

wurde, nur eine „relative Echtheit“ des Pigments. Je stabiler das Bindemittel, desto haltbarer das Pigment und desto geringer die durch den Untergrund bedingte Schwankung. Chromgelb z. B. kann durch monokline Fällung und ganz bestimmte Mischkristallbildung wesentlich stabilisiert werden, so daß es fast gar nicht nachdunkelt. Monoklines Chromgelb hat aber infolge des durch die Nadelbildung bedingten höheren Porenvolumens höheren Ölbedarf und damit, weil Quellung eine Funktion des Ölgehalts ist, größere Wasseraufnahme. Aus diesem Grund kann monoklines Chromgelb in einem an sich stark quellfähigen Bindemittel u. U. trotz seiner Lichtechtheit stärker versagen als rhombisches. Bedingung für die Entfaltung der höchsten Lichtechtheit ist bei monoklinem Gelb demnach die Verwendung eines möglichst quellsicheren Bindemittels. Ebenso können die Cadmiumfarben, weil sie hydrolysierbar sind, zu ihrer vollen Echtheitswirkung nur gelangen, wenn das Bindemittel so wasserfest ist, daß es die Hydrolyse unmöglich macht. Während nun die Chromate in flüchtigen Lacken, besonders Nitrocellulose- und Chlor-kautschuk-Lacken ebenso gut wie in Standöl und Kopal-lack geschützt sind, genügt die Schutzwirkung der ge-

nannten flüchtigen Lacke für gelbe und orangefarbene Cadmiumsulfide zur Hintanhaltung der Entfärbung unter Carbonatbildung nicht, wogegen sich Standöl, das ja überhaupt fast das beste Bindemittel zu sein scheint, sowie Kobaltlack genügend schützend erweisen.

Es ist durch diese Ausführungen gezeigt worden, daß auch das Pigment an den durch Bewitterung erzeugten Schäden Anteil nimmt und daß es nicht nur Fälle gibt, in denen das Bindemittel durch das Pigment geschützt wird, sondern auch umgekehrt. Es wurde auch die Anschauung bestätigt, daß für wetterechte Anstriche deutlich kristallisierte Pigmente von mittlerer Dispersität vor amorphen (glas- oder scheinamorphen) hochdispersen oder grob frittenartigen Nichtreflexionspigmenten unbedingt den Vorrang haben. Da sich aus optischen Gründen die letztgenannten Pigmente aber gar nicht vermeiden lassen, da sich unter ihnen die lichtbeständigsten befinden, müssen sie entweder mit deckenden kristallinen Substraten verarbeitet oder muß für sie ein besonderes Schutzbindemittel ausgesucht werden. Für neu auftretende Bindemittel aber müssen zuerst die für sie geeigneten Pigmente ermittelt werden, ehe sie pigmentiert im Handel erscheinen. [105.]

Gewinnung von Schwefel aus Kohlenkies.

Von Priv.-Doz. W. F. POSTNIKOW, L. L. KUSMIN und I. P. KIRILLOW,
Iwanowo, Chemisch-Technologisches Institut, Laboratorium für chemische Großindustrie. (Eingeg. 29. Januar 1934.)

Bei der Gewinnung von Steinkohle aus einigen Lagern, wie es z. B. in dem unweit von Moskau gelegenen Steinkohlenbecken der Fall ist, wird gleichzeitig eine gewisse Menge eines stark kohlenhaltigen Kiesel mitgefördert. Mit der Vergrößerung des Ausbeutemaßstabes entstand die Frage betreffs einer rationellen Ausnutzung dieses Nebenproduktes. Neben der Möglichkeit der Gewinnung von Schwefelsäure aus Kohlenkies, resp. einem Gemisch desselben mit Gips, kommt noch die Herstellung von Elementarschwefel aus dem Kohlenkies in Frage. In beiden Fällen ist es möglich, sowohl den Schwefel als auch die in dem Kies befindliche Kohle auszunutzen.

Eine bedeutende Menge von Patenten¹⁾ ist dieser Frage gewidmet, die meisten befassen sich entweder mit der direkten Gewinnung von Schwefel aus Kies oder mit der Gewinnung von Schwefel aus diesem entstammenden schwefelhaltigen Gasen. Alle übrigen zahlreichen Vorschläge haben kaum praktisches Interesse.

Unsere Arbeit ist dem experimentellen Studium der Frage der Gewinnung von Elementarschwefel aus Kohlenkies bei verringertem Luftzutritt gewidmet.

Die Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt: Die Einwaage von Kies wurde in eine Porzellanröhre (5 mm Dmr.) auf einen lockeren Asbestpfropfen geschüttet und die Röhre in einem vertikalen elektrischen Röhrenofen erhitzt. Von oben durchstrich das Porzellanrohr die dem Gasometer entnommene, von Kohlendioxyd und Wasserdampf befreite Luft, deren Geschwindigkeit mittels Rheometer gemessen wurde. Die Temperatur wurde mittels Thermoelement gemessen und während des Versuchs konstant gehalten.

Das Anheizen des Ofens erfolgte bei schwachem Luftstrom und dauerte in allen Fällen 10–15 min. Die aus dem Rohr

¹⁾ Amer. Pat. 1 782 225, 1 734 991, 1 769 819, 1 731 516, 1 741 551, 1 773 294, 1 685 231, 475 824, 1 083 248, 1 083 249, 1 083 253, 1 133 526, 1 133 637, 1 134 546, 1 103 081–82, 1 273 370, 1 403 283, 1 121 606, 1 144 480; D. R. P. 473 770, 407 875, 205 071, 380 025, 400 301, 127 565, 192 578, 326 586–87, 134 734, 163 473, 310 526; Engl. Pat. 352 477, 206 207, 207 196, 10 295/5900, 20 759/12, 20 760, 25 370, 26 594, 236 256, 29 635, 8279, 152 887, 307 188, 307 190, 237 257; Franz. Pat. 659 095, 607 260, 591 324, 540 414, 663 098, 455 005, 458 028, 532 024, 612 736, 607 261, 603 989; Österr. Pat. 83 245 u. a.

austretenden Gase passierten den Schwefelfänger, ein mit Glaswolle gefülltes U-Rohr, und wurden im Gasometer über Quecksilber aufgefangen. Nach dem Ansammeln eines bestimmten Gasvolumens wurde ein neuer Gasometer eingeschaltet und das aufgefangene Gas auf seinen Gehalt an H_2S , SO_2 , CS_2 + COS , CO_2 , CO und O_2 untersucht; N_2 ergab sich aus der Differenz. Zur Analyse wurde der eine Teil des Gases durch eine Jodlösung (zur Absorption von H_2S und SO_2) in den Orsatapparat geleitet, in dem CO_2 , CS_2 + COS , O_2 und CO auf übliche Weise bestimmt wurden.

Vom anderen Teil der Gasprobe wurden 100 cm³ in einer Gasbürette aufgefangen und durch titrierte Jodlösung geleitet. Der Überschuß an Jod wurde mit Thioessigsäure, die gebildete H_2SO_4 und HJ mit Natronlauge (Methylorange als Indikator) titriert. Hieraus wurde der Prozentgehalt an H_2S und SO_2 wie folgt berechnet:

$$SO_2 = \frac{(Bb - Aa) \cdot 1,12 \cdot 100}{V_0}$$

$$H_2S = \frac{(2Aa - B \cdot b) \cdot 1,12 \cdot 100}{V_0}$$

$$\Sigma H_2S + SO_2 = \frac{A \cdot a \cdot 1,12 \cdot 100}{V_0}$$

V_0 ist das auf normale Temperatur und Druck reduzierte Gasvolumen, A und B sind die verbrauchten Kubikzentimeter Jodlösung und Natronlauge, a und b die entsprechenden Korrekturfaktoren zum Bezug auf dezinormale Lösungen.

Schließlich wurde von einer dritten Gasprobe eine gemessene Menge in der Bürette mit dem vier- bis fünffachen Luftvolumen gemischt und dann durch eine glühende Capillare geleitet. Hierbei verbrannten H_2S , CS_2 und COS zu SO_2 , das durch Jodlösung absorbiert wird. Aus den ermittelten Mengen SO_2 und H_2S ließ sich leicht der Gehalt an CS_2 und COS bestimmen; letzteres wurde stets als CS_2 berechnet. Zuletzt wurde der Schwefelgehalt des Abbrandes bestimmt. Wenn wir nun die Mengen Schwefel sowohl im Abbrand als auch in den Gasen kennen, ergibt sich die Ausbeute des elementaren Schwefels aus der Differenz.

Der für die Versuche verwandte Kohlenkies enthielt: 44,15% Schwefel, 7,49% Kohlenstoff und 2,04% Feuchtigkeit.

Die als Zugabe verwandte Kohle hatte die Verbrennungswärme von 7182 Calorien und enthielt 3,74%

Feuchtigkeit, 10,03% Asche, 2,55% flüchtige Stoffe und 80,2% Kohlenstoff.

Es sind von uns Versuche mit dem natürlichen Kohlenkies und mit der die verschiedenen Kohlenzusätze enthaltenden Schicht angestellt worden. Wir waren bestrebt, den Verlauf des Prozesses in bezug auf Zeit, Einfluß der Temperatur, Geschwindigkeit des Luftstroms und Schichthöhe festzustellen.

Zur Aufklärung des Verlaufs des Vorganges in Abhängigkeit von der Zeit wurden Gasproben in 6 Gasometern gesammelt und gesondert analysiert. Wir wollen hier nicht das ganze zu umfangreiche Material anführen, sondern nur bemerken, daß die Änderung in der Zusammensetzung der Gasphase einen einheitlichen Charakter trug.

Die ersten Proben waren reich an CO_2 , dessen Menge zum Ende des Prozesses allmählich abnahm.

Bei etwa 1000° entstanden in der ersten Probe bedeutende Mengen von CO . Der Gehalt an Sauerstoff in dem Gas hielt sich während des Versuches auf etwa 1–2%. Schwefelkohlenstoff war gewöhnlich nur am Anfang des Prozesses wahrnehmbar. In bedeutender Menge trat am Anfang des Prozesses auch H_2S auf, der später aus der Gasphase verschwand und am Ende des Versuches nicht mehr nachweisbar war. Umgekehrt beobachtete man keine Bildung von SO_2 zu Anfang des Versuches; in geringer Menge erschien es in der Mitte des Versuches, und am Ende war es schon in bedeutender Menge zugegen.

Tab. 1 enthält Angaben über den Gehalt an SO_2 und H_2S in den Gasen während der verschiedenen Stadien des Prozesses.

Tabelle 1.

Temperatur: 800° ; Luftgeschwindigkeit: $12,7 \text{ cm}^3/\text{min}$; Schichthöhe: 40 mm.

Zusammensetzung der Schicht 100 g Kohlenkies + g Kohle	Gasmenge cm^3	Gasprobe					
		1	2	3	4	5	6
		Gehalt in %					
		H_2S SO_2	H_2S SO_2	H_2S SO_2	H_2S SO_2	H_2S SO_2	H_2S SO_2
0	1700	2,18 0	Sp. 0	0 0,84	— 6,2	— —	— —
10	3400	2,74 0,54	0 0,34	0 1,14	0 1,56	0 2,47	0 1,14
20	3400	3,08 0	0,17 0,16	0 0,53	0 1,03	0 1,99	0 0,82
40	3400	? 0,18	1,91 0,50	0 0,04	0 0,15	0 0,43	0 0,86

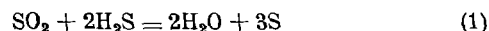
Die Bildung des Schwefelwasserstoffs erfolgt hauptsächlich auf Rechnung der Feuchtigkeit und des Wasserstoffs der Kohle. Bei größerem Kohlenzusatz nimmt die Menge des sich bildenden H_2S zu. Diese Veränderung bei zwei Gruppen der unter gleichen Bedingungen ausgeführten Versuche zeigt z. B. Tab. 2.

Tabelle 2.

Zusammensetzung der Schicht 100 g Kohlenkies + g Kohle	% H_2S in der ersten Gasprobe	
	I. Gruppe	II. Gruppe
0	1,69	2,16
10	2,74	2,70
20	2,95	3,19
40	3,59	4,45

Einige Abweichungen sind dadurch bedingt, daß es nicht immer gelingt, den sich bildenden H_2S in der ersten Probe zu sammeln. Auffällig war das Verschwin-

den von SO_2 und H_2S aus der Gasphase in der Mitte des Prozesses. Dies wäre zu erklären entweder durch die Reaktion



wobei H_2O von neuem mit FeS_2 reagieren könnte, oder durch die Reduktion von SO_2 durch Kohle oder CO .

Solange die Temperatur hoch ist, müßte die Feuchtigkeit aus dem System rasch verschwinden; daher ist das erste Schema unwahrscheinlich.

Es ist anzunehmen, daß die am Anfang des Prozesses vor sich gehende Bildung von H_2S hauptsächlich auf Rechnung des Schwefelprodukts der Kohle verläuft. Ferner, wo die Gase fast gar kein SO_2 und H_2S enthalten, erfolgt die Reduktion von FeS_2 und SO_2 auf Kosten der Kohle und des CO . Endlich, nachdem die Reduktion erschöpfend erfolgt ist, steigt der Gehalt an SO_2 im Gase an. Entsprechende Versuche haben die Tatsache der Bildung einer bedeutenden Menge von Elementarschwefel im Reaktionsstadium, wo H_2S und SO_2 in der sich bildenden Gasphase fast ganz abwesend waren, bestätigt.

Bei der Anreicherung der Schicht mit Kohle und der, wie Tab. 2 zeigt, gleichzeitigen Steigerung des Gehalts des Gases an Schwefelwasserstoff wird zu Anfang des Prozesses die Bildungsperiode von Gasen, die H_2S und SO_2 fast gar nicht enthalten, infolge des Vorhandenseins einer größeren Menge des Reduktionsmittels verlangsamt. Aus Tab. 1 ist zu ersehen, daß eine bedeutende Menge von SO_2 nach dem Zusatz von 10 g Kohle in der dritten Gasprobe, von 20 g in der vierten, von 40 g erst in der sechsten auftrat.

Bei ununterbrochenem Betrieb wird wahrscheinlich im Verlauf des ganzen Prozesses eine genügende Menge des Reduktionsmittels zugegen sein, somit wird die Bildung bedeutender Mengen SO_2 vermieden. Mit der Veränderung der Gasphasenzusammensetzung wollen wir hier unsere kurze Betrachtung schließen und weiter den Einfluß verschiedener Faktoren auf die Ausbeute des Elementarschwefels verfolgen.

Eine Erhöhung der Temperatur hat in der Regel ein vollständigeres Ausbrennen des Kiesel zur Folge, jedoch nimmt der Gehalt an Schwefelverbindungen in der Gasphase zu, besonders CS_2 , weniger H_2S . Dieses läßt sich scharf im Intervall von 800 – 1000° beobachten.

Tab. 3 enthält Versuche mit natürlichem Kohlenkies und mit einer Kohlenzusatz enthaltenden Schicht bei verschiedenen Temperaturen.

Bei genügendem Kohlenzusatz sinkt die Menge des sich bildenden SO_2 mit steigender Temperatur.

Tabelle 3.

Luftgeschwindigkeit: 6,35 bzw. $12,7 \text{ cm}^3/\text{min}$; Schichthöhe: 40 mm; Luftmenge: 1700 bzw. 3400 cm^3 .

Zusammen- setzung der Schicht 100g Kohlenkies + g Kohle	t ° C	S als			im Ab- brand	Elementar- schwefelzu- gewonnen	Ausbeute a Elementar- schwefel in % des ab- gebrannten Schwefels
		SO ₂	H ₂ S	CS ₂			
		In % des ganzen Schwefels					
0	600	8,01	0,48	0,75	18,58	72,18	88,8
0	800	10,90	1,90	5,60	1,19	80,44	81,4
0	1000	12,40	2,70	9,70	4,10	71,10	74,3
20	600	18,30	2,07	5,49	3,74	70,40	73,2
20	800	7,28	4,82	11,49	3,16	73,23	75,6
20	1000	4,34	6,54	28,10	1,42	59,56	60,5

Bei Verwendung von natürlichem Kohlenkies ohne Kohlenzusatz wird ein Minimum der Bildung von SO_2 bei 800° beobachtet. Dies zeigen die vier Versuchsreihen der Tab. 4, deren Ergebnisse unter sonst gleichen Be-

dingungen, jedoch bei verschiedenen Temperaturen erhalten worden sind.

Tabelle 4.
S als SO₂ in % des Gesamtschwefels.

t ° C	I	II	III	IV
	S als SO ₂ in % des Gesamtschwefels			
600	8,01	13,8	6,04	16,7
800	10,9	9,9	0	8,5
1000	12,4	16,2	2,4	10,6

Wir halten deshalb eine Temperatur von etwa 800° für die praktische Ausführung des Prozesses als die günstigste.

Die Steigerung der Luftgeschwindigkeit führt eine günstigere Ausbeute an Elementarschwefel herbei. Tab. 5 enthält drei gepaarte, mit verschiedenen Schichten und Luftgeschwindigkeiten angestellte Versuche.

Tabelle 5.
Temp.: 800°; Luftmenge: 3400 cm³.

Zusammensetzung der Schicht 100 g Kohlenkies + g Kohle	Luftgeschwindigkeit cm ³ /min	S als			im Abbrand	Ausbeute d. elementar. Schwefels	Ausbeute a Elementarschwefel in % des abgebrannten Schwefels
		SO ₂	H ₂ S	CS ₂			
		In % des ganzen Schwefels					
10	6,35	3,02	5,40	20,50	3,63	67,45	70,1
10	12,7	10,05	2,39	6,41	10,27	70,80	79,0
20	6,35	4,65	8,28	17,68	0,86	68,54	69,1
20	12,7	7,28	4,82	11,49	3,16	73,23	75,6
40	6,35	7,27	7,31	11,72	4,64	69,00	72,5
40	12,7	5,05	9,55	8,22	4,54	72,66	76,1

Die hier beobachtete Steigerung der Ausbeute steht in direkter Beziehung zu der sich bildenden Menge CS₂, die bei der Erhöhung der Luftgeschwindigkeit abnimmt. Das läßt sich dadurch erklären, daß das System bei erhöhter Gasgeschwindigkeit sich weniger dem Gleichgewichtszustand zu nähern vermag, in dem es einen bedeutenden Prozentsatz CS₂ enthalten müßte.

Für eine vollständigere Aufklärung der Frage wäre es wünschenswert, Versuche mit höherer Luftgeschwindigkeit anzustellen. Da uns jedoch kein über 50 kg Quecksilber fassender Gasometer zur Verfügung stand, haben wir uns auf diese Versuche beschränken müssen.

Um den Einfluß der Zeit auf den Prozeß der Bildung von Schwefel zu klären, wurden mit reinem Kohlenkies Versuche mit verschiedenen Mengen Luft (850 und 1700 cm³) vorgenommen (Tab. 6).

Bei der Betrachtung der Ergebnisse erscheint der Vergleich der Ausbeute an elementarem Schwefel mit der an Schwefelgasen aufschlußreicher als der Vergleich mit dem Gesamtgehalt des Kieses an Schwefel.

Tabelle 6.

t ° C	Luftgeschwindigkeit cm ³ /min	Ausbeute des Elementarschwefels in % der abgebrannten Menge	
		850 cm ³	1700 cm ³
600	3,17	83,5	71,6
800	12,7	87,2	79,5
1000	6,35	77,2	74,3

In allen Fällen geht die Bildung von freiem Schwefel in der ersten Hälfte des Versuchs intensiver vor sich.

Die Verringerung der Ausbeute bei der eine geringere Menge Kohle enthaltenden Schicht, welche schon

bei 1700 cm³ Gas beobachtet wurde, hat darin ihren Grund, daß die Hauptmasse der Kohle (meist über 80%) schon in der ersten Hälfte des Versuches (bei 850 cm³ Gas) aufgebraucht wird.

Das sich bildende SO₂, welches dem Reduktionsmittel weiterhin nicht mehr begegnet, verläßt als solches das System. Die Zunahme des Verlustes an Schwefel als SO₂ zeigt Tab. 7: in der ersten Hälfte des Versuches 2–3%, bei der Fortsetzung des Prozesses 10–14%.

Tabelle 7.

t ° C	Luftgeschwindigkeit cm ³ /min	S als SO ₂ in % des Gesamtschwefels	
		— 850 cm ³	— 1700 cm ³
600	3,17	2,32	13,84
800	6,35	2,99	10,90
1000	12,7	2,35	10,56

Beim Zusatz von Kohle zum Kohlenkies ändert sich das Bild. Tab. 8 enthält Versuche mit verschiedenen Kohlenzusätzen und verschiedenen Gasmengen.

Tabelle 8. Ausbeute an Elementarschwefel in % des abgebrannten Schwefels.

Temp.: 800°; Luftgeschwindigkeit: 12,7 cm³/min.

Gasmenge cm ³	Zusammensetzung d. Schicht a 100 g Kohlenkies		
	10	20	40 g Kohle
850	80,2	74,1	65,0
1700	88,3	81,3	71,0
3400	79,0	75,6	76,1

Bei Kohlenzusätzen von 10 und 20 g steigt die Ausbeute bei Vergrößerung der gesammelten Gasmenge von 850 auf 1700 cm³; wenn man nun diese Gasmenge weiter auf 3400 cm³ vergrößert, so sinkt die Ausbeute (analog den Versuchen von Tab. 6) wegen Mangel an Reduktionsmittel. Bei Zusatz von 40 g Kohle ist auch bei dem Gasvolumen 3400 cm³ keine Abnahme der Ausbeute beobachtet worden, die Kohle ist völlig ausgebrannt, und der Prozeß verläuft am Ende normal.

Die in allen Fällen beobachtete Abnahme der Ausbeute am Anfang des Prozesses ist die Folge der erwähnten Schwefelwasserstoffbildung; mit anderen Worten, die Ausbeute fällt am Anfang des Prozesses um so tiefer, je mehr Kohle zugegeben worden ist. Zur Steigerung der Schwefelausbeute am Anfang des Prozesses sind eine möglichst trockene Schicht und eine geringe Menge flüchtiger Stoffe enthaltende Kohle zu verwenden. Dem Abnehmen der Ausbeute am Schluß des Prozesses kann man durch ununterbrochene Leitung des Prozesses entgegen.

Entsprechende Versuche haben gezeigt, daß das Ausbrennen der Schicht sich nicht gleichzeitig in der ganzen Höhe, sondern allmählich von oben nach unten vollzieht. Wenn die obere Schicht, wo die Luft eintritt, weder Schwefel noch Kohle mehr enthält, so enthält die untere Schicht noch eine relativ genügende Menge.

Versuche mit verschiedenen Schichthöhen (20, 40 und 75 mm) haben gezeigt, daß eine Vergrößerung der Schicht in diesen Grenzen auf die Ausbeute von Schwefel einen günstigen Einfluß hat und zwar infolge des bei hoher Schicht stark sinkenden Gehalts an SO₂. Außerdem sinkt auch, wie Tab. 9 zeigt, der Gehalt an H₂S und CS₂. Diese Erscheinung, die die Ausbeute an Schwefel so wesentlich beeinflußt, wird durch Nebenreaktionen hervorgerufen, die noch ein weiteres Studium erfordern.

Tabelle 9.
Temp.: 800°; Luftgeschwindigkeit: 12,7 cm³/min.

Zusammen- setzung der Schicht 100 g Kohlenkies + g Kohle	Gas- menge cm ³	Schicht- höhe mm	S als			im Ab- brand	Ausbeute d. elementar. Schwefels	Ausbeute a. Elementar- schwefel in % der ab- gebrannten Menge
			SO ₂	H ₂ S	CS ₂			
			In % des ganzen Schwefels					
20	2300	20	8,04	6,38	13,32	2,72	69,52	71,5
20	3400	40	7,28	4,82	11,49	3,16	73,23	75,6
20	3400	75	3,22	3,19	5,45	24,8	63,40	84,1

Die Resultate der Versuche, die die Abhängigkeit des Prozesses von der Kohlenzugabe zur Schicht zeigen, sind in Tab. 10 zusammengestellt.

Tabelle 10.
Temp.: 800°; Luftgeschwindigkeit: 12,7 cm³/min.

Zusammen- setzung der Schicht 100g Kohlenkies + g Kohle	Gas- menge cm ³	S als			im Ab- brand	Ausbeute d. elementar. Schwefels	Ausbeute a. Elementar- schwefel in % der ab- gebrannten Menge
		SO ₂	H ₂ S	CS ₂			
		In % des ganzen Schwefels					
10	3400	10,05	2,39	6,41	10,27	70,80	79,0
20	3400	7,28	4,82	11,49	3,16	73,23	75,6
40	3400	5,05	9,55	8,22	4,54	72,66	76,1
0	1700	8,48	3,18	7,14	7,38	73,80	69,1
10	1700	0,94	3,16	4,72	25,10	66,10	88,3
20	1700	0,72	4,90	8,56	24,60	61,30	81,3
40	1700	0,12	9,14	11,31	29,20	50,30	71,0
0	850	0	2,48	5,51	36,86	55,16	87,2
10	850	0,28	3,32	7,39	44,90	44,22	80,2
20	850	0,12	4,33	9,64	45,60	40,30	74,1
40	850	0,47	6,95	9,00	53,21	30,40	65,0

Enthält der Abbrand noch viel Schwefel, so setzt ein vergrößerter Kohlenzusatz die Ausbeute an Schwefel herab (s. die letzten acht Versuche der Tab. 10), da die Mengen der sich am Anfang des Prozesses bildenden H₂S und CS₂ zunehmen.

Bei Fortsetzung des Prozesses bis zum völligen Ausbrennen des Schwefels wird dieser Verlust dadurch ausgeglichen, daß bei größerem Kohlenzusatz das SO₂ leichter in Reaktion tritt. Dies zeigen die ersten drei Versuche, wo die Schwefelausbeute bei bedeutender Zunahme der Bildung von CS₂ und H₂S, unabhängig vom Kohlegehalt, nahezu konstant bleibt.

Bei solch einem Einfluß der Kohlenzugabe in zwei Richtungen muß die optimale Menge im Betrieb festge-

stellt werden, da sie nicht nur von Temperatur, Luftgeschwindigkeit, Schichthöhe und Schichtzusammensetzung, sondern auch von der Konstruktion der Apparatur abhängt; wir schätzen die notwendige Kohlenmenge auf etwa 15% vom Pyritgewicht.

Zusammenfassung.

1. Beim Erhitzen eines Gemisches von Pyrit mit Kohle bei beschränktem Luftzutritt kann mehr als die Hälfte des im Pyrit enthaltenen Schwefels in elementarer Form abgeschieden werden. Bei periodischer Führung des Prozesses betragen die maximalen Ausbeuten etwa 80%.

2. Die Verringerung der Ausbeute an Schwefel zu Anfang des periodischen Prozesses ist eine Folge der Reaktionen mit Schwefelprodukten der Kohle unter Bildung von Schwefelwasserstoff. Zum Ende des Prozesses wird die Ausbeute an Schwefel infolge von SO₂-Bildung herabgesetzt. Zur Vermeidung der ersten Erscheinung ist es notwendig, eine trockene Schicht und eine Kohle mit kleinem Gehalt an flüchtigen Stoffen zu verwenden; um eine überschüssige Erzeugung an SO₂ zu vermeiden, ist eine ununterbrochen arbeitende Anlage mit beweglicher Schicht zweckmäßig.

3. Die optimale Temperatur von etwa 1000° trägt zur Bildung von CS₂ bei, führt aber auch zur Entwicklung bedeutender Mengen CO.

4. Die Luftgeschwindigkeit muß genügend groß sein, um eine überschüssige Bildung von CS₂ zu vermeiden.

5. Eine Reihe von Versuchen hat gezeigt, daß auch die Schichthöhe von bedeutendem Einfluß auf die Ausbeute an Schwefel ist.

6. Eine Vergrößerung der Kohlenzugabe begünstigt einerseits die Bildung von CS₂ und H₂S, hält jedoch andererseits die Bildung von SO₂ zurück. Die Menge der Kohlenzugabe übt also keinen starken Einfluß auf die Ausbeute an freiem Schwefel aus. Die optimale Menge läßt sich bei der praktischen Verwirklichung des Prozesses im Betrieb feststellen. Nach unserer Erwägung beträgt sie etwa 15% von dem Gewicht des Pyrits.

7. Endlich sei auf die Möglichkeit der Kombination des obigen Verfahrens zur Gewinnung von Schwefel mit einer Anlage für Schwefelsäurefabrikation hingewiesen. Das in den Gasen der ersten Anlage zurückgebliebene SO₂ kann mit Erfolg in der zweiten ausgenutzt werden.

[A. 33.]

NEUE BÜCHER

(Zu beziehen, soweit im Buchhandel erschienen, durch
Verlag Chemie, G. m. b. H., Berlin W 35, Cornellsstr. 3.)

Der neuzeitliche Straßenbau. Herausgegeben von Dr.-Ing. e. h. Hentrich, Oberbaurat a. D. Teil V: Teerstraßen. 2. Auflage, neubearbeitet von Provinzialbaurat Großjohann. 65 Abb. Verlag Wilh. Knapp, Halle/Saale 1934. Preis brosch. RM. 12,40, geb. RM. 13,80.

Der Teerstraßenbau hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht; es war deshalb nicht überflüssig, eine zweite Auflage des Buches „Teerstraßen“, das erstmals schon 1927 erschienen ist, herauszugeben. Eingeleitet wird das Werk mit einer Übersicht über die Entstehung und geschichtliche Entwicklung des Teerstraßenbaues. Es dürfte die deutschen Leser interessieren, daß schon lange, bevor Deutschland Teerstraßen herstellte, Italien, England, Frankreich und die kleine Schweiz den Teer zum Straßenbau, wenn auch ganz zu Anfang nur als Staubbekämpfungsmittel, verwendeten. Anschließend werden der Rohteer und der präparierte Straßenteer in Herstellung und Verwendung, ferner wirtschaftliche Zusammenhänge, besondere Teerzusätze, Emulsionen und der heute wesentlich

mehr angewendete Kaltteer ausführlich erläutert. Die Angaben über Art und Einfluß des Gesteins und dessen zweckmäßige Verarbeitung sind nicht nur für den Praktiker, sondern auch vom physikalischen und chemischen Standpunkt aus interessant. Die ausgedehnten Ausführungen über die verschiedenen Baumaschinen (Spritz- und Streumaschinen, Mischer und Kehrmaschinen usw.) interessieren naturgemäß den praktischen Straßenbauer mehr als den Leserkreis dieser Zeitschrift. Dasselbe gilt für die Erläuterungen über die verschiedenen Teerstraßenbauweisen (Oberflächenteerung, Teertränkmakadam, Teerteppiche, Teerbeton, Dammannteerdecken usw.), wobei besonders die Erfahrungen der letzten Jahre zum Ausdruck kommen; die Frage des Untergrundes wird gesondert behandelt. In zwei weiteren Abschnitten sind die bisherigen Erfahrungen über Bewährung der Teerstraßen, über die Unterhaltungskosten und Lebensdauer behandelt. Die letzten Kapitel enthalten noch die Vorschriften für die Beschaffenheit, Probenahme und Untersuchung der verschiedenen Straßenteere, wie sie auch in den DIN-Normen 1995 niedergelegt sind — für die Bestimmung der Klebkraft ist leider immer noch kein brauchbares Verfahren gefunden —, ferner Merkblätter über Oberflächenteerung und Richtlinien über Innentränkungen und Herstellung von Teermakadamdecken.