

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 23

11. Juni 1938

74. Jahrg.

Der Einfluß von Flockungsmitteln auf die Entwässerung von Steinkohlenschlämmen.

Von Dozent Dr.-Ing. habil. W. Petersen, Clausthal.

(Mitteilung aus dem Aufbereitungslaboratorium der Bergakademie Clausthal.)

Mit der Frage der Entwässerung von Steinkohlenschlämmen haben sich in den letzten Jahren eine Reihe von Aufsätzen befaßt¹. Im Hinblick auf die Bedeutung dieses Vorganges für die Wirtschaftlichkeit der Steinkohlenaufbereitung, bei welcher der Anteil feinkörniger Erzeugnisse infolge der zunehmenden Mechanisierung des Abbaus einen stets wachsenden Schlammanteil verursacht, ist es verständlich, daß dieses Fragengebiet immer wieder behandelt wird. Gerade die Schwierigkeit der Entwässerung steht der Einführung und Ausbreitung der Schwimmaufbereitung von Steinkohlenschlämmen häufig hindernd im Wege. In den angeführten Arbeiten werden vor allem die Einflüsse der vorliegenden Steinkohlenschlämme hinsichtlich ihrer Korngrößenverteilung, ihrer Oberflächenentwicklung, Trübedichte usw., dann aber auch die Bedeutung der Bauart der verwandten Entwässerungsgeräte, im besondern der Saugfiltergeräte, erörtert. Einflüsse, die durch Veränderungen in den Eigenschaften gegebener Schlämme auftreten, sind dagegen nicht untersucht worden.

Die Veränderung der Eigenschaften von gegebenen Schlämmen kann auf einer Wandlung sowohl der Beschaffenheit des Zerteilungsmittels, also des Wassers, als auch der Schlammteilchen selbst beruhen. Eine Veränderung der Eigenschaften des Wassers, welche die Entwässerung der Schlämme begünstigt, besteht z. B. in der Herabsetzung seiner Viskosität durch Temperaturerhöhung. Dabei wird gleichzeitig die Oberflächenspannung des Wassers erniedrigt, was ebenfalls die Entwässerung erleichtert². Dieser Weg ist auch für die Entwässerung von Steinkohlenschlämmen hin und wieder beschritten worden³, hat aber wegen der damit verbundenen verhältnismäßig hohen Kosten keine größere Verbreitung gefunden.

Eine weitere Möglichkeit zur Veränderung der Beschaffenheit von Schlämmen bietet die Änderung der Oberflächeneigenschaften der vom Wasser, dem Zerteilungsmittel, möglichst weitgehend zu befreienden Feststoffteilchen, wobei sowohl die Größe der Grenzfläche der Teilchen als auch ihre Benetzbarkeit verändert werden kann. Eine derartige Wandlung der Feststoffteilchen tritt bei ihrer Flockung auf. Hierbei findet eine Zusammenballung der anfangs vorhandenen vielen kleinsten Schlammteilchen zu wenigen größeren Flocken statt, die eine entsprechend geringere Oberfläche bieten. Bei der Filterentwässerung wird das Wasser zwischen den Kapillaren der feinen Teilchen der ungeflockten oberflächengroßen Teilchen um so mehr festgehalten, je feiner die Teilchen, je größer ihre Oberflächen und je kleiner die gebildeten Kapillaren sind. Die durch die Flockung gebildeten größeren Teilehen werden anfangs, solange sie nicht der Druck bei der Filterung wieder zerstört, infolge ihrer größeren Oberfläche und der größeren Kapillarzwischenräume der Entwässerung stets weniger Widerstand entgegengesetzt als die ungeflockten Schlämme. Allerdings können diese größeren Kapillaren durch die immer noch vorhandenen oder durch mechanische Einwirkungen bei der Filterung entstehenden feinsten Teilchen ausgefüllt werden; vor allem wird bei fortgeschrittener Entwässerung durch den Druck auf den Filterkuchen die Gefahr einer Zerstörung der anfangs gebildeten Flocken sehr groß, so daß schließlich eine nahezu ebenso dichte und wasserundurchlässige Packung der Filterkuchenschicht entsteht wie bei der Filterung der ungeflockten Trübe. Nunmehr begünstigt jedoch eine wesentliche Wandlung der Oberflächeneigenschaften der geflockten Teilchen die weitere Entwässerung. Bewirkt man durch Zusatz bestimmter Stoffe zu Aufschwemmungen feinkörniger Teilchen im Wasser eine Vereinigung der Teilchen zu größeren Flocken, so verringert sich dabei stets ihre Wasserbenetzbarkeit, d. h. sie werden wasserabstoßender, als sie vor Zusatz des Flockungsmittels gewesen sind. Dieses erhöht die Grenzflächenspannung zwischen den Teilchen und dem Wasser, und die Teilchen versuchen in ihrem Streben nach möglichst kleiner freier Energie die Grenzflächenspannung möglichst zu erniedrigen, was durch Verringerung der Grenzfläche gegen das Wasser, d. h. durch Vereinigung der zahlreichen kleinen Teilchen zu wenigen großen mit geringerer Oberfläche erfolgt. Es handelt sich hierbei grundsätzlich um eine ähnliche Erscheinung wie bei der Schwimmaufbereitung, bei der sich die Grenzfläche des

¹ Sachse: Wassergehalte und Entwässerung von Feinkohle, Glückauf 65 (1929) S. 1739; Goldmann: Feinkohlenentwässerung unter Berücksichtigung der Kapillaritätserscheinungen, Glückauf 68 (1932) S. 749; Prockat: Die Entwässerung feinkörniger Aufbereitungserzeugnisse durch Filtern, Z. Oberschles. Ver. 70 (1931) S. 461; Prockat und Paul: Schlamm-entwässerung auf dem Saugzellenfilter, Chem. Fabr. 7 (1934) S. 178; Prockat: Physikalische Grundlagen und Stand der Filtration, Chem. Fabrik 9 (1936) S. 401; Paul: Entwässerung von Steinkohlenschlämmen auf Saugfiltergeräten, Chem. Fabrik 8 (1935) S. 237; Glückauf 71 (1935) S. 1193; Manger: Die Entwässerung des Kohlenschlammes durch Filtration, Brennstoff-Chem. 13 (1932) S. 147; Paul: Die Durchlässigkeit des Filterkuchens, Z. VDI., Beihefte Verfahrenstechnik, 1936, S. 29; Nashan: Kohle und Kapillarität, Glückauf 71 (1935) S. 805; Mitt. Forsch.-Anst. Gutehoffnungshütte-Konzern 4 (1936) S. 133; Götte: Untersuchung der Filtrierbarkeit von Steinkohlenschlämmen und Flotationskonzentraten, Glückauf 71 (1935) S. 1097; Köppel: Die Packungsdichte der Feinkohle, Glückauf 73 (1937) S. 369.

² Rumpelt: Chem. Fabrik 9 (1936) S. 127.

³ S. z. B. Colliery Guard. 151 (1935) S. 151.

durch den Sammler wasserabstoßend gewordenen Teilchens gegen Wasser durch Anlagerung des Teilchens an die Luftblase zu verkleinern sucht; dieser Anlagerung an die Luftblasen geht oft eine Flockung der Teilchen und somit eine Verringerung ihrer Grenzfläche gegen Wasser voraus. Auch bei einer Wiederaufteilung der Flocken aus den angegebenen Gründen wird die Erhöhung der wasserabstoßenden Eigenschaften etwa gleich großer Teilchen, wie sie bei der Filterung von Trüben ohne Flockungsmittelzusatz auftreten, die Entwässerung erleichtern, weil das Wasser in den gleich weiten Kapillaren infolge der geringern Benetzbarkeit der Teilchen nicht so festgehalten wird.

Neben der Zugabe von Flockungsmitteln ist es auch möglich, Schlammtrüben durch Erhitzung zu flocken¹. Die dadurch bewirkte Erhöhung der Eigenbewegung der Teilchen, für feinste Teilchen als Brownsche Molekularbewegung bekannt, fördert ihren Zusammenschluß zu größeren Flocken, was noch durch die Herabsetzung der Viskosität des Wassers bei Temperaturerhöhung begünstigt wird. Eine Förderung der wasserabstoßenden Eigenschaften der Teilchen tritt jedoch hierbei nicht ein. Bei der Entwässerung einer derart durch Erwärmung geflockten Trübe wird daher zwar anfangs eine größere Wasserabgabe zu beobachten sein; bei fortschreitender Entwässerung und Auswirkung des Unterdruckes auf die Flocken, die dabei mehr oder weniger wieder zerstört werden, begünstigen jedoch nur noch die verminderte Viskosität sowie in geringerem Maße die Herabsetzung der Oberflächenspannung des Wassers den Entwässerungsvorgang.

Zur Prüfung dieser Ansichten sind von mir bereits eine Reihe von Versuchen an Kaolinschlämmen², die sich bekanntlich besonders schlecht entwässern lassen, sowie an Erzschlämmen³ durchgeführt worden. Diese Versuche haben ergeben, daß die Entwässerung der Schlammtrüben im allgemeinen begünstigt wird, wenn man sie mit geringern Mengen von Zusatzmitteln vermischt, welche die Klärung der Trüben auch durch Flockung stark beschleunigen. Die Untersuchungen über den Einfluß von Flockungsmitteln auf Steinkohlenschlämme sind bereits vor längerer Zeit begonnen worden⁴, konnten jedoch wegen anderer dringender Arbeiten nicht abgeschlossen werden. Auch jetzt bedürfen verschiedene der angeschnittenen Fragen noch einer gewissen Klärung und weiterer eingehender Prüfung. Gleichwohl halte ich eine Veröffentlichung meiner Versuchsergebnisse nunmehr für angebracht, weil sie doch recht bemerkenswerte Aufschlüsse geliefert haben, die für den einen oder andern Betrieb vielleicht wertvolle Anregungen bieten. Außerdem ist neuerdings vor allem im englischen Schrifttum über Beobachtungen berichtet worden, die man bei der Entwässerung von mit Flockungsmitteln behandelten Steinkohlenschlämmen gemacht hat. Auf diese Verfahren sei zunächst kurz eingegangen.

Broadbridge, Edser und Stemming⁵ haben bereits 1922 vorgeschlagen, Schwimmkonzentrate von Steinkohle zur Herstellung von Koks vor dem Abpressen des Wassers mit Anthrazenölen oder andern

Teerölen zu vermischen, um die Abscheidung des Wassers beim Abpressen durch die Flockung der Kohle zu begünstigen. Von der Minerals Separation Ltd. wird für die Erleichterung der Entwässerung von Steinkohlenschwimmkonzentraten¹ der Zusatz von Xanthaten empfohlen. Der hierdurch erzielte Erfolg dürfte teilweise auf die durch den Xanthatzusatz verursachte Enttonung der Kohle zurückzuführen sein². Das Verfahren der Ekof³ zur bessern Entwässerung von Feinkohle durch Zusatz wasserlöslicher Salze von ungesättigten sulfonierten Fettsäuren oder ihren Abkömmlingen beruht auf der durch die starke Oberflächenaktivität dieser Salze bewirkten Herabsetzung der Oberflächenspannung des Wassers, die ein schnelleres Abtropfen in den Entwässerungstürmen zur Folge hat; diese Arbeitsweise, die der Vollständigkeit halber erwähnt sei, bezieht sich nur auf die Entwässerung von Feinkohlen, nicht auf die der Schlämme. Nach einem Verfahren der Gutehoffnungshütte AG. Oberhausen⁴ soll die Entwässerung von Schlämmen durch Zusatz von Kalk, Stärke und Harz- oder Ölemulsionen erleichtert werden.

Schließlich finden sich in einigen neuen englischen Abhandlungen, die sich mit der Flockung von Kohlenschlämmen befassen, gelegentlich der an die Vorträge anschließenden Aussprachen Hinweise auf das Verhalten der mit Flockungsmitteln versetzten Schlämme bei der folgenden Entwässerung⁵. Auf der Anthrazitkohlenwäsche der englischen Emlyngrube wird mit einem besondern Flockungsmittel, dem sogenannten »Unifloc«, die Filterleistung der dort benutzten Rovacfilter beträchtlich gesteigert, wobei gleichzeitig eine Abnahme des Wassergehaltes des Filterkuchens festzustellen ist⁶.

Versuchsdurchführung.

Für die Versuche sind aus verschiedenen deutschen Steinkohlenwäschen entweder Schlämme, die auch im Betriebe teilweise der Filterung unterworfen werden, benutzt, oder die Rohkohlen in einer Kugelmühle naß auf die bei den Schlämmen im allgemeinen vorliegende Korngröße zerkleinert worden, nachdem sie auf einem Stachelwalzwerk vorgebrochen worden waren. Grundsätzlich hat man es vermieden, die Schlämme vor der Filterung trocken werden zu lassen, um eine Veränderung ihrer für die Entwässerung wesentlichen Oberflächeneigenschaften, im besondern ihrer Benetzbarkeit, zu vermeiden.

Die durch Eindicken oder Verdünnung mit Leitungswasser auf die gewünschte Trübedichte, meistens 200–300 g/l, gebrachten Schlämme wurden unmittelbar vor der Filterung 5 min lang mit dem entsprechenden Flockungsmittel angerührt und darauf unter den angegebenen Bedingungen gefiltert. Hierbei ahmte man sowohl den Filtervorgang auf dem Planfilter bzw. auf dem Innentrommelfilter wie auch den auf dem gewöhnlichen, im Betriebe vorwiegend benutzten Außentrommelfilter nach. Der Filterung auf der ersten Filterart entsprach die Versuchsdurchführung auf einem gewöhnlichen Büchnertrichter von 15 cm Dmr., dessen Boden mit Filterpapier (Schleicher und Schüll Nr. 595) ausgelegt war. Es wurde ent-

¹ Rumpelt, a. a. O.

² Petersen, Ber. dtsh. keram. Ges. 16 (1935) S. 252.

³ Petersen, Met. u. Erz 34 (1937) S. 49.

⁴ Die Untersuchungen sind anfangs im Aufbereitungslaboratorium der Bergakademie Freiberg (Sa.) unter talkräftiger Mitwirkung der Herren O g a w a und Dipl.-Ing. Zobel durchgeführt worden.

⁵ Am. Pat. 1824326 vom 20. Nov. 1922.

¹ DRP. 495949 vom 2. März 1927.

² Petersen, Glückauf 67 (1931) S. 1445.

³ DRP. 652705 vom 11. Nov. 1935.

⁴ Engl. P. 425976 vom 23. Juni 1933.

⁵ Colliery Guard. 149 (1934) S. 1188; 151 (1935) S. 1083; 153 (1936) S. 530.

⁶ Iron Coal Trad. Rev. 131 (1935) S. 233.

weder unter den jeweiligen Versuchsbedingungen auf dem Büchnertrichter so lange abgesaugt, bis auf dem Filtrerrückstand kein Wasser mehr sichtbar, also etwa der gleiche Entwässerungsgrad erreicht war, oder es wurde ohne Rücksicht auf den Wassergehalt des Filtrerrückstandes gleich lange gefiltert. Die Filtrerrückstände wog man ebenso wie bei den andern Versuchsdurchführungen sogleich nach Beendigung der Filterung naß und nach Trocknung im Trockenschrank bei 105° trocken. Die Schwankungen im Wassergehalt lagen bei Wiederholung derselben Versuche innerhalb 1–2% (bezogen auf den gefundenen Wassergehalt des Filtrerrückstandes). Die ganze Menge (250–300 cm³) der angerührten Schlammtrübe wurde bei diesen Versuchen auf einmal in den Büchnertrichter gegossen, wobei man gleichzeitig mit dem Absaugen begann; der durch eine Wasserstrahlpumpe erzeugte Unterdruck stellte sich nach wenigen Sekunden ein und wurde durch ein regelbares Federventil unverändert auf der jeweils gewünschten Höhe gehalten. Die Trübe ist dabei nach dem Eingießen in den Büchnertrichter im Ruhezustand, so daß sich die größten Schlammeilchen zuerst absetzen und auf dem Filtermittel eine gutfilternde Kuchenschicht bilden.

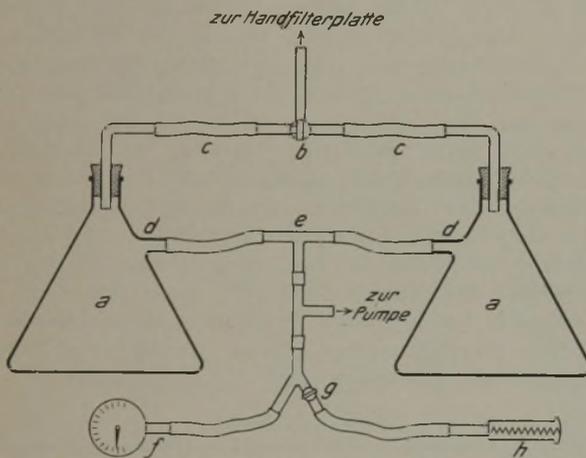


Abb. 1. Versuchsanordnung.

zur Regelung des Unterdruckes den Hahn *g*, der mit dem einstellbaren Federventil *h* verbunden ist. Die eigentliche, aus Hartgummi bestehende Handfilterplatte (Abb. 2) entspricht in ihrer Größe von 100×150 mm = 1/67 m² Filterfläche und in ihrem Aufbau einem Filterabschnitt des Imperialfilters. Sie ist durch das abschraubbare Hartgummirohr *a* zum Abführen des Filtrats mit den Saugflaschen (Abb. 1) verbunden. Auf die Handfilterplatte *b* wird zunächst das Bronzesieb *c* von 1,5 mm Maschenweite gelegt. Über das Ganze spannt man das Filtertuch *d*, wie es auch im Betriebe benutzt wird, und klemmt es durch die Hanfschnur *e* in die an der Seite der Handfilterplatte angebrachte Nut ein. Auf das Filtertuch werden dann die Schnüre *f* gelegt, die im Abstand von 9 mm mit Hilfe der durchbohrten Holzleisten *g* von 10×10×105 mm verbunden sind (Abb. 2 oben). Die 3 mm starke Gummischnur *h*, die um die an den Holzleisten angebrachten Haken gelegt wird, hält die Schnüre auf der Handfilterplatte fest.

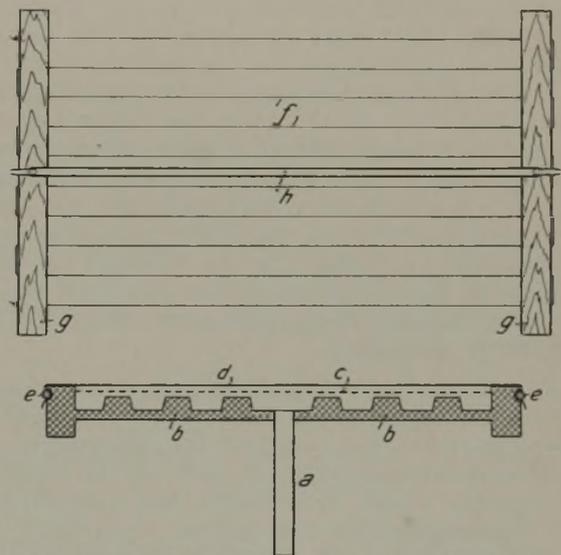


Abb. 2. Handfilterplatte mit Schnürenabnahme.

