

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 47

23. November 1935

71. Jahrg.

Auswirkungen der Alterung auf die Plastizität von Kokskohlen.

Von Dr. G. Jung, Waldenburg (Schlesien).

In dem vor zwei Jahren durch eine Abteilung für die physikalisch-chemische Untersuchung von Kohlen und Koks erweiterten Laboratorium der Waldenburger Bergwerks-AG. sind zur Klärung des Einflusses der Alterung auf die Plastizität von Steinkohlen eine Reihe von Versuchen durchgeführt worden¹, über deren Ergebnisse nachstehend berichtet wird.

Untersuchungsverfahren².

Für die Bestimmung der Plastizität hat Gieseler im Jahre 1933 das hier bereits eingehend behandelte Plastometer³ entwickelt und im Januar 1934 dem Laboratorium der Waldenburger Bergwerks-AG. ein solches Gerät überlassen. Mit diesem sind seitdem mehr als 500 Messungen ausgeführt worden, und nach einigen kleinen Änderungen hat sich auf Grund der gewonnenen Erfahrungen ein feststehendes Arbeitsverfahren herausgebildet. Da andernorts beim Arbeiten mit einer etwas abweichenden Bauart Schwierigkeiten aufgetaucht sind, sei auf das benutzte Gerät und die Ausführung der Plastizitäts-Untersuchung kurz eingegangen.

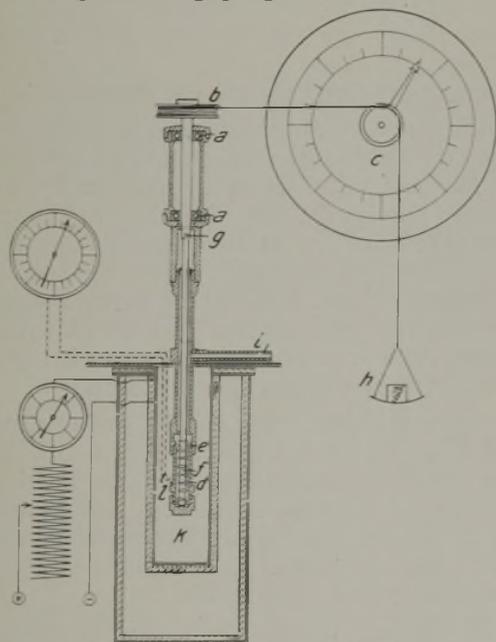


Abb. 1. Plastometer von Gieseler.

Das in Abb. 1 wiedergegebene Plastometer ermöglicht die ununterbrochene Messung der Viskosität der Kohlenschmelze, indem es die Widerstände vergleicht, die ein in die erweichende Kohle eingebetteter, sich drehender Körper bei den verschiede-

nen Kohlen findet. Gemessen wird die Geschwindigkeit der Drehung bei gleichbleibender Kraft. Ein Doppelgestell trägt an dem einen Stab eine Nabe mit zwei leicht beweglichen Kugellagern *a*, in die eine Welle mit der Schnurrolle *b* gelagert ist, und am andern Stab die Teilscheibe *c* mit Rolle und Zeiger. In das untere verlängerte Ende der Nabe ist ein langes gebohrtes Anschlußstück aus V₂A-Stahl eingeschraubt, in dessen unteres Ende das 10 mm weite und 42 mm hohe Gefäß *d* für die Kohle eingesetzt wird. Nach oben schließt die Siebplatte *e* mit Löchern von 0,5 mm Weite dieses Gefäß ab, so daß sich die Kohle hier ebensowenig wie im Koksofen frei ausdehnen kann. In die Kohle ragt durch eine Bohrung der Siebplatte eine Welle mit 7 spiralig angeordneten Flügeln von flach linsenförmigem Querschnitt (Drehkörper *f*). Die Welle steht durch den Mitnehmer *g* mit der kugelgelagerten Welle der Schnurrolle *c* in Verbindung. Von dieser läuft die Schnur über die Rolle der Teilscheibe; sie trägt an ihrem Ende die Schale *h*, die in der Regel mit 75 g und nur bei sehr stark erweichenden Kohlen mit 25 oder 50 g belastet wird.

Das Plastometer wird bis zu dem am langen Oberteil befindlichen Gasabzugsrohr *i* in das elektrisch beheizte Salzbad *k* getaucht. Die Temperaturmessung erfolgt durch das Thermoelement *l*, dessen Kuppe sich im Salzbad dicht an der Wandung des Kohlengefäßes befindet und in dieser Stellung durch eine Drahtöse festgehalten wird. Die während des Versuches mit einer Geschwindigkeit von 3⁰/min gesteigerte Temperatur ist im ganzen Salzbad gleichmäßig und stets um etwa 3⁰ höher als die Innentemperatur in der Kohle. Dieser Fehler von 3⁰ C ist jedoch unerheblich und läßt sich, da er immer in gleichem Grade und Sinne gemacht wird, durch Berichtigung beseitigen. Bei den durch Abb. 2 veranschaulichten Temperatur-Vergleichsmessungen befand sich das Gerät genau in demselben Zustand wie sonst;

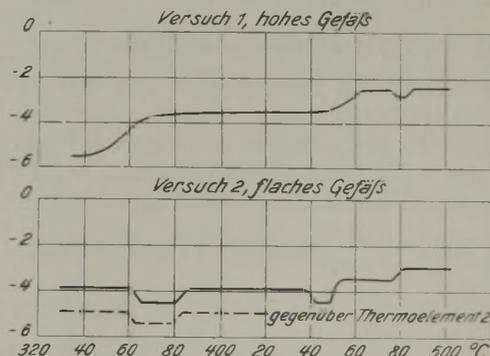


Abb. 2. Unterschied zwischen Innen- und Außentemperatur.

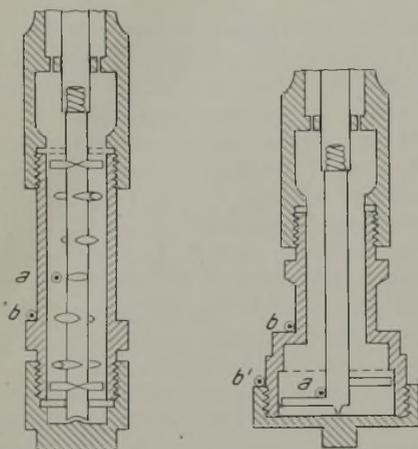
¹ Unter Mitarbeit von H. Balitzki.

² Vgl. Bleibtreu und Jung, Glückauf 70 (1934) S. 733.

³ Gieseler, Glückauf 70 (1934) S. 178.

die innere Meßstelle lag dicht an der Welle des Drehkörpers.

Da bei sehr stark erweichenden Kohlen die in den untern Schichten entwickelten Gase zuviel von der Kohle durch das obere Siebplättchen treiben können, habe ich hierfür wie Gieseler ein flaches Gefäß anfertigen lassen (Abb. 3). Die Art der Füllung und der Versuchsausführung ist hier die gleiche wie bei dem hohen Gefäß; es ergibt bei gleicher Kohle denselben Zeigerausschlag wie dieses, und die Temperaturverteilung ist hier ebenso günstig wie dort.



a Lötstellen der innern, b und b' Lötstellen der äußern Thermoelemente.

Abb. 3. Lage der Meßstellen bei den Versuchen mit hohem und mit flachem Gefäß.

Eine Plastizitätsmessung geht wie folgt vor sich. Das im Leerlauf auf reibungslosen Gang geprüfte Gerät wird in umgekehrter Stellung unter Klopfen und Rütteln fest mit 2,2–2,3 g Kohle von 0–0,4 mm Korngröße gefüllt. Nach dem Füllen ist der Drehkörper fest in der Kohle eingebettet, und er kann sich erst bewegen, wenn bei der nun folgenden Erhitzung im Salzbad der Erweichungspunkt der Kohle erreicht ist. Unter Ablesung des Zeigerstandes je min wird die Temperatur weiter gesteigert, bis sich der Drehkörper nicht mehr in der Kohle bewegt und damit der Verfestigungspunkt der Kohle vorliegt. Als Plastizitätswerte trägt man die Zeigerumdrehung je min in Winkelgraden über der jeweiligen Temperatur auf und erhält so die Plastizitätskurve der Kohle.

Ich habe versucht, das Plastometer mit Hilfe von Pechen zu eichen, deren Zähigkeit in einem Pech-Viskosimeter nach Reerink¹ bestimmt worden war. Die so aufgestellte Eichkurve des Plastometers (Abb. 4) zeigt die absolute Zähigkeit η in $\frac{g \cdot s}{cm^2}$ und deren Kehrwerte in Abhängigkeit von den sonst benutzten Plastizitätszahlen, welche die Zeigerumdrehung in Winkelgraden je min angeben. Plastizitätszahlen von 1 bis 5000 entsprechen also bei 25 g Belastung des Plastometers absolute Zähigkeitswerte von $\eta = 5000 - 1 \frac{g \cdot s}{cm^2}$ und bei 75 g Belastung solche von $10000 - 6 \frac{g \cdot s}{cm^2}$. Die Kohlen durchschreiten demnach in ihrer Erweichungszone Zähigkeitsbereiche von

der eben noch möglichen Verformbarkeit bis zu der Weichheit, die Brikettpeche kurz über ihrem Erweichungspunkt aufweisen. Wenn auch diese Versuche wegen der Unmöglichkeit, Zähigkeiten, die größer als $10 \frac{g \cdot s}{cm^2}$ sind, zu messen, noch keine genaue Eichung des Plastometers bedeuten, so geben sie doch die Größenordnung der Viskosität der Kohlenschmelze und damit der Plastizität der Kohle wieder.

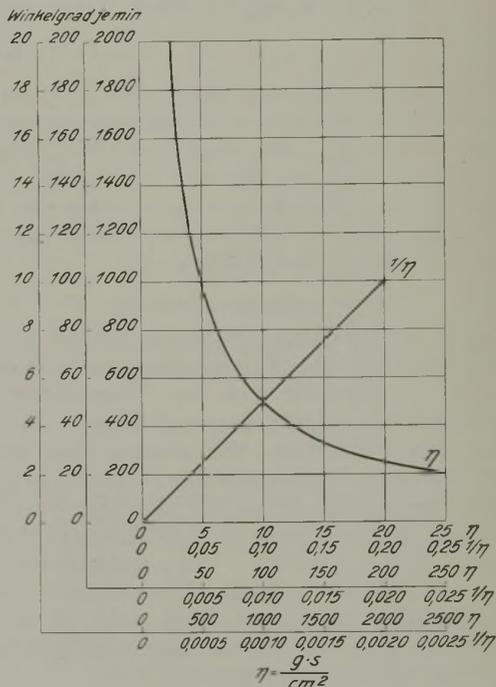


Abb. 4. Eichkurven des Plastometers für 25 g Belastung.

Beziehungen zwischen Lagerung und Plastizität der Kohle.

Noch bis zu Anfang des vorigen Jahres ist man infolge von Absatzschwierigkeiten genötigt gewesen, große Mengen von Kokskohle zu lagern. Bekanntlich erleiden zahlreiche Kohlen hierbei in ihren Verkokungseigenschaften Veränderungen, die so weit gehen können, daß die Kohlen für die Koksherstellung unbrauchbar werden. Infolge des Verlustes jeglichen Backvermögens und anderer auf der Alterung beruhender Veränderungen können sogar bei gewissen Feuerungsanlagen Schwierigkeiten auftreten.

Bei der Alterung spielen die Körnung der Kohle und etwaige Temperaturerhöhungen in den Kohlenhalten eine als ausschlaggebend zu bezeichnende Rolle¹. Es erscheint daher wichtig, den Einfluß von Körnung und Temperatur auf die Geschwindigkeit der Alterung und die hierbei herrschenden Gesetzmäßigkeiten zahlenmäßig zu erfassen.

Die Alterung der Kohle ist auf die Sauerstoffaufnahme und damit auf die langsame Oxydation gewisser Kohlenbestandteile zurückzuführen. Bunte und Brückner² haben auf die Sauerstoffsorption ein Verfahren gegründet, mit dessen Hilfe man die Neigung verschiedener Kohlen zur Alterung bei gewöhnlicher Temperatur vergleichsweise zu messen vermag. Als Parallelversuch führen sie Plastizitätsbestimmungen nach dem abgeänderten Foxwell-Verfahren aus.

