FREIBERGER FORSCHUNGSHEFTE

A 270

BRENNSTOFFTECHNISCHE GESELLSCHAFT
IN DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK

Arbeitsausschuß „Braunkohlenentgasung"

Sitzungen vom 2. 6. und 27. 10. 1961 in Markkleeberg

WALTER: Erfahrungen über den Anfahrbetrieb einer Großschwelanlage – MÖBIUS: Erfahrungen bei der Spülgasschwelung von Steinkohle in der Lurgi-Anlage Tsing-Shi (VR China) – RAMMLER/BILKENROTH: Die Verwendung von Braunkohlenhochtemperaturkoks – WILKE: Eignung von Braunkohlenschwelkoks zur CS_2-Herstellung

SCHER VERLAG FÜR GRUNDSTOFFINDUSTRIE LEIPZIG

1963

FREIBERGER FORSCHUNGSHEFTE

A 270

FREIBERGER FORSCHUNGSHEFTE

Herausgegeben vom Rektor der Bergakademie Freiberg

A 270

BRENNSTOFFTECHNISCHE GESELLSCHAFT
IN DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK

Arbeitsausschuß „Braunkohlenentgasung“

Sitzungen vom 2. 6. und 27. 10. 1961 in Markkleeberg

WALTER: Erfahrungen über den Anfahrbetrieb einer Großschwelanlage — MÖBIUS: Erfahrungen bei der Spülgasschwelung von Steinkohle in der Lurgi-Anlage Tsing-Shi (VR China) — RAMMLER/BILKENROTH: Die Verwendung von Braunkohlenhochtemperaturkoks — WILKE: Eignung von Braunkohlenschwelkoks zur CS_2-Herstellung

VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie · Leipzig

Freib. Forsch.-H.	A 270	S. 1 — 64	26 Bilder	17 Tabellen	Leipzig, Juli 1963

INHALT

Eingang des letzten Manuskriptes in der Redaktion am 5. Juni 1962

„Freiberger Forschungshefte", Schriftenreihe für alle Gebiete der Montanwissenschaften. Herausgeber: der Rektor der Bergakademie Freiberg, Prof. Dr.-Ing. Günther Hollweg. — Chefredakteur: Dr. rer. nat. Manfred Wolf, Freiberg/Sa., Klubhaus der Bergakademie, August-Bebel-Str. 5 (Fernruf 24 97, Telex 057 85 35). — Verlag: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig W 31, Karl-Heine-Str. 27 (Fernruf 4 44 41). — Die Freiberger Forschungshefte erscheinen in zwangloser Folge in den Reihen A, B, C und D. Ausführliches Verzeichnis aller lieferbaren Hefte von der Redaktion der Bergakademie oder dem VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. — Vertrieb: In der Deutschen Demokratischen Republik durch den Buchhandel; in Westdeutschland durch den Buchhandel (Auslieferung KUNST UND WISSEN, Erich Bieber, Stuttgart S, Wilhelmstraße 4—6); in Österreich durch den Globus-Buchvertrieb Wien I, Salzgries 16; im übrigen Ausland durch eine Importbuchhandlung, den Deutschen Buch-Export und -Import, GmbH, Leipzig C 1, Postschließfach 276, oder den Verlag.
Gesamtherstellung: Druckhaus „Maxim Gorki", Altenburg. — Lizenz-Nr. VLN 152-915/267/63. — Printed in Germany. — Alle Rechte vorbehalten. — ES: 20 M 4

Erfahrungen über den Anfahrbetrieb einer Großschwelanlage

Von Herbert Walter, Berlin

Im Frühjahr 1939 wurde in der Nähe von Most (ČSSR) der Grundstein gelegt für den Bau eines Hydrierwerkes zur Erzeugung von flüssigen Treibstoffen auf der Basis Braunkohle. Im Sommer 1941, nach etwa 2 Jahren Bauzeit, ging das Werk mit 25% seiner Leistung in Betrieb. In Verbindung mit dem Hydrierwerk wurde auch eine Spülgas-Schwelanlage errichtet.

Aufgabe der Schwelerei ist es, aus der Braunkohle Koks, Teer, Mittelöl und Leichtöl zu gewinnen. Der anfallende Schwelkoks wird in der Winkler-Anlage zur Wassergaserzeugung eingesetzt, aus dem durch Konvertieren und Auswaschen des CO_2 und restlichen CO Wasserstoff hergestellt wird.

Die flüssigen Produkte aus der Kohle und der über Koksvergasung gewonnene Wasserstoff sind die Eingangsstoffe für den nachfolgenden Hydrierprozeß.

Die Schwelerei sollte bis auf 80 Öfen mit einem garantierten Durchsatz von 250 t/Tag und Ofen ausgebaut werden. Es war vorgesehen, 4 Ofenhäuser mit je 20 Schwelöfen zu errichten. Bis 1944 waren 3 Ofenanlagen in Betrieb, die vierte wurde montiert. Maximal sind 56 Schweler mit einem Tagesdurchsatz von 16500 t entsprechend einem mittleren Ofendurchsatz von 295 t/Tag in Betrieb gewesen.

Der Durchsatz von nur 295 t/Tag erklärt sich durch die Tatsache, daß in Most nicht Braunkohlenbriketts geschwelt wurden, sondern erstmalig grubenfeuchte Hartbraunkohle mit 28 bis 30% Wassergehalt und einer Korngröße von 10 bis 80 mm in Spülgasschwelern zum Einsatz gelangte. Dieser Umstand hat anfänglich zu recht erheblichen Betriebsschwierigkeiten geführt, obwohl dem feuchteren Einsatzgut entsprechend die Trockner in bezug auf Gebläseleistung, Brennkammergröße und Höhe der Trockenzone größer ausgelegt sind als beim Standardtyp der Brikettschweler.

Konstruktiv sind die Trocknereintrittsdächer dreistufig ausgebildet. Das Kreislaufgas tritt in der vertikalen Achse gesehen von unten und oben sowie aus der Mitte der Dächer in die Kohle über.

Im übrigen entspricht die Konstruktion des Schwelers und der Kondensation dem bekannten Aufbau, jedoch mit der Änderung, daß Schlußkühler und Benzinwascher auf je ein Ofenpaar geschaltet sind. Im 3. und 4. Ofenhaus wurde auch das Gasluftgebläse für ein Ofenpaar ausgelegt, was sich jedoch im Betrieb nicht sehr günstig ausgewirkt hat, weil die Druckabstimmung der beiden Schweler, die auf ein Gebläse arbeiten, auf der Saugseite vorgenommen werden muß.

Die Tatsache, daß in Most eine große Anzahl Schweler in Betrieb war, gab die Möglichkeit, vielseitige Versuche und notwendige Umbauten vorzunehmen.

Der Engpaß des Schwelofens selbst war der Trockner. Er wurde zur Erzielung eines einwandfreien Ofenbetriebes und später zur Leistungssteigerung zuerst untersucht. Bereits beim Anfahren der Anlage stellte sich schnell heraus, daß die Strömungsverhältnisse im Trockner sowohl auf der Gasseite, als auch auf der Kohleseite sehr ungleichmäßig waren. Äußerlich war die Erscheinung dadurch zu beobachten, daß die Kohle in den Bunkern ungleichmäßig absank. Die Trocknergebläse versetzten sich nach kurzer Betriebszeit mit Teer und Staub, und die Abschwaden enthielten Teer, was durch die bekannte gelbe Färbung sichtbar wurde.

Die festgestellten Kohleströmungen hatten sich in einem Zeitraum von etwa 14 Tagen nach Inbetriebnahme eines neuen Ofens so stark ausgebildet, daß im Trockner Nester aus übertrockneter Kohle entstanden. Die Kohle wurde bereits im Trockner angeschwelt. Die dabei abgetriebenen Teerdämpfe verursachten das vorzeitige Verschmutzen der Gaskanäle und Kreislaufgebläse. Dagegen gelangte die Kohle, die im Strömungsbereich lag, nur angetrocknet durch die Schläuche in den Schweler. Die Wassergehalte der Schlauchproben schwankten zwischen 0 und 15%.

Die unzulängliche Arbeitsweise des Trockners übertrug sich selbstverständlich auch auf den Schweler und die nachgeschaltete Kondensation. Der Schweler erhielt Kohle mit Wassergehalten zwischen 0 und 15%, und zwar nicht gemischt, sondern über den Querschnitt so verteilt, wie sich die Kohleströmungen im Trockner ausgebildet hatten.

Die Folge war, daß sich in den Räumen des Schwelers, in denen vornehmlich feuchte Kohle verarbeitet werden mußte, die Spülgasaustrittstemperatur sehr niedrig einstellte, wodurch bereits Teerkondensation im Schweleroberteil und Schwelergassammelkanal eintrat. Dagegen blieb die Spülgastemperatur in den Räumen des Schwelers, die mit getrockneter oder angeschwelter Kohle beschickt wurden, sehr hoch.

Auf dem kurzen Wege vom Schweler zum Vorkühler mischten sich die Gase verschiedener Temperaturen nicht. Es wurden Gassträhnen in der Leitung zum Vorkühler festgestellt mit Temperaturdifferenzen bis 300 °C.

Die Fahrweise der Vorkühler mit direkter Schwelwasserverdampfung war mit diesen Gastemperaturverhältnissen fast unmöglich. Es kam laufend zum Überschäumen der Vorkühlertassen, weil durch die z. T. niedrigen Gastemperaturen und dem infolge der schlechten Kohletrocknung hohen Taupunkt des Gases die Wasserverdampfung nicht garantiert war.

Auch auf die Arbeitsweise der EGR wirkte sich das nicht homogene Gasgemisch ungünstig aus. Die EGR konnte mit nur sehr niedriger Spannung betrieben werden und hatte einen sehr schlechten Wirkungsgrad, so daß in den Querrohrkühlern ein Gemisch von Teer, Mittelöl und Schwelwasser anfiel. Dieses Gemisch ließ sich wegen Emulsionsbildung in den Scheidebehältern nur unzureichend trennen, wodurch in den der Schwelerei nachgeschalteten Anlagen Schwierigkeiten auftraten.

Der Durchsatz eines neu in Betrieb genommenen Ofens betrug anfänglich 220 bis 240 t/Tag, er sank auf Grund der eingangs erwähnten ungleichmäßigen Kohleströmungen innerhalb weniger Tage auf 160 bis 170 t/Tag ab.

Zunächst glaubte man, die Ursache der unzulänglichen Betriebsverhältnisse in der zu großen Kornspanne der Einsatzkohle von 10 bis 80 mm suchen zu müssen. Es traten auch in den Bunkern der Trockner Kornentmischungen auf. Da die Grobkohle natur-

gemäß an den Bunkerwänden zu finden ist, so wurden die an sich im Spülgasschweler auftretenden Wandströmungen auf der Gasseite noch begünstigt.

Nach einer Reihe fehlgeschlagener Trocknerum- und -einbauten zur Lenkung und Beherrschung der Kohleströmungen hat sich schließlich herausgestellt, daß das ungleichmäßige Absinken der Kohle auf Montageungenauigkeiten beim Einbau der Trocknerheißgasdächer zurückzuführen war. Die Durchtrittsquerschnitte für die Kohle vom Trockner in die Schläuche zeigten Differenzen bis 15% (Abb. 1).

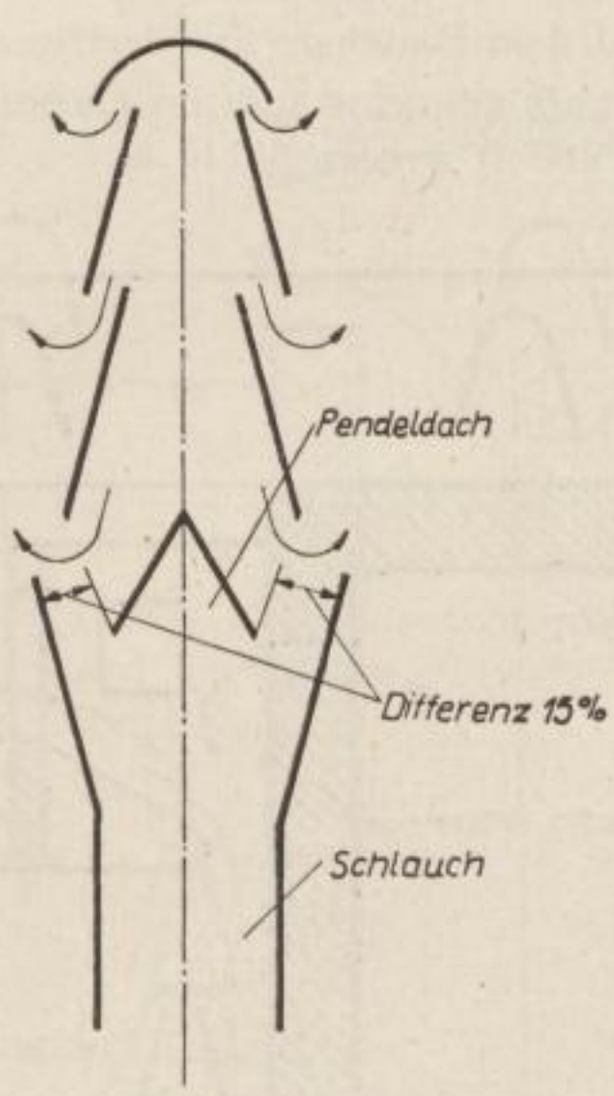

Abb. 1

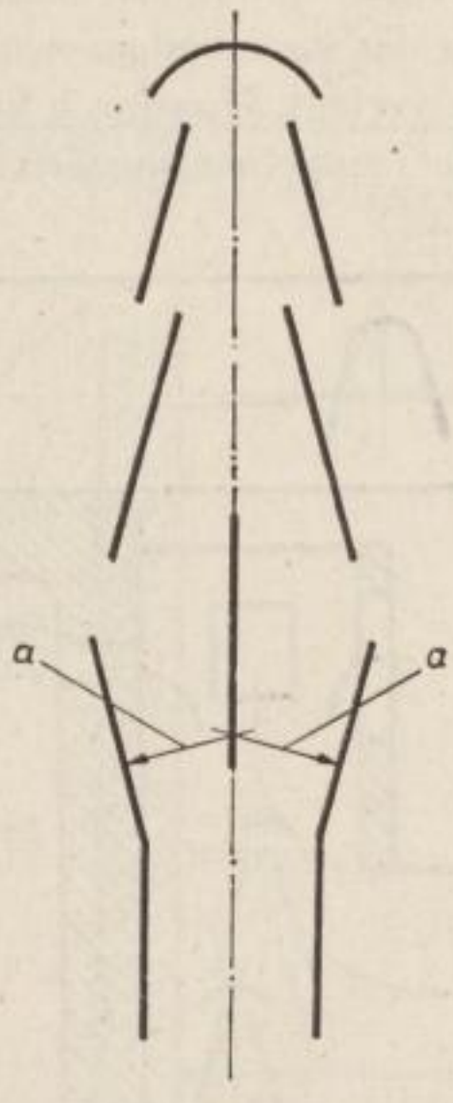

Abb. 2

Nach Ausbau der Pendeldächer, die unterhalb der Trocknerheißgasdächer angebracht waren, und Korrektur der Durchtrittsöffnungen (Abb. 2) wurden die ungleichmäßigen Kohleströmungen so in ihren Grenzen gehalten, daß die Garantieleistung von 250 t/Ofen in 24 Stunden im Dauerbetrieb erreicht wurde. Der Schwelwasseranfall sank von anfänglich 25% auf 12% der Einsatzkohle ab, und der Schwelbetrieb wurde tragbar. Dieser Zustand konnte nach intensiver Versuchsarbeit in reichlich einem Jahr erreicht werden.

Die Tatsache, daß auch nach Beseitigung der Kohleströmungen ungleichmäßige Gastemperaturen in den Heißgasdächern der Trockner herrschten, ließ auf eine ungenügende Mischung von Kreislaufgas mit dem Rauchgas aus der Trocknerbrennkammer schließen. Es traten Temperaturdifferenzen im Trocknermischgas, unter den Heißgasdächern gemessen, von 80 bis 100 °C auf. Die nächste Aufgabe war also, gute Gasmischungsverhältnisse im Trockner zu schaffen.

Durch Einbau von regulierbaren Umlenkblechen in den Mischkammern, die beiderseits der Trockner-Brennkammer angeordnet sind, wurde erreicht, daß die Temperaturdifferenzen auf 10 bis 20°C zurückgingen (Abb. 3).

Diese Einbauten erhöhten den Druckverlust im Gaskreislauf, wodurch die Förderleistung der Kreislaufgebläse sank. Es wurden alle Gasdurchtrittsöffnungen von und zu den Kreislaufdächern vergrößert und abgerundet und die Gaswege strömungstechnisch günstiger gestaltet, damit die Gebläseleistung wieder anstieg.

Es gelang allein durch diese Maßnahme, den Ofendurchsatz von 250 t/Tag auf 300 bis 320 t/Tag zu steigern, weil durch das Angleichen der Gastemperaturen unter den Heißgasdächern dem Trockner mehr Wärme zugeführt werden konnte.

Zur Erzielung einer weiteren Erhöhung der Durchsatzleistung wurde an einem Trockner die Mischung des Kreislaufgases mit dem Rauchgas aus der Brennkammer auf die Gebläsesaugseite verlegt. Hierdurch konnte eine einwandfreie Gasmischung und somit der vollkommene Temperaturausgleich erzielt werden (Abb. 4).

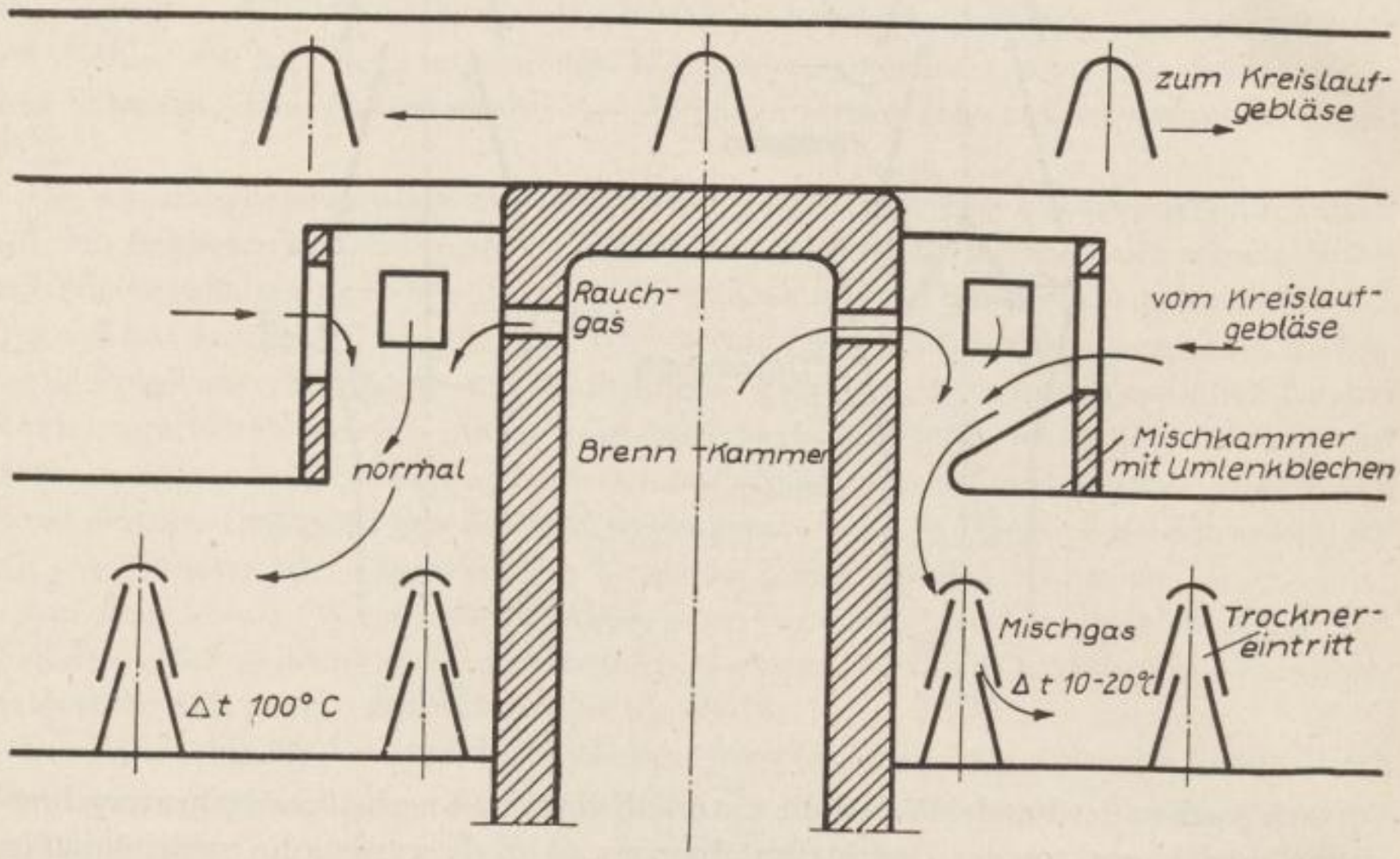

Abb. 3

Die Brennkammer wurde bis in den Trockner-Saugkanal hochgezogen, und die Mischkammern auf der Gebläsedruckseite wurden entfernt. Die Befürchtungen, daß die Gebläseleistung durch die Steigerung der Gastemperatur von 110 auf 280 °C stark absinkt, bestätigten sich nicht, weil der Strömungswiderstand durch Wegfall der Mischkammern und die wesentlich vergrößerten Gaskanäle so klein wurde, daß die Fördermenge auf Kosten der Druckerhöhung sogar anstieg. Die Gebläse selbst haben nach Anbringen von Lagerkühlungen die erhöhte Temperatur vertragen. Durch diesen Umbau verbesserte sich die Trocknerarbeitsweise erheblich.

Nach der Durchsatzerhöhung der Schwelöfen über 250 t/Tag traten in Most sehr viele Betriebsausfälle durch das Einstürzen von Trocknerbrennkammern auf. Die Ursache dieser Störungen war die zu große Brennkammerbelastung bei einer zu hohen Verbrennungstemperatur, da das Gas einen Heizwert von Hu > 1800 kcal/Nm³ hatte.

Um Trocknerbrände zu vermeiden, durfte der Brenner zur Herabsetzung der Brennkammertemperatur jedoch nicht mit Luftüberschuß betrieben werden.

Zur Vermeidung dieser Betriebsausfälle wurde dem Trocknerheizgas Stickstoff zugemischt, der von der O_2-Anlage der Gasfabrik in reichlichem Maße zur Verfügung gestellt werden konnte. Die N_2-Menge wurde über einen Regler eingespeist und so eingestellt, daß der Heizwert auf $Hu = 1200$ kcal/Nm³ sank.

Nachdem der Trockner nunmehr betriebsicher mit ausreichender Leistung arbeitete, wurde die Arbeitsweise des Schwelers untersucht.

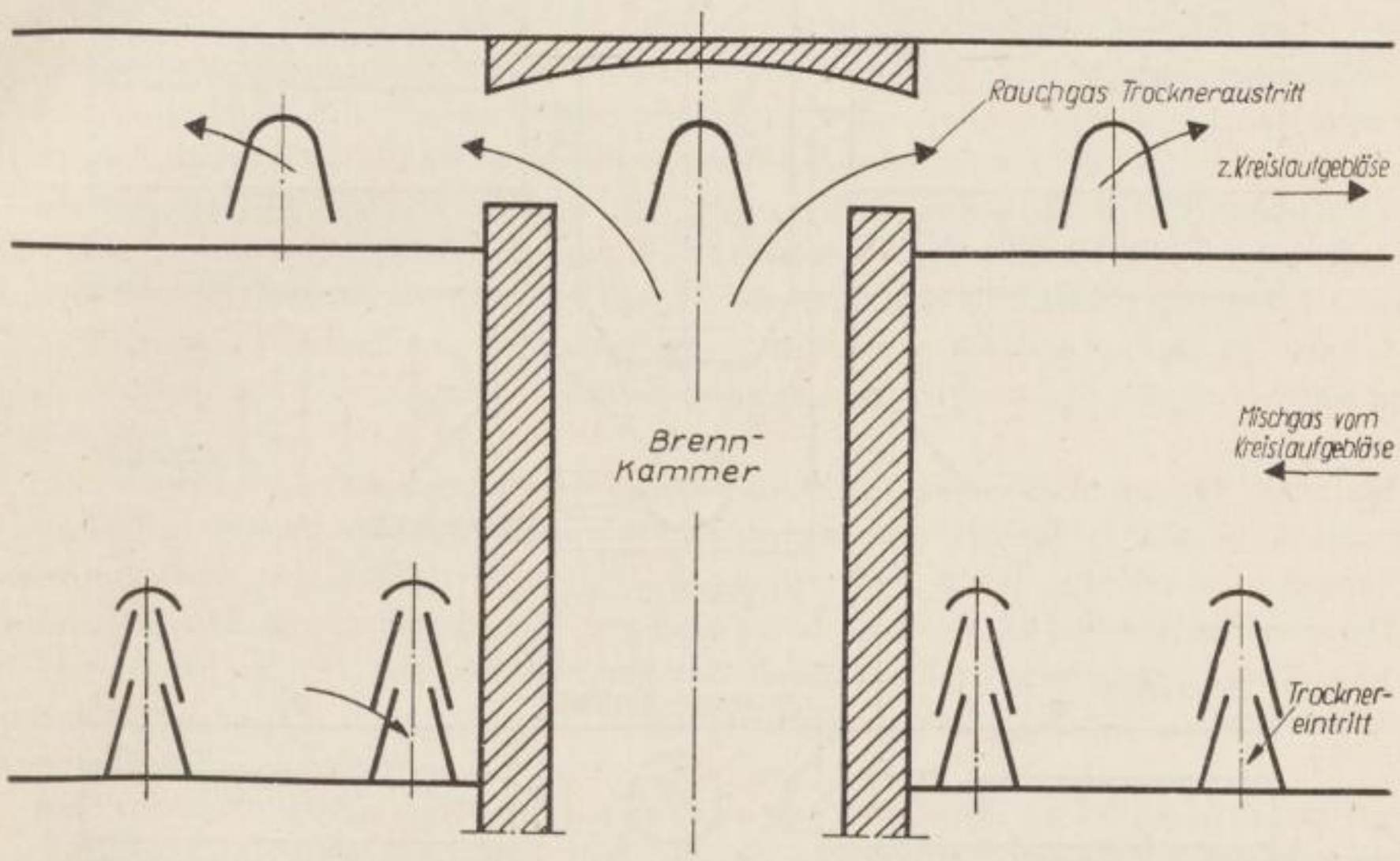

Abb. 4

Zunächst wurde die verschiedentlich angewendete Fahrweise ohne Kühlgasgebläse ausprobiert. Bei den vorliegenden Verhältnissen hat sich jedoch der Betrieb mit Kühlgasgebläsen als günstiger erwiesen. Der Ofenbetrieb verlief gleichmäßiger, und der Koks wurde besser gekühlt. Da der Koks unter 5 mm Korngröße ohne Zwischenbehandlung trocken abgesiebt und pneumatisch zur Winkler-Wassergasanlage gefördert wurde, mußte auf eine ausreichende Kokskühlung im Schweler Wert gelegt werden.

Die Hauptaufgabe der Schwelerei im Verband mit der Hydrierung war es, Teer zu erzeugen. Nachdem erkannt wurde, daß beim Durchströmen des heißen Spülgases durch die relativ kalte Kohle Teer kondensiert, kam es zum Umbau eines Schwelers mit Kohlevorwärmzone durch heißes Kühlgas. Auf den Abb. 5 und 6 ist der Umbau dieses Schwelers mit Vorwärmzone im Prinzip dargestellt.

Bei diesem Ofen wurde ein Teil des sich am Koks erhitzten Kühlgases hinter den Kühlgasgebläsen abgezweigt und durch Kanäle in den Raum unterhalb der Schwelerdecke geleitet. Es strömte dann im Gleichstrom mit der getrockneten Kohle im Schwelschacht nach unten, wärmte die Kohle vor und trat zusammen mit dem von unten auf-

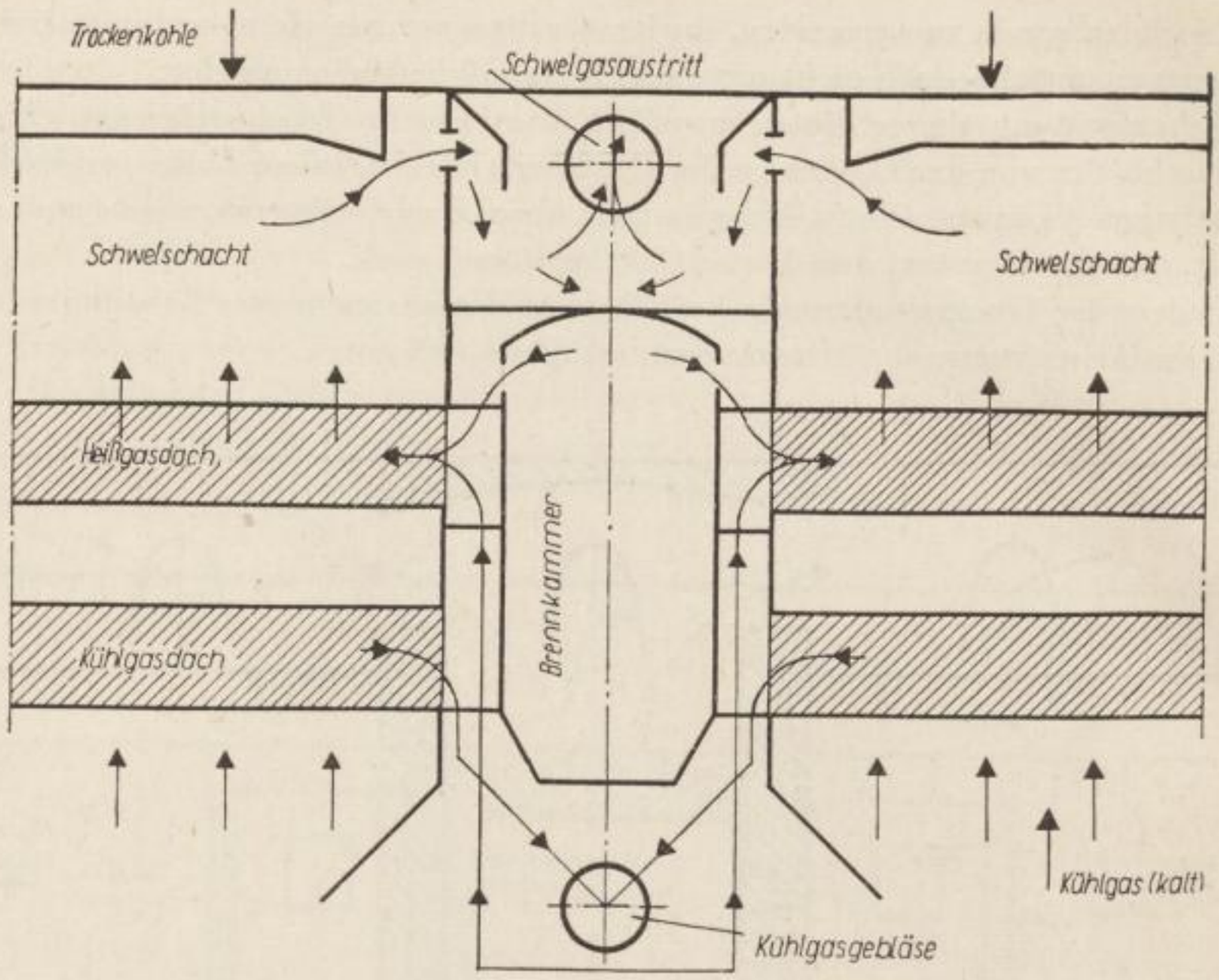
Trockenkohle
Schwelgasaustritt
Schwelschacht
Schwelschacht
Heißgasdach
Brennkammer
Kühlgasdach
Kühlgas (kalt)
Kühlgasgebläse

Abb. 5

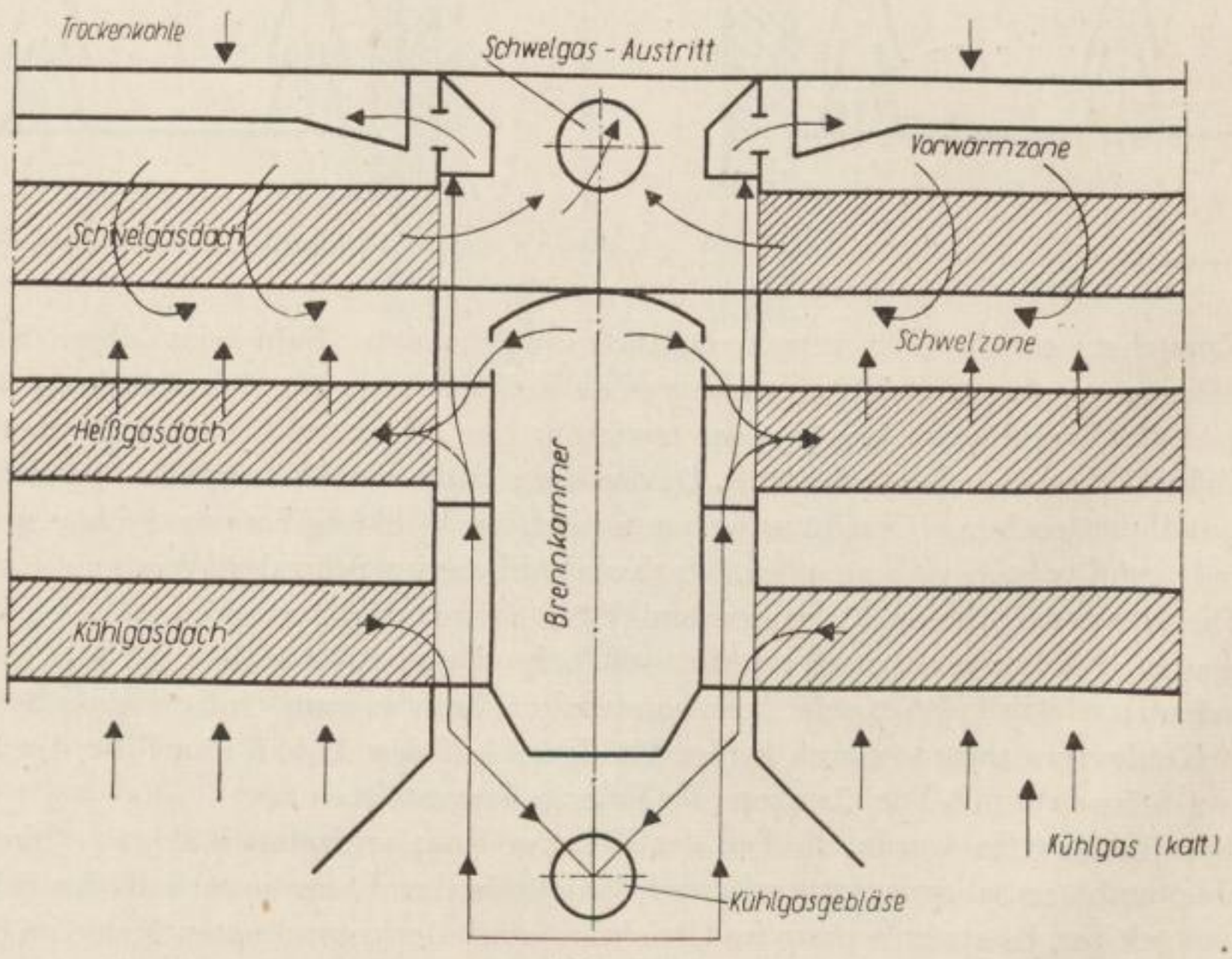
Trockenkohle
Schwelgas - Austritt
Vorwärmzone
Schwelgasdach
Schwelzone
Heißgasdach
Brennkammer
Kühlgasdach
Kühlgas (kalt)
Kühlgasgebläse

Abb. 6

steigenden Spül- und Schwelgas aus der Schwelzone durch neu eingebaute Dächer in den Schwelgassammelkanal.