Beim Handfilterversuch ahmt die Filterplatte alle Vorgänge, die sich während einer Umdrehung der großen Filtertrommel abspielen, nach. An die Stelle des Unterdruckbehälters sind die Saugflaschen getreten, und statt des Steuerkopfes dient der Dreiweghahn zwischen den Saugflaschen und der Belüftungshahn am Unterdruckmesser zur Regelung des Unterdruckes. Beim Filterversuch wird zunächst der kurz über dem Ansatzrohr der Filterplatte in die Schlauchverbindung eingeschaltete Hahn so lange geschlossen, bis nach Anstellen der Wasserstrahlpumpe der gewünschte Unterdruck in den Saugflaschen erreicht ist. Darauf taucht man die Filterplatte in ein geeignetes Gefäß mit der zu filternden Schlammtrübe. Diese befindet sich entweder in Ruhe oder wird durch ein langsam laufendes Rührwerk möglichst gleichmäßig in Bewegung versetzt, wie es bei der betriebsmäßigen Filterung durch das Rührwerk im Filtertroge geschieht. Nach dem Eintauchen wird der Hahn über dem Ansatzrohr der Filterplatte geöffnet und von diesem Zeitpunkt an die Zeitdauer der Filterung berechnet. Man läßt die Filterplatte je nach den Versuchsbedingungen entweder eine bestimmte Zeit in der Trübe oder saugt so lange ab, bis sich eine durch Vorversuche festgestellte bestimmte Menge des

Zur Nachahmung des Filtrervorganges auf dem Außentrommelfilter hat die von Netzel im Laboratorium der Maschinenfabrik Imperial G. m. b. H. in Meißen (Sa.) entwickelte Handfilterplatte¹ gedient. Diese gestattet, den Vorgang der Filterung auf dem Saugzellenfilter mit Schnürenabnahme² unmittelbar nachzuahmen und die Leistung der Filter im Kleinversuch ohne weiteres auf die des Betriebes umzurechnen³. Die Versuchsanordnung geht aus Abb. 1 hervor. Zwischen den beiden Saugflaschen *a*, deren Größe sich nach der abzuschneidenden Filtratmenge richtet und die mit einem einfach durchbohrten Gummistopfen verschlossen sind, durch den ein Glasrohr von 10 mm Dmr. führt, wird der Dreiweghahn *b* mit den Gummischlauchverbindungen *c* geschaltet. Vom freien Schenkel des Dreiweghahnes führt ein Gummischlauch zur Handfilterplatte. Zwischen die Ansatzstutzen *d* der Saugflaschen wird das T-Stück *e* geschaltet, das die Saugflaschen mit dem Unterdruckmesser *f* verbindet. Dieser steht durch einen Schlauch mit der Wasserstrahlpumpe in Verbindung und trägt

¹ Netzel, Chem.-Ztg. 59 (1935) S. 701.

² Rumpelt, Bergbau 49 (1936) S. 99.

³ Netzel, Ber. dtsh. keram. Ges. 17 (1936) S. 210.

Schlammes als Filterkuchen an der Platte festgesetzt hat. Darauf hebt man die Handplatte vorsichtig aus dem Gefäß heraus und hält sie dabei so, daß sich das Ansatzrohr an der tiefsten Stelle befindet, damit das Filtrat restlos aus der Handplatte abfließen kann. Während des Ansaugens genügt ein Unterdruck von 400–500 mm QS, während bei der folgenden Entwässerung nach dem Herausheben aus der Trübe der Unterdruck zweckmäßig auf 600–700 mm QS erhöht wird. Die Entwässerungszeit nach dem Herausheben aus der Trübe bemißt man je nach den Versuchsbedingungen. Falls das bei der Entwässerung abgesaugte Filtrat gesondert aufgefangen werden soll, stellt man den Dreiwegehahn auf die zweite Saugflasche um. Ist die Entwässerungszeit abgelaufen, d. h. erscheint der Filterkuchen völlig trocken, so läßt man durch den Belüftungshahn am Unterdruckmesser in das ganze Gerät Luft eintreten, hebt mit den Schnüren den Filterkuchen von der Platte vorsichtig ab, legt ihn auf einen tarierten Behälter und entfernt die Schnüre durch vorsichtiges Abheben. Wenn der Filterkuchen nicht mehr zu naß ist — eine gewisse Mindestzeit ist dadurch für die Entwässerung bei dieser Versuchsdurchführung gegeben —, gelingt das Abheben von der Platte sowie die Entfernung der Schnüre nach einiger Übung praktisch ohne Verluste des abgesaugten Schlammes. Natürlich kann man auch auf die Schnürenabnahme verzichten und, vor allem bei Vergleichsversuchen, bei denen man trotz noch ungenügender Entwässerung die Filterung in einer bestimmten Zeit durchführen will, den noch nassen Filtrerrückstand mit einem geeigneten Spatel von der Filterplatte abschieben.

Der Vorteil der Schnürenabnahme des Filterkuchens vor allem für Laboratoriumsversuche liegt in erster Linie darin, daß es mit der Handfilterplatte und Schnürenabnahme möglich ist, auch auf die Leistung eines großen Filters zu schließen. Bei Schaberfiltern ohne Schnürenabnahme läßt sich nie voraussehen, bis zu welchem Grade ein Verstopfen des Filtertuches nach längerer Betriebsdauer eintritt, wenn die Filterversuche nicht auf diese Dauer ausgedehnt werden. Bei den Filtern mit Schnürenabnahme tritt jedoch bei Wahl des geeigneten Filtertuches der Beharrungszustand schon nach ein bis zwei Versuchen ein, und nur hierdurch stimmen nach den Erfahrungen der Maschinenfabrik Imperial die Versuchsergebnisse mit den im Dauerbetrieb erhaltenen überein.

Deshalb wurden die Versuche mit der Handfilterplatte stets so durchgeführt, daß man zunächst zur Erreichung des Beharrungszustandes des Filtertuches zwei Vorversuche mit dem jeweiligen Schlamm bzw. dem Flockungsmittel und darauf erst den ausgewerteten Versuch anstellte. Die Ergebnisse der Handfilterversuche wurden jedesmal unmittelbar auf die Leistung je m² und h umgerechnet. Bei den Versuchen auf dem Büchnerfilter verzichtete man auf diese Umrechnung, weil infolge der verhältnismäßig geringen freien Saugfläche der Saugöffnungen in der Trichterplatte die Leistung viel niedriger liegt als bei den technischen Innen- oder Planfiltern. Es kam bei den Versuchen ja vor allem darauf an, die verhältnismäßige Änderung der Entwässerung bei Verwendung von Flockungsmitteln zu untersuchen. Für einige Versuchsreihen wurde schließlich noch ein kleines Versuchstrommelzellenfilter von 125 mm Breite und

250 mm Dmr., entsprechend etwa 0,1 m² Filterfläche, bei einer Umdrehung in 33 s verwendet.

Von den zahlreichen bekannten Flockungsmitteln hat man vornehmlich diejenigen gewählt, die sich bereits bei Zusatz geringer Mengen auf Steinkohlenschlämme auswirken. Zu ihnen gehören in erster Linie Stärke, Gelatine und Leim, deren stark flockende Wirkung in den letzten Jahren verschiedentlich untersucht worden ist¹. Über die Theorie dieses Flockungsvorganges, der als Sensibilisierung der Elektrolytflockung bezeichnet wird (Elektrolyte befinden sich stets in wechselnder Menge in der Schlammtrübe), sind die Ansichten bis heute noch geteilt², so daß sich ein näheres Eingehen darauf hier erübrigt. Diese Schutzkolloide wurden in Form von 1%igen wässrigen Solen verwendet, wobei man das Stärkesol in der bekannten Weise durch Eingießen einer etwa 20%igen kalten Aufschwemmung in fast siedend heißes Wasser unter guter Verrührung herstellte. Außerdem wurde ein von mir erstmalig für die Flockung und Entwässerung von Kaolin³ mit gutem Erfolg benutztes stärkehaltiges Flockungsmittel, das Konnyaku, für die vorliegenden Versuche herangezogen. Das Konnyaku ist eine stärkehaltige Knollenpflanze (botanischer Name: Hydrosme Rivieri), die vor allem in Japan angebaut wird und mit heißem Wasser eingelatineartiges, im Handel als gelblichweißes feinkörniges Erzeugnis vertriebenes Nahrungsmittel liefert. Es quillt sehr stark im Wasser und wird daher für die Versuche lediglich als 0,1%iges Sol verwandt. Seine flockende Wirkung ist besonders gegenüber tonigen und alkalischen Schlämmen außerordentlich groß, und es ist bisher nicht gelungen, ein ähnlich gut wirkendes Flockungsmittel aus derartigen Pflanzen zu gewinnen. Als anorganischer Zusatz ist schließlich bei einigen Versuchsreihen noch Kalk in Form einer 1%igen Aufschwemmung benutzt worden.

Die Kornverteilungen und Aschengehalte der untersuchten Schlämme zeigt die Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1.

Korngröße mm	Schlamm A		Schlamm B		Schlamm C		Schwimmkonzentrat	
	%	Asche %	%	Asche %	%	Asche %	%	Asche %
> 0,3	—	—	—	—	3,0	10,4	—	—
0,3–0,2	31,2	8,1	24,8	29,1	15,0	11,7	25,6	7,0
0,2–0,15	20,5	7,7	26,6	35,0	22,5	11,9	20,4	7,2
0,15–0,10	13,3	6,5	13,5	33,0	10,5	10,5	19,2	6,9
0,10–0,06	10,5	7,9	11,6	30,0	11,0	14,2	15,7	6,2
< 0,06	24,5	11,3	23,5	38,0	46,0	18,7	19,1	12,8
	100,0	8,8	100,0	30,0	100,0	16,5	100,0	8,0

Bei A handelt es sich um einen durch Naßzerkleinerung einer gewaschenen sächsischen Steinkohle erhaltenen Schlamm. B ist ein Betriebsschlamm aus einer sächsischen Steinkohlenwäsche, der dort auf Trommelaußenfiltern entwässert wird; er weist einen verhältnismäßig hohen Anteil (etwa 15%) Faserkohle auf. Außerdem enthält er viel Ton; die Asche besitzt 10,3% Al₂O₃. Schlamm C mit einem Tonerdegehalt in der Asche von 8% stammt aus einer westfälischen Gasflammkohlenwäsche, wo er nach der Eindickung auf Trommelaußenfiltern entwässert wird. Das Schwimmkonzentrat gewann man für die Versuche durch Flotation des Schlammes B in einem Labo-

¹ Z. B. Petersen und Gregor, Glückauf 68 (1932) S. 621; Petersen, Glückauf 70 (1934) S. 125; Raybould, Colliery Guard. 149 (1934) S. 1094; Needham, Colliery Guard. 153 (1936) S. 191.

² Z. B. Tomalin, J. soc. chem. Ind. Transactions 56 (1937) S. 384.

³ Petersen, Ber. dtsh. keram. Ges. 16 (1935) S. 252.

ratoriumsschwimmgerät (M. S.-Standardgerät) von 81 Fassungsvermögen mit 500 g/t eines kreosot-haltigen Holzzeistes und 500 g/t Steinkohlenteeröl. Unter Einhaltung der gleichen Versuchsbedingungen wichen die benutzten Schwimmkonzentrate sowohl in ihrer Kornverteilung als auch hinsichtlich des Aschengehaltes nur wenig von den in der Zahlentafel 1 angeführten Mittelwerten ab. Außerdem wurde noch ein japanischer, im Betrieb anfallender Kohlschlamm in die Untersuchungen einbezogen, der nach Kornverteilung und Aschengehalt dem Schlamm B recht ähnlich war. Da er sich auch bei der Entwässerung entsprechend verhielt, wird auf die Wiedergabe der mit ihm erhaltenen Ergebnisse verzichtet. Die im folgenden besprochenen Versuche stellen lediglich eine Auswahl dar; berücksichtigt sind nur solche, die von grundsätzlicher Wichtigkeit erschienen.

Versuchsergebnisse.

Einfluß des Unterdruckes.

Um möglichst geeignete und vergleichbare Versuchsbedingungen anzuwenden, prüfte man zunächst den Einfluß des Unterdruckes auf die Entwässerung. Mit den geeignetsten Zusatzmitteln wurde zu diesem Zweck das Verhalten der Schlämme B und C bei steigendem Unterdruck untersucht.

Zahlentafel 2. Einfluß des Unterdruckes auf den Wassergehalt des Filterkuchens (Versuchsbedingungen: Trübedichte 400 g/l, Büchnertrichter, 3 min Absaugzeit, etwa 100 g Trockenschlamm, Unterdruck wechselnd).

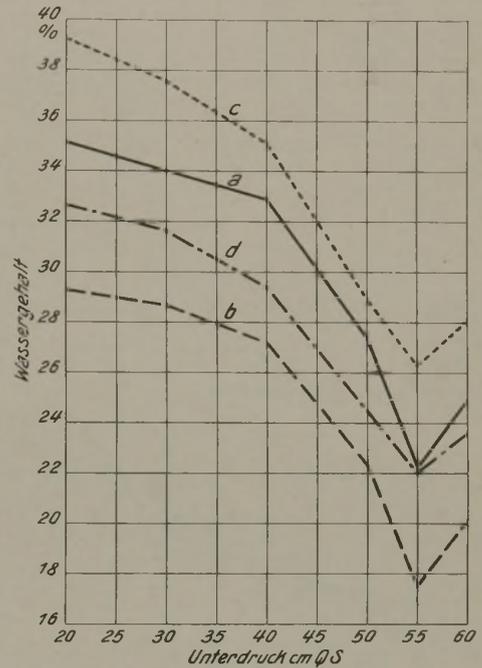
Unterdruck cm QS	Schlamm B		Schlamm C	
	ohne Zusatz Wassergehalt %	mit 100 g/t Konnyaku Wassergehalt %	ohne Zusatz Wassergehalt %	mit 500 g/t CaO Wassergehalt %
20	35,1	29,3	39,2	32,6
30	34,0	28,7	37,6	31,6
40	32,9	27,2	35,1	29,4
50	27,4	22,3	28,9	24,5
55	22,2	17,5	26,3	22,0
60	25,0	20,1	28,1	23,6

Bei beiden Schlämmen ergibt sich (Zahlentafel 2, Abb. 3), daß ein Unterdruck zwischen 20 und 40 cm QS den Wassergehalt des Filterkuchens verhältnismäßig wenig erniedrigt; erst bei weiterer Steigerung des Unterdruckes auf 50 cm QS nimmt der Restwassergehalt des Filterkuchens erheblich stärker ab; dieses Absinken geht bis zu einem Unterdruck von etwa 55 cm QS, wo man stets den niedrigsten Restwassergehalt festgestellt hat. Bei noch höherem Unterdruck steigt er wieder. Dies ist offenbar darauf

Zahlentafel 3. Einfluß des Unterdruckes auf die Entwässerungsleistung (Versuchsbedingungen: Handfilterplatte, Trübedichte 400 g/l, Ansaugzeit 3 min, Entwässerungszeit 2 min, Unterdruck wechselnd).

Unterdruck cm QS	Schlamm B				Schlamm C			
	ohne Zusatz		mit 100 g/t Konnyaku		ohne Zusatz		mit 500 g/t CaO	
	Leistung kg/m ² und h	Wassergehalt %						
20	19,7	30,2	37,6	27,4	17,9	31,4	30,1	27,5
30	22,2	30,0	44,2	26,9	21,0	31,0	36,5	27,0
40	25,0	29,2	52,6	25,0	23,9	29,0	42,4	25,8
50	35,4	27,5	79,7	23,1	33,2	27,8	77,6	24,0
55	41,6	25,0	87,6	21,8	37,6	26,5	84,0	22,2
60	37,4	26,2	75,8	23,7	31,1	28,1	73,6	25,1

zurückzuführen, daß durch das starke Anpressen des Filterkuchens eine feste und wasserundurchlässige Filterkuchenschicht entsteht, deren Entwässerung trotz erhöhten Unterdruckes nicht mehr so leicht erfolgt wie bei geringerem. Auch bei Zusatz der Flockungsmittel, welche die Entwässerung in allen Fällen begünstigten, verlief die Abnahme des Wassergehaltes in entsprechender Weise.



a Schlamm B ohne Zusatz, b Schlamm B bei Zusatz von 100 g/t Konnyaku, c Schlamm C ohne Zusatz, d Schlamm C bei Zusatz von 500 g/t CaO.

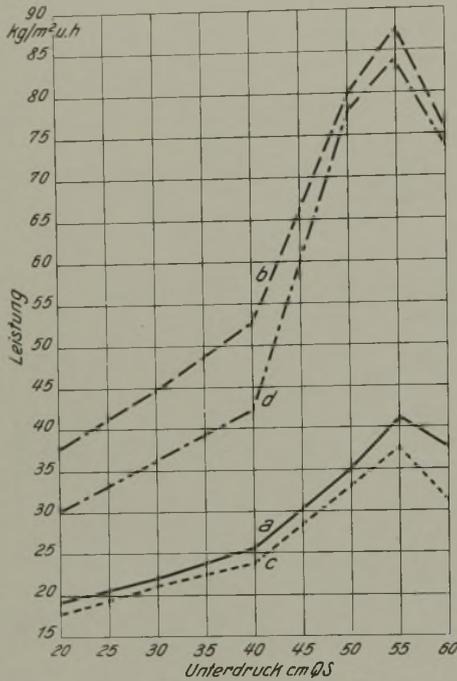
Abb. 3. Einfluß des Unterdruckes auf den Wassergehalt des Filterkuchens.

Ein ähnliches Bild ergaben die Versuche mit der Handfilterplatte zur Untersuchung der Abhängigkeit der Leistungsänderung bei steigendem Unterdruck (Zahlentafel 3, Abb. 4).

Die höchste Leistung wurde bei etwa 55 cm QS erreicht, während bei stärkerem Unterdruck die Leistung wieder sank. Der Restwassergehalt des Filterkuchens nimmt trotz der größeren Leistung mit steigendem Unterdruck stets ab. Besonders groß sind die Unterschiede der Leistungssteigerung bei Zusatz von Flockungsmitteln. Auf Grund dieser Feststellungen wurde bei den weiteren Versuchen stets ein Unterdruck von etwa 55 cm QS angewandt.

Einfluß der Trübedichte.

Bekannt ist die steigende Leistung von Saugzellenfiltern bei zunehmender Trübedichte des zu entwässernden Schlammes. Zur Ermittlung des Einflusses des Feststoffgehaltes auf die Leistung sind mit den Schlämmen B und C Versuchsreihen bei steigendem Feststoffgehalt durchgeführt worden (Zahlentafel 4, Abb. 5).



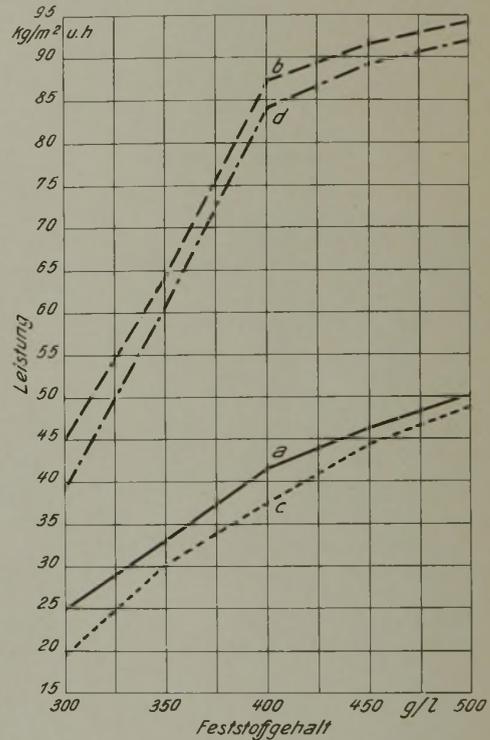
a Schlamm B ohne Zusatz, b Schlamm B bei Zusatz von 100 g/t Konnyaku, c Schlamm C ohne Zusatz, d Schlamm C bei Zusatz von 500 g/t CaO.