¹ Reerink und Goecke, Glückauf 71 (1935) S. 77.

¹ Vgl. Michaelis, Glückauf 71 (1935) S. 413.

² Bunte und Brückner, Angew. Chem. 47 (1934) S. 84.

Bunte und Löhr¹ sowie Agde und Winter² bedienen sich zur Bestimmung des Einflusses der Alterung auf das Erweichungsverhalten ebenfalls der genannten Arbeitsweise. Sie haben dabei ein Gleichbleiben oder Ansteigen der Temperatur des Erweichungspunktes sowie ein Steigen der Temperatur des Verfestigungs- oder Halbkokspunktes und daher meist eine Verbreiterung der Erweichungszone festgestellt. Stets sinkt der größte Druckwiderstand, und ebenso fällt die Backfähigkeit ab.

Versuchsanordnung.

Bei den nachstehenden Untersuchungen hat das Plastometer von Gieseler Verwendung gefunden, das Beginn und Ende der Erweichungszone sowie die Plastizität der Kohle in ihrem Bereich genau zu bestimmen gestattet. Gleichlaufend ist die Backfähigkeit nach dem Verfahren von Maurice und Campredon in der von Damm³ angegebenen Arbeitsweise bestimmt worden.

Die zu alternde Kohle wurde bei stetig gehaltenen Temperaturen von 100, 60 und 20° C (Zimmertemperatur) mit einer überschüssigen Luftmenge behandelt. Die Versuchstemperaturen entsprachen also Beträgen, wie sie auch in Kohlenhalden vorkommen. Man bediente sich für die Alterung eines elektrisch beheizten Trockenschrankes von zylindrischer Form und 10 l Inhaltsgröße, der mit selbsttätiger Temperaturregung versehen, luftdicht verschließbar und zum Durchleiten von Gasen eingerichtet war. Eine Kohlenprobe von 90 g und von bestimmter Körnung wurde in flachen Glasschalen von insgesamt 135 cm² Oberfläche ausgebreitet und in dem beschriebenen Trockenschrank, der gleichzeitig 4 solcher Proben aufnahm, einem Luftstrom von 300 cm³ min ausgesetzt. Nach bestimmten Zeiten entnahm man je 12 g der Kohlenprobe zur Untersuchung. Der eingeleitete Luftstrom war für den Sauerstoffbedarf der Kohlen reichlich bemessen. Nach den Angaben von Bunte und Brückner und nach den von mir gefundenen Gesetzmäßigkeiten berechnet, würde die gesamte Kohlenmenge bei einer Versuchstemperatur von 100° etwa 600 cm³ Sauerstoff je h verbrauchen, wenn die Kohle die größte von den genannten Verfassern beobachtete Neigung zur Sauerstoffaufnahme zeigt. Demgegenüber stand der Kohle

Zahlentafel 1. Analysenzahlen⁴ der untersuchten 6 Kohlen.

Kohle	1	2	3	4	5	6
Asche %	4,3	7,4	6,9	6,8	7,0	6,7
Flücht. Bestandt. . . %	28,9	28,6	28,5	25,0	22,9	25,1
Backfähigkeit	20	19	18	16	15	19
Treibdruck . . kg cm ²	0,40	0,46	0,31	0,43	0,74	0,38
Schwindung %	7,6	7,0	6,7	5,3	3,4	4,8
Erweichungspunkt °C	376	376	378	387	395	375
Verfestigungspunkt °C	478	479	480	486	489	488
Plastizität (Höchstwert)	4560	1920	380	173	37	380
Temperatur des Höchstwertes . °C	445	450	447	462	459	459
Vorentgasung . . . %	1,8	1,7	1,5	1,4	1,8	1,4
Mittellentgasung . . %	10,7	9,6	10,0	8,2	7,4	8,4
Nachentgasung . . . %	14,3	14,3	13,7	13,0	12,0	12,9
Gesamtentgasung bis 850° C . . . %	26,8	25,6	25,2	22,6	21,2	22,7

¹ Bunte und Löhr, Gas- u. Wasserfach 77 (1934) S. 242.

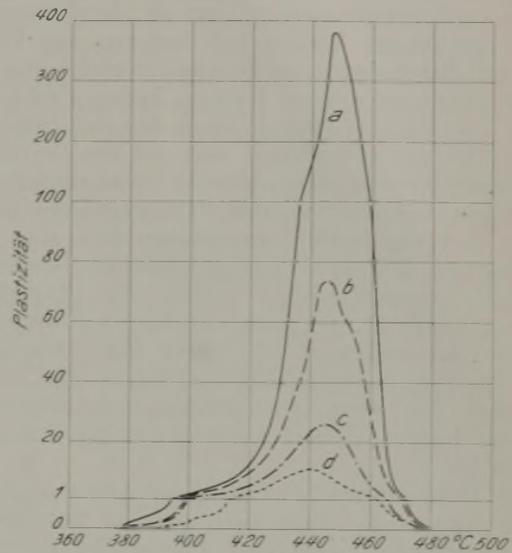
² Agde und Winter, Brennstoff-Chem. 15 (1934) S. 46.

³ Damm, Glückauf 64 (1928) S. 1073.

⁴ Vgl. Bleibtreu und Jung, a. a. O.

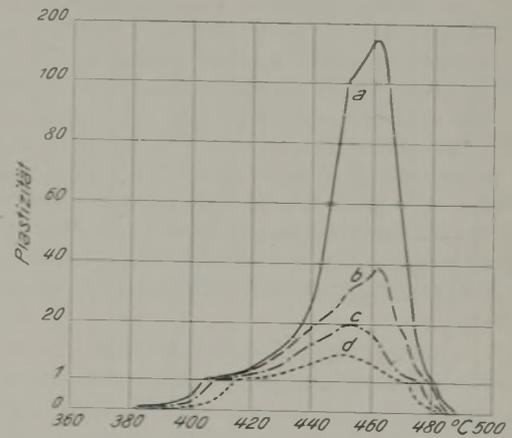
eine eingeleitete Sauerstoffmenge von 3600 cm³/h zur Verfügung.

Zur Untersuchung gelangten die in der Zahlen-tafel 1 zusammengestellten 6 niederschlesischen Kohlen, nämlich 1. Kohle vom 17. Flöz des obern Hangendzuges, Bahnschacht, 2. Kohle vom 16. Flöz des obern Hangendzuges, Bahnschacht, 3. Gewaschene Feinkohle vom Hans-Heinrich- und Marie-Schacht der Tiefbaugrube, 4. Gewaschene Feinkohle vom Bahnschacht, 5. Kohle vom 5. Flöz des untern Hangendzuges, Bahnschachtfeld, 6. Koks-kohle der Kokerei Bahnschacht.



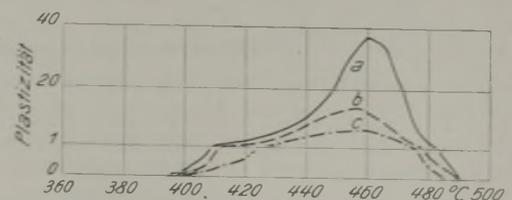
a 0 h, b 110 h, c 310 h, d 700 h.

Abb. 5. Plastizität der gewaschenen Feinkohle vom Tiefbau, Körnung 0-0,5 mm, Alterung bei 60°.



a 0 h, b 110 h, c 310 h, d 700 h.

Abb. 6. Plastizität der gewaschenen Feinkohle vom Bahnschacht, Körnung 0-0,5 mm, Alterung bei 60°.



a 0 h, b 210 h, c 700 h.

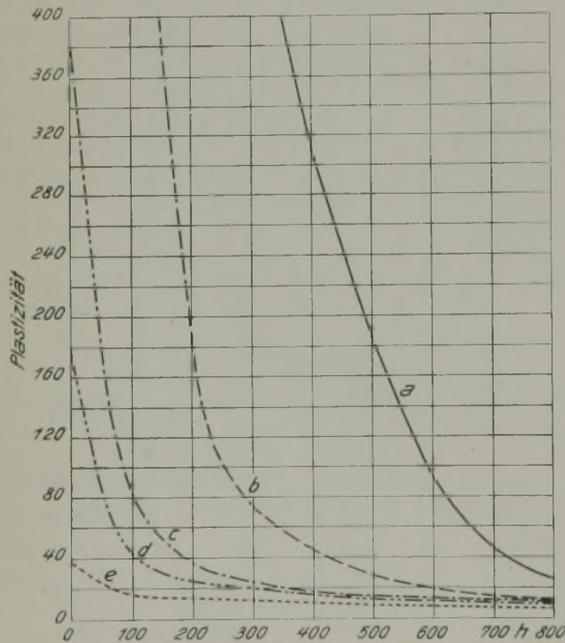
Abb. 7. Plastizität der Kohle vom 5. Flöz, Bahnschacht; Körnung 0-0,5 mm, Alterung bei 60°.

Die Kohlen 1-5 sind backende Fettkohlen mit 30,2-24,6% flüchtigen Bestandteilen, bezogen auf Reinkohle; die Probe 6 ist der Kornanteil über 2 mm eines Gemisches aus 82% der Kohle 4 und 18% der Kohle 3.

Einfluß der Alterung auf die Plastizität.

Zunächst wurden die Kohlen 1-5 in einer Körnung von 0-0,5 mm bei 60°C gealtert (Zahlentafel 2). Der Beginn der plastischen Zone, also der Erweichungspunkt, bleibt hierbei unverändert oder steigt bei längeren Alterungszeiten bei den Kohlen 3-5 etwas an. Dasselbe gilt bis auf kleine Schwankungen für das Ende der plastischen Zone, den Verfestigungspunkt, der bei den Kohlen 3-5 Neigung zum Fallen zeigt. Die Breite der Erweichungszone bleibt also entweder gleich oder wird kleiner. Diese Ergebnisse stehen zum Teil im Gegensatz zu den mit Hilfe der Foxwell-Kurven gefundenen, was auf den besonders von Gieseler und Hofmeister erörterten Eigenarten dieses Verfahrens beruht¹. Die Plastizitätszahlen senken sich regelmäßig. Im ganzen tritt also eine Schrumpfung des plastischen Bereiches ein, wie es die Abb. 5-7 veranschaulichen, welche die Plastizitätskurven gleicher Kohlen nach verschieden langer Alterungszeit wiedergeben. Die Kurve jeder Alterungsstufe liegt stets innerhalb der Kurve der vorangehenden. Der Plastizitätshöchstwert verschiebt sich bei den Kohlen 3 und 4 nach niedrigeren Temperaturen hin.

Die Plastizitätszahlen fallen, wie Abb. 8 zeigt, zunächst sehr stark, dann aber, in dem Bereich geringerer Plastizität, langsam. Hierbei ist allerdings folgendes zu berücksichtigen. In dem Bereich hoher Plastizität (von 100 aufwärts) haben selbst sehr große Unterschiede nur wenig Einfluß auf die Backfähigkeit und das sonstige Verkokungsverhalten. Die Grenze,



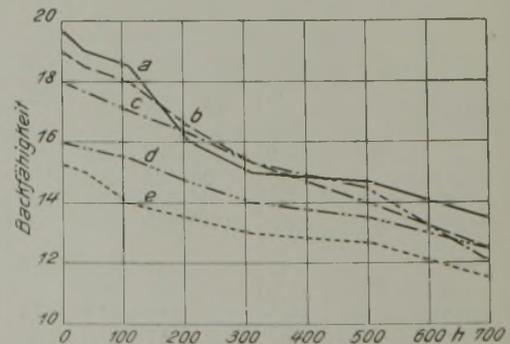
a 17. Flöz Bahnschacht, b 16. Flöz Bahnschacht, c Gewaschene Feinkohle Tiefbau, d Gewaschene Feinkohle Bahnschacht, e 5. Flöz Bahnschacht.

Abb. 8. Abhängigkeit der Plastizität verschiedener Kohlen von der Alterungszeit bei 60°C.