Beim Umbau konnten die vorhandenen Teile des Ofens weitestgehend verwendet werden. Zum Beispiel wurden die Umlenkdächer im Schwelgassammelkanal von unten durch Bleche geschlossen und bildeten die Verteilungskanäle für das heiße Kühlgas, das den Schwelschächten im Oberteil zugeführt wurde. Durch Kanäle im Mauerwerk innerhalb des Schwelers wurde ein Teil des Kühlgases von den Kühlgasgebläsen in diese Verteilungskanäle geleitet. Da diese Verteilungskanäle vom eigentlichen Schwelgassammelkanal abgetrennt waren, konnte der Sammelkanal weiterhin zum Abführen des Schwelgases benutzt werden. Die neu eingebauten Schwelgasabzugsdächer in den Schwelschächten wurden so angeordnet, daß sie über der Sohle des Schwelgassammelkanals mündeten. Alle Eisenteile im Raum unter der Schwelerdecke wurden gegen Korrosion durch keramische Verkleidung geschützt.

Ein vierwöchiger Versuch mit dem Ofen zeigte, daß bei einem Durchsatz von ~300 t/Tag eine Teerausbeute von 104% nach Fischer erzielt wurde. Dieses günstige Ergebnis konnte dadurch erreicht werden, daß die getrocknete Kohle mit heißem Kühlgas (400 bis 450 °C) innerhalb des Schwelers weiter erwärmt und das teerhaltige Spülgas der Schwelzone aus dem Schweler abgeleitet wurde, ohne mit relativ kalter Kohle in Berührung gekommen zu sein.

Eine Kombination zwischen dem Trockner mit saugseitiger Mischung von Kreislaufgas und Rauchgas aus der Brennkammer und einem Schweler mit Kohlevorwärmzone war im Aufbau. Durch die Kriegsereignisse konnten diese Arbeiten leider nicht beendet werden, so daß ein abschließendes Ergebnis nicht vorliegt. Es sollte eine Leistungssteigerung auf ~350 t/Tag und Ofen und eine Erhöhung der Teerausbeute der Gesamtanlage erzielt werden, denn nach gründlicher Erprobung war beabsichtigt, alle Öfen nach diesem Muster umzubauen.

Im Verlauf der Betriebszeit wurden auch an der Kondensation Verbesserungen vorgenommen. Zum Beispiel erhielten die Rohre in den Schlußkühlern Verdrängerkörper, bestehend aus Dreikantlatten, zur Erhöhung der Wassergeschwindigkeit und somit der Wärmdurchgangszahl und Herabsetzung der Sauerstoff-Korrosionen.

Ferner wurden zur Unterbindung von Wandströmungen in den Querrohrkühlern die Gasdurchtrittsöffnungen zwischen den äußeren Rohrreihen und den Kühlerwänden abgedeckt. Es sind auch hier erhebliche Temperaturunterschiede im Gas gemessen worden. Die Temperaturen lagen an den Wänden höher als in der Mitte.

Entscheidende Verbesserungen der Betriebsverhältnisse wurden am Vorkühler erzielt, z. B. wurden die Sümpfe der Vorkühler durch Einbauten so gestaltet, daß sie die Form eines Spitzbehälters erhielten.

Ein turbulenter Spülteerkreislauf mit einer Teermenge von 2,5 bis 3 m^3/h je Vorkühler, an den auch die Dickteerbehälter im Teerkeller angeschlossen waren, sorgte dafür, daß sich sowohl in den Vorkühlertassen als auch in den Dickteersammelbehältern nur geringe Mengen staubhaltiger Rückstände absetzen konnten. Es entfiel praktisch das sog. Vorkühlerkratzen. Die Deckel der Vorkühlertassen wurden verschraubt, und der Staub des Vorkühlerteeres schied sich dort aus, wo er anfallen soll, nämlich in der Teerschleuderei.

Die entscheidendste Umstellung am Vorkühler war das Eindüsen und Verdampfen von Mittelöl an Stelle von Schwelwasser zur Herabsetzung der Gastemperatur vor der EGR.

Die Trennung der Produkte Vorkühlerteer, EGR-Teer und Mittelöl erfolgte so scharf, daß sich der Stockpunkt des in den Querrohrkühlern anfallenden Mittelöles von +4°C bei Wassereinspritzung auf −4 bis −12°C bei Öleinspritzung verbesserte.

Es wurde festgestellt, daß die Stromaufnahme der EGR mit fallendem Wasserdampfpartialdruck im Gas stieg und die Trennung zwischen Vorkühlerteer, EGR-Teer und Mittelöl schärfer wurde. Durch Einspritzen von Wasser-Öl-Gemischen in den Vorkühler konnte die Beobachtung bestätigt werden.

Die gesamte Schwelerei wurde nach Abschluß der Versuche in kürzester Zeit auf Mittelöleinspritzung umgestellt. Ein Überschäumen der Vorkühlertassen trat nicht mehr auf.

Die Umstellung der Vorkühler auf Ölverdampfung erforderte größere Düsen in den Vorkühlern. Während bei Wasserverdampfung ca. 1 m^3/h je Vorkühler eingespritzt werden mußte, stieg diese Menge bei Ölverdampfung auf 3 m^3/h.

Außer der Vergrößerung der Ölablaufleitung an den Scheidebehältern waren keine weiteren Änderungen bei dieser Umstellung erforderlich, weil die Einspritzpumpen reichlich bemessen waren.

In der Hydrierung wirkte sich die Fahrweise der Schwelerei mit Ölverdampfung im Vorkühler vorteilhaft aus, weil die Produkte einwandfreier getrennt zur Verfügung standen.

Die Gasbenzinauswaschung erfolgte im 1. und 2. Ofenhaus in 8-Kammerwaschern, während das 3. und 4. Ofenhaus mit einstufigen Waschern ausgerüstet war.

Da beim 8-Kammerwascher alle sich drehenden Teile (Umwälzpumpen) außerhalb des Gasraumes liegen, ist er weniger störanfällig als der Einstufen-Wascher mit seiner >20 m langen vertikalen Welle zum Antreiben der rotierenden Raschingringpakete. Außerdem konnte festgestellt werden, daß bei gleicher Waschölaufgabe der Wascheffekt im 8-Kammerwascher wegen der intensiveren Berührung zwischen Gas und Waschöl besser ist. Der Nachteil, daß im 8-Kammerwascher ein Ölsumpf von 0,5 m Höhe vorhanden ist, wurde durch eine geschickte Schaltung beseitigt.

Ich möchte nicht unterlassen, auch über den Kokstransport zu berichten. Die Koksausträge von je 10 Schwelöfen waren an einen Sammel-Redler angeschlossen. Da der Kühlgasdruck in den Schwelern wegen des hohen Anteiles an feinkörnigem Koks bis auf 200 mm WS anstieg, traten durch die Koksschleusen große Gasmengen in die Redler über und gelangten bis zur Trockenkokssieberei. Die Gas- und Staubbelästigungen waren in diesen Anlagen auf die Dauer nicht vertretbar, weil die Redler und Siebe nicht absolut gasdicht waren.

Zur Beseitigung dieses Zustandes wurden Gasabsauganlagen an jedem Sammelredler für je 10 Öfen eingebaut. Durch einen einfachen Glockenregler wurde der Gasdruck in den Redlern auf 3 bis 5 mm WS gehalten. Um einen Überblick zu bekommen, welche Gasmengen transportiert werden mußten, wurde das Redlergas mit einem Gebläse abgesaugt und durch eine Meßstrecke über Dach gefahren. Dabei wurde festgestellt, daß je 10 Schwelöfen 2000 m^3/h Redlergas anfallen. Da das Gas sehr staubhaltig ist, konnte es nicht in die Überschußgasleitung gegeben werden. Es wurde als Kühlgas einem Schwelofen zugeführt. Die Impulsleitung vom Redler zum Gasdruckregler versetzte sich sehr schnell mit Staub. Durch kontinuierliches Spülen dieser Leitung mit Reingas über eine Dosierblende in Richtung Redler wurde diese Störquelle beseitigt.

Die Redlerabsaugung lief zufriedenstellend, und die Gas- und Staubbelästigung in den Koksförder- und Aufbereitungsanlagen waren beseitigt.

Abschließend noch einige Betriebszahlen:
Die Einsatzkohle, eine Hartbraunkohle, hatte

10—80 mm	Körnung
28—30%	Wassergehalt
13—14%	Teer
8%	Asche

Die Koksausbeute betrug 38 bis 40% tr.
Der Körnungsanteil des Kokses betrug bei

< 10 mm	~40%
10—20 mm	~40%
> 20 mm	~20%

Bei 300 t Tagesdurchsatz wurden

im Trockner	2200 m³	G. i. N./h	Gas (Hu = 1800)
mit	3300	„	Luft
im Schweler	1200	„	Gas
mit	1800	„	Luft

verbrannt.

Die Kokskühlgasmenge betrug ~6500 bis 7000 Nm³/h. Je Ofen fielen ~1000 Nm³/h Überschußgas an. Die Teerausbeute nach Fischer lag bei durchschnittlich 95%.

Es fielen an:

18%	Vorkühlerteer
58%	EGR-Teer
16%	Mittelöl
8%	Gasbenzin

Der Schwelwasseranfall betrug ~11% der Einsatzkohle. Es enthielt 12 g/l Phenole und 8 g/l NH_3.

Das Kreislaufgas enthielt vor den Benzinwaschern 13 g/Nm³ Benzin über 50 °C siedend. Im Reingas befanden sich noch 3 bis 4 g/Nm³ Benzin, bei einer Waschölmenge von ~1 kg/Nm³ Gas.

DISKUSSION

Dr.-Ing. Richter, Markkleeberg:

Als Ergänzung zum Vortrag von Herrn Walter möchte ich Ihnen in bezug auf die Schwelanlage Espenhain folgende kurze Darstellung geben:

In seinem Vortrag hat Koll. Walter einige interessante Entwicklungsprobleme aufgezeigt, die uns heute noch stark beschäftigen. Wenn auch in den letzten Jahren bereits ein gewisser

Erfahrungsaustausch mit den tschechischen Kollegen auf dem Gebiet der Lurgi-Spülgasverschwelung eingesetzt hat, wodurch wir bereits über einige dort stehenden Probleme unterrichtet wurden, so gab doch dieser Vortrag erstmalig einen zusammenhängenden Überblick über die Technologie der Verschwelung von böhmischer Hartbraunkohle. Dabei muß festgestellt werden, daß es hierbei viele Parallelen in der Entwicklung auch zu unseren Spülgasschwelanlagen für die Verarbeitung von Braunkohlenbriketts gibt.

Wir erinnern uns nur noch selten daran, daß einmal die ersten Lurgi-Spülgasschwelanlagen, die in den Jahren 1936 bis 1942 gebaut wurden, eine Leistung von 280 bis 300 t Brikett pro Schwelofen und Tag aufwiesen. Betrachten wir heute die Leistung, so stellen wir fest, daß diese in den vergangenen Jahren auf 450 bis 500 t/Ofen und Tag gesteigert werden konnte und daß selbst die Anlage unseres Kombinates bei Verarbeitung von aschereichen Briketts mit geringer Festigkeit z. Z. eine Schwelofenleistung von 500 t/Tag aufweist. Die hierbei erreichte Fischer-Ausbeute beträgt bei einem praktisch ausgeschwelten Koks über 86%. Hinter dieser Leistungssteigerung steckt doch eine enorme Entwicklungsarbeit, und ich glaube, es gibt wenig technologische Prozesse, die in den letzten 10 bis 15 Jahren so vervollkommnet worden sind wie gerade die Spülgasschwelung. Dabei muß man berücksichtigen, daß an der Größe des Aggregates keine Veränderung vorgenommen wurde, sondern in erster Linie die Steigung der Leistung lediglich durch zweckentsprechende Führung der Gasumläufe bei weitgehendster Vervollkommnung der Wärmeausnutzung erreicht werden konnte. Betrachten wir z. B. die Vortrocknungsstufe, so wurde die Brennkammer von ursprünglich 1,4 m³ Inhalt zwecks Aufnahme der erforderlichen größeren Wärmekapazität auf etwa 2,4 m³ erweitert, ohne daß dabei das Größenverhältnis der eigentlichen Vortrocknung verändert wurde.

Es ist interessant, daß, wie aus dem Vortrag vom Koll. WALTER zu entnehmen war, eine ähnliche Entwicklung schon früher im Hydrierwerk Most angestrebt worden ist. Nach unseren Erkundigungen in Most war es aber beim Umbau von 1 oder 2 Schwelöfen geblieben, und jetzt befaßt man sich auf Grund unserer Ergebnisse dort erneut mit dieser Frage.

In unserem Kombinat sind heute sämtliche Vortrockner so umgebaut, daß sich die heißen Brennkammergase über die oben offene Brennkammer im Saugkanal des Vortrockners mit den Kreislaufgasen mischen und unter Einstellung der entsprechenden Trocknungstemperatur über die beiden Gebläse der eigentlichen Trocknungszone zugeführt werden. Damit ist wärmetechnisch zweifellos das Problem einer gleichmäßigen Trocknung des Schwelgutes gelöst. Die Inneneinbauten des Vortrockners, insbesondere der Gasführungskanäle, wurden dabei so verändert, daß sich praktisch kein Staub mehr in diesen Kanälen abscheiden kann. Damit kamen auch die lästigen Reinigungsarbeiten während des Betriebes in Wegfall, wodurch nicht allein die Betriebssicherheit erhöht, sondern auch gleichzeitig Personal eingespart werden konnte. In diesem Zusammenhang sei fernerhin noch kurz erwähnt, daß neuerdings die Vortrocknergebläse gegen den hierbei auftretenden höheren Verschleiß mit Formsteinen aus Mansfelder Kupferschlacke mit bestem Erfolg ausgekleidet werden.

Durch den vorgenommenen Umbau und die Änderung der Gasführung des Vortrockners wurde erreicht, daß die notwendige Trocknungstemperatur über den gesamten Querschnitt des Vortrockners praktisch gleichmäßig ist. Während früher an den einzelnen Gaszuführungsstellen Temperaturunterschiede bis zu 150 °C festgestellt wurden, betragen diese heute bei der neuen Gasführung höchstens 30 bis 40 °C. Die sich hieraus ergebenden Vorteile für den gesamten Schwelprozeß sind:

Senkung der Trocknungstemperatur gegenüber der früheren Fahrweise um ca. 100 °C;
Verringerung der H_2S-Verluste beim Trocknungsprozeß;
gleichmäßig getrocknete Briketts mit einem Wassergehalt von nicht mehr als 1 bis 2% beim Eintritt in die Schwelzone;
bessere Ausschwelung der Briketts und damit Erhöhung der Teerausbeute und Verminderung des Teergehaltes im Koks;
Verminderung des Schwelwasseranfalls.

Durch die Lösung des Problems einer gleichmäßigen Vortrocknung des Schwelgutes war schließlich auch die Voraussetzung für eine automatische Regelung der Gas- und Luftzufuhr zum Vortrockner in Abhängigkeit von der Trocknungstemperatur und dem Durchsatz ge-

geben. Mit dieser Regelung wurde gleichzeitig eine entsprechende Sicherungsanlage gegen sämtliche auftretenden Störungen verbunden. Somit wird heute bei allen 30 Schwelöfen die Vortrocknung vollautomatisch betrieben.

Auch in der Weiterentwicklung der Schwelzone sind wir unsere eigenen Wege gegangen. Wenn Koll. WALTER in seinem Vortrag erwähnt, daß z. B. für die Schwelanlage Most die Kühlgasgebläse beim Schwelprozeß unbedingt notwendig sind und auch betrieblich keine Schwierigkeiten bereiten, so haben wir feststellen müssen, daß diese Gebläse für unsere Betriebsverhältnisse nicht den Erwartungen entsprochen haben. Es mag hierbei besonders der starke Zerfall der Briketts beim Schwelprozeß und die damit verbundene große Staubbildung eine wesentliche Rolle gespielt haben, Dinge, die zu einem hohen Verschleiß dieser Gebläse und damit zu einer ständigen Störungsquelle führten.

Durch Vergrößerung der Schwelerbrennkammer und gleichzeitige Änderung der gesamten Gasführung im Schweler, ferner durch den Einbau von besonderen Ablenkdächern oberhalb des Schwelers zwecks Auflockerung des Schwelgutes haben wir heute erreicht, daß selbst bei starkem Zerfall der Briketts eine vollkommen befriedigende Ausschwelung erfolgt. Man muß dabei bedenken, daß in unserem Kombinat nur Grobkornbriketts verarbeitet werden, die eine durchschnittliche Festigkeit von kaum mehr als 70 kp/cm² haben und daß selbst bei einem Tagesdurchsatz von 500 t Brikett pro Schwelofen ein Schwelkoks erhalten wird, dessen Teergehalt im Durchschnitt nicht mehr als 1% beträgt. Dabei ist der Verschmutzungsgrad der Öfen bei weitem nicht mehr so groß wie früher bei Betrieb der Öfen mit geringerer Leistung. Unsere Schwelöfen haben heute eine betriebliche Laufzeit von mindestens 2 Jahren.

An dem Problem einer automatischen Regelung des eigentlichen Schwelprozesses wird z. Z. noch gearbeitet, wobei insbesondere die Frage der automatischen Regelung der Überschußgasabgabe noch einige Schwierigkeiten bereitet. Zwecks Einsparung von weiterem Personal sind wir dazu übergegangen, an Stelle von 2 Schwelöfen 4 Schwelöfen zu einer Bedienungsgruppe zusammenzufassen.

Auf die Form der Schwelofenbeschickung ist Koll. WALTER in seinem Vortrag nicht näher eingegangen. Es wäre interessant, hierüber noch einiges zu hören. Wir haben in unserer Anlage in einem Schwelofenhaus heute ebenfalls die ursprüngliche Beschickungsanlage durch eine automatische Beschickung ersetzt, wobei die bisher sehr lästige Staubentwicklung vollkommen beseitigt werden konnte. Die Bunker sind bis unmittelbar an die Aufgabe der fahrbaren Beschickungsbänder hochgezogen.

Schließlich noch ein Wort zur Kondensationsanlage. Mit der Steigerung der Schwelofenleistung hätte zweifellos auch eine entsprechende Erweiterung der einzelnen Kondensationsstufen erfolgen müssen. Es sind zwar gewisse Ansätze vorhanden, wie z. B. die Aufstellung eines 3. Querrohrkühlers, jedoch ist damit dieses Problem nicht gelöst, besonders wenn man bedenkt, daß die Gasbenzinauswaschung mit dieser Leistungssteigerung nicht mehr ganz Schritt hält. An diesem Problem wird jedoch z. Z. noch weitergearbeitet.

An den Vorkühlern konnte durch das Schließen der Vorkühlertassen eine wesentliche Betriebserleichterung geschaffen werden. Durch den Wegfall des dort anfallenden lästigen Schmutzteeres wurde neben einer Personaleinsparung eine wesentliche Verbesserung der atmosphärischen Verhältnisse erreicht. Durch entsprechende Umlaufspülung der Leitungen erreicht man eine einwandfreie Abscheidung des Vorkühlerteeres, der in einer anschließenden Zentrifugen- und Filteranlage gereinigt wird. Hierdurch konnten die Teerverluste ebenfalls erheblich gesenkt werden.

Mit der Frage der Einspritzung von Mittelöl in die Vorkühler an Stelle von Schwelwasser, wie man heute in den Werken Most arbeitet, haben wir uns bisher noch nicht im einzelnen befaßt. Es wäre in diesem Zusammenhang für uns interessant zu erfahren, ob sich durch diese Arbeitsweise das Verhältnis der Inhaltsstoffe des Schwelwassers, an denen wir heute besonders interessiert sind, wie z. B. die Phenole, Ketonöle, Pyridinbasen usw., wesentlich ändert.

Eine Sorge bereitet uns lediglich noch die Gasbelästigung beim Kokstransport. Es ist uns bekannt, daß in Most hierfür ursprünglich an den Koksfördereinrichtungen eine besondere Gasabsauganlage eingebaut war, die aber unseres Wissens in der Zwischenzeit wieder außer Betrieb ist. An der Lösung dieses Problems wären wir außerordentlich interessiert.

Ich habe in diesen kurzen Ausführungen versucht, die Technologie der Schwelanlage Most mit dem Entwicklungsstand unserer Braunkohlenschwelereien zu vergleichen, wobei man feststellen muß, daß es zweifellos viele Parallelen zwischen beiden Anlagen gibt. Dabei kommt man aber immer wieder zu der Schlußfolgerung, daß leider in der vergangenen Zeit zwischen den einzelnen Schwelbetrieben ein viel zu geringer Kontakt bestand. Bei einem intensiven Erfahrungsaustausch können unter Vermeidung von Doppelarbeit in der Entwicklung viele Probleme schneller gelöst werden. Es ist an der Zeit, daß diesem Zustand bald ein Ende bereitet wird. Dem Arbeitskreis Braunkohlenentgasung in der Brennstofftechnischen Gesellschaft kommt hierbei als Vermittler eine besondere Bedeutung zu.

Dipl.-Ing. MÖBIUS, Espenhain:

In Ergänzung der Ausführungen von Herrn Dr. RICHTER möchte ich bekanntgeben, daß durch den Umbau des Trockners mit saugseitiger Mischung der Kreislaufgase und der Verbrennungsgase eine wesentliche Verbesserung in der Technologie eintrat.

Die Temperaturdifferenzen zwischen den Druckdächern, die vorher bis zu 100 °C betrugen, glichen sich bis auf 25 °C an. Demzufolge ergab sich eine gleichmäßigere Trocknung der Briketts, und die Wassergehaltsspannen zwischen den einzelnen Schläuchen wurden auf ein Mindestmaß gesenkt. Diese Verringerung des Wassergehaltes in den Trockenbriketts erbrachte eine nicht unwesentliche Senkung des Schwelwasseranfalles von jährlich ca. 150000 m³. Die bessere Trocknung führte in der Schwelerei Espenhain zu einer Verbesserung der Teerausbeute nach Fischer von 1,5 bis 2,0%. Nicht unerwähnt sollen die Reinigungsarbeiten am Trockner selbst bleiben. Durch die Veränderung der Gasführung und durch die höheren Temperaturen auf der Saugseite ließ der Verschmutzungsgrad nach. Es konnten demzufolge sechs Reinigungskräfte eingespart werden.

Das Problem des Trocknerumbaues wurde in Most nach 1945 wieder aufgegriffen. Man baute in den Saugkanal längs der Mittelwandträger zwei zusätzliche Trennwände ein, um die Strahlungswärme von den Mittelwandträgern fernzuhalten. Die kalten Kreislaufgase mußten demzufolge durch einen schmalen Kanal in den eigentlichen Saugkanal strömen. Nach Angabe der Kollegen in Most hat sich diese Art der Ausführung nicht bewährt, da sich die Räume zwischen Mittelwandträger und eingebauter Trennwand nach kurzer Zeit zusetzten. Man hat dann begonnen einen Ofen so umzubauen, wie es Herr Oberingenieur WALTER hier schilderte. Soweit ich informiert bin, sind im vorigen Jahr zwei Schwelöfen nach diesem Prinzip verändert worden. Die Kollegen aus Most informierten uns, daß sie mit diesen Öfen Durchsatzleistungen zwischen 450 und 500 t/Tag erreichen.

In dem Vortrag von Herrn Oberingenieur WALTER wurde die erreichte Fischerausbeute bei einem umgebauten Ofen mit 104% angegeben. Es wäre interessant zu hören, wie die Definition der Fischerausbeute lautet bzw. die Bestimmung der einzelnen Teerprodukte für die Errechnung der Ausbeute durchgeführt worden ist. In der Regel ist es wohl so, daß wir in unseren Lurgi-Schwelöfen Fischerausbeuten von 90% nicht überschreiten.

Dr. phil. JUNGE, Leipzig:

Gestatten Sie eine Bemerkung, die nicht direkt den Vortrag von Herrn WALTER betrifft.

Es ist vielleicht von Interesse zu erfahren, wann und wo die ersten Großschwelereien gestanden haben. 1928 hat HUBMANN in der Zeitschrift „Braunkohle" [Bd. 27 (1928) S. 1097] über eine Versuchsanlage berichtet, die auf der Grube Archibald in Westeregeln erstellt war. Diese Anlage setzte 15 t Rohkohle durch und hatte dem Bericht zufolge während eines dreijährigen Betriebes „keinerlei besondere Abnutzung" gezeigt. Auf Grund dieser Ergebnisse wurde eine größere Anlage, die 100 t durchsetzte, auf der Grube Cäsar in Egeln gebaut. Auch diese Anlage war zur Zeit des genannten Berichtes bereits 18 Monate störungsfrei in Betrieb. Daß diese günstigen Ergebnisse damals nicht weiter verfolgt wurden, lag vermutlich daran, daß zu dieser Zeit keine Verwendung für den Koks, der in großen Mengen anfiel, gesehen wurde; denn die Ausnutzung des Schwelkokses in Kraftwerken setzte erst später ein. In der zitierten Arbeit wird auch nichts über Schwierigkeiten mitgeteilt, die durch den Salzgehalt der Kohle, der mit Sicherheit anzunehmen ist, hervorgerufen wurden.

Das dürfte das Jugendstadium des Spülgasschwelverfahrens gewesen sein, das dann unter anderen wirtschaftlichen und wirtschaftspolitischen Voraussetzungen 10 Jahre später größte Bedeutung gewann.

Dipl.-Ing. v. ALBERTI, Dresden:

Die Brennstofftechnische Gesellschaft hat in zwei Arbeitsgruppen die Bearbeitung zahlreicher Probleme auf dem Gebiet der Braunkohlenentgasung in Angriff genommen, die in freiwilliger Mitarbeit von Vertretern aus Wissenschaft und Praxis gelöst werden sollen.

Ein kleines Beispiel aus meiner Arbeitsgruppe: Wir sind heute nach 25 Jahren noch nicht einmal in der Lage, uns richtig zu unterhalten. Wir verstehen unsere „Schwelersprache" selbst nicht mehr. Wir haben aus dem Vortrag von Herrn WALTER und auch aus den Diskussionsbeiträgen von Herrn Dr. RICHTER und Herrn MÖBIUS entnehmen können, daß es höchste Zeit ist, unsere Schwelereifachausdrücke zu vereinheitlichen und zu koordinieren. Der letzte Auftrag, den ich bekommen habe, lautet, noch in diesem Jahr die Begriffsbestimmungen für Schwelanlagen abzuschließen und im nächsten Jahr einen Standard daraus zu entwickeln.

Oder ein anderes Beispiel: Wenn wir unsere Schwelbetriebe der Reihe nach aufsuchen und uns dabei nach dem An- und Abfahren eines Schwelofens erkundigen, sei es zur Generalreparatur oder zur Reinigung der Anlagenteile, und fragen dann, wie es gemacht wird, bekommen wir zur Antwort: Da haben wir die TSV, das Gesetzblatt, sonst gibt es nichts; deshalb haben wir uns die Vorschriften selber entwickelt. Daraufhin wurde von Freiberg aus unlängst eine Meldearbeit an Fernstudenten vergeben. Sie ist an Herrn MÖBIUS und an Herrn WEBER nach Espenhain gegangen. Wir wollen mit Hilfe der Plankommission, wahrscheinlich auch über die Oberste Bergbehörde, auf Vorschlag der Brennstofftechnischen Gesellschaft soweit kommen, daß wir für unsere Schwelanlage eine Rahmenvorschrift für die Bedienung, die Wartung und die Außerbetriebnahme der Anlagen entwickeln. Daß natürlich dazu ein Erfahrungsaustausch, wie ihn Herrn Dr. RICHTER erwähnte, notwendig ist, werden Sie aus den Ausführungen selbst entnommen haben.

Obering. WALTER, Berlin:

Herrn Dr. RICHTER möchte ich zu seinen Fragen folgendes sagen:

Wie und ob sich die Bestandteile des Phenolwassers geändert haben, kann von mir nicht beantwortet werden. Es ist aber zu vermuten, daß eine Beeinflussung eintritt; denn die in den Querrohrkühlern mit dem Wasser kondensierende Mittelölmenge ist kleiner geworden, weil sich die Fraktionierung in Richtung EGR verschoben hat. Damit ist auch die Stockpunktverbesserung des Mittelöles von $+4\,^{\circ}C$ auf -4 bis $-12\,^{\circ}C$ begründet. Da die Phenole während der Kondensation vom Wasser aus dem Öl ausgewaschen werden und das Öl sich qualitativ und quantitativ geändert hat, dürfte auch der Phenolgehalt im Wasser beeinflußt worden sein.

Die im Koksdienst angebrachte Redlergasabsaugung wurde ein halbes Jahr während des Vollbetriebes der Schwelanlage betrieben. In dieser Zeit mußten die Gebläseläufer 2- bis 3mal erneuert werden, weil sie durch Koksstaub zerstört wurden. Es war beabsichtigt, diese Läufer zu gummieren. Zwischen Redler und Gebläse wurden Zyklonabscheider eingeschaltet und die Gasleitungen so dimensioniert, daß infolge der hohen Gasgeschwindigkeit der mitgerissene Koksstaub wieder in den Ofen geblasen wurde.

Der ursprünglich vorgesehene sehr störanfällige Beschickungswagen wurde in einen Dreischurrenwagen umgebaut. Damit waren zwar die mechanischen Störungen vermindert, nicht aber die während der Beschickung auftretende Staubbelästigung.

Herr MÖBIUS fragte nach der Errechnung der Fischerausbeute. Dazu ist zu sagen, daß die Bestimmung der Teerausbeute beim Versuch am Ofen mit eingebauter Vorwärmzone nach der gleichen Methode durchgeführt wurde wie im Normalbetrieb. Die Produkte des Versuchsofens wurden getrennt aufgefangen und gemessen. Beim Vergleich dieser Werte mit den Zahlen des Normalbetriebes ergab sich eine Steigerung der Fischerausbeute von 94 auf 104%. Es wird empfohlen, den Versuchsbericht bei Herrn JANDASEK, Most, im Rahmen des Erfahrungsaustausches einzuholen.