Abb. 4. Einfluß des Unterdruckes auf die Entwässerungsleistung.

Der Leistungsanstieg ist besonders bei Erhöhung des Feststoffgehaltes von 300 auf 400 g/l erheblich. Bei weiterer Vermehrung der Trübedichte steigt zwar die Leistung noch weiter, jedoch ist die Zunahme hier

geringer als in den vorhergehenden Abschnitten. Flockungsmittelzusatz bewirkt bei beiden Schlämmen auch zwischen 300–400 g/l eine erhebliche Leistungssteigerung, die bei noch höherer Trübedichte wiederum weniger groß wird.

Der Restwassergehalt des Filterkuchens ist trotz der erhöhten Leistung bei Flockungsmittelzusatz immer niedriger als bei der Entwässerung ohne Zusatz. Die verhältnismäßig beste Entwässerungsleistung wird danach bei etwa 300 g/l Feststoffgehalt erreicht. Diese Trübedichte ist daher im allgemeinen bei den Versuchsreihen eingehalten worden.



a Schlamm B ohne Zusatz, b Schlamm B bei Zusatz von 100 g/t Konnyaku, c Schlamm C ohne Zusatz, d Schlamm C bei Zusatz von 500 g/t CaO.

Abb. 5. Einfluß des Feststoffgehaltes auf die Leistung.

Zahlentafel 4. Einfluß des Feststoffgehaltes auf die Leistung (Versuchsbedingungen: Handfilterplatte, Ansaugezeit 3 min, Entwässerungszeit 2 min, Unterdruck 55 cm QS, Trübedichte wechselnd).

Feststoffgehalt g/l	Schlamm B				Schlamm C			
	ohne Zusatz		mit 100 g/t Konnyaku		ohne Zusatz		mit 500 g/t CaO	
	Leistung kg/m² und h	Wassergehalt %						
300	24,9	26,9	45,2	23,9	19,6	28,2	39,4	24,7
350	33,3	26,1	64,0	22,2	30,2	27,4	60,6	23,2
400	41,6	25,0	87,6	21,8	37,6	26,5	84,0	22,2
450	46,8	25,9	91,5	21,4	44,3	25,9	89,1	22,6
500	50,1	26,2	94,1	22,1	48,8	26,2	91,9	23,1

Einfluß der Art des Flockungsmittels.

Je nach der Art des Steinkohlenschlammes zeigten sich in der Wirkung der verschiedenen Flockungsmittel beträchtliche Unterschiede. In der Zahlentafel 5 sind die jeweils besten Ergebnisse zusammengestellt. Beim Reinkohlenschlamm A ließ sich nur eine verhältnismäßig geringe Verbesserung der Filterleistung erzielen. Am wirksamsten war Stärke; Kalk, Gelatine und Konnyaku ergaben erheblich geringere Unterschiede im Wassergehalt und der Filterleistung. Bei dem stark tonigen Schlamm B mit dem höchsten

Aschengehalt von 30% hatte Kalk den verhältnismäßig geringsten, Stärke einen bessern und Konnyaku den besten Erfolg. Gelatine war bei diesem Schlamm wirkungslos. Neben Konnyaku erwies sich beim Schlamm B auch noch ein mit Alkali behandeltes Stärkesol als sehr wirksam. Dieses wurde hergestellt durch Anrühren von 1 Teil Kartoffelstärke in 5 Teilen kaltem Wasser und Eingießen in eine 0,5% ige Natriumhydroxydlösung. Der Betriebsschlamm C wies bereits bei Kalkzusatz eine beträchtliche Abnahme des Wassergehaltes und eine entsprechende

Zunahme der Filterleistung auf. Die Wirkung der Schutzkolloide war hier nicht so groß. Das Schwimmkonzentrat ließ sich ohne Zusatz, trotz seines geringen Aschengehaltes und der dem Schlamm A ähnlichen Kornverteilung (Zahlentafel 1), weniger gut entwässern als der Schlamm A; die Leistung war allerdings etwas höher als beim Schlamm A. Erst bei Zusatz von Konnyaku oder alkalischer Stärke wurden bei dem Schwimmkonzentrat auch sehr erhebliche Veränderungen im Wassergehalt und der Leistung erreicht, während die übrigen Zusätze weniger gut wirkten.

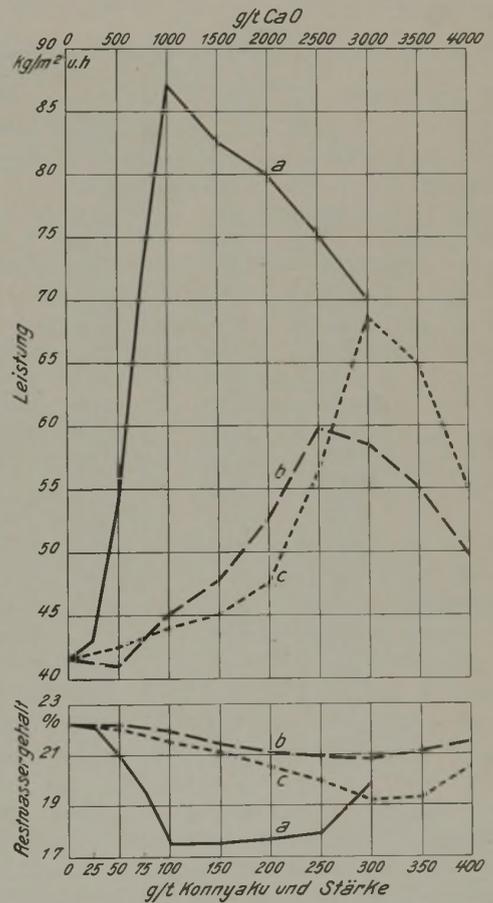
Zahlentafel 5. Veränderung von Restwassergehalt und Filterleistung bei Zusatz der günstigsten Menge des jeweiligen Flockungsmittels
(Versuchsbedingungen: Restwassergehaltsbestimmung auf Büchnertrichter, Leistungsbestimmung auf Handfilterplatte, Feststoffgehalt 400 g/l, Unterdruck 55 cm QS).

Schlamm	Flockungsmittel g/t	Restwasser auf Büchnertrichter %	Leistung		Verhältnismäßige	
			kg/m ² und h	Wassergehalt %	Abnahme des Restwassergehaltes %	Zunahme der Leistung %
A	ohne Zusatz	18,2	75,6	21,3	—	—
	250 Stärke	15,9	122,3	19,8	12,6	61,9
	1500 CaO	17,9	80,3	21,0	1,7	6,2
	250 Gelatine	16,8	87,4	20,3	7,7	15,6
	100 Konnyaku	16,5	98,9	20,5	8,8	30,9
B	ohne Zusatz	22,2	41,6	25,0	—	—
	100 Konnyaku	17,5	87,6	21,8	21,1	110,2
	2500 CaO	20,9	59,3	24,1	5,9	45,0
	300 Gelatine	22,3	40,9	25,3	-0,5	-1,7
	300 Stärke	19,2	68,9	23,7	13,5	66,2
300 alkal. Stärke	18,3	89,4	22,3	17,6	114,7	
C	ohne Zusatz	26,3	37,3	26,5	—	—
	1500 CaO	22,0	84,0	22,2	16,3	122,8
	25 Konnyaku	22,9	60,3	24,9	12,9	60,3
	150 Stärke	23,4	65,7	24,5	11,0	74,7
200 Gelatine	24,1	58,0	24,7	8,7	54,3	
Schwimmkonzentrat	ohne Zusatz	21,4	79,9	25,7	—	—
	100 Konnyaku	17,9	185,4	21,5	16,3	131,5
	1500 CaO	20,8	83,9	25,4	2,8	5,0
	250 Stärke	19,3	90,7	24,2	9,7	13,5
	250 Gelatine	19,9	88,4	24,5	7,0	10,6
250 alkal. Stärke	18,5	160,4	22,5	13,6	101,0	

Die gewaschene, verhältnismäßig aschenfreie Kohle zeigte demnach bereits ohne Zusatz eines ihre wasserabstoßenden Eigenschaften verstärkenden Mittels eine recht gute Entwässerungsmöglichkeit. Auch andere Reinkohlenschlämme wiesen die stärkste Erhöhung der Filterleistung bei Stärkezusatz auf. Je höher der Aschengehalt und je größer der Anteil an Feinkorn im Schlamm ist, desto mehr wirkt sich die Verbesserung der Entwässerung durch Flockungsmittel aus. Bei hohem Tongehalt, wie im Schlamm B, wird nur durch Konnyaku ein guter Erfolg erzielt, womit auch übereinstimmt, daß sich dieses Zusatzmittel bei der Entwässerung der Kaoline am besten bewährt hat. Der stark tonige japanische Kohlen Schlamm verhielt sich ganz ähnlich wie der Schlamm B. In zahlreichen Fällen wird, wie die erhebliche Verbesserung der Entwässerung von Schlamm C beweist, bereits der Zusatz von Kalk eine Erhöhung der Filterleistung herbeiführen. Überraschend ist, daß sich das Schwimmkonzentrat trotz der wahrscheinlich durch die wasserabstoßenden Schwimmittel bewirkten Erhöhung seiner Hydrophobie schlechter entwässern läßt als ein ähnlicher Kohlen Schlamm (A) ohne Schwimmittel; dabei ist die Filterleistung jedoch höher als bei dem Reinkohlenschlamm. Es hat den Anschein, als wenn bei der durch die Schwimmittel hervorgerufenen Flockenbildung des Schlammes ein beträchtlicher Teil

des Wassers in diesen Flocken mit eingeschlossen wird, der sich bei der folgenden Entwässerung nicht mehr abtrennen läßt. Auch hier wird lediglich durch Konnyakuzusatz der Restwassergehalt beträchtlich erniedrigt. Damit stimmten die nicht wiedergegebenen Versuchsergebnisse zur Entwässerung von Schlamm A überein, der lediglich mit Schwimmitteln in den bei der Schwimmaufbereitung üblichen Mengen angerührt wurde. Es ergab sich, daß bei dieser Behandlung des Reinkohlenschlammes zwar die Leistung nicht zurückging, wohl aber der Restwassergehalt um einige Hundertteile stieg. Auch bei dem so behandelten Schlamm A bewirkte der Stärkezusatz dann nicht mehr eine so gute Verbesserung der Entwässerung wie bei dem Schlamm A ohne Vorbehandlung mit Schwimmitteln, sondern Konnyaku erhöhte die Leistung am stärksten.

Ähnliche Beobachtungen sind an andern Schwimmkonzentraten gemacht worden, so daß es sich hier offenbar um eine allgemein gültige Erscheinung handelt.



a bei Zusatz von Konnyaku, b bei Zusatz von Kalk, c bei Zusatz von Stärke.

Abb. 6. Einfluß der Flockungsmittelmenge auf den Restwassergehalt (unten) und die Leistung (oben) bei Schlamm B.

Einfluß der Menge des Flockungsmittels.

Die in der Zahlentafel 5 zusammengestellten Versuchsergebnisse bringen immer nur die Werte für den Restwassergehalt des Filterkuchens und die Filterleistung bei den jeweils günstigsten Mengen der Flockungsmittel. Die Zahlentafel 6 und Abb. 6 lassen am Beispiel von Schlamm B erkennen, wie sich mit steigendem Flockungsmittelzusatz der Wassergehalt

und die Filterleistung ändern. Grundsätzlich ähnliche Feststellungen machte man bei den übrigen Schlämmen. Besonders bei dem die Entwässerung des Schlammes B am wirksamsten verbessernden Konnyaku zeigt sich, wie der anfänglich geringe Zusatz die Filterleistung und den Wassergehalt kaum beeinflusst und nach Überschreiten einer bestimmten Zusatzmenge, die in diesem Fall bei 25 g je t des trocknen Schlammes liegt, plötzlich die Leistung zu steigen beginnt, während der Wassergehalt im Filterkuchen entsprechend sinkt. Bei weiterer Erhöhung der Flockungsmittelmenge steigt die Leistung und sinkt der Wassergehalt weiter bis zu einem bestimmten Bestwert, der sich besonders in der Leistung ausprägt.

Zahlentafel 6. Einfluß der Menge des Flockungsmittelzusatzes auf die Entwässerung von Schlamm B (Versuchsbedingungen: Trübedichte 400 g/l, Unterdruck 55 cm QS, Restwassergehaltsbestimmung auf Büchnertrichter mit etwa 100 g Trockenschlamm bei 3 min Absaugzeit; Leistungsbestimmung auf Handfilterplatte bei 3 min Ansaug- und 2 min Entwässerungszeit).

Flockungsmittel		Restwassergehalt %	Leistung	
Art	g/t		kg/m ² und h	Wassergehalt %
Ohne Zusatz	—	22,2	41,6	25,0
Konnyaku	25	22,1	43,0	25,3
	50	21,0	53,5	24,2
	75	19,5	72,0	23,0
	100	17,5	87,6	21,8
	150	17,5	82,7	22,4
	200	17,7	80,0	24,1
	250	17,9	75,2	25,2
	300	19,9	70,1	28,5
Kalk	500	22,2	41,0	25,2
	1000	21,9	45,1	25,4
	1500	21,4	47,6	24,9
	2000	21,1	52,5	24,3
	2500	20,9	59,3	24,1
	3000	20,8	58,8	24,9
	3500	21,1	55,0	25,8
	4000	21,5	49,5	26,9
Kartoffelstärke	50	22,0	42,5	24,5
	100	21,5	44,0	25,2
	150	21,1	45,1	24,2
	200	20,5	47,2	23,6
	250	20,0	56,6	23,9
	300	19,2	68,9	23,7
	350	19,3	65,1	25,2
	400	20,5	54,9	29,3

Von diesem Punkt an nimmt bei weiterer Flockungsmittelzugabe die Leistung deutlich ab, während der Wassergehalt anfangs schwach, dann aber beträchtlich wieder ansteigt. Weniger ausgeprägt, aber gut erkennbar, treten diese Erscheinungen auch bei den übrigen hier angewandten Flockungsmitteln auf. Offenbar wird bei Überschreitung des Bestwertes der jeweiligen Flockungsmittelmenge bei den Schutzkolloiden auf dem Filter eine feine wasserundurchlässige Schicht des stark wasserbindenden gelatinösen Schutzkolloides gebildet, welche die Filterporen in zunehmendem Maße verstopft. Untersuchungen über den Verlauf der Konnyaku- und Stärkeadsorption, die sich durch die sehr empfindliche Jodstärkereaktion leicht nachweisen lassen, ergaben, daß im Schlammfiltrat bis zur Erreichung des Bestwertes der Entwässerung durch die Stärke (300 g/t) oder das Konnyaku (100 g/t) keine Stärke nachzuweisen war. Erst nach

Überschreitung dieser Mengen, bei Zusatz von 125 g Konnyaku bzw. 325 g Stärke je t, konnte man im Filtrat die Jodstärkereaktion beobachten, die naturgemäß bei noch weiterer Erhöhung der Flockungsmittelmenge entsprechend stärker war. Die Flockungsmittel werden demnach bis zur Erreichung des Bestwertes praktisch restlos von dem Schlamm adsorbiert und können infolgedessen bis dahin keine Verstopfung der Poren des Filters verursachen. Erst bei Zugabe weiterer Mengen treten die die Entwässerung beeinträchtigenden Folgen in Erscheinung. Beim Kalk kann durch einen Überschuß, der ebenfalls Leistung und Wassergehalt beeinträchtigt, eine derartige Verstopfung nicht unmittelbar erfolgen. Hier ist offenbar die starke Erhöhung der Alkalität der Trübe der Grund für die Wiederabnahme der Entwässerung nach Überschreiten des Bestwertes. Vor dessen Erreichung, hier bei 2500 g CaO je t, steigt der pH-Wert des Schlammfiltrats nicht in dem Maße, wie man es auf Grund des Kalkzusatzes erwarten sollte. Der Kalk wird, teilweise jedenfalls, ähnlich wie auch die Schutzkolloide, von dem Schlamm adsorbiert, so daß nur der nicht adsorbierte Kalkanteil den pH-Wert des Filtrats erhöhen kann. Der pH-Wert bei der weitestgehenden Entwässerungsverbesserung lag, nicht nur beim Schlamm B, sondern auch bei den übrigen Schlämmen, etwa bei 9,0–9,5. Nach Überschreitung dieses pH-Wertes, der beim Schlamm B bei Zusatz von 2500 g/t CaO, beim Schlamm C bei Zusatz von 500 g/t CaO erreicht wurde, sank die Filterleistung bzw. stieg der Restwassergehalt wiederum an. Der bei der Entwässerung anderer Feststoffe bekannte Nachteil einer zu hohen Alkalität trat demnach auch hier in Erscheinung. Übrigens konnte bei den untersuchten Kohlschlämmen das Absinken der Filterleistung auch ohne vorhergehende Verbesserung der Entwässerung nach Zusatz anderer Alkalien, die keine Flockung bewirken, wie Natriumkarbonat oder -hydroxyd, bei Überschreitung eines pH-Wertes von 9,0–9,5 festgestellt werden.

Durch gemeinsame Benutzung verschiedener Flockungsmittel, soweit sie sich einzeln überhaupt auf die Entwässerung der Schlämme auswirken, ist es oft möglich, die Menge des einen Flockungsmittels herabzusetzen. Vor allem liegt es nahe, die verhältnismäßig teuern Schutzkolloide teilweise durch Kalk zu ersetzen, was in manchen Fällen zum Ziele führt. Während der Schlamm C bereits mit 500 g/t CaO eine beträchtliche Entwässerungsverbesserung aufwies, wurde der Schlamm B erst mit 2500 g/t CaO auf den niedrigsten mit Kalk erreichbaren Wassergehalt und die höchste Filterleistung gebracht. Werden neben Kalk geringere Mengen von Stärke oder Konnyaku, als zur Erzielung des Bestwertes nach der Zahlentafel 5 erforderlich sind, zugesetzt, so ergeben sich bereits bei kleinern Kalk- wie auch Schutzkolloidmengen eine Filterleistung und ein Restwassergehalt, die den mit Konnyaku oder Stärke erhaltenen Bestwerten nahe kommen (Zahlentafel 7).

Trotz des geringern Kalkzusatzes wird der bei alleinigem Kalkzusatz erst später erreichte pH-Wert von 9,2 gewonnen, was darauf hindeutet, daß die Adsorption des Kalkes infolge der gleichzeitigen Schutzkolloidadsorption nicht so weitgehend ist wie bei alleinigem Kalkzusatz. Andererseits läßt sich bei Überschreiten der Konnyaku- oder Stärkemenge, die mit Kalk zusammen einen Bestwert für die Entwässerung

nung ergeben, im Filtrat bereits die Jodstärkereaktion nachweisen, obwohl die Schutzkolloidmenge noch nicht so hoch ist wie bei der Erreichung des Bestwertes mit alleinigem Zusatz. Die Reihenfolge des Zusatzes der Flockungsmittel erweist sich dabei nicht als gleichgültig. Es hat sich vielmehr herausgestellt, daß es zweckmäßig ist, den Kalk stets vor der Zugabe des Schutzkolloides dem Schlamm zuzusetzen. Bei umgekehrter Reihenfolge ist die Verbesserung der Entwässerung erheblich geringer.