Zahlentafel 2. Plastizität und Backfähigkeit verschiedener bei 60°C gealterter Kohlen.

h	Be-ginn °C	Ende °C	Zonen-breite °C	Plasti-zität	Höchst-wert bei °C	Back-fähig-keit
Kohle 1						
0	376	478	102	4560	445	20
36	372	474	102	3000	445	19
110	375	475	100	1610	447	18-19
210	373	477	104	770	447	16
310	373	477	104	490	447	15
500	374	477	103	186	450	14-15
700	373	477	104	45	447	13
100°C 50h	381	477	96	25	448	14
Kohle 2						
0	376	479	103	1920	450	19
36	378	478	100	1410	448	18-19
110	379	478	99	625	450	18
210	379	481	102	153	453	16-17
310	375	481	106	70	447	15
500	378	476	98	27	447	14
700	376	476	100	14	443	12-13
100°C 50h	378	480	102	10	447	12
Kohle 3						
0	378	480	102	380	447	18
36	-	-	-	-	-	17-18
110	379	478	99	73	444	17
210	377	478	101	33	444	16
310	378	476	98	26	444	15
500	378	476	98	14	442	14-15
700	390	477	87	11	442	12
100°C 50h	389	477	88	10	442	12
Kohle 4						
0	387	488	101	173	462	16
36	384	487	103	110	462	16
110	381	485	104	39	462	15-16
210	390	485	95	24	453	14-15
310	388	484	96	20	452	14
500	390	486	96	12	451	13-14
700	390	482	92	10	451	12-13
100°C 50h	392	485	93	7	448	12
Kohle 5						
0	395	490	94	37	459	15
110	396	492	96	15	455	14
210	397	490	93	13,5	456	13-14
310	400	488	88	12	456	13
500	400	488	88	8	457	12-13
700	400	485	85	7	458	11-12
100°C 50h	414	486	72	5	460	12

unterhalb derer die Kohlen überhaupt keinen zusammengebackenen Halbkoks mehr ergeben, liegt bei einer Plastizität von 3-4, entsprechend einer Back-



a 17. Flöz Bahnschacht, b 16. Flöz Bahnschacht, c Gewaschene Feinkohle Tiefbau, d Gewaschene Feinkohle Bahnschacht, e 5. Flöz Bahnschacht.

Abb. 9. Abhängigkeit der Backfähigkeit verschiedener Kohlen von der Alterungszeit bei 60°C.

¹ Gieseler, Glückauf 68 (1932) S. 1102; Hofmeister, Glückauf 68 (1932) S. 408.

fähigkeit von 10–11. Je näher man dieser Grenze kommt, desto stärker machen sich kleine Plastizitätsunterschiede in bezug auf Backfähigkeit und Verkokungsvermögen bemerkbar. Dementsprechend verläuft der Abfall der Backfähigkeit mit der Alterungszeit (Abb. 9) mehr geradlinig.

Einfluß der Korngröße auf die Alterungsgeschwindigkeit.

Kokskohle vom Bahnschacht (Zahlentafel 1, Probe 6) in den Körnungen 0–0,5, 0,5–1, 1–2 und 2–4 mm wurde bei 100° in der beschriebenen Vorrichtung gealtert. Die einzelnen Korngrößen waren aus der Fraktion 2–4 mm durch vorsichtige Zerkleinerung und Absiebung gewonnen worden. Den genannten Kornklassen entsprechen mittlere Korndurchmesser von 0,3, 0,75, 1,5 und 3 mm. Das einzig vergleichbare Maß für die Alterungsgeschwindigkeit war die Zeit, die gleich große Einwirkungen auf die Kohle herbeiführte. Die Alterungszeiten wurden von vornherein so gewählt, daß sie etwa in demselben Verhältnis wie die Korndurchmesser anstiegen.

Zahlentafel 3. Plastizität und Backfähigkeit der Kokskohle vom Bahnschacht, in verschiedenen Körnungen bei 100° gealtert.

h	Be- ginn °C	Ende °C	Zonen- breite °C	Plasti- zität	Höchst- wert bei °C	Back- fähi- gkeit
Korngröße 2–4 mm						
0	375	488	113	380	459	19
8	—	—	—	—	—	19
16	—	—	—	—	—	19
24	—	—	—	—	—	18–19
48	387	485	98	37	455	17
96	387	487	100	18	458	16
215	390	487	97	6	451	12
430	392	483	91	2	456	11
Korngröße 1–2 mm						
0	—	—	—	—	—	—
8	378	485	107	310	459	19
16	381	485	104	256	458	18
24	385	484	99	95	456	17
48	388	484	96	30	454	16
96	390	483	93	13	456	15
215	392	485	93	6	445	12
430	392	480	88	2,7	451	11
Korngröße 0,5–1 mm						
8	382	486	104	295	459	18
16	382	488	106	148	460	17
24	387	485	98	43	454	16
48	390	484	94	16	451	15
96	389	484	95	6	448	14
215	389	481	92	2,3	448	11
Korngröße 0–0,5 mm						
8	387	488	101	96	457	17
16	383	485	102	32	456	15–16
24	387	485	98	18	454	15
48	390	486	96	8	448	13
96	387	483	96	3,2	451	11
215	393	483	90	0,8	448	9

In der Zahlentafel 3 sind die Ergebnisse verzeichnet. Die Art der durch die Alterung hervorgerufenen Veränderungen stimmt natürlich bei allen Korngrößen überein. Die Erweichungspunkte steigen an und die Verfestigungspunkte fallen ab, die Breite der Erweichungszone wird somit kleiner. Das Höchstmaß der Plastizität verschiebt sich auch hier nach den niedrigeren Temperaturen hin. Die Plastizität wird mit steigender Alterungszeit immer geringer (Abb. 10),

jedoch ist die Geschwindigkeit dieser Änderung bei den einzelnen Kornklassen verschieden. Je feiner die Kohle ist, desto schneller sinkt natürlich ihr Erweichungsvermögen. Der Plastizitätskurve einer Kornklasse nach irgendeiner Alterungszeit entspricht angenähert die Kurve der nächstgrößeren nach der doppelten Zeit, was durch die Zahlentafel 4 noch deutlicher veranschaulicht wird. Aus Abb. 11 erkennt man die Art der Abhängigkeit des Erweichungsvermögens von der Alterungszeit bei den verschiedenen Körnungen; sie wird wiedergegeben durch eine Schar von hyperbelähnlichen Linien, deren Abstand von den Achsen mit zunehmendem Korndurchmesser wächst. Aus diesen Kurven und denjenigen (Abb. 12), die den mehr geradlinigen Abfall der Backfähigkeit mit wachsender Alterungszeit veranschaulichen, sind die Oxydationszeiten ermittelt worden, die zu gleichen Plastizitäten oder Backfähigkeiten führen.

Zahlentafel 4. Abhängigkeit der Plastizität und Backfähigkeit von der Alterungszeit der Kohle bei verschiedener Korngröße.

Korngröße .mm Mittlerer Durch- messer . . .mm h	Backfähigkeit				Plastizität			
	2–4	1–2	0,5–1	0–0,5	2–4	1–2	0,5–1	0–0,5
	3,0	1,5	0,75	0,3	3,0	1,5	0,75	0,3
0	19	19	19	19	380	380	380	380
8	19	19	18	17	—	310	295	96
16	19	18	17	15–16	—	256	148	32
24	18–19	17	16	15	—	95	43	18
48	17	16	15	13	37	30	16	8
96	16	15	14	11	18	13	6	3,2
215	12	12	11	9	6	6	2,3	0,8
430	11	11	7	4	2	2,7	—	—

Die Logarithmen dieser Zeiten finden sich in Abb. 13 als Ordinaten über den Logarithmen der Korndurchmesser aufgetragen. Sind die Alterungszeiten den Korndurchmessern verhältnismäßig, so müssen Linien gleicher Plastizität oder gleicher Backfähigkeit unter 45° zu beiden Achsen verlaufen. Man erkennt, daß dies annähernd der Fall ist. Bei längeren Alterungszeiten treten die Unterschiede zwischen den Kornklassen 2–4 und 1–2 mm zurück; anscheinend erfolgt bei den größeren Körnern eine Ribbildung und damit eine Vergrößerung der Oberfläche. Man kann also sagen, daß die Alterungsgeschwindigkeit verhältnismäßig mit der Oberfläche, d. h. im umgekehrten Verhältnis zu dem mittlern Korndurchmesser der Kohle wächst.

Einfluß der Temperatur auf die Alterungsgeschwindigkeit.

Zur Klärung der Temperaturabhängigkeit der Alterungsgeschwindigkeit wurde die Kokskohle vom Bahnschacht in der Körnung 0–0,5 mm außer bei 100° noch bei 60 und 20° C mit Luft behandelt. Das Ergebnis geht aus der Zahlentafel 5 hervor. Die Veränderungen, die an der plastischen Zone, ihrem Beginn und Ende, ihrer Breite und der Temperatur des Plastizitätshöchstwertes auftreten, stimmen bei 60 und bei 20° Alterungstemperatur mit denen überein, die für 100° bei dieser Kohle bereits erörtert worden sind.

Die Plastizitätswerte finden sich in Abb. 14 in logarithmischem Maßstab über dem Logarithmus der Alterungszeit aufgetragen. Man erhält für jede Alterungstemperatur eine abfallende Linie. Die drei Kurven laufen annähernd parallel, und ihre waagrechteten Abstände auf Linien gleicher Plastizität er-

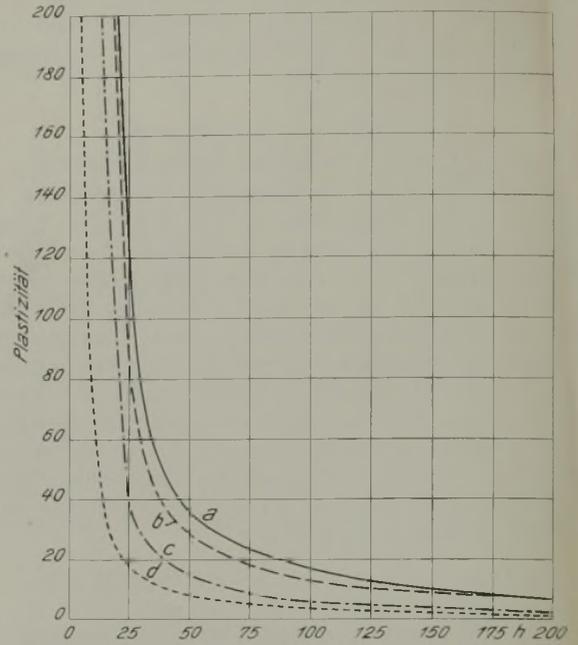
Zahlentafel 5. Plastizität und Backfähigkeit der Koks- und Kohle vom Bahnschacht in der Körnung 0-0,5 mm, bei 100, 60 und 20° C gealtert.

h	Beginn °C	Ende °C	Zonenbreite °C	Plastizität	Höchstwert bei °C	Backfähigkeit
100° C						
0	375	487	112	380	460	19
8	387	488	101	96	457	17
16	383	485	102	32	456	15-16
24	387	485	98	18	454	15
48	390	486	96	8	448	13
60° C						
72	385	486	101	179	460	18
120	380	486	106	96	460	16-17
216	387	485	98	44	455	16
384	387	485	98	23	458	15
768	387	485	98	12,5	455	14-15
20° C						
1296	385	486	101	185	460	18
1920	388	486	98	92	460	17