Erfahrungen bei der Spülgasschwelung von Steinkohle in der Lurgi-Anlage Tsing-Shi (VR China)

Von Gerhard Möbius, Espenhain

Ich möchte in meinem Vortrag einige Betriebsergebnisse und einige Erfahrungen über die Verschwelung von Steinkohle im Lurgi-Spülgasschwelofen übermitteln. Die Unterlagen wurden gesammelt während einer 6monatigen Tätigkeit in der Schwelerei des Mineralölwerkes 5 in Tsing-Shi in der VR China.

Das Mineralölwerk 5 liegt im Nordosten der VR China in der ehemaligen Mandschurei und wurde 1939 von den Japanern zur Erzeugung von flüssigen Brennstoffen gebaut. Das Werk besteht aus folgenden Verarbeitungsgruppen:

Erdölverarbeitungsanlage
Schwelerei
Schmierölfabrik
Kraftwerk
Nebenanlagen.

Die Anlagenteile waren bis zur Befreiung der Mandschurei Ende 1948 zu 70% fertiggestellt. Im Jahre 1949 begannen die chinesischen Kollegen mit der Fertigstellung bzw. mit dem Wiederaufbau der Anlagen.

Bei der Schwelanlage in Tsing-Shi handelt es sich um eine Lurgi-Spülgasschwelanlage entsprechend der Bauart 1936/37. Zur Verschwelung war eine schwach backende Steinkohle aus dem ca. 400 km entfernt liegenden Tagebau Fushun vorgesehen. Der Tagebau, in dem die Kohle lagert, hat eine max. Teufe von 220 m. Die Flözmächtigkeit der Kohle beträgt 45 bis 120 m. Über der Kohle lagert eine Schicht Ölschiefer von ca. 30 m, der mit seinem Ölgehalt von 5 bis 6% und seinem Kohlenstoffgehalt von ebenfalls 5 bis 6% in einer besonderen Schwelanlage für Ölschiefer in Fushun verschwelt und vergast wird.

Die Kohle für die Schwelerei Tsing-Shi wird mit der Eisenbahn angeliefert und von einer Greiferanlage entladen und auf Halde gestapelt. Von hier aus gelangt die Kohle über Bandanlagen in einen Hochbunker, von wo sie ebenfalls wieder über Bänder und Becherwerk zu den Schwelöfen transportiert wird. In die Transportanlage zwischengeschaltet ist eine Absiebung, die die Aufgabe hat, das feine Gut auszuhalten. Die Kohle wird ohne weitere Vorbehandlung in die Schwelöfen eingesetzt.

Im Ofenhaus sind 4 Lurgi-Spülgasschwelöfen untergebracht. Auf eine eingehende Beschreibung der Schwelöfen kann in diesem Kreise verzichtet werden. Der Aufbau

ist im Prinzip der gleiche, wie er 1935 in Böhlen vorgenommen wurde. Im Gegensatz zu den normalen Lurgi-Schwelöfen in Deutschland befindet sich in Tsing-Shi die zentrale Meßwarte für 2 Schwelöfen in einem besonderen Raum zwischen Schlauch- und Maschinenstandbühne. In dieser Meßwarte sind sämtliche Instrumente für die Anzeige und Registrierung der Temperaturen, Mengen und Drücke zusammengefaßt. Die Regulierschieber zur Einstellung der Gas- und Luftmengen befinden sich dagegen im Gebläseraum, ähnlich wie in unseren Anlagen. Die Anordnung der Meßgeräte und der Verstellschieber in getrennten Räumen erweist sich als äußerst unzweckmäßig, da jede Regulierung am Ofen stets von zwei Leuten durchgeführt werden muß, die sich in Tsin-Shi mit Sprachrohr verständigen.

Der aus dem Schwelofen ausgetragene Koks fällt auf ein mit Wasser berieseltes Gummitransportband und wird über einen längeren Transportweg einem Hochbunker zugeführt. Von hier aus kommt der Koks in Waggons direkt zum Versand. Obwohl unterhalb der Schwelöfen das Kokstransportband verkleidet ist, geht der Koksaustrag nicht ohne Gas- und Staubbelästigung vor sich.

Die Kondensationsanlage besteht aus den üblichen Apparaten: einem Vorkühler, einer elektrischen Gasreinigung (EGR), 2 Querrohrkühlern, einem Gas-Luftgebläse und dem Gas-Benzinwascher nach dem System Kopper.

In einer Waschöldestillationsanlage wird das angereicherte Waschöl destilliert. Als Waschöl für die Benzinauswaschung wird das anfallende Mittelöl benutzt.

Durch den chinesischen Befreiungskrieg kam die Schwelerei unter japanischer Leitung nie richtig in Betrieb. Im Jahre 1955 wurden von den chinesischen Kollegen zwei Schwelöfen wieder betriebsfähig gemacht und Anfang 1956 in Betrieb genommen. Da die chinesischen Kollegen über keinerlei praktische Betriebserfahrungen im Schwelbetrieb verfügten, gab es große Schwierigkeiten in der Technologie und in der Qualität der erzeugten Produkte.

Auf Grund eines TWZ-Beschlusses weilte im Jahre 1956 eine Expertenkommission aus der DDR, bestehend aus den Herren Prof. Dr. RAMMLER, Dr. RICHTER, Dipl.-Ing. KELTING und Obering. WALTER im Werk Tsing-Shi, um auf Wunsch der chinesischen Seite eine Überprüfung der Anlage vorzunehmen und zum anderen Vorschläge für die Technologie und den Betriebsablauf zu geben. So wurden entsprechend den Vorschlägen dort Veränderungen vorgenommen, wo derzeitig die größten Schwierigkeiten bestanden.

Die Bekohlung wurde so verändert, daß große Sturzhöhen der Kohle vermieden werden und zum anderen ein max. Feingutanteil ausgehalten wird.

Die Trocknerbrennkammer und die Gasführung im Trockner wurden so umgebaut, wie sie z. Z. in unseren Anlagen mit der druckseitigen Mischung üblich sind.

Die Kühlgasführung wurde ebenfalls geändert. Die Kühlgasgebläse sowie die Kühlgasdächer wurden ausgebaut.

Der Vortragende hatte den Auftrag, diese Veränderungen am Ofen einzuführen und darüber hinaus eine Technologie festzulegen, die einen reibungslosen Betriebsablauf gewährleistete.

Die wichtigste Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Schwelbetrieb war die Einsatzkohle. In Tsing-Shi stand eine harzreiche junge Steinkohle zur Verfügung, die schwach bis stark backende Eigenschaften hatte.

Die Beschaffenheit der Kohle wird in den Tabellen 1 und 2 charakterisiert:

Tabelle 1. Analysen der Fushun-Kohle [%]

Allgemeine Zusammensetzung	
Brennbare Substanz	V = 83
Wasser	W = 7
Asche	A = 10
Flüchtige Bestandteile	F = 42,5
Elementaranalyse (waf)	
Kohlenstoff	C = 78,3
Wasserstoff	H = 6,2
Sauerstoff	O = 13,4
Stickstoff	N = 1,5
Schwefel	S = 0,6
Unterer Heizwert	Hu = 7750 kcal/kg
Backzahl nach Damm	7 bis 14

Tabelle 2. Schwelanalyse nach Fischer [%]

Bezogen auf 7% Wasser	
Teer	T = 16,3
Feuchtigkeitswasser	W = 7,0
Zersetzungswasser	Wz = 5,2
Koks	Ks = 65,0
Gas und Verlust	Fs = 6,5
Bezogen auf wf	
Teer	T = 17,5
Feuchtigkeitswasser	W = —
Zersetzungswasser	Wz = 5,6
Koks	Ks = 70,0
Gas und Verlust	Fs = 6,9

Die hier angegebenen Zahlen stellen Durchschnittswerte mehrerer Monate dar. Die Kohle war besonders gekennzeichnet durch den verhältnismäßig hohen Teergehalt, der auch ausschlaggebend war für die Wahl dieser Fushun-Kohle als Einsatzprodukt für die Schwelerei. Hervorgehoben werden muß auch der niedrige Wassergehalt von 7%.

Diesen Vorteilen stand allerdings die backende Eigenschaft der Kohle gegenüber. Es hat sich gezeigt, daß bei derartigen Backzahlen ohne zusätzliche Maßnahmen ein normaler Schwelprozeß nicht mehr gewährleistet ist. Hinzu kam noch, daß die Körnung der angelieferten Einsatzkohle ebenfalls nicht den Anforderungen für einen idealen Schwelvorgang gerecht wurde. Die Siebanalyse der eingesetzten Kohle (entnommen aus den Ofenbunkern) zeigt Tabelle 3.

Tabelle 3. Siebanalyse der Fushun-Kohle

Korngröße [mm]	Gewichtsanteile [%]
<15	16,9
15—25	11,0
25—60	60,5
>60	11,6

Es war vorgesehen, die Anlage mit einer Körnung der Kohle von 25 bis 60 mm zu betreiben. Die Siebanalyse zeigte aber, daß dieser Anteil nur bei 60,5% lag und der Unterkornanteil von 27,9% noch sehr hoch war. Die angelieferte Kohle wies einen Unterkornanteil von nur 10% auf, der sich aber durch das mehrmalige Umladen der Kohle zum und vom Stapelplatz und durch die Sturzhöhen im Bunker und an den Übergabestellen der Transportmittel auf 27,9% erhöhte. Bekanntlich führt ein hoher Grusanteil zu Schwierigkeiten bei der Gasverteilung im Ofen und damit bei der Ausschwelung der Kohle. Es soll an dieser Stelle noch einmal besonders hervorgehoben werden, daß man nicht Mittel und Aufwand scheuen sollte, um den Grusanteil so gering wie möglich zu halten, denn dies macht sich in der Leistung der Schwelöfen und in der Qualität der Produkte bezahlt.

Die Temperatur des Trocknerheizgases wurde mit 240 °C festgelegt, weil es bei dieser Temperatur gelang, die Kohle bis auf 1% Wasser im Mittel zu trocknen. Bis auf die üblichen Verschmutzungen in den Kanälen und an den Eintritts- bzw. Austrittsöffnungen der Dächer traten im Trockner keinerlei Schwierigkeiten auf.

Das Verhältnis Trocknergas zu Trocknerluft wurde 1:1,5 gefahren, um vorerst bei den kleinen Trockner-Brennkammern Überhitzungen zu vermeiden und um Zerstörungen der Brennkammern vorzubeugen. Die Trocknerkreislaufanalysen wiesen demzufolge einen verhältnismäßig hohen CO-Gehalt auf, der zeitweise zu Belästigungen des Bedienungspersonals auf der Beschickungsbühne führte.

Tabelle 4. Analyse des Trocknerkreislaufgases

Kohlendioxyd	CO_2	9,6%
Sauerstoff	O_2	0,1%
Kohlenoxyd	CO	3,6%
Trocknerbeheizung		
Trocknerbrenngas		1200 m³ G. i. N./h
Trocknerluft		1800 m³ G. i. N./h
Verhältnis Gas:Luft		1:1,5

Wesentliche Schwierigkeiten gab es im Schweler durch die Backeigenschaften der zur Verschwelung kommenden Kohle. Bei der Backzahl nach Damm von 8 bis 14 bei Fushun-Kohle ist eine normale Schwelung im Lurgi-Spülgasschwelofen ohne Vorbehandlung der Kohle nicht mehr möglich. Die durchgeführten Schwelversuche zeigten, daß die Kohle bei der thermischen Behandlung im Schwelschacht über den Heißgasrosten zu einem Brei zusammenfloß und dadurch eine Spülgasverteilung im Ofen unmöglich gemacht wurde. Dazu kam noch, daß einzelne Zonen im Schwelschacht so verbacken waren, daß der Durchsatz der Kohle stark gehemmt wurde bzw. sogar zum Stillstand kam. In solchen Fällen war es nur möglich, mit erheblichem Kraftaufwand von außen durch die Stocherlöcher auf der Schlauchbühne den Schwelschacht durchzustoßen. Daß bei solchen Verhältnissen im Ofen keine Ausschwelung der Kohle erfolgte, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden. Da in den Schwelöfen keine Oxydationszone vorgesehen war, auch keine andere Schwelkohle zur Verfügung stand, wurde, um den Betrieb aufrechtzuerhalten, zu einem bewährten Mittel gegriffen. Die eingesetzte Kohle wurde vor der Beschickung mit einem gewissen Prozentsatz gesiebtem Koks gemischt. Dadurch war es möglich, einen normalen Durchsatz der Kohle durch den Ofen und eine

entsprechende Gasverteilung über den ganzen Querschnitt zu gewährleisten. Die Magerung der Kohle mit Koks führte aber nur zum Erfolg, wenn Kohle und Koks vor der Beschickung der Öfen intensiv gemischt wurden.

In Abb. 1 ist der Prozentsatz des zuzumischenden Kokses in Abhängigkeit von der Backzahl nach Damm aufgetragen. Die Kurve wurde aufgestellt an Hand praktischer Betriebsversuche am Schwelofen. Danach muß man z. B. bei einer Kohle mit der Backzahl 10 bis 25% Koks der Einsatzkohle beimengen. Die angegebenen Koksprozente stellen selbstverständlich ein Minimum dar, d. h., bei diesen Verhältnissen läßt sich eine

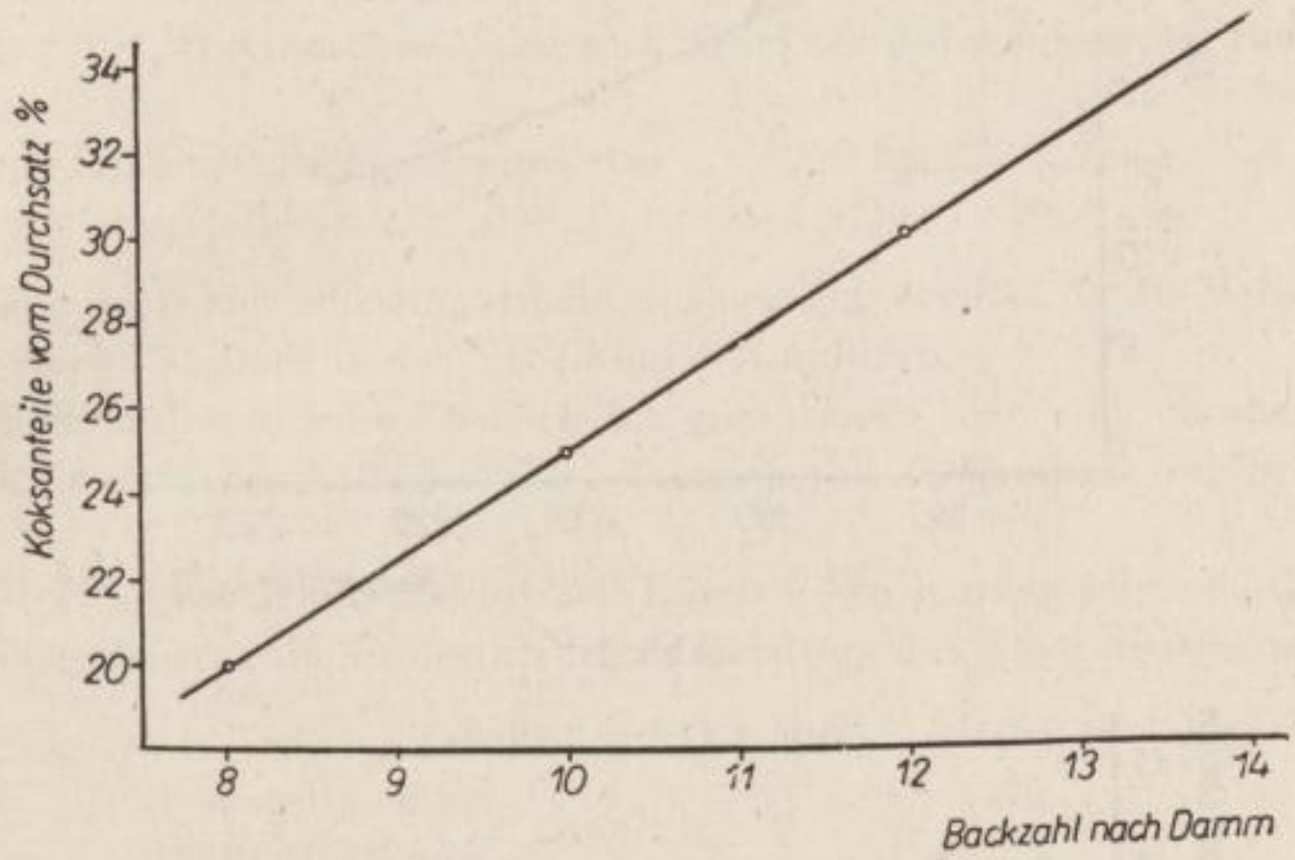

Abb. 1

Verbackung des Schwelbettes gerade vermeiden. Es wurde absichtlich stets darauf gesehen, im praktischen Betrieb nach diesen Grenzwerten zu fahren, da bei höherem Koksanteil unnötige Wärme für die Aufheizung des bereits ausgeschwelten Kokses aufgewendet werden mußte. Der zur Magerung der Kohle zugemischte Koks wurde vorher abgesiebt, wobei die Fraktion kleiner als 25 mm ausgehalten wurde.

Bei der Ermittlung des günstigsten Koksanteiles wurden die Erfahrungen von JÄPPELT und STEINMANN [1] zugrunde gelegt, die in Versuchen festgestellt hatten, daß 3 Gewichtsteile Koks auf 7 bis 8 Teile Kohle ausreichen, um einen störungsfreien Schwelofenbetrieb zu gewährleisten.

Auch das Problem der Oxydation im Trockner zur Verminderung der Backzahl wurde in Erwägung gezogen. Dazu wurden im Labor Versuche durchgeführt.

Durch eine Patrone, die mit 200 g Kohle gefüllt war, wurden bei verschiedenen Verhältnissen Oxydationsversuche gefahren. Als Spülgas wurde Stickstoff mit entsprechendem Sauerstoffgehalt verwendet. Durch die Patrone wurde eine konstante Gasmenge von 0,7 l/min geleitet.

In Abb. 2 ist die Abhängigkeit der Backzahl nach Damm von der Temperatur aufgetragen. Bei diesen Verhältnissen wurde ein konstanter Sauerstoffgehalt von 4% gefahren. Die Einwirkungszeit bei den einzelnen Temperaturen wurde jeweils mit 4 Stunden festgelegt. Das Diagramm zeigt eine fallende Tendenz. Die Backzahl der eingesetzten

Kohle betrug 15. Bei einer Temperatur von 230 °C lag die Backzahl noch bei 11. Es war also ein Abfallen der Backzahl um 4 zu verzeichnen.

Abb. 3 zeigt die Abhängigkeit der Backzahl vom O_2-Gehalt der Spülgase. Hierbei wurde ebenfalls die Einwirkungszeit von jeweils 4 Stunden bei den einzelnen Versuchs-

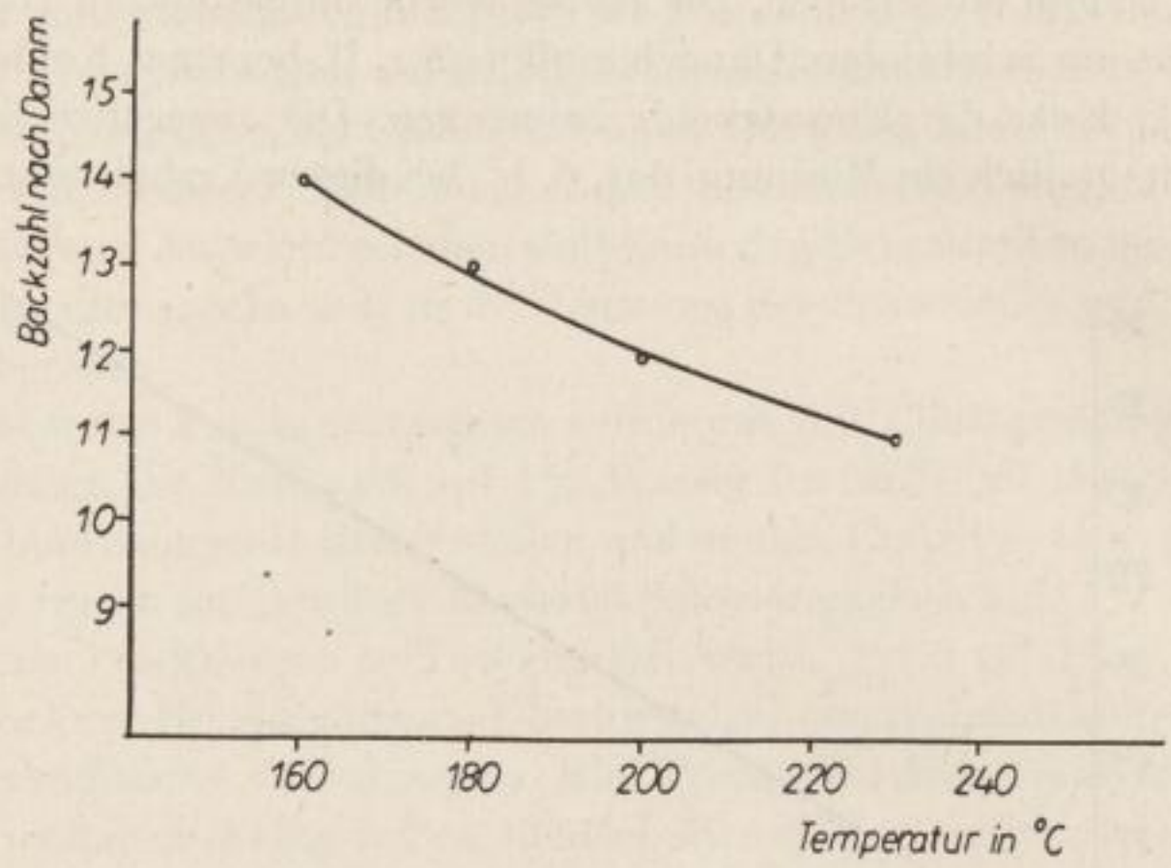

Abb. 2

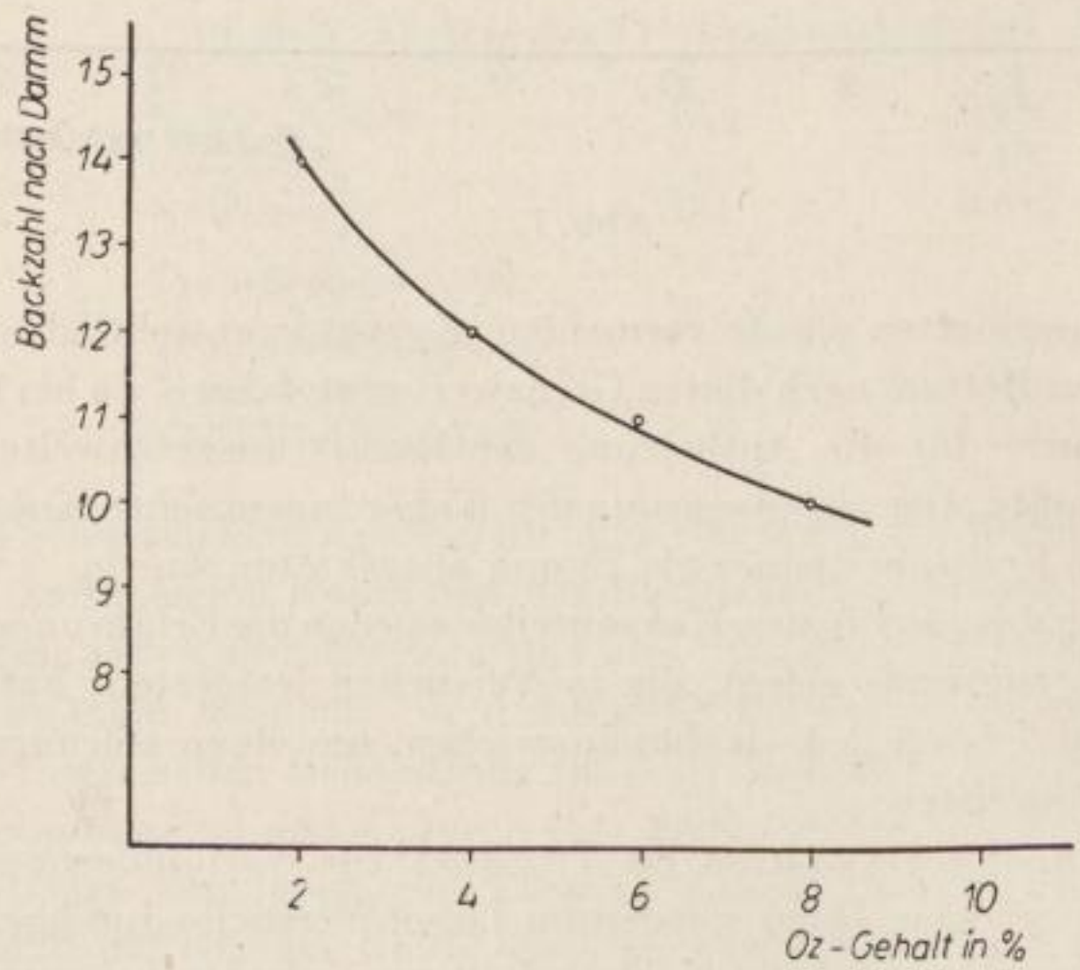

Abb. 3

stufen konstant gehalten. Die Oxydationstemperatur betrug wieder 230 °C, die Backzahl der eingesetzten Kohle 15, so daß bei einem Sauerstoffgehalt von 8% erst ein Absinken der Backzahl von 5 erreicht wurde.

Die Ergebnisse zeigen, daß bei einer Temperatur von 230 °C und entsprechenden Sauerstoffgehalten eine gewisse Beeinflussung der Backfähigkeit vorhanden ist. Ob sie im Lurgi-Ofen ausreicht, um einen störungsfreien Schwelbetrieb zu gewährleisten, kann

nicht beantwortet werden, da aus Sicherheitsgründen ein Oxydationsversuch im Betriebsofen nicht gefahren wurde. Um eine merkliche Verbesserung zu erreichen, wäre es notwendig, mindestens 4% Sauerstoff in den Kreislaufgasen zu fahren. Rechnet man dabei die Analysengenauigkeit und Schwankungen im Kreislaufgas mit ein, kann man Sauerstoffgehalte im Ofen erreichen, die zu Verpuffungen führen können, denn bekanntlich fahren wir unsere Anlagen so, daß im Kreislaufgas und im Schwelgas die O_2-Gehalte 1,5% nicht übersteigen.

Den chinesischen Kollegen wurde vorgeschlagen, vorerst in einem vorhandenen Versuchsofen, der den gleichen Aufbau hat wie die normalen Lurgi-Spülgasöfen und 5 t Tagesdurchsatz fährt, Oxydationsversuche im Trockner unter folgenden Bedingungen durchzuführen:

Trocknermischgastemperatur	230 bis 270 °C
Sauerstoffgehalt	3 bis 4%

Auf Ergebnisse kann hier allerdings nicht eingegangen werden, da die Versuche nach Beendigung meiner Tätigkeit in der VR China erst anliefen.

Um einen reibungslosen Schwelbetrieb zu garantieren, der von vornherein jedes Risiko ausschloß, wurde deshalb der Schwelbetrieb mit Kokszusatz zur Schwelkohle beibehalten.

Bei einem Ofendurchsatz von 260 bis 280 Tagestonnen wurden folgende Gasmengen gefahren, die ihre Begrenzung in der niedrigen Leistung des Gas-Luftgebläses fanden:

Tabelle 5 [m³ G. i. N./h]

Trocknerbrenngas	1200
Schwelerbrenngas	1800
Zusatzgas	2000
Kühlgas	3500
Überschußgas	2000
Gesamtgasmenge	10500
Trocknerluft	1800
Schwelerluft	1800

Die erzeugte Überschußgasmenge pro t Kohle schwankte zwischen 180 und 200 m³ G. i. N./h.

Einen besonderen Einfluß auf den Schwelprozeß und auf die Qualität der erzeugten Produkte übte die Schwelermischgastemperatur aus. Um die Verhältnisse eingehend zu studieren, wurden die Öfen über längere Zeitabschnitte mit verschiedenen Schwelermischgastemperaturen gefahren, und zwar mit 650, 700 und 750 °C.

Die Ergebnisse der Versuche sind in Tabelle 6 aufgeführt. Der Einfluß der Schwelermischgastemperatur läßt sich deutlich aus den Zahlen erkennen.

Tabelle 6

Schwelermischgastemperatur	°C	650	700	750
Ofendurchsatz	t/d/Ofen	245	265	275
Teergehalt i. d. Kohle	%	16,4	16,2	16,3
Teerausbeute n. Fischer	%	77,3	80,0	83,8
Teergehalt im Koks	%	2,3	1,6	0,5
Flücht. Bestandt. im Koks	%	12,4	9,7	5,2
Backzahl nach Damm		10,1	11,6	10,7

Während der Versuche wurden die Bedingungen an den Öfen konstant gehalten. Der Teergehalt in der Kohle änderte sich nur ganz geringfügig. Die Backzahl zeigte zwar in den einzelnen Versuchsreihen einige Unterschiede, sie ließ sich aber durch die Zumischung der entsprechenden Koksmengen zur Einsatzkohle beherrschen.

Gegenüber diesen günstigen Werten steht die Veränderung in der Teerqualität nach der ungünstigen Seite.

Tabelle 7. Vorkühlerteer

Schwelermischgastemperatur	°C	650	750
Spezifisches Gewicht	d_{50}	1,13	1,24
Siedebeginn	°C	260	280
bis 280 °C	%	6,7	—
bis 300 °C	%	10,1	6,0
bis 320 °C	%	17,7	10,0
Staubgehalt	%	7,8	9,4

Tabelle 7 zeigt eine wesentliche Veränderung der beiden Teere. Das spezifische Gewicht steigt von 1,13 auf 1,24 an und die Siedeanteile bei 320°C sind von 17,7% auf 10,0% gefallen. Der unterschiedliche Staubgehalt braucht mit den unterschiedlichen Temperaturen nicht im Zusammenhang zu stehen, da er von einer Anzahl anderer Faktoren abhängt.

Das gleiche Bild wie der Vorkühlerteer zeigt der EGR-Teer (Tabelle 8).

Tabelle 8. EGR-Teer

Schwelermischgastemperatur	°C	650	750
Spezifisches Gewicht	d_{50}	1,068	1,082
Siedebeginn	°C	235	240
bis 250 °C	%	3,0	2,0
bis 280 °C	%	14,5	10,0
bis 300 °C	%	23,0	16,0
bis 320 °C	%	35,0	26,0
Staubgehalt	%	0,8	1,2
Wassergehalt	%	1,4	1,0

In der Weiterverarbeitung der Teere spielen die Siedebereiche selbstverständlich eine wesentliche Rolle. Es mußten deshalb Schwelbedingungen für die Öfen festgelegt werden, die sowohl die Koks- wie auch die Teerqualität berücksichtigen.

In der Anlage in Tsing-Shi stand die Koksqualität im Vordergrund. Der anfallende Koks kam in ein Synthesewerk, wo er in Generatoren vergast wurde. Das anfallende Wassergas wurde dem Synthesegas aus der Didieranlage zugesetzt. Bei Anlieferung eines Kokses mit hohen flüchtigen Bestandteilen traten 100 bis 200 mg Teer/m³ Gas auf. Dieser Teer verschmutzte die Schwefelreinigung und führte zu Störungen in der Technologie. Aus diesem Grunde wurde ein Koks gefordert, der nicht über 5% flüchtige Bestandteile enthält.

Von den Teerprodukten wurde lediglich das Mittelöl und das Gasbenzin für die Erzeugung von Treibstoffen benutzt, die Teere fanden vorerst bis zur Fertigstellung einer Hydrieranlage als Imprägniermittel Verwendung.

Diese Tatsache führte dazu, daß wir uns entschlossen, einen einwandfreien Koks zu erzeugen, und folgende Bedingungen für den Schwelbetrieb festlegten:

Trocknermischgastemperatur		240 °C
Schwelermischgastemperatur		750 °C
max. Gesamtgasmenge	ca.	11000 m³ G. i. N./h
Kühlgasmenge		3500 m³ G. i. N./h
entsprechende Zumischung von Koks zur Einsatzkohle		

Unter diesen Bedingungen war es möglich, die geforderte Qualität des Kokses zu fahren.

Die nachfolgenden Siebanalysen zeigen, daß der Zerfall der Kohle in den Öfen verhältnismäßig gering war.