Zahlentafel 7. Wirkung des gemeinsamen Zusatzes von Kalk und Schutzkolloiden auf die Entwässerung von Schlamm B
(Versuchsbedingungen wie bei der Zahlentafel 6).

Flockungsmittel g/t	Restwasser- gehalt %	Leistung		pH- Wert
		kg/m ² und h	Wasser- gehalt %	
Ohne Zusatz	22,2	41,6	25,0	—
2500 Kalk	20,9	59,3	24,1	9,2
100 Konnyaku	17,5	77,6	21,8	—
300 Stärke	19,2	68,9	23,7	—
1000 Kalk + 50 Konnyaku	18,2	80,5	23,9	9,3
1500 Kalk + 50 Konnyaku	21,5	53,5	25,1	10,8
1500 Kalk + 25 Konnyaku	18,7	75,3	24,0	9,5
2000 Kalk + 25 Konnyaku	20,9	60,8	24,8	10,9
1000 Kalk + 150 Stärke . .	19,5	65,3	23,9	9,1
1500 Kalk + 150 Stärke . .	20,1	59,7	24,1	10,7

Beziehungen zwischen Flockung und Entwässerung.

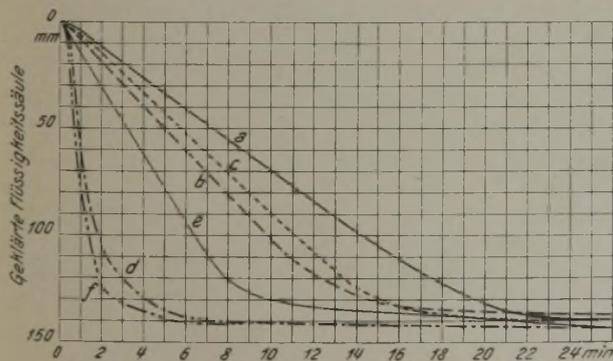
Die Bezeichnung der verwandten Zusatzstoffe als Flockungsmittel ist berechtigt, weil Absetzversuche eine Flockung der Schlämme und zugleich eine Beschleunigung ihrer Absetzgeschwindigkeit verursachen. Die Absetzversuche sind in der bekannten Weise¹ bei einem Feststoffgehalt der Schlämme von etwa 125 g/l durchgeführt worden. Bei wesentlich höherer Trübedichte läßt sich der Absetzverlauf der Schlämme weniger gut beobachten. Abb. 7 zeigt am Beispiel von Schlamm B den Verlauf der Absetzkurven bei Zusatz von Kalk, Stärke und Konnyaku. Ein Vergleich der Absetzkurven mit den in Abb. 6 und Zahlentafel 6 angegebenen Werten für die Filterleistung und den Wassergehalt läßt deutliche Zusammenhänge zwischen der Beeinflussung der Entwässerung und der Absetzbeschleunigung durch die Flockungsmittel erkennen. Die für die Entwässerung

als günstigster Zusatz festgestellte Kalkmenge von 2500 g/t ergibt eine stärkere Absetzbeschleunigung und auch eine höhere Filterleistung bzw. einen geringeren Restwassergehalt als eine Stärkemenge von 150 g/t, die noch nicht den Bestwert der Absetzbeschleunigung und Entwässerung liefert. Die doppelte Stärkemenge (300 g/t) beschleunigt dagegen das Absetzen des Schlammes viel mehr als die günstigste Kalkmenge (2500 g/t) und erhöht auch die Filterleistung bzw. erniedrigt den Wassergehalt im Filterkuchen in weitergehendem Maße als die günstigste Kalkzusatzmenge. Die größte Absetzbeschleunigung und damit die stärkste Flockung wird durch 100 g/t Konnyaku hervorgerufen; derselbe Konnyakuzusatz erhöht auch die Filterleistung bzw. erniedrigt den Wassergehalt des Filterkuchens am stärksten, während geringere Zusatzmengen von Konnyaku (50 g/t) eine zwar schon beträchtliche, jedoch erheblich geringere Absetzbeschleunigung und entsprechend Entwässerungsverbesserung verursachen als die doppelte Menge.

Danach deckt sich in diesem Fall der Bestwert der Flockung mit dem der Entwässerung. Es würde daher genügen, zur Feststellung der Eignung von Art und Menge eines Flockungsmittels, seine Wirkung auf die Absetzbeschleunigung von Kohlenschlämmen mit Hilfe der schnell und einfach aufzustellenden Absetzkurven zu untersuchen. Diese enge Beziehung zwischen dem Verlauf der Flockung und der Entwässerung zeigte sich jedoch nicht in allen Fällen. So bewirkte z. B. Kalk zwar beim Schlamm C sowohl die größte Absetzbeschleunigung als auch die weitestgehende Entwässerung; jedoch beeinflussten auch die Schutzkolloide (Zahlentafel 5) die Entwässerung erheblich, ohne die Absetzgeschwindigkeit in dem zu erwartenden Maße zu erhöhen. Dagegen hat man stets gefunden, daß diejenige Menge und Art eines Flockungsmittels, die eindeutig die stärkste Absetzbeschleunigung ergibt, auch am wirksamsten die Entwässerung verbessert.

Ähnliche Beobachtungen sind von mir bei den bereits angeführten Untersuchungen über die Entwässerung von Kaolinen und Erzschlämmen gemacht worden. Eine deutliche Klärungsbeschleunigung bzw. -verbesserung tritt immer erst nach Überschreitung einer gewissen Mindestmenge des jeweiligen Flockungsmittels auf. Man kann hier von dem aus der Kolloidchemie bekannten Schwellenwert der Flockung und Filtration zu beeinflussen.

Bei Beobachtung der durch Kalk und Schutzkolloide gebildeten Schlammflocken zeigte sich häufig, besonders beim Schlamm B, ein deutlicher Unterschied des Flockenaufbaues. Die durch Kalk gebildeten Flocken bestehen nicht aus einer zusammenhängenden großen Flocke, wie es makroskopisch den Anschein hat, sondern setzen sich aus einer großen Anzahl kleiner Flocken der verschiedensten Größe zusammen, die lose aneinanderhaften. Die ganze Masse der Flocken ist daher nach ihrem Absetzen auf dem Boden des Gefäßes leicht beweglich und beansprucht viel mehr Raum als der ohne Kalk abgesetzte Schlamm. Diese Flocken ohne ausgesprochene Ecken wachsen im Verlaufe des Absinkens leicht noch weiter an, zerfallen aber bei geringer Bewegung der Trübe oder beim Anstoßen an den Absetzzylinder wieder sehr leicht. Daher ist auch die Bodensatzhöhe von mit



a ohne Zusatz, b bei Zusatz von 2500 g/t CaO, c bei Zusatz von 150 g/t Stärke, d bei Zusatz von 300 g/t Stärke, e bei Zusatz von 50 g/t Konnyaku, f bei Zusatz von 100 g/t Konnyaku.

Abb. 7. Klärung von Schlamm B (Feststoffgehalt 125 g/l).

¹ Petersen und Gregor, Glückauf 68 (1932) S. 621; Petersen, Glückauf 70 (1934) S. 125.

Kalk geflockten Schlämmen immer viel größer als die von Schlämmen, die sich ohne Zusatz oder lediglich mit Schutzkolloiden absetzen. Diese haben eine viel engere Zusammenballung der ursprünglichen Einzelteilchen des Schlammes zur Folge. Besonders bei anfangs mit Kalk, wie in Zahlentafel 7 am Beispiel von Schlamm B angegeben, und darauf mit Schutzkolloiden versetzten Schlämmen ist die Veränderung des Flockenaufbaues nach dem Zusatz der Schutzkolloide deutlich zu erkennen. Die großen, lockern Flocken, die durch den anfänglichen Kalkzusatz gebildet werden, ziehen sich gewissermaßen nach dem Zusatz des Schutzkolloides zusammen.

Hier sei noch darauf hingewiesen, daß eine Wiederaufteilung der Flocken, die z. B. durch längeres oder starkes mechanisches Rühren oder beim Durchströmen der geflockten Schlämme durch Rohre oder Rinnen und vor allem Schleuderpumpen eintritt, die Wirkung der Flockungsmittel auf die Entwässerung stark beeinträchtigt. Bei der Absetzbeschleunigung, die ebenfalls nach meinen Feststellungen¹ durch Zerstörung der Flocken wieder verringert wird, ergaben sich ganz ähnliche Beobachtungen, was übrigens nach einer neuern Arbeit von Keefer und Kratz² auch bei der Filterung* von Abwässerschlämmen nachgewiesen worden ist. Es ist daher zweckmäßig, die Schlämme nach Zusatz des Flockungsmittels, abgesehen von der für ihre gleichmäßige Verteilung notwendigen Durchmischung, nicht unnötig vor der folgenden Entwässerung mechanisch zu beanspruchen.

Die leichte Aufteilung, namentlich der lockern, durch Kalk gebildeten Flocken, zeigte sich besonders beim Schlamm C, als er auf dem kleinen Laboratoriumsaußenfilter entwässert wurde, das ein Rührwerk im Filtertrog aufwies (Zahlentafel 8). Die Leistung sank bei der Filterung auf diesem Filter gegenüber den Versuchen mit der Handfilterplatte infolge der Wiederaufteilung der Flocken durch das Rührwerk beträchtlich, während sich die Leistung bei Zusatz der Schutzkolloide, die nicht so leicht zerstörbare Flocken bilden, mit der auf der Handfilterplatte gefundenen nahezu deckt. Bei längerem, starkem Rühren wurden auch die durch Schutzkolloide gebildeten Schlammflocken wieder aufgeteilt und zeigten entsprechend geringere Filterleistungen.

Zahlentafel 8. Entwässerung von Schlamm C auf Handfilterplatte und Laboratoriumstrommelfilter (Versuchsbedingungen: Feststoffgehalt 400 g/l, Unterdruck 55 cm QS).

Flockungsmittel g/t	Handfilterplatte Leistung		Laboratoriumsfilter Leistung	
	kg/m ² und h	Wasser- gehalt %	kg/m ² und h	Wasser- gehalt %
Ohne Zusatz . .	37,6	26,5	39,3	26,8
500 CaO	84,0	22,2	52,1	25,3
25 Konnyaku . .	60,3	24,9	63,4	24,7
150 Stärke . . .	65,7	24,5	69,7	25,1
200 Gelatine . .	58,0	24,7	62,5	24,5

Wenn man sich im Betriebe zur Verwendung von Flockungsmitteln entschließt, ist es natürlich zweckmäßig, diese nicht erst unmittelbar vor der Entwässerung zuzusetzen, sondern sie bereits vor der

Eindickung der zu entwässernden Schlämme in Klärspitzen oder Eindickern dem Schlamm zuzugeben, damit man gleichzeitig die Vorteile der Klärungsbeschleunigung ausnutzt. Falls dabei zwischen Eindickung und Filterung größere Förderwege für den Schlamm zu überwinden sind, wird man vor der Klärung nur einen Teil des Flockungsmittels zusetzen und den Rest zur erneuten Flockung der wieder aufgeteilten Schlammflocken erst unmittelbar vor der Entwässerung dem eingedickten Schlamm zumischen.

Einfluß der Korngröße.

Bekanntlich wird die Entwässerung in hervorragendem Maße durch die Kornverteilung der zu entwässernden Feststoffe beeinflusst. Zur Feststellung der Bedeutung der Korngröße sind die Kornanteile der Schlämme A und B auf dem Büchnertrichter gefiltert worden (Zahlentafel 9).

Zahlentafel 9. Wassergehalt der Kornanteile von Schlamm A und B (Versuchsbedingungen: Trübedichte 400 g/l, Unterdruck 55 cm QS, Trockenschlamm-Menge etwa 100 g, Absaugzeit bei Schlamm A 3 min, bei Schlamm B 5 min).

Kornanteil zwischen den Sieben	Mittlere Korngröße	Aschen- gehalt	Rest- wasser- gehalt ohne Zusatz	Restwasser- gehalt mit 250 g/t Stärke	Verhältnis- mäßige Ab- nahme des Wasser- gehaltes
mm	mm	%	%	%	%
Schlamm A					
-0,06	0,030	11,3	40,9	28,0	31,6
0,06-0,10	0,080	7,9	30,2	24,4	19,2
0,10-0,15	0,125	6,5	20,3	18,1	10,9
0,15-0,20	0,175	7,7	14,6	14,2	2,8
0,20-0,30	0,250	8,1	13,1	13,0	0,8
Schlamm B					
-0,06	0,030	38,0	49,7	mit 100 g/l Konnyaku 31,8	36,1
0,06-0,10	0,080	30,0	32,5	25,2	22,4
0,10-0,15	0,125	33,0	23,1	18,9	18,1
0,15-0,20	0,175	35,0	16,5	15,8	4,2
0,20-0,30	0,250	29,1	14,0	14,0	0,0

Der höhere Wassergehalt der Kornanteile von Schlamm B verglichen mit Schlamm A erklärt sich ohne weiteres durch seinen höhern Aschengehalt, der zu einem erheblichen Teil aus dem die Entwässerung stark beeinträchtigenden Ton besteht. Vor allem zeigen aber die Werte der Wassergehalte, daß durch die Flockungsmittel besonders die Entwässerung der feinsten Kornanteile erleichtert wird; so beträgt die verhältnismäßige Abnahme des Wassergehaltes bei dem Kornanteil unter 0,06 mm bei Schlamm A 31,6 %, bei Schlamm B 36,1 %. Bei Korngrößen über 0,15 mm ist die Verbesserung der Entwässerung durch den Flockungsmittelzusatz nur noch sehr klein, und bei noch gröbern Körnungen verschwindet sie. Die Flockungsmittel führen demnach in erster Linie eine Flockung der feinsten Körnungen herbei, während sie größere Kornanteile kaum oder gar nicht beeinflussen. Je größer der Feinkornanteil eines Schlammes also ist, eine desto weitergehende Filterverbesserung kann man durch den Flockungsmittelzusatz erwarten.

Anwendung und Kosten der Flockung.

Bei der Verwendung von Flockungsmitteln im Betrieb besteht, vor allem wenn man Schutzkolloide benutzt, die Gefahr, daß bei schwankendem Feststoffgehalt die zugesetzte Menge zu hoch wird. Dabei würde, wie oben dargelegt, die Filterleistung wieder

¹ Glückauf 70 (1934) S. 129.

² Sewage Works J. 9 (1937) S. 743.

sinken. Es ist daher im Betriebe stets ratsam, die Menge der Flockungsmittel unter dem versuchsmäßig festgestellten Bestwert zu halten. Eine Verstopfung des Filtermittels ist dann, wie dies auch die über mehrere Stunden ausgedehnten Versuche an dem Laboratoriumsfilter bestätigt haben, nicht zu befürchten, weil die zugesetzten Schutzkolloide restlos von den Schlämmen adsorbiert werden.

Die Kosten der bessern Entwässerung hängen von der Art und Menge des notwendigen Flockungsmittels ab, stehen aber in keinem Verhältnis zu der meist erreichbaren Erhöhung der Filterleistung. Bei einem Preis von 30 *M* für 100 kg Stärke, von der man die gewöhnlichste technische Sorte der Kartoffelstärke benutzen kann, von 50 *M* für 100 kg Konnyaku (dessen Anwendung allerdings Einfuhrschwierigkeiten entgegenstehen werden) und von 2 *M* für 100 kg Kalk werden sich die Kosten für die Flockungsmittel zwischen 0,06 bis 0,12 *M* je t Trockenschlamm bewegen. Rechnet man dazu die Löhne und Wärmekosten für das Ansetzen und die Zugabe der Flockungsmittel, so wird man mit 0,12–0,20 *M* je t Trockenschlamm in den meisten Fällen auskommen.

Zusammenfassung.

Laboratoriumsversuche mit verschiedenen Steinkohlenschlämmen und Schwimmkonzentraten haben ergeben, daß man ihre Entwässerung durch Zusatz geringer Mengen von Flockungsmitteln verbessern kann, unter denen sich vor allem die Schutzkolloide (100–300 g je t Trockenschlamm) Stärke, Gelatine, alkalische Stärke und Konnyaku als wirksam erweisen. Auch Kalk (500–2500 g/t) erhöht die Filterleistung bei einigen Schlämmen beträchtlich. Nach Feststellung des günstigsten Unterdruckes und der geeignetsten Trübedichte werden die Bestwerte der Entwässerung auf Büchnertrichtern, entsprechend dem Filtriergang auf Innen- oder Planfiltern, sowie mit einer Handfilterplatte, entsprechend dem Filtriergang auf Trommelaußenfiltern, wiedergegeben. Anschließend werden die Einflüsse der Schlammbeschaffenheit hinsichtlich Aschengehalt und Korngröße, die Bedeutung der Flockungsmittelmenge sowie die Zusammenhänge zwischen Flockung und Entwässerung an Hand von Beispielen erörtert. Ein Hinweis auf die betriebliche Anwendung und die Kosten der Flockung beschließt die Ausführungen.

Die Entfernung des Naphthalins aus schwefelwasserstoffhaltigem Kokereigas.

Von Dr. phil. W. Oppelt, Bochum.

(Mitteilung aus dem Laboratorium der Dr. C. Otto & Comp., G. m. b. H.)

Mit der jährlich zunehmenden Menge an Ferngas, das auf immer weitere Strecken unter wachsenden Leitungsdrücken abgegeben wird, steigen die an seine Beschaffenheit gestellten Anforderungen. Für einen sichern Betrieb der Fernleitungen ist die weitgehende Entfernung des Naphthalins Voraussetzung, damit sich bei der Abkühlung des Gases keine Ansätze in den Leitungen bilden. Wünschenswert ist außerdem die Trocknung des Gases auf einen Taupunkt von etwa +5°C zur Vermeidung der lästigen Wasserabscheidungen.

Die Entfernung des Naphthalins geschieht bei einem großen Teil des Ferngases nach der Gasverdichtung mit Hilfe des hier schon eingehend beschriebenen Tauchstufenverfahrens¹. Das Gas wird nach der Verdichtung nicht gekühlt, sondern durch einen Druckbehälter geleitet, der mit Tetralin gefüllt ist. Die vom Gas mitgebrachte Wärme hält die Tetralinfüllung auf etwa 80–90°C. Das Gas taucht durch das Tetralin und belädt sich entsprechend der Tension mit Tetralindämpfen. Nach dem Verlassen der Tauchstufe wird das Gas mit rückgekühltem Wasser und zum Schluß mit sich entspannendem Ammoniak auf rd. +5 bis 6°C gekühlt. Die bei der Kühlung anfallenden Tetralinnebel lösen das Naphthalin fast vollständig aus dem Gase. Gleichzeitig wird bei der Kühlung des Gases Wasser ausgeschieden. Das Kondensat, bestehend aus Tetralin, gelöstem Naphthalin und Wasser, gelangt in eine Scheidflasche, wo sich das naphthalinhaltige Tetralin vom Wasser trennt. Das mit Naphthalin beladene Tetralin kehrt in die Tauchstufe zurück, um von neuem den Kreislauf zu beginnen. Auf diese Weise reichert sich das aus dem Gase ausgewaschene Naphthalin immer mehr in der Tauchstufe an. Das Gas verläßt die Anlage

praktisch frei von Naphthalin und weitgehend von Wasserdampf befreit, so daß in den Fernleitungen keinerlei feste oder wässrige Ausscheidungen auftreten. Das mit Naphthalin beladene Tetralin wird von Zeit zu Zeit aus der Tauchstufe entfernt, durch Auskühlen vom Naphthalin getrennt und läßt sich dann wieder verwenden. Bei dieser Arbeitsweise ist das Gas vor der Verdichtung von seinem Gehalt an Schwefelwasserstoff befreit, so daß die Naphthalinanlage mit gereinigtem Ferngas betrieben wird. Es sind jedoch auch Fälle bekannt, bei denen man das schwefelwasserstoffhaltige Kokereigas verdichtet und in Fernleitungen drückt. Die Entfernung des Schwefelwasserstoffs aus dem Gase findet dann nicht an der Erzeugungsstätte, also auf der Kokerei selbst, statt. Wünschenswert ist es, auch dieses schwefelwasserstoffhaltige Ferngas vom Naphthalin zu befreien, damit in den Leitungen keine Naphthalinabscheidung erfolgt. Die Naphthalinentfernung geschieht in diesem Falle meist entweder vor oder nach der Verdichtung mit Hilfe von Anthrazenöl.