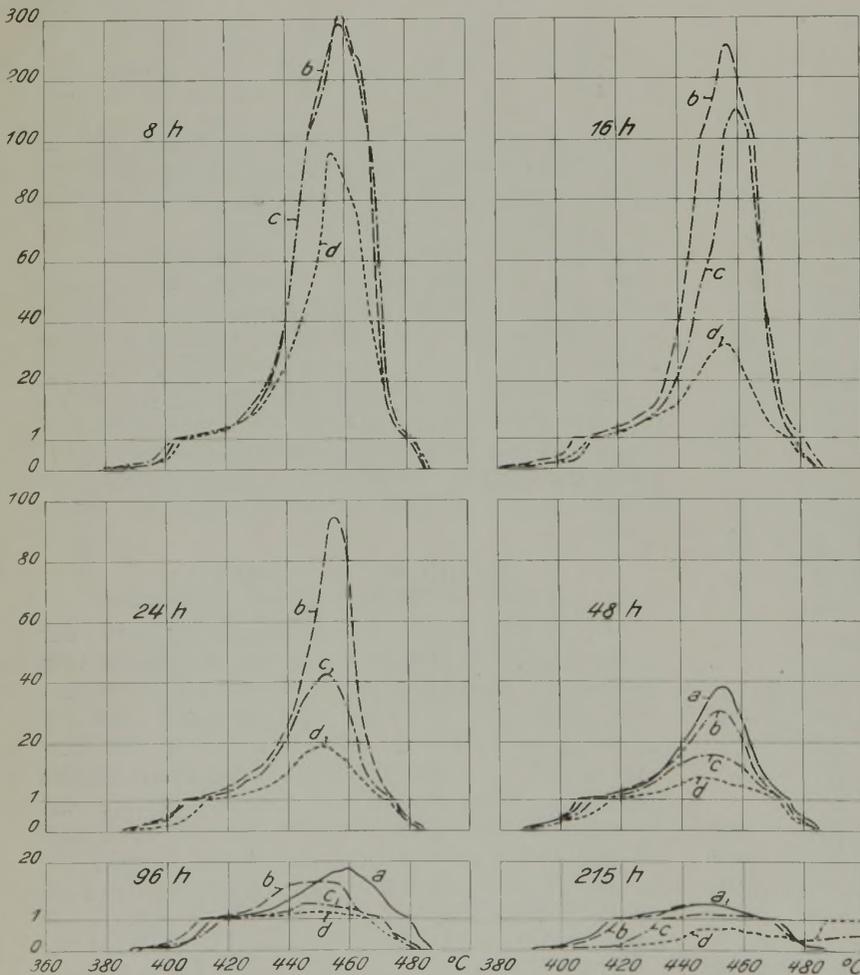
geben Werte zwischen log 15 und log 24¹. Die Quotienten der Alterungszeiten, die bei den verschiedenen Temperaturen zu gleicher Plastizität führen, betragen also 15-24. Sie sind in der Zahlentafel 6 für einige Versuchspunkte angegeben und bedeuten den Temperaturbeiwert der Alterungsgeschwindigkeit für 40° C. Demnach rufen 40°

¹ Die entsprechende Zahl in Abb. 14 muß log 23,3 statt log 28,3 lauten.

Temperaturerhöhung in dem Bereich von 20 bis 100° C eine 15-24fache Alterungsgeschwindigkeit hervor.



Körnung: a 2-4 mm, b 1-2 mm, c 0,5-1 mm, d 0-0,5 mm. Abb. 11. Abhängigkeit der Plastizität von der Alterungszeit bei Kohlen verschiedener Körnung (Alterung bei 100° C).



Körnung: a 2-4 mm, b 1-2 mm, c 0,5-1 mm, d 0-0,5 mm.

Abb. 10. Plastizitätskurven von Kohle verschiedener Körnung nach verschiedenen Alterungszeiten.

Nimmt man ein stetiges Ansteigen der Alterungsgeschwindigkeit mit der Temperatur an, wie es berechtigt erscheint, da der Temperaturkoeffizient zwischen 20 und 60° der gleiche ist wie zwischen 60 und 100°, so ist der Temperaturbeiwert für 10° gleich der vierten Wurzel aus diesen Zahlen. Er liegt also, wie aus der Zahlentafel 6 hervorgeht, zwischen 1,96 und 2,20. Einer Temperaturerhöhung um 10° entspricht mithin eine Verdopplung der Alterungsgeschwindigkeit.

Zur Nachprüfung dieser Regel wurden die Kohlen 1-5 wie vorher bei 60° nunmehr auch bei 100° oxydiert. Aus den Kurven in Abb. 8, welche die Abhängigkeit der Plastizität von der Alterungszeit veranschaulichen, wurden die Zeiten ermittelt, die bei 60° zur Erzielung der bei 100° nach 50 h erreichten Plastizität notwendig waren. Die Werte sind in der Zahlentafel 7 zusammengestellt. Der Temperaturbeiwert der Alterungsgeschwindigkeit für 40° zeigt hier Werte von 1,4-2,0; der für 10° ergibt sich hieraus zu 1,93-2,12, im Mittel zu 2,02. Die erwähnte Regel gilt also für alle untersuchten 6 Kohlen.

Folgerungen.

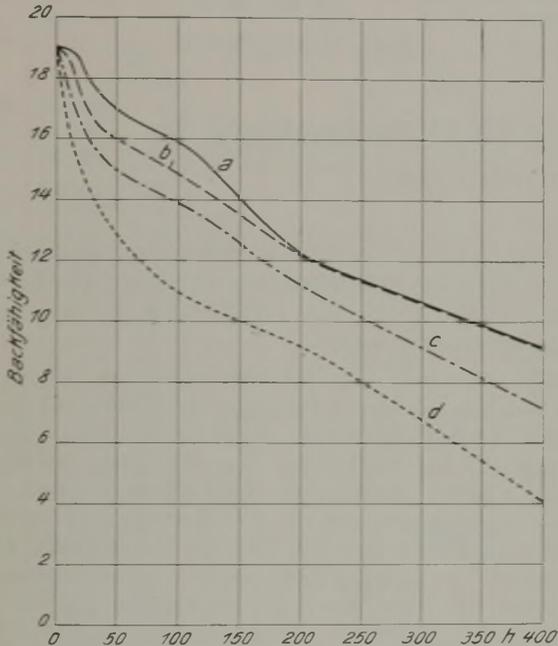
Die geschilderten Versuchsergebnisse bestätigen auf genauer und vor allem zahlenmäßiger Grundlage die Regeln, die bei der Lagerung von Kohle bereits vielfach beachtet wer-

Zahlentafel 6. Abhängigkeit der Alterungsgeschwindigkeit von der Temperatur zwischen 20 und 100° C bei der Kokskehle vom Bahnschacht.

Plastizität	179	96	44	32	23	12,6	Durchschnitt
Die Plastizität wird erreicht							
1. bei 20° nach h . . .	1320	1890	—	—	—	—	—
Quotient 1:2	18,3	15,8	—	—	—	—	17,05
Temperaturkoeffizient für 10°	2,070	1,992	—	—	—	—	2,031
2. bei 60° nach h . . .	72	120	216	287	384	768	—
Quotient 2:3	—	15,0	16,6	17,9	18,3	23,3	18,22
Temperaturkoeffizient für 10°	—	1,968	2,019	2,056	2,069	2,196	2,062
3. bei 100° nach h . . .	—	8	13	16	21	33	—

Zahlentafel 7. Abhängigkeit der Alterungsgeschwindigkeit von der Temperatur zwischen 60 und 100° bei verschiedenen Kohlen.

Kohle	a	b	c	d
	Gleiche Plastizität wird erreicht bei 60° nach h	bei 100° nach h	Quotient $\frac{a}{b}$ Temperaturkoeffizient für 40°	$\sqrt[4]{\frac{a}{c}}$ für 10°
1	820	50	16,4	2,023
2	800	50	16,0	2,000
3	700	50	14,0	1,930
4	1000	50	20,0	2,115
5	800	50	16,0	2,000
Durchschnitt			16,5	2,015



Körnung: a 2-4 mm, b 1-2 mm, c 0,5-1 mm, d 0-0,5 mm.

Abb. 12. Abhängigkeit der Backfähigkeit von der Alterungszeit verschiedener Kohlenkörnungen.

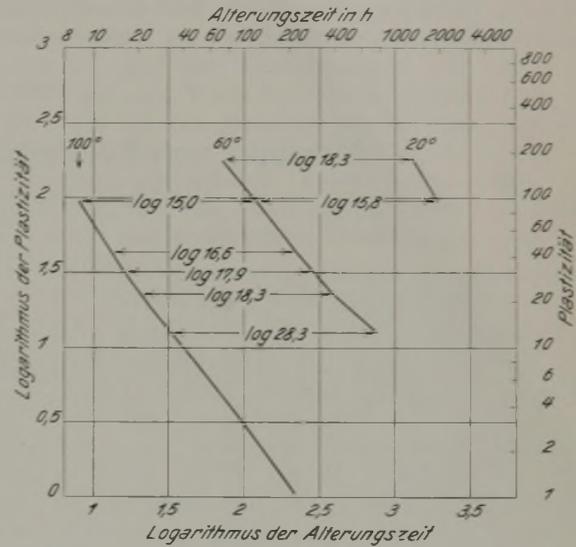
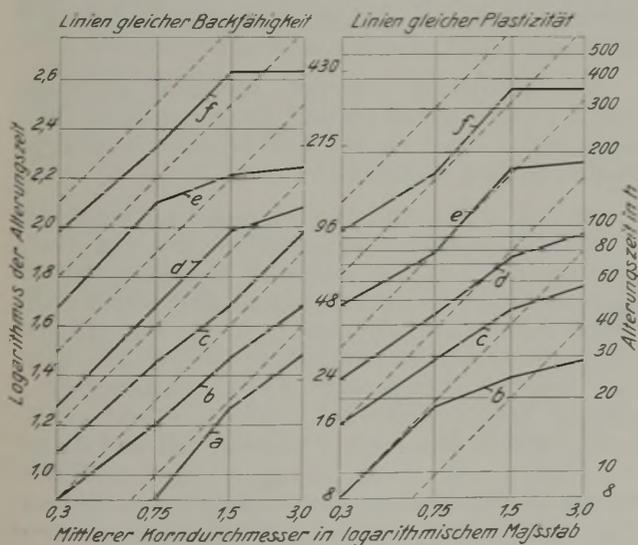


Abb. 14. Abhängigkeit der Plastizität von der Alterungszeit bei Temperaturen von 20, 60 und 100° C.

den. Ist man gezwungen, Kokskehle zu lagern und sollen dabei die für die Verkokung maßgebenden Eigenschaften gewahrt bleiben, so muß man zunächst die Körnung der Kohle so grob wie möglich halten. Eine dichtere Lagerung, die einen geringern Luftzutritt bedeutet, wiegt nicht die Vorteile auf, die eine gröbere Körnung bietet. Erbskohle vom Hans-Heinrich- und Marie-Schacht zeigte nach einjähriger Lagerung einen Rückgang der Backfähigkeit von 17-18 auf 16, während die Backfähigkeit der gewaschenen Feinkohle selbst am Haldenrand, wo keine erhöhten Temperaturen herrschten, von 17 auf 14 zurückging. Gleichlaufend mit der Verminderung der Backfähigkeit vollzog sich die Abnahme des Erweichungsvermögens.

Erheblich stärker als der Einfluß der Körnung, die man ja bei der Kokskehle meist nicht in der Hand hat, ist der Einfluß der Temperatur, wie aus dem hohen Temperaturbeiwert der Alterungsgeschwindigkeit hervorgeht. Im Einklang mit unsern Erfahrungen steht die Bemerkung von Michaelis¹, daß große Schütthöhen hohe Temperaturen in den Kohlenhalden erzeugen. Als Beispiel sei das Ergebnis einer Untersuchung von zwei Proben aus einer hochgeschütteten Feinkohlenhalde genannt. Die erste stammte vom Haldenrand, wo zwar ungehinderter Luftzutritt bestand, jedoch niedrige Temperaturen herrschten, die zweite aus dem Haldeninnern, wo die Temperaturen 80-90° C erreichten. Die ursprüngliche Backfähigkeit

¹ a. a. O.



Kurven	a	b	c	d	e	f
Backfähigkeit	18	17	16	15	13	11
Plastizität	—	96	32	18	8	3,2

Abb. 13. Abhängigkeit der Alterungszeit von der Körnung der Kohle.

17–18 sank bei der Probe 1 auf 15–16 und in der gleichen Zeit auf 12 bei der Probe 2. Man muß also zur Schonung der Kokskohle die Halden, wie es vielenorts bereits geschieht, in kleinen Schüttkegeln von möglichst geringer Höhe schütten, damit die durch die Oxydation erzeugte Wärme abgeführt werden kann. Trotz des leichtern Luftzutritts sind dann die Veränderungen der Kohle geringer. Die umgekehrten Lagerungsbedingungen gelten natürlich, wie Michaelis ausgeführt hat, wenn man die gelagerte Kohle als Magerungsmittel für die Kokskohle verwenden will und daher das Backvermögen möglichst schnell und weitgehend zerstört werden soll. Braucht jedoch die Kokerei einer Zeche ihre Kokskohle nicht zu magern und wird außerdem ein großer Teil der Kohle an Gaswerke abgesetzt, so muß man, um Verluste durch

Wertverminderung zu vermeiden, die aufgezeigten Gesetzmäßigkeiten beim Lagern von Kohle unbedingt beachten.