Tabelle 9. Siebanalyse

	Kohle [%]	Koks [%]
<15 mm	16,9	25,4
15—25 mm	11,0	21,5
25—60 mm	60,5	53,1
>60 mm	11,6	—

Der geringe Zerfall im Ofen spiegelte sich auch in den niedrigen Kühlgasdrücken wider, die selten Werte über 20 mm WS aufwiesen. Durch diese niedrigen Kühlgasdrücke war es auch nur möglich, den Koks vom Ofen direkt auf ein Gummitransportband, das mit Wasser berieselt wurde, auszutragen. Trotzdem reichten die beim Austragen des Kokses auftretenden Gase aus, um die Bedienungsmannschaft zu belästigen. Wir haben uns auch hier etwas geholfen, indem wir den Koksaustrag stillgesetzt, die Kokstaschen jeweils vollgefahren und nur in bestimmten Zeitabständen entleert haben. Durch diese Maßnahme ließ sich die Gasbelästigung auf ein Mindestmaß einschränken. Sie birgt aber die Gefahr in sich, daß beim Versäumen einer rechtzeitigen Entleerung der Kokstaschen Störungen am Verdränger auftreten können. Darüber hinaus tritt in solchen Fällen ein Stillstand der Brikettsäule im Ofen ein, der sofort zu schweren Verbackungen in der Schwelzone führt.

Der Koks wurde mit einer Temperatur von 140 bis 160 °C aus dem Ofen ausgetragen. Wie bereits erwähnt, erfolgte die Abkühlung des Kokses durch Berieselung mit Wasser auf den Transportbändern. Der Koks nahm dabei einen Wassergehalt von ca. 4% an. Der Aschegehalt des Kokses schwankte von 14 bis 19%. Die betriebliche Koksausbeute, bezogen auf die eingesetzte Kohlenmenge bei den jeweiligen Wassergehalten, betrug im Mittel 63,5%.

Die Selbstentzündlichkeit des Kokses ließ sich bei der primitiven Kühlung und Alterung nicht in jedem Falle beherrschen. Oft mußten Brandnester in den Koksbunkern oder auf der Halde gelöscht werden.

Das bei der Schwelung anfallende Überschußgas wurde nach einem Gasometer gedrückt, von wo aus die Verteilung für die einzelnen Verbraucher des Werkes erfolgte. Im Bedarfsfalle konnte auch zum Anfahren der Öfen vom Gasometer Schwelgas entnommen werden.

Tabelle 10 zeigt eine mittlere Analyse des Schwelgases.

Tabelle 10. Schwelgasanalyse [%]

Kohlendioxyd	CO_2	8,5
Schwefelwasserstoff	H_2S	0,4
Schwere Kohlenwasserst.	C_mH_n	1,0
Sauerstoff	O_2	0,1
Kohlenoxyd	CO	6,5
Wasserstoff	H_2	12,7
Methan	CH_4	11,0
Stickstoff	N_2	59,8
unterer Heizwert Hu [kcal/m³ G. i. N.]		1780

Bei der Betrachtung der Analyse fallen die niedrigen Werte für das Kohlenoxyd und das Kohlendioxyd besonders auf. Die Gasanalysen und die Heizwerte werden wesentlich beeinflußt, wenn Verbackungen im Ofen auftreten. Bei derartigen Verhältnissen fällt der Heizwert sofort ab. Das kann bei schweren Verbackungen in der Schwelzone so weit führen, daß die Brenner am Ofen verlöschen. In diesem Zusammenhang wurde die Erfahrung gemacht, daß bei einem unteren Heizwert des Schwelgases von 1100 kcal pro Nm³ der Ofen mit Eigengas gerade noch in Betrieb gehalten werden kann. Zur laufenden Betriebsüberwachung wurden deshalb in jeder Schicht Gasanalysen vom Schwelgas durchgeführt, mit deren Hilfe sofort eine grobe Einschätzung über die Fahrweise des Ofens, insbesondere über den Verbackungsgrad, gegeben werden konnte.

Im Schwelofengas wurde ein Benzingehalt von 12,3 g/Nm³ über 50 °C siedend festgestellt. Es gelang in dem vorhandenen Gas-Benzinwascher einen Restbenzingehalt von 6,2 g/Nm³ über 50 °C siedend zu erreichen. Der Wascheffekt lag demzufolge bei 50%. Dieser Wert erscheint sehr niedrig, kann aber bei der Betrachtung des Endbenzingehaltes von 6,2 g/Nm³ mit unseren Schwelereien konkurrieren. Dabei ist besonders zu berücksichtigen, daß als Waschöl das anfallende Mittelöl ohne vorherige Destillation eingesetzt werden mußte. Die Analyse des Mittelöles (Tabelle 11) zeigt, daß es nicht in jedem Falle den Anforderungen eines idealen Waschöles gerecht wurde.

Tabelle 11. Analyse des Mittelöls

Spezifisches Gewicht	d_{20}	0,975
Stockpunkt	°C	+8
Zähigkeit	°E/50°	2,1
Wasser	%	2,1
Siedebeginn	°C	185
bis 190 °C	%	3,0
bis 210 °C	%	10,7
bis 230 °C	%	25,3
bis 250 °C	%	37,1
bis 270 °C	%	48,6
bis 300 °C	%	57,4
bis 330 °C	%	75,2

Die Gastemperaturen am Wascher-Eintritt konnten bei 35 °C im Sommer gehalten werden. Diese Temperaturen waren nur zu erreichen, weil es möglich war, ein Kühl-

wasser aus Tiefbrunnen zu verwenden. Es dürfte in diesem Zusammenhang interessieren, daß im Sommer Lufttemperaturen von 35 bis 38 °C im Schatten in Tsing-Shi keine Seltenheit sind.

Das erzeugte Leichtöl hatte folgende Siedeanalyse:

Tabelle 12. Siedeanalyse des Leichtöls

Siedebeginn	°C	67
bis 110 °C	%	11,0
bis 130 °C	%	28,5
bis 150 °C	%	49,0
bis 170 °C	%	67,0
bis 190 °C	%	81,5
bis 210 °C	%	91,0
Siedeende	°C	242

Der Anteil der Leichtölproduktion an der gesamten Teerproduktion betrug 10%.

Über das anfallende Schwelwasser können keine Daten genannt werden, da zu jener Zeit im Werk für die Analysierung des Schwelwassers noch kein Labor zur Verfügung stand.

Abschließend einige Worte zur allgemeinen Betriebsüberwachung. Die Schwelöfen in ihrer ursprünglichen Bauart mit Kühlgasgebläse, Kühlgaskanälen und den dazugehörigen Dächern sowie die umständliche Gasführung im Trockner gaben Anlaß zu erheblichen Staubablagerungen und somit zur Verschmutzung der Öfen. Nach kurzer Zeit traten durch die verengten Querschnitte infolge Verschmutzungen Unregelmäßigkeiten im Gaskreislauf und in den Temperaturen auf. Gleichzeitig machte sich eine starke Leistungsminderung des Ofens bemerkbar, so daß in der Regel die Öfen nach 3 Monaten zur Reinigung abgefahren werden mußten.

Nach der technischen Veränderung des Trockners und der Kühlgasführung zeigten sich diese Mängel nicht mehr, Voraussetzung dafür war allerdings eine laufende Pflege und Wartung des Ofens. Während des Betriebes wurden deshalb folgende Arbeiten ständig durchgeführt:

1. In jeder Schicht wurde der Schwelschacht von der Schlauchbühne aus durchstoßen, um Verbackungen und Ansätze im Schwelschacht sofort bemerken und beseitigen zu können. Gleichzeitig war damit eine gute Gas- und Temperaturverteilung über den ganzen Querschnitt gewährleistet.
2. In Abständen von 6 bis 8 Wochen mußten Druckkanal und Kreislaufgasgebläse gereinigt werden.
3. Täglich wurden die Öffnungen von den einzelnen Kanälen zu den Dächern auf Gasdurchtritt geprüft und bei Bedarf durchstoßen. Das war besonders notwendig bei den Saug- und Abschwadendächern.
4. Der Saugkanal im Trockner und der Schwelersammelkanal waren in jeder Schicht entsprechend dem Staubanfall zu reinigen. Das ist bei dem Reinigungsverfahren mit der Kratze besonders wichtig.

Bei diesen laufenden Pflege- und Reinigungsarbeiten lassen sich Betriebszeiten der Öfen von 2 bis 3 Jahren erreichen. Die Erfahrungen haben gezeigt, daß nach 6monatigem Betrieb noch keinerlei Leistungsminderungen am Ofen auftraten.

Selbstverständlich gehört auch zu einem geordneten Betriebsablauf eine gute analytische Überwachung des gesamten Prozesses. Hierauf soll aber nicht eingegangen werden, da sie nach dem bekannten Muster unserer Schwelereien eingeführt wurde.

Neben dem praktischen Schwelbetrieb wurde auch darangegangen, einen Schwelofen zu rekonstruieren, um an Durchsatzleistungen heranzukommen, wie sie in unseren Schwelanlagen üblich sind. Dabei wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

1. Vergrößerung der Trocknerbrennkammer und Ausbildung des Druckkanals und der Mischkammer nach strömungstechnischen Gesichtspunkten.
2. Einbau eines Staubsattels zwischen Druckkanal und Saugkanal und damit Wegfall der Kratze.
3. Erhöhung der Leistung der Vortrocknergebläse, um eine max. Kreislaufgasmenge fahren zu können.
4. Vergrößerung der Leistung des Gas-Luftgebläses auf eine Förderleistung von 17500 Nm^3/h bei einer Pressung von 1000 mm WS.
5. Vergrößerung der Schwelerbrennkammer unter gleichzeitiger Veränderung der Form, mit dem Ziel, bei geringem Druckverlust einer höheren Belastung standzuhalten.
6. Einbau von gezackten Verteilerdächern im Schwelschacht zur Verbesserung der Grus- und Gasverteilung.

Leider war der Vortragende während der Zeit der Inbetriebnahme dieses umgebauten Ofens nicht mehr im Werk Tsing-Shi. Nach Angabe der chinesischen Kollegen wurden mit diesem Ofen bei Einsatz einer schwach backenden Steinkohle Tagesdurchsätze von 500 t erreicht, bei Einhaltung der geforderten Qualität des Kokses.

Zusammenfassung

An Hand von Betriebsergebnissen wurden die gesammelten Betriebserfahrungen bei der Verschwelung von backender Steinkohle im Lurgi-Spülgasschwelofen diskutiert. Besonders herausgestellt wurden Maßnahmen, die es ermöglichen, auch im Spülgasschwelofen ohne vorhandene Oxydations- bzw. Alterungsstufe eine backende Steinkohle zu verschwelen und einen ordnungsgemäßen Betriebsablauf zu gewährleisten. Die wichtigsten Betriebsdaten für die Verschwelung von Fushun-Kohle im Lurgi-Spülgasofen wurden festgelegt unter Berücksichtigung eines qualitätsgerechten Schwelkokses.

LITERATUR

[1] JÄPPELT, A., STEINMANN, A.: Verminderung der Backfähigkeit stückiger Steinkohlen für die Spülgasschwelung. Öl und Kohle **13** (1937) S. 1027—1030.

[2] RICHTER, K.: Bericht über einen TWZ-Auftrag zum TWZ-Beschluß 01/III (1956).

DISKUSSION

Dr.-Ing. RICHTER, Markkleeberg:

Wir können die Verhältnisse in China nicht ohne weiteres mit den unsrigen vergleichen. Allein schon die Tatsache, daß die Kohle für diese Schwelanlage ca. 400 km per Bahn heran-

gefahren wird, wirft zweifellos die Frage der Wirtschaftlichkeit einer solchen Anlage auf. Wenn man aber bedenkt, daß dieser Betrieb früher für einen ganz anderen Zweck gebaut wurde und es heute lediglich darauf ankommt, für die Syntheseanlagen einen Koks mit einem geringen Gehalt an flüchtigen Bestandteilen zu erzeugen, der im ganzen Land nicht vorhanden ist, so kann man ermessen, daß hierbei die Frage der Wirtschaftlichkeit erst an zweiter Stelle steht.

Hinzu kommt, daß naturgemäß personalmäßig ganz andere Verhältnisse herrschen als bei uns und außerdem eine solche Anlage ein besonderes Lehrobjekt für die Heranbildung von Ingenieuren und sonstigen Spezialisten ist, wobei der Lerneifer der chinesischen Freunde praktisch keine Grenzen kennt. So waren z. B. in dieser Anlage, die aus 4 Schwelöfen besteht, nicht weniger als 12 Ingenieure bzw. Ingenieurinnen tätig, die mehr oder weniger dort lernten und Erfahrungen sammelten. Auch in dieser Beziehung haben unsere Kollegen in China Pionierarbeit geleistet. Sie haben besonders dafür gesorgt, daß neben der erforderlichen Verbesserung der Technologie die entsprechenden Sicherungseinrichtungen und Vorschriften gewährleistet werden und in Zukunft nach genauen Betriebsvorschriften gearbeitet wird.

Für uns war diese sozialistische Hilfe aber auch insofern von großem Vorteil, als wir uns besonders mit dem Problem der Verschwelung von backender Steinkohle beschäftigen mußten. Während des Krieges war bekanntlich eine solche Anlage in Oberschlesien errichtet worden, über die aber leider wenig Unterlagen bzw. Veröffentlichungen vorliegen. Die chinesischen Freunde haben nun neben der bestehenden Großanlage noch eine Versuchsanlage gebaut, in der vorwiegend Testversuche über die Backfähigkeit der Kohle bzw. der verschiedenen Kohlemischungen durchgeführt wurden. Wir haben leider über das Ergebnis dieser sehr interessanten Versuche bisher nichts weiter gehört.

Wie schon erwähnt wurde, sind in Fushun mehrere große Anlagen für die Verschwelung und anschließende Vergasung von Ölschiefer in Betrieb. Der Ölschiefer kommt aus dem gleichen Tagebau, in dem auch die Steinkohle für die Verschwelung gewonnen wird. Das Deckgebirge des Tagebaues besteht fast ausschließlich aus Ölschiefer. Das Ausmaß dieses Tagebaues mit einer Ausdehnung von 5 bis 6 km dürfte einmalig sein. Es war für uns besonders interessant, daß neben der eigentlichen Verschwelung und Vergasung des Ölschiefers in verhältnismäßig modernen Generatoren in Fushun Anlagen bestehen, in denen Ölschiefer von minderer Qualität in Meilern verschwelt wird. Der gewonnene Ölschieferteer wird vorwiegend in einer Hydrieranlage eingesetzt und dort auf Treib- und Schmierstoffe verarbeitet.

Da in dem Arbeitskreis das Gebiet der Ölschieferverschwelung praktisch bisher noch nicht behandelt wurde, möchte ich bei dieser Gelegenheit anregen, daß man sich mit diesem Problem einmal in einer besonderen Sitzung bzw. Vortragsreihe beschäftigt.

Ich möchte nebenbei hervorheben, daß Koll. Möbius in seinem Vortrag erstmalig die von der Arbeitsgruppe festgelegten Begriffsbestimmungen richtig angewandt hat.

Die Verwendung von Braunkohlenhochtemperaturkoks

Von Erich Rammler, Freiberg, und Georg Bilkenroth, Berlin[1]

Die Braunkohlenkokerei Lauchhammer wird im nächsten Jahr auf ihr 10jähriges Bestehen zurückblicken können, denn am 14. Juni 1952 nahm die erste Ofeneinheit den Versuchsbetrieb auf. Ursprünglich sollten 20 Einheiten mit einer Gesamterzeugung von etwa 600000 Jahrestonnen BHT-Koks errichtet werden. Später entschloß man sich, den verfügbaren Platz voll auszunutzen und vier weitere Einheiten zu bauen. Da außerdem die Durchsatzleistung der Öfen größer war, als ursprünglich angenommen wurde,

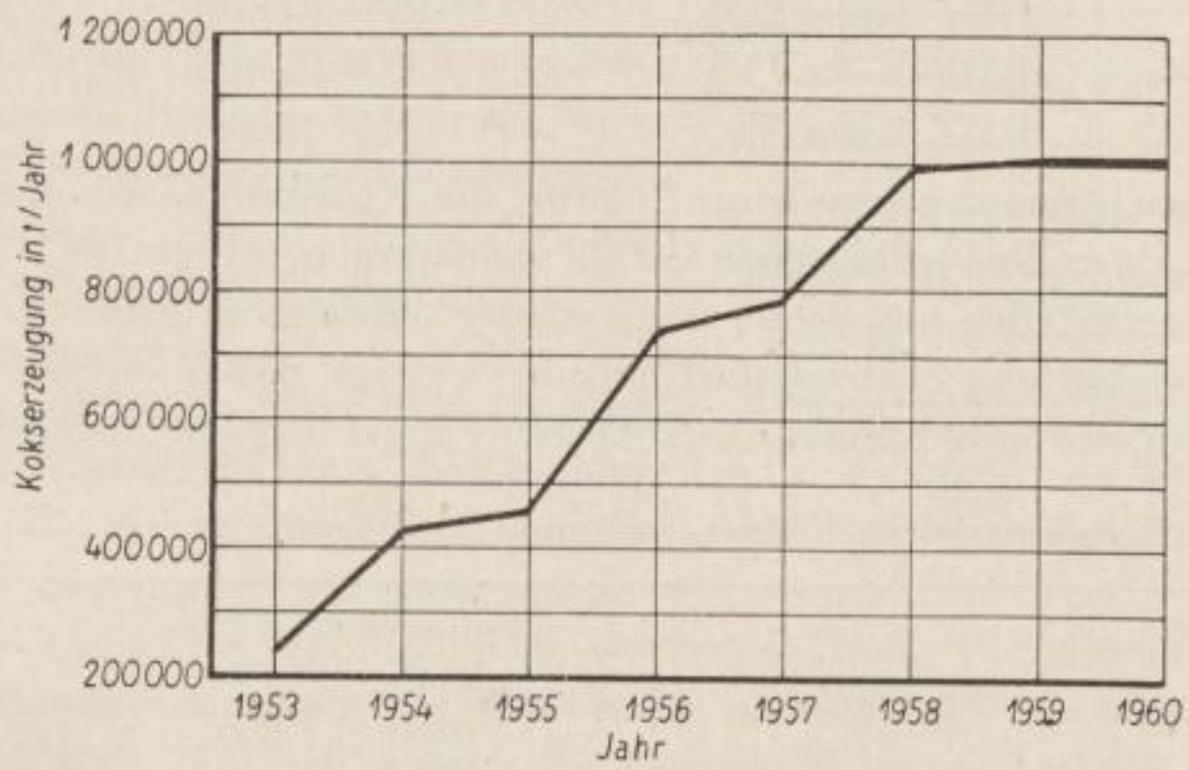

Abb. 1. Entwicklung der BHT-Kokserzeugung

ist als Produktionsziel eine Jahreserzeugung von 1000000 t Braunkohlenkoks festgelegt worden. Infolge eines im Jahre 1953 eintretenden Investitionsstops und späterer Aufbauschwierigkeiten kam die letzte der 24 Einheiten erst 1957 in Betrieb. Abb. 1 zeigt die Entwicklungskurve der Koksproduktion. Man entnimmt daraus, daß 1958 erstmalig die 1-Millionen-t-Grenze erreicht und daß sie 1959 leicht überschritten wurde [1—7].

Zwar macht die BHT-Koksproduktion weniger als $^1/_6$ der Schwelkokserzeugung unseres Landes, die 1960 6,7 Mt betrug, aus, doch entspricht infolge des höheren Erlöses der Wert der BHT-Koksproduktion der Hälfte des Wertes der Schwelkokserzeugung. Der geschilderte Sachstand rechtfertigt es, heute einen Überblick über die Verwendung dieses neuen festen Veredlungserzeugnisses aus Braunkohle zu geben; denn für den unter

[1] Vorgetragen von Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. eh. Erich Rammler

erhöhten Kosten hergestellten BHT-Koks waren natürlich von vornherein andere, höhere Anforderungen stellende Einsatzgebiete als für den Schwelkoks vorgesehen, vor allem die Schachtöfen der Metallurgie und der Industrie der Steine und Erden sowie die Elektrothermie.

Der Behandlung der einzelnen Verwendungsgebiete müssen einige Ausführungen über die BHT-Kokssorten, die Sortenpreise, den Sortenanfall und die Sorteneigenschaften vorausgeschickt werden.

Der von den Verkokungsöfen kommende, anschließend trocken gekühlte BHT-Koks umfaßt ein Körnungsband, das von nahezu 0 bis zu 80 mm reicht, wenn man für die größten Stücke, die aus ganz gebliebenen, nur geschrumpften Briketts hervorgehen, die längste Abmessung einsetzt. In der Kokssieberei wurde der BHT-Koks ursprünglich in die Sorten + 45; 30 bis 45; 10 bis 30 und 0 bis 10 mm klassiert. Als sich herausstellte, daß für die Calciumcarbiderzeugung die Sorte 3 bis 20 mm wesentlich besser geeignet ist als die ursprünglich eingesetzte Sorte 10 bis 30 mm, wurde das Körnungsband in folgende 5 Sortimente aufgeteilt:

BHT-Koks I	+45 mm
BHT-Koks II	30—45 mm
BHT-Koks III	20—30 mm
BHT-Koks IV	3—20 mm
BHT-Koks V	0— 3 mm.

Koksbrecheinrichtungen waren beim Entwurf der Kokerei Lauchhammer nicht vorgesehen worden, da es dem technischen Gefühl widersprach, mit großer Mühe ein stückiges Erzeugnis herzustellen und dieses dann wieder teilweise zu brechen. Die Entwicklung von Sortenanfall und Sortenbedarf hat aber gezeigt, daß auch eine Braunkohlenkokerei — genau wie eine Steinkohlenkokerei — einer Koksbrechanlage bedarf, um

Tabelle 1. BHT-Kokspreise nach Preisanordnung Nr. 465 vom 14. 10. 1955, GBl. S. 756

Waren-Nr.	Erzeugnis		Industrieabgabepreis [DM/t]	Bemerkungen
22312000	Braunkohlen-HT-Koks	0— 3 mm	22,—	Bei Unterschreitung der Abriebfestigkeit erfolgt eine Preisminderung um 10%. Bei Überschreitung des Wassergehaltes und bei Nichteinhaltung des Unterkornanteiles betragen die Preisminderungen im ersten Falle 2,— DM je Tonne und im zweiten Falle 3,— DM je Tonne
	„ „ „	3—20 mm	45,—	
	„ „ „	20—30 mm	55,—	
	„ „ „	30—45 mm	60,—	
	„ „ „	über 45 mm	65,—	

Gütewerte für Braunkohlen-HT-Koks

1. Abriebfestigkeit für BHT-Koks über 45 mm nicht unter 60% auf dem 40-mm-Sieb
   für BHT-Koks von 30 bis 45 mm nicht unter 60% auf dem 25-mm-Sieb.
2. Unterkornanteil 12%
3. Wassergehalt nicht über 5% (ab Werk)

Spannen zwischen Sortenanfall und Sortenbedarf ausgleichen zu können und einen möglichst hohen Anteil des Kokses in die volkswirtschaftlich wichtigsten Einsatzgebiete leiten zu können. Eine Koksbrechanlage ist daher nunmehr projektiert worden [8].

Die Sortenpreise gemäß Preisanordnung Nr. 465 vom 14. 10. 1955, GBl. S. 756, sind aus Tabelle 1 ersichtlich. Der Preis für die Sorte + 45 mm von 65,00 DM/t wurde für eine Abriebfestigkeit (Micum-Zahl + 40) von 60% festgesetzt, die damals erreicht worden war. Nichterfüllung dieser Forderung hat einen Preisabschlag von 10% zur Folge.

Hinsichtlich des Sortenanfalls und der wichtigsten physikalischen Eigenschaft des Kokses, seiner Abriebfestigkeit, muß man zwischen dem Ofenkoks und dem Verladekoks unterscheiden. Der beim Koksabziehen entnommene und unter Abschluß von der Außenluft schonend gekühlte Ofenkoks weist einen größeren Stückanfall, aber eine schlechtere Abriebfestigkeit auf als der Verladekoks; denn auf dem Wege vom Ofen bis zu den Verladebändern vollziehen sich Stabilisierungsvorgänge — bedingt durch das Stürzen des Kokses in die Kokskühler, den Sturz beim Abzug aus den Kokskühlern und durch die Beanspruchung beim Absieben. Hierbei zerfallen die besonders rissigen Stücke, und dadurch erhöht sich die Micum-40-Zahl, die vornehmlich auf die Rissigkeit des Kokses anspricht.

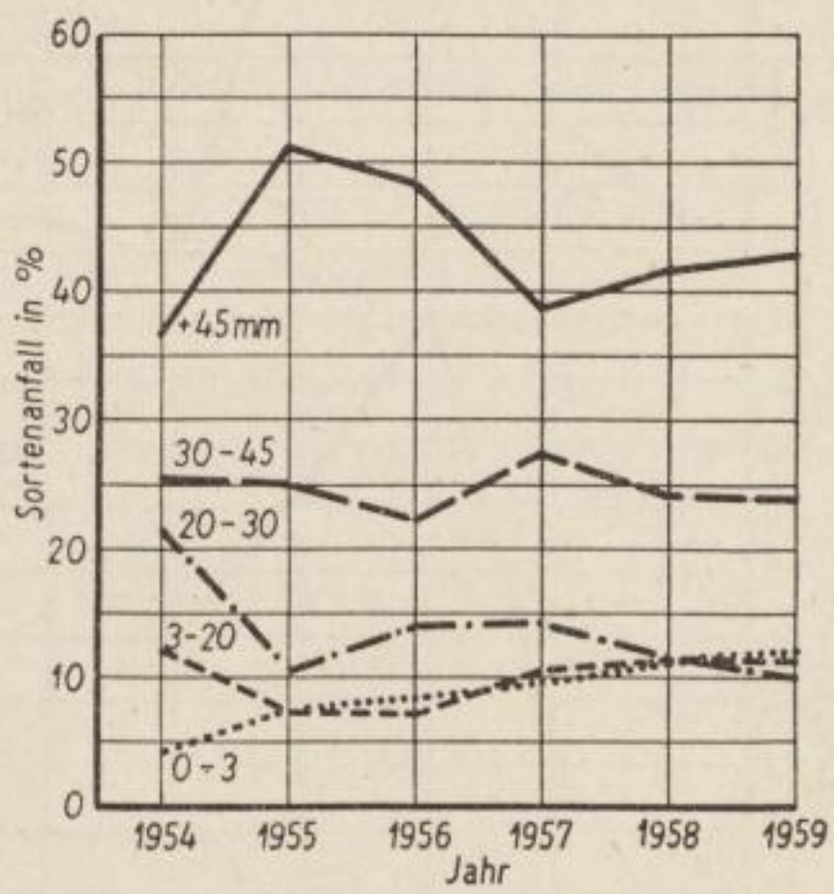

Abb. 2. Sortenanfall des BHT-Kokses

Den Sortenanfall für die Jahre 1954 bis 1959 veranschaulicht Abb. 2. Im Jahre 1955 — dem Jahr der bislang höchsten Koksabriebfestigkeit — entfielen 51% der Gesamterzeugung auf die Sorte + 45 mm und 25% auf die Sorte 30 bis 45 mm. Der gesamte Stückkoksanfall — als solchen betrachten wir alles Korn über 30 mm — stellte sich also auf 76%. In die übrigen 24% teilten sich die Sorten 20 bis 30 mm mit 10% und die Sorten 3 bis 20 mm und 0 bis 3 mm mit je 7%. Der Durchschnittserlös je Tonne Koks betrug damals 58,30 DM. Im wesentlichen durch die Verschlechterung der Kokskohleneigenschaften verminderte sich in den folgenden Jahren auch die Stückigkeit des Kokses. Im Jahre 1959 betrug der Anteil der Sorte + 45 mm nur noch 43,0%, der der Sorte 30 bis 45 mm nahm mit 23,5% nur wenig ab; immerhin war der Stückkoksanfall + 30 mm von 76 auf 66,5% heruntergegangen. Die drei übrigen Sorten nahmen je 10 bis 12,5% am Gesamtanteil ein. Wegen der gleichzeitig eintretenden Preisnachlässe durch verschlechterte Abriebfestigkeit des Kokses sank der Durchschnittserlös je Tonne Koks von 58,30 auf 51,85 DM ab. Für den Sortenanfall des Jahres 1960 standen die genauen Zahlen noch nicht zur Verfügung. Sortenanfall und Abriebfestigkeit bewegen sich aber in etwa gleicher Höhe wie 1959.

Abb. 3 veranschaulicht nochmals den Verlauf des Stückkoksanfalls + 30 mm in den Jahren 1954 bis 1959 und gibt gleichzeitig den Verlauf der Abriebfestigkeit, d. h. der Micum-40-Zahl der Sorte + 45 mm. Zwischen beiden Kurven ist eine ungefähre

Parallelität zu erkennen, doch ist der Absturz des Stückkoksanfalles in den Jahren nach 1955 nicht so kraß wie der der Abriebfestigkeit. Die Micum-40-Zahl der Sorte + 45 mm hatte im Jahre 1955 den Spitzenwert von 56%, wobei einzelne Monatsdurchschnitte bis zu 63% anstiegen. Von 1957 an liegt die Abriebfestigkeit nur noch um 38 bis 40%.

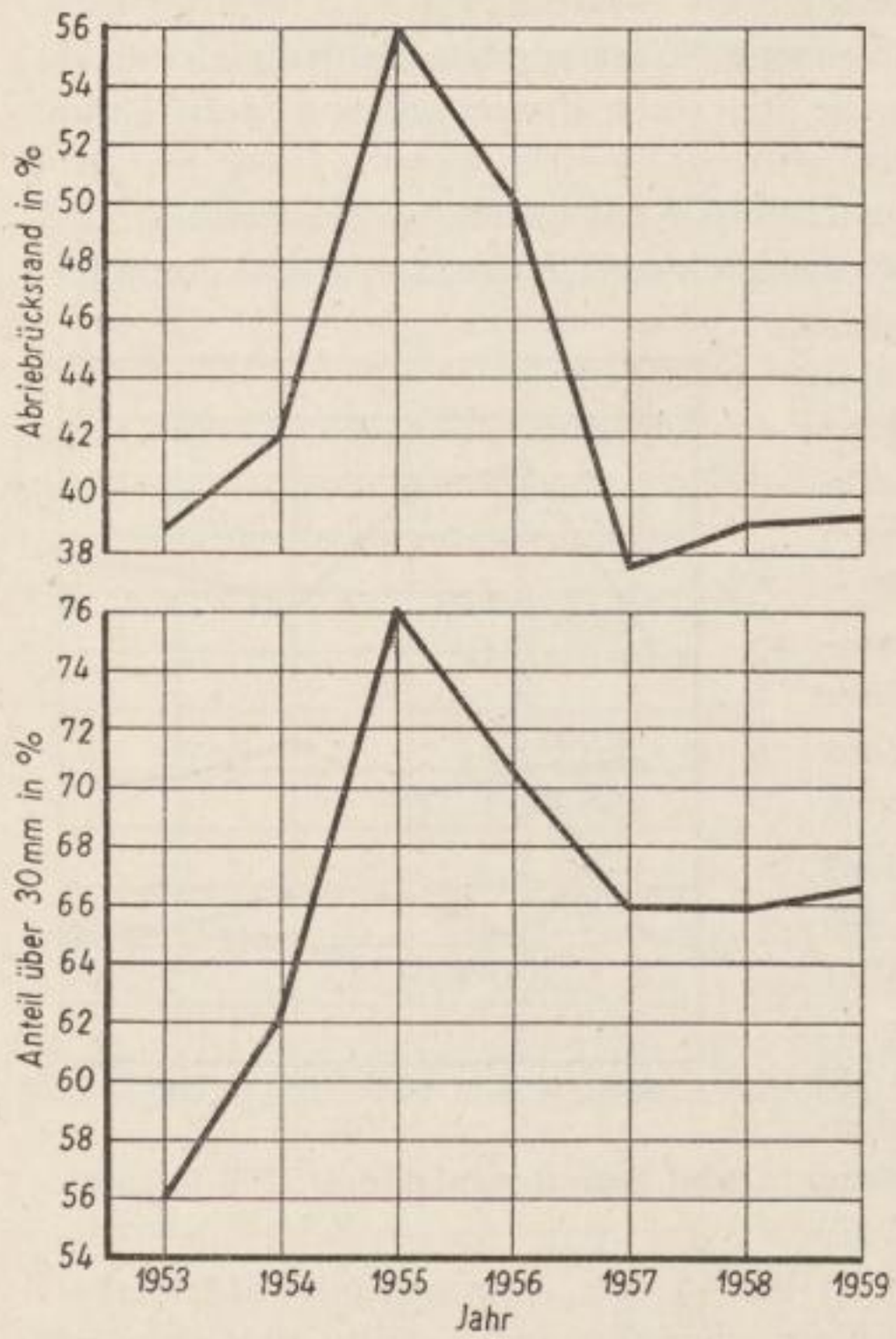

Abb. 3. Physikalisch-technische Kennwerte des BHT-Kokses (oben: Micum-40-Zahl; unten: Anteil über 30 mm)

Diese Veränderung der physikalisch-technischen Kennwerte des BHT-Kokses mußte natürlich Rückwirkungen auf die Absatzstruktur des BHT-Kokses haben.

Der bedauerlichen Variabilität der physikalisch-technischen Kennziffern des BHT-Kokses, auf deren Ursachen wir im Rahmen dieses Vortrages nicht eingehen können, steht eine erfreuliche Konstanz der chemischen Gütekennwerte des BHT-Kokses gegenüber. Wie aus der Tabelle 2 zu ersehen ist, schwanken die Jahresdurchschnitte des Aschegehaltes für 1953 bis 1959 in der wichtigsten Sorte I (+ 45 mm) nur von 11,3 bis 12,8% (wf). Der Gehalt an Gesamtschwefel bewegte sich in den Jahren bis 1956 um 1,2 bis 1,3% (wf); er fiel im Gefolge der Änderung der Kokskohlebeschaffenheit auf 0,9 bis 1,0% (wf) ab. Durch systematische Verbesserung der Kokskühlung gelang es, den Wassergehalt des Stückkokses beim Versand allmählich von 1,7 auf 0,5% herabzusetzen. Der Heizwert des Versandkokses lag stets über 7000 kcal/kg; die Jahresdurchschnitte bewegten sich von 7080 bis 7260 kcal/kg. Die flüchtigen Bestandteile lagen zwischen 1 und 2%, was den BHT-Koks als echten Hochtemperaturkoks charakterisiert. Nach den kleineren Sorten hin steigen Wasser-, Asche- und Schwefelgehalt an, und der Heizwert fällt; doch bewegen sich diese Veränderungen in verhältnismäßig engen Grenzen, wie die in der Tabelle 3 zusammengestellten Werte zeigen. So ergab sich in einem Quartalsdurchschnitt eine Erhöhung des Wassergehaltes des Versandkokses von 0,6% in Sorte I über 0,8; 1,1 und 1,8% in den Sorten II, III und IV auf 3,5% in der feinsten Sorte V. Der Aschegehalt (wf) bewegte sich im gleichen Zeitabschnitt von 11,1% in Sorte I über 11,3% in Sorte II und von 11,5 und 11,7% in den Sorten III und IV bis auf 13,2% in der Sorte V. Der Heizwert fällt nach den feineren Korngrößen hin aus drei Ursachen: wegen des höheren Wasser- und Aschegehaltes und wegen des niedrigeren Heizwertes der wasser- und aschefreien Substanz. Beim Versandkoks ist daher der Abfall des Heizwertes mit abnehmender Korngröße am augenfälligsten.

Tabelle 2. Kennwerte der BHT-Kokssorte I (+45 mm)

Jahr	Asche [%]	Schwefel [%]	Heizwert [kcal/kg]	Flüchtige Bestandteile [%]	Wasser [%]	Abriebfestigkeit[1] [%]
1953	12,0	1,2	7182	1,3	1,7	38,8
1954	11,7	1,3	7210	1,0	1,7	42,0
1955	11,3	1,2	7258	2,0	0,7	55,9
1956	12,8	1,2	7167	1,9	0,7	50,2
1957	11,8	0,95	7224	1,8	0,7	37,5
1958	12,7	0,9	7157	1,8	0,5	39,0
1959	11,8	0,9	7089	2,1	0,5	39,2

[1] Behandlung in der Micumtrommel, 100 Umdrehungen in 4 Minuten und Absiebung über 40-mm-Sieb.

Tabelle 3. Änderung der chemischen Kennwerte des BHT-Kokses mit der Korngröße

	Dimension	BHT-Kokssorten [mm]				
		+45	30—45	20—30	3—20	0—3
Wassergehalt	%	0,6	0,8	1,1	1,8	3,5
Aschegehalt wf	%	11,1	11,1	11,3	11,5	13,2
Gesamtschwefelgehalt wf	%	1,17	1,23	1,30	1,30	1,43
Flüchtige Bestandteile wf	%	2,1	2,2	2,7	3,0	4,0
Heizwert im Versandzustand	kcal/kg	7230	7180	7080	7060	6730

Verwendung des BHT-Kokses in der Metallurgie

Den hauptsächlichsten Anstoß zum Bau der Braunkohlenkokerei Lauchhammer gab bekanntlich die Erstellung des NOW Calbe (früher Eisenwerke West, Calbe), des ersten Niederschachtofenwerkes der Welt, das am 15. Oktober dieses Jahres den 10. Jahrestag des ersten Eisenabstiches feierlich beging. Man hatte für diesen Betrieb den Niederschachtofen gewählt und entwickelt, um sehr eisenarme und gleichzeitig stark saure einheimische Eisenerze, wie die von Badeleben, mit 20 bis 24% Eisengehalt verarbeiten zu können. Angesichts des niedrigen Eisengehaltes und des dadurch hohen Schlackenanfalls, der sich durch den beträchtlichen Kalkzuschlag zur Verschlackung der Kieselsäure noch wesentlich erhöhen mußte, war unter solchen Bedingungen damit zu rechnen, daß der Niederschachtofen auch bei Schrottzusatz das Doppelte des Kokssatzes je Tonne Eisen benötigen würde als ein Hochofen, der hochwertige, SiO_2-arme Erze verhüttet. Es war nicht zu vertreten, den Niederschachtofen zwar arme einheimische Erze verarbeiten zu lassen, den hohen Koksbedarf aber durch Koksimport zu decken. Die volkswirtschaftlichen Belange ließen es weder zu, den Zechenkoks der Zwickauer Kokereien, der überdies bei weitem nicht ausreichte, völlig für den Niederschachtofen zu reservieren, noch den ganzen Rest durch Gaskoks zu decken, der in der Wirtschaft wichtige Positionen hatte und zudem ebenfalls größtenteils aus importierter

Steinkohle hergestellt war. Daher mußte eine dritte Quelle für den Koksbedarf des Niederschachtofenwerks gesucht werden, die mindestens die Hälfte — möglichst aber mehr — von dem auf etwa 650000 t/Jahr zu schätzenden Koksverbrauch dieses Betriebes deckte. Diese dritte Quelle wurde die Braunkohlenkokerei Lauchhammer.

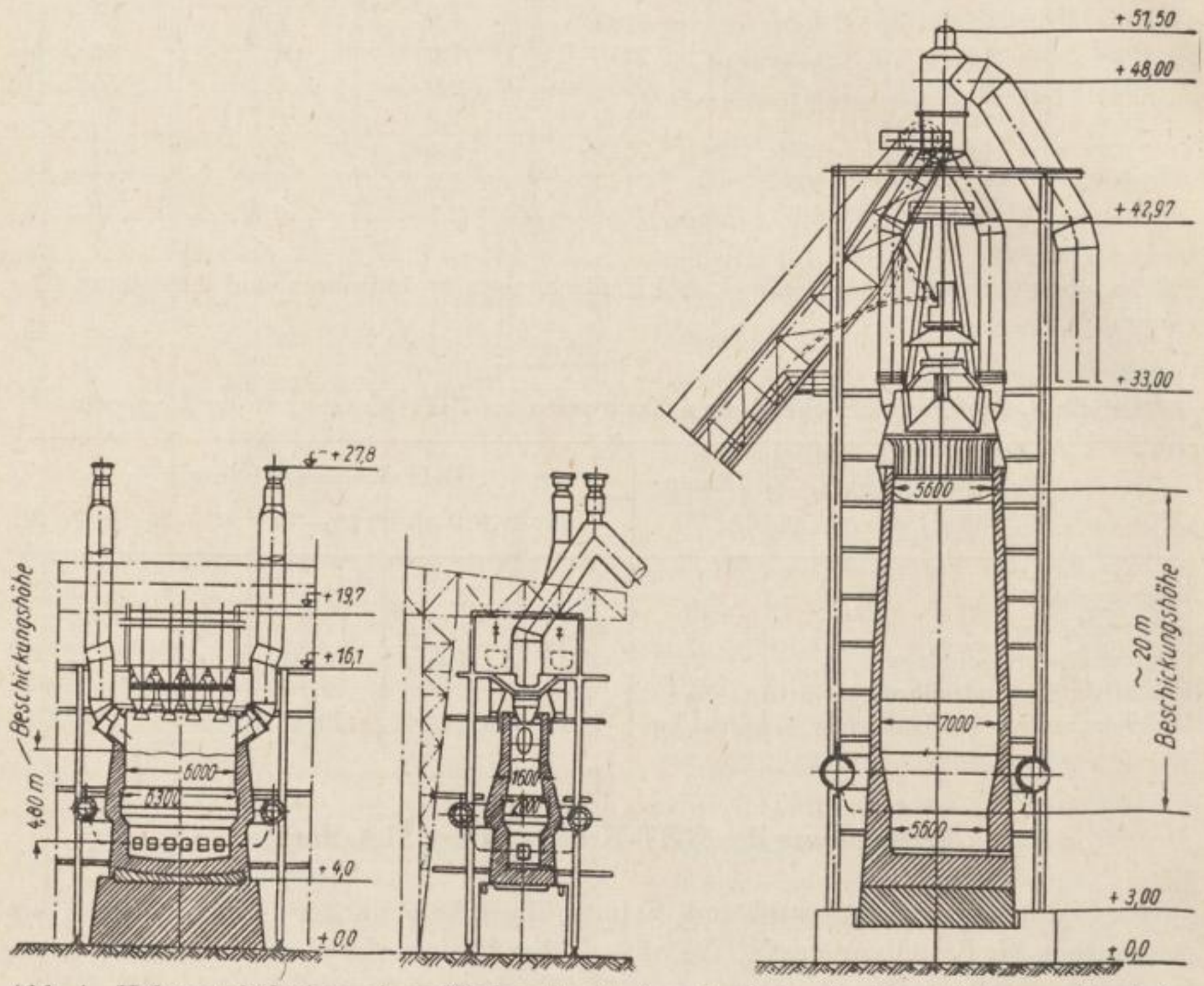

Abb. 4. Höhenverhältnisse eines Niederschachtofens in Calbe im Vergleich zum Hochofen (nach [12])

Auf den Abbildungen 4 und 5 ist die von SÄUBERLICH [9—17] für die armen Eisenerze der Deutschen Demokratischen Republik entwickelte Bauweise des Niederschachtofens gezeigt; in Abb. 4 sind seine Hauptabmessungen denen eines Hochofens gegenübergestellt [12]. Der Niederschachtofen hat eine Schichthöhe von 5 m; der zum Vergleich (aber nicht maßstäblich) dargestellte Hochofen eine solche von 20 m. Die Gichtbühnenhöhe liegt beim Hochofen um 33 m, beim Niederschachtofen um 13,5 m; die Gesamtbauhöhe bis zu den Gichten beträgt 51 m beim Hoch- und 27,8 m beim Niederschachtofen. Bei dem infolge des niedrigen Eisengehaltes der Erze niedrigen Möllerausbringen von 22% erbringt ein Ofen gleichwohl 100 bis 110 t Eisen täglich, so daß es heute möglich ist, die Solleistung mit 8 von den 10 installierten Niederschachtöfen zu erreichen [16, 17]. Die Windmenge beträgt 26000 Nm³/h bei einer Pressung von 260 bis 280 Torr. Die Windtemperatur wurde im Laufe der Entwicklung von 650 auf 850 °C gesteigert, was

sich sehr günstig — offenbar auch hinsichtlich des BHT-Kokseinsatzes — bewährte [14].

Der Einsatz des BHT-Kokses der Sorte +45 mm und z. T. auch der Sorte 30 bis 45 mm im Niederschachtofen wurde Ende 1952, mit etwa 12% Anteil am gesamten

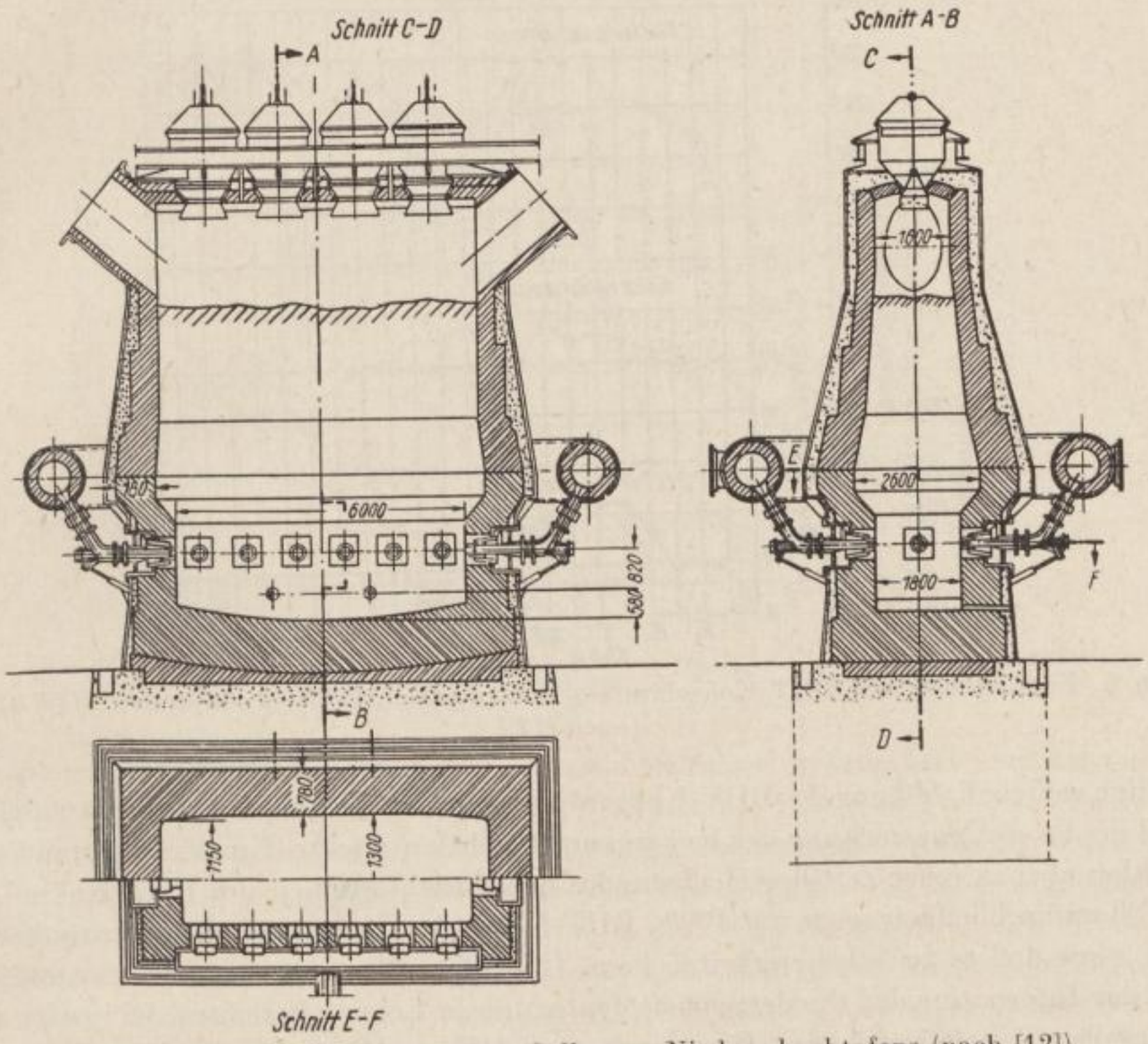

Abb. 5. Hauptabmessungen eines Calbenser Niederschachtofens (nach [12])

Kokssatz einzelner Öfen beginnend, allmählich gesteigert. Anfänglich war es schwierig, sich ein Bild von der Bewährung des BHT-Kokses zu machen, da nicht nur der Braunkohlenkoks, sondern auch der Niederschachtofen noch Mängel hatten. Beide Betriebe, das Eisenwerk wie die Kokerei, waren im Anlaufen, und starke Qualitätsschwankungen des Braunkohlenkokses einerseits, mangelnde Betriebssicherheit der Niederschachtofenanlage andererseits kennzeichneten dieses Anfangsstadium. Es war nur zu natürlich, daß die Ofenbelegschaften, die genügend Sorgen hatten, zunächst für jede im Ofenbetrieb auftretende Schwierigkeit das neue Produkt, den Braunkohlenkoks, verantwortlich machten. Immerhin wurde der Anteil des Braunkohlenkokses allmählich auf 20 bis 25% gesteigert, und nachdem durch Herabsetzen der Verkokungsendtemperatur die Reaktionsfähigkeit des Kokses verbessert worden war, kam man auf einen BHT-Koksanteil von 25 bis 30%. Rückschläge traten zwischendurch ein, die bei gleichzeitigen sonstigen Schwierigkeiten im Niederschachtofenwerk Calbe zu vorübergehendem Ver-

zicht auf den Einsatz von BHT-Koks in den Niederschachtöfen führten. Als 1955 die Abriebfestigkeit des BHT-Kokses stark zu steigen begann, kam man jedoch rasch auf einen BHT-Koksanteil am gesamten Kokssatz von 50 bis 55% im Durchschnitt aller Öfen (Abb. 6).

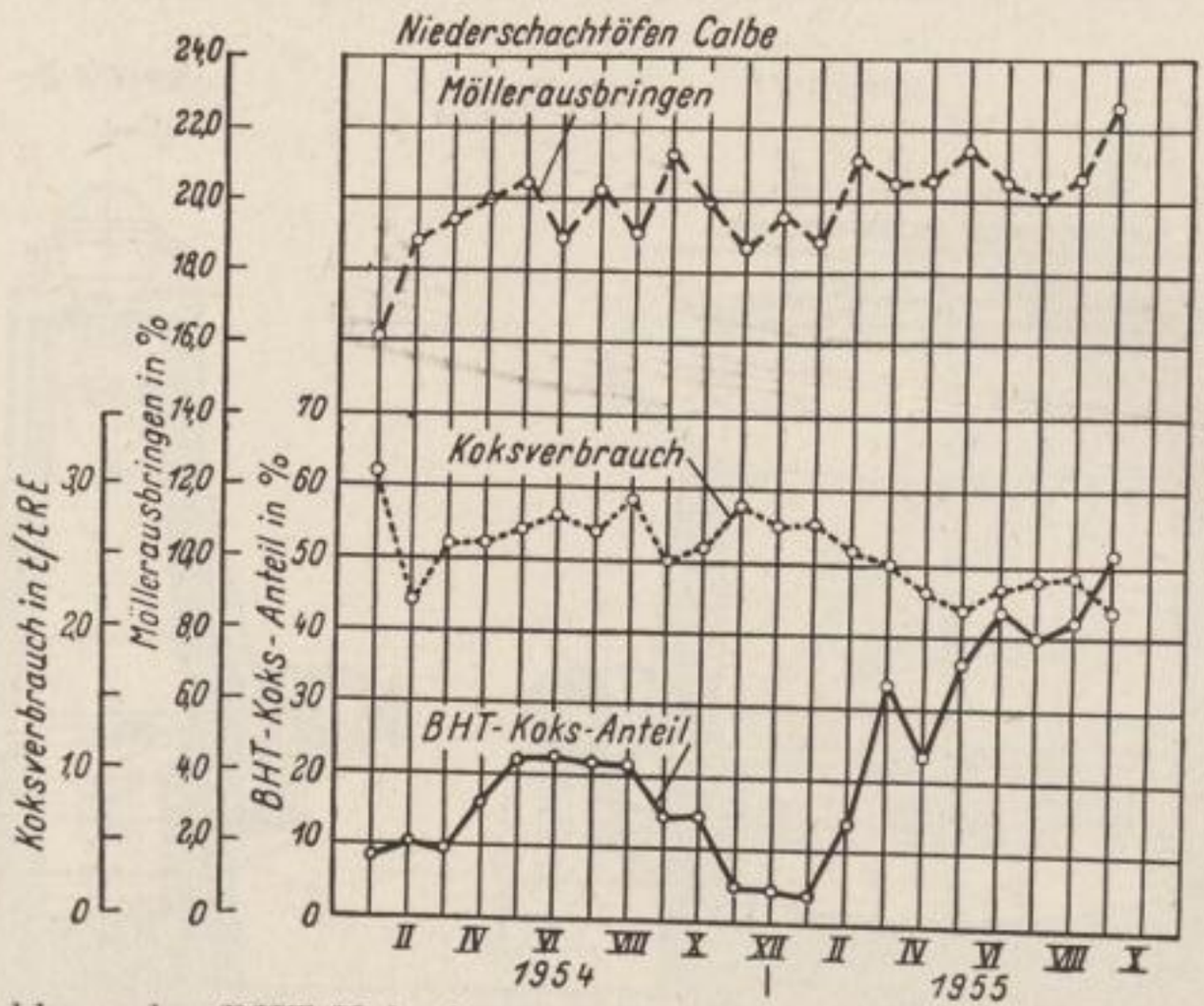

Abb. 6. Entwicklung des BHT-Kokseinsatzes in den ersten Betriebsjahren des NOW Calbe (nach [13])

Eine weitere Erhöhung des BHT-Koksanteiles war damals nur deshalb nicht möglich, weil die Produktionsleistung der Kokerei noch nicht ausreichte. Einzelne Öfen in Calbe wurden aber in jener Zeit des Hochstandes der Abriebfestigkeit des BHT-Kokses mit 65, 80 und schließlich sogar mit 100% BHT-Koksanteil am gesamten Kokssatz betrieben, ohne daß es zu Schwierigkeiten kam. Über diese Versuche hat Säuberlich [11] auf der Internationalen Niederschachtofentagung in Leipzig berichtet. Es erwies sich allenfalls als notwendig, den Ofen nach monatelanger Betriebszeit einige Tage auf Steinkohlenkoks umzusetzen, um ihn vom Schwebestaub zu reinigen.

Als die Abriebfestigkeit des BHT-Kokses ab 1957 absank, fiel die BHT-Koksquote in Calbe nicht wieder auf die niedrigen Werte der ersten Betriebsjahre ab (Abb. 7). Die anfänglichen Mängel der Niederschachtöfen sind weitgehend beseitigt, die Belegschaft hat die Steuerung der Öfen in der Hand. Sie kennt jetzt besser die Eigenschaften des BHT-Kokses. Die Erhöhung der Windtemperatur, die vorbildliche Automatisierung des gesamten Möller- und Begichtungsvorganges, die Anordnung von Rüttelsieben an den Abzügen der BHT-Koksbunker zur Absiebung gebildeten Staubes u. a. haben sich vorteilhaft auch auf den BHT-Kokseinsatz ausgewirkt, so daß dieser trotz der stark abgesunkenen Abriebfestigkeit, wenn auch manchmal mit Anstrengung, bei 50 bis 60% Anteil an der gesamten Koksquote gehalten wird.

Nach Schilling und Reimann [15] hat man aus den Betriebserfahrungen Anhaltszahlen für die Einsatzquote des BHT-Kokses gewonnen. Beträgt die Micum-40-Zahl 40 bis 45%, so kann der BHT-Koksanteil zu 50 bis 60% am Kokssatz gewählt werden.

Liegt sie bei 45 bis 50%, kann der BHT-Koksanteil auf 60 bis 70% gesteigert werden. Liegt die Trommelfestigkeit über 50%, kann der BHT-Koksanteil auf 80% und darüber erhöht werden.

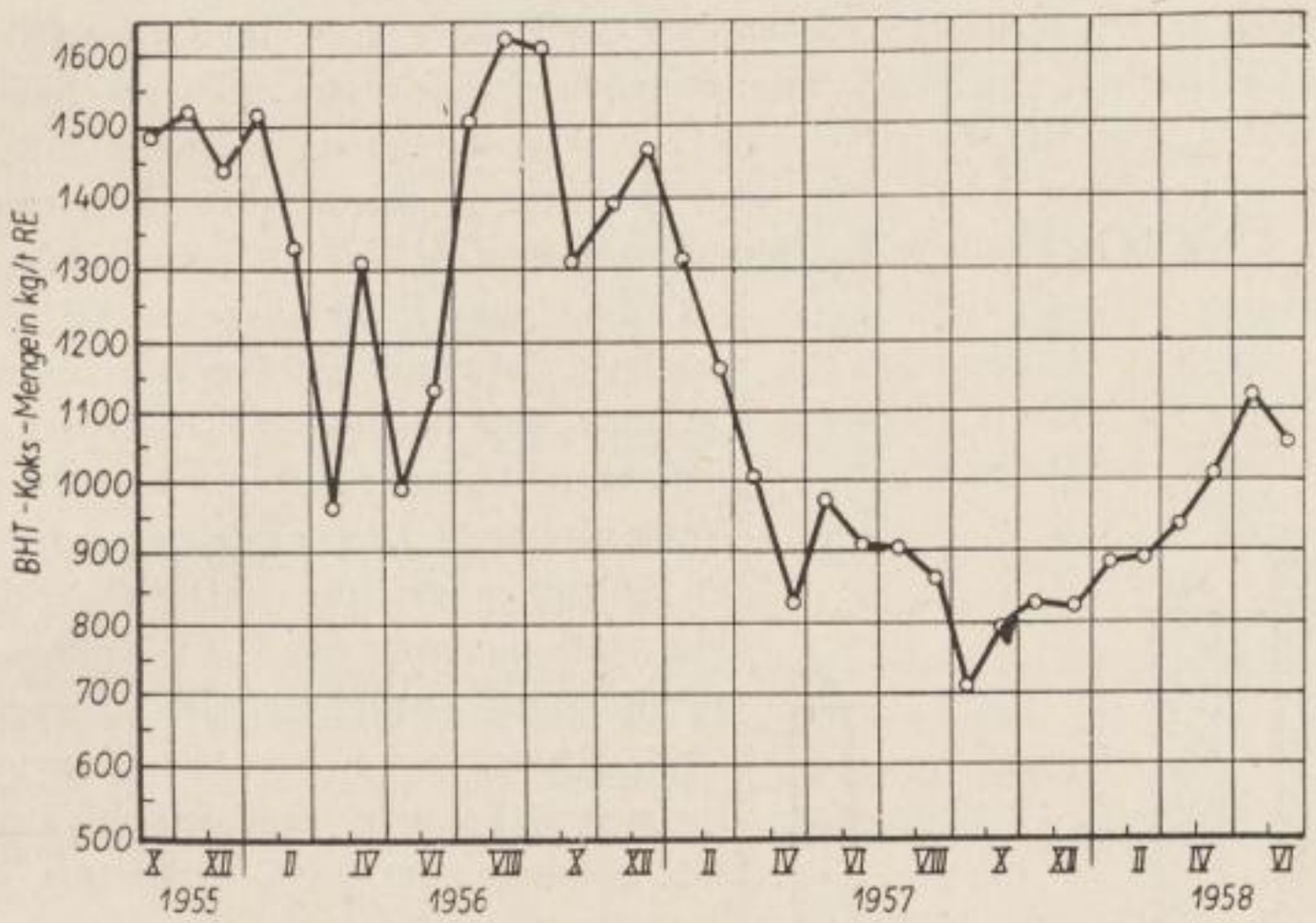

Abb. 7. BHT-Kokseinsatz je t Roheisen im NOW Calbe (nach [15])

Bei zu geringer Abriebfestigkeit des Braunkohlenkokses werden beim Antransport, beim Entladen und bei der Begichtung über Bandläufe, Hochbunker und Elektrohängebahnwagen — nach den Ausführungen der genannten beiden Autoren — erhebliche Mengen an Abrieb gebildet, die mit in den Ofen gelangen und in seinem oberen Teil ein Staubpolster bilden, das vom Gastrom in der Schwebe gehalten wird. Weiterhin sagen die beiden Verfasser: „Bei Stillständen findet man diese Staubschicht auf der Beschickung in einer Dicke von 1 bis 1,5 m vor. Die Bildung von BHT-Koks-Staubnestern innerhalb der Beschickungssäule führt zu einer Behinderung der Durchgasung des betreffenden Schachtteiles und damit zu erheblichen Störungen im Ofengang. Der Niederschachtofen muß dann auf Steinkohlenkoks umgesetzt werden, um das Staubpolster zu beseitigen.“ Es bildet sich also offenbar eine Art Wirbelschicht von auf und ab tanzendem Feinkorn, das bei Betriebsunterbrechung niederfällt. Die Herstellung des BHT-Kokses aus Feinstkornbriketts macht sich in dieser Abriebbildung bemerkbar; diese wird erst bei Überschreitung eines unteren Schwellenwertes der Abriebfestigkeit, die einer Micum-40-Zahl von 40 bis 45% entspricht, genügend eingeschränkt.

In wirtschaftlicher Hinsicht hat sich der Einsatz des BHT-Kokses im Niederschachtofenwerk Calbe günstig ausgewirkt. Muß der BHT-Koksanteil zurückgenommen werden, so steigt der spezifische Koksverbrauch je t Roheisen, und die Gestehungskosten je Tonne Roheisen wachsen. Dies ist nur z. T. durch den etwas niedrigeren Einstandspreis je Tonne Braunkohlenkoks gegenüber Gaskoks bedingt, vor allem aber dadurch, daß der Heizwert des BHT-Kokses mit stets über 7000 kcal/kg merklich höher ist als der des Gaskokses, dessen auf wasserfreie Substanz bezogener Aschegehalt um einige Prozente

höher liegt und dessen Wassergehalt — besonders im Falle von Unvorsichtigkeit bei der Naßlöschung — beachtlich höher ist als der des BHT-Kokses. Wie SÄUBERLICH [11] anführt, sind Heizwerte des Gaskokses bis herunter zu 5500 kcal/kg in Calbe festgestellt worden. Als wesentliches Moment kommt noch hinzu, daß die Asche des Braunkohlenkokses basisch ist. Die mittlere Ascheanalyse des Kokses, z. B. des Jahres 1958 (Abb. 8), wies einen CaO-Gehalt von 21,5% aus; daneben einen als Erz anzusprechenden Fe_2O_3-Gehalt von 29%. Der SiO_2-Gehalt der BHT-Koksasche betrug in diesem Jahr 21,5%; er lag im genannten Jahr schon sehr hoch. Frühere Ascheanalysen lieferten nur SiO_2-Werte von 7 bis 14% (Tabelle 4). Demgegenüber wies eine Durchschnittsanalyse des in Calbe eingesetzten Gaskokses 43,3% SiO_2 und nur 3,5% CaO auf [15]. Das Basizitätsverhältnis CaO/SiO_2 liegt bei der BHT-Koksasche stets über 1; es erreicht unter günstigen Verhältnissen sogar Werte bis über 3. Der Vergleich mit der gewünschten Schlackenbasizität (CaO/SiO_2 = 1,1 bis 1,2) zeigt, daß die Asche des BHT-Kokses selbstgängig oder nur in Ausnahmefällen schwach sauer ist, wenn nämlich ein hoher Anteil an versandeter Hochschnittkohle in der Kokskohle enthalten ist. Das günstige CaO/SiO_2-Verhältnis ermöglicht Einsparung an Kalk bei der Verwendung von BHT-Koks; diese Verminderung des Kalkzuschlages ist gleichzeitig ein weiterer Grund zur Abnahme des spezifischen Koksverbrauches.

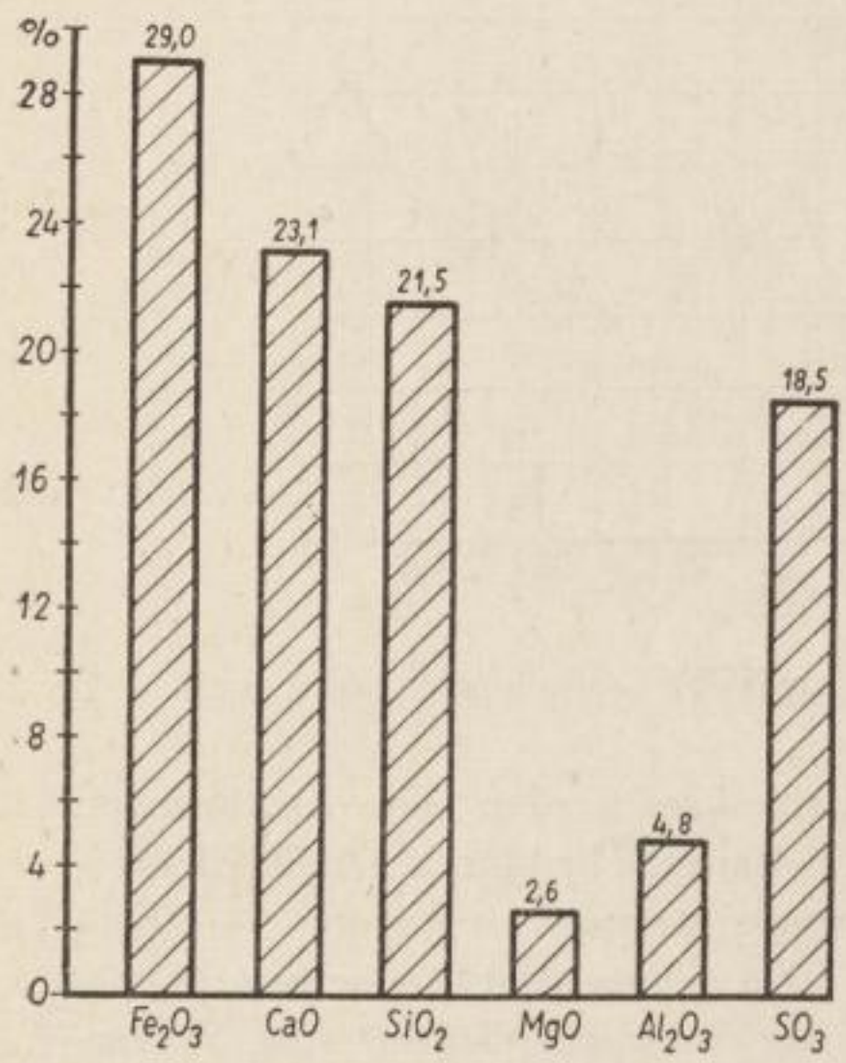

Abb. 8. Durchschnittliche Zusammensetzung der Koksasche im Jahre 1958

Als im Jahre 1955 Niederschachtöfen mit BHT-Koks, der eine Micum-40-Zahl von über 55% besaß, ausschließlich, d. h. ohne Steinkohlenkoksanteil, gefahren wurden, ging der spezifische Koksverbrauch von 2,2 auf 1,6 bis 1,7 t/t Roheisen zurück. Die Ofenleistung ging damals bis zu 80% BHT-Koksanteil nicht zurück; sie war bis 65% BHT-Koksanteil sogar größer als bei ausschließlicher Verwendung von Steinkohlenkoks.

Die Gichtgasanalyse hat sich, soweit die Beobachtungen reichen, bei Einsatz des BHT-Kokses nicht wesentlich verändert; hingegen ist der Anfall an Gichtgasstaub gestiegen. Der Schwefelgehalt des erschmolzenen Gießereiroheisens liegt unter 0,04%. Der Phosphorgehalt der Asche des BHT-Kokses beträgt nur rd. die Hälfte von dem des Gaskokses.

Die große Zahl von Einflußgrößen im Schachtofenbetrieb hat es erst im Laufe der letzten Jahre ermöglicht, den Einfluß des BHT-Koksanteiles auf den spezifischen Koksverbrauch einigermaßen quantitativ zu erfassen, indem LÜDEMANN und Mitarbeiter [18—21] sowie REIMANN und BÜRGER [22] von der Regressionsanalyse Gebrauch machten. Abb. 9 zeigt das Ergebnis der Regressionsrechnung nach [22]. Als Abszisse ist der BHT-Koksanteil am Gesamtkoks aufgetragen, als Ordinate der Koksverbrauch in kg/t Roheisen, als Parameter das Möllerausbringen. Man entnimmt aus den Kurven, daß mit erhöhtem BHT-Koksanteil der spezifische Koksverbrauch zunächst langsam

und dann immer stärker abnimmt. Gestattet die Abriebfestigkeit des BHT-Kokses, daß sein Anteil am Gesamtkoks über 50% gesteigert werden kann, so beträgt die Kokseinsparung 6 kg/t Roheisen für eine Erhöhung des BHT-Koksanteils um 1%.

Tabelle 4. Aschenanalysen von BHT-Koks (+45 mm)

Bestandteil	%						Mittel
SiO_2	9,95	7,04	13,22	12,06	10,14	14,31	11,12
Fe_2O_3	31,78	33,53	33,54	33,14	33,83	27,15	32,16
Al_2O_3	6,00	5,82	5,56	3,84	3,87	5,35	5,07
CaO	22,40	21,70	16,90	17,85	19,63	22,00	19,91
MgO	3,84	4,49	5,79	2,93	4,39	4,71	4,36
SO_3	25,18	25,65	23,56	24,37	26,17	25,85	25,15
Alkali	0,10	0,49	1,43	0,51	0,47	0,44	2,08
Glühverlust	0,75	1,28		5,30	1,50	0,19	

Eine Erhöhung des zulässigen BHT-Koksanteils in den Niederschachtöfen von Calbe auf 70 bis 80% erwartet man 1963/64 nach Inbetriebnahme der im Bau befindlichen Tauchanlage in der Kokerei Lauchhammer. Der Braunkohlenkoks wird trocken gekühlt; es ist von der Trockenkühlung des Steinkohlenkokses her bekannt, daß so be-

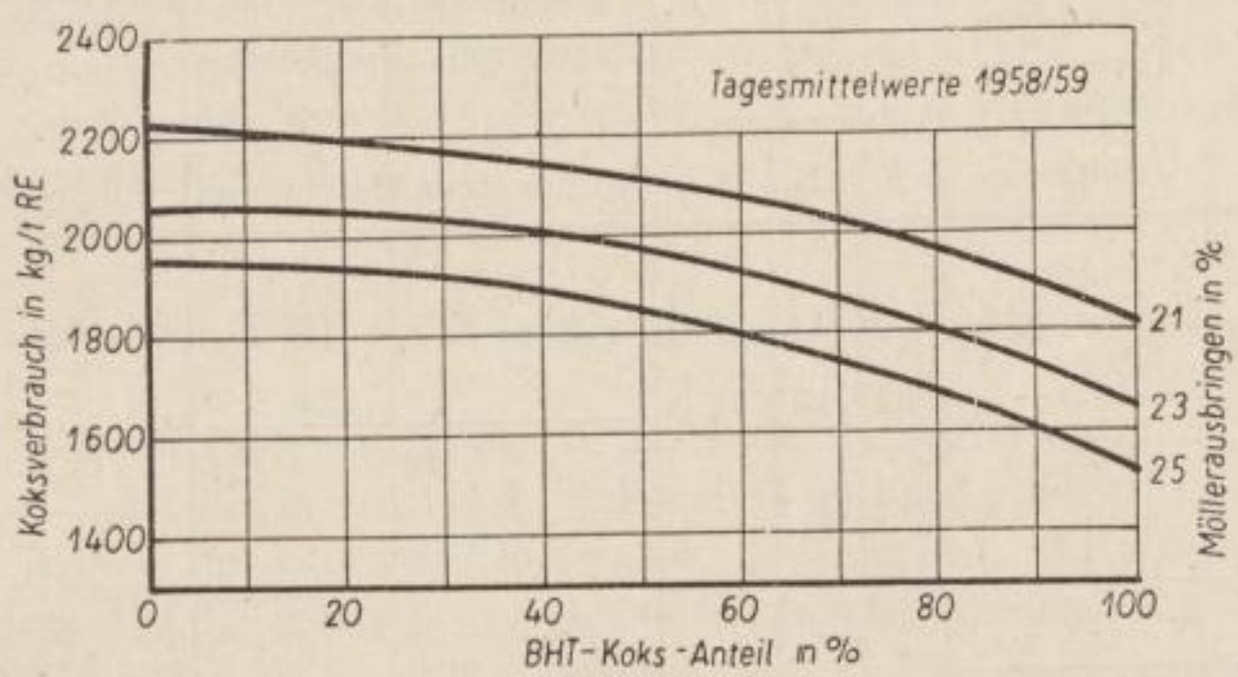

Abb. 9. Abhängigkeit des Koksverbrauches des Niederschachtofens vom BHT-Koksanteil (nach [22])

handelter Koks staubig ist. Die Kokerei Lauchhammer bemühte sich schon seit 1953, durch Tauchen des Kokses in Emulsionen die Staubbildung bei der Entladung des Kokses einzuschränken. Vom Niederschachtofenwerk Calbe wurde vorgeschlagen, Sulfitablauge als Tauchmittel zu verwenden. Wurde die Sulfitablauge als dünne Haut aufgebracht, ergab sich kein Vorteil gegenüber anderen Tauchmitteln. Überzog man den Koks mit einer stärkeren Schicht der Sulfitablauge, so stieß man auf den überraschenden Befund, daß sich die Micum-40-Zahl um 15 Punkte verbesserte. So behandelter Koks verhielt sich in der Tat günstiger in bezug auf Abrieb- und Kleinkornbildung bei Transport, Entladung, Bunkerung, Abziehen aus dem Bunker und beim Sturz in den Ofen, so daß man bei längeren Versuchen einen einwandfreien Ofenbetrieb mit 70 bis 80% BHT-Koksanteil am Gesamtkoks erreichen konnte.

Es ist heute noch nicht ganz klar, welche Kennziffer für die Festigkeit dem Verhalten des BHT-Kokses im Ofen am besten entspricht. Die Erfahrung beweist, daß man bei früher eingesetztem Zwickauer Koks und bei Gaskoks mit Micum-40-Zahlen von 24 bis 30% noch gut fahren kann, während man für BHT-Koks höhere Abriebfestigkeiten benötigt. In dem ab 1. 7. 1961 verbindlichen DDR-Standard Braunkohlenhochtemperaturkoks (BHT-Koks), Technische Lieferbedingungen (TGL 7710), sind zwar, den derzeitig möglichen Produktionsverhältnissen in der Kokerei Lauchhammer Rechnung tragend, Abweichungen bis 35% M+40 von der Norm 40% M+40 bis 1. 1. 1964 zugelassen worden. Alle Beteiligten sind sich darüber klar, daß man mit allen Mitteln eine Mindestabriebfestigkeit von 40% anstreben muß. Alle Befunde deuten aber darauf hin, daß nicht die M-40-Zahl allein entscheidend für die Einsatzfähigkeit des BHT-Kokses im Niederschachtofen ist, sondern wahrscheinlich die M(10)-Zahl, die stärker als linear mit der Abnahme der M-40-Zahl ansteigt, mit zur Beurteilung herangezogen werden muß. Die in der TGL 7710 festgelegten Mindestgütewerte sind aus Tabelle 5 ersichtlich.

Tabelle 5. Mindestgütewerte des BHT-Kokses nach TGL 7710

<table>
<tr><th rowspan="3">Kurzzeichen</th><th colspan="2">Körnung</th><th colspan="3">Asche (wf) [%] höchstens</th><th rowspan="3">Trommelfestigkeit [%] mindestens</th><th rowspan="3">Wassergehalt [%] höchstens</th><th rowspan="3">Gesamtschwefelgehalt (wf) [%] höchstens</th><th rowspan="3">Heizwert Hu (wf) [kcal/kg] mindestens</th></tr>
<tr><th rowspan="2">Kornklasse [mm]</th><th rowspan="2">Zulässiges Unterkorn [%] höchstens</th><th rowspan="2">A</th><th rowspan="2">B</th><th rowspan="2">C</th></tr>
<tr></tr>
<tr><td>45</td><td>über 45</td><td>10</td><td rowspan="5">12</td><td rowspan="5">13</td><td rowspan="5">14,5</td><td>40[1]</td><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2">1,3</td><td rowspan="6">6900</td></tr>
<tr><td>45/30</td><td>45—31,5</td><td rowspan="3">12</td><td>60</td></tr>
<tr><td>30/20</td><td>31,5—20</td><td rowspan="4">—</td><td rowspan="2">4</td><td rowspan="2">1,4</td></tr>
<tr><td>20/3</td><td>20—3,15</td></tr>
<tr><td>3/1</td><td>3,15—1</td><td>20</td><td rowspan="3">14</td><td rowspan="3">15</td><td rowspan="3">16</td><td rowspan="3">6</td><td rowspan="3">1,5</td><td rowspan="3">6700</td></tr>
<tr><td>3/0</td><td>3,15—0</td><td rowspan="2">—</td></tr>
<tr><td>1/0</td><td>1—0</td></tr>
</table>

[1] Bis 1. 1. 1964 sind Abweichungen bis 35% Trommelfestigkeit zulässig.

An den Einsatz des BHT-Kokses im Hochofen war ursprünglich nicht gedacht worden. In den Zeiten hoher Abriebfestigkeit des BHT-Kokses wurden zeitweise 15 bis 25% des Kokssatzes in Form von BHT-Koks in den kleinen Hochöfen der Maxhütte in Unterwellenborn, die etwa 450 m³ Inhalt haben, eingesetzt, wobei noch einige Schwierigkeiten auftraten. Bei den derzeitigen Abriebfestigkeiten des BHT-Kokses ist seine Verwendung im Hochofen nicht möglich. Sie erheischt eine Mindestabriebfestigkeit von 55% M+40. Versuche können daher erst wieder mit dem in Sulfitablauge getauchten Koks sowie mit dem durch Doppelstromentgasung erzeugten Koks aufgenommen werden.

Neben dem stückigen Koks wird in der Schwarzmetallurgie die Kokssorte V (0 bis 3 mm) für Sinteranlagen von Feinerz und für die Herstellung von Eisenluppen nach dem Krupp-Rennverfahren teilweise verwendet, und zwar in der Maxhütte in Unterwellenborn. Für den gleichen Zweck wird ein Teil dieser Sorte nach Salzgitter (DBR) exportiert. Die höhere Reaktionsfähigkeit des BHT-Kokses gegenüber Steinkohlenkoks macht sich hier günstig bemerkbar. Für die Ferrosiliziumherstellung wird BHT-Koks der Sorte 3 bis 20 mm als Anteil am Koks- und Holzkohleneinsatz im Ferrowerk Mückenberg und in den Lonzawerken, Spremberg, verwendet.

In der Buntmetallurgie wird Braunkohlenkoks nur in geringem Umfange benutzt. So wird die Sorte + 45 mm im Anteil von 50% zum Schmelzen von Kupfer im Schachtofen in Ilsenburg eingesetzt. In Bleischachtöfen der Freiberger Hütten hat man zeitweise etwa 30% des Koksbedarfes durch Braunkohlenkoks der Sorte I ersetzt. Der größte Verbraucher von Steinkohlenkoks in der Deutschen Demokratischen Republik, die Minernschmelzöfen der Hütten des Kombinates „Wilhelm Pieck" in Eisleben, blieben dem BHT-Koks verschlossen. In dieser Art von Niederschachtöfen ist beim Erschmelzen des Kupfersteins lediglich Schmelzarbeit, keine Reduktionsarbeit zu leisten. Hierfür ist die Reaktionsfähigkeit des BHT-Kokses zu hoch. Es vergast also schon ein Teil des Kokses, ehe er vor die Windformen kommt. Außerdem ist das Verhältnis der Stückgröße des Erzes zu der des BHT-Kokses zu ungünstig, und der Koks — auch der Steinkohlenkoks — wird, bis er zu den Öfen kommt, mißhandelt. Hier könnte nur besonders großstückiger Braunkohlenkoks, der nach dem zweistufigen Verfahren entsprechend den Arbeiten von LISSNER [23, 24] für Gießereikoks hergestellt würde, eingesetzt werden.

Einsatz von BHT-Koks in der Industrie der Steine und Erden

Schachtofenbetriebe finden sich auch in der Industrie der Steine und Erden. BHT-Koks der Sorte 30 bis 45 mm wird in 14 m hohen Schachtöfen zum Brennen von Dolomit in Wünschendorf an der Elster verwendet, und zwar im Anteil von 50% am gesamten Kokssatz. Bei der Sorte + 45 mm, die man ursprünglich benutzte, wurden bisweilen ganze, glimmende, aber nicht ausgebrannte Koksstücke mit dem gebrannten Dolomit ausgetragen. Da der gebrannte Dolomit zur Herstellung metallurgischer Öfen dient, liegt hier im erweiterten Sinne auch ein Einsatzgebiet des BHT-Kokses für die Metallurgie.

Weiterhin dient BHT-Koks der Sorte I zum Brennen von Kalk in Schachtöfen, z. B. im Kalkwerk Pößneck, ebenfalls im Gemisch mit Steinkohlenkoks.

Überschüssige Mengen der Sorte 0 bis 3 mm gehen in die Zementfabriken Göschwitz und Nienburg.

Einsatz von BHT-Koks in der Schwerchemie

Das zweitwichtigste Verwendungsgebiet des BHT-Kokses ist die Schwerchemie, wobei im Vordergrund die Calciumcarbidindustrie steht. Von vornherein war an den Einsatz des BHT-Kokses in der Elektrothermie als Schwarzmaterial für die Herstellung

von Calciumcarbid gedacht. Bei umfangreichen Versuchen über die Verwertung von Steinkohlenschwelkoks vor dem Kriege hatte ich gesehen, daß dieser sich recht gut für die Carbiderzeugung eignet; andererseits hatte ich 1945, als das Bunawerk infolge ungenügender Steinkohlenkokszufuhr versuchte, mit Braunkohlenschwelkokszusatz den Betrieb aufrechtzuerhalten, beobachtet, daß ein Dauerbetrieb damit nicht zu erreichen war. Aus diesen Erfahrungen war aber zu schließen, daß man mit einem hochwertigen Braunkohlenhochtemperaturkoks auf diesem Gebiete Aussichten hatte.

Es ist das Verdienst von Herrn Prof. Dr. SCHIRMER, daß er — damals Werkleiter des Stickstoffwerkes Piesteritz — schon während der Entwicklungsperiode des Braunkohlenhochtemperaturkokses dessen Zukunftsmöglichkeiten erkannte und sofort Versuche mit ihm in Piesteritz ansetzte, um seine Eigenschaften zu erproben. SCHIRMER ließ auch nicht nach, als die ersten Versuche — mit einer zu großen Körnung, nämlich 10 bis 30 mm, durchgeführt — zu einem untragbar großen Elektrodenverbrauch der Schmelzöfen führten. Es zeigte sich bald, daß beim Übergang auf die Körnung 3 bis 20 mm — das ist die gleiche Körnung, wie sie Steinkohlenkoks für den Carbidofen aufweist — dieser Übelstand verschwand, der Elektrodenverbrauch normal wurde und die Vorteile des BHT-Kokses nunmehr hervortraten. Nachdem die Klassierung in der Kokerei von 0 bis 10 und 10 bis 30 mm auf 0 bis 3; 3 bis 20 und 20 bis 30 mm umgestellt war, hat der Betrieb Piesteritz laufend so viel Koks abgenommen, wie dem nur beschränkten Anfall der Sorte 3 bis 20 mm entsprach.

Als Vorteile des Einsatzes von BHT-Koks für die Carbiderzeugung gegenüber Gaskoks kristallisierten sich heraus:

1. Der Koks wird trocken mit Wassergehalten von 1,8 bis 2,2%, allenfalls bis 3,5% angeliefert; dieser Wassergehalt ist hygroskopisch gebunden. BHT-Koks braucht daher — im Gegensatz zu dem naßgelöschten Gaskoks — nicht getrocknet zu werden.
2. BHT-Koks wird mit einer oberen Begrenzung von 20 mm geliefert, er muß nicht wie Gaskoks gebrochen werden.
3. Der Aschegehalt ist mit 11 bis 13% ziemlich konstant und niedriger als bei Gaskoks.
4. Die elektrische Leitfähigkeit des BHT-Kokses ist, wie STRIEBEL [25] festgestellt hat, niedriger als die des Steinkohlenkokses.
5. Der elektrische Energiebedarf je t Carbid ist um 30 bis 40 kWh kleiner als bei Steinkohlenkoks; dies entspricht einer Energieeinsparung um 1%.
6. Der Kalkgehalt der Asche des BHT-Kokses ermöglicht eine geringe Kalkeinsparung.
7. Die Einstandskosten von 1 kg C sind wegen des niedrigeren Preises sowie des kleineren Wasser- und Aschegehaltes des BHT-Kokses beachtlich niedriger als bei Steinkohlenkoks.

Als Nachteil wurde vom Stickstoffwerk Piesteritz mehrfach moniert, daß der vorgesehene höchste Unterkorngehalt von 12% von der Kokerei Lauchhammer nicht eingehalten wird. Ein zu hoher Feinanteil ist für den Betrieb des Carbidofens schädlich. Es ist daher notwendig, daß durch Auflegen von Sieben mit entsprechend größerer Öffnungsweite in der Kokssieberei der zulässige Unterkorngehalt der Sorte 3 bis 20 mm unbedingt eingehalten wird, wenn dadurch auch der Mengenanfall dieser Sorte zurückgeht.

Frühzeitig nahm auch das Bunawerk Schkopau Versuche mit BHT-Koks an den Carbidöfen auf, und seit einiger Zeit werden an einem Teil der Öfen 35 bis 50% des Steinkohlenkokses durch BHT-Koks ersetzt, wobei wegen des ungenügenden natürlichen Anfalles der Sorte 3 bis 20 mm auch ein Teil der Sorte 20 bis 30 mm geliefert wird. Auch hier treten die gleichen Vorteile, wie sie oben vermerkt wurden, in Erscheinung, und es wird auch hier der zeitweise hohe Anteil an Unterkorn unter 3 mm, von dem behauptet wird, daß er bis zu 40% betrage, als nachteilig empfunden. Bisweilen beeinflussen Aschegehaltsschwankungen die Viskosität der Carbidschmelze derart, daß zeitweise der Carbidausfluß unterbunden wird, wodurch es in der weiteren Folge zu Carbidauswürfen kommt und der Ofen dadurch reparaturanfälliger wird. EBSTER[1] vermutet, daß Schwankungen im MgO-Gehalt der Kohle hierfür verantwortlich zu machen sind. Er hat Spitzenwerte des MgO-Gehaltes (bezogen auf Koks, nicht auf Asche) von 0,6% bei einem normalen Wert von 0,2% gefunden. EBSTER begründet seine Schlußfolgerungen auf die Erfahrungstatsache, daß die gleichen Erscheinungen auftreten, wenn das Weißmaterial, der Kalk, einen erhöhten Gehalt an MgO aufweist. Es ist beabsichtigt, eingehende Untersuchungen über den Schwankungsgrad des MgO-Gehaltes der Kohle abhängig von der Fazies und der Strossenlänge vorzunehmen.

Es ist immerhin auffällig, daß sowohl von den Experten des Stickstoffwerkes Piesteritz als auch des Bunawerkes Schkopau mehrfach die Behauptung aufgestellt wurde, daß, wenn die Metallurgie mit der Koksbeschaffenheit nicht zufrieden sei, der BHT-Koks sich in der Carbidfabrik gut bewähre, hingegen bei hoher Abriebfestigkeit, also guter Eignung für die metallurgischen Zwecke, im Carbidofen manchmal Schwierigkeiten auftreten. Solchen Beobachtungen muß man zweifellos noch weiter nachgehen.

Eine ausreichende Belieferung der Carbidindustrie mit BHT-Koks, die einem Anteil von 50% am Koksverbrauch entsprechen wird, ist dann möglich, wenn die projektierte Brechanlage in Lauchhammer errichtet sein wird.

BHT-Koks der Sorte 20 bis 30 mm wird in Öfen zur Herstellung von Phosphor im Stickstoffwerk Piesteritz und in Bitterfeld benutzt. Nähere Einzelheiten über dieses Verwendungsgebiet sind noch nicht bekannt geworden.

Nicht geeignet ist BHT-Koks als Kohlenstoffträger für die Schwefelkohlenstoffsynthese, da seine Reaktionsfähigkeit gegen Schwefeldampf schon zu niedrig ist. Gemeinsame Versuche des Kunstseidenwerks Premnitz mit dem Deutschen Brennstoffinstitut, die in der Kokerei Lauchhammer ihre Fortsetzung fanden, haben aber gezeigt, daß ein Mitteltemperaturkoks, aus Niederlausitzer F4-Briketts erzeugt, ein guter C-Träger für die CS_2-Synthese ist. Gegenwärtig wird in einigen Öfen der Kokerei Lauchhammer laufend Mitteltemperaturkoks für die CS_2-Synthese hergestellt. Ich gehe hierauf nicht ein, um dem Vortrag des Herrn Kollegen HEINTKE nicht vorzugreifen.

Überschießende Anteile der Sorten I und II des Kokses sind in den Wirth-Abstichgeneratoren des Leunawerkes in beträchtlichem Umfange mit Sauerstoff und Wasserdampf vergast worden. Wesentliche Unterschiede gegenüber Steinkohlenkoks waren weder in der Leistung noch im Gasheizwert festzustellen. Der Flugstaubgehalt des

[1] Mündliche Mitteilung

Gases aus BHT-Koks ist nach Beobachtungen von GRÜNERT[2] größer als bei Vergasung von Steinkohlenkoks. Doch ist der Flugstaub des Braunkohlenkokses offenbar leichter benetzbar und läßt sich im Theissen-Wäscher besser auswaschen, so daß der Reingasstaubgehalt nicht größer, sondern eher kleiner als bei Steinkohlenkoks ist. Da die Abstichgeneratoren wegen Überalterung stillgelegt worden sind, kommt dieses Einsatzgebiet des BHT-Kokses künftig nicht mehr in Frage.

Der höhere Flugstaubgehalt des Gases aus BHT-Koks ließ in Leuna, wie Versuche gezeigt haben, seine Verwendung zur Wassergaserzeugung im Wechselbetrieb in den Brassert-Generatoren nicht zu. Da die Blasegase im Leunawerk nicht verbrannt werden, sondern ungenutzt über Dach gehen, war die Staubentwicklung — bei der Enge der Betriebsanlagen im Leunawerk — nicht tragbar.

Soweit die BHT-Kokssorte 20 bis 30 mm nicht für die Carbid- und Phosphorherstellung in Anspruch genommen wird, geht sie in Drehrostgeneratoranlagen, insbesondere in das Synthesewerk Schwarzheide zur Herstellung von Unterfeuerungsgas für die Koppers-Synthesegaserzeuger. Hierdurch wird die Verfrachtung von Tieftemperaturhartkoks aus Deutzen nach der Niederlausitz erübrigt. Vergleichende Vergasungsversuche mit BHT-Koks 20 bis 30 mm und dem Restkoks der Koppers-Synthesegaserzeuger, der für die Herstellung des Unterfeuerungsgases nicht ausreicht, ergaben nennenswert höhere Vergasungswirkungsgrade beim BHT-Koks [26]. Daß BHT-Koks ein guter Vergasungsstoff für Koksgeneratoren ist, wurde schon vor Jahren durch Versuche von RAMMLER, BILKENROTH, GERLACH und BAUER [27] und letztlich durch vergleichende Versuche mit BHT-Koks und Doberluger Anthrazit im Versuchsgenerator des Institutes für technische Brennstoffverwertung [28] belegt. Neuerdings wird in einem Gaswerk BHT-Koks I bzw. II in Einzel- bzw. Einbaugeneratoren zugesetzt, um einen Teil des großstückigen Gaskokses für den Absatz frei zu machen.

Sonstige Einsatzgebiete des BHT-Kokses

Es sei hier zunächst noch erwähnt, daß einige Gießereien BHT-Koks der Sorte über 45 mm in kleinen Mengen im Kupolofen zusetzen. Das Problem der Verwendung von Braunkohlenkoks in größeren Anteilen im Gießereibetrieb kann aber nur auf dem Wege der Herstellung eines Spezialkokses, der auf zweistufigem Wege mit höherer Abriebfestigkeit und in größeren Stücken als Lauchhammer-Koks hergestellt wird, gelöst werden. Hierzu sei auf die Arbeiten von LISSNER [23, 24] verwiesen, an denen die beiden von mir geleiteten Abteilungen des Deutschen Brennstoffinstitutes mitwirken. Man kann dabei entweder von der Sorte 0 bis 3 mm des Lauchhammer-Kokses ausgehen oder einen edleren Koks aus entaschten und entschwefelten Braunkohlen des ost- oder westelbischen Gebietes herstellen.

BHT-Koks der Sorte IV (3 bis 20 mm) wird zur Gewinnung von Härtemitteln, z. B. von der Firma Goerig u. Co., Halle, laufend bezogen.

Nach Versuchen von KOPPE und STOCKLÖW [29] bei den Österreichischen Stickstoffwerken in Linz (Donau) kann BHT-Koksgrus der Körnung 0 bis 1 mm als Kohlenstoff-

[2] Mündliche Mitteilung

träger für die Reduktion von Anhydrid zur Herstellung von Gips-Schwefelsäure und Portland-Zement nach dem Müller-Kühne-Verfahren statt Steinkohlenkoksgrus nutzbar gemacht werden. Hierbei wird $^1/_4$ des $CaSO_4$ mit C zu CaS reduziert und mit den übrigen $^3/_4$ des $CaSO_4$ zu CaO, SO_2 und CO_2 nach Granulierung in Drehrohröfen umgesetzt. Es ist dabei wichtig, daß der C-Träger möglichst wenig Anteile unter 0,06 mm enthält, so daß es vorteilhaft ist, die Mahlung zu vermeiden. Es ist deshalb beabsichtigt, im Rahmen der in Lauchhammer zu errichtenden Brechanlage einen Schrägkammer-Siebwindsichter einzubauen, der das Korn 0 bis 3 mm in 0 bis 1 und 1 bis 3 mm trennt; der Sorte 0 bis 1 mm kann dann der in den Zyklonen der Kokskühler anfallende Zyklonstaub, der ebenfalls die Körnung 0 bis 1 mm besitzt, zugesetzt werden [30]. Man wird auf diese Weise auch einen für den Betrieb von Drehrohröfen des Krupp-Rennverfahrens besser als die Körnung 0 bis 3 mm geeigneten Reduktionsbrennstoff gewinnen können.

Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß überschießende Teile der Sorten I, II und III der BHT-Koksproduktion von jeher den Zentralheizungsanlagen von Gewächshäusern, Krankenhäusern u. a. zugewiesen wurden und bisweilen auch an die Bevölkerung gingen. BHT-Koks hat als Zentralheizungsbrennstoff einige Vorzüge. Seine Aschezahl ist mit 16 bis 17 g je 1000 kcal des Heizwertes niedrig. Beachtlich ist vor allem sein günstiges Schwachlastverhalten, das eine weitgehende Kleinstellbarkeit der Heizleistung in den Übergangszeiten ermöglicht, ohne daß das Feuer ausgeht.

Es sei abschließend noch bemerkt, daß nach der TGL 7710 die bislang üblichen Bezeichnungen der BHT-Kokssortimente mit I bis V oder +45, 30 bis 45, 20 bis 30, 3 bis 20 und 0 bis 3 mm durch die Kurzzeichen 45; 45/30; 30/20; 20/3; 3/1; 3/0 und 1/0 ersetzt sind. Das Kurzzeichen 3/1 bezieht sich somit auf durch Sichten vom Korn 0 bis 1 mm befreiten Koksgrus (Tabelle 5). Ein Braunkohlenhochtemperaturkoks des Korngrößenbereiches 30/20 (genau 31,5/20) mit einem Aschegehalt von höchstens 12% (A) ist mit „BHT-Koks 30/20 A — TGL 7710" zu bezeichnen. Es sind, wie aus Tabelle 5 hervorgeht, drei Aschegehaltsklassen vorgesehen.

Schlußbetrachtung

Soweit es die Zeit dieses Vortrages gestattete, haben wir den heutigen Stand des Einsatzes von Braunkohlenhochtemperaturkoks Revue passieren lassen. Natürlich konnte manches dabei nur angedeutet werden. Wir hoffen aber, daß Sie unseren Ausführungen entnommen haben, daß sich BHT-Koks in den noch nicht 10 Jahren seiner Existenz zu einem nützlichen Glied im Gefüge der Brennstoffwirtschaft der DDR entwickelt hat. Wenn es gelingt, seine Abriebfestigkeit wieder zu heben, wird sich sein Einsatzgebiet weiter verbreitern und der Nutzeffekt bei seiner Verwendung noch erhöhen lassen.

LITERATUR

[1] Bilkenroth, G., Rammler, E.: Braunkohlen-Hochtemperaturkoks. Bergbautechnik **2** (1952) S. 7—14.

[2] Rammler, E., Bilkenroth, G.: Grundlagen der Herstellung von Braunkohlen-Hochtemperaturkoks. Freib. Forsch.-H. A 13, Berlin 1953, S. 5—13.

[3] Bilkenroth, G., Rammler, E.: Über die Herstellung von Braunkohlen-Hochtemperatur-

koks und seine Verwendungsmöglichkeiten. Metallurgie und Gießereitechnik **3** (1953) S. 61—67.

[4] RAMMLER, E., BILKENROTH, G.: Herstellung und Eigenschaften von Braunkohlen-Hochtemperatur-Koks. Neue Hütte **1** (1956) S. 226—234.

[5] RAMMLER, E., NAGEL, P.: Die Erzeugung von Braunkohlen-Hochtemperaturkoks. Sonderheft „Neueste Technik auf den Gebieten der Roheisenerzeugung". (Herausgegeben vom Forschungsinstitut für Roheisenerzeugung) 1960, S. 72—80.

[6] RAMMLER, E., BILKENROTH, G.: Zur technischen Entwicklung der Braunkohlenkokerei. Freib. Forsch.-H. A 184, Berlin 1961, S. 85—112.

[7] BILKENROTH, G., RAMMLER, E.: Der derzeitige Stand der Herstellung von Braunkohlen-Hochtemperaturkoks aus feinkörnigen Briketts in der Deutschen Demokratischen Republik. Bergbautechnik **11** (1961) S. 171—175.

[8] RAMMLER, E., HEIDE, K., FISCHER, W.: Versuche zur schonenden Zerkleinerung von Braunkohlen-Hochtemperaturkoks für die Karbidindustrie. Freib. Forsch.-H. A 190, Berlin 1961, S. 21—81.

[9] SÄUBERLICH, K.: Über die Verhüttung von Eisenerz in Niederschachtöfen. Metallurgie und Gießereitechnik **2** (1952) S. 129—140.

[10] SÄUBERLICH, K., BAAKE, R.: Probleme der Roheisenerzeugung im Niederschachtofen. Metallurgie und Gießereitechnik **4** (1954) S. 55—60.

[11] SÄUBERLICH, K.: Entwicklung des Niederschachtofenverfahrens in der Deutschen Demokratischen Republik. Neue Hütte **1** (1956) S. 193—201.

[12] BAAKE, R.: Bauliche Merkmale der Niederschachtöfen in der Deutschen Demokratischen Republik. Neue Hütte **1** (1956) S. 202—213.

[13] LUX, H.-J.: Betriebserfahrungen mit Niederschachtöfen in der Deutschen Demokratischen Republik. Neue Hütte **1** (1956) S. 216—225.

[14] SÄUBERLICH, K., LUX, H.-J.: Untersuchungen über die Leistung der Niederschachtöfen im VEB Eisenwerke West in Calbe und Versuche zur Steigerung der Produktion durch Erhöhung der Windmenge. Neue Hütte **3** (1958) S. 294—300.

[15] SCHILLING, W., REIMANN, D.: Die technische und wirtschaftliche Weiterentwicklung des Niederschachtofenverfahrens im VEB Eisenwerke West in Calbe/Saale. Neue Hütte **3** (1958) S. 683—689.

[16] SÄUBERLICH, K., RICHTER, G., STRIEGEL, H.: Der Einfluß konstruktiver Veränderungen der Niederschachtöfen des Werkes Calbe auf die Betriebskennziffern. Symposium anläßlich der 10. Wiederkehr des 1. Roheisenabstiches im VEB Niederschachtofenwerk Calbe (Saale). Neue Hütte **7** (1962) S. 199—205.

[17] LUX, H.-J.: Betriebliche Fortschritte und Erfolge bei der Roheisenerzeugung in Niederschachtöfen. Symposium anläßlich der 10. Wiederkehr des 1. Roheisenabstiches im VEB Niederschachtofenwerk Calbe (Saale). (— Erscheint in der Neuen Hütte.

[18] LÜDEMANN, K.-F.: Beitrag zur Metallurgie des Niederschachtofens. Neue Hütte **3** (1958) S. 523—533.

[19] LÜDEMANN, K.-F., EBERT, R., KÄSTNER, R.: Beitrag zur Anwendung der Regressionsanalyse auf Probleme des Niederschachtofenbetriebes. Neue Hütte **6** (1961) S. 325 bis 333.

[20] LÜDEMANN, K.-F., EBERT, R.: Zur Metallurgie des Niederschachtofenverfahrens bei Verwendung von Braunkohlen-Hochtemperaturkoks. Vortrag, gehalten am 21. September 1960 auf dem Symposium „Eisen und Braunkohle" in Portorož (Jugoslawien).

[21] STRUVE, G. v., EBERT, R.: Neue Erkenntnisse über die Roheisenerzeugung in den Niederschachtöfen der Deutschen Demokratischen Republik. Bergakademie **10** (1958) S. 229—235.

[22] REIMANN, D., BÜRGER, H.: Untersuchung der Abhängigkeit von Betriebskenngrößen der Niederschachtöfen in Calbe (Saale) auf Grund mathematisch-statistischer Auswertung. Neue Hütte **6** (1961) S. 276—283.

[23] LISSNER, A.: Grundsätzliches zur Frage der Verkokung nichtbackender Kohle. Freib. Forsch.-H. A 23, Berlin 1954, S. 90—101.

[24] LISSNER, A., RAMMLER, E.: Edelkoks aus Braunkohlen. Freib. Forsch.-H. A 119, Berlin 1958, S. 47—60.

[25] STRIEBEL, H., unter Mitarbeit von FISCHER, H.: Anforderungen des Calciumcarbidofens an die Koksqualität. Freib. Forsch.-H. A 140, Berlin 1959, S. 48—63.
[26] RAMMLER, E., KRAHL, B., MODDE, P., KRAUSE, D.: Vergleichende Vergasungsversuche mit Koppers-Restkoks und BHT-Koks in der Drehrostgeneratorenanlage des Synthesewerkes Schwarzheide. Erscheint im Freiberger Forschungsheft A 306.
[27] RAMMLER, E., GERLACH, G., BILKENROTH, G., BAUER, K.: Vergasungsversuche mit Braunkohlen-HT-Koks verschiedener Körnung im Drehrostgenerator. Freib. Forsch.-H. A 30, Berlin 1954, S. 5—45.
[28] RAMMLER, E., GÖHLER, P.: Vergasungsversuche mit Doberluger Anthrazit und BHT-Koks im Versuchsdrehrostgenerator des Institutes für technische Brennstoffverwertung. Erscheint im Freiberger Forschungsheft A 306.
[29] KOPPE, STOCKLÖW: Nicht veröffentlichter Versuchsbericht.
[30] RAMMLER, E., KUBASCH, A., KOHL, M.: Untersuchungen zur Aussichtung von Feinkorn (0 bis 1 mm) aus Braunkohlenkoksen mit dem Schrägkammer-Siebwindsichter. Freib. Forsch.-H. A 200, Berlin 1961, S. 126—164.

DISKUSSION

Prof. Dr.-Ing. HOLLWEG, Freiberg/Halle:

Ich kenne die Ergebnisse aus Calbe, die Herr Prof. RAMMLER vorgetragen hat, aus einer anderen Sicht her und glaube deshalb, daß sich mit der Verbesserung der Koksqualität der Einsatz in Calbe weiter steigern lassen wird. Calbe stellt, wenn ich mich recht erinnere, etwa 350000 t Roheisen pro Jahr her. Wenn man also mit 1,8 kg/kg Roheisen rechnet, wird man unter günstigen Umständen insgesamt etwa 600000 t Braunkohlenkoks und Steinkohlenkoks im Jahr brauchen. Davon könnten 70 oder 80% BHT-Koks sein. Das würde also einen Bedarf von 400000 bis 450000 t stückigen Koks ergeben, wenn man alle Möglichkeiten in Calbe ausschöpft.

Dazu die Ergänzungsfrage: Welche Mengen BHT-Koks kann ferner die Karbidindustrie aufnehmen und welche Mengen können in der chemischen Industrie untergebracht werden? Ist der Bau und die Produktion der 1., 2. oder 3. Kokerei im Kombinat „Schwarze Pumpe" danach notwendig, möglich oder unwahrscheinlich?

Prof. Dr.-Ing. RAMMLER, Freiberg:

Die Frage des Baues von ein oder zwei weiteren Kokereien können wir hier wohl kaum erörtern. Ich möchte nur darauf hinweisen, daß man seltsamerweise oft meint, Braunkohlenkoks dürfe für solche gewöhnliche Absatzsektoren, wie es die Zentral- und Etagenheizungen des Hausbrandes sind, nur im Notfall eingesetzt, aber nicht absichtlich dafür erzeugt werden. Dem steht entgegen, daß man in den Steinkohlenkokereien den Absatz von Hausbrandkoks stets als ein legitimes und wertvolles Glied des Absatzgefüges von Steinkohlenkoks betrachtet hat, und es gab und gibt Kokereien, deren Produktion nahezu gänzlich auf den Hausbrandabsatz ausgerichtet ist. Bei uns ist man offenbar der Ansicht, BHT-Koks in den Hausbrandsektor zu schicken, sei ein Verbrechen, und dürfe also nur geschehen, wenn der Koks einmal gar nichts tauge. Eine solche Blickrichtung ist falsch.

Wir sind in der weiteren Entwicklung unserer Eisenindustrie nicht so kühn wie die Rumänische Volksrepublik, die, wie man hört, das Doppelte unserer Roheisenproduktion künftig erzeugen will, wobei angestrebt werden soll, die Hälfte des Koksbedarfes zum größten Teil aus einheimischen Quellen, nämlich durch die Herstellung von Formkoks aus Briketts, die aus Glanzbraunkohlen, backender Steinkohle und Erdölbitumen hergestellt werden, zu bestreiten. Wir werden mit einer wesentlichen Steigerung der Roheisenproduktion auf Grund unserer schmalen Erzbasis kaum rechnen können. Eine der letzten „Erzreserven" ist das in den Kraftwerksaschen der Niederlausitz enthaltene Eisen, dessen Nutzbarmachung aber noch im Bereich der Forschung liegt. Somit kommt — von dem möglichen Koksbedarf für die Verhüttung

dieser Aschen in einem Niederschachtofenwerk abgesehen — für den weiteren BHT-Koksbedarf die Erweiterung des Absatzes an die Karbidindustrie im Rahmen des jetzt vor sich gehenden Ausbaues der Acetylenchemie auf der Basis Kalk–Koks in Betracht. Ein künftiger weiterer Ausbau der Azetylen- und Äthylen-Chemie wird allerdings wohl nicht mehr auf der Kalk-Koks-Basis, sondern — trotz des günstigen Preises der Braunkohlenenergie — auf der Öl- und Erdgasbasis vor sich gehen. Wenn wir zum Bedarf der chemischen Industrie hinzurechnen, daß auch die Zentralheizung und der Hausbrand allgemein ein Anrecht auf Koks haben, dann wäre meiner Meinung nach der Bau einer weiteren Kokerei gerechtfertigt. Die weitere Entwicklung vermag ich nicht zu übersehen.

Eignung von Braunkohlenschwelkoks zur CS_2-Herstellung

Von Artur Wilke, Premnitz[1]

Bedeutung des CS_2

Die nachfolgenden Ausführungen sollen die Einsatzmöglichkeit von Braunkohlenschwelkoks zur Herstellung von Schwefelkohlenstoff behandeln. Die dazugehörigen Produktionsanlagen sind im Vergleich zu anderen in der chemischen Industrie gebräuchlichen zwar äußerlich, der Ausdehnung und dem Raumbedarf nach, von einer verhältnismäßig bescheidenen Größenordnung, der dabei anfallende Schwefelkohlenstoff ist jedoch als kennzeichnendes Erzeugnis der Grundchemie, wie in ähnlichen Fällen anderer Art, volkswirtschaftlich betrachtet von erheblicher Bedeutung.

Im Vordergrund steht die Verwendung von CS_2 für die Erzeugung von Chemie-Regeneratfasern, also von Kunstseide und Zellwolle auf Zellstoffbasis. Ein weiteres wichtiges Endprodukt ist der Tetrachlorkohlenstoff, außerdem werden unmittelbare und mittelbare Export-Lieferungen gefordert. Es können an dieser Stelle keine näheren Erläuterungen über die Chemiefasern, die als Hauptbedarfsträger in Erscheinung treten, gegeben werden; daher mag der Hinweis genügen, daß die erwähnten Regeneratfasern immer noch etwa 70% der Gesamtproduktion an Chemiefasererzeugnissen umfassen, trotz der nicht abzustreitenden, zunehmenden Bedeutung der auf anderer Rohstoffgrundlage hergestellten synthetischen Fasern. In letzter Zeit ist sogar eine Neuentwicklung auf dem Gebiet der Regeneratfasern im Gange, die einen Rückgang im Verbrauch von CS_2 ohnehin unwahrscheinlich macht.

Bei diesem Einsatz von Schwefelkohlenstoff wird über die Chemiefasern und die daraus hergestellten textilen Fertigerzeugnisse eine beträchtliche Wertsteigerung zustande gebracht, die in primitiver Beweisführung daraus ersichtlich ist, daß aus 1 kg CS_2 mit einem Wert von etwa DM 0,50 3 bis 5 kg Rohfasertypen entstehen mit einem Wert von bereits DM 20, die wiederum fertige Textilwaren mit einer Bewertung von etwa DM 250 ergeben.

In den Jahren nach 1945 hat die Braunkohle in ihrer veredelten Variante als Schwelkoks für die Herstellung von Schwefelkohlenstoff zusätzlich an Bedeutung gewonnen. Ein Überblick über diese Zusammenhänge, der mit einigen wichtigen Teilproblemen der Einsatzmöglichkeiten, Begutachtung und Wirtschaftlichkeit vertraut machen soll, erscheint daher gerechtfertigt, auch wenn er mit Rücksicht auf die beschränkte Zeit lediglich in einer Kurzfassung wiedergegeben werden kann.

[1] An Stelle des erkrankten Autors vorgetragen von Herrn Dr. Heintke.

Entwicklung der CS_2-Herstellung

Die Herstellung von Schwefelkohlenstoff erfolgte seit Jahrzehnten nach dem Retortenverfahren, wobei es allerdings unterschiedliche Retortentypen gab. Außerdem lagen Abweichungen bei den dazugehörigen Arbeitsphasen der Rohstoffvorbereitung und der Rückgewinnungsmethoden vor. Neuerdings werden in ständig zunehmendem Umfang, international gesehen, Reaktionsöfen mit elektro-thermischer Beheizung unter Ausnutzung des elektrischen Widerstandes der kohlenstoffhaltigen Füllung verwendet. In beiden Fällen aber kommen als Rohstoffe, ganz im Sinne des chemischen Symbols CS_2, ausschließlich fester Schwefel und ein geeignetes kohlenstoffhaltiges Grundmaterial in Frage.

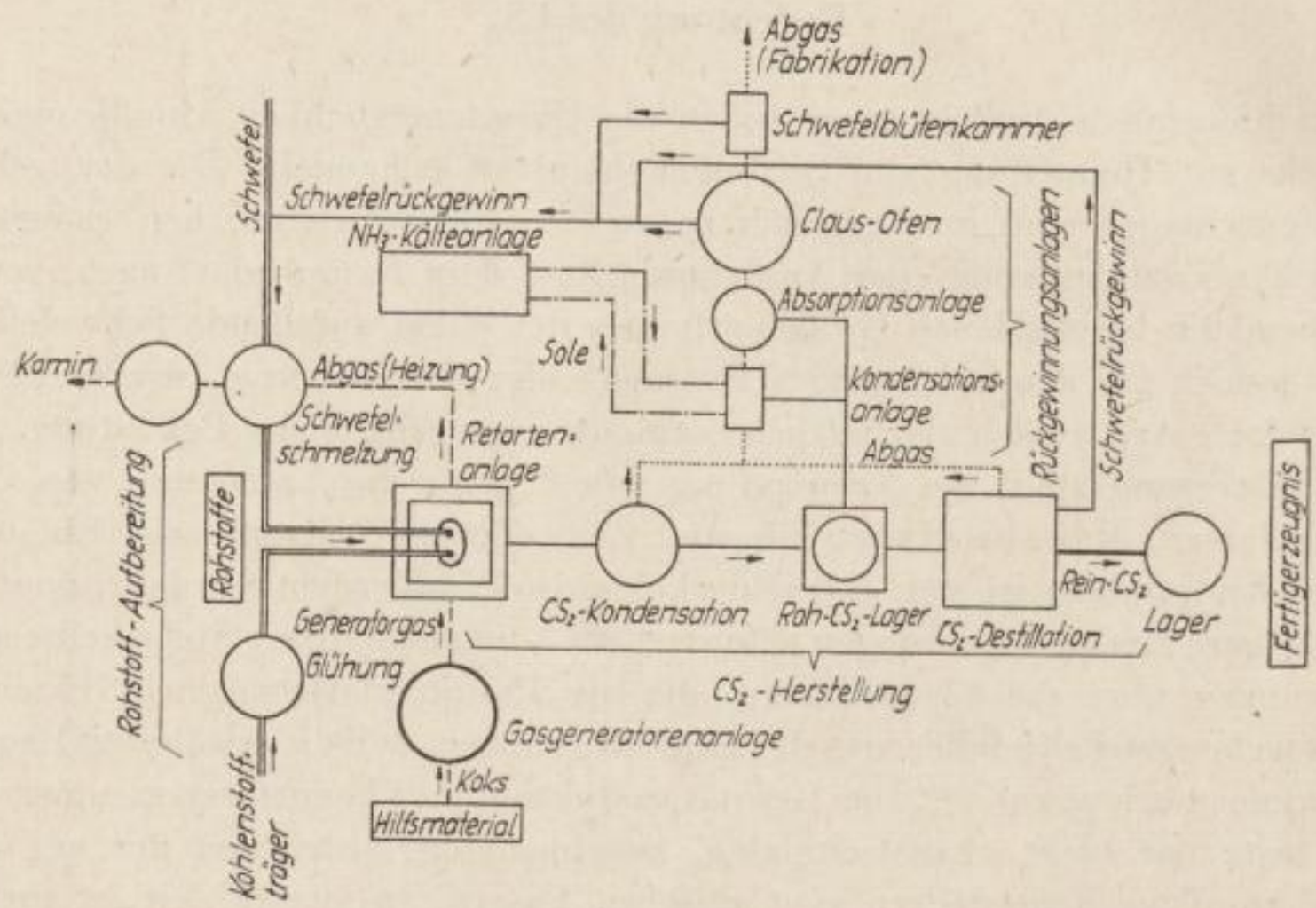

Abb. 1. Fabrikationsgang der CS_2-Erzeugung

Der Fabrikationsgang ist dem Wesen nach wenig kompliziert und aus Abbildung 1 ersichtlich. Die beiden genannten Rohstoffe werden einer geeigneten Vorbehandlung unterzogen, beim C-Träger einer Trocknung und gegebenenfalls Glühung, beim Schwefel einer Reinigung durch Filtration und einem Schmelzvorgang. In den Retorten oder im Reaktionsofen erfolgt dann bei einer Temperatur bis zu etwa 1000 °C die Synthese. Der sich bildende Schwefelkohlenstoff wird in Kondensationsvorlagen verflüssigt und in einer sich anschließenden Destillationsanlage, vor der sich üblicherweise noch ein Zwischenlager befindet, auf den erforderlichen Reinheitsgrad gebracht. Die Restgase aus den Vorlagen des Retortenhauses werden aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und mit Rücksicht auf die Lufthygiene möglichst weitgehend aufgearbeitet. CS_2 wird durch Kondensation und Absorption und Schwefel aus dem gleichzeitig entstehenden Schwefelwasserstoffanteil durch Kontaktverbrennung zurückgewonnen.

Der Einfluß der Rohstoffe auf die Herstellungskosten ist erheblich. In Abbildung 2 sind die in Frage kommenden anteiligen Zahlen für die verschiedenen Unkostenarten

dargestellt. Die Aufteilung gilt bereits für Braunkohlenschwelkoks als Einsatzmaterial. Bei Holzkohle wird das Verhältnis mit Schwergewicht nach der Rohstoffseite hin noch wesentlich ausgeprägter. Holzkohle war aber bis zum Jahre 1945 wohl in allen Ländern ausschließlich der Grundstoff zur Lieferung des notwendigen C-Anteiles. Auf eine eindeutige Beurteilung wurde früher wenig Wert gelegt. Man richtete sich nach dem C-Gehalt, nach der Ausbeute an flüchtigen Bestandteilen und mit Hilfe von Schnellmethoden nach der elektrischen Leitfähigkeit. Die reichlich vorliegenden, praktischen Erfahrungen führten zu der Einsicht, daß eine Holzkohle aus Buche, in Retorten hergestellt, die günstigsten Arbeitsbedingungen zur Folge hatte. Es ist jedoch inzwischen überall eine gleichartige Entwicklung feststellbar, die zum Ziel hat, die Holzkohle als Rohstoff künftig aufzugeben, da die Preise laufend angestiegen sind und außerdem auf Grund volkswirtschaftlicher Überlegungen eine Schonung der Waldbestände und infolgedessen eine Einschränkung des Holzverbrauches zur Pflicht wurde.

In der DDR trat auf Grund der vorliegenden geologischen Verhältnisse verständlicherweise die Braunkohle in den Vordergrund, und zwar erwies sie sich in Form von Schwelkoks-Hartbriketts als geeignet. Versuche dieser Art wurden auch anderwärts durchgeführt. Die in der DDR eingeleiteten Maßnahmen verliefen erfreulicherweise jedoch besonders erfolgreich. Nach einer Übergangszeit mit gemischtem Material glückte erstmalig im Werk Premnitz der ausschließliche Einsatz von Braunkohlenschwelkoks, so daß etwa vom Jahre 1954 ab — anschließend auch in den übrigen Werken — bis auf weiteres nicht mehr mit Holzkohle gearbeitet zu werden brauchte. Unvermeidliche Folgen waren dabei eine vertretbare Einbuße an Produktionskapazität sowie ein höherer spezifischer Verbrauch des C-Trägers. Die Produktionskapazität fiel jedoch bei der in der DDR zustande gekommenen Arbeitsweise gegenüber Holzkohle nur auf etwa 70% ab, während im Ausland maximal rund 40% erreicht wurden. Trotz des höheren spezifischen Verbrauches war aber ein außerordentlich günstiger Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit vorhanden, wie der Vergleich der Unkosten für den C-Träger bei Holzkohle und Schwelkoks nach Abbildung 3 eindeutig erkennen läßt.

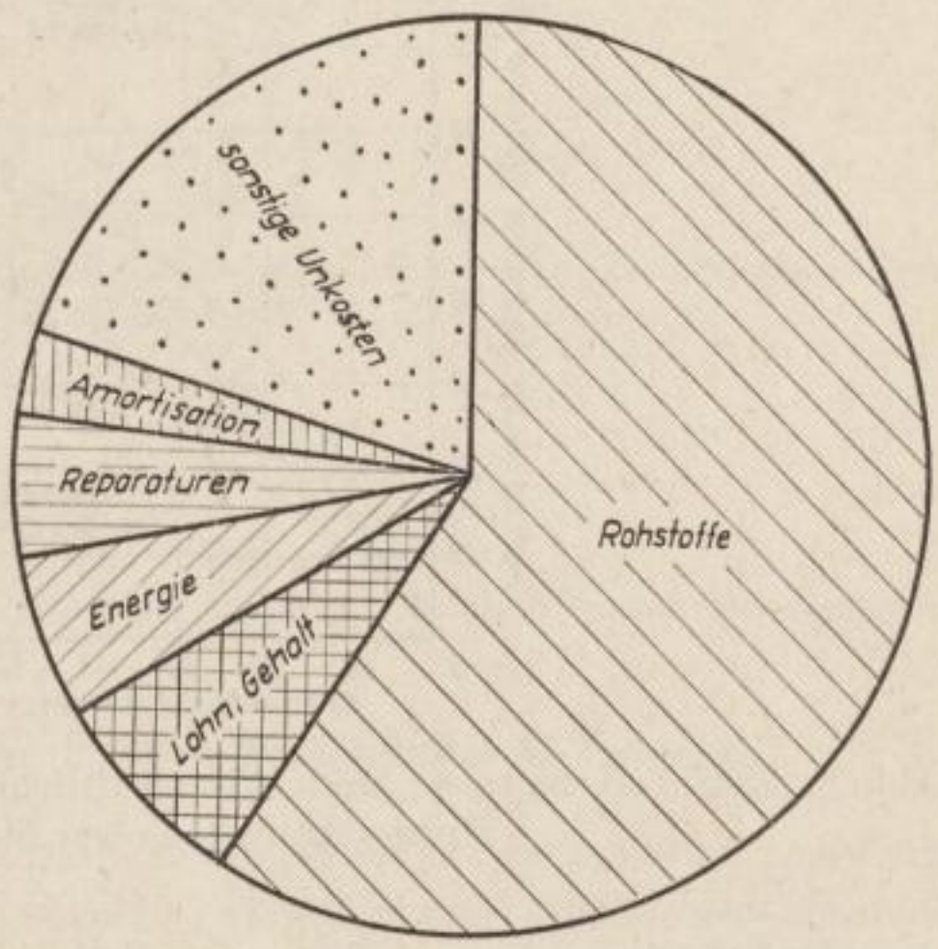

Abb. 2. Aufteilung der Unkostenarten für die CS_2-Erzeugung

Immerhin mußten die zwei entgegengesetzt liegenden Folgen Beachtung finden, d. h. also günstigere Selbstkosten, aber sinkende Produktionskapazität. Solange jedoch die Produktionskapazität aller vorhandenen CS_2-Anlagen zusammengefaßt gegenüber dem vorliegenden Bedarf völlig ausreichte, waren naturgemäß auch keine Schwierigkeiten zu erwarten. Einen Gesamtüberblick über die Produktionsverhältnisse mit Holzkohle und mit Braunkohlenschwelkoks als C-haltige Grundmaterialien gibt

Abbildung 4, in der auch die steigende Produktionsmenge bei Holzkohle ersichtlich ist, wobei allerdings eine Ausbeute zugrunde gelegt wurde, die bei der jetzigen, wechselnden Meilerqualität gar nicht mehr erreicht wird; die Wirtschaftlichkeit ist dabei in jedem Falle geringer.

Eine neue Situation entstand etwa ab 1960, als einmal der Schwefelkohlenstoffbedarf, vor allen Dingen auch für die zu erwartenden Perspektivzahlen der nächsten Jahre, beträchtlich anstieg und gleichzeitig leider eine zunehmende Verschlechterung

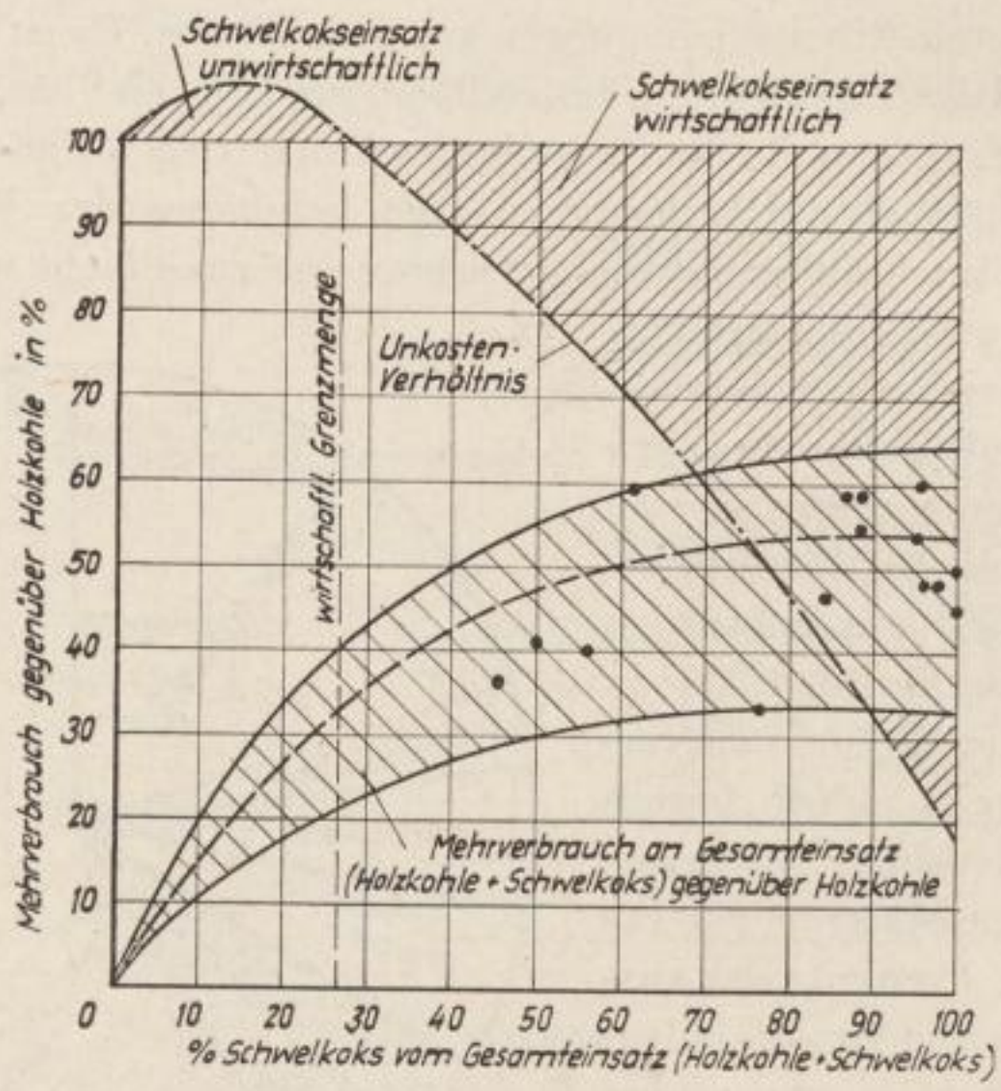

Abb. 3. Einsatzverhältnisse und Wirtschaftlichkeit bei Braunkohlenschwelkoks gegenüber Holzkohle als C-Träger für die CS_2-Herstellung

der Qualität beim Braunkohlenschwelkoks einsetzte. Bislang galten verschärfte Anforderungen nicht als notwendig, da die ursprüngliche Beschaffenheit keinerlei Schwierigkeiten zur Folge hatte. Es gab zeitweise zwar u. a. Wünsche wegen einer Veränderung des Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen; der Aschengehalt, der in der letzten Zeit auf Werte von 20% und mehr, bei gleichzeitig vorliegenden erheblichen Schwankungen bis annähernd 30% als Folge eines unvermeidbaren, geologisch bedingten Zustandes der Rohkohle anstieg, war jedoch früher mit etwa 10 bis 12% völlig befriedigend. Der Qualitätsabfall beim Braunkohlenschwelkoks hatte aber nunmehr eine weitere bedenkliche Kapazitätsminderung bei der CS_2-Herstellung selbst zur Folge, und zwar aus verschiedenen Gründen, insbesondere:

a) durch den direkten Einfluß der sinkenden C-Menge,
b) indirekt durch die notwendig werdenden verstärkten Reinigungsperioden der Retorten,
c) infolge instabiler Arbeitsverhältnisse auf Grund der schwankenden, ungleichmäßigen Qualität des Braunkohlenschwelkokses.

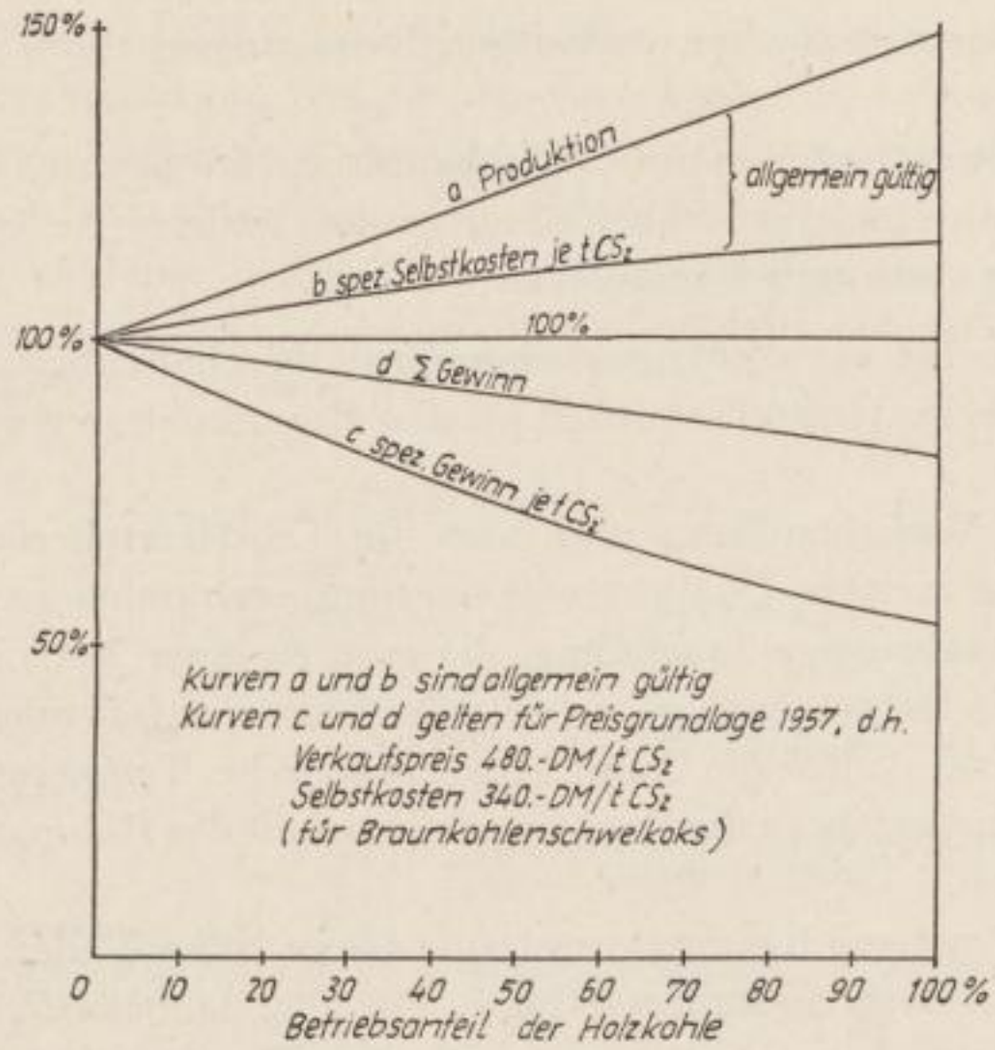

Abb. 4. Anteilige Veränderung der Produktionshöhe und der Unkosten bei der CS_2-Herstellung für Holzkohle und Braunkohlenschwelkoks als C-Träger

Folgerungen:

Einsatz von Holzkohle
1. Steigerung der Produktion bis zu 50%
2. Mäßige Steigerung der Selbstkosten bis zu 20%
3. Verminderung des absoluten Gewinns bis zu 20%

4. Schwelkoks → größte Wirtschaftlichkeit
5. Volkswirtschaftlicher Vorteil bei Holzkohle infolge Produktionssteigerung

Technisch-wissenschaftliche Untersuchungen des C-Trägers

Während bislang für die Begutachtung des C-Trägers in erster Linie die praktische Erfahrung maßgebend war, ergab sich aus den entstandenen Verhältnissen nunmehr die Notwendigkeit einer eingehenden Behandlung in technisch-wissenschaftlichem Sinne.

Eine zusätzliche Begründung für die Berechtigung einer solchen Arbeitsweise folgt auch aus der Höhe des bislang erreichten Ausbeuteeffektes für die beiden Rohstoffe, worunter bekanntlich das Verhältnis zwischen der nach stöchiometrischen Grundlagen theoretisch möglichen Anteilmenge und der wirklich vorliegenden Verbrauchsmenge zu verstehen ist. Bei Schwefel liegt dieser Zahlenwert recht gleichmäßig in einer für chemische Arbeitsprozesse völlig zufriedenstellenden Größenordnung von etwa 90%, bei dem Kohlenstoff jedoch ist der Wirkungsgrad wesentlich ungünstiger, da höchstens Zahlenwerte von etwa 70% erreicht werden, die überdies noch stärkere Schwankungen zeigen und bis zu einer unteren Grenze von etwa 50% gehen. Der Vollständigkeit halber soll an dieser Stelle noch erwähnt werden, daß Rohstoffschwierigkeiten bei Schwefel ohnehin nicht vorhanden sind, da es in der DDR erfreulicherweise möglich ist, ausschließlich Rückgewinnungsschwefel aus der Braunkohlenveredlung zu verwenden, der in höchster Annäherung als chemisch rein zu bezeichnen ist, wogegen Schwefelsorten mineralischer Herkunft erheblich größere Sorgen bereiten können und

in der Regel einer gewissenhaften vorherigen Reinigungsmethode unterzogen werden müssen.

Die Verbesserungsmaßnahmen auf der Rohstoffseite müssen sich daher vorzugsweise auf den C-Träger konzentrieren. Dabei können neben anderen Aufgabenstellungen drei Sonderprobleme als vordringlich angesehen werden:

a) Es ist eine möglichst zweckentsprechende Grundbeschaffenheit anzustreben, deren Verwirklichung beim Herstellerbetrieb für den Braunkohlenschwelkoks selbst liegen muß.
b) Eine geeignete Vorbehandlung muß sich im CS_2-Herstellerbetrieb anschließen, wenn damit eine weitere Qualitätsverbesserung verbunden ist. Dazu gehört auf jeden Fall eine vollwertige Trocknung, die u. a. zu einer Verringerung der Abgasmenge hinter der Retortenanlage unter teilweisem Fortfall unerwünschter Nebenbestandteile führt. Außerdem kann eine zusätzliche Temperatursteigerung nach unterschiedlichen Verfahren die Reaktionsfreudigkeit des Rohmaterials in günstigem Sinne beeinflussen.
c) Eine unbedingt notwendige Voraussetzung ist in allen Fällen eine der Betriebspraxis angepaßte Begutachtungsmethode, die eine schnelle Feststellung der Eignung von irgendwelchen C-haltigen Ausgangsstoffen für eine Umsetzung zu CS_2 gestattet.

Da ein zufriedenstellendes Ergebnis für die beiden ersten Aufgabenstellungen nur zu erzielen ist, wenn die dritte Forderung ebenfalls erfüllt ist, so soll auf die damit in Verbindung stehenden Gesichtspunkte zuerst eingegangen werden. Die einfachste Lösung würde sich durch Inanspruchnahme geläufiger, physikalischer Kennwerte ergeben, einzeln oder in zweckentsprechender Zusammenfassung, wofür in erster Linie in Frage kommen könnten:

C-Gehalt, Aschengehalt, flüchtige Bestandteile, Zündpunkt, Teeranteile usw.

Zusammenhänge dieser Art sind zweifellos vorhanden. Frühere Untersuchungen aus den Jahren 1956/57 an C-haltigen Rohstoffen anderer Art, die als Gemeinschaftsarbeit mit dem Institut für Technische Brennstoffverwertung an der Bergakademie Freiberg entstanden und mit ihren Ergebnissen in den „Freiberger Forschungsheften" [1] veröffentlicht wurden, haben derartige Zusammenhänge schon erkennen lassen. Obgleich die Arbeiten damals nicht fortgesetzt werden konnten, ergab sich bereits, wie die graphische Gegenüberstellung von Entgasungstemperatur, flüchtigen Bestandteilen und Gasausbeute in Abbildung 5 ersichtlich werden läßt, die Tatsache einer vielseitigen, funktionalen Abhängigkeit. Trotz dieser nachgewiesenen Zusammenhänge blieb aber die Schwierigkeit einer eindeutigen Bezugsgrundlage bestehen, nachdem weitere Laboratoriumsversuche neuester Zeit erkennen ließen, daß die Beziehungen uneinheitlich und widersprechend waren. Es hatte danach nunmehr eine geänderte Arbeitsrichtung mit umfassenderer Zielstellung einzusetzen. Sie kann wiederum durch drei Gesichtspunkte gekennzeichnet werden:

a) Eine „unmittelbare" Schwefelreaktivität wird als neuer Begriff eingeführt, nachdem festgestellt wurde, daß sich die in der kokserzeugenden Industrie sonst übliche Feststellung der Reaktionsfähigkeit gegenüber CO_2 bei 600/900 °C als unbrauchbar erwies.

b) Hierfür war die Ausarbeitung einer spezifischen „Konventionsmethode" mit relativen Zahlenwerten notwendig, die für den Zweck der CS_2-Erzeugung eine wechselseitige Bewertungs- und Vergleichsmöglichkeit von C-haltigem Rohmaterial zulassen.

c) Im Anschluß daran könnte im Sinne der obigen Ausführungen die Ermittlung einer etwaigen Parallelität mit bekannten sonstigen Kenngrößen physikalischer Art erfolgen, die dann u. U. auf bequeme Weise ebenfalls eine Gesamtbegutachtung ermöglichen würde.

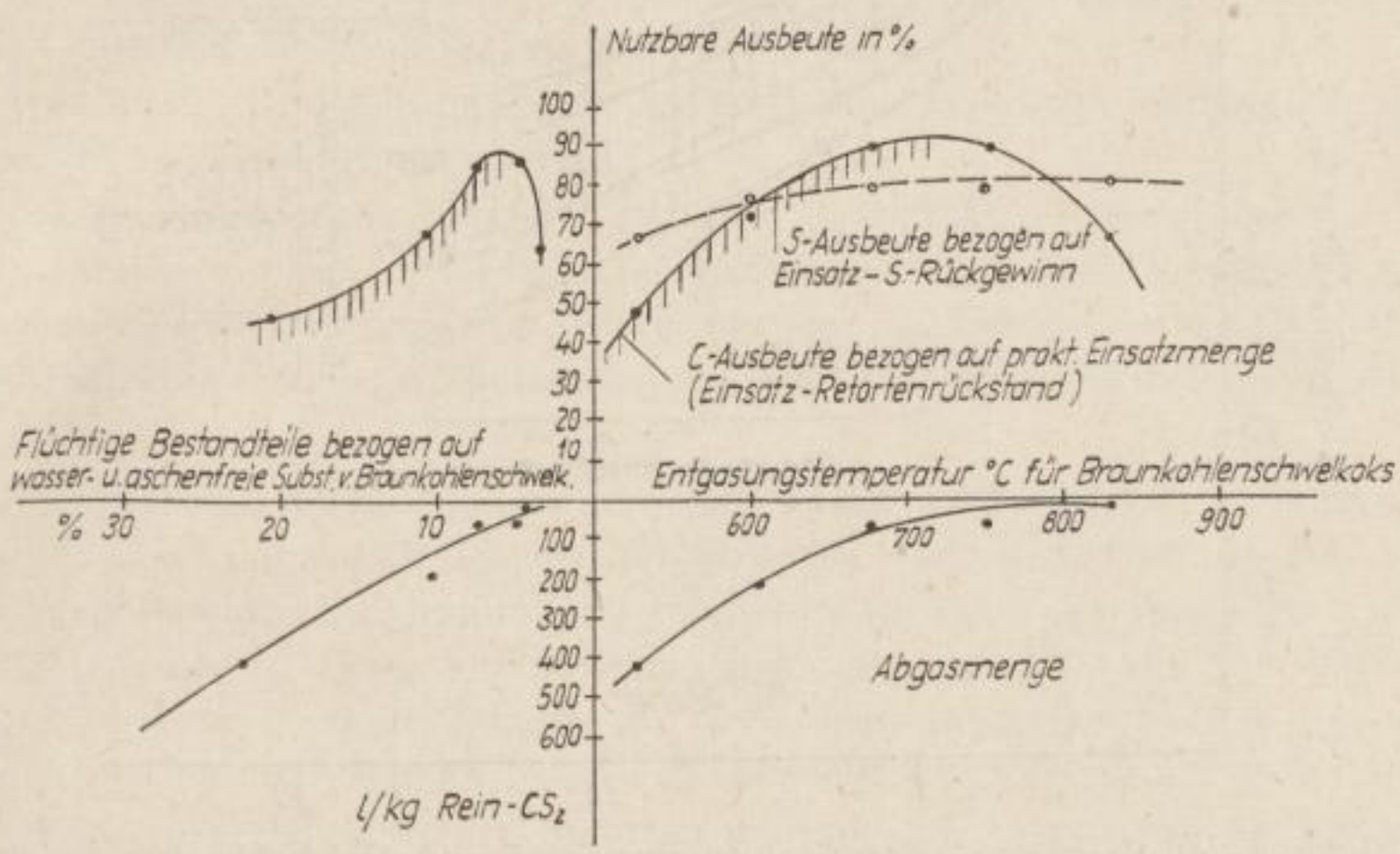

Abb. 5. Zusammenhänge zwischen physikalischen Kennwerten für eine bestimmte Sorte Braunkohlenschwelkoks bei einem Einsatz zur CS_2-Herstellung

Das vorläufige Ergebnis der in letzter Zeit durchgeführten Arbeiten und Entwicklungsmaßnahmen [2] ist eine Laboratoriumsapparatur, die inzwischen bereits vielfach zur Anwendung gebracht wurde und einen Überblick hinsichtlich der Bewertung verschiedenartiger C-haltiger Ausgangsstoffe vermitteln könnte. Die Methodik zur Bestimmung der Reaktivität des C-Trägers erbrachte gut reproduzierbare Werte.

Danach ergeben sich grob eingeschätzt für die verschiedenen C-Träger folgende Bewertungsziffern:

für die bisherigen Schwelkokssorten aus dem mitteldeutschen Braunkohlengebiet 30 bis 40 Einheiten,
für gut ausgewählte Schwelkokssorten aus dem Niederlausitzer Gebiet bis zu etwa 60 Einheiten,
für Hochtemperaturkoks demgegenüber nur 5 Einheiten,
und für Holzkohle, wie sie zur Verfügung steht, überraschenderweise auch nicht mehr als ca. 60 Einheiten.

Einen guten Überblick über die negativen Folgen eines ansteigenden Aschengehaltes gibt Abbildung 6, in der der Abfall der Schwefelreaktivität, der verständlicherweise fast genau proportional mit dem Anstieg der Aschenmenge verläuft, dargestellt ist; auch der Einfluß der Schweltemperatur ist daraus ersichtlich.

Die Versuche zur Begutachtung verschiedener C-Träger werden mit Nachdruck fortgesetzt. Aus den bisherigen Ergebnissen konnten unter dem Vorbehalt einer späteren Berichtigung folgende Einsichten inzwischen bereits abgeleitet werden:

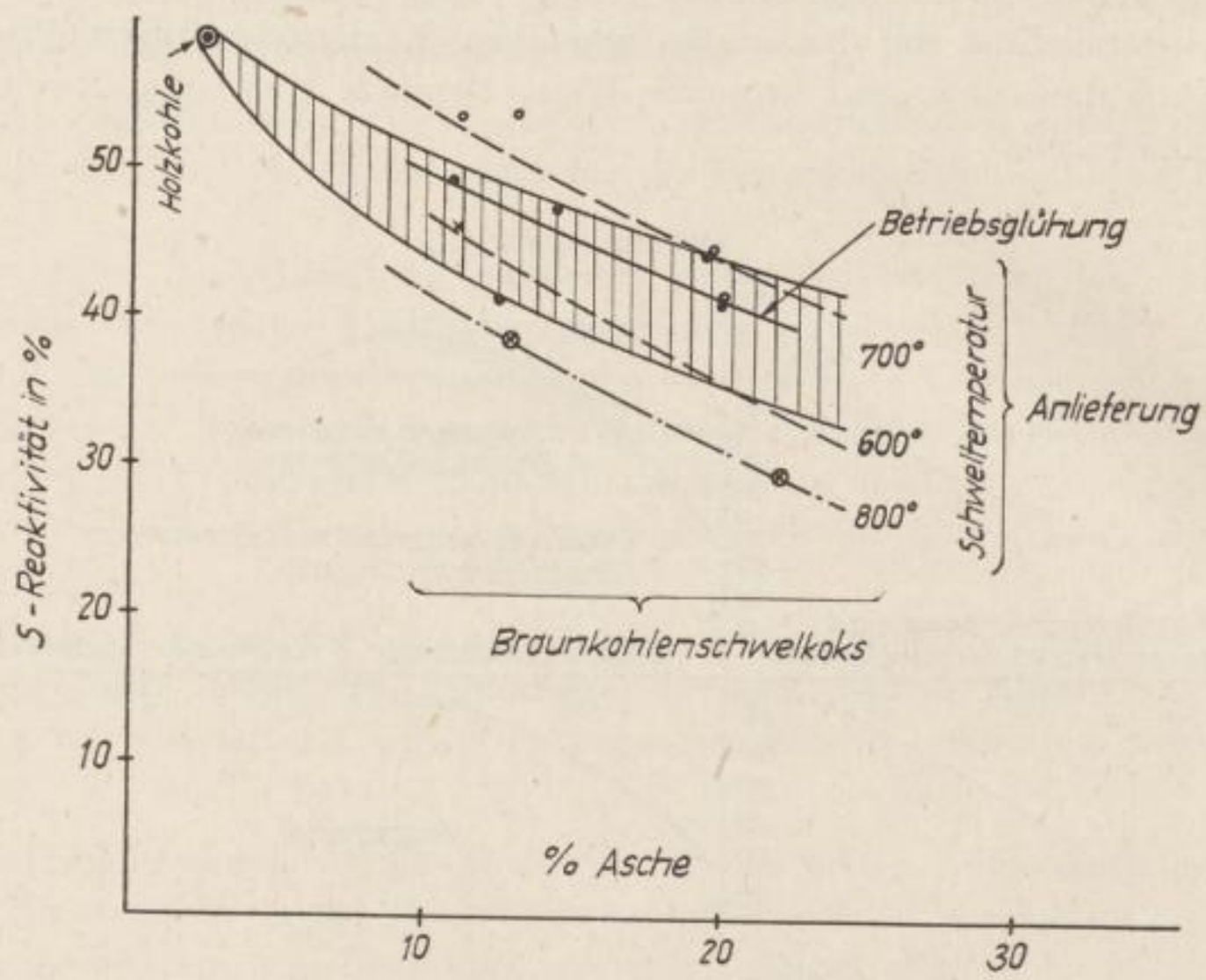

Abb. 6. Eignung von C-Trägern (Braunkohlenschwelkoks und Holzkohle) für die CS_2-Herstellung bei unterschiedlichem Aschengehalt

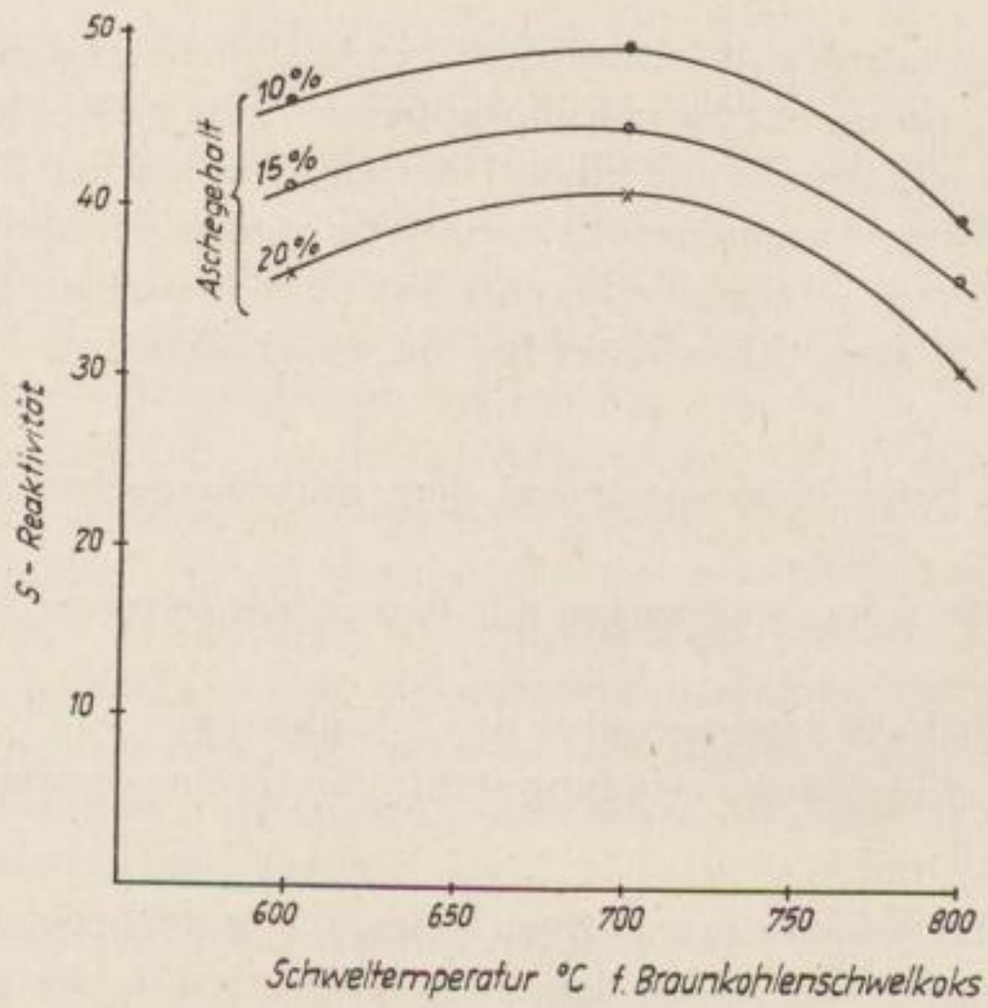

Abb. 7. Eignung von Braunkohlenschwelkoks als C-Träger für die CS_2-Herstellung unter Berücksichtigung verschieden hoher Schweltemperaturen

a) Die Glühtemperatur des C-Trägers bei der Herstellung sowie bei einer etwaigen nachträglichen Behandlung unmittelbar vor der Verwendung ist offensichtlich zweifellos von größter Bedeutung; in Übereinstimmung mit den bereits früher erwähnten Versuchen scheint es auf jeden Fall ein Temperaturoptimum zu geben; eine exakte Festlegung, gesondert für jeden einzelnen C-Träger, liegt zwar noch nicht vor, im Durchschnitt ist aber offenbar eine Temperatur zwischen 650 und 700 °C am günstigsten, wie auch die letzten Untersuchungen nach Abbildung 7 wieder erkennen lassen, während Temperaturen, die darüber hinausgehen, sehr schnell einen sprunghaften Abfall der Schwefelreaktivität zur Folge haben.
b) Als vorteilhafte Größenordnung für den Anteil der flüchtigen Bestandteile konnten 8 bis 12% zugrunde gelegt werden.
c) In gleicher Weise ist der Restteergehalt auf 0,3 bis 0,8% zu beschränken.
d) Der Aschengehalt soll so niedrig wie möglich sein; auf keinen Fall darf aber ein Mengenanteil von 20% überschritten werden. Es handelt sich dabei eigentlich bereits um eine extreme Größenordnung, die normalerweise als unzulässig anzusehen ist.

Die Korngröße ist für die Umsetzung selbst weniger bedeutungsvoll; sie ist dagegen wichtig für einen einwandfreien, betriebssicheren, technologischen Ablauf. Bei den Abnehmern bestanden bislang in dieser Hinsicht zuweilen unterschiedliche Ansichten. Es erscheint auch an dieser Stelle nicht angebracht, auf die Vorteile und Nachteile im einzelnen unter Berücksichtigung der verschiedenen gebräuchlichen Apparaturen und Arbeitsverfahren näher einzugehen. Es spielen dabei in der Hauptsache die Druck- und Widerstandsverhältnisse der Retorten und der sich anschließenden Apparaturen mit den dazugehörigen Zwischenleitungen eine Rolle. Als allgemein gültige Ansicht kann vielleicht festgehalten werden, daß eine Stückgröße über etwa 25 mm keine ernsthaften Betriebsschwierigkeiten mehr zur Folge hat.

Von Wichtigkeit für die Beurteilung der Anforderungen an die Beschaffenheit der Schwelkokseinsatzmengen ist ferner die Feststellung, daß die zuletzt erwähnten drei Faktoren ausschließlich eine Angelegenheit der Herstellerseite sind, während die Temperaturhöhe im Sinne der zuerst genannten Forderung noch eine Korrektur im CS_2-Betrieb selbst erfahren kann, sofern die ebenfalls bereits gekennzeichnete Grenztemperatur nicht schon zuvor beim Hersteller überschritten wurde.

Künftige Arbeitsrichtung

Als Grundlage für die Zukunftsperspektive hinsichtlich des Einsatzes eines C-haltigen Rohstoffes für die CS_2-Herstellung nach einem beliebigen Ofenverfahren kann weiterhin gelten, daß die Holzkohle aus den früher erwähnten Gründen praktisch ausscheidet. Für die Weiterentwicklung gibt es zusätzlich radikale Pläne, die einen grundsätzlichen Wechsel der Rohstoffbasis überhaupt zum Ziele haben durch einen Übergang auf Erdgas oder auf Ölfraktionen. In anderen Ländern — aus der Literatur sind vor allem Maßnahmen aus England bekannt — sind anscheinend bereits Fortschritte in dieser Richtung erzielt worden, so daß mit dem Bau von geschlossenen Fabrikationsanlagen ebenfalls schon begonnen wurde. Nach vorliegenden Informationen ist zwar die Ausbeute-

ziffer noch nicht voll befriedigend, dafür fallen aber Rohstoffe der bisherigen Art fort, und es ist eine Ausnutzung natürlicher Quellen in bequemerer Form oder in Zusammenhang mit Abfall- bzw. Zwischenerzeugnissen möglich.

Es ist auf jeden Fall empfehlenswert, daß auch in der DDR eine gleichartige Ausrichtung rechtzeitig erfolgt, wobei zunächst an ein intensives Literaturstudium, an Vorarbeiten im Laboratorium und an Ermittlungen über die in dieser Form etwa zur Verfügung stehenden Rohstoffquellen gedacht ist. Vorläufig wird aber für längere Zeit die Verwendung von Braunkohlenerzeugnissen nach wie vor eine Notwendigkeit bleiben. Hiermit ist aber, wie aus den bisherigen Ausführungen hervorgeht, wiederum die Zielsetzung zu verbinden, eine Steigerung der Produktionskapazität für CS_2 und gleichzeitig eine Steigerung der Wirtschaftlichkeit zu erreichen. Die dafür notwendigen hauptsächlichsten Arbeitsrichtungen können ebenfalls an Hand obiger Erläuterungen definiert werden:

I. Bei den CS_2-Hersteller-Betrieben

1. Verbesserung verschiedener technologischer Maßnahmen, die eine Reaktionssteigerung zur Folge haben können, wobei in erster Linie an den Vorbehandlungs- bzw. Glühprozeß nach Temperaturhöhe und Ablauf des Arbeitsverfahrens zu denken ist.
2. Apparative Erweiterung der Produktionskapazität insgesamt; die Möglichkeiten hierfür sind jedoch aus verschiedenen Gründen beschränkt, insbesondere ist es zum Beispiel auch nicht mehr vertretbar, für ein vielleicht auslaufendes Fabrikationsverfahren jetzt noch größere Beträge zu investieren. Vorteilhafte Aussichten bietet dagegen z. Z. die teilweise Modernisierung eines veralteten Werkes in Ammendorf bei Halle, die nach gewissenhafter Überprüfung durchführbar und auch vertretbar erscheint, ohne daß hier auf nähere Einzelheiten eingegangen werden kann.
3. Änderung der Arbeitstechnologie selbst mit der Zielsetzung eines befriedigenden Ausbeuteeffektes auch bei einem Einsatz minderwertiger Rohstoffe als C-Träger. In dieser Arbeitsrichtung liegen zwei in der Entwicklung befindliche Verfahren, und zwar

a) nach der elektro-thermischen Arbeitsweise, die — eingangs bereits erwähnt — in westlichen Ländern und neuerdings vor allem auch in der Sowjetunion mit gutem Erfolg bereits in die Praxis eingeführt wurde, allerdings vorläufig wohl überall nur auf der Basis der Holzkohle, so daß die endgültige Erprobung und Bewährung für Braunkohlenerzeugnisse noch offen steht;

b) nach dem Wirbelschichtverfahren, wofür nach eingehenden laboratoriumsmäßigen Untersuchungen in Premnitz Großversuche angestellt werden mit der Absicht, möglichst bald, sofern weiterhin zufriedenstellende Ergebnisse vorliegen, eine Übertragung auf die Hauptfabrikation vorzunehmen. Die grundsätzliche Eignung ist erwiesen, die kennzeichnenden Betriebsverhältnisse ergeben sich in Kurvenform nach Abbildung 8 ähnlich wie bei anderen Fabrikationsverfahren nach dem gleichen Arbeitsprinzip. Von besonderer Wichtigkeit ist dabei die Einhaltung einer Mindesttemperatur, um den für die Umsetzung

günstigsten, zweiatomigen Molekularzustand des Schwefels zu gewährleisten. Die Bewährung für einen Dauerbetrieb dagegen steht noch aus.

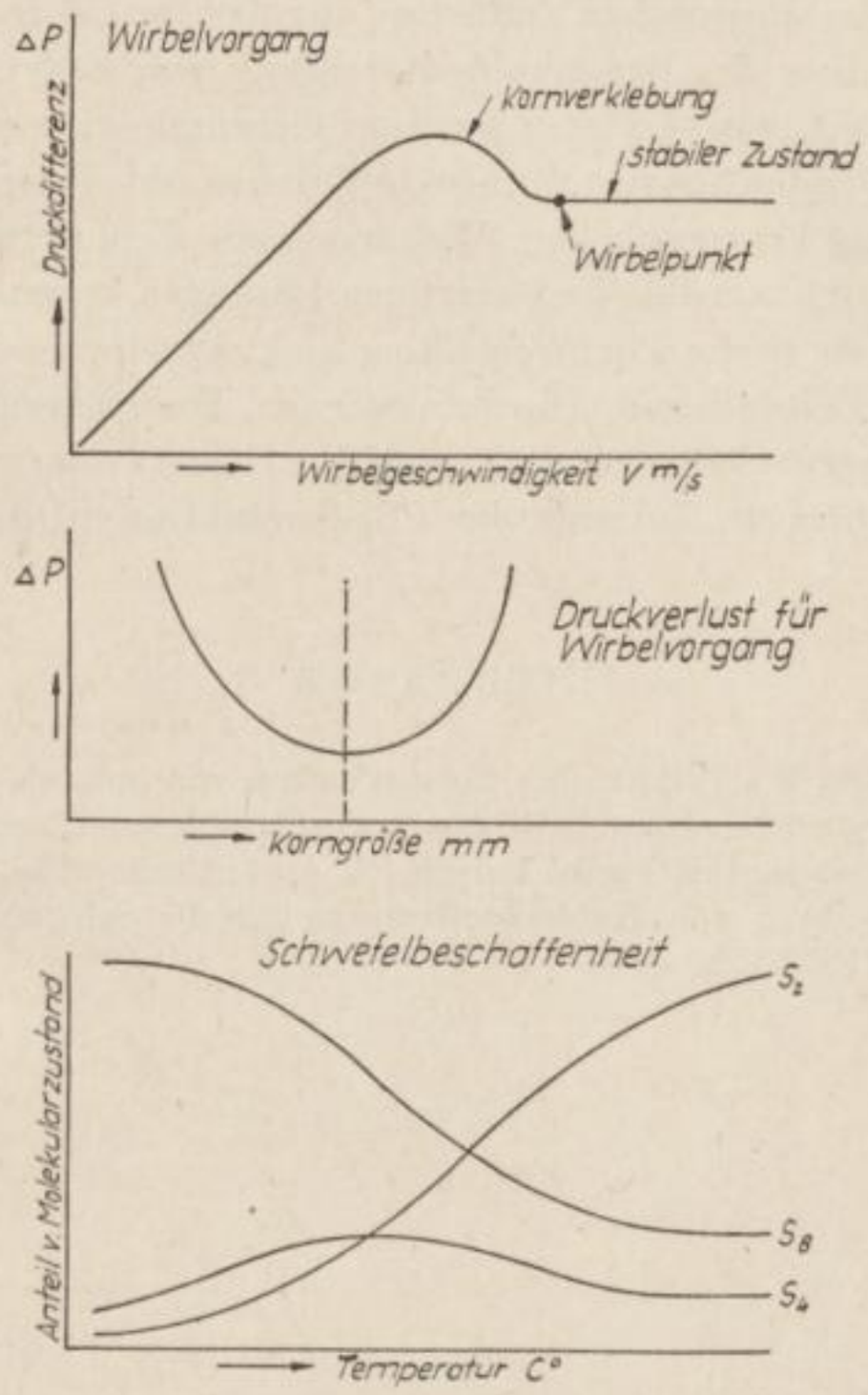

Abb. 8. Grundlagen der Arbeitsweise beim Wirbelstromverfahren für die CS_2-Herstellung

II. Bei der Braunkohlenindustrie-Gruppe

1. Es ist ein möglichst aschearmer Schwelkoks zur Verfügung zu stellen unter Berücksichtigung der bereits erwähnten zusätzlichen Bedingungen für die flüchtigen Bestandteile und den Restteergehalt. Die vorläufigen Erkenntnisse müssen ferner zu der Folgerung führen, daß eine Umstellung der Rohstoffbasis vom mitteldeutschen Braunkohlenrevier auf das Senftenberger Gebiet notwendig ist. Großversuche, die bislang günstige Ergebnisse erzielten, sind im Gange. Die Aussicht einer Belieferung in größeren Mengen schon im Jahre 1962 besteht, wenn die Voraussetzungen für die Verschwelung apparativ und verfahrensmäßig gleichzeitig erfüllt werden können.
2. Es muß eine Lenkung des Schwelverfahrens erfolgen, die mit der Idealforderung verbunden ist, eine optimale Schweltemperatur einzuhalten, die aber auf jeden Fall die Bedingung zu erfüllen hat, eine Grenztemperatur, die für die Schwefelreaktivität gefährlich ist, nicht zu überschreiten.

Zusammenfassung

Es war die Absicht der obigen Ausführungen, Erläuterungen zu geben über ein wichtiges Teilgebiet der chemischen Industrie, für das im Laufe der Entwicklung als Rohstoffbasis Erzeugnisse der Braunkohlenveredlung von Bedeutung geworden sind, und die Notwendigkeit von Untersuchungen technisch-wissenschaftlicher Art zur Erzielung optimaler Produktionsverhältnisse als Gemeinschaftsarbeit von Chemie und Braunkohlengewinnung hervorzuheben. Weitergehende Erläuterungen im Zusammenhang mit den angedeuteten, völlig andersartigen Lösungen konnten hier nicht Berücksichtigung finden, da sie in die Themenstellung nicht hineinpassen und überdies einen zusätzlichen, eigenen Zeitaufwand erfordern würden. Die bisherige Arbeitstechnologie wird jedenfalls für längere Zeit noch die eigentliche Fabrikationsgrundlage bleiben, und bestimmend für die nächste Zukunft der CS_2-Produktion wird daher weiterhin die Braunkohle sein.

LITERATUR

[1] RAMMLER, E., HEIDE, K., WILKE, A.: Eigenschaften von Schwel- und Mitteltemperaturkoks aus Niederlausitzer Braunkohle, besonders im Hinblick auf seine Verwendbarkeit zur Schwefelkohlenstofferzeugung. Freib. Forsch.-H. A 82, Berlin 1957.

[2] Methode zur Beurteilung von Kohlenstofflträgern für die Schwefelkohlenstofferzeugung. Chem. Technik **14** (1962) 7, S. 439.