Die Möglichkeit, auch in diesen Fällen Tetralin anzuwenden, war bisher noch nicht geprüft worden. Seine Benutzung für die Reinigung unter Druck befindlicher schwefelwasserstoffhaltiger Gase setzt voraus, daß keine stärkern Angriffe von Schwefelwasserstoff auf Tetralin stattfinden, wodurch dessen Aufnahmefähigkeit für Naphthalin beeinträchtigt wird.

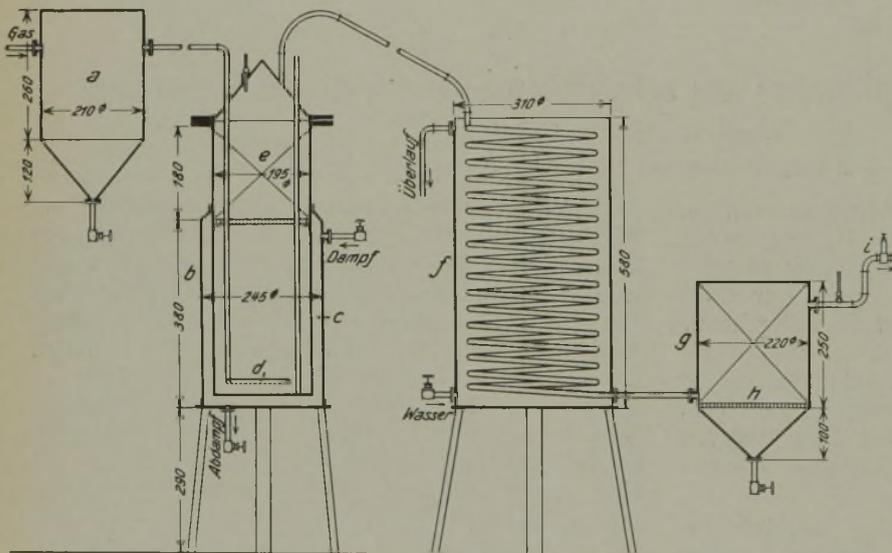
Im Schrifttum finden sich keine genauen Angaben über die Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf Tetralin, es ist jedoch bekannt, daß beim Erhitzen wasserstoffreicher, organischer Verbindungen mit Schwefel Schwefelwasserstoff entsteht¹. Naphthalin z. B. zersetzt sich beim Erhitzen mit Schwefel auf über 220° unter Bildung von Schwefelwasserstoff, und

¹ Michaelis, Glückauf 72 (1936) S. 1102.

¹ Berthelot, Comptes rendus 78 (1874) S. 1175.

genau in derselben Weise werden Anilin, Chinolin, Pyridin, Phenol, Glycerin usw. beim Erhitzen mit Schwefel auf mehr als 150° unter Schwefelwasserstoffbildung zersetzt. Es war also nicht vorauszusehen, ob auch der Schwefelwasserstoff unter dem Druck des Ferrigases mit dem Tetralin in Wechselwirkung trat und die Entfernung des Naphthalins aus dem Gase verhinderte. Zur Klärung dieser Frage wurde deshalb der Versuch herangezogen. Dank dem Entgegenkommen der Direktion der Gewerkschaft Victoria Mathias war es möglich, auf der Zeche Mathias Stinnes 1/2 in Essen-Karnap mehrere Monate lang eine Versuchseinrichtung zur Entfernung des Naphthalins aus schwefelwasserstoffhaltigem, verdichtetem Kokereigas zu betreiben.

Die Vorrichtung bestand aus einem kleinen Verdichter mit Flüssigkeitsabscheider, einer mit Dampf beheizten Tauchstufe und einem nachgeschalteten Kühler mit Kondensatfänger. Die schematische Anordnung der kleinen Versuchsanlage mit den Maßen der einzelnen Geräte geht aus der nachstehenden Abbildung hervor. Der Betrieb gestaltete sich wie folgt:



Versuchsanlage.

Das von Teer, Ammoniak und Benzolbefreite Gas gelangt mit seinem Gehalt an Schwefelwasserstoff und Naphthalin in den Kompressor und wird auf 3 atü verdichtet. Das verdichtete Gas geht dann durch den Flüssigkeitsabscheider *a*, der verhindern

soll, daß bei plötzlichem Druckabfall das Tetralin der Tauchstufe in den Verdichter läuft, in die mit 6 kg Tetralin gefüllte Tauchstufe *b*. Die Temperatur wird hier durch den mit Dampf beheizten Doppelmantel *c* auf ungefähr 95–98° gehalten. Das durch die dicht über dem Boden liegende Brause *d* eintretende Gas sättigt sich mit Tetralin und gelangt durch das mit Raschigringen gefüllte Oberteil *e* der Tauchstufe zum Kühler *f*, in dem es auf etwa +5 bis +10° gekühlt wird. Ausgefallenes Tetralin und Wasser sammeln sich in dem Kondensopf *g*, wobei mitgerissene Tröpfchen durch eine Schicht Raschigringe *h* festgehalten werden. Das angefallene Kondensat wird täglich abgezogen und vom Wasser geschieden. Das Tetralinkondensat gibt man nach Feststellung seines Gewichtes wieder in die Tauchstufe zurück. Nach dem Verlassen des Kondensopfes wird das Gas im Ventil *i* entspannt und abgeleitet.

Mit Hilfe der beschriebenen Versuchseinrichtung sollten die beiden Fragen geklärt werden: 1. ist eine Entfernung des Naphthalins bei guter Naphthalin-anreicherung in der Tauchstufe aus schwefelwasserstoffhaltigen Gasen bei Verwendung von Tetralin möglich, 2. wie verhält sich das Tetralin im Betrieb und bei der Aufarbeitung?

Zur Beantwortung der ersten Frage wurde die Versuchsanlage am 7. August 1937 mit 6 kg Tetralin beschickt und in Betrieb genommen, wobei man stündlich etwa 1 Nm³ Gas mit 6–8 g/Nm³ Schwefelwasserstoff durchsetzte. Die Anlage reinigte das Gas bis auf nicht erfaßbare Spuren von Naphthalin bis zum 29. Oktober 1937; an diesem Tage waren insgesamt 2023 Nm³ Gas gereinigt worden. Der Naphthalingehalt des Endgases bewegte sich nunmehr einige Tage um 0,8 g je 100 Nm³ und stieg dann schnell auf fast 2 g/100 Nm³. Nach einem Gasdurchgang von 2393 Nm³ wurde der Versuch am 11. November 1937 beendet.

Wie später noch ausgeführt wird, entnahm man am Schluß der einzelnen Versuchsabschnitte der Tauchstufe jeweils rd. 200 g Tetralin zu Untersuchungszwecken, wodurch sich die eingesetzte Tetralinmenge von Woche zu Woche verringerte. Es

Zahlentafel 1. Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.

Datum	Betriebsstunden	Gasdurchgang Nm ³	Gasdurchgang seit Beginn des Versuchs Nm ³	Gasdurchgang je 1 kg vorhandenes Tetralin Nm ³	Gasdruck atü	Temperatur in der Tauchstufe °C	Tetralinkondensat		Naphthalingehalt des Gases		Naphthalinaufnahme		
							in 24 h g	je Nm ³ Gas g	vorher g/100 Nm ³	nachher g/100 Nm ³	im Versuchsabschnitt g	seit Versuchsbeginn g	von dem vorhandenen Tetralin Gew.-%
7.—16. 8. 37	165	252,3	252,3	42,0	3,0	97,9	740	20,1	47,6	Spuren	120,4	120,4	2,0
17.—23. 8. 37	132	108,4	450,7	77,7	3,0	98,0	673	18,7	47,7	„	94,5	214,9	3,7
24.—31. 8. 37	130	196,8	647,5	118,5	3,0	98,0	628	17,3	55,2	„	108,6	323,5	5,9
1.—9. 9. 37	166	217,3	864,8	174,3	3,0	98,0	595	18,9	65,9	„	143,3	466,8	9,4
14.—21. 9. 37	169	224,8	1089,6	239,0	3,0	98,0	544	17,4	31,5	„	70,7	537,5	11,8
22.—27. 9. 37	112	146,6	1236,2	270,5	3,0	98,0	517	16,5	30,6	„	44,9	582,4	12,7
28. 9.—4. 10. 37	138	182,4	1419,0	322,7	3,0	98,0	468	14,8	34,7	„	63,2	645,6	14,7
5.—11. 10. 37	122	156,4	1575,0	376,0	3,0	98,0	508	16,5	23,9	„	37,4	683,0	16,3
12.—18. 10. 37	134	173,7	1749,0	439,0	3,0	98,0	530	17,1	20,5	„	35,6	726,0	18,2
19.—25. 10. 37	129	173,2	1922,0	509,0	3,0	98,0	507	15,8	24,0	„	41,7	767,8	20,5
26. 10.—1. 11. 37	134	193,6	2115,0	589,0	3,0	98,0	486	14,1	31,3	0,30	60,6	828,4	23,0
2.—8. 11. 37	130	187,6	2303,0	683,0	3,0	98,0	470	13,6	19,0	0,71	35,6	864,0	25,6
9.—11. 11. 37	69	90,6	2394,0	758,0	3,0	98,0	375	11,9	15,4	1,43	12,8	876,8	27,8

war jedoch stets noch genügend Tauchung für eine gute Beladung des Gases vorhanden. Die in Hundertteilen angegebene Anreicherung des Naphthalins im Tetralin bezieht sich also auf die jeweils am Ende des Versuchsabschnittes in der Tauchstufe befindliche Tetralinmenge. Von den täglichen zahlreichen Aufzeichnungen sind in der Zahlentafel 1 nur die einzelnen Wochenabschlüsse wiedergegeben. Der zulässige Gehalt des Endgases an Naphthalin beträgt bei Anwendung der meist verlangten Norm $\frac{5}{p \text{ ata}}$ g/100 Nm³ und bei einem gewählten Druck von 3 atü 1,25 g/100 Nm³. Legt man für die Berechnung der gereinigten Gasmenge diesen Wert zugrunde, so erkennt man aus der Zahlentafel, daß etwa 2350 Nm³ Gas durchaus zufriedenstellend gereinigt werden konnten. Je 1 kg in der Tauchstufe vorhandenes Tetralin wurden etwa 700 Nm³ Gas durch die Anlage geschickt. Der Naphthalin Gehalt des ausgebrauchten Tetralins errechnet sich aus der täglich aufgenommenen Naphthalinmenge zu etwa 27 Gew.-%; es hat also eine zufriedenstellende Anreicherung stattgefunden.

Für eine gute Naphthalinauswaschung ist eine ausreichende Beladung des Gases mit Tetralin erforderlich. Bei dem Betrieb der bisher vorhandenen

Großanlagen wurden Beladungen von etwa 70 bis 100 g kompr. m³ festgestellt. Die Messungen an der Versuchsanlage ergaben eine Beladung von etwa 60 bis 80 g/kompr. m³. Wie die Zahlentafel zeigt, nimmt die Beladung im Verlauf des Versuchs langsam ab. Da die Temperatur stets gleichmäßig auf 98° gehalten worden ist, muß sich die Tension des Tetralins langsam verändert haben. Auf Grund der Versuche läßt sich also die erste Frage dahin beantworten, daß man auch ein schwefelwasserstoffhaltiges Gas befriedigend nach dem Tetralinverfahren von Naphthalin zu befreien vermag.

Das Verhalten des Tetralins während der Versuche wurde an laufend entnommenen Proben untersucht, wobei man verschiedene bemerkenswerte Beobachtungen machte. Während der ganzen Versuchsdauer wurden täglich mehrere Bestimmungen des Schwefelwasserstoffgehaltes des Gases vor und hinter der Anlage ausgeführt. Dabei konnte stets eine Abnahme des Schwefelwasserstoffgehaltes festgestellt werden, der etwa zwischen 0,2 und 2 g/Nm³ schwankte. Schon aus diesen täglichen Bestimmungen geht hervor, daß zugleich mit der Auswaschung des Naphthalins eine beträchtliche Aufnahme von Schwefelwasserstoff stattfindet. Die Zahlentafel 2 unterrichtet zunächst über die Veränderung der physikalischen Daten der Tauchstufenfüllung.

Zahlentafel 2. Beschaffenheit der Tauchstufenfüllung während des Versuchs.

Versuchsabschnitt	Spez. Gewicht	Molekulargewicht	Viskosität °E/25°	Zähigkeit Cst/25°	Ausflockungspunkt des Destillates °C	Siedeanalyse				
						Beginn °C Vol.-%	bis 200° Vol.-%	bis 210° Vol.-%	bis 220° Vol.-%	bis 230° Vol.-%
Ausgangsprodukt	0,985	135	1,14	2,17	- 20,0	202	—	93,5	95,0 217°	—
7.—16. 8.	0,998	137	1,16	2,37	- 20,0	197	—	87,0	93,0/215°	—
17.—23. 8.	1,006	139	1,16	2,41	- 20,0	188	—	88,0	91,5/212°	—
24.—31. 8.	1,017	142	1,19	2,75	- 8,5	194	—	84,0	85,5	88
1.— 9. 9.	1,025	144	1,21	2,92	- 5,0	193	—	82,0	85,0/212°	—
14.—21. 9.	1,040	149	1,25	3,32	- 2,0	188	—	82/201°	—	—
22.—27. 9.	1,057	156	1,30	3,92	+ 1,0	192	—	77/201°	—	—
28. 9.— 4. 10.	1,074	159	1,35	4,49	+ 14,5	187	—	70,0	—	—
5.—11. 10.	1,089		1,47	5,88	+ 23,0	186	—	60,0	66,0/215°	—
12.—18. 10.	1,098	wegen nicht vollkommener	1,56	6,91	> 23,0	188	—	57,0	63,0 218°	—
19.—25. 10.	1,111	Löslichkeit	1,76	9,24	> 23,0	178	—	40,0	50,0/214°	—
26. 10.— 1. 11.	1,139	nicht mehr feststellbar	2,98	20,90	> 23,0	188	—	15,0	20,0	—
2.— 8. 11.	1,160		6,28	47,30	> 23,0	211	—	—	26,0	—
9.—11. 11.	1,153		4,96	37,00	> 23,0	190	—	20,0	36,0	—

Sämtliche physikalischen Werte zeigen während des Versuchsbetriebes einen sich gleichmäßig ändernden Verlauf. Reines Tetralin hat ein Molekulargewicht von 132 und siedet zwischen 205 und 207°. Diese Werte stimmen mit denen des untersuchten Ausgangsproduktes gut überein. Während des Betriebes nimmt das spezifische Gewicht langsam zu und steigt bald über 1, so daß sich die Scheidung des Tetralin-gemisches umkehrt. Auch das Molekulargewicht der Tauchstufenfüllung (nach dem Gefrierpunktverfahren in Benzol bestimmt) nimmt langsam zu und läßt erkennen, daß im Verlauf der Auswaschung eine Veränderung der Lösung vor sich geht. Durch die Aufnahme von Naphthalin und Schwefel sollte man eher eine Verringerung des Molekulargewichtes erwarten. Man könnte auf Grund der Veränderung des Molekulargewichtes annehmen, daß bei der Behandlung von schwefelwasserstoffhaltigem Gas mit heißem Tetralin irgendwelche chemischen Reaktionen vor sich gehen. Diese Annahme wird durch die später beschriebene Untersuchung des ausgebrauchten Tetralins gestützt. Auch die Viskosität, die man besser in Cst als in Englerwerten angibt, zeigt ein starkes Ansteigen, vor allem in den letzten Betriebstagen, so daß fast die

zwanzigfachen Werte des Ausgangsstoffes erreicht werden. Der Ausflockungspunkt, der stets nach vorausgegangener Destillation bestimmt worden ist, steigt mit wachsender Naphthalinaufnahme an und ähnelt in seinem Verlauf den im Großbetrieb festgestellten Werten. Eine ebenso große Änderung wie bei der Viskosität kann auch bei der Untersuchung des Siedeverlaufes festgestellt werden. Der Siedebeginn fällt zwar etwas ab, im übrigen Verlauf tritt jedoch eine starke Verschiebung der übergelassenen Destillatmengen nach höhern Temperaturen auf. Der Destillat-anfall bis 210° geht im Laufe des Betriebes von 93,5% des Einsatzproduktes bis auf etwa 20% zurück. Gegen Ende der Betriebszeit war es nicht mehr möglich, größere Mengen Destillat zu erhalten, weil sich beim Erhitzen bald ein fester, koksartiger Rückstand bildete.

Wenn schon die Entwicklung der physikalischen Werte auf gewisse vor sich gehende Veränderungen deutet, so wird diese Ansicht durch die analytischen Untersuchungen noch weitgehend unterstützt. Die Aufnahme an Naphthalin ließ sich rechnerisch an Hand der täglich durch die Anlage gegangenen Gasmenge und ihres Naphthalin Gehalts am Ein- und

Ausgang ermitteln. Diese Werte sollten durch Naphthalinbestimmungen an den am Ende der einzelnen Betriebsabschnitte aus der Tauchstufe entnommenen Proben nachgeprüft werden, wobei die Naphthalinbestimmung nach Glaser und Mezger unter Kühlung der letzten Waschflasche auf +5° erfolgte. Schon nach wenigen Untersuchungen zeigte sich, daß die analytisch gefundenen Werte nur einen Bruchteil der errechneten ausmachten. Das Naphthalin mußte also irgendwie festgehalten worden sein, so daß es durch den bei etwa 70° C durch die Probe geschickten Stickstoffstrom nicht mitgenommen werden konnte. Man erhält jedoch sofort höhere Naphthalinwerte, die mit den errechneten einigermaßen übereinstimmen, wenn man die Probe vor Ausführung der Naphthalinbestimmung einige Zeit am Rückflußkühler kocht. Während des Kochens ist ein deutliches Entweichen von Schwefelwasserstoff zu bemerken. Dieser Befund deutet darauf hin, daß das Naphthalin eine lose Verbindung mit Schwefelwasserstoff eingegangen ist und bei Temperaturen, die unter dem Siedepunkt des Tetralins liegen, nicht als Naphthalin reagiert. Ebenso wenig läßt sich der Schwefelwasserstoff unterhalb gewisser Temperaturen durch einen Stickstoffstrom aus der Lösung austreiben, d. h. er kann nicht physikalisch im Tetralin gelöst sein. Im Laufe der Untersuchung wurden Schwefelgehalte von mehr als 20% festgestellt, wobei in dem etwa 90° warmen Inhalt der Tauchstufe keine Abscheidungen von festem Schwefel festzustellen waren.