Zusammenfassung.

Nachdem auf die Arbeitsweise mit dem Plastometer von Gieseler hingewiesen worden ist, werden an sechs niederschlesischen Kohlen die Auswirkungen der Alterung auf die Plastizität und Backfähigkeit geprüft. Die Körnung und vor allem die Temperatur üben einen großen Einfluß auf die Alterungsgeschwindigkeit aus. Diese wächst verhältnismäßig der Oberfläche der Kohle und steigt auf den doppelten Betrag bei einer Temperaturerhöhung um 10°. Abschließend werden die praktischen Folgerungen aus diesen zahlenmäßig festgelegten Regeln erörtert.

Messung von Leckverlusten an Preßluftrohrnetzen.

Von Diplom-Bergingenieur H. Jahns, Kamen.

(Schluß.)

Untersuchung der Ausströmung von Preßluft durch Spalte und Leckstellen.

Zweifelhaft ist noch, ob die Formeln 17 und 19 auch zur Berechnung der Leckverlustmessungen an undichten Rohrnetzen benutzt werden können; denn im Gegensatz zu den Öffnungen der bisher betrachteten Versuchsbehälter sind die Leckstellen undichter Rohrnetze in der Regel durchaus nicht Düsen, sondern enge Spalte, und außerdem darf man von ihnen auch nicht ohne weiteres annehmen, daß sie ihre Größe unverändert beibehalten, wenn im Verlauf der Ausbläsmessung der Druck im Rohrnetz abnimmt.

Nach der Hütte¹ besteht bei der Ausströmung durch Spalte (Schichtenströmung, Poiseuillesche Strömung, z. B. bei Ringspalten von Stoffbüchsen) eine von der Gleichung 18 grundsätzlich abweichende Beziehung zwischen Luftstromstärke und Preßluftdruck, die lautet

$$J_{G \text{ Spalt}} \approx C_3 \cdot \Delta P \dots \dots \dots 20.$$

Darin bedeutet ΔP den im Spalt auftretenden Druckabfall in mm WS, der bei den Leckstellen der Preßluftbehälter gleich dem Unterschied zwischen dem im Behälter herrschenden absoluten Druck P (mm WS) und dem absoluten Luftdruck in der Umgebung des Behälters (≈ 10000 mm WS) ist, so daß die Gleichung 20 übergeht in

$$J_{G \text{ Spalt}} \approx C_3 \cdot (P - 10000) \dots \dots \dots 21.$$

Gemäß den Gleichungen 18 und 21 ist also der austretende Luftstrom bei Düsen und einem Druckverhältnis, das kleiner ist als das kritische, verhältnismäßig dem im Behälter herrschenden absoluten Druck, bei spaltförmigen Öffnungen und Schichtenströmung dagegen verhältnismäßig dem im Behälter herrschenden Überdruck.

Für die Ausströmung durch Leckstellen undichter Rohrnetze sind noch keine entsprechenden Beziehungen ermittelt worden. Da diese jedoch für die Ausführung der Leckmessungen von großer Wichtigkeit sind, sollen sie zunächst durch praktische Versuche aufgedeckt werden. Die Untersuchungen mußten sich

auf eine größere Anzahl von Rohrnetzen erstrecken, die in bezug auf Rohrleitungsdurchmesser, Größe des Leckverlustes, Form der Lecköffnungen usw. möglichst verschieden waren.

Die Messung der bei den einzelnen Preßluftdruckwerten aus den Öffnungen ausfließenden Luftströme erfolgte nach dem Ausblaseverfahren gemäß Formel 17. Zur tunlichsten Einschränkung der Meßfehler wurden erstens die Lecköffnungen und die Rohre so bemessen, daß die Kennzeiten große Zahlenwerte annahmen und folglich die im Behälter auftretenden Temperaturänderungen klein blieben; zweitens war der Wert $(P_1 - P_2)$ nicht größer als 5500 kg/m^2 , damit die Abweichung der Richtung der Sehnen von der der entsprechenden Tangenten gering blieb. Weiterhin wurden nur solche Rohrnetzteile gewählt, die in Strecken mit möglichst gleichbleibender mittlerer Raumtemperatur lagen und von dem übrigen Rohrnetz durch ein einziges zuverlässig schließendes Ventil abgesperrt werden konnten.

Die Zahlentafel 3 enthält sämtliche Meßwerte und den Gang der Rechnung für einen dieser Versuche, der an einem Gruben-Rohrnetzteil mit geringen Undichtigkeiten stattgefunden hat.

An den zu untersuchenden Rohrnetzteil wurde ein Präzisionsmanometer angeschlossen, das den Preßluftdruck auf $\pm 0,02$ at genau zu messen gestattete. Dann verband man diesen Netzteil durch Öffnen des Ventils der Preßluftzufuhrleitung 10 min lang mit dem übrigen Rohrnetz, so daß er sich mit Preßluft füllte und diese die Temperatur der Rohrnetzumgebung annahm. Der Preßluftdruck wurde vermerkt (P_a in den Spalten 3 und 7 der Zahlentafel 3) und darauf das Ventil in der Preßluftzufuhrleitung geschlossen. Infolge des Ausströmens von Preßluft durch die Leckstellen ging dann der Zeiger des Manometers dauernd langsam zurück. Bei seinem Durchgang durch einen bestimmten Skalenpunkt erfolgte die Auslösung einer Stechuhr, und genau beim Durchgang durch weitere vorher ausgewählte Punkte (Spalten 1 und 2) wurde der jeweilige Stand der Stechuhr (t) abgelesen und aufgeschrieben (Spalte 3).

¹ Hütte, 26. Aufl., Bd. 2, S. 68.

Zahlentafel 3. Prebluftdruck als Funktion der Zeit, beobachtet an einem nach dem Ausblaseverfahren untersuchten Rohrleitungsnetz (Beobachtungsreihe 1).

Tag der Messung . . . 11. 12. 28
 Revier 4
 Höhe über NN - 610 m
 Barometerstand an der
 Meßstelle 1,089 ata
 Inhalt der Rohrleitung . . . 4,89 m³
 Größe des Leckverlustes 2,8 Nm³ je h u. 100 m R.
 Prebluft strömt aus durch unhörbare Undichtigkeiten an Flanschen und Ventilen.

Dichtungen
 Dmr. Zahl
 50 220
 70 37
 100 —
 130 36

1	2	3	4	5	6	7	8
Prebluftdruck im Behälter		Zeit t s	$\frac{t_2-t_1}{P_1-P_2}$ s/mm WS	$\frac{P_1-P_2}{t_2-t_1}$ mm WS/s	P_m kg/m ²	Zweite Messung	
Überdruck p kg/cm ²	absoluter Druck P kg/m ²					Zeit ((t)) s	$\left(\frac{t_2-t_1}{P_1-P_2}\right)$ s/mm WS
5,20	62 900	0	84 2000	23,8	61 900	0	87
5,10	61 900	40				87	2000
5,00	60 900	84					
4,90	59 900	127	247 5000	20,2	58 400		241
4,80	58 900	176				241	5000
4,70	57 900	236					
4,60	56 900	279					
4,50	55 900	331					328
4,40	54 900	383	277 5000	18,0	53 400		276
4,30	53 900	440				276	5000
4,20	52 900	494					
4,10	51 900	547					
4,00	50 900	608					604
3,90	49 900	674	341 5000	14,7	48 400		342
3,80	48 900	735				342	5000
3,70	47 900	807					
3,60	46 900	875					
3,50	45 900	949					946
3,40	44 900	1018	381 5000	13,1	43 400		
3,30	43 900	1087					
3,20	42 900	1160					
3,10	41 900	1247					
3,00	40 900	1330					
2,90	39 900	1418	455 5000	11,0	38 400		
2,80	38 900	1497					
2,70	37 900	1597					
2,60	36 900	1692					
2,50	35 900	1785					
2,40	34 900	1890	547 5000	9,1	33 400		
2,30	33 900	1995					
2,20	32 900	2112					
2,10	31 900	2216					
2,00	30 900	2332					
1,90	29 900	2468	708 5000	7,1	28 400		
1,80	28 900	2590					
1,70	27 900	2734					
1,60	26 900	2880					
1,50	25 900	3040					

Bei den meisten Versuchen wurde der erste Teil der Messung bei unverändertem Rohrnetz wiederholt (Spalte 7) und die erste Feststellung nur dann als brauchbar angesehen, wenn sie mit der zweiten übereinstimmte.

Durch die waagrechten Linien, die über die ganze Breite der Zahlentafel gehen, ist eine Anzahl von Druckwerten hervorgehoben und für je zwei benachbarte solcher ausgewählten Werte in den Spalten 4 und 8 der Bruch $\frac{t_2-t_1}{P_1-P_2}$ ermittelt; Spalte 5 enthält die Reziprokwerte $\frac{P_1-P_2}{t_2-t_1}$ der Zahlen in Spalte 4, Spalte 6

die arithmetischen Mittel P_m aus je zwei benachbarten unterstrichenen Werten P.

Um zunächst ein anschauliches Bild von dem an einem undichten Behälter beobachteten zeitlichen Verlauf des Druckes zu erhalten, habe ich in Abb. 12 die Werte P der Zahlentafel 3 (Rohrnetz mit geringen Undichtigkeiten) als Funktion der Zeit t aufgetragen und die so erhaltenen Punkte durch eine mit dem Buchstaben a bezeichnete Kurve verbunden. Die gestrichelte Schaulinie b dieser Abbildung hat mit der Kurve a die Punkte $P_1 = 58900$, $t_1 = 176$ und $P_2 = 25900$, $t_2 = 3040$ gemeinsam; sie stellt diejenige Druck-Zeit-Funktion dar, die theoretisch auftreten müßte, wenn die Prebluft aus dem gleichen, jedoch vollkommen dichten Behälter durch eine Düse ausgeströmt wäre, deren Ausströmquerschnitt so bemessen ist, daß die Druckabnahme vom Wert $P_1 = 58900$ auf den Wert $P_2 = 25900$ dieselbe Zeit erfordert wie bei der Messung am Rohrnetz mit den Leckstellen. Daraus, daß diese Kurve von der durch Beobachtung gewonnenen Kurve a ein wenig abweicht, folgt, daß die Ausströmung durch Undichtigkeiten nicht genau denselben Gesetzen gehorcht wie die durch Düsen.

Um für diese Beobachtungsreihe die genaue Form der Beziehung zwischen dem Prebluftdruck und dem Leckstrom zu erhalten, müßte man den Leckstrom als Funktion des Prebluftdruckes darstellen. Da es hier jedoch weniger auf den absoluten Wert der Luftstromstärken als auf die Art ihrer Abhängigkeit vom Druck ankommt, genügt es, wenn an die Stelle der Luftstromstärken die aus den Beobachtungen bereits errechneten und in Spalte 5 der Zahlentafel 3 eingetragenen Werte $-dP/dt$ bzw. $(P_1-P_2):(t_2-t_1)$ treten, die nach der Gleichung 17 den Luftstromstärken verhältnismäßig sind.

Demgemäß habe ich in Abb. 13 die Werte der Spalte 5 für $(P_1-P_2):(t_2-t_1)$ als Funktion des Prebluftdruckes aufgetragen und zu einer Kurve mit der Bezeichnung 1 verbunden. In demselben Koordinatensystem finden sich die Ergebnisse von 9 weiteren Beobachtungsreihen, die an andern Behältern mit andern Leckstellen auf dieselbe Weise gemessen und berechnet worden sind wie die Beobachtungsreihe 1.

