schwelanlagen Bauart Krupp-Lurgi.

Die Ergebnisse der z. T. seit Anfang 1936 in Dauerbetrieb befindlichen Anlagen haben den Beweis für die Richtigkeit der für den K.L.-Ofen zu Grunde gelegten Bauart und Konstruktionsgrundlagen erbracht. Der erhaltene Schwelkoks mit etwa 8—10% flüchtigen Bestandteilen und je nach den entsprechenden Eigenschaften der eingesetzten Kohle mit einem oberen Heizwert von 8000—8400 kcal, bezogen auf aschefreien Schwelkoks, ist ein hochreaktionsfähiger rauch- und rußlos verbrennender Brennstoff, der in harter und abriebfester Form anfällt. Bei den Untersuchungen hat es sich im Gegensatz zu den Erkenntnissen bei der Hochtemperatur-Verkokung gezeigt, daß im allgemeinen der beste Schwelkoks nicht aus feingemahlener Kohle, sondern aus grobgemahlener verdichteter Kohle erhalten wird. Unter grobgemahlener Kohle ist eine solche zu verstehen, die als eine normale Kokskohle von annähernd der auf Tabelle 1 angegebenen Kornzusammensetzung angesprochen werden kann.

Tabelle 1.

Für die Schwelung geeignete Kornzusammensetzung einer Gas- bzw. Gasflammkohle.

Körnung:				
	0 bis 1 mm	30 bis 40 %		
	1 „ 3 mm	30 „ 40 %		
	3 „ 6 mm	20 „ 30 %		
und	6 „ 10 mm	5 %		

Der Schwelkoks fällt je nach den Eigenschaften der Kohle und der Ausgasung in einer Ausbeute von 75—85% an.

Der Schwelteer ist ein ölreiches, praktisch staubfreies Produkt mit geringem Pechgehalt. Sein Heizwert liegt bei 9000—9500 kcal/kg. Er fällt in etwa der doppelten Menge an als bei der Hochtemperaturverkokung der gleichen Kohle.

Das Schwelgas hat einen hohen oberen Heizwert von 7800—8200 kcal/m³ und einen verhältnismäßig niedrigen Wasserstoffgehalt. Es wird je nach der Kohle in einer Menge von 70—120 Nm³/to. Kohle gewonnen.

Das aus dem Schwelgas zu gewinnende Benzin fällt zu etwa 0,9—1,3% der eingesetzten Kohle an. Nach Anwendung bekannter Waschmethoden ist es wegen des hohen Gehaltes an Aromaten ein vorzüglicher Treibstoff von hoher Klopffestigkeit und guter Lagerbeständigkeit.

In Tabelle 2 sind die Erzeugnisse der Hochtemperaturverkokung und der Schwelung bei Verarbeitung gleicher Kohlen zusammengestellt. Einer Menge salzfreier Öle von etwa 71 kg aus einer Tonne eingesetzter Kohle bei der Schwelung steht eine Menge von etwa 24 kg entsprechender Öle gegenüber, die bei der Hochtemperaturverkokung erhalten werden.

Tabelle 2.

Aus 1 to trockener Ruhr-Gas-Fettkohlenmischung mit 27,5% flüchtigen Bestandteilen erhält man bei der

Schwelung		Verkokung	
620 kg	Schwelkoks (trocken)	750 kg	Koks (trocken)
90 Nm³	Schwelgas, Heizwert H_u = 8000 kcal/Nm³	320 Nm³	Gas, Heizwert H_u = 4600 kcal/Nm³
11 kg	Rohbenzin	9 kg	Rohbenzol
		11 kg	Ammoniumsulfat
60 kg	Schwelteer als Heizöl verwendbar	34 kg	Koksofenteer
Schwelteer, ergibt bei normaler Destillation		Koksofenteer ergibt bei normaler Destillation	
ca. 1%	Wasser	ca. 2 bis 4 %	Wasser
3 bis 4%	Rohbenzin	0,8 „ 1,2 %	Rohbenzol
15 „ 20%	saure Öle	4 „ 6 %	Mittelöl
37 „ 47%	Treiböl	7 „ 10 %	Schweröl
		20 „ 25 %	Anthrazenöl
		4 „ 6 %	Naphthalin
30 „ 40%	Pech	55 „ 60 %	Pech

In den Betriebsanlagen sind nun die verschiedensten Kohlen mit Gehalten von 22—38% flüchtigen Bestandteilen und Aschegehalten von 1,5 bis 10% verschiedenster Herkunft durchgesetzt worden. Hierbei hat es sich gezeigt, daß praktisch alle Fettkohlen, sofern sie nur mindestens schwach backende Eigenschaften aufweisen, für die Erzeugung eines stückigen Kokses geeignet sind. usw.

Tabelle 3 zeigt die Werte für die Schwelung einer Fettkohle mit niedrigem Aschegehalt, die wegen der Verwendung des Kokses für metallurgische Zwecke eingesetzt wurde. Der Schwelkoks fiel in großen Platten an und hatte ein vollständig gleichmäßiges sowie festes Gefüge. Die Trommelfestigkeit mit 76,5% über 40 mm und der geringe Grusanfall beim Aufbrechen sind als sehr gut zu bezeichnen. Aus Abbildung 5 ist die Größe der Platten und die gute Festigkeit des angefallenen Schwelkokses zu ersehen. Zum Vergleich der verschiedenen Stückigkeit sind vor die Schwelkoksplatten einige Stücke Hochtemperaturkoks gelegt.

Tabelle 3.

Eigenschaften eines Schwelkokses aus aschearmer Fettkohle.

Kohle:		Schwelkoks:	
Immediatanalyse:		Immediatanalyse:	
Wasser	8,2 %	Asche	3,78 %
Asche	3,24 %	flüchtige Bestandteile	9,1 %
flüchtige Bestandteile	22,4 %	Elementaranalyse (bezogen auf aschefreien Schwelkoks)	
		Kohlenstoff	91,45 %
		Wasserstoff	3,76 %
		Schwefel	0,95 %
		Heizwert (bezogen auf aschefreien Schwelkoks) H_o = 8240 kcal/kg	
Siebanalyse:		Zündpunkt (Luft)	396° C
0 bis 1 mm	38,7 %	Porosität	50,4 %
1 „ 3 mm	34,4 %	Trommelfestigkeit	
3 „ 6 mm	23,2 %	über 40 mm	76,5 %
6 „ 10 mm	3,7 %	Kornanfall des gebrochenen Koks	es:
Schüttgewicht der feuchten Kohle	0,846 to/m³	über 40 mm	= 77,2 %
		40 bis 20 mm	= 9,8 %
		20 „ 10 mm	= 3,8 %
		10 „ 6 mm	= 2,0 %
		unter 6 mm	= 7,2 %

Aus langjährigen Erfahrungen im Großbetrieb werden in Tabelle 4 einige kennzeichnende Werte über eingesetzte Kohle und ausgebrachten Koks sowie Kohlenwertstoffe angegeben.

Tabelle 4.

Ergebnisse der Schwelung einer Mischung verschiedener Kohlen

Immediatanalyse:		**Schwelteer (Heizöl S):**	
flüchtige Bestandteile	30,5 %	Siedebeginn 97,5° C	
Wasser	8,4 %	bis 200° C siedend	3,0 %
Asche	5,3 %	200 bis 230° C	12,5 %
		230 „ 270° C	13,5 %
Schüttgewicht der feuchten Kohle (gestampft):	0,860 to/m³	270 „ 300° C	10,0 %
		300 „ 360° C	21,5 %
		Gesamt	40,5 %
Ausbringen bezogen auf trockene Kohle:		Spez. Gewicht	1,058
		Viskosität 20° C	35 °E
		50° C	4,5 °E
Koks	79,0 %		
Teer (Heizöl)	6,6 %	Stockpunkt	− 1 °C
Rohbenzin	1,25 %	Anilinunlösliches	0,16 %
Gas	98 m³	Trommelfestigkeit des Kokses (Kornanteil über 40 mm)	65,0 %

Bei der Großanlage, welcher die vorstehend angegebenen Betriebsergebnisse entnommen wurden, wird die grobe Kokskörnung von 40–90 mm mit besonderem Vorteil für die Wassergaserzeugung eines Synthesewerkes verwendet. Die kleineren Körnungen finden für Sonderzwecke Verwendung oder werden als Hausbrand abgesetzt. Der anfallende Schwelteer wird nach auf besondere Art erfolgendem Entwässern als Heizöl abgegeben. Einige Stücke des in dieser Anlage erzeugten Kokses zeigen Abb. 3 und 4, Abb. 5 bis 7 sind einige Ansichten dieser Großanlage.

Anwendung des Steinkohlenschwelofens Bauart Krupp-Lurgi.

Der Steinkohlenschwelofen Bauart Krupp-Lurgi ist für die Verarbeitung von backender und schwachbackender Feinsteinkohle entwickelt worden. Wie in den vorstehenden Ausführungen dargelegt, sind fast alle Kohlen des rheinisch-westfälischen Reviers, soweit sie überhaupt eine Backfähigkeit aufweisen, als schwelwürdig im K.L.-Ofen zu bezeichnen. Als ganz besonders schwelwürdig sind auch die Kohlen des Saargebietes mit ihrem hohen Gehalt an flüchtigen Bestandteilen anzusehen. Die Mehrzahl der Saarkohlen ergeben ohne weitere Zumischungen einen vorzüglichen Schwelkoks und eine erheblich hohe Teerausbeute. Auch die oberschlesischen Kohlen sind für den Einsatz im K.L.-Ofen, sofern sie eine genügende Backfähigkeit aufweisen, geeignet.

Neuere Bestrebungen gehen dahin, nicht backende Kohlen unter Zusatz bituminöser oder anderer Bindemittel vor dem Einsatz in die Schwelöfen zu brikettieren. Die durchgeführten Großversuche haben ergeben, daß derartige Briketts, eingesetzt als Eiformbriketts, vorteilhaft im Krupp-Lurgi-Ofen geschwelt werden können. Die Garungszeit konnte gegenüber dem Einsatz der gleichen Kohle als Feinkohle auf etwa 65 % herabgesetzt und damit eine entsprechende Steigerung der Durchsatzleistung erzielt werden. Diese Leistungssteigerung gleicht in vielen Fällen die Kosten für die vorherige Brikettierung aus.

Auch die Anwendungsmöglichkeit der Steinkohlenschwelung im Krupp-Lurgi-Ofen auf Kohlen anderer Länder ist in vielen Fällen untersucht und insbesondere bei englischen, japanischen, mandschurischen und chinesischen Kohlen als mit gutem Erfolg durchführbar festgestellt worden.

Verwendung der Produkte.

Das Haupterzeugnis der Steinkohlenschwelung, der Schwelkoks, wird infolge seiner besonderen Eigenschaften vorteilhaft in vielen chemischen Prozessen verwendet. Auf die Kombination der Steinkohlenschwelung mit einer Fischer-Synthese-Anlage wurde bereits hingewiesen. Umfangreiche Versuche sowie die Ergebnisse des Großbetriebs haben seine überlegene Eignung für diesen Zweck erwiesen. Bei gleichem bzw. günstigerem Koksverbrauch liefert der Schwelkoks infolge seines höheren Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen ein für die Synthese geeigneteres Wassergas. Die Synthese verlangt normalerweise ein Gas mit einem Verhältnis von CO : H_2 wie 1 : 2. Der Steinkohlenschwelkoks liefert ein Wassergas mit einem Verhältnis CO : H_2 wie 1 : 1,5 gegenüber 1 : 1,25 bei Hochtemperaturkoks. Infolge der größeren Reaktionsfähigkeit des Schwelkokses kann außerdem der Wassergasgenerator mit niedrigeren Temperaturen betrieben werden, was sich auf die Schlackenbildung und die Haltbarkeit des Generators günstig auswirkt.

über ein-

Auch in vielen anderen chemischen Prozessen, zu denen auch die metallurgischen Schmelz- und Reduktionsvorgänge gehören, wird der Schwelkoks an Stelle von Hochtemperaturkoks vorteilhaft eingesetzt. So wurde bei der Herstellung von Ferro-Silizium festgestellt, daß neben anderen Vorteilen des mit Schwelkoks hergestellten Ferro-Siliziums einen erheblich niedrigeren Aluminium-Gehalt hat, und daß es möglich ist, besonders bei Verwendung von aschearmen Schwelkoks, den Siliziumgehalt statt auf 77 % wie bei der Verwendung von

Auch in vielen anderen chemischen Prozessen, zu denen auch die metallurgischen Schmelz- und Reduktionsvorgänge gehören, wird der Schwelkoks an Stelle von Hochtemperaturkoks vorteilhaft eingesetzt. So wurde bei der Herstellung von Ferro-Silizium festgestellt, daß neben anderen Vorteilen das mit Schwelkoks hergestellte Ferro-Silizium einen erheblich niedrigeren Aluminium-Gehalt hat und daß es möglich ist, besonders bei Verwendung von aschearmen Schwelkoks, den Silizumgehalt statt auf 77 % wie bei der Verwendung von Hochtemperaturkoks, ohne Zuschläge von Holzkohle oder Petrolkoks auf 90 % und mehr zu bringen. Hingewiesen sei ferner auf die Möglichkeit der Verwendung von Schwelkoks zur Kalziumkarbid-Herstellung. Der hier gestellten Forderung nach einem reaktionsfähigen, elektrisch schlecht leitenden Koks von großer Porigkeit trägt der Schwelkoks in besonderem Maße Rechnung.

Die vorzüglichen Eigenschaften des Schwelkokses für den Hausbrand und für gewerbliche Feuerungen infolge seiner hohen Reaktionsfähigkeit, Zündwilligkeit und rauch- und rußfreien Verbrennung sind allgemein bekannt. Feuerungsversuche in gewerblichen Feuerungen haben seine Vorzüge gegenüber anderen Brennstoffen, bestehend in geringerem Brennstoffverbrauch, geringerer Anheizzeit und Betriebszeit bewiesen. Interessant dürfte auch der Vorschlag sein, für Zentralheizungen insbesondere in der Übergangszeit Mischungen aus Hochtemperaturkoks bzw. Gaskoks und Schwelkoks zu verwenden, wodurch eine wesentlich bessere Regulierungmöglichkeit der Heizung gegeben ist.

Hingewiesen sei noch auf die Möglichkeit der Verwendung kleinerer Körnungen als Brennstoff für Fahrzeuggeneratoren, für Generatoren in der Schlepp- und Kanalschlifahrt, für Sauggas-Generatoren zum Betrieb von ortsfesten Gasmaschinen und auf die Verfeuerung in Lokomotiven mit beschränktem Aktionsradius, bei denen aus örtlichen Gründen auf eine rauch- und rußfreie Verbrennung Wert gelegt werden muß.

Die Verwendung des Schwelteers als Heizöl ohne weitere Aufarbeitung lediglich nach sorgfältigem Entwässern ist bereits erwähnt worden.

Die Olfraktionen in einer Menge von etwa 50—60 % des Gesamtteers können ohne Schwierigkeiten in langsam und mittelschnell laufenden Dieselmaschinen verwendet werden. Ihre Eignung für schnell laufende Dieselmaschinen ist — gegebenenfalls unter Anwendung besonderer Maßnahmen — nach den bisherigen Versuchsergebnissen nicht ausgeschlossen. Etwa 10 % der Dieselöle sind Calbiöle, die ihrerseits einen verhältnismäßig hohen Prozentsatz des wertvollen m-Kresols enthalten, das sich, wie experimentell ermittelt, gut zur Herstellung von Kunstharz eignet. Infolge seines im Vergleich zum Hochtemperaturteer hohen Wassergehalts eignet sich der Schwelteer, insbesondere seine hochsiedenden Fraktionen, gut zur Verwendung in Hydrieranlagen.