In der folgenden Zahlenreihe sind einige der beschriebenen Untersuchungsergebnisse zusammengestellt.

Versuchsabschnitt	Naphthalin Gehalt in der Tauchstufenfüllung			H ₂ S-Gehalt Gew.-%
	errechnet Gew.-%	vor Aufkochen Gew.-%	nach Aufkochen Gew.-%	
7. 8.— 9. 9. 37	9,4	4,3	10,3	7,1
9. 9.— 4. 10. 37	14,7	4,0	17,0	10,3
4. 10.—18. 10. 37	18,2	5,7	22,7	11,9
18. 10.—11. 11. 37	27,9	4,8	28,3	18,6

Sämtliche Naphthalinbestimmungen in den Proben vor dem Aufkochen liegen in der Nähe von 4–5%, geben also die zunehmende Anreicherung im Laufe des Betriebes nicht wieder. Nach dem Aufkochen am Rückflußkühler stimmen die analytisch ermittelten Werte wenigstens einigermaßen mit den errechneten überein. Die Zusammenstellung zeigt weiterhin die Steigerung des H₂S-Gehaltes der Tetralinlösung, wobei sich, wie schon erwähnt, der Schwefelwasserstoff nicht durch einfaches Durchleiten von Stickstoff entfernen läßt. Man kann auch kaum annehmen, daß bei einer Temperatur von 90° etwa 186 g H₂S in 1 l Tetralin gelöst sein können, wenn auch der Gasdruck 3 atü beträgt. Außer Schwefelwasserstoff ist jedoch noch weiterer Schwefel in der Lösung festzustellen, wobei ein geringer Teil bei Abkühlen als elementarer Schwefel ausfällt.

An einigen Proben wurde die Verteilung des Schwefels in Form von Schwefelwasserstoff bzw. als elementarer oder gebundener Schwefel in der Weise festgestellt, daß man durch Erhitzen der Proben auf etwa 190° und gleichzeitiges Durchleiten von Stickstoff sämtlichen Schwefelwasserstoff austrieb und in vorgelegter Kadmiumazetat-Lösung als Kadmiumsulfid fällte und bestimmte. An denselben Proben wurde dann der noch vorhandene Schwefel im Denn-

stedt-Gerät ermittelt. Über die bei diesen Untersuchungen nachgewiesene Verteilung des Schwefels gibt die nachstehende Zusammenstellung Aufschluß.

Versuchsabschnitt	Verteilung des Schwefels		
	als H ₂ S Gew.-%	elementar oder gebunden Gew.-%	insgesamt Gew.-%
7. 8.— 9. 9. 37	7,1	1,2	8,3
9. 9.— 4. 10. 37	10,3	5,0	15,3
4. 10.—18. 10. 37	11,9	6,9	18,8
18. 10.—11. 11. 37	18,6	6,2	24,8

Aus den mitgeteilten Werten geht hervor, daß bei der Entfernung des Naphthalins aus schwefelwasserstoffhaltigem Gas nach dem Tetralin-Tauchstufen-Verfahren irgendwelche Anlagerungsverbindungen, bestehend aus Naphthalin und Schwefelwasserstoff, gebildet werden müssen, die erst bei etwa 190° wieder in ihre Einzelbestandteile zerfallen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit ist nicht untersucht worden, ob auch das Tetralin an den Anlagerungsverbindungen beteiligt ist.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß man ähnliche Beobachtungen schon früher an Benzolwaschöl gemacht hat. Bei der Aufarbeitung von ausgebrauchtem Benzolwaschöl durch Destillation trat bei etwa 240° starkes Schäumen auf, das oft von Überreißen des Blaseninhaltes begleitet war. Man konnte feststellen, daß dieses Schäumen stets mit einer außerordentlich starken Entwicklung von Schwefelwasserstoff zusammenfiel. Es wurde deshalb der Vorschlag gemacht, den Schwefelwasserstoff durch vorheriges Durchleiten von inerten Gasen zu entfernen. Bei den Versuchen zeigte sich jedoch, daß bis zu einer Temperatur von 100° der durchgeleitete Gasstrom keine Spur von Schwefelwasserstoff mitnahm. Bei einer Steigerung der Öltemperatur auf 115° traten Spuren von Schwefelwasserstoff auf, bei 140° meßbare Mengen und erst bei 160° setzte eine stärkere Abgabe von Schwefelwasserstoff ein, also bei einer ähnlichen Temperatur, wie sie bei der Untersuchung des Tetralins aus der Tauchstufe festgestellt worden ist.

Die Aufarbeitung des ausgebrauchten Tetralins geschieht, wie eingangs erwähnt, durch Tiefkühlung auf etwa -10 bis -15°. Dieser Weg ist im vorliegenden Falle nicht gangbar, da sich selbst bei Kühlung auf -20° nur wenig Naphthalin mit kristallinem Schwefel vermischt abscheidet. Man versuchte daher, die ausgebrauchte Tauchstufenfüllung durch Destillation aufzuarbeiten, wobei folgende Ergebnisse erhalten wurden:

	%	
Abspaltung von H ₂ S	18,6	} 28,3% Naphthalin 19,2% Tetralin
Destillat Naphthalin + Tetralin 47,5		
Rückstand	35,0	
Verlust	0,9	

Das Destillat enthält also etwa 59,5% Naphthalin und muß durch Kühlung weitgehend davon befreit werden. Die Ausbeute an wieder einsatzfähigem Tetralin von nur 19,2% dürfte die Aufarbeitung kaum lohnen.

Um die Entwicklung von Schwefelwasserstoff während der Destillation möglichst einzuschränken, nahm man die Aufarbeitung im Vakuum vor und

erreichte dadurch, daß der Schwefel fast völlig im Blasenrückstand verblieb und die Ausbeute an Tetralin verdoppelt werden konnte. Die Vakuumdestillation ergab folgende Werte:

		%	
Vakuumdestillat	{	Tetralin	38,0
		Naphthalin	6,9
		Schwefel	0,8
Vakuumrückstand	{	Schwefel	26,9
		Naphthalin usw.	27,4

Das Vakuumdestillat enthält knapp 20% Naphthalin und kann durch Tiefkühlung wieder betriebsfertig gemacht werden.

Zusammenfassung.

An einer Versuchseinrichtung für einen Gasdurchgang von etwa 1 m³/h wird gezeigt, daß man auch schwefelwasserstoffhaltiges Gas unter einem Druck von 3 atü nach dem Tetralin-Tauchstufen-Verfahren mit gutem Erfolg von Naphthalin zu befreien vermag. Beim Durchgang des Gases bilden sich anscheinend Anlagerungsverbindungen, in denen sich Naphthalin und Schwefelwasserstoff nicht ohne weiteres nachweisen lassen. Die Aufarbeitung der gebrauchten Lösung geschieht am besten durch Destillation im Vakuum mit anschließender Auskühlung des Naphthalins.

U M S C H A U

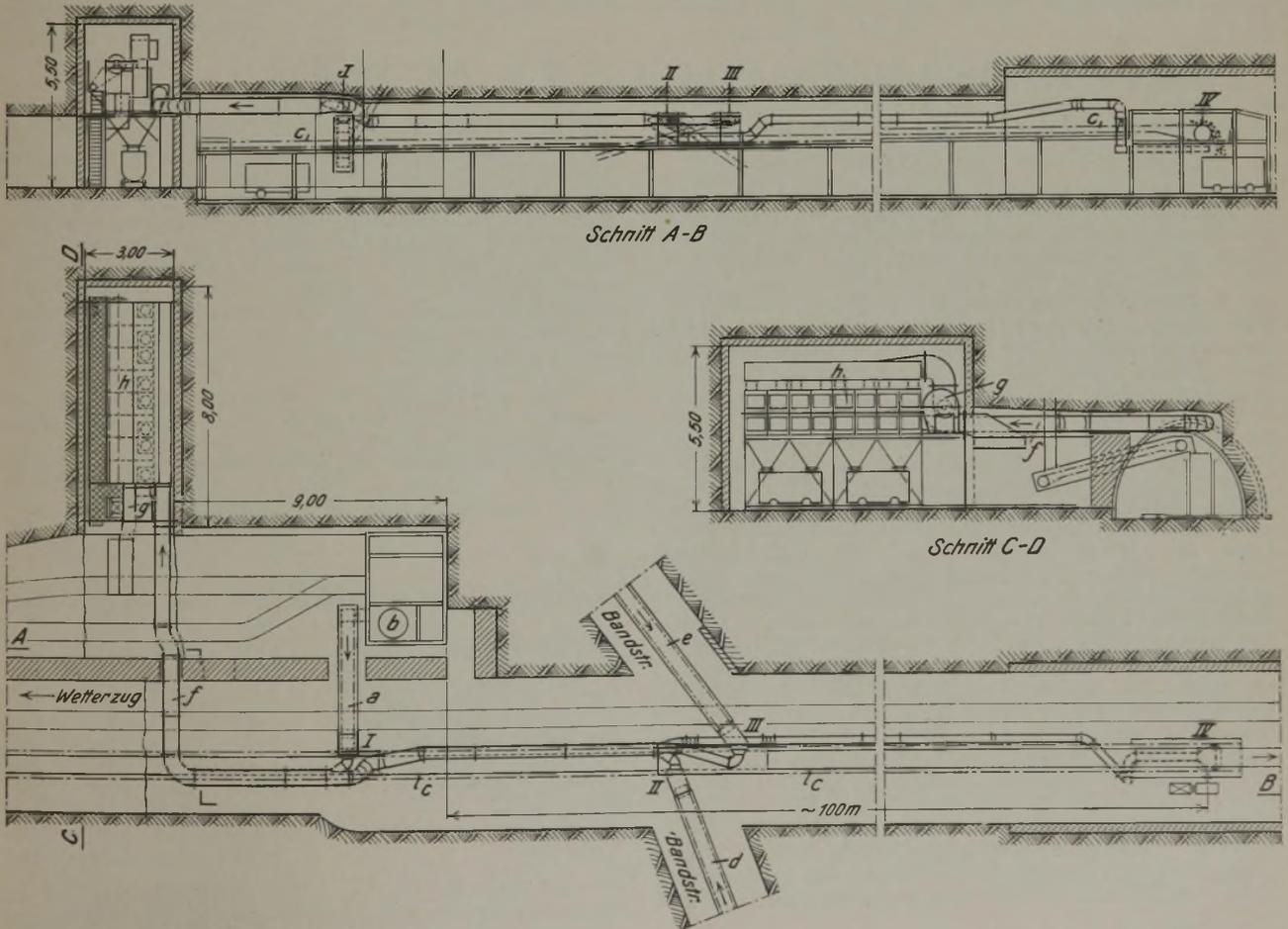
Staubabsaugungsvorrichtung mit Trocken- oder Naßabscheidung.

Bei der fortschreitenden Zusammenfassung des Betriebes untertage steigen naturgemäß die von einem Betriebspunkt abzufördernden Kohlenmengen stetig an. Es gibt heute Verladepunkte untertage, an denen in der Schicht bis zu 1200 t und mehr, d. h. stündlich bis zu rd. 150 t zu bewältigen sind. Die dabei unvermeidlich auftretenden Staubmengen können zu Belästigungen, unter Umständen sogar zu Gefährdungen der Betriebspunkte führen. Aus diesem Grunde ist man seit langem bestrebt, diesen Staub in geeigneter Weise zu beseitigen. Abgesehen von kleinern, unvollkommenen Vorkehrungen haben sich die Staubabsaugungsvorrichtungen mit Trocken- oder Naßabscheidung des Staubes bestens bewährt.

Die nachstehende Abbildung zeigt z. B. eine von der Westfalia-Dinnendahl-Gröppel AG. auf einer westfälischen

Zeche eingebaute Entstaubungsanlage mit Trockenabscheidung, an die 4 Staubstellen angeschlossen sind, nämlich 1. Staubstelle I, Abwurf des Bandes *a* von der Wendelrutsche *b* auf das Verladeband *c*, 2. Staubstelle II, Abwurf des Bandes *d* auf das Verladeband *c*, 3. Staubstelle III, Abwurf des Bandes *e* auf das Verladeband *c*, 4. Staubstelle IV, Abwurf des Verladebandes *c* in die Förderwagen.

Die genannten Staubstellen sind leicht zugänglich und gut eingekleidet, so daß praktisch der gesamte Staub erfaßt werden kann. Besonders großer Wert ist auf die zweckmäßige und dabei die Arbeit des Verladens möglichst wenig behindernde Abkledning der Abwurfstelle IV gelegt. Die Rohrleitungen der Staubstellen münden in die gemeinsame Staubrohrleitung *f*, welche die Staubluft mit Hilfe des Ventilators *g* zur Staubbiederschlagsanlage *h* führt. Die abgesaugte Luftmenge beträgt im vorliegenden Falle etwa 270 m³/min; sie wird von einem einseitig saugenden



Staubabsaugungsvorrichtung.

Gebläse bewältigt, dessen Flügelrad auf dem Wellenstumpf des antreibenden Preßluftmotors befestigt ist. Der Kraftbedarf beträgt (an der Ventilatorwelle gemessen) etwa 18 PS. Zum Niederschlagen des abgesaugten Staubes dient das Saugschlauchfilter *h* üblicher Bauart mit einer Filterfläche von 100 m²; es besteht aus 8 gleichen Filterkammern mit je 14 Filterschläuchen von 220/220 mm Dmr. Die Bemessung der wirksamen Filterflächen ist bei dieser Art von Staubniederschlagsvorrichtungen besonders wichtig, weil bei zu kleiner Ausführung die Wirksamkeit der ganzen Anlage von vornherein, bestimmt aber nach kürzester Zeit in Frage gestellt ist.

Das Filtergehäuse selbst hat eine Höhe von 1500 mm. Das Filter ist mit einer Schlauchschüttelvorrichtung ausgerüstet, durch die in Verbindung mit einer rückläufigen Luftspülung die Filterschläuche selbsttätig etwa alle 5 bis 6 min kammerweise vom Saugzug abgeschaltet, kräftig geschüttelt und durchgeblasen werden. Der Antrieb der Schüttelvorrichtung erfolgt durch einen Preßluftmotor. Die gereinigte Staubluft wird wieder in den Wetterzug geleitet.

Wüster.

Der Gerbdruck im Dienste der Markscheider.

Auf der vorjährigen Markscheider-Tagung in Aachen habe ich neben durchsichtigen Grubenbildern auch Nadelradierungen auf Plexiglas ausgestellt. Es ist das Verdienst des Forstmeisters Wieneke, Thalfang bei Bernkastel, ein Verfahren entwickelt zu haben, nach dem sich von dertartigen Nadelradierungen Drucke herstellen lassen. Zu diesem Zweck wird die fertige Radierung mit Fettfarbe eingerieben und sauber abgeputzt. Darauf staubt man sie mit einem chemischen Pulver ein, von dem nach sorgfältiger Abstaubung an den mit Fett eingeriebenen Zeichnungsstellen eine Spur haften bleibt. Die in dieser Weise behandelte Radierung wird dann auf eine glyzerinfuchte

Gelatineschicht (Zelluloidfilm mit Gelatineüberzug) abgequetscht, wobei der Staub auf diese Schicht übergeht und durch Gerbwirkung sofort eine Druckform bildet, deren Herstellung sich auch für wenige Abdrucke, wie sie oft bei Markscheiderarbeiten nur erforderlich sind, lohnt; die Auflage kann aber auch über 1000 Stück betragen. Für spätere Verwendung bewahrt man die Druckform glyzerinfucht auf. Mit mehreren Druckformen lassen sich auch Buntdrucke leicht ausführen. Die Abdrucke geben die radierte Zeichnung in allen Einzelheiten wieder und erreichen die Güte von Kupferstichen; sie sind auch maßtreu, weil der Druckfilm in bereits angefeuchtetem Zustande zum Übertragen der Einstaubung benutzt wird und bis zum Druck feucht bleibt, also durch den Druckvorgang keine Maßveränderung erfolgt. Besondere Geräte sind kaum erforderlich. Hat der Markscheider beispielsweise die Baurisse noch mit der Situation einer dicht bebauten Gegend zu versehen, so fertigt er zweckmäßigerweise nicht mehr wie bisher eine Ölpause, sondern eine Nadelradierung auf Plexiglas oder Resopal an und bringt nach obigem Verfahren diese Zeichnung auf die Grubenbildplatte.

Wo man sich noch nicht für ein durchsichtiges Grubenbild entscheiden kann, bedeutet dieses Verfahren eine erhebliche Arbeitersparnis, während die Kosten sehr gering sind. Der Gerbdruck vom Film auf dickste oder dünnste Folien, auch auf Glas, läßt sich ebenfalls leicht ausführen. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit bietet sich bei der Neuanlage von Grubenbildern, auch wenn es sich nur um 2 Ausfertigungen handelt. Sehr vorteilhaft lassen sich auch größere Schriften auf die Grubenbildplatte übertragen. Auf Zeichnungen, an deren Äußeres geringere Anforderungen gestellt werden, kann die Beschriftung gut mit Gerb-Bleistift ausgeführt werden, die im Druck schwärzer ausfällt und daher besser wirkt.

Markscheider H. Nierhoff, Dortmund.

WIRTSCHAFTLICHES

Englischer Kohlen- und Frachtenmarkt

in der am 3. Juni 1938 endigenden Woche¹.

1. Kohlenmarkt (Börse zu Newcastle-on-Tyne). Auf dem britischen Kohlenmarkt herrschte in der vergangenen Woche eine recht unerfreuliche, flauere Stimmung, die auch durch die bevorstehenden Feiertage keine Wandlung erfuhr. In Durham ist man schon auf vielen Schachtanlagen zur Kurzarbeit übergegangen und fördert demzufolge nur noch an drei oder vier Tagen der Woche. Gewiß sind immer noch laufende alte Verträge zu erfüllen, neue Aufträge gingen jedoch nur äußerst schleppend und in sehr geringem Umfang ein. Die Kohlenpreise gaben im großen und ganzen weiter nach. Kesselkohle war mangels Aufträge im Überfluß angeboten. Trotz des erhöhten Rüstungsprogramms sind die Zechen vor allem in Northumberland äußerst schlecht beschäftigt. Von der ursprünglichen auf 30000–40000 t lautenden Nachfrage der schwedischen Elektrizitätswirtschaft wurden nur 20000 t Durham-Nußkohle in Auftrag gegeben. Auch die Nachfrage der dänischen Zuckerwerke nach 25000 t fiel zum weitaus größten Teil an Polen und den Ruhrbezirk, nur ein verhältnismäßig kleiner Auftrag konnte vom britischen Bergbau hereingeholt werden. Beste Kesselkohle Blyth gab von 19–19/6 auf 18/6 s, beste Durham von 20/6 auf 20/3 bis 20/6 s und kleine Blyth von 18 auf 17–17/6 s im Preise nach. Ähnlich schwach lag auch Gaskohle, da das italienische Geschäft sich bei weitem nicht in dem erwarteten Ausmaß entwickelt hat und auch der Inlandhandel der Jahreszeit entsprechend stark abgefallen ist. Die Gaswerke von Aarhus, die zunächst nach 56800 t Umfrage hielten, haben bisher nur einen Auftrag auf 9000 t Durham-Gaskohle erteilt. Die Notierungen waren durchweg rückläufig, und zwar beste Gaskohle von 21 auf 20/6 s, zweite Sorte von 20/6 auf 20 s und besondere Gaskohle von 21/6

auf 20/6 s. Das Inlandgeschäft in Kokskohle litt unter den mißlichen Verhältnissen auf dem Koksmarkt, doch haben sich die Abschlüsse nach Italien etwas gehoben und lassen auf eine baldige Besserung der allgemeinen Absatzlage schließen. Demzufolge stieg die Notierung von 20 auf 20/6–20/9 s an. Auf dem Bunkerkohlenmarkt ist die bisherige gute Nachfrage nach bessern Sorten wesentlich zurückgegangen, dafür herrschte für die billigeren Sorten etwas erhöhtes Interesse. Beste Bunkerkohle wurde mit 19/9 s notiert gegen 20/6 s in der Vorwoche, gewöhnliche Sorten gaben von 20 s auf 19/3 s nach.

Die Entwicklung der Kohlennotierungen in den Monaten April und Mai 1938 ist aus der nachstehenden Zahlentafel zu ersehen.

Art der Kohle	April		Mai	
	niedrigster Preis	höchster Preis	niedrigster Preis	höchster Preis
s für 1 t (fob)				
beste Kesselkohle: Blyth . . .	19/6	20/—	19/—	19/6
Durham . . .	21/—	21/6	20/6	21/—
kleine Kesselkohle: Blyth . . .	18/—	18/6	17/6	18/6
Durham . . .	18/6	19/—	17/—	19/—
beste Gaskohle	21/6	21/6	20/6	21/6
zweite Sorte Gaskohle	20/6	20/6	20/—	20/6
besondere Gaskohle	21/9	22/—	20/9	21/9
gewöhnliche Bunkerkohle	19/6	20/6	19/6	20/—
beste Bunkerkohle	20/—	21/6	20/—	21/—
Kokskohle	21/—	21/6	19/—	21/—
Gießereikoks	29/—	32/6	28/—	32/6
Gaskoks	29/—	34/—	28/—	34/—

2. Frachtenmarkt. Wenn die Frachtsätze auf dem britischen Kohlenchartermarkt sich in der vergangenen Woche einigermaßen behauptet haben, so ist der Grund

¹ Nach Colliery Guard, und Iron Coal Trad. Rev.

dafür weniger in einer allgemeinen Besserung der Geschäftslage zu suchen als vielmehr darin, daß die Reeder weitestgehend Zurückhaltung üben und ihre Schiffe teils auflegten, teils auch dem übrigen Chartermarkt zuführten. Der Umfang des Geschäfts ist sehr gering. Im Mittelmeerhandel haben sich die Frachtsätze durchweg gehalten, auch nach dem Baltikum und dem nahen Festland mit Ausnahme von Le Havre und Rouen sind keine Änderungen eingetreten. Demgegenüber war die Nachfrage im Küstenhandel sehr schwach, nach den südlichen britischen Häfen hatten die Notierungen mangels Abschlüsse nur nominellen Charakter. Angelegt wurden für Cardiff-Alexandrien 7 s 9 d, -Buenos Aires 14 s 4 1/4 d und für Tyne-Elbe 4 s 1 1/4 d.

Über die in den einzelnen Monaten erzielten Frachtsätze unterrichtet die folgende Zahlentafel.

Monat	Cardiff-				Tyne-			Stockholm s
	Genua s	Le Havre s	Alexandrien s	La Plata s	Rotterdam s	Hamburg s	—	
1914: Juli	7 1/2	3 1/4	7/4	14/6	3/2	3 1/4	4 7/8	
1933: Juli	5/11	3 3/4	6/3	9/—	3 1/2	3 5/8	3 10 1/2	
1934: Juli	6 3/4	3/9	7/9	9 1/2	—	—	—	
1935: Juli	7/9	4 0 3/4	8/3	9/—	—	—	—	
1936: Juli	—	3/11	6 1/2	9 7/8	—	—	—	
1937: Juli	12 5/2	5 7/8	13/9	13 8 1/2	—	6 3/4	—	
1938: Jan.	6 1/4	4/3	6/6	9 2 1/2	—	4 4 1/2	—	
Febr.	5 11 1/2	—	6 8 1/4	11 3 1/4	—	4/3	—	
März	6/—	4 1 1/2	6/4	13/8	—	3/10	—	
April	—	3 9 3/4	6 4 1/2	14 3 3/4	—	4/—	—	
Mai	6 1 1/2	4/—	7 2 3/4	15 4 3/4	—	3/10	—	

Londoner Markt für Nebenerzeugnisse¹.

Auf dem Markt für Nebenerzeugnisse ist weder hinsichtlich der Absatzlage noch in der Preisgestaltung eine Änderung eingetreten. Die Pechvorräte werden sich infolge der schlechten Absatzverhältnisse Ende des Jahres bis auf die Höhe der jährlichen Erzeugungsmengen vermehren. Kreosot war infolge des amerikanischen Drucks stark abgeschwächt. Solventnaphtha und Motorenbenzol zeigten keine Veränderung. Rohnaphtha zog etwas an.

¹ Nach Colliery Guard. und Iron Coal Trad. Rev.

Über-, Neben- und Feierschichten im Steinkohlenbergbau Polens¹ auf einen angelegten Arbeiter.

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Arbeits-tage	Ver-fahrene Schich-ten	Davon Über- und Neben-schichten	Gesamt-zahl der ent-gangenen Schichten	Davon entfielen auf				
					Absatz-mangel	ent-schä-digten Urlaub	Aus-stände	Krank-heit	Fei-ern ²
1934	24,83	19,76	0,44	5,51	3,78	0,78	0,02	0,63	0,20
1935	25	19,56	0,45	5,89	3,72	1,03	0,19	0,63	0,22
1936	25,17	20,01	0,48	5,64	3,56	1,06	0,07	0,66	0,25
1937	24,91	22,30	0,67	3,28	1,23	0,93	0,09	0,70	0,29
1938: Jan.	24	23,28	1,20	1,92	0,41	0,56	—	0,67	0,24
Febr.	23	20,99	0,69	2,70	1,00	0,72	0,01	0,67	0,26
März	27	21,40	0,47	6,07	4,02	1,08	0,01	0,72	0,20

¹ Nach Angaben des Bergbau-Vereins in Kattowitz. — ² Entschuldigt sowie unentschuldigtes Feiern.

Polens Steinkohlenausfuhr im Jahre 1937¹.

Bestimmungsländer	1936	1937	± 1937
	t	t	gegen 1936 t
Europa:			
Belgien	483 479	772 363	+ 288 884
Danzig	293 470	323 946	+ 30 476
Deutschland	97	13 180	+ 13 083
Frankreich	1 268 078	1 528 119	+ 260 041
Griechenland	97 189	95 417	- 1 772
Holland	173 363	332 734	+ 159 371
Italien	1 025 124	1 613 387	+ 588 263
Jugoslawien	13 790	5 965	- 7 825
Malta	37 100	47 521	+ 10 421
Nordische Länder	3 316 408	3 732 260	+ 415 852
davon Dänemark	300 372	303 490	+ 3 118
Estland	1 480	11 841	+ 10 361
Finnland	245 351	294 879	+ 49 528
Island	14 517	15 917	+ 1 400
Lettland	50 488	124 423	+ 73 935
Norwegen	401 536	408 568	+ 7 032
Schweden	2 302 664	2 573 142	+ 270 478
Österreich	790 754	779 132	- 11 622
Rumänien	7 332	3 880	- 3 452
Schweiz	152 443	194 942	+ 42 499
Tschechoslowakei	29 441	48 865	+ 19 424
Ungarn	11 655	15 935	+ 4 280
Portugal	4 190	3 610	- 580
Andere Länder	4 750	60	- 4 690
zus.	7 708 663	9 511 316	+ 1 802 653
Außereuropäische Länder:			
Algerien	34 630	121 895	+ 87 265
Argentinien	259 065	251 927	- 7 138
Agypten	55 310	96 498	+ 41 188
Sonstiges Afrika	13 280	106 497	+ 93 217
Brasilien	28 050	21 640	- 6 410
Sonstige Länder	41 053	15 440	- 25 613
zus.	431 388	613 897	+ 182 509
Bunkerkohle	686 112	1 188 144	+ 502 032
Steinkohlenausfuhr insges.	8 826 163	11 313 357	+ 2 487 194

¹ Nach Oberschl. Wirtsch.

Durchschnittslöhne¹ je Schicht im polnisch-ober-schlesischen Steinkohlenbergbau² (in Goldmark)³.

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Kohlen- und Gesteinhauer			Gesamt-belegschaft		
	Lei-stungs-lohn	Bar-ver-dienst	Gesamt-ein-kommen	Lei-stungs-lohn	Bar-ver-dienst	Gesamt-ein-kommen
1933	4,96	5,30	5,66	3,80	4,08	4,37
1934	4,71	5,03	5,33	3,66	3,94	4,18
1935 ⁴	4,60	4,90	5,15	3,61	3,88	4,09
1936 ⁴	4,55	4,86	5,06	3,60	3,87	4,05
1937 ⁴	4,75	5,06	5,27	3,76	4,03	4,21
1938: Jan.	4,91	5,26	5,48	3,91	4,22	4,39
Febr.	4,93	5,24	5,46	3,91	4,19	4,39
März	4,95	5,25	5,47	3,91	4,18	4,36

¹ Der Leistungslohn und der Barverdienst sind auf 1 verfahrenre Schicht bezogen, das Gesamteinkommen jedoch auf 1 vergütete Schicht. — ² Nach Angaben des Bergbau-Vereins in Kattowitz. — ³ Umgerechnet nach den Devisennotierungen in Berlin. — ⁴ Errechnete Zahlen.

Zusammensetzung der Belegschaft¹ im Ruhrbezirk nach Arbeitergruppen (Gesamtbelegschaft = 100).

Monats-durchschnitt	Untertage					Übertage					Davon Arbeiter in Nebenbetrieben
	Kohlen- und Gesteinhauer	Gedingeschlepper	Reparaturhauer	sonstige Arbeiter	zus.	Facharbeiter	sonstige Arbeiter	Jugendliche unter 16 Jahren	weibliche Arbeiter	zus.	
1933	46,98	3,12	8,80	15,05	73,95	8,78	15,44	1,78	0,05	26,05	6,56
1934	47,24	3,14	8,55	14,55	73,48	8,69	15,62	2,16	0,05	26,52	6,82
1935	47,95	2,78	8,56	14,01	73,30	8,60	15,61	2,44	0,05	26,70	6,95
1936	47,71	2,70	8,65	13,80	72,86	8,54	15,86	2,69	0,05	27,14	7,47
1937	47,74	3,66	8,59	14,04	74,03	7,65	14,96	3,32	0,04	25,97	7,14
1938: Jan.	47,00	4,15	8,85	14,27	74,27	7,41	15,02	3,26	0,04	25,73	7,06
Febr.	46,80	4,16	8,92	14,28	74,16	7,45	15,19	3,16	0,04	25,84	7,10
März	46,73	4,18	8,92	14,33	74,16	7,44	15,34	3,02	0,04	25,84	7,11

¹ Angelegte (im Arbeitsverhältnis stehende) Arbeiter.

Durchschnittslöhne je verfahrenre Schicht in den wichtigsten deutschen Steinkohlenbezirken¹.
 Wegen der Erklärung der einzelnen Begriffe siehe die ausführlichen Erläuterungen in Nr. 2/1938, S. 47 ff.
Kohlen- und Gesteinhauer. Gesamtbelegschaft².

	Ruhr-bezirk	Aachen	Saar-land	Sachsen	Ober-schlesien	Nieder-schlesien		Ruhr-bezirk	Aachen	Saar-land	Sachsen	Ober-schlesien	Nieder-schlesien
	M	M	M	M	M	M		M	M	M	M	M	M
A. Leistungslohn													
1933	7,69	6,92	.	6,35	6,74	5,74	1933	6,75	6,09	.	5,80	5,20	5,15
1934	7,76	7,02	.	6,45	6,96	5,94	1934	6,78	6,19	.	5,85	5,30	5,29
1935	7,80	7,04	6,89 ³	6,48	7,09	5,94	1935	6,81	6,22	6,33 ³	5,91	5,37	5,30
1936	7,83	7,07	7,02	6,51	7,16	6,02	1936	6,81	6,23	6,45	5,96	5,44	5,34
1937	7,89	7,17	.	6,60	7,26	6,10	1937	6,81	6,25	.	6,03	5,49	5,33
1938: Jan.	7,96	7,31	7,65	6,64	7,26	6,10	1938: Jan.	6,84	6,30	6,86	6,08	5,51	5,32
Febr.	7,97	7,27	7,68	6,71	7,31	6,13	Febr.	6,84	6,30	6,89	6,12	5,53	5,33
März	7,96	7,26	7,68	6,74	7,34	6,16	März	6,83	6,28	6,86	6,13	5,54	5,34
B. Barverdienst													
1933	8,01	7,17	.	6,52	7,07	5,95	1933	7,07	6,32	.	5,99	5,44	5,39
1934	8,09	7,28	.	6,63	7,29	6,15	1934	7,11	6,43	.	6,04	5,55	5,53
1935	8,14	7,30	7,52 ³	6,65	7,42	6,15	1935	7,15	6,47	6,94 ³	6,09	5,63	5,56
1936	8,20	7,33	7,66	6,68	7,49	6,25	1936	7,17	6,49	7,05	6,15	5,71	5,60
1937	8,35	7,49	7,76	6,79	7,64	6,33	1937	7,23	6,55	7,13	6,24	5,80	5,60
1938: Jan.	8,42	7,64	8,31	6,85	7,66	6,35	1938: Jan.	7,26	6,60	7,50	6,31	5,84	5,60
Febr.	8,41	7,58	8,33	6,91	7,72	6,37	Febr.	7,22	6,57	7,50	6,31	5,87	5,59
März	8,37	7,59	8,32	6,91	7,69	6,40	März	7,19	6,57	7,47	6,31	5,83	5,59

¹ Nach Angaben der Bezirksgruppen. — ² Einschl. der Arbeiter in Nebenbetrieben. — ³ Durchschnitt März-Dezember.

Durchschnittslöhne je verfahrenre Schicht im holländischen Steinkohlenbergbau¹.

Monats-durchschnitt	Durchschnittslohn ² einschl. Kindergeld							
	Hauer		untertage insges.		übertage insges.		Gesamt-belegschaft	
	fl.	M ³	fl.	M ³	fl.	M ³	fl.	M ³
1933	5,59	9,48	5,14	8,72	3,93	6,67	4,73	8,02
1934	5,57	9,42	5,13	8,68	3,91	6,62	4,69	7,93
1935	5,54	9,33	5,07	8,53	3,87	6,51	4,62	7,78
1936	5,54	8,88	5,03	8,06	3,84	6,15	4,58	7,34
1937	5,83	7,99	5,25	7,20	3,99	5,47	4,79	6,57
1937: Jan.	5,54	7,55	5,00	6,82	3,83	5,22	4,57	6,23
April	5,81	7,92	5,26	7,17	4,00	5,46	4,80	6,55
Juli	5,80	7,96	5,22	7,17	3,98	5,46	4,77	6,55
Okt.	6,10	8,40	5,46	7,52	4,15	5,72	4,99	6,88
1938: Jan.	6,14	8,50	5,48	7,59	4,17	5,77	5,01	6,94
Febr.	6,17	8,55	5,51	7,63	4,18	5,79	5,02	6,95
März	6,09	8,42	5,47	7,56	4,12	5,69	4,98	6,88

¹ Nach Angaben des holländischen Bergbau-Vereins in Heerlen. — ² Der Durchschnittslohn entspricht dem Barverdienst im Ruhrbergbau, jedoch ohne Überschichtzuschläge, über die keine Unterlagen vorliegen. — ³ Umgerechnet nach den Devisennotierungen in Berlin.

Durchschnittslöhne (Leistungslohn) je verfahrenre Schicht im mitteldeutschen Braunkohlenbergbau¹.

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Bei der Kohlegewinnung beschäftigte Arbeiter		Gesamt-belegschaft
	Tagebau	Tiefbau	
1933	6,41	7,18	5,80
1934	6,28	7,35	5,88
1935	6,40	7,51	5,95
1936	6,42	7,62	6,03
1937	6,50	7,88	6,16
1937: Januar	6,36	7,61	6,01
April	6,41	7,79	5,98
Juli	6,49	7,93	6,26
Oktober	6,64	7,88	6,17
1938: Januar	6,48	7,94	6,24
Februar	6,43	7,70	6,03
März	6,45	7,74	6,06

¹ Angaben der Bezirksgruppe Mitteldeutschland der Fachgruppe Braunkohlenbergbau, Halle.

PATENTBERICHT

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekanntgemacht im Patentblatt vom 25. Mai 1938.

5d. 1436305. Gewerkschaft Eisenhütte Westfalia, Lünen (Westf.). Förderrinne für Stauscheiben- und Kratzförderer. 5. 12. 35.

5d. 1436310. Karl Brieden, Bochum, und Dipl.-Ing. Arnold Römer, Herne. Blasversatzmaschine. 30. 1. 37.

5d. 1436354. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin. Sicherheits-Signalanlage in Bergwerken. 1. 4. 38.

5d. 1436357. Karl Brieden, Bochum. Blasversatzmaschine mit nachstellbarem Einsatzstück. 4. 4. 38.

81e. 1436171. »Miag« Mühlenbau und Industrie AG., Braunschweig. Regelungsschieber für Förderanlagen u. dgl. 16. 3. 38.

Patent-Anmeldungen,

die vom 25. Mai 1938 an drei Monate lang in der Auslegehalle des Reichspatentamtes ausliegen.

1a, 12/10. K. 144844. Erfinder: Paul Bodenstein, Magdeburg. Anmelder: Fried. Krupp Grusonwerk AG., Magdeburg-Buckau. Vorrichtung zum Waschen von Sand, Gestein, Erz u. dgl. Zus. z. Anm. K. 143879. 18. 12. 36.

35a, 16/04. B. 179624. Erfinder, zugleich Anmelder: Paul Broll, Hindenburg (O.-S.). Fangvorrichtung für Förderkörbe. 31. 12. 35.

Deutsche Patente.

(Von dem Tage, an dem die Erteilung eines Patentes bekanntgemacht worden ist, läuft die fünfjährige Frist, innerhalb deren eine Nichtigkeitsklage gegen das Patent erhoben werden kann.)

1a (28₁₀). 660331, vom 23. 7. 35. Erteilung bekanntgemacht am 28. 4. 38. Humboldt-Deutzmotoren AG. in Köln. *Luftsetzmaschine.* Zus. z. Pat. 658645. Das Hauptpatent hat angefangen am 23. 6. 35.