Die Beobachtungsreihen 1, 4 und 6 beziehen sich auf Gruben-Rohrstränge mit geringen Leckstellen. Reihe 2 stammt von derselben Rohrleitung wie Reihe 1, jedoch strömte bei ihr die Prebluft außer durch die Leckstellen auch noch durch eine abgerundete, als reibungslos anzusehende Düse von etwa 6 mm Dmr. aus. Reihe 3 ist durch Rechnung aus den Reihen 1 und 2 entstanden und gibt den allein durch die abgerundete Düse austretenden Luftstrom an. Reihe 5 wurde an einem frei aufgehängten Behälter von 50 mm Durchmesser mit vielen Dichtungen beobachtet, Reihe 7 an einem Rohr, aus dem nur durch ganz kleine Poren an Schweißnähten, durch die Dichtungsfuge eines Anschlußventils (Stulpdichtung mit Gummi) sowie durch ein Kanälchen von etwa 0,35 mm Dmr. und 10 mm Länge Prebluft austrat, Reihe 8 an demselben Rohr wie Reihe 7, jedoch nach Beseitigung der erwähnten kanalförmigen Undichtigkeit. Reihe 9 ergab sich durch Rechnung aus den Reihen 7 und 8 und zeigt den Leckstrom der kanalförmigen Undichtigkeit an. Reihe 10 wurde an einem Behälter beobachtet, aus dem die Prebluft nur durch eine ringförmige Spaltöffnung entwich.

Als Spaltöffnung diente der zwischen dem Zylinder und dem Kolben eines Abbauhammers befindliche ringförmige Zwischenraum.

$$J_G \text{ Düse} \approx P \cdot C_2 \approx - \frac{dP}{dt} \cdot C_6 \dots \dots \dots 23.$$

Dasselbe gilt für die Reihe 9, bei der die Preßluft durch ein enges Kanälchen von etwa 0,35 mm Dmr. und 10 mm Länge ausgeströmt ist.

Demgegenüber hat q bei der Kurve 10, die sich auf einen Behälter mit spaltförmigen Leckstellen bezieht, den Wert 10000. Da diese Reihe bei einem Barometerstand von 10150 kg/m² beobachtet worden ist, erfüllt sie fast genau die für spaltförmige Leckstellen angegebene Gleichung 21. Damit bestätigt sich, daß zwischen Preßluftdruck und Luftstrom bei düsenförmigen oder kurzen, engen, rohrförmigen Ausströmöffnungen eine der Formel 18 ähnliche Beziehung gilt, dagegen bei Lecköffnungen, die aus einem Spalt von unveränderlicher Größe bestehen, die Beziehung 21. Ferner zeigt die Kurve 1 der Abb. 13, daß auch bei Lecköffnungen von Grubenrohrnetzen eine der Formel 21 ähnliche Beziehung zwischen Leckverlust und Preßluftdruck auftreten kann.

Da nun die Leckstellen der Rohrnetze teils Spalt-, teils Düsenform haben und diese beiden Formen bei verschiedenen Rohrnetzen in verschiedenem Verhältnis am Gesamtquerschnitt der Lecköffnungen beteiligt sein werden, müßte man erwarten, daß die Kurven bei allen Rohrnetzen zwar gerade sind, jedoch verschiedene Werte für q aufweisen, und daß q stets größer ist als 0, der für Düsenöffnungen gültige Wert, aber kleiner als 10000, der Wert für spaltförmige Öffnungen.

Die in Wirklichkeit gefundenen Kurven sind dagegen zum Teil gekrümmt und ergeben, wenn man sie zwischen zwei höhern Werten von P als geradlinig ansieht und diese Gerade bis zur Abzisse verlängert, oft für q einen weit größern Wert als 10000, der z. B. bei Reihe 5 bis zu q = 30000 anwächst.

Die nächstliegende Erklärung für diese Erscheinung böte die Annahme, daß manche Lecköffnungen ihren Leckquerschnitt mit dem Preßluftdruck verändern. Dies ist durchaus wahrscheinlich, weil ein in der Grube verlegtes Rohrnetz keinen starren, unbeweglichen Körper darstellt, sondern sich bei der Füllung mit Preßluft merkbar dehnt und biegt, so daß schon dadurch eine Vergrößerung einzelner Lecköffnungen entstehen kann. Außerdem darf man wohl annehmen, daß auch bei unveränderter Lage der Flanschen und sonstigen Dichtungsflächen die zwischen Gummidichtung und Flanschenfläche oder innerhalb der Leinwandeinlage der Gummiplatte verbleibenden Kanälchen sich bei steigendem Preßluftdruck infolge der Elastizität des Gummis erweitern.

Nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen, die von mir durch Ausführung der Ausblasemessung an einer großen Anzahl von Preßluftrohrnetzen der verschiedensten Form und Größe untertage gesammelt worden sind, muß bei allen Rohrnetzen mit dem Vorhandensein derartiger Lecköffnungen von veränderlicher Weite gerechnet werden. Die größten bei diesen Messungen für die in der Gleichung 22 stehende Größe q festgestellten Zahlenwerte sind bei Preßluftdrücken zwischen 5,5 und 4,5 atü q = 30000 kg/m² und bei Drücken zwischen 3,5 und 2,5 atü q = 20000 kg/m², was auch bei Reihe 5 der Abb. 13 etwa zutrifft.

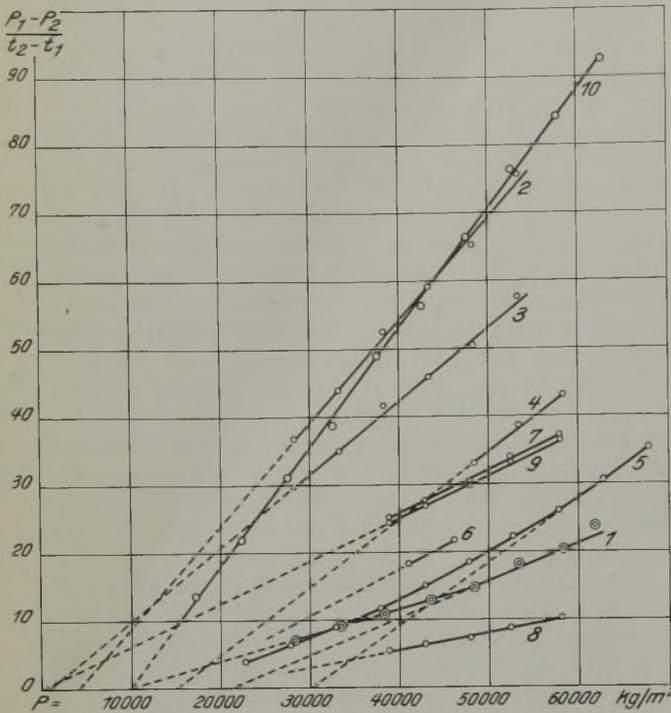


Abb. 13. Luftstromstärke durch Leckstellen, Düsen und Spalte als Funktion des Preßluftdrucks (Ordinatenwerte bei Kurve 8 verzehnfacht, bei Kurve 10 gehälftet).

In Abb. 13 stimmt der Abszissenmaßstab bei allen Beobachtungsreihen überein, während der Ordinatenmaßstab zur Erzielung einer übersichtlichen Verteilung der Kurven bei den einzelnen Beobachtungsreihen verschieden groß gewählt worden ist.

Die Kurven 1 und 5 der Abb. 13 bilden keine Geraden, woraus folgt, daß beim Ausströmen von Preßluft aus den Leckstellen undichter Rohrleitungen nicht von vornherein mit einem linearen Zusammenhang zwischen J_G (bzw. $-\frac{dP}{dt}$) und P gerechnet werden darf. Innerhalb von nicht allzu weiten Grenzen des Druckes kann man aber, wie die Kurven zeigen, einen linearen Zusammenhang von der Form

$$J_G \text{ Leck} \approx C_4 \cdot (P - q) \approx - \frac{dP}{dt} \cdot C_5 \dots \dots 22$$

annehmen, wobei die beiden Konstanten q und C₄ im allgemeinen für die einzelnen Kurven und für ihre einzelnen Abschnitte verschiedene Werte aufweisen. Bei der Reihe 1 hat q für Drücke zwischen 6 und 5 ata ungefähr den Wert 20000 kg/m², für Drücke zwischen 3 und 5 ata dagegen den Wert 10000 kg/m². Bei der Reihe 4 ist q = 15000; bei der Reihe 5 sinkt q von 30000 bei hohen Drücken allmählich bis auf 15000 bei niedrigen Drücken; bei Reihe 6 ist q = 14000, bei Reihe 8 etwa gleich 15000, bei Reihe 10 gleich 10000 kg/m².

Dagegen schneidet die durch die Punkte der Reihe 3 (abgerundete Düse) gelegte Gerade die Abszissenachse fast genau im Koordinatennullpunkt; für sie hat also die Größe q der Gleichung 22 den Wert Null, so daß bei ihr die der Formel 18 ähnliche Beziehung gilt:

Bestimmung der Luftstromstärke bei Ausblasesmessungen an Rohrnetzen mit normalen Lecköffnungen.

Es entsteht nun die Frage, ob die für kurze Behälter und Düsenausströmung entwickelte Formel 17 auch zur Berechnung der Messungen an Rohrnetzen mit Lecköffnungen geeignet ist.

Die Preßluftrohrnetze unterscheiden sich von den Versuchsbehältern, für welche die Formel 17 gilt, in mehrfacher Hinsicht. Erstens strömt die Preßluft nicht durch Düsen, sondern durch enge Spalte aus, deren Ausströmquerschnitt im Verlauf der Ausblasesmessung gewisse Änderungen erfährt, zweitens sind die Rohrnetze erheblich länger als die Versuchsbehälter, drittens setzen sie sich im Gegensatz zu jenen oft aus mehreren Rohrsträngen von verschiedenem Durchmesser zusammen und viertens liegen diese Einzelstränge häufig in Strecken mit verschiedenen Raumtemperaturen.

Was die Form der Leckstellen angeht, so wäre der Fall denkbar, daß aus diesem Grunde während der Ausblasesmessung stärkere Temperaturänderungen als bei Ausströmung durch Düsen auftreten, so daß eine Berechnung nach Formel 17, die nur bei gleichbleibender Temperatur T_m zutrifft, zu ungenau wird. Genauigkeitsüberlegungen zeigen aber, daß die dadurch bedingten Fehler innerhalb der durch die übrigen Meßfehler gezogenen Grenzen bleiben.

Dagegen erfordert die von den Versuchsbehältern abweichende Form der Rohrnetze eine Umänderung der Gleichung 17. Bei Messungen an Rohrnetzen gestaltet sich nämlich die Bestimmung des Wertes T_m schwierig. Dieser wird bei kurzen Behältern mit Düsenöffnungen nach den Beziehungen 13 und 15 berechnet, so daß man durch Zusammenfassung von 17 und 15 erhält

$$J_G = \frac{V}{R \cdot (T_u - \Delta\vartheta_{m \max})} \cdot \frac{(P_1 - P_2)}{(t_2 - t_1)} \text{ (kg/s) } \cdot 24.$$

Bei langen und verzweigten Rohrnetzen ist die Raumtemperatur in der Umgebung der Rohrstränge nicht überall gleich, so daß es zunächst fraglich ist, welcher Wert in der Gleichung 24 für T_u eingesetzt werden soll. Ferner hat bei der Ausführung der Ausblasesmessung die Größe $\Delta\vartheta_{m \max}$ in den Rohrsträngen mit großem Durchmesser einen andern Wert als in den engen Rohren; außerdem trifft die zur Berechnung von $\Delta\vartheta_{m \max}$ geltende Beziehung 13 nur für kurze Behälter zu. Bei den hier vorliegenden langgestreckten Rohrnetzen sind gemäß 14 nur zwei Grenzwerte für $\Delta\vartheta_{m \max}$ (Rohrnetz) bekannt.

Aus allen diesen Gründen muß in der Gleichung 24 für T_u und $\Delta\vartheta_{m \max}$ nach einem Ersatz gesucht werden. Was zunächst den $\Delta\vartheta$ -Wert angeht, so zeigen die Druck-Temperatur-Kurven der Abb. 1-9, daß bei allen Messungen mit großer Kennzeit der Zahlenwert von $\Delta\vartheta_{m \max}$ klein bleibt. Diese Tatsache legt die Vermutung nahe, daß es vielleicht angängig ist, in die Formel 24 für $\Delta\vartheta_{m \max}$ bei allen Messungen ohne Rücksicht auf seine wirkliche Größe einheitlich denselben Zahlenwert einzusetzen und die durch diese Vereinfachung entstehenden Fehler zu vernachlässigen.