Das Schwelgas mit seinem hohen Heizwert ist ein ausgezeichnetes Heizmittel für solche metallurgische Öfen, in denen eine strahlende Flamme zur Durchführung des Beheizungsvorgangs benötigt wird. Man kann es auch als Mischgas zur Heizwerterhöhung oder als Treibgas für Lastwagen und Omnibusse verwerten. Das im Schwelgas enthaltene Gasbenzin ist nach Anwendung bekannter Waschmethoden ein vorzüglicher Motorentreibstoff von hoher Klopffestigkeit und guter Lagerbeständigkeit. Des weiteren besteht die Möglichkeit — mittels aktiver Kohle oder Waschöl Flüssiggas aus Schwelgas zu gewinnen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß mit den Steinkohlenschwelöfen Bauart Krupp-Lurgi ein wertvolles Hilfsmittel geschaffen ist, unter gleichzeitiger Verbreiterung der Grundlage der zu entgasenden Kohlen, aus den zur Verfügung stehenden Kohleschätzen eine größere Menge an Entgasungsrückstand, sowie an nutzbaren Ölen gegenüber der Verkokung zu gewinnen. Wie aber auch aus den vorstehenden Ausführungen hervorgeht, muß in jedem Falle, in dem die Schwelung im K.L.-Ofen in Aussicht genommen wird, eine gründliche Untersuchung stattfinden, unter welchen Bedingungen bezüglich Körnung, Kohlenmischung und einzusetzender Schichtdicke die günstigsten Ergebnisse erzielt werden. Für die Beurteilung der Schwelwürdigkeit einer Kohle reichen die üblichen Untersuchungsmethoden auf flüchtige Bestandteile und Backfähigkeit allein nicht aus, auch der stoffliche Aufbau spielt eine große Rolle.

Für die Durchführung dieser Vorarbeiten und für die entsprechende Beratung stehen unsere Erfahrungen und unsere Einrichtungen zur Verfügung. In unseren Forschungs-Laboratorien und Versuchsanlagen können Kleinversuche und betriebsmäßige Dauerversuche größeren Umfangs durchgeführt werden.

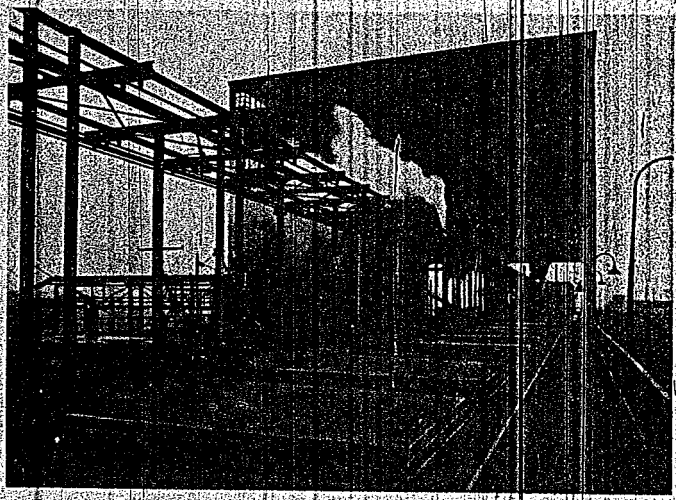


Abb. 8

LURGI

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

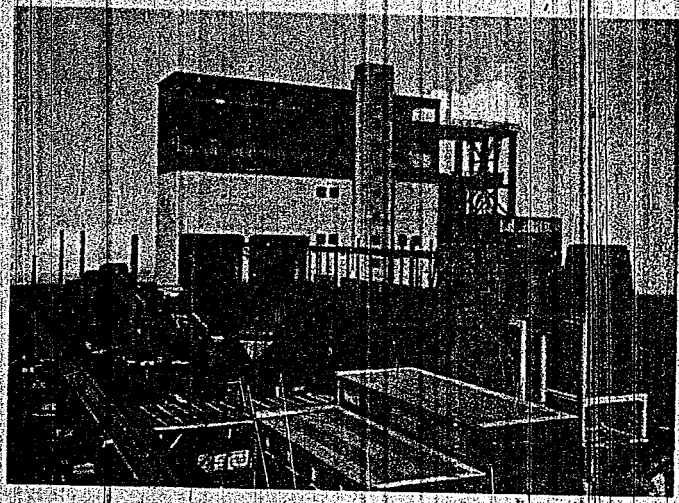


Abb. 6

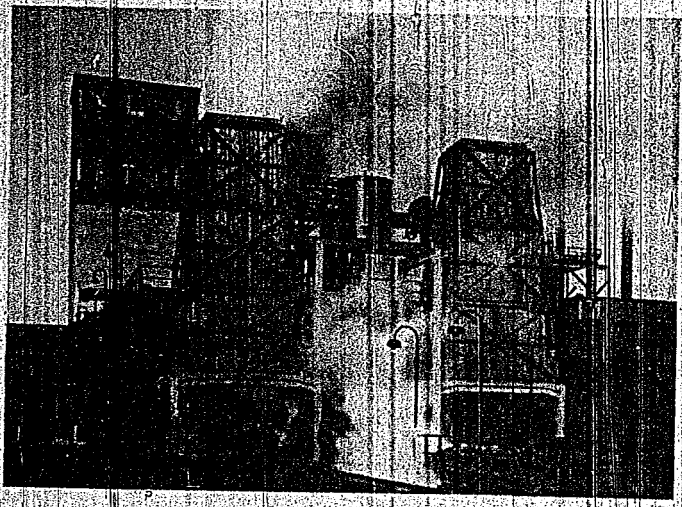
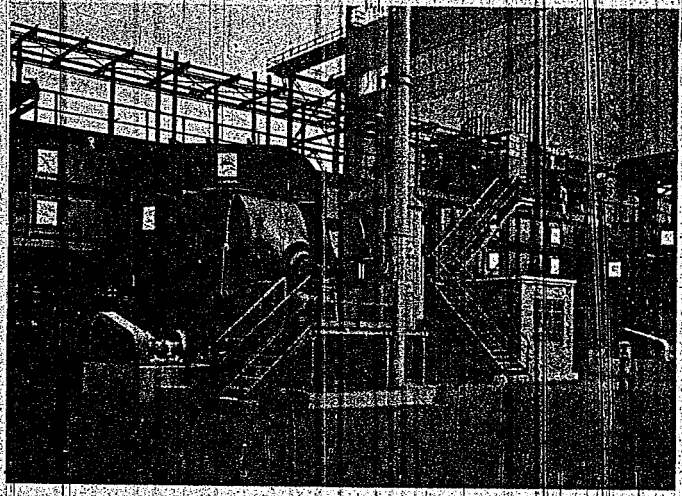


Abb. 7



LURGI

GESELLSCHAFT FÜR WÄRMETECHNIK M. B. H.

FRANKFURT A. M.

LURGIHAUS

KL. 1801 KOMZ. 2003

TITLE PAGE

C. Luigi Carcupino.

Frame Nos. 525 - 540

LURGI

Carbonizers

LURGI

GESELLSCHAFT FÜR WÄRMETECHNIK M.B.H.
FRANKFURT AM MAIN · LURGIHAUS

Carbonizers

LURGI

GESELLSCHAFT FÜR WÄRMETECHNIK M. B. H.
FRANKFURT AM MAIN · LURGIHAUS
GERMANY

526

Figure 1. Lurgi carbonisation plant with a throughput of 75 tons of lignite per day.

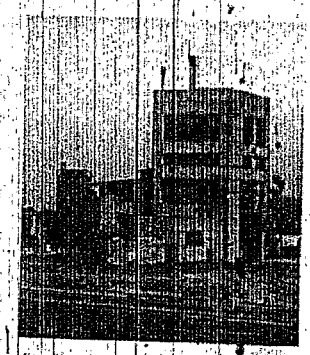


Figure 2. Lurgi carbonisation plant with a throughput of 300 tons of bituminous coal per day.

General.

Low temperature carbonisation means the heating of a fuel to temperatures of 450° to 800° C., as distinct from coking, during which the fuel is heated to 900° to 1200° C. Three main products are obtained — low temperature coke, low temperature tar and low temperature gas.

The object of the carbonisation process may be to obtain the liquid and gaseous hydrocarbons from the fuel or to improve the quality of the solid fuel.

The Production of Oil.

The carbonisation of a fuel with a view to obtaining the liquid hydrocarbons necessitates the use of fuels with a high content of recoverable volatile constituents. Such fuels are geologically young bituminous coal, cannel coal, young and old brown coal and various oil bearing minerals, such as oil shale and torbanite. Since the main object of carbonising these fuels is the production of tar and oil, the combustible gas and the low temperature coke which are produced at the same time are regarded as by-products.

The Production of Coke.

An entirely different problem arises when a fuel is to be carbonised in order to produce a high grade coke. In this case, low grade fuels are to be transformed into fuels with a higher calorific value or a more convenient shape. Such a transformation is frequently required for peat or lignite with a high content of water, for various other fuels which exist as small particles, such as: tan, fine coal from coal cleaning plants, and finally for geologically young fuels with a very high percentage of volatile matter. In each case the carbonisation process aims at increasing the calorific value and improving the size of the fuel and its properties of combustion. The calorific value can be increased by extracting the water and by eliminating the gaseous constituents of low calorific value. This is frequently the case when carbonising geologically young lignites with a high percentage of water. An improvement of the properties of combustion applies chiefly to fuels of recent origin with a high percentage of gas. These fuels frequently give off too much gas during the combustion process, which leads to premature crumbling on the grate, and the emission of smoke and soot.

If a fine coal which possesses coking properties is used, it is possible to convert it into a lump fuel by low temperature carbonisation in externally heated ovens.

525

527

If the fuel crumbles on heating, or if a fine non-coking coal or lignite is to be treated, the low temperature coke produced on carbonisation is generally briquetted afterwards to obtain a product of uniform size that burns readily. The carbonisation process always gives a smokeless final product which is considerably better for household purposes than the raw fuel and which can also be employed with advantage for industrial purposes.

Recently the Lurgi Company, in collaboration with the Friedrich Krupp Grusonwerk, has evolved the Lurgi-Krupp lump coke process, which renders unnecessary the briquetting of the low temperature coke. In this process, the fine or crumbly fuel is subjected to a suitable pre-treatment and is then briquetted before carbonisation in a Lurgi direct-heating plant. The fuel retains its high bulk density, and is discharged either in the shape of the original briquettes or in lumps of high mechanical strength.

Since the main object of carbonising these fuels is the production of tar and oils, the combustible gas and the low temperature coke which are produced at the same time are regarded as by-products.

The Production of Coke.

An entirely different problem arises when a fuel is to be carbonised in order to produce a high grade coke. In this case, low grade fuels are to be transformed into fuels with a higher calorific value or a more convenient shape. Such a transformation is frequently required for peat or lignite with a high content of water, for various other fuels which exist in small particles, such as the fine coal from coal cleaning plants, and finally for geologically young fuels with a very high percentage of volatile matter. In each case the carbonisation process aims at increasing the calorific value and improving the size of the fuel and its properties of combustion. The calorific value can be increased by extracting the water and by eliminating the gaseous constituents of low calorific value. This is frequently the case when carbonising geologically young lignite with a high percentage of water. An improvement of the properties of combustion applies chiefly to fuels of recent origin with a high percentage of gas. These fuels frequently give off too much gas during the combustion process, which leads to premature crumbling on the grate, and the emission of smoke and soot.

If a fine coal which possesses coking properties is used, it is possible to convert it into a lump fuel by low temperature carbonisation in externally heated ovens.

If the fuel crumbles on heating, or if a fine non-coking coal or lignite is to be treated, the low temperature coke produced on carbonisation is generally briquetted afterwards to obtain a product of uniform size that sells readily. The carbonisation process always gives a smokeless final product which is considerably better for household purposes than the raw fuel and which can also be employed with advantage for industrial purposes.

Recently the Lurgi Company in collaboration with the Friedrich Krupp Grusonwerk has evolved the Lurgi-Krupp lump coke process, which renders unnecessary the briquetting of the low temperature coke. In this process, the fine or crumbly fuel is subjected to a suitable pre-treatment and is then briquetted before carbonisation in a Lurgi "direct-heating" plant. The fuel retains its high bulk density and is discharged either in the shape of the original briquettes, or in lumps of high market value. (See also page 10.)

The advantages resulting from the transformation of a low grade fuel are obvious. A carbonised fuel can stand much higher transport charges than untreated fuel, so that it can be brought to places which would otherwise be considered too far from the pit. The cost of distribution per unit of heat of a high grade fuel, such as that produced by carbonisation, is often half that of a crude fuel. Owing to their increased calorific value and improved properties of combustion, these carbonised fuels have found a market in which the crude fuel could not compete on account of its excessive cost of transport per heat unit and its inferior properties of combustion.

Carbonisation.

For successful carbonisation, the fuel must be dried and then heated with careful temperature control over a wide range. The heating may be carried out indirectly, i. e. by heating the walls of a chamber into which the fuel is charged, or directly, i. e. by circulating the heating gases through the fuel itself.

Indirect Heating.

In low temperature carbonisation plants employing indirect heating, the throughput of the plant was limited by the fact that the refractory walls of the chamber or retort and the adjacent layers of fuel were poor conductors of heat and necessitated the use of low temperatures. In recent years, the conductivity of the chamber walls has been increased by substituting steel for the refractory material. When using fuels possessing coking properties the indirect method of heating offers the possibility of combining low temperature carbonisation with the production of a smokeless lump coke from fine coals of low market value.

Figure 3
Lurgi carbonisation plant with a throughput of 750 tons of bituminous brown coal per day.

The Krupp-Lurgi Process.

The KRUPP-LURGI oven for achieving the results mentioned above has been developed in conjunction with the Fr. Krupp A. G. of Essen. The oven unit, consist of six rectangular steel compartments or cells, which are charged from the top with coal. Between the cells, heating flues are provided through which the heating gases are passed, the temperatures being carefully controlled by means of a recirculation system. The carbonising period is four to five hours. At the end of this time, the coke is discharged through the bottom door, and the oven is re-charged. Several large plants operating this process with bituminous

with a throughput of 750 tons of Japanese brown coal per day.

The Krupp-Lurgi Process.

The KRUPP-LURGI oven for achieving the results mentioned above has been developed in conjunction with the Fr. Krupp A.G. of Essen. The oven unit consists of six rectangular steel compartments or cells, which are charged from the top with coal. Between the cells, heating flues are provided through which the heating gases are passed, the temperatures being carefully controlled by means of a recirculation system. The carbonising period is four to five hours. At the end of this time, the coke is discharged through the bottom door, and the oven is re-charged. Several large plants operating this process with bituminous caking coals of high gas content have been erected. (See special publication KL 181.)

Direct Heating.

In the direct-heating process, the heating gases are brought into direct contact with the fuel. This method permits a high rate of heat transfer to the fuel and imposes no limits on the size of the carbonising chamber. In consequence, units with a very high throughput can be built. The high rate of heat transfer, and the small heat loss result in a high thermal efficiency. One great advantage of the direct-heating process is the fact that no difficulties are experienced with constructional material, as refractories may be used where the temperatures are highest.

In this process the volatile products from the coal are diluted with the heating gases, which is a disadvantage, as this necessitates larger condensers. This can be offset to a great extent, however, by suitable modifications in the construction of the plant.

The Lurgi Direct-Heating Process.

The Lurgi process has enabled the direct-heating principle to be applied on a large scale to the majority of solid fuels. This process can easily be modified to suit the peculiarities of various fuels, particularly high water content, and the tendency to disintegrate on heating. With Lurgi plants it is possible to dry the fuel completely, to carbonise it and to cool the coke in one continuous operation, without the use of water.

In the retort, which is open at the top and closed at the bottom by the coke discharging mechanism, the fuel passes through three successive zones, viz. drying, carbonising and coke cooling zones. The fuel in both the drying and carbonising zones is heated by means of circulating gases which also reduce the temperature of the coke in the coke cooling zone. The heat recovered from the coke is utilized, by a special design of the circulation system, in the carbonisation stage.

As the fuel is thoroughly dried before it reaches the carbonising zone, only a very small amount of heat need be supplied to this zone. The circulating gases are mixed with the hot gaseous products of combustion from a separate chamber. The volume of burnt gas is so small that only a slight dilution of the gas derived from the carbonisation occurs, and the mixed gas will always burn quite easily, having a calorific value of 140—200 B.Th.U. per cu. ft.

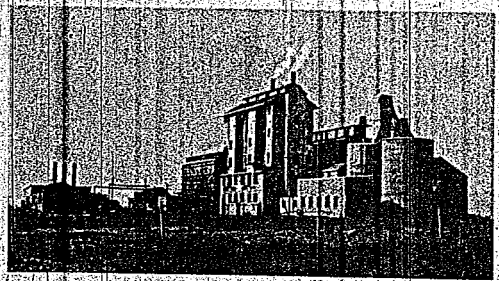
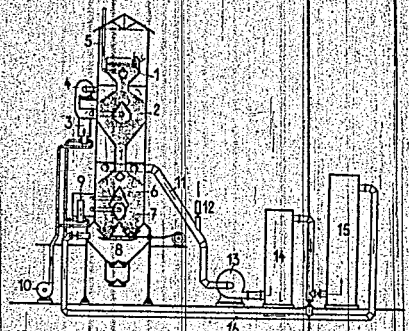


Figure 4.
Lurgi carbonisation plant with a throughput of 400 tons of Canadian brown coal per day.

Figure 4.
Lurgi carbonisation plant with a throughput of 400 tons of Canadian brown coal per day.

Figure 5. Diagram of the Lurgi direct-heating carbonisation process.

1 Raw coal hopper
2 Drying zone
3 Burner
4 Fan
5 Waste gas stack
6 Carbonising zone
7 Coke cooling zone
8 Coke discharge
9 Burner
10 Air blower
11 Crude gas main
12 Make-up gas
13 Exhauster
14 Condenser
15 Light spirit scrubber
16 Clean gas main



The drying of the fuel is likewise carried out by means of gases which are circulated by a blower. Before the circulating gases are admitted to the fuel, they are heated to a temperature of 200°—250° C. by mixing them with hot waste gas from a separate combustion chamber. These circulating gases thus consist of products of combustion and steam (given off by the fuel) and contain but little free oxygen.

In special cases, where a good market exists for the rich undiluted distillation gas, the heating of the circulating gases is not effected by the addition of hot waste gases, but by indirect heating in a tubular heater. This modification of the process is of value only for geologically old fuels, the gas from which contains little carbon dioxide.

The principle of the Lurgi process is depicted in Figure 5. The gases leaving the carbonisation zone are passed through condensers, tar extractors and light spirit scrubbers, and are then returned to the oven. The greater portion of the gas is led into the coke cooling zone, and a smaller portion supplies the two combustion chambers for the carbonising zone and the drying zone. In the gas purification plant, the heavy tar and the light tar are recovered as separate fractions, and the light spirit recovered from the scrubbers forms a third fraction.

With small carbonising units heated by circulating gases, the process is easy to control, but with ovens of large capacity some difficulties may arise, particularly in ensuring uniform carbonisation throughout the charge. This difficulty has been overcome by sub-dividing the large cross-sectional area of the carbonising zone and it is now possible to operate ovens with a throughput of 250—350 tons per day.

In the past difficulties have been experienced in ensuring uniform charging and discharging of the oven, and in obtaining an even distribution of the heating gas. These difficulties have been overcome by the design of a special charging machine which prevents segregation of the lumps and fines of the fuel, which is fed to the charging machines by a conveyor. The semi-coke is extracted continuously and automatically from the base of the oven and discharged through 'coke pockets' which also are automatic in operation.

The dilution of the gases evolved during carbonisation cannot be avoided altogether when heating by circulating gases, but has been reduced by various means to such an extent that the quantities of gas to be dealt with by the condensers are nearly the same as in plants using externally heated retorts. The raw fuel is thoroughly dried and preheated before it is carbonised, which reduces the heat requirements of the carbonising process proper to a minimum. In addition, the circulating gases are preheated by the hot coke before entering the carbonising zone, which reduces the heat consumption still further. The amount of make-up gas which must be added to the circulating gases is therefore very small and involves no technical or economic difficulties in the condensation of the tar or the recovery of the light spirit. In special cases, the dilution of the carbonisation gases can be reduced even further, or entirely avoided by using a tubular heater for heating the circulating gases.

Particular attention is drawn to the solution of the fuel dust problem. In systems with direct heating by circulating gases there is a tendency for dust to be entrained into the flues and the condensers. The latter is

Particular attention is drawn to the solution of the fuel dust problem. In systems with direct heating by circulating gases there is a tendency for dust to be entrained into the flues and the condensers. The latter is extremely undesirable as the removal of the dust from tar is either impossible or attended by heavy losses. In Lurgi plants, the uniform charging of the fuel, the small heat consumption and the adequate size of the gas offtakes minimise the dust nuisance, and there is no difficulty, even with dusty fuels, in obtaining a tar with less than 0.5% of dust.

Large Scale Lurgi Direct-Heating Plants.

When the Lurgi process is carried out on a large scale, the operation is substantially the same as shown in Figure 5 and previously described. The large quantities of fuel, however, which have to be treated in ovens with a throughput of 250—350 tons per day, require large cross-sections, and it has been found desirable to divide each oven into two shafts of special internal construction. The shafts are placed one on each side of a central combustion chamber and gas inlet and offtake mains. The shafts are open at the top and there are no closing devices or movable parts in the drying, carbonising or cooling zones, or between these zones. The arrangement is therefore compact and results in very short connections between the ovens and the circulating fans, particularly those for the drying zone, to which a direct connection is made. All parts of the plant are easily accessible, so that cleaning work, such as the removal of dust, can be carried out without interrupting the working. The plant controls are arranged on a central platform, and the operation can be left to comparatively unskilled men. The plant can be quickly started up or stopped by means of special devices provided in the gas mains.

An elevation of a large Lurgi direct-heating oven is shown in Figure 6, in which can be seen the open drying zone and the automatic charging machinery.

The layout of the plant for the recovery of tar and light spirit is shown in Figure 7.

In large plants, fractional condensation of the tar is adopted, which considerably simplifies the working-up of the tar. The gas is first freed from the small quantity of dust which it contains and is then cooled to approximately 100° C. and the heavy tar fraction is removed by a Siemens-Lurgi-Cottrell electrostatic tar precipitator. The gas is next cooled to 20°—30° C. to condense the light tar fraction, and finally the light spirit is recovered by scrubbing the gas. An exhauster situated between the condensers and the scrubbers circulates the gas for the direct heating process.

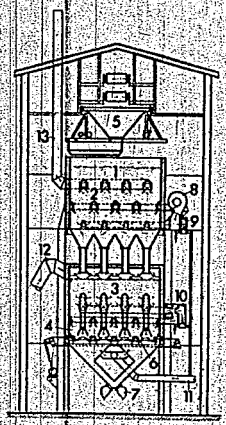


Figure 6. Elevation of a Lurgi direct-heating carbonisation plant.

1 Coal Hopper
2 Drying zone
3 Carbonising zone
4 Coke cooling zone
5 Coal charging car
6 Coke discharging mechanism
7 Coke discharging pockets
8 Circulating fan for drying zone
9 Combustion chamber for drying zone
10 Combustion chamber for carbonising zone
11 Admission of purified circulating gas
12 Offtake for mixture of circulating gas and carbonisation gas
13 Offtake for waste gas from drying zone

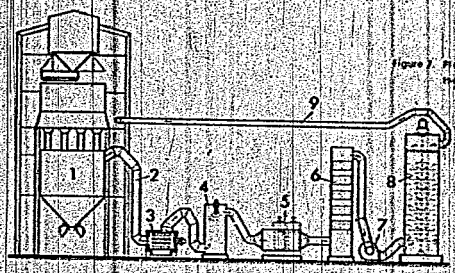


Figure 7. Plant for the production of low temperature tar by the Lurgi direct-heating carbonisation process

1 Carbonising oven
2 Hot gas main
3 Dust separator
4 Primary cooler
5 Electrostatic precipitator
6 Tubular cooler
7 Exhauster
8 Light spirit scrubber
9 Cold gas main for return of circulating gases

The layout of a Lurgi low temperature carbonisation plant of four large ovens, equipped with condensers and light spirit recovery plant, is shown in *Figure 8*.

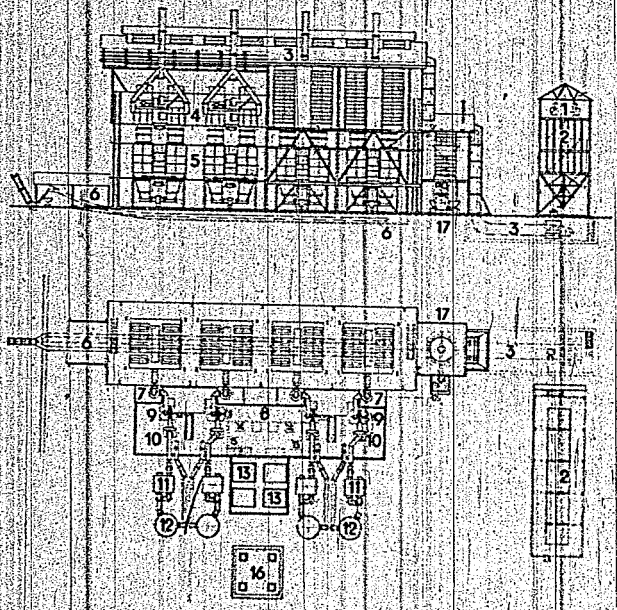


Figure 8. Lurgi low temperature carbonisation plant. Four large ovens with a throughput of 1200 tons per day.

1 Tripper for raw coal; 2 Raw coal hopper; 3 Conveyor; 4 Pre-dryers; 5 Carbonising ovens; 6 Coke conveyor; 7 Primary cooler for low temperature gas; 8 Pump house; 9 Exhausters; 10 Electrostatic tar separators; 11 Tubular coolers; 12 Light spirit scrubbers; 13 Tar tanks; 14 Oil pumps; 15 Water pumps; 16 Cooling tower; 17 Oil product.

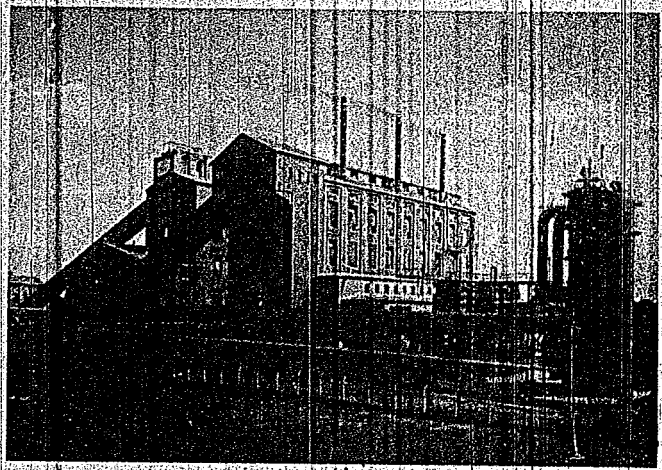


Figure 18. Lurgi Low Temperature Carbonisation Plant with a throughput of 1000 tons of brown coal per day.

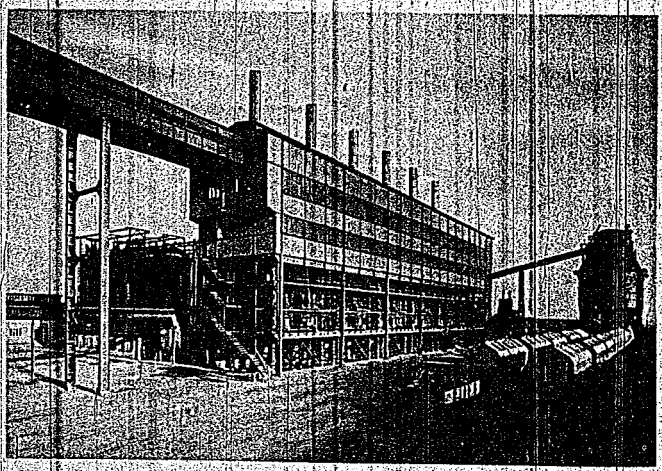


Figure 19. Lurgi Low Temperature Carbonisation Plant with a throughput of 3500 tons of brown coal per day.

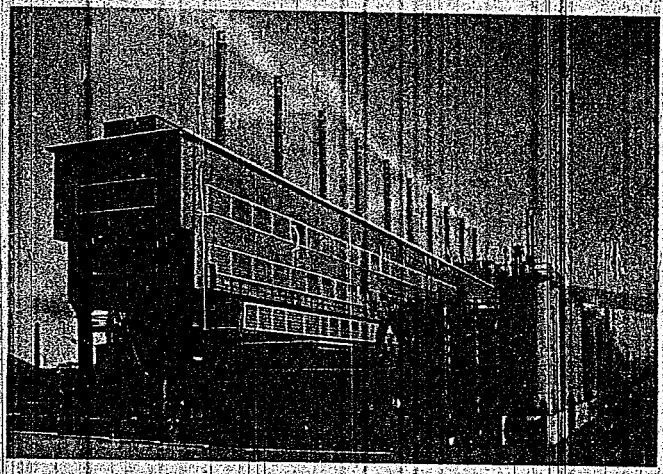


Figure 70. Lurgi Low Temperature Carbonisation Plant with a throughput of 5000 tons of brown coal per day.

Figure 71. Lurgi Low Temperature Carbonisation Plant with a throughput of 12500 tons of brown coal per day.

The Applications of the Lurgi Direct-Heating Process.

The process was developed primarily for the low temperature carbonisation of lignitic brown coal and xylite, lump fuels with a water content of 25—30%. The success achieved led to the construction of larger plants equipped with machinery for briquetting the semi-coke, and subsequently bright brown coals with 15% of water, in lump form and also as "fines", were treated in several large plants erected for the purpose. The process has also been applied on a very large scale to earthy German brown coal with a water content of 50—55%. As this fuel is very crumbly and disintegrates rapidly on heating, it is first briquetted (without a binder) and then carbonised.

Experience on a large scale has proved that oil shales, torbanite and cannel coal may be carbonised with very satisfactory results, and large plants employing the Lurgi process are in operation on cannel coal. Finally, bituminous coals may be treated provided they are not of the strongly caking type: the younger long-flame coals particularly are being carbonised in several Lurgi plants. In fact, a wide range of fuels may be used; from those which tend to disintegrate to those which cake slightly on heating; and from lump fuels to dust. The physical changes in the condition of the fuel during treatment do not affect the smooth working of the plant.

The Lurgi-Krupp Lump Coke Process.

At one time, the carbonisation of the younger fuels which disintegrate on heating was not an economic process owing to the low price obtainable for the small sized product, but since the introduction of the Lurgi Krupp process, which produces a lump semi-coke, the financial aspect has become much more attractive.

The operation of this process is as follows: —

The fuel is ground and dried (see Figure 9) by contact with hot gases of combustion at a temperature of 900°—1000° C. and is then carried forward as dust with a moisture content of 6—10% to a ring-roll press (see Figure 10) where it is briquetted under a pressure of 30,000—35,000 lbs./sq. inch. These briquettes are then carbonised in a Lurgi direct-heating oven and either retain their shape or, if they break at all, break into a few large pieces. Some contraction in volume takes place at the same time. The resulting product is a dense lump fuel, resistant to abrasion and possessing remarkably good combustion characteristics. The power required for preparing the fuel for briquetting and for the briquetting operation itself is very small, and the production of lump semi-coke by this method is much less costly than by briquetting the fuel after carbonisation. Many plants, each with a daily output of 250—300 tons of briquettes made from earthy German brown coal, are operating on this process.

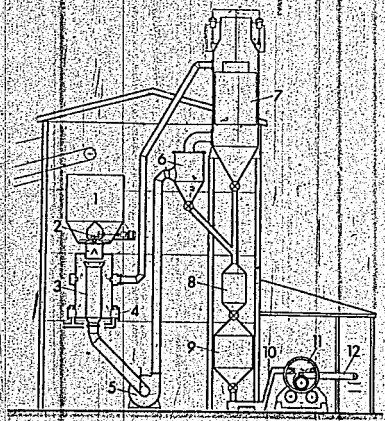
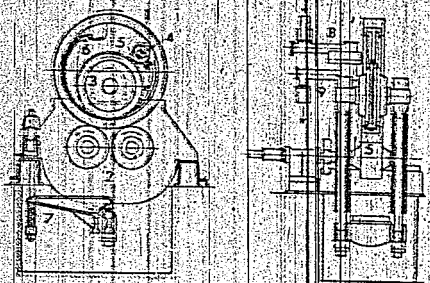


Figure 9 — Brown coal briquetting plant for the production of lump coke (Lurgi-Krupp process).

1 Raw coal hopper
2 Coal feed
3 Coal drying chamber
4 Combustion chamber for drying chamber
5 Combined pulveriser and fan
6 Coarse dust separator
7 Electrostatic dust separator
8 Coal dust cooler
9 Dust storage hopper
10 Dust feeding mechanism
11 Ring-roll press
12 Briquette conveyor

Figure 70. Lurgi ring-roll press for briquetting brown coal.

1 Rotating ring
2 Driving rollers
3 Rotating roll
4 Dry coal projector
5 Briquette moulds
6 Mechanism for detaching briquettes
7 Tension device for roll
8 Dry coal feed
9 Conveyor for excess coal



Operating Results obtained with Lurgi Direct-Heating Plants.

The Lurgi process is used for both the **extraction of oil** and the **production of coke** from all kinds of fuels. The special method of heating employed in the Lurgi ovens ensures the recovery of the hydrocarbons with a minimum of decomposition, the yield of tar and oil being 90–95% of that obtained in the aluminium retort test.

Many Lurgi plants have been erected in Germany during recent years, the largest having a throughput of 1250 tons per day. The semi-coke from this particular plant is used to a large extent for the production of steam in an adjoining power station. The remainder of the semi-coke is gasified to produce water-gas and hydrogen which is used for the hydrogenation of the low temperature tar for the production of motor spirit, the total output of which is 225,000 tons per year. In other plants, German brown coal is converted into semi-coke for domestic use or for gasification in producers.

The following table shows typical operating results obtained from actual plants:—

Table 1.

Material and Heat Balances for a Lurgi Direct-Heating Plant, per lb. of fuel (brown coal briquettes containing 15% of water and 14.6% of tar, according to the Fischer-Hempel assay).

		lb.	B.Th.U.	% of heat
Input:	Brown coal briquettes	1.000	9871.5	99.92
	Air for combustion	0.425	8.1	0.08
	Total	1.425	9884.7	100.00
Output:	Semi-coke	0.445	5627.5	56.94
	Surplus gas[1]	0.255	676.7	6.84
	Refined tar	0.116	2084.9	21.10
	Light spirit (boiling below 230° C)	0.023	434.0	4.39
	Liquor	0.081	2.9	0.03
	Residue	0.039	322.3	3.25
	Gas loss	0.030	12.4	0.13
	Heat in cooling water		225.9	2.28
	Waste gases	0.457	185.5	1.88
	Loss	0.010	312.9	3.16
	Total	1.425	9884.7	100.00

[1] 220 cu. ft./ton (60° C., 30" B.).

When the carbonisation process is used primarily for the improvement in quality of fuel, the quality of the semi-coke produced is of particular importance. With the Lurgi process, the fuel is passed through the ovens in a steady stream solely by gravity and is heated slowly at the same time. From a physical point of view, the fuel is thus treated very carefully so that, with suitable kinds of raw fuel (particularly old brown coals and young bituminous coals) it is possible to obtain the semi-coke in fairly large lumps. The volatile content of the semi-coke can be altered at will by modifying the temperature of carbonisation. With a temperature of approx. 800° C. the volatile content can be reduced to 5–7%; this also increases the hardness of the semi-coke considerably. In the Lurgi process, the tar yield is not appreciably affected by the temperature of carbonisation.

The semi-coke is a suitable fuel for both household and industrial purposes. It contains practically no water and therefore has a high calorific value and enables high temperatures to be attained in industrial furnaces. If the lumps are sufficiently large, it is an excellent fuel for the generation of producer gas and water-gas, and particularly for metallurgical use in reduction processes in rotary furnaces.

In many plants treating geologically young fuels, the semi-coke obtained has been so reactive that it has shown a tendency to spontaneous combustion. In such cases, the semi-coke should be treated further by a special ageing process which has been developed for this purpose.

Where it is desired to produce a strong and hard semi-coke from small fuel, and the normal treatment is inadequate, the Lurgi-Krupp process is strongly recommended, particularly for young brown coals and bituminous coals. Even earthy and fine fuels can be made to give a lump semi-coke of great hardness that is particularly suitable for domestic stoves, central heating boilers and gas producers.

The Briquetting of Semi-Coke.

The physical properties of the raw fuel are not always such that the semi-coke produced will form sufficiently large lumps. The Krupp-Lurgi process mentioned above is very satisfactory in such cases, but an alternative is to briquette the semi-coke in a manner similar to that used for bituminous coals. In this way a lump fuel of excellent shape can be produced from small or crumbly semi-coke.

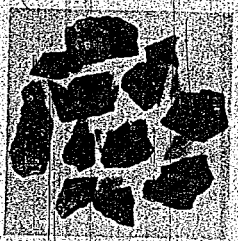


Figure 11. Low temperature coke from British cannel coal.

Figure 12. Low temperature coke from Greek pitite.

By the special method employed in preparing the semi-coke for the briquetting process, and by the addition of the binder in liquid form, it has been possible to produce briquettes which have a comparatively low content of binder and which burn practically without smoke. As a binder for the manufacture of briquettes, most companies use the pitch obtained from their tar distillation plant; if, however, the quantity of this pitch is not sufficient, it may be supplemented by small quantities of other approved binders such as high tem-

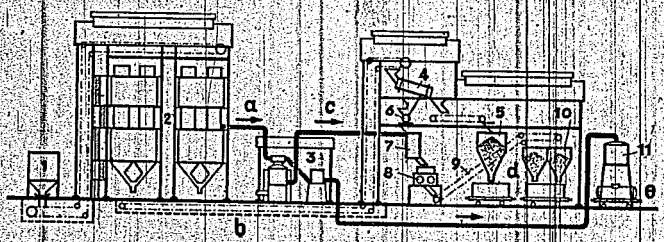


Figure 13. Diagram of a carbonising and briquetting plant.
1 Raw coal hopper; 2 Carbonising ovens; 3 Tar distillation plant; 4 Coke screen; 5 Lump coke hopper; 6 Coke crusher; 7 Mixer; 8 Briquetting press; 9 Briquette cooling conveyor; 10 Briquette hopper; 11 Oil tank.
a Tar; b Coke; c Pitch; d Lump coke and briquettes; e Oil.

perature tar or pitch, or small quantities of caking bituminous coal. The experience gained over many years has led to special designs for the briquetting presses and the accessory equipment, with the result that these offer a sufficient resistance to the abrasive action of the semi-coke.

The calorific value, the combustion properties and, in many cases, the ash content of the raw fuel are improved by treatment in a Lurgi plant. The ash content is frequently reduced by separating the fines from the raw fuel prior to carbonisation. This procedure is strongly recommended in all cases, since a certain amount of the fines with a high ash content can always be used at the works itself and because the elimination of the fines increases the throughput of the plant and improves the quality of the tar. Table 2 shows how the ash content of a fuel for carbonisation can be reduced by the removal of the fines.

Table 2.

The Analyses of the various Grades of a lignitic Coal.

Description	Moisture %	Volatile matter %	Fixed C %	Ash %	Sulphur %	Gross Calorific Value		B. Th. U. per lb.
						Moist	Dry	Dry, ash free.
Run of mine coal. Natural Basis	40.40	26.35	26.45	6.80	0.86	6400		12100
Run of mine coal. Dry Basis	0.0	44.20	44.35	11.45	1.44		10700	
Grade over ¾" (for carbonisation) Natural Basis	41.05	26.80	28.10	4.05	0.44	6350		11850
Grade over ¾" (for carbonisation) Dry Basis	0.0	45.45	47.65	6.90	0.75		11050	
Fines below ¾" (for use on works) Natural Basis	39.15	26.65	26.05	8.35	1.16	6300		12000
Fines below ¾" (for use on works) Dry Basis	0.0	43.50	42.75	13.75	1.90		10350	

If desired, the fines can be removed after carbonisation, for example, by air separation. The advantage to be gained by this will be seen from Table 3 which shows the ash contents of two other semi-cokes.

Table 3.

The Distribution of Ash in various Grades of Semi-Coke.

From brown coal with 48% moisture			From woody lignite with 35% moisture		
Grade	Quantity	Ash Content	Grade	Quantity	Ash Content
Above 6 mm	25.1%	9.2%	Above 20 mm	approx. 72%	6.3%
6 mm—2 mm	37.7%	11.9%	Below 20 mm	approx. 28%	23.5%
2 mm—½ mm	20.0%	18.1%			
Below ½ mm	17.2%	35.2%			

Figure 14. Low Temperature Coke made from various Brown Coals. (left) by carbonisation of raw brown coal; (centre) by carbonisation of rope briquettes; (right) by carbonisation of brown coal briquettes made in a ring-roll press (Lurgi-Krupp process).

Figure 15. Low Temperature Coke Briquettes.
left: Cushion briquettes 5 oz. centre: Cushion briquettes 1¾ oz.
right: Egg briquettes 1¾ oz.

Low temperature carbonisation also reduces the sulphur content of the fuel, as part of the sulphur is volatile. This is illustrated in Table 4, in which the sulphur content is expressed as % by weight and also as lbs. per million B.Th.U.

Table 4.

The Sulphur Content of an Old Brown Coal before and after Carbonisation.

	Moisture %	Ash %	Total Sulphur %	Combustible Sulphur %	Sulphur in Ash %	Calorific Value B.Th.U. lb.	Combustible Sulphur lbs. per mill. B.Th.U.
Raw Brown Coal	15.9	7.3	4.12	3.06	1.05	9200	3.32
Semi-Coke	0.2	9.9	4.15	2.72	1.43	12700	2.14

The Characteristics of Low Temperature Tar, and the Methods of Working-up.

The characteristics of low temperature tar are largely dependent on the type of fuel treated. Tar from brown coals with a high moisture content, from cannel coals and from oil shales has a high paraffin content. Tar from lignitic coals, bright brown coals and geologically young bituminous coals has a high content of tar acids.

The composition of the tar is, to a large extent, independent of the carbonising temperature, as will be seen from Table 5.

Table 5.

Characteristics of a Typical Tar produced by the Direct Heating Process at Various Carbonising Temperatures.

Carbonising Temperature (Gas entering Carbonising Zone)	Distillation					
	Excluding light spirit			Including light spirit	Creosote and Asphalt contents of tar (excluding light spirit)	
	Up to 180° C.	Up to 320° C.	Up to 325° C.	Up to 325° C.	Creosote	Asphalt
650° C.	1.4% Vol.	43.8%	47.4%	52.0%	14.5% Wt.	2.3% Wt.
590° C.	1.4% Vol.	44.5%	46.5%	51.8%	14.8% Wt.	1.6% Wt.
495° C.	1.6% Vol.	45.3%	48.1%	53.4%	15.2% Wt.	1.8% Wt.

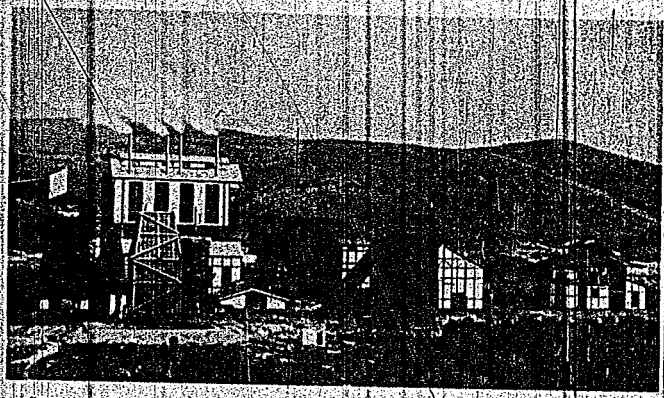


Figure 16. Lurgi Low Temperature Carbonisation Plant with tar distillation and briquetting plant, throughput 350 tons of New Zealand bright brown coal per day.

The low temperature tar obtained by the carbonisation of lignite and bright brown coals in Lurgi plants is largely distilled to give fuel oil, Diesel oil and impregnating oils; it is also used as a source of pure phenols. Considerable quantities of tar are used as raw stock for hydrogenation by the I. G.-Bergius process for the production of motor spirit, Diesel oil and lubricating oil.

Working-up of Low Temperature Tar from:-

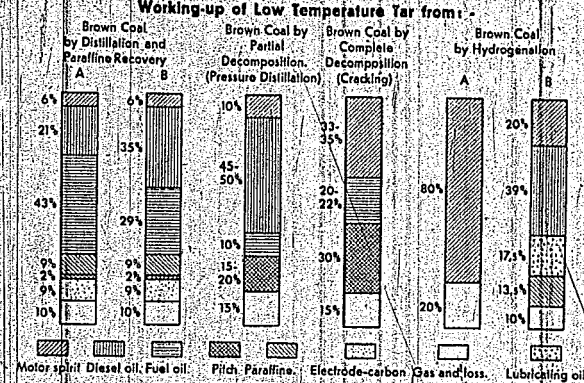


Figure 17. Diagrammatic Representation of the Processes for Working-up Low Temperature Tar.

When the tar is worked-up by distillation, paraffin may be recovered by the ordinary sweating process and certain fractions may be cracked, or distilled under pressure, to give light Diesel oil. Figure 17 shows the products which may be obtained by working-up tar from German brown-coal in various ways. In the process for the recovery of paraffin, the main product may be either fuel oil (A) or gasol (B). The last column shows the results of hydrogenation at 250 atm. and 400°—450° C.

Before installing a low temperature carbonisation plant, both the treatment of the fuel before carbonisation and the carbonising process itself require very careful consideration. A very large number of Lurgi carbonisation plants are now at work in various parts of the world, for the production of semi-coke and of tar oils. These installations vary in size from the small units with a throughput of 25—50 tons of lignite per day to large plants of 6000—12500 tons of raw brown coal per day. The working of these plants affords conclusive evidence of the satisfactory performance of the Lurgi process, which is based on careful design, combined with laboratory and full scale investigations.

Our wide experience in development work, organisation, and technical resources for laboratory investigations and large scale trials are available for application to new problems.

LURGI

GESELLSCHAFT FÜR WÄRMETECHNIK M. B. H.

FRANKFURT A. M.

LURGIHAUS

LURGI

GESELLSCHAFT FÜR WÄRMETECHNIK M. B. H.

FRANKFURT A. M.

LURGIHAUS

TITLE PAGE

4. Die Druckvergasung fester Brennstoffe mit Sauerstoff. Von Dr. Ing. Friedrich Danulat, Frankfurt a.M.
The pressure gasification of solid fuels with oxygen.

Trans. Doc. Bal - 220

541

Die Druckvergasung fester Brennstoffe mit Sauerstoff

Von Dr. Ing. Friedrich Danulat, Frankfurt a. M.

4. Die Druckvergasung fester Brennstoffe mit Sauerstoff. Von Dr. Ing. Friedrich Danulat, Frankfurt a.M.
The pressure gasification of solid fuels with oxygen.

Frame Nos. 541 - 550

541

Die Druckvergasung fester Brennstoffe mit Sauerstoff

Von Dr. Ing. Friedrich Danulat, Frankfurt a. M.

Sonderdruck aus Heft 13 der „Mitteilungen aus dem Arbeitsbereich der Metallgesellschaft Frankfurt a.M."

Die Druckvergasung fester Brennstoffe mit Sauerstoff.

Von Dr. Ing. Friedrich Danulat, Frankfurt a. M.

Einführung.

Das Gas als Brennstoff ist der begehrte Wärmeenergieträger für Industrie, Gewerbe und Haushalt. Das ursprüngliche Verfahren der Gaserzeugung war das der Entgasung der Kohle durch Erhitzen unter Luftabschluß, wobei man neben einem hochwertigen Gas (ob. Heizwert H_o = 4000—5500 kcal/Nm³) den Koks erhielt. Das Bestreben, den festen Brennstoff restlos in Gas umzuwandeln, führte zu den Verfahren der Vergasung der Kohle. Durch Vergasung mit Luft gelang es, ein stickstoffhaltiges Gas geringen Heizwerts zu erzeugen (H_o = 1000 bis 1500 kcal/Nm³). Der Wassergasprozeß, bei dem die Vergasung des Brennstoffs im Wechsel mit Luft und Wasserdampf erfolgt, ermöglichte es, den Luftstickstoff aus dem erzeugten Gas zu halten und diesem dadurch einen höheren Heizwert zu geben (H_o = 2500—3000 kcal/Nm³). Der Zusatz von aus Koks erzeugtem Wassergas zum reinen Entgasungsgas der Kohle erlaubte es, die Gasausbeute bei unwesentlicher Senkung des Gasheizwertes zu steigern und damit Gas- und Koksausbeute mehr in ein den Absatzmöglichkeiten beider Erzeugnisse entsprechendes Verhältnis zu bringen. Mit Rücksicht auf den erforderlichen hohen Gasheizwert blieb die Stadtgaserzeugung an das Verfahren der Entgasung der hochwertigen Steinkohle und der zusätzlichen Wassergaserzeugung aus Koks gebunden, während sich die Luftvergasung in ihrer Anwendung auf die Eigenversorgung industrieller Betriebe beschränkte, bei der die Verwendung innerhalb des Werkes einen niedrigen Gasheizwert zuließ. Der Gaserzeugungstechnik erstrebenswert blieb ein Verfahren der restlosen Umwandlung des festen in den hochheizkräftigen, gasförmigen Brennstoff von der Beschaffenheit des Stadtgases.

Die großindustrielle Auswertung der Verfahren der chemischen Synthese stellte der Gaserzeugungstechnik erstmals die Forderung, Gase bestimmter, für die Synthese geeigneter Zusammensetzung zu erzeugen. Für die Ammoniaksynthese und die Synthese flüssiger Treibstoffe nach dem I. G.-Bergius- und dem Fischer-Tropsch-Verfahren werden wasserstoffreiche Gase benötigt, für deren Erzeugung anfänglich der Wassergasprozeß trotz der Nachteile einer unstetigen Betriebsweise und der Verwendung hochwertiger Brennstoffe geeignet schien.

Als Linde[1]) um die Jahrhundertwende das Verfahren der Zerlegung der Luft in ihre Bestandteile Sauerstoff und Stickstoff entwickelte, schlug er vor, den so erzeugten Sauerstoff für die Vergasung der Kohle zu verwenden, um ein stetig arbeitendes und damit vollkommeneres Verfahren an die Stelle des Wassergasprozesses zu setzen. Aus vielen Gründen konnte damals die Verwirklichung dieses Vorschlages nicht in die Praxis umgesetzt werden. Erst Drawe[2]) übersah mit einem durch die folgende Entwicklung der Technik geweiteten Blick von neuem die Möglichkeiten der Verwendung des Sauerstoffs als Vergasungsmittel und erbrachte im Jahre 1927 in einer technischen Apparatur den Beweis, daß auf dem von ihm vorgeschlagenen Wege ein stickstoffreies Gas bei restloser Vergasung des Brennstoffs gewonnen werden konnte. Im Anschluß an diese Vorarbeiten beschäftigte sich die Lurgi Gesellschaft für Wärmetechnik[3]) weiter mit dem Verfahren. Ihr gelang es, im Jahre 1930 das Verfahren der Brennstoffvergasung mit Sauerstoff unter hohem Druck zu entwickeln und nach eingehenden Vorversuchen in einer betriebsmäßig arbeitenden Versuchsanlage zu zeigen, daß es möglich war, direkt ein für die Städteversorgung geeignetes Gas herzustellen. Weitere erfolgversprechende Arbeiten befaßten sich mit der Erzeugung von Synthesegas nach dem gleichen Verfahren.

[1]) Gesellschaft für Linde's Eismaschinen, Wiesbaden, DRP. Nr. 108 158 vom 21. Mai 1898.

[2]) Drawe, Hochwertiges Gas und flüssige Brennstoffe als Endziel der Kohleveredelung. Gas- und Wasserfach 69 (1926) S. 1013—1015.
Drawe, Neue Wege der Schwelung und Vergasung. Gas- und Wasserfach 70 (1927) S. 904 und Braunkohle 26 (1927) S. 573.

[3]) Drawe, Starkgas durch Brennstoffvergasung mit Sauerstoff. Gas- und Wasserfach 76 (1933) S. 543—545.
Hubmann, Erzeugung von wasserstoffreichem Gas für Städteversorgung und Synthese. Mitteilungen aus dem Arbeitsbereich der Metallgesellschaft A.-G. Nr. 8 (1933).

Das Verfahren.

Die Arbeitsweise des Verfahrens ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt. In einer Trennanlage wird die atmosphärische Luft in ihre Bestandteile Sauerstoff und Stickstoff zerlegt und anschließend der Sauerstoff auf etwa 20 atü verdichtet. Gleichzeitig wird Dampf gleichen Druckes erzeugt, den man auf 500 °C überhitzt. Sauerstoff und überhitzter Dampf werden gemischt und als Vergasungsmittel in den Gaserzeuger eingeleitet, in dem die Vergasung unter einem Druck von etwa 20 atü durchgeführt wird. Der Gaserzeuger ist ein druckfester, innen ausgemauerter Behälter, der aus Sicherheitsgründen einen wassergekühlten Mantel besitzt. An ihn schließen sich die Schleusen für das Einbringen der Kohle und das Ausbringen der Asche an. Das Brennstoffbett ruht, wie dies auch bei den normalen Gaserzeugern der Fall ist, auf einem drehbaren Rost, dessen Umlaufsgeschwindigkeit die ausgetragene Aschenmenge bestimmt. Es gelang die Schleusen so auszubilden, daß die Kohle trotz des hohen Druckes in der üblichen Weise in den Gaserzeuger eingebracht werden kann, so daß ihre Vergasung kontinuierlich erfolgt. Von dem Gaserzeuger strömt das Rohgas zur Kondensationsanlage, in der stufenweise die in dem Gas enthaltenen Teere und Öle und ferner der Wasserdampf niedergeschlagen werden. Mit einer Temperatur von 20—30° C verläßt das Gas die Kühler,

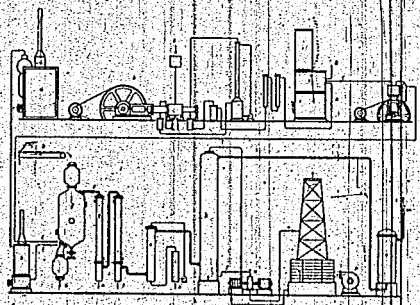


Bild 1: Erzeugung von wasserstoffreichem Gas für Städteversorgung und Synthese nach dem Lurgi-Druckvergasungsverfahren.

A Luft	*G Asche*	*a Dampfkessel*	*j Abtreiber*
B Stickstoff	*H Teer*	*b Luftverdichter*	*k Druckwasserwäsche*
C Sauerstoff	*J Mittelöl*	*c Trennapparat*	*l Pumpe*
D Brennstoff	*K Benzin*	*d Sauerstoffverdichter*	*m Turbine*
E Dampf	*L Reingas*	*e Dampfüberhitzer*	*n Entgasungsturm*
F Rohgas		*f Gaserzeuger*	*o Restentschwefelung*
		g Kühler	*p Luftgebläse*
		h Benzinwascher	

um in einem Waschturm durch Waschöl von Gasbenzin befreit zu werden. Das Abtreiben des aufgenommenen Benzins aus dem Waschöl geschieht durch Destillation unter atmosphärischem Druck; eine Hochdruckpumpe fördert das Waschöl wieder im Kreislauf zu dem Waschturm zurück. Auf die Kühlung des Gases und die Abscheidung der kondensierbaren Stoffe aus ihm folgt eine Druckwasserwäsche, die die Kohlensäure und den größten Teil des Schwefelwasserstoffs aus dem Gas entfernt. Das Wasser wird hierbei im Kreislauf geführt und zunächst durch eine Hochdruckpumpe auf den

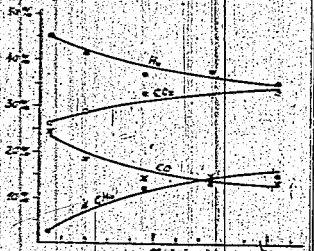
Waschturm gefördert. In Berührung mit dem Gas nimmt es aus diesem die Kohlensäure und den Schwefelwasserstoff auf. Es wird dann über eine Turbine auf atmosphärischen Druck entspannt, zur Regeneration in einem Turm belüftet und kehrt über die Hochdruckpumpe zum Waschturm zurück. Die Gasreinigung endigt in einer Trockenreinigung mit Raseneisenerz, die die restlichen Schwefelwasserstoffspuren aus dem Gase nimmt. Unter dem Vergasungsdruck wird das Reingas weiter weiteren Verwendung zugeführt. Das bei der Druckwasserwäsche anfallende kohlensäurehaltige Gas wird mit dem Entspannungsgas der Kohlensäurewäsche vermischt und dient zur Überführung des Vergasungsdampfes.

Das Verfahren der Hochdruckvergasung hat gegenüber dem eigentlichen Vergasungsvorgang des eigentlichen Generatorverfahrens die folgenden besonderen Merkmale:

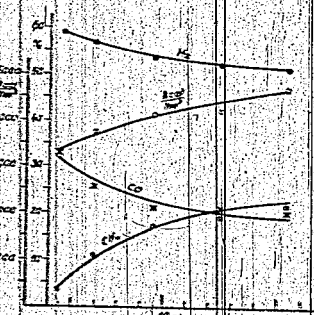
Bei Vergasung eines festen Brennstoffs mit einem Stickstoff-Wasserdampfgemisch entstehen als Reaktionsprodukte: Kohlenoxyd, Wasserstoff, Kohlensäure und Methan, während ein Teil des Wasserdampfes unzersetzt bleibt. Das Verhältnis der Reaktionsprodukte zueinander ist wesentlich bedingt durch Reaktionsdruck, Temperatur und Zeit. Abgesehen von der durch die Anwendung des Stickstoffs gegebenen Entfernung des Stickstoffs aus dem Gas wird also die Gaszusammensetzung in weiten Grenzen regelbar durch den Vergasungsdruck, den Wasserdampfanteil im Vergasungsmittel und die Schachtbelastung. Diese Abänderungsmöglichkeiten in der Betriebsweise des Verfahrens gestatten es, sowohl heizkräftige Gase für die Stadtgaserzeugung als auch Gase bestimmter Zusammensetzung für die Synthese zu erzeugen. Der erhöhte Vergasungsdruck bewirkt gegenüber atmosphärischer Vergasung allgemein eine Verschiebung der Gasgleichgewichte derart, daß die mehratomigen Gase bevorzugt gebildet werden.

Nach dem Verfahren für Stadtgaserzeugung wird der Vergasungsprozeß unter hohem Druck bei zurücktretendem Wasserdampfanteil im Vergasungsmittel so geführt, daß neben Kohlenoxyd und Wasserstoff bevorzugt Methan und Kohlensäure entstehen (siehe Abbildung 2). Die freiwerdende Wärme der exothermen Bildungsreaktionen des Methans und der Kohlensäure wirken sich in einer Verminderung des für die Vergasung benötigten Sauerstoffs aus, so daß der Sauerstoffbedarf nur etwa 60 % des bei atmosphärischem Druck erforderlichen Bedarfs beträgt.

Mit dem Verfahren wurde erstmals die Möglichkeit der Methansynthese im Vergasungsprozeß bewiesen und diese Synthese selbst erstmalig gemacht. Sie steigert den Gaswert so weit, daß man auch bei Entfernung der Kohlensäure ein dem Stadtgas gleichwertiges Gas erhält. Das [illegible] erstrebte Ver-



Zusammensetzung des Rohgases in Abhängigkeit vom Vergasungsdruck



Zusammensetzung und Verbrennungswärme des Rohgases in Abhängigkeit vom Vergasungsdruck.

Bild 2. Einfluß des Vergasungsdruckes auf die Gasbildung.

fahren der reinen Gaserzeugung, der restlosen Vergasung des festen in den hochwertigen, gasförmigen Brennstoff ist damit gegeben.

Eine geänderte Betriebsweise des Verfahrens gestattet es ferner, für die Synthese geeignete Gase herzustellen. Steigert man bei mittlerem Druck und hoher Gaserzeugungsleistung den Wasserdampfzusatz über eine gewisse Grenze, so sinken die Temperaturen der Vergasung so weit, daß die Kohlenoxydbildung verringert wird und gleichzeitig wegen mangelnder Reaktionsfähigkeit auch die Methanbildung stark abfällt. Der Kohlenoxyd- und Wasserstoffgehalt des Gases wird durch die dem Verfahren gegebenen Möglichkeiten so weitgehend beeinflußbar, daß das Kohlenoxyd-Wasserstoffverhältnis in den Grenzen 1:2,1 bis 1:4,5 geändert werden kann. Damit entsteht ein dem Wassergasprozeß in vielem überlegenes Verfahren der Synthesegaserzeugung.

Die Stadtgaserzeugung.

Im Jahre 1936 wurde im Auftrage der A.-G. Sächsische Werke, die bei der praktischen Verwirklichung des Verfahrens von Anfang an mitgearbeitet hat, eine erste Betriebsanlage errichtet. In dieser Anlage wird Braunkohle restlos zu einem normgerechten Stadtgas vergast, das in einer Fernleitung unter dem Erzeugungsdruck nach der Stadt Zittau (40000 Einwohner) geleitet und dort an Stelle des früher verwendeten Steinkohlengases für die Gasversorgung verwendet wird. Die Anlage, deren Jahresleistung 3,5 Mill. m³ Stadtgas beträgt, zeigt Abbildung 3.

Sie besteht aus zwei Gaserzeugern von je 1,2 m Schachtdurchmesser. Der Betriebsdruck, unter dem die Vergasung erfolgt, beträgt 20 atü; unter dem gleichen Druck wird das Gas gereinigt. Der für die Vergasung verwendete Sauerstoff wird von der Luftzerlegungsanlage eines Kalkstickstoff-Werkes geliefert, mit Kompressoren von der Gasanlage angesaugt und auf den Druck von 20 atü verdichtet. Vor seinem Eintritt in den Gaserzeuger wird er mit überhitztem Dampf gemischt. Für die mittlere Tagesleistung von rund 10000 m³ ist der Betrieb eines Gaserzeugers ausreichend, der mit etwa ²/₃-Last gefahren wird. Die angeschlossene Kondensationsanlage entspricht in ihrem Aufbau der oben angegebenen schematischen Darstellung des Verfahrens (Bild 1). Die Gaserzeuger sind in einem besonderen Gebäude aufgestellt. Getrennt von diesem liegt das Maschinenhaus, in dem sich die Maschinen für die Verdichtung des Sauerstoffs und ferner die der Druckwasserwäsche befinden. Im Freien stehen die Waschtürme der Druckwasserwäsche und die Druckbehälter der Trockenreiniger. Durch den hohen Druck, unter dem der Vergasungsprozeß und die anschließende Reinigung durchgeführt wird, erhält die Anlage im Vergleich zu der Bauweise normaler Gaserzeugungsanlagen sehr kleine Abmessungen. Für ihre Bedienung sind vier Mann ausreichend. Einzelteile der Anlage zeigen die Abbildungen 4 und 5.

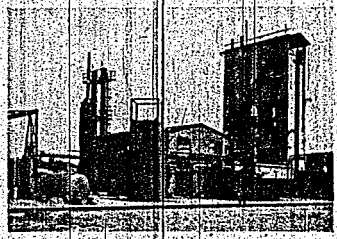


Bild 3. Gasanlage der A.-G. Sächsische Werke - Landesenergieversorgung.

Die bei dem Abnahmeversuch mit der Anlage erzielten Ergebnisse sind in der folgenden Aufstellung angegeben:

Ergebnis des Leistungsversuchs:

A. Allgemeines.

I. Kohle (Braunkohlen-Trockenknorpel).

1. *Schwelanalyse:*

	in %
Teer	10,2
Schwelwasser	7,4
Feuchtigkeit	27,4
Koks	44,9
Gas + Rest	10,1

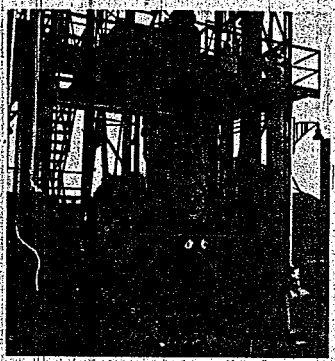


Bild 4. Druckgaserzeuger.

2. *Allgemeine Zusammensetzung:*

	in %
Brennbare Substanz	67,5
Asche	5,1
Wasser	27,4

3. *Elementaranalyse:*

	in %
Kohlenstoff	50,30
Wasserstoff	3,45
Schwefel (brennbar)	0,70
Sauerstoff + Stickstoff	14,74
Asche	5,21
Wasser	25,60

4. *Siebanalyse:*

	in %
5 mm	39,2
2—5 mm	36,8
1—2 mm	2,5
0,5—1 mm	0,7
0,5 mm	0,8

5. *Heizwert:*

H_o	4730 kcal/kg
H_u	4390 kcal/kg

6. *Vergaste Kohlenmenge:* 21 500 kg/24 Std.

7. *Schachtbelastung:* 746 kg/qm u. Std.

II. Rohgas.

1. *Analyse:*

	in %
$CO_2 + H_2S$	30,6
C_nH_m	0,6
O_2	0,1
CO	16,5
H_2	34,0
CH_4	16,3
N_2 + Rest	1,9

2. *Schwefelwasserstoffgehalt:* 0,45 Vol. %

III. Stadtgas.

1. *Analyse:*

	in %
CO_2	3,0
C_nH_m	0,3
O_2	0,1
CO	22,8
H_2	48,7
CH_4	22,6
N_2 + Rest	2,3

2. *Oberer Heizwert des Gases:* 4280 kcal/Nm³
3. *Spez. Gewicht (bez. auf Luft = 1):* 0,448
4. *Schwefelwasserstoff:* 0,0 gr/100 Nm³
5. *Ammoniak:* 0,28 gr/100 Nm³
6. *Erzeugte Gasmenge:* (0°, 760) 100 020 Nm³/24 Std.

B. Leistungsziffern.

I. *Gasausbeute (reduziert auf 4200 kcal/Nm³)*

1. *Gasausbeute je t Trockenkohle:* 760 Nm³/t Kohle
2. *Gasausbeute je t Reinkohle:* 928 Nm³/t Kohle

II. *Sauerstoffverbrauch* 0,15 Nm³/Nm³

III. *Dampfverbrauch* 1,01 kg/Nm³

IV. *Teerausbeute* 7,2 %

C. Sonderbestimmungen.

1. *Schwefelwasserstoffgehalt nach der Druckwasserwäsche und vor der Schwefel-Restreinigung* 0,15 gr/100 Nm³
2. *Stickoxyd im Stadtgas* 0,052 cm³/Nm³
3. *Gesamtschwefel im Stadtgas* (hauptsächlich organ. Schwefel) 1,0 gr/100 Nm³

Die auf Grund der vorstehenden Zahlen aufgestellte Wärmebilanz zeigt folgende Aufteilung:

Wärmebilanz des Verfahrens.

		in %
A.	Eingebrachte Wärme:	
1.	In der Kohle	89,9
2.	Im Sattdampf	10,1
		100,0
B.	Ausgebrachte Wärme:	
1.	Chem. gebundene Wärme im Stadtgas	62,2
2.	Im Teer + Benzin	14,3
3.	Phenole im Gaswasser	0,9
4.	Unverbranntes in Asche	0,4
5.	Dampferzeugung im Kühlmantel	0,6
6.	Fühlbare Wärme des Gases u. Wärmeverluste	16,1
7.	Verluste im Dampfüberhitzer und Belüftungsturm	5,4
		100,0

Der Wirkungsgrad der Brennstoffumsetzung wird

$$\frac{B_1 + B_2}{A_1} = 85{,}2\ \%$$

Bild 5. Aschenschleuse der Druckgaserzeuger.

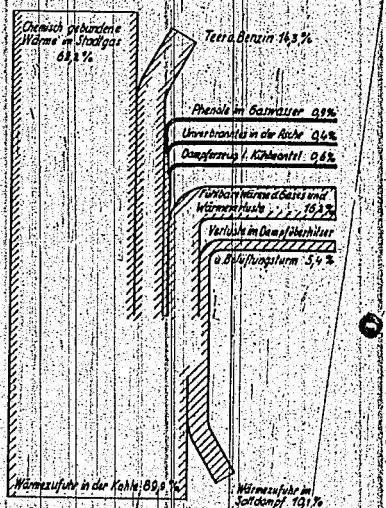


Bild 6. Wärmebilanz des Lurgi-Druckvergasungsverfahrens.

Aus der vorangehenden Darstellung des Verfahrens und den Ergebnissen des Leistungsversuches mit der Betriebsanlage werden die Vorteile des neuen Verfahrens gegenüber den bisherigen Gaserzeugungsmethoden augenscheinlich.

Jeder nichtbackende Brennstoff kann unter restloser Vergasung bei hohem Wirkungsgrad in ein heizkräftiges Gas umgewandelt werden, dessen Zusammensetzung der geltenden Norm für Stadtgas entspricht. Da die Heizwertsteigerung durch die Bildung von Methan im Vergasungsprozeß erzielt wird, und diese weitgehend durch den Vergasungsdruck beeinflußbar ist, wird das Verfahren nicht auf die Verwendung von Braunkohle beschränkt, sondern es ist auch für andere Brennstoffe anwendbar. Dies beweisen weitere Versuche. Auf eine Teerkrackung zum Zwecke der Heizwertsteigerung, wie dies bei anderen Braunkohlengas-Verfahren not-

wendig ist, kann aus den gleichen Gründen verzichtet werden. Infolge des Druckes ist die Vergasung feinkörniger Kohle mit einer hohen Durchsatzleistung möglich, die das Mehrfache der bisher bei Vergasung unter atmosphärischem Druck bekannten Werte beträgt. Durch einen hohen Wasserdampfzusatz zum Vergasungsmittel erreicht man eine niedrige Vergasungstemperatur, die jegliche Gefahr einer Verschlackung beseitigt. Gleichzeitig beeinflußt dieser Wasserdampfzusatz den Vergasungsvorgang in Richtung der gewünschten Reaktionen, so daß ein wasserstoff- und methanreiches Rohgas entsteht, dessen Kohlenoxydgehalt bei einem hohen Anteil an Kohlensäure ausreichend erniedrigt wird. Da die Kohlensäureentfernung unter dem Vergasungsdruck erfolgt, sind die Kosten einer solchen Reinigung gering, so daß die mit der Bildung eines Gases gewünschter Zusammensetzung zwangsläufig verbundene Kohlensäureentwicklung den Gesamtwirkungsgrad des Prozesses nicht beeinträchtigt. Der Vorteil des Druckes macht sich weiter sowohl bei der Gaskühlung durch einen verbesserten Wärmeübergang als auch bei der Benzingewinnung durch Erleichterung der Absorption des Benzins mittels Waschöl bemerkbar. Da die Vergasung kontinuierlich erfolgt, ist die Gaszusammensetzung und auch der Heizwert kaum Schwankungen unterworfen. Erstaunlich ist, daß trotz des Druckes im normalen Betrieb je nach der Belastung Teerausbeuten von 70—80 % erzielt wurden. Die Entfernung der großen Kohlensäuremengen aus dem Rohgas bedingt die Umwälzung verhältnismäßig großer Wassermengen; damit verbindet sich der Vorteil, daß nebenbei auch der Schwefelwasserstoff weitgehend aus dem Gas entfernt wird. Bei der Beschaffenheit der vergasten Kohle wäre eine Trockenreinigung kaum erforderlich gewesen, da bereits hinter der Druckwasserwäsche der Schwefelwasserstoffgehalt unter der zulässigen Grenze lag, so daß nach Austritt des Reingases aus der Endreinigung ein Schwefelwasserstoffgehalt nach den üblichen Bestimmungsmethoden qualitativ nicht mehr festzustellen war. Der Gehalt des Reingases an Stickoxyd und organischem Schwefel war unerwartet niedrig; dies ist wegen verringerter Korrosionswirkung der Verbrennungsprodukte des Gases auf die Gasgeräte besonders zu beachten. Mit der ersten Betriebsanlage wurde bewiesen, daß das Verfahren betriebssicher arbeitet und nach ihm ein Stadtgas hergestellt werden kann, das dem bisher verwendeten, durch Verkokung von Steinkohle gewonnenen Gas gleichwertig ist.

Besondere Aussichten für die zukünftige Entwicklung hat das Verfahren in der Großgasversorgung, da sich in Anlagen größeren Ausmaßes seine Vorteile in besonderem Maße bemerkbar machen. Die Anwendung des Verfahrens auf der Basis der Braunkohle gibt die Möglichkeit, eine Großgasversorgung Deutschlands von der bisher dazu als bestimmten Steinkohle zu lösen und unabhängig von den an den Grenzen des Reiches gelegenen Steinkohlengebieten die Gasversorgung in den zentral liegenden Landesteilen sicherzustellen. Von wesentlicher Bedeutung ist hierbei, daß die Beschränkung, die eine mit der Gaserzeugung zwangsläufig verbundene Koks-erzeugung dem Gasabsatz auferlegt, entfällt, da das Verfahren die restlose Umwandlung des festen Brennstoffs in den gasförmigen erlaubt. Die nebenbei gewinnbaren flüssigen Brennstoffe, Teer, Öl und Benzin, bieten der einheimischen Treibstofferzeugung eine willkommene Ergänzung.

Die Synthesegaserzeugung.

Eingangs wurde dargelegt, daß die Anforderungen der chemischen Synthese an die Gasbeschaffenheit grundsätzlich andere als die der Stadtgaserzeugung sind. Die Hydrierung fester und flüssiger Brennstoffe nach dem I.G.-Bergius-Verfahren zum Zwecke der Treibstoff- und Schmierölsynthese und auch die Ammoniaksynthese erfordern ein hochprozentiges Wasserstoffgas. Dagegen brauche die Fischer-Tropsch-Synthese ein Kohlenoxyd-Wasserstoffgemisch, dessen Gehalt an diesen Gasen in dem ganz bestimmten Verhältnis von $CO : H_2 = 1 : 2$ stehen muß. Für diese Synthesen gibt nun das Lurgi-Druckvergasungsverfahren die Möglichkeit der unmittelbaren Synthesegaserzeugung.

Das übliche Verfahren zur Erzeugung wasserstoffreicher Gase geht von dem bekannten Wassergasprozeß aus, der neben dem Nachteil des unstetigen Betriebes und der unumgänglichen Verwendung hochwertigen Brennstoffs den weiteren Nachteil hat, daß er ein Gas mit zu hohem Kohlenoxydgehalt ergibt. Dieses Gas, bei dem das Verhältnis $CO : H_2$ fast $1 : 1$ beträgt, muß unter Zusatz von Wasser-

dampf konvertiert werden, das Kohlenoxyd und der Wasserdampf setzen sich hierbei in Wasserstoff und Kohlensäure um; letztere wird entfernt; durch Regelung der umgesetzten Kohlenoxydmenge ist es möglich, das Synthesegas der gewünschten Zusammensetzung zu erhalten.

Dem Druckgasverfahren kommt für die Synthesegaserzeugung die Möglichkeit der Beeinflussung der Gasbeschaffenheit durch den Druck zustatten. Das Verhältnis der das rohe Synthesegas bildenden Bestandteile CO, H_2, CO_2 und H_2O wird bevorzugt von den Gleichgewichtsverhältnissen der Wassergasreaktion bestimmt. Es ist bekannt, daß diese Reaktion direkt vom Druck unabhängig ist. Dies gilt, solange man die Reaktion in reiner Gasphase durchführt. Findet aber die Gasbildung im Vergasungsprozeß selbst statt, so wird sie infolge der Anwesenheit des Kohlenstoffs so beeinflußt, daß der Druck das CO/CO_2-Gleichgewicht in Richtung der Kohlensäure lenkt. Führt man außerdem den Vergasungsprozeß durch starken Wasserdampfzusatz im Vergasungsmittel sehr kalt, so wird das Gasgleichgewicht noch weiter in Richtung verminderter Kohlenoxydbildung verschoben. Die Druckvergasung ermöglicht es also von zwei Seiten, durch Vergasungstemperatur und Druck, die Kohlenoxydbildung zu begrenzen. Da die erforderliche Verringerung des Kohlenoxyds nicht sehr groß ist, genügt es, relativ niedrige Drücke von etwa 5—10 atü für die Vergasung anzuwenden.

Betriebsversuche über die Erzeugung eines für die Fischer-Synthese geeigneten Kohlenoxyd-Wasserstoff-Gasgemisches zeigten, daß die Vergasung von Steinkohlen-Schwelkoks (10—20 mm Körnung) unter einem Vergasungsdruck von 8,5 atü mit einem aus Sauerstoff und Wasserdampf bestehenden Vergasungsmittel ein Rohgas folgender Zusammensetzung ergibt:

Zusammensetzung des Rohgases:	
CO_2	29,3 %
CO	21,9 %
H_2	44,0 %
CH_4	3,3 %
N_2	1,5 %

Aus dem Rohgas entsteht nach Entfernen der Kohlensäure in der nachgeschalteten Druckwasserwäsche ein Reingas folgender Zusammensetzung:

Zusammensetzung des Reingases:	
CO_2	1,0 %
CO	30,7 %
H_2	61,6 %
CH_4	4,6 %
N_2	2,1 %

In diesem Gas stehen Kohlenoxyd und Wasserstoff in dem für die Synthese gewünschten Verhältnis von 1:2. Die Summe von $CO + H_2$ beträgt rund 92 % des Gasgemisches. Nach früherer Auffassung störend ist zwar das Methan, doch haben Untersuchungen über seinen Einfluß bei der Benzinsynthese gezeigt, daß die Anwesenheit von Methan die Reaktion nicht beeinträchtigt.

Weitergehend kann man durch gesteigerten Dampfzusatz die Kohlenoxydbildung so weit unterdrücken, daß ein Reingas von 70—75 % Wasserstoff bei nur 15 % Kohlenoxyd gewonnen wird. Dieses Gas ist vorzüglich für die Ammoniaksynthese und Hydrierung geeignet.

Bei der Synthesegaserzeugung machen sich die Vorteile des Druckes für die Reinigung und Kühlung des Gases in gleicher Weise wie bei der Stadtgaserzeugung bemerkbar. Insbesondere wird bei der Druckwasserwäsche mit der Kohlensäure der Schwefelwasserstoff bereits bis auf Stadtgasreinheit entfernt. Die Versuche ergaben weiter, daß auch die Entfernung des organischen Schwefels auf Synthesereinheit durch die Anwendung des Druckes wesentlich vereinfacht werden kann.

Zusammenfassend können die besonderen Vorteile des Lurgi-Druckvergasungsverfahrens für die Erzeugung von Synthesegas in folgendem gesehen werden:

Das Verfahren erlaubt die unmittelbare Erzeugung eines für die Ammoniaksynthese oder die Synthese von Treibstoffen nach dem I. G.-Bergius- oder Fischer-Tropsch-Verfahren geeigneten Gases. Die Vergasung des Brennstoffs erfolgt hierbei mit hoher Schachtbelastung (600—800 kg Brennstoff je qm und Stunde) im Gegensatz zum Wassergasprozeß in stetigem Betrieb. Für die Vergasung sind vorzugsweise billige feinkörnige Brennstoffe direkt verwendbar. Durch die mit dem Verfahren zwangsläufig verbundene Druckwasserwäsche wird eine weitgehende Reinigung des Gases von Schwefel-

wasserstoff erzielt; gleichzeitig bietet der Druck die Möglichkeit, verhältnismäßig einfache Mittel zur Abscheidung des organischen Schwefels anzuwenden.

Zusammenfassung.

Das von der Lurgi Gesellschaft für Wärmetechnik entwickelte Verfahren der restlosen Vergasung fester Brennstoffe unter Druck mit Sauerstoff ist für die unmittelbare Erzeugung von Gasen für die Städteversorgung und Synthese geeignet. Im Jahre 1936 wurde eine erste Anlage für die Erzeugung von normgerechtem Stadtgas aus Braunkohle errichtet, deren ausgezeichnete Betriebsergebnisse eine aussichtsreiche weitere Entwicklung des Verfahrens versprechen. Weitere Arbeiten befassen sich mit der Synthesegaserzeugung, für die das neue Verfahren gegenüber den bisherigen Gaserzeugungsmethoden besondere Vorteile verspricht.

TITLE PAGE

5. Statistics for 1943. Production and treatment of Low Temperature Tar.

Frame Nos. 851 - 852.

Low Temperature Carbonisation.

Name of plant	Tar per year tons
I) Caking bituminous coal (Krupp-Lurgi)	
Treibstoffwerke, Wanne-Eickel	20 000
Saargruben Akt.Ges., Velsen	8 000
	28 000
II) Noncaking bituminous coal (Lurgi-Spülgas)	
IG Farbenindustrie, Auschwitz	60 000
OHW, Blechhammer	140 000
	200 000
III) Soft Browncoal (Lurgi-Spülgas)	
Braunschwig.Kohlenwerke, Offleben	120 000
Riebeck-Montanwerke, Nachterstedt	50 000
Riebeck-Montanwerke, Deuben	60 000
Deutsche Erdöl AG, Regis	130 000
Braunkohlenwerke Salzdetfurth, Deutsen	90 000
Aktienges. Sächsische Werke, Espenhain	350 000
Aktienges. Sächsische Werke, Böhlen	280 000
Aktienges. Sächsische Werke, Hirschfelde	70 000
Anhaltische Kohlenwerke, Profen	40 000
	1 210 000
(Borsig-Geissen)	
Leipziger Braunkohlenwerke, Kulkwitz	40 000
Older plants (Rella etc.)	150 000
	1 400 000
IV) Hard brown coal (Lurgi-Spülgas)	
Sudetenländische Treibstoffwerke, Brüx	1 000 000

BRENNSTOFFTECHNIK. ESSEN
(FUEL TECHNOL.)

DIDIER. BERLIN
KOPPERS. ESSEN
OTTO. BOCHUM

Treatment of Low Temperature Tar

From I : Gesellschaft für Teerverwertung, Duisburg-Meiderich
Distillation : 28 000 tons

From II: Hydrogenation : 200 000 tons

From III: a) Distillation + Recovery of parrafine wax:

Riebeck-Montanwerke, Webau
Anhalt.Kohlenwerke, Köpsen
Deutsche Erdöl A.G. Rositz — ca. 400000 tons
Kv.G., Gölzau

b) Distillation + Extraction of parrafine wax:
(Edelparaffin) ca. 200 000 tons
Aktienges. Sächsische Werke, Regenhain

c) Hydrogenation : ca.800 000 tons

From IV: Sudetenländische Treibstoffwerke, Brüx
Hydrogenation: 1 000 000 tons

TITLE PAGE

IV. Reports and diagrams received from H. Koppers, Essen.

1. Die Schwelung der Steinkohle nach Koppers.
The low temperature carbonization of bituminous coal by the Koppers method.

Frame Nos. 863 - 864

Essen, den 27.11.1945.

Die Schwelung der Steinkohle
nach Koppers.

Essen, den 27.11.1945. Gl/

Die Schwelung der Steinkohle nach Koppers.

Zusammenfassung

Es wurde die Koppers Ende des Jahres 1939 mein Verfahren zur Schwelung bekanntgab, wurde die Schwelung [illegible] in sogenannten Retorten [illegible] unter 600°C durchgeführt. Die Wärmeübertragung [illegible] bei diesem Ofen allgemein auf indirektem [illegible] Retorten den Kammern liegendem Heizwände. Für diese [illegible] hat man den Ausdruck "Heizflächenbelastung" [illegible] Heizwände am besten Kammerbreiten [illegible] Schwelöfen gewählt werden.

[illegible] ist nach der Steinkohle die aus der Koppers-[illegible]schwelung (Lurgi-Koppers) die [illegible] welcher die Wärmeübertragung direkt durch [illegible] erfolgt.

[illegible] für Koppers zur Schwelung der [illegible] Koks und [illegible] von [illegible] Schwelgas [illegible] auf der Basis von nur die Kohlenasche der Schwelkoks verbrannt werden.

[illegible] wurde auf Grundlage der Betriebsdaten die Betriebsanlage [illegible] ca. 50000 mit die Tagesleistung [illegible] Heizgasofen sowie auf Grundlage der Stabilisierungsanlage [illegible] Schwelkammer-Kammern oder Retorten.

[illegible] bei der Koppers-Anlage ist ein [illegible] Schwelgasausbeute (50 % und mehr) [illegible] von Schwelgas und Verbrennungs-

[illegible] Retorte aus der Kohle wird durch die [illegible] 600°C fertig Koks [illegible] gewonnen.

[illegible] sowie die Gasmengen, die [illegible] Zusammensetzung [illegible] Gasausbeute und die [illegible] Retorten [illegible] Schwelgase [illegible] Gasmengen [illegible] Heizwerte [illegible] Schwelgase [illegible] Temperaturbereiche

[illegible] an den die Koppers-Retorten [illegible] Temperatur von 600°C [illegible] gewonnen

- 2 -

Der Baustoff "Eisen" verlangt aus Gründen der Haltbarkeit die Einhaltung maximaler Temperaturen von ca. 600°C und die Vermeidung örtlicher Überhitzungen im Heizsystem sowie aus Gründen der Stabilität die Anwendung relativ kleiner Schwelräume (Kammern oder Retorten).

Die Qualität des Schwelteeres bei der "Spülgasschwelung" ist minderwertig infolge des relativ hohen Pechgehaltes (50 % und mehr), das Gas besteht aus einer Mischung von Schwelgas und Verbrennungsgase.

Der Ausbringung der Kohlenwertstoffe aus der Kohle sind durch die Temperatur von maximal 600°C festliegende Grenzen gezogen.

Nachstehende Kurventafel (Anlage 1) zeigt die Gasausbeute, die Gaszusammensetzung, die Gaswerthöhe, die Teerausbeute und die Koksausbeute bei der im Laboratorium mittels inerter Spülgase (Stickstoff) stufenweise (von 50 zu 50°C) durchgeführten Schwelung einer oberschlesischen Gasflammkohle in Temperaturbereiche von 250 - 800°C.

Es ist zu erkennen, daß die zu der für "niedrige" Heizflächenbelastung schwelöfen zulässigen Temperatur von 600°C theoretisch gewonnen werden können:

Gasflammkohle ist eine Braunkohle mit einer oberen Heizwertgrenze von 5000 Kcal/kg Trockenkohle, entsprechend einem oberen Heizwert von 5000 Kcal/Nm³, 10,0 % Teer und 1,16 % Ammoniak, bezogen auf Trockenkohle.

Es ist bekannt, daß mit steigendem Kohlenwasserstoffgehalt der Kohle, d.h. mit steigendem Heizwert, die Teerausbeute steigt. Eine Kohle mit einem oberen Heizwert von 5000 Kcal/kg Trockenkohle, entsprechend einem oberen Heizwert von 5000 Kcal/Nm³, 10,0 % Teer und 1,16 % Ammoniak, bezogen auf Trockenkohle.

Es ist ferner

dieser Tatsache mußte in allem Rechnung getragen werden. Es konnte durch diese Eigenschaft der Kohle unter grundsätzlicher Beibehaltung der indirekten Wärmezufuhr (Heißflächenschwelung) ein wertvolles Mittel zur Unterstützung der gleichmäßigen Schwelung nicht- oder schlechtbackender Steinkohle und Braunkohle in begrenzten Mengen angewandt werden. Hierdurch wurde die Ausbeute an Schwefeleinheit (Kammer) um etwa 50 % gegenüber der bisherigen Heißflächenschwelung gesteigert. Gegenüber den bisherigen betriebstechnischen und wirtschaftlichen Vorteilen

Versuche spielte die geringe Verschlechterung der Teerqualität durch Anwendung begrenzter Mengen Spülgas keine Rolle, denn ob [illegible] durch einfache Destillation die Schwelteeröle im [illegible] (pipe still) gewinnt haben, konnte aus den Schwelversuchen mit 2 % eines hochwertigen Heißgases gewonnen werden.

Bei der Koppers-Verfahren unvermeidlich verbundene, aber erwünschte weitgehende Entgasung des Kokses (bis CO_2: etwa 2 % flüchtige in Koks), verbunden mit der Verdichtung der Koksstückes bei 1000°C dem Kampf gegen dieses Verfahren aufgenommen, [illegible] dem [illegible] erzeugte Koks schwer verbrennlich, [illegible] Koppers dann aber [illegible], daß für die leichte Verbrennbarkeit (neue Qualitätsbezeichnung) des Schwelkokses in erster Linie die Eigenschaft der Ausgangskohle maßgebend ist und nicht [illegible] Verfahren.

Die folgende Kurventafel (Anlage 2) zeigt die Verbrennlichkeit [illegible] Koks bei 950°C (Überleitung von CO_2 über auf 950°C erhitzten Koks). Die Verbrennlichkeit wird gekennzeichnet durch [illegible] der Überleitung der CO_2 in CO (CO_2 + C = 2 CO).

In dem Kurventafel sind die Verbrennlichkeitskurven dreier Koksarten verzeichnet.

Der Koks (A) stellt ein aus Fettkohle (Kokskohle) bei Temperaturen zwischen 550 und 600°C erzeugten Schwelkoks mit 12 % Restflüchtigen dar, wie [illegible] Heißflächen-Schwelöfen.

Der Koks von Chicagrube und vom Karsten-Zentrum ist ein aus [illegible] Fett- und Kokskohle nach dem Koppers-Verfahren in [illegible] Heißflächen-Schwelöfen Bergmannsglück- Koks mit 2 % Rest- [illegible] % Restflüchtigen.

Die Verbrennung der CO_2 in CO ist ersichtlich, daß die Verbrennlichkeit des Koksen vom Karsten-Zentrum mit 5 % Restflüchtigen (Verkokungstemperatur 600°C) die gleiche ist wie die [illegible] den Koks mit 12 % Restflüchtigen (Verkokungstemperatur 550°C).

Die Verbrennlichkeit des Koksen von Chicagrube mit 2 % Restflüchtigen (Verkokungstemperatur 650°C) ist nur wenig geringer als [illegible] des Koksen Unkeln von Anneliese.

Die [illegible] Feststellung ergibt sich aber noch eine weitere.

Die Koksen von Karsten-Zentrum und Chicagrube [illegible] Kokskohle, [illegible] der Schwelkoks von Anneliese noch [illegible] Da die Verbrennlichkeit [illegible] CO_2 [illegible] sind, als Kennzeichen für [illegible] Verbrennlichkeit [illegible] Brennstoffe [illegible] Feuerungstechnik [illegible] vorteilhafter [illegible]

[illegible] Feststellung, welche u.a. ergänzt und [illegible] wurde durch [illegible] in Bergbauversuchsanstalt, Zentralbrennstoffstelle und [illegible] durchgeführt von der Bergwerksgesellschaft Hibernia [illegible] und vom Prof. Koppers, dem Leiter der Kokereiabteilung der Bergbauversuchsanstalt Berlin, wurde die Brennbarkeitsbestimmung [illegible] Verfahren [illegible] Heißflächen-Schwelöfen, Bauart [illegible] von [illegible] Reichsamt für [illegible] [illegible] Jahre [illegible] [illegible] [illegible]

Patentamt

- 5 -

33

Der Ofen besteht aus einer Anzahl übereinander angeordneter Kammern, die durch Schächte miteinander verbunden sind. Die Kammern haben eine Höhe von 18 - 30 cm, 20 - 30 cm, 30 - 40 cm. Die Kammern sind durch Trennwände voneinander getrennt. Die Trennwände sind mit Öffnungen versehen, die abwechselnd an der Kammerwand und in der Kammermitte angeordnet sind. Durch diese Öffnungen wird das Schwelgut von einer Kammer in die darunterliegende Kammer geführt. Die Kammern sind mit Rosten versehen, die aus Stäben bestehen, die in einem Abstand von 10 - 20 mm voneinander angeordnet sind. Die Kammern haben eine Länge von 3 - 4 m und eine Breite von 2 - 3 m. Die Kammern sind mit einer Isolierung versehen, die aus Schamotte besteht. Die Isolierung hat eine Dicke von 250 - 350 mm.

Die Kammern werden mit Kohle beschickt, die in einem Vorratsbehälter gelagert ist. Die Kohle wird durch eine Förderschnecke in die Kammern gefördert. Die Förderschnecke ist mit einer Drehzahl von 10 - 20 U/min angetrieben. Die Kohle wird in einer Menge von 1 - 2 t/h gefördert. Die Kohle wird in einer Schichtdicke von 100 - 200 mm auf den Rosten verteilt.

Die Kammern werden mit einer Temperatur von 400 - 600 °C betrieben. Die Temperatur wird durch Regelung der Luftzufuhr eingestellt. Die Luftzufuhr erfolgt durch Öffnungen in der Kammerwand. Die Öffnungen sind mit Schiebern versehen, die von außen betätigt werden können. Durch die Regelung der Luftzufuhr wird die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur wird mit einem Thermoelement gemessen, das in der Kammer angeordnet ist. Das Thermoelement ist mit einem Temperaturregler verbunden, der die Luftzufuhr regelt.

Die Kammern werden mit einer Verweilzeit von 30 - 60 min betrieben. Die Verweilzeit wird durch die Drehzahl der Förderschnecke eingestellt. Die Drehzahl der Förderschnecke ist mit einem Drehzahlregler verbunden, der die Drehzahl der Förderschnecke regelt. Die Drehzahl der Förderschnecke wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt.

Die Kammern werden mit einer Gasmenge von 1 - 2 m³/h betrieben. Die Gasmenge wird durch die Luftzufuhr eingestellt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 10 - 15 % Teer, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 5 - 10 % Gas, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 70 - 80 % Koks, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 5 - 10 % Wasser, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 1 - 2 % Ammoniak, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 1 - 2 % Phenol, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 1 - 2 % Naphthalin, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 1 - 2 % Anthracen, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 1 - 2 % Pyren, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 1 - 2 % Chrysen, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 1 - 2 % Perylen, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 1 - 2 % Coronen, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 1 - 2 % Ovalen, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 1 - 2 % Graphen, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 1 - 2 % Fullerene, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 1 - 2 % Nanoröhren, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 1 - 2 % Graphit, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 1 - 2 % Diamant, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 1 - 2 % Fullerene, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 1 - 2 % Nanoröhren, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 1 - 2 % Graphit, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Die Kammern werden mit einer Ausbeute von 1 - 2 % Diamant, bezogen auf die eingesetzte Kohle, betrieben. Die Ausbeute wird durch die Temperatur in der Kammer eingestellt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt. Die Luftzufuhr wird durch die Temperatur in der Kammer geregelt. Die Temperatur in der Kammer wird durch die Luftzufuhr geregelt.

Anwendung des Regenerativ-Prinzips als Voraussetzung für einen hohen feuerungstechnischen Nutzungsgrad der Beheizung möglich ist.

Die folgende Schnittzeichnung (Anlage 3) zeigt den Aufbau des Schwelofens mit seinen wesentlichsten Armaturen. Der Ofen wird auf einer Eisenbetongrundplatte aufgebaut. Bei Großanlagen bilden 14 - 20 Kammern in einem Block die Baueinheit und 3 - 4 Blöcke mit 45 oder 60 Kammern die Betriebseinheit. Über jeder Baueinheit ist ein Kohlenbunker angeordnet, der bei - im Interesse weitmöglichster Vermeidung von Kohlenabrieb - stetiger Kohlenzufuhr zu den Kohlenbunkern die Kohlenmenge für mindestens acht Vollbetriebsstunden enthält. Aus diesem Kohlenbunker wird die Kohle in periodischen Zeitabständen nach Öffnen eines tragenden Hochschiebers und eines gasdicht schließenden Ventils in den über jeder Kammer angeordneten Kohlenzwischenbehälter abgezogen.

- 4 -

- 5 -

Aus diesem Zwischenbehälter wandert die Kohle, entsprechend der durch die Kokosaustragevorrichtung unter den Kammern gesteuerten Geschwindigkeit, durch besondere Eisenrohre in die Kammer.

Die Einhängerohre haben den Zweck, die Kohle unmittelbar in die heißesten Kammerzone (ca. 600°C) zu leiten, um ein "Kohlekleben" der Kohlen zu vermeiden.

Wie bereits in der Einleitung gesagt, wird zur Unterstützung der Schwelung Spülgas angewandt. Dieses Spülgas wird durch den Kammerboden oberhalb der Kokosaustragevorrichtung mit einer Temperatur von etwa 20°C in die Kammern eingeführt.

Das Spülgas dient primär dazu, das erzeugte und vom Schwelgut und Schwelrückstand befreite Destillationsgas, sobald sich ein Teil des erzeugten Destillationsgases zwischen der Ofenanlage und der Teerabscheider-Absorptionsanlage in Kreislauf befindet.

Die Menge der Spülgase ist regelbar und richtet sich im ersten Stadium nach dem gewollten Restgehalt an flüchtigen Bestandteilen im Koks, der in den Grenzen zwischen 2 und 6 % festgesetzt werden kann.

Durch das Spülgas erfolgt eine Vorkühlung des Koksen im unteren Teile der Kammer auf etwa 200°C, damit die Kokosaustragevorrichtungen keine unzulässig hohen Temperaturen erhalten. Die Nachkühlung des Koksen erfolgt in dem Koksaustragebehälter unter den Kokosaustragevorrichtungen durch Verdampfen des durch Nebelduschen eingespritzten Wassers. Der durch die Nachkühlung entwickelte Wasserdampf wird durch die eingeführte Kammergasmenge gegebenenfalls noch verstärkt und mit dem eingeführten Destillationsgas, sodaß das Spülgas aus einem Destillationsgas-Wasserdampf-Gemisch besteht. In diesem Gemisch wird die Koks vorgekühlt und nachgelöscht wird, erwärmt sich das Spülgas-Dampfgemisch bis zur Koksaustrittstemperatur, die den Kammergut, durch die Wärmeabgabe über die heißeren Kammerzonen, welches zusammen mit dem eingeführten Destillationsgas und dem nicht zersetzten Wasserdampf die Aufgabe der Spülgases in der Destillationszone wird - der Schwelgase übernimmt. Die Temperatur der Spülgase und der Kammergase nur noch [illegible] Folge des Koksen wird durch den gewünschten Restgehalt an flüchtigen Bestandteilen.

Die Temperaturlage in den einzelnen Zonen (Schwelzone, Nachentgasungszone, Wasserdampfzone usw.) ist an den Ofen je nach den Schwelgut, das zu diesem Zwecke den Kammern ein besonderes Verfahren [illegible] Schwelgut, man es möglich, das den Ofen je nach den Schwelgut [illegible] Temperatur Zone [illegible] von oben nach unten oder umgekehrt [illegible] Zonen von oben nach unten oder mit gleichmäßiger Schwelzone [illegible] Tatsache, daß die Beheizung [illegible] Kammern, mit allen möglichen diesen beiden Extremen sich ergeben.

Die Regelung wird die Einstellung zur Bestimmung des Temperaturverlaufes in der beheizenden Kammerwand [illegible] (unter Berücksichtigung [illegible] Schwelgut (Anlage 4) durchgeführt.

- 6 -

- 6 -

Ofenanlagen, welches wahrnehmen will den angeführten Beanstandungen und dem nicht verstummen Kraftwerkskampf die Aufgabe der Spülerei in der Nachentgasungszone und in der Schwelzone übernimmt.

Die Steuerung der Spülgasmengen und der Kammergase zur Nachentgasung des Kokses wird durch den gewünschten Restgehalt an Flüchtigen in Koks und den gewollten Heizwert des den Ofen verlassenden Gases bestimmt.

Die Temperaturlage in den einzelnen Zonen (Schwelzone, Nachentgasungszone, Kammergasbildungszone) muss in weiten Grenzen regelbar sein. Zu diesem Zwecke hat Koppers ein besonderes Verfahren ausgebildet, nach dem es möglich ist, den Ofen je nach den Bedürfnissen mit verstärkter Beheizung von oben nach unten (also verstärkter Beheizung von unten nach oben oder mit gleichmäßiger Beheizung zu fahren mit der erwünschten Möglichkeit, daß die Heizgase entweder nur von oben nach unten oder nur von unten nach oben geführt werden können, mit allen Übergängen zwischen diesen beiden Extremen sich ergebenden Varianten.

Das Verfahren und die Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens sind in der beifolgenden schematischen Zeichnung (Anlage 1) dargestellt (unter Patentschutz gestellte Sonderkammerbauart von Koppers).

- 7 -

Der Ofen wird mit Zusatzbrennern B 1) und B 2) ausgerüstet, die Heizgase, die Abgase und Kammergase der oberen Kammern, Regeneratoren und Brenner B 1) in Regeneratoren und Brenner B 2) in Kammern, die Abgase und Kammergase der unteren Kammern, Regeneratoren und Brenner B 2) in Regeneratoren und Brenner B 1

Bei dem dritten Beispiel der "gleichmäßigen Beheizung" sind die Kammern B 1) und B 2) abgeschaltet.

Die Kuststeinerner werden mit den sonstigen Beheizungseinrichtungen selbstverständlich gewechselt.

Der Schwelofen, Bauart Koppers, wird als Verbundofen zur zahlweisen Beheizung mittels Generatorgases aus kleinkörnigen Schwelkoks von 3 - 15 oder 20 mm Körnung oder des in den Öfen erzeugten Kohlendestillationsgases gebaut, sodaß bei Generatorgasbeheizung das gesamte Destillationsgas für anderweitige Zwecke, beispielsweise als Stadtgas oder für die chemische Industrie zur Verfügung steht.

Der Schwelkoks aus den Sammelbehältern unter den Kammern wird in periodischen Zeitabständen nach Öffnen eines tragenden Sammelbehälters und eines gasdicht schließenden Ventiles in einen Koks-transportwagen abgezogen, welcher die Koksmenge aus einer Zelle von Sammelbehältern aufnimmt.
Da die Temperatur des abgezogenen Koksen über 150° C liegt und bei der relativ hohen Reaktionsfähigkeit der Koks bei dieser Temperatur zur Selbstentzündung neigt, muß eine Schlußlöschung durch Berie-

selung mit Wasser in einer besonderen Löschstation außerhalb der Ofenanlagen erfolgen, weshalb der Koks-transportwagen als kippbarer Schrägbodenwagen (wie bei modernen Kokereien) gebaut wird.

Das Gas wird am oberen Ende jeder Kammer durch zwei Steigerohre in die beiden Vorlagen geleitet. Vor dem Eintritt des Gases in die Vorlagen, erfolgt eine Berieselung mit Kondensatwasser aus der Gaskondensation. Aus den Vorlagen gelangt das Gas durch die Rohrgasleitungen zu den Vorkühlern der Kondensationsanlage.

Die Gasbehandlung erfolgt in bekannter Weise unter Anwendung indirekter Vorkühler mit nachgeschalteten mechanischen oder elektrischen Teerscheidern. Hiernach folgen die Gasexhauster.
In einer Ammoniakabsorptionsanlage (Stufenwascher) erfolgt die Schlußkühlung des Gases und die Auswaschung des freien Ammoniaks. Das vom Ammoniak befreite Gas gelangt zur Benzolabsorption (Stufenwascher). Ein Teilstrom des entbenzolierten Gases dient als Spülgas und (bei Beheizung der Öfen mit Destillationsgas) als Heizgas für die Öfen.
Das übrige Gas geht je nach seinem Verwendungszweck in die weitere Gasbehandlung (Kompression - Schwefelreinigung, usw.)

In Nachfolgendem die Betriebszahlen bei Verarbeitung oberschlesischer Gasflamm-Rußkohle mit 5 % Wasser, 7 % Asche und 11,5 % Schwelteer nach Fischer und Erzeugung eines Koksen mit 3 % Restflüchtigen und eines Gases mit einem oberen Heizwert von 4500 Kcal/Nm³.

Kohlendurchsatz je Kammer und Tag ..... 25 t
Koksausbeute (Koks mit 3 % Wasser) ..... 64,0 %
Gasausbeute je t Kohle ..... 300,0 Nm³
Oberer Gasheizwert je Nm³ ..... 4500 Kcal
Obere Gasmenge je kg Kohle ..... 1250 Kcal
Schwelteerausbeute ..... 9,20 %
Schwelwasserausbeute ..... 0,80 %
Ammoniakausbeute an flüssigem Ammoniak ..... 10,00 %
Flüssige Produkte, bezogen auf Schwelteer nach Fischer ..... 87,00 %
Gasverbrauch je kg Kohle ..... 550 Kcal u.ff.

Nachstehend folgen noch die täglichen Betriebszahlen für eine Anlage mit beispielsweise 90 Kammern und einem täglichen Kohlendurchsatz von 2250 t.

A) Einsatz.

Kohle
Gasgewinnung in Mill. Kcal ..... 2250 t
Heizwertgas ohne Kohlengasfuhr und ohne Koksabfuhr ..... 1237,5 u.ff.
Gasverbrauch ohne Schlußlöschung des Koksen ..... 1000 Nm³
Wasserverbrauch für ..... 220 m³
..... 90

B) Ausbringen.

Koks
Koks mit 4500 Kcal oberem Heizwert/Nm³ ..... 1440 t
Schwelteer ..... 675 000 Nm³
Schwelwasser ..... 207 t
Ammoniak ..... 18 t.

Kohle	2250 t
Wasserverbrauch in Mill.Kcal	1237,5 o.W.
Kraftverbrauch ohne Kohlenzufuhr und ohne Koks-Abfuhr	7000 kWh
Wasserverbrauch ohne Schlußlöschung des Koksnas	220 m³
Mediumvergasungsschaft	90 %

b) Ausbringen:

Koks	1440 t
Gas mit 4500 Kcal oberen Heizwert/Nm³	675 000 Nm³
Schwelteer	207 t
Schwelbenzin	10 t

- 8 -

Zur Schwelung.

Zu dem Ölgehalt-Diagramm ist zu der Versuchsanlage und zur Durchführung folgendes zu sagen: Es wurde in einer kontinuierlichen Versuchsanlage (die mit Kohlenstaubfeuerung (Typ Stein) auf Heizöl betrieben wird) [illegible]

Das Heizölbrennen betrug 70 %, die Fachausbeute (8,2 %) 29 %. Der Zeitaufwand etwa 1,0 %.

Das Heizöl kennzeichnende Charakteristiken:

Farbe mit Xylol verdünnt	[illegible]
Spez. Gewicht bei 20°C	[illegible]
Asche	[illegible]
Viskosität bei 0°C	[illegible]
" " 20°C	[illegible]
" " 50°C	[illegible]
Flammpunkt nach Pensky-Martens	80°C
Stockpunkt	-15°C
Xylol-Unlösliches	0,20 %
Normalbenzin-Unlösliches	0,70 %
Corrosion-Test	[illegible]

Elementar-Analyse:

Asche	0,01 %
C	82,90 %
H	8,15 %
S gesamt	0,33 %
N	0,07 %
O2	7,14 %
	100,00 %

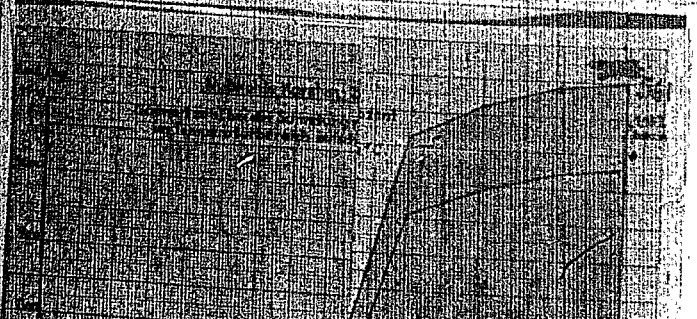
Siede-Analyse:

Siedebeginn	187°C
bis 300°C	41,56 %
" 360°C	84,16 %
Deck	14,99 %
Verlust	0,85 %

oberer Heizwert	errechnet	in Kalorimeter
Kcal/kg	9397,5	9186,0
Kcal/Liter	9750,0	9515,0

unterer Heizwert	errechnet	in Kalorimeter
Kcal/kg	8955,0	8740,0
Kcal/Liter	9275,0	9055,0

Heinrich Koppers
Gesellschaft mit beschränkter Haftung.



Kcal/Liter	9750,0	9919,0
unterer Heizwert	errechnet	im Kalorimeter
Kcal/kg	8955,0	8749,0
Kcal/Liter	9275,0	9055,0

Heinrich Koppers
Gesellschaft mit beschränkter Haftung.