Nach dem Hauptpatent werden durch die Setzmaschine neben der Kohle, den Bergen und gegebenenfalls einem Zwischengut die schwersten Bestandteile des Setzgutes ausgeschieden. Dieses erreicht man dadurch, daß in der Luftkammer der Maschine, die unter dem aus einem weit gelochten Sieb bestehenden Setzbett liegt, ein dynamisch wirkender Luftstrom erzeugt wird. Durch dicht schließende Pulsklappen senkt man seinen Druck bis auf den der Atmosphäre. Es hat sich gezeigt, daß der Luftstrom unter dem Setzbett in dem Augenblick, in welchem die Pulsklappen die Luftzuführung sperren, nicht sofort, sondern nur allmählich auf Null absinkt. Dadurch setzt sich das Gut langsam auf dem Sieb ab, und die schwersten Bestandteile treten nicht restlos durch das Sieb. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, sind gemäß der Erfindung unterhalb des Setzsiebes und der Pulsklappen eine oder mehrere mit

der Geschwindigkeit der Pulsklappen angetriebene Steuerklappen angeordnet. Sie verbinden die Luftkammer, die unter dem Sieb liegt, zeitweilig mit der Außenluft oder mit einer Quelle geringern Druckes, z. B. mit der unter Unterdruck stehenden Staubhaube oder der Ansaugleitung des die Druckluft zuführenden Gebläses. Ihre Stellung zueinander ist so gewählt, daß diese Verbindung im Augenblick oder kurz vorher herstellen, in dem die Pulsklappen die Luftzuführung der Luftkammer sperren. Infolgedessen sinkt der Luftdruck sofort auf den der Atmosphäre bzw. unter diesen ab.

10a (19₀₁). 660136, vom 22. 3. 30. Erteilung bekanntgemacht am 21. 4. 38. Carl Still G.m.b.H. in Recklinghausen. *Gasabzugsvorrichtung für unterbrochen betriebene Kammeröfen*. Zus. z. Pat. 598182. Das Hauptpatent hat angefangen am 15. 1. 30.

Die Vorrichtung hat zum Abführen der flüchtigen Destillationserzeugnisse aus dem Innern der Kammerfüllung von unterbrochen betriebenen Kammeröfen durch die Decke der Ofenkammern in Kanäle der Kammerfüllung eingeführte Rohre. Diese sind zur Abdichtung gegen den Gassammelraum bzw. gegen die diesen Raum oben begrenzende Decke am oberen Ende mit einem kegelförmigen Flansch versehen, für den eine entsprechend ausgebildete Öffnung in der Kammerdecke vorgesehen ist.

10a (29). 660235, vom 18. 10. 35. Erteilung bekanntgemacht am 28. 4. 38. Physical Chemistry Research Company in Wilmington, Delaware (V.St.A.). *Ofen zum Schwelen von festen oder teigigen kohlenstoffhaltigen Stoffen*. Priorität vom 21. 2. 35 ist in Anspruch genommen.

Der Ofen, der zum Schwelen von Kohle, Schiefer, Lignit, Torf, Bitumen, künstlichen Mischungen von mehr oder weniger zähen Flüssigkeiten mit einem aktiven oder inerten Träger Verwendung finden kann, hat einen von außen beheizbaren Kanal. Durch ihn wird das zu schwelende Gut von einer Förderkette mit Scheiben in einzelnen Teilmengen in die Kammer eingebracht. Die Scheiben haben eine mittlere Öffnung und erstrecken sich über den ganzen Querschnitt des Heizkanals. Infolgedessen strömen die heißen Schwelgase oder -dämpfe im wesentlichen durch das Innere des kühlen Schwelgutes hindurch, ohne nennenswert mit den heißen Wandungen des von außen beheizten Kanals in Berührung zu kommen. Die Gase oder Dämpfe wärmen das Schwelgut vor und erfahren durch die heißen Wandungen des Kanals keine Zersetzung. Die Leitungen zum Abführen der gas- oder dampfförmigen Schwelzeugnisse aus dem Heizkanal sind so angeschlossen, daß die Schwelzeugnisse wenigstens einen Teil der zu verschwelenden Stoffe im Gegenstrom durchströmen müssen, bevor sie den Kanal verlassen.

81e (133). 660318, vom 13. 10. 33. Erteilung bekanntgemacht am 28. 4. 38. Siemens & Halske AG. in Berlin-Siemensstadt. *Elektrischer Schütthöhenanzeiger für Silos u. dgl.*

Der Schütthöhenanzeiger hat einen Fühler, der durch Elektromagnete hin und her geschwenkt wird. Bei seiner Endlage beeinflusst er eine zum Öffnen und Schließen des Steuerstromkreises für die Anzeigevorrichtung dienende Kontakteinrichtung. Durch Berührung mit dem Schüttgut

wird er an der Bewegung gehindert, wodurch die Auslösung der Vollauffahrt erfolgt. Der Fühler wird nur zeitweise in Tätigkeit gesetzt, indem der Stromkreis des Elektromagneten durch eine zu beliebigem Zeitpunkt von Hand oder in gleichen Zeitabständen selbsttätig beeinflusste Kontakteinrichtung sich kurzzeitig ein- und ausschaltet. Er kann mit einer Trägheitsmasse versehen werden, die neben ihm in seiner Bewegungsrichtung beweglich ist und bei Ablenkung durch das Schüttgut die einwandfreie Anzeige des Füllungsstandes bewirkt. Ferner kann der Fühler in der Endlage durch eine elektromechanische Verriegelungsvorrichtung festgehalten werden, die eine Beeinflussung durch das Schüttgut verhindert. Die Bewegungen des Schüttgutes sollen keine ungewollte, die richtige Anzeige störende Bewegung des Fühlers hervorrufen. Die Verriegelung löst sich selbsttätig, wenn der Fühler durch den Elektromagneten angezogen wird. Falls der Fühler durch ein elektrisch beeinflusstes Windwerk gehoben und gesenkt, d. h. auf die Oberfläche des Schüttgutes aufgesetzt wird, kann zur Regelung des Windwerkantriebes in den Stromkreis ein Quecksilberwippschalter eingeschaltet werden, der die Beeinflussung des Windwerkes verzögert.

81e (135). 660319, vom 27. 10. 34. Erteilung bekanntgemacht am 28. 4. 38. Fried. Krupp Grusonwerk AG. in Magdeburg-Buckau. *Vorrichtung zum Öffnen des Verschlusses von Auslaufrinnen oder Schurren, besonders an Schüttrümpfen*.

Bei Verschlüssen mit zwei übereinander angeordneten, sich in entgegengesetzter Richtung bewegenden Klappen für Auslaufrinnen oder Schurren, sind die Klappen durch Hebel gelenkig miteinander verbunden. Je ein Ende der Hebel ist mit einer der beiden Klappen durch eine Lasche gelenkig befestigt. Nach der Belastung der Klappen durch das davorliegende Gut wird die eine zuerst geöffnet; nach ihrer vollständigen Öffnung bewegt sich erst die andere Klappe. Es können aber auch beide Klappen durch das Gut gleichzeitig geöffnet werden. Die Öffnungsbewegung beider Klappen wird durch einen Anschlag begrenzt. Derjenige, der zu der Klappe gehört, die sich zuerst öffnet, ruft beim Auftreffen der Klappe die Umkehr der Schwenkrichtung der mit den Klappen gelenkig verbundenen Hebel hervor. Bei Belastung der obern Klappe erfolgt zuerst die Öffnung der untern, so daß das vor ihr liegende, feinkörnige Gut aus der Rinne oder Schurre fließt, während die größeren Stücke durch die obere Klappe zurückgehalten werden. Ein allmähliches Öffnen der obern Klappe läßt dann die größeren Stücke aus der Rinne oder Schurre heraus.

81e (145). 660320, vom 16. 10. 35. Erteilung bekanntgemacht am 28. 4. 38. Paul Römer in Stuttgart. *Förderanlage mit Kettenantrieb, der mit Hilfe von Rollen in einem für den Durchtritt der Gehänge mit Schlitz versehenen Rohr geführt ist*.

Die Rollen der Anlage sind in Gliedern der Kette gelagert und liegen in ihnen. Der Längsschlitz des Rohres, durch den die an den Achsen der Rollen befindlichen Gehänge hindurchtreten, liegt seitlich von der senkrechten Mittelebene des Rohres. Der außerhalb des Rohres befindliche Tragbolzen der Gehänge liegt senkrecht unter der Laufbahn der Rollen.

ZEITSCHRIFTENSCHAU¹

(Eine Erklärung der Abkürzungen ist in Nr. 1 auf den Seiten 23—26 veröffentlicht. * bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

Bergwesen.

Schnelle Entwicklung einer 1000-m-Abbaufahrt mit Streben von 35° Einfallen. Von Repetzki. Glückauf 74 (1938) S. 449/52*. Besondere örtliche Verhältnisse. Versuchsstreb und die Entwicklung der 1000-m-Front.

Die Gegenwartsaufgaben der Fördertechnik im Bergbau. Von Vierling. Fördertechn. 31 (1938) S. 181/84. Die Bedeutung der Fördertechnik für den Steinkohlen-, Kali-, Erz- und Braunkohlenbergbau. Kennzeichnung der durch die gegenwärtige Entwicklung geforderten Fortschritte an Förderanlagen.

Die Schachtwendel im Steinkohlenbergbau. Von Riedig. Fördertechn. 31 (1938) S. 195/96*. Die Seiger-

förderer. Bauart der Schachtwendel. Vergleich von Seigerförderer und Schachtwendel. Schachtwendel im Nachbau eines Aufbruchs.

Entwässerungs- und Abbaumethoden im Braunkohlentiefbau der Grube »Conrad« bei Gr. Kölzig (N.-L.). Von Häuser. Braunkohle 37 (1938) S. 357/63*. Beschreibung der Ablagerungsverhältnisse und Erschließung der Mulden mit Beispielen für die Entwässerung.

Die neuesten amerikanischen Großlöffelbagger im Steinkohlentagebau. Von Franke. Fördertechn. 31 (1938) S. 189/92*. Die Größenentwicklung der Löffelbagger im Steinkohlentagebau der Vereinigten Staaten von Amerika in den beiden letzten Jahrzehnten. (Forts. f.)

Die Entwicklung des Schaufelradbaggers im Laufe der letzten zehn Jahre. Von Wörner. Fördertechn. 31 (1938) S. 193/96*.

¹ Einseitig bedruckte Abzüge der Zeitschriftenschau für Karteizwecke sind vom Verlag Glückauf bei monatlichem Versand zum Preise von 2,50 M für das Vierteljahr zu beziehen.

techn. 31 (1938) S. 192/95*. Der Eimerkettenbagger als Vergleichsmaßstab für den Schaufelradbagger. Beschreibung des Schaufelradhochbaggers. (Forts. f.)

Die Maschinen zum Abbau alluvialer Metallvorkommen. Von Wülfinghoff. *Fördertechn.* 31 (1938) S. 186/89*. Allgemeine Betrachtungen über die Gewinnung von Seifenmineralien. Der Eimerkettenbagger und seine Bedeutung für die Gewinnung. (Forts. f.)

Die Tiefpumpen im Erdölförderbetrieb. Von Deicher. *Fördertechn.* 31 (1938) S. 184/86*. Erörterung der wichtigsten Fragen im Fördern tiefer Sonden im größten und schwierigsten deutschen Erdölgebiet auf Grund von langjährigen Erfahrungen und Beobachtungen (Forts. f.)

Propeller fans promote safety and cut ventilating cost when installed on shaft bottoms. Von Mancha. *Coal Age* 43 (1938) Nr. 5, S. 53/54*. Erörterung der Vorteile, die ein zusätzlicher, untertage in der Nähe des Wetterschachtes aufgestellter Schraubenventilator bietet.

Explosionsgefährlichkeit von Braunkohlenstäuben. Von Hanel. *Kompas* 53 (1938) S. 83/85*. Untersuchung der Explosionsfähigkeit auf die Einflüsse des Aschen- und Wassergehaltes, des benzollöslichen Bitumens, Gesamtschwefels, Teergehalts und der Gehalte an flüchtigen Bestandteilen bei verschiedenen Temperaturen.

Remise en exploitation des sièges Saint-Charles et Saint-Joseph des houillères de Petite-Rosselle à la suite de l'accident du 15 septembre 1929. Von Cadet. (Forts. u. Schluß.) Der Schutz der Ventilatoranlage. Die Anwendung der Atmungsgeräte von Fenzy beim Aufwältigen des Schachtes Saint-Charles.

100-per-cent flexibility at Sentry's modernistic preparation plant. Von Given. *Coal Age* 43 (1938) Nr. 5, S. 55/59*. Beschreibung einer neuzeitlichen Kohlenaufbereitung in Kentucky, in der die Beförderung des Gutes weitgehend nur durch Ausnutzung der Schwerkraft erfolgt. Schaltungsmöglichkeiten, Stammbaum. Übersicht über Anzahl und Kraftbedarf der eingesetzten Maschinen.

New cleaning process — heavy organic liquids used for separation in sink and float process. Von Foulke. *Coal Age* 43 (1938) Nr. 5, S. 74/79*. Grundlagen und betriebliche Durchführung eines Schwimm- und Sink-Aufbereitungsverfahrens für Kohle mit Hilfe organischer Schwerflüssigkeiten, wie Tetrabromäthan, Pentachloräthan und Trichloräthylen. Gestaltung und Anordnung der Maschinen in der 1936 errichteten Shenandoah-Anlage (Pennsylvania). Betriebsergebnisse.

The de-sliming of coal. Von Holmes. *Colliery Guard.* 156 (1938) S. 910/12*. Mitteilung von Untersuchungen des Fuel Research Board über die Verfahren zur Abscheidung der schlamm bildenden Teilchen aus dem Kohlenklein.

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Die Vorgänge im Feuerraum eines Kessels mit Wanderrostfeuerung und ihre Änderung durch Zweitluftzufuhr. Von Mayer. *Feuerungstechn.* 26 (1938) S. 148/50*. Versuche über die Vorgänge in einer Wanderrostfeuerung. Gaszusammensetzung und Ausbrand ohne und mit Zweitluftzugabe mit verschiedenen hohen Pressungen. Einfluß der Zweitluftzugabe auf den Bedarf an Feuerraumhöhe.

Die Wirkung der Zweitluft in der Wanderrostfeuerung. Von Mayer. *Z. bayer. Revis.-Ver.* 42 (1938) S. 31/33 u. 98/102*. Verbrennungsvorgänge in Wanderrostfeuerungen. Versuche zur Verbesserung der Verbrennung durch das Vorhandensein und die Art der Zweitluft. (Forts. f.)

Die Strömungsvorgänge in Zyklonen. Von Wellmann. *Feuerungstechn.* 26 (1938) S. 137/45*. Grundlegende Forderungen für den Fliehkraftentstauber. Der Multi-aerodyn-Entstauber. Einfluß der Turbulenz. Der Kaskadenentstauber. Einfluß des Doppelwirbels. Der beschaufelte Reingasaustritt. Gasein- und -austritt und Staubtasche. Die Form des Zyklontrichters. Der van-Tongerens-Entstauber mit Hauptstrom- und Nebenstromzyklon.

Schäden an Wandungen von Dampfkesseln. *Z. bayer. Revis.-Ver.* 42 (1938) S. 4/6, 15/18, 25/28 u. 38/41*. Zusammenstellung von Beispielen der bemerkenswertesten Kesselschäden mit Angabe ihrer Entstehung. Schwächung, Formänderung und Trennung der Wandungen.

Korrosionen an Innenteilen bei Hochstdruck-Kesselspeisepumpen. Von Weyland. *Wärme* 61 (1938) S. 379/82*. Abhängigkeit der Betriebssicherheit und Wirt-

schafftlichkeit eines Hochdruckdampfkraftwerkes von Güte, Reinheit und Art der Aufbereitung des Kesselspeisewassers.

Betriebsverhalten, Aufbau und Arbeitsverbrauch von Förderhaspeln mit Antrieb durch einen Drehstrom-Asynchronmotor. Von Koch. (Schluß.) Der Arbeitsverbrauch und die mechanischen Verluste. Die Einheitscharakteristik und Berechnung des Arbeitsverbrauchs für beliebige Förderverhältnisse. Die thermische Leistungsbeanspruchung des Fördermotors.

Elektrotechnik.

With energy use up, Superior Mines add but little to d.c. electrical capacity. *Coal Age* 43 (1938) Nr. 5, S. 48/52*. Die Durchführung der Gleichstromverteilung in einer Kohlengrube in Illinois. Anordnung und Ausrüstung der Verteilungsstellen und die Ausführung der Leitungen. Maßnahmen zur möglichst weitgehenden Vermeidung von Verlusten. Angaben über den Energieverbrauch.

Erden und Nullen in Drehstromanlagen. Von Sander. *Wärme* 61 (1938) S. 383/84*. Die Bedingungen des Erdens und Nullens als Sicherheitsmaßnahmen im praktischen Betrieb.

Chemische Technologie.

The manufacture of coal gas from fuel oil. Von Gill und Jones. *Gas J.* 222 (1938) S. 303/06*. Beschreibung eines Verfahrens zur Herstellung eines Gases, das ähnlich wie Koksofengas zusammengesetzt ist, aus Heizölen. Betriebsergebnisse einer auf Honolulu arbeitenden Anlage.

Investigations of Canadian coals, including their testing, classification and utilisation. Von Haanel und Gilmore. (Schluß.) *Fuel* 17 (1938) S. 128/34*. Verkokungsversuche bei mittleren und tiefen Temperaturen, Brikettierungsversuche. Durchführung und Ergebnisse von Hydrierversuchen. Schrifttum.

The utilisation of coal with particular reference to the production of oil. Von Legrand und Simonovitch. (Forts.) *Fuel* 17 (1938) S. 145/60*. Die wissenschaftlichen Grundlagen der Kohlehydrierung und ihre industrielle Auswertung. Das Verfahren der I. G. Farbenindustrie und der Billingham I. C. I. Process; Betriebsergebnisse. (Forts. f.)

New coking and by-products plant. *Colliery Guard.* 156 (1938) S. 901/04*. (Schluß.) Beschreibung des Aufbaus und der Arbeitsweise der Nebengewinnungsanlage.

Wirtschaft und Statistik.

Erschöpfung der amerikanischen Erdölreserven? *Petroleum* 34 (1938) Nr. 20, S. 10/15. Erklärung des Begriffs »Erdölreserven«. Schätzungen an Ölvorräten und die Bohrungen in den Vereinigten Staaten. Die größten Ölfelder im Jahre 1937. Die Vorräte der großen amerikanischen Ölgesellschaften.

International conditions in the coal mining industry. (Forts.) *Colliery Guard.* 156 (1938) S. 913/15*. Die Frage der »Überkapazität«. Die Entwicklung der Ausfuhrpreise für Kohle in den Jahren 1927/36. Der Kohlenhandel der Welt und die in den Jahren 1927/36 von den verschiedenen Ländern ausgeführten Kohlenmengen. (Forts. f.)

PERSÖNLICHES

Der im Reichs- und Preußischen Wirtschaftsministerium kommissarisch beschäftigte Bergrat Dr. Kast ist zum Oberbergat als Mitglied eines Oberbergamts ernannt worden.

Der Oberbergamtsdirektor Pieler vom Oberbergamt Breslau ist infolge Erreichung der Altersgrenze in den Ruhestand getreten.

Der bisher beurlaubte Bergassessor Kopp ist dem Bergamt Saarbrücken-Ost überwiesen worden.

Dem Bergassessor Dr.-Ing. Fries ist die nachgesuchte Entlassung erteilt worden.

Dem Oberbergat Paul Brand, dem Oberbergat Sommer und dem Ersten Bergat Köhler beim Oberbergamt Dortmund ist das Treudienstehrenzeichen für eine 40jährige Dienstzeit verliehen worden.