Wenn dieser Fehler höchstens $\pm 1\%$ betragen soll, was noch als erträglich gelten mag, so darf der Wert $(T_u - \Delta\vartheta_{m \max})$, der etwa den Zahlenwert 300°K hat, durch jene Annahme um höchstens $\pm 3^\circ$ gefälscht

werden, der wirkliche Wert $\Delta\vartheta_{m \max}$ (Rohrnetz) also vom angenommenen Wert um höchstens $\pm 3^\circ$ abweichen. Diese Bedingung ist erfüllt, wenn man $\Delta\vartheta_{m \max}$ bei der Berechnung einheitlich zu $\pm 3^\circ$ nimmt und die Messung so einrichtet, daß der wirkliche im Rohrnetz auftretende Wert $\Delta\vartheta_{m \max}$ (Rohrnetz) kleiner als 6° bleibt.

Damit geht Gleichung 24 über in

$$J_G = \frac{V \cdot (P_1 - P_2)}{R (T_u - 3) (t_2 - t_1)} \text{ (kg/s) } \dots 25.$$

Um nun zu prüfen, ob diese Bedingung bei den Messungen erfüllt werden kann, greift man zurück auf Gleichung 13, die den obern Grenzwert für $\Delta\vartheta_{m \max}$ (Rohrnetz) angibt.

Da bei langen zylindrischen Rohren der Wert V/B dem Rohrdurchmesser verhältnismäßig ist ($V/B = d/4$), wird gemäß Formel 13 $\Delta\vartheta_{m \max}$ desto größer, je größer der Rohrdurchmesser und je kleiner die Kennzeit ist, und es muß für jeden Rohrdurchmesser eine bestimmte Mindestkennzeit geben, bei welcher der Wert $\Delta\vartheta_{m \max}$ gerade den oben gewählten Grenzwert von 6° hat. Wenn dann bei der Messung diese Kennzeit erreicht oder überschritten wird, ist der Wert $\Delta\vartheta_{m \max}$ (Rohrnetz) mit Sicherheit kleiner als 6° und die Berechnung nach der Gleichung 25 zulässig.

In der Zahlentafel 4 sind die für die am häufigsten vorkommenden Rohrdurchmesser errechneten Mindestkennzeiten angegeben. Außer den Mindestkennzeiten $t_{5,5 \dots 4,5}$ finden sich darin auch noch die entsprechenden Zeitwerte $t_{5,0 \dots 4,0}$ und $t_{4,0 \dots 3,0}$, also die Mindestdauer der Druckabnahme von 5,0 auf 4,0 atü bzw. von 4,0 auf 3,0 atü, deren Kenntnis bei der Ausführung der Messungen gelegentlich von Nutzen ist.

Wenn das Rohrnetz aus Einzelsträngen von verschiedener Weite zusammengesetzt ist, tritt gemäß Formel 13 der größte Wert für $\Delta\vartheta_{m \max}$ in dem Rohrstrang mit dem größten Durchmesser d_{\max} auf, und es muß daher bei der Bestimmung jenes Mindestwertes der Kennzeit aus der Zahlentafel 4 von dem größten im Rohrnetz vertretenen Durchmesser ausgegangen werden. Für den Wert T_u ist, da die Rohrleitungen in Strecken von verschiedener Raumtemperatur liegen, ein durch Schätzung oder durch Rechnung zu bestimmender »gewogener« Mittelwert T_{ug} einzusetzen.

Zu diesem Zweck mißt man in den verschiedenen Strecken I, II, III ... n, in denen die Einzelrohrstränge mit den Rohrnetzinhalten $V_I, V_{II} \dots V_n$ liegen, die Raumtemperaturen $T_{uI}, T_{uII} \dots T_{un}$ und errechnet daraus das gewogene Mittel der Raumtemperatur T_{ug} nach der Beziehung

$$T_{ug} = \frac{V_I \cdot T_{uI} + V_{II} \cdot T_{uII} + \dots + V_n \cdot T_{un}}{V_I + V_{II} + \dots + V_n} \text{ } ^\circ\text{K} \cdot 26.$$

In diesem Falle tritt also an die Stelle der nur für Strecken mit überall gleicher Raumtemperatur geltenden Gleichung 25 die allgemeine Beziehung

$$J_G = \frac{V \cdot (P_1 - P_2)}{R (T_{ug} - 3) (t_2 - t_1)} \text{ (kg/s) } \dots 27.$$

Sie ergibt, solange $P_1 - P_2 \approx 10000 \text{ kg/m}^2$ ist, bei allen an undichten Rohrnetzen ausgeführten Messungen den bei dem Druck $P_m = \frac{1}{2} (P_1 + P_2)$ aus tretenden Luftstrom J_G .

In vielen Fällen ist es erwünscht, aus einem durch Messung bei dem Druck P_m erhaltenen Wert J_G diejenige Luftstromstärke J_{Gx} zu errechnen, die bei einem andern, von P_m abweichenden Druck P_x aus dem Rohrnetz austreten würde, wie es für düsenartige Ausströmöffnungen auf S. 1124 gezeigt worden ist. Nach den daran anschließenden Untersuchungen gibt es aber bei undichten Rohrnetzen keine allgemein gültige Beziehung zwischen Leckstrom und Preßluftdruck. Wenn solche Umrechnungen erforderlich sind, muß man bei der Messung zwei oder besser drei Wertepaare von J_G und P_m beobachten, sie in ein Koordinatennetz ähnlich dem der Abb. 13 einzeichnen und daraus durch zeichnerische Inter- oder Extrapolation den gesuchten, für den Druck P_x zutreffenden Wert J_{Gx} bestimmen.

Bestimmung des Rohrnetzinhalt durch Zusatzdüsenmessung.

Den in der Gleichung 27 auftretenden Rohrnetzinhalt V erhält man am einfachsten durch Rechnung aus den Längen und Durchmessern der Einzelrohre. Dieser Bestimmung haften aber mehrere Fehlerquellen an.

Zunächst können etwa vorhandene Abweichungen der lichten Rohrdurchmesser von der Norm sowie in den Rohrleitungen lagernde Abscheidungen von Wasser, Rost und Schlamm das Ergebnis fälschen. Außerdem besteht aber, und zwar besonders bei weit ausgedehnten Rohrnetzen, die Gefahr, daß sich in der Zeit nach der eigentlichen Messung bis zur Feststellung der Längen und Durchmesser aller angeschlossenen (und nicht abgesperrten!) Rohrstränge deren Gesamthalt infolge Öffnens oder Schließens von Absperrventilen durch Unberufene ändert, was natürlich grobe Meßfehler verursachen würde. Diese lassen sich bei Anwendung der nachstehend beschriebenen Messung mit Zusatzdüsen vermeiden.

Die Gesamtheit aller Lecköffnungen des zu untersuchenden Rohrnetztes denke man sich ersetzt durch eine einzige wohlgerundete Düse mit einem solchen Mündungsquerschnitt F_0 (m^2), daß beim Ausströmen der Preßluft allein durch diese Düse aus dem im übrigen völlig dichten Rohrnetz der Druck im Rohr vom Wert P_1 in genau derselben Zeit auf den Wert P_2 sinkt wie bei geschlossener Düse und Ausströmen der Preßluft durch die Leckstellen. Die Preßluft, die durch diese gedachte Düse ausströmt, habe kurz vor der Düse die mit der Zeit unveränderliche absolute Temperatur T_0 und den mit der Zeit veränderlichen absoluten Druck P_0 (kg/m^2). Durch die Düse F_0 fließt dann nach der Formel 18 der Luftstrom

$$J_{G_0} = \frac{2,15 \cdot F_0 \cdot P_0}{\sqrt{R \cdot \sqrt{T_0}}} \text{ (kg/s)} \dots \dots \dots 28.$$

Bringt man an einer beliebigen Stelle des Rohrnetzes, wo die Preßluft die Temperatur T' und den absoluten Druck P' hat, eine wirkliche Düse (Zusatzdüse) an, deren Querschnitt F' (m^2) bekannt ist, so fließen bei geöffneter Düse F' durch diese und durch die Leckstellen des undichten Rohrnetzes gleichzeitig folgende Ströme:

durch die Leckstellen: $J_{G_0} = \frac{2,15 \cdot F_0 \cdot P_0}{\sqrt{R \cdot \sqrt{T_0}}} \text{ (kg/s)} \dots \dots \dots 28,$

durch die Zusatzdüse: $J_G = \frac{2,15 \cdot F' \cdot P'}{\sqrt{R \cdot \sqrt{T'}}} \text{ (kg/s)} \dots \dots \dots 29,$

zusammen also:

$$J_{G_0} = J_{G_0} + J_G = \frac{2,15 \cdot F_0 \cdot P_0}{\sqrt{R \cdot \sqrt{T_0}}} + \frac{2,15 \cdot F' \cdot P_0}{\sqrt{R \cdot \sqrt{T'}}} \text{ (kg/s)} \dots \dots \dots 30.$$

Dabei ist P_0 gleich P' gesetzt worden. Diese Vereinfachung ist zulässig, wenn zwei Bedingungen erfüllt sind, die sich leicht einhalten lassen oder schon ohne weiteres zutreffen werden, nämlich erstens soll die Zusatzdüse F' etwa in derselben Höhe über oder unter NN angebracht sein, in der sich die Leckstellen hauptsächlich befinden — im allgemeinen also untertage auf derselben Sohle —, und zweitens sollen die Rohre so weit sein, daß die darin durch die Leckstellen und die Zusatzdüse bedingte geringe Strömung keine merklichen Druckunterschiede zwischen den verschiedenen Ausströmungsstellen hervorruft.

Bei dem Versuch Null wird die Zeitdauer t_0 (s) gemessen, in der bei geschlossener Zusatzdüse F' der Druck im Rohrnetz vom Wert P_1 auf den Wert P_2 sinkt. Das während dieser Zeit t_0 ausgeströmte Luftgewicht ist dann

$$G_0 = \frac{2,15 \cdot F_0}{\sqrt{R \cdot \sqrt{T_0}}} \int_{t=0}^{t=t_0} P_0 \cdot dt \text{ (kg)} \dots \dots \dots 31,$$

wobei die Zeit t von dem Zeitpunkt an gerechnet wird, in dem der Druck den Wert P_1 gehabt hat.

Darauf wird bei dem Versuch Eins wiederum, diesmal aber bei geöffneter Zusatzdüse F' die Zeitdauer t' (s) gemessen, in der der Druck im Rohrnetz vom Wert P_1 auf den Wert P_2 sinkt. Das während dieser Zeit t' ausgeströmte Luftgewicht ist:

$$G_0 = \frac{2,15 \cdot F_0}{\sqrt{R \cdot \sqrt{T_0}}} \int_{t=0}^{t=t'} P_0 \cdot dt + \frac{2,15 \cdot F'}{\sqrt{R \cdot \sqrt{T'}}} \int_{t=0}^{t=t'} P_0 \cdot dt \text{ (kg)} \dots \dots \dots 32.$$

Dabei gelte die Annahme, daß die mittlern Temperaturen im Rohrnetz (T_m) und damit auch T_0 bei beiden Versuchen Null und Eins den gleichen Wert haben. Dies trifft freilich nur angenähert zu, weil beim Versuch Eins wegen der verstärkten Ausströmung die Zeitdauer der Druckabnahme kürzer und daher nach den Formeln 15 und 13 auch die Temperaturen im Rohrnetz geringer werden als beim Versuch Null.

Ferner sei angenommen, daß sich die mittlern Lufttemperaturen im Rohrnetz während der Abnahme des Druckes vom Wert P_1 auf den Wert P_2 nicht ändern. Genauigkeitsüberlegungen zeigen, daß die durch diese Annahmen bedingten Meßfehler bei zweckmäßiger Anordnung der Messungen hinreichend klein gehalten werden können. Dann hat die im Rohrnetz enthaltene Luft in den Zeitpunkten $t=0$, in denen der Druck den Wert P_1 hatte, bei beiden Versuchen Null und Eins das gleiche Gewicht, das mit G_1 bezeichnet werden möge, und am Ende der Versuche, bei Erreichung des Druckes P_2 im Rohrnetz, beim Versuch Null das Gewicht $G_1 - G_0$ (kg), dagegen beim Versuch Eins das Gewicht $G_1 - G_0'$ (kg). Da nun nach den gemachten Annahmen am Ende der beiden Versuche Null und Eins im Rohrnetz der gleiche Druck P_2 und die gleiche Lufttemperatur T_m herrschen, sind auch die am Ende der Versuche im Rohrnetz befindlichen Luftgewichte einander gleich, so daß gesetzt werden kann:

$$G_1 - G_0 = G_1 - G_0' \dots \dots \dots 33;$$

folglich $G_0 = G_0' \dots \dots \dots 34.$

Setzt man für G_o und G_o' die in den Gleichungen 31 und 32 gegebenen Ausdrücke ein, so erhält man

$$\frac{2,15 \cdot F_o}{\sqrt{R} \cdot \sqrt{T_o}} \int_{t=0}^{t=t_o} P_o \cdot dt = \frac{2,15 \cdot F_o}{\sqrt{R} \cdot \sqrt{T_o}} \int_{t=0}^{t=t'} P_o \cdot dt + \frac{2,15 \cdot F'}{\sqrt{R} \cdot \sqrt{T'}} \int_{t=0}^{t=t'} P_o \cdot dt \quad . . . 35.$$

Entsprechend den frühern Ausführungen sei angenommen, daß bei den Versuchen Null und Eins der Druck zwischen den Werten P_1 und P_2 linear mit der Zeit sinkt. Dann geht die Gleichung 35 über in:

$$\frac{2,15 \cdot F_o}{\sqrt{R} \cdot \sqrt{T_o}} \cdot \frac{(P_1 + P_2)}{2} \cdot t_o = \frac{2,15 \cdot F_o}{\sqrt{R} \cdot \sqrt{T_o}} \cdot \frac{(P_1 + P_2)}{2} \cdot t' + \frac{2,15 \cdot F'}{\sqrt{R} \cdot \sqrt{T'}} \cdot \frac{(P_1 + P_2)}{2} \cdot t' \quad . . . 36.$$

Daraus erhält man den Mündungsquerschnitt F_o der gedachten, die Summe aller Leckstellen ersetzenden Düse:

$$F_o = \frac{F' \cdot t' \cdot \sqrt{T_o}}{(t_o - t') \sqrt{T'}} \quad (m^2) \quad . . . 37.$$

Das aus dieser Düse während des Versuches Null ausgeströmte Luftgewicht wird durch Gleichung 31 angegeben. Wenn darin wieder ein linearer Zusammenhang zwischen P und t angenommen und für F_o der Wert aus Gleichung 37 eingesetzt wird, ergibt sich:

$$G_o = \frac{2,15 \cdot F' \cdot t' \cdot t_o \cdot (P_1 + P_2)}{2 \sqrt{R} \cdot \sqrt{T'} \cdot (t_o - t')} \quad (kg) \quad . . . 38.$$

Gemäß dem Gasgesetz ist nun

$$G_o = \frac{V (P_1 - P_2)}{R \cdot T_m} \quad . . . 39.$$

Aus der Gleichsetzung der beiden Ausdrücke 38 und 39 für G_o folgt für den Rohrnetzinhalt der Ausdruck:

$$V = \frac{2,15 \sqrt{R} \cdot F' \cdot t_o \cdot t' \cdot (P_1 + P_2) \cdot T_m}{2 (P_1 - P_2) \cdot \sqrt{T'} \cdot (t_o - t')} \quad (m^3) \quad 40.$$

Nunmehr wird noch die der Düse mit dem Mündungsquerschnitt F' eigentümliche Konstante

$$C' = \frac{2,15 \cdot F' \cdot \sqrt{R}}{2} \quad . . . 41$$

eingeführt, so daß der Ausdruck 40 übergeht in:

$$V = C' \cdot \frac{t_o \cdot t' \cdot (P_1 + P_2) \cdot T_m}{(t_o - t') \cdot (P_1 - P_2) \cdot \sqrt{T'}} \quad (m^3) \quad 42.$$

Wenn T_{ug} der nach Formel 26 berechnete gewogene Mittelwert der absoluten Raumtemperatur in der Umgebung des Behälters, T_u' die absolute Raumtemperatur in der Nähe der Zusatzdüse F' und $\Delta \vartheta_{m \max}$ der bei der Gleichung 24 näher bezeichnete und in Gleichung 25 mit 3^0 angenommene Wert ist, so kann man an Stelle der in der Formel 42 enthaltenen, durch unmittelbare Messung jedoch nur schwer feststellbaren Temperaturwerte T_m und T' näherungsweise einsetzen:

$$((T_m)) = (T_{ug} - 3) \quad . . . 43,$$

$$((T')) = (T_u' - 3) \quad . . . 44.$$

Damit erhält die Formel 42 ihre endgültige und für die Bestimmung des Rohrnetzinhalt brauchbare Form

$$V = \frac{C' \cdot t_o \cdot t' \cdot (P_1 + P_2) \cdot (T_{ug} - 3)}{(t_o - t') \cdot (P_1 - P_2) \cdot \sqrt{T_u' - 3}} \quad (m^3) \quad . 45.$$

Dieser Ausdruck enthält außer der Konstanten C' der Zusatzdüse folgende leicht und genau durch Messung feststellbare Größen: 1. die sich aus den Beobachtungen von Uhr und Manometer ergebenden Werte t_o , t' , P_1 , P_2 ; 2. den gewogenen Mittelwert T_{ug} , der gemäß Formel 26 durch überschlägige Rechnung aus den mit Thermometern leicht festzustellenden Raumtemperaturen in der Umgebung des Behälters berechnet wird; 3. die Raumtemperatur T_u' in der Nähe der Zusatzdüse.

Auf diese Weise ist ein einfaches Verfahren gefunden, das durch Messungen mit Thermometer, Manometer, Zusatzdüse und Uhr den Rohrnetzinhalt zu bestimmen gestattet.

Praktische Anwendung des Ausblaseverfahrens.

Aufstellung geeigneter Gebrauchsformeln.

Für die Berechnung des Leckverlustes von Rohrnetzen ist die Formel

$$J_G = \frac{V (P_1 - P_2)}{R (T_{ug} - 3) \cdot (t_2 - t_1)} \quad (kg/s) \quad . . . 27$$

gefunden worden, die den Leckstrom in kg/s ergibt. Für die Überwachung empfiehlt sich jedoch die Ermittlung des »Hundert-Meter-Leckverlustes«, das ist desjenigen auf die Stunde bezogenen und in Nm^3 ausgedrückten Leckstromes, der bei einem für die betreffende Anlage festgesetzten Bezugspreßluftdruck auf je 100 m Länge des untersuchten Rohrnetzes entfällt. In der vorliegenden Arbeit habe ich diesen Bezugsdruck gleich dem mittlern während des Betriebes im Rohrnetz herrschenden Preßluftdruck, nämlich zu $p_m = 4,5$ atü und die Größe von $(P_1 - P_2)$ zu 10000 kg je m^2 gewählt, so daß $(t_2 - t_1) = t_{5,0 \dots 4,0}$ wird.

Die aus dem ganzen Rohrnetz während der Messung bei 4,5 atü ausfließende, auf 1 ata, 15^0 ($\gamma = 1,186$ kg/ m^3) und 1 h bezogene Luftstromstärke errechnet sich dann aus Formel 27 zu

$$J_{H_{U+M}} = \frac{V \cdot 10000 \cdot 3600}{t_{5,0 \dots 4,0} \cdot R \cdot (T_{ug} - 3) \cdot 1,186} \quad (Nm^3/h) \quad 46.$$

Wenn nur der Leckverlust des zu untersuchenden Rohrnetzes festgestellt werden soll, muß man vor der Messung alle übrigen Verbraucher (Maschinen und fremde Rohrnetzteile) davon absperren oder es muß deren (ebenfalls auf 1 h und Nm^3 bezogener) Gesamtpreßluftverbrauch J_{h_M} festgestellt und von dem nach Gleichung 46 berechneten, den Verbrauch J_{h_M} mit umfassenden Gesamtluftstrom $J_{H_{U+M}}$ abgezogen werden.

Dann ergibt sich der Leckverlust des Rohrnetzes zu

$$J_{H_U} = J_{H_{U+M}} - J_{h_M} = \frac{V \cdot 10000 \cdot 3600}{t_{5,0 \dots 4,0} \cdot R \cdot (T_{ug} - 3) \cdot 1,186} - J_{h_M} \cdot \left(\frac{Nm^3}{h} \right) \quad 47$$

und bei einer Gesamtlänge aller Einzelstränge des Rohrnetzes von 1 (m) der gesuchte »Hundert-Meter-Leckverlust« zu

$$J_{h_R} = \left[\frac{V \cdot 10000 \cdot 3600}{t_{5,0 \dots 4,0} \cdot R \cdot (T_{ug} - 3) \cdot 1,186} - J_{h_M} \right] \cdot \frac{100}{1} \cdot \left(\frac{Nm^3}{h \cdot 100 \text{ m Rohr}} \right) \quad . . . 48.$$

Zur Vereinfachung von 48 faßt man noch zusammen

$$Y = \frac{10\,000 \cdot 3600}{R \cdot (T_{ug} - 3) \cdot 1,186} \dots \dots \dots 49$$

und erhält dann die endgültige für die Berechnung der Ausblasmessungen brauchbare Hauptformel

$$Jh_R = \left[\frac{V \cdot Y}{t_{5,0 \dots 4,0}} - Jh_M \right] \cdot \frac{100}{1} \cdot \left(\frac{Nm^3}{h \cdot 100 \text{ m Rohr}} \right) 50.$$

Zusammenstellung der für die Ausführung der Ausblasmessungen entwickelten Regeln.

Zur Erzielung einwandfreier und hinreichend genauer Messungsergebnisse sind bei der Durchführung der Messung die nachstehenden Regeln zu beachten, die sich als Folgerungen aus den vorliegenden Untersuchungen ergeben und im allgemeinen leicht eingehalten werden können. In der Aufzählung sind diejenigen Regeln, die nur bei Ausführung der Zusatzdüsenmessungen zu befolgen sind, durch (a) gekennzeichnet.

1. Die Ventile oder Schieber, die den zu untersuchenden Rohrstrang vom übrigen Preßluftnetz der Grube absperren, müssen völlig luftdicht schließen.
2. Während der Messung sind möglichst alle Maschinen und sonstigen Preßluftverbraucher, die zeitweise aus dem zu untersuchenden Rohrnetz Preßluft entnehmen, davon abzusperrn.
3. Zwischen dem Schließen der Absperrventile und dem Beginn der ersten Messung (Ableseung p_1) muß eine Wartezeit von mindestens $\frac{1}{2} d_{max}$ (s) liegen, wobei d_{max} den lichten Durchmesser des stärksten Teiles des Rohrnetzes in mm bedeutet.
4. Die bei der Messung beobachteten Druckspannen ($p_1 - p_2$) sollen mindestens 1,0 at, die zugehörigen Zeitdauerwerte $t_{p_1 \dots p_2}$ mindestens 60 s betragen.
- 4 (a). Bei Zusatzdüsenmessungen muß der Zeitwert t_0 größer als 120 s sein und der Zeitwert t' zwischen den Werten $\frac{1}{2} t_0$ und 60 s liegen.
5. bzw. 5(a). Die aus den beobachteten Werten t oder t_0 und t' berechneten Zeitwerte $t_{5,0 \dots 4,0}$ müssen mindestens die in der Zahlentafel 4 angegebenen Werte erreichen.
6. Der Druck p_2 , mit dem die Zeitmessungen enden, muß größer sein als 2,5 atü.
7. Die Messungen sind so auszuführen, daß sich der Leckverlust bei dem Vergleichsdruck p_m , auf den alle Ergebnisse bezogen werden sollen, möglichst unmittelbar oder durch Interpolation errechnen läßt.
- 8 (a). Bei Zusatzdüsenmessungen dürfen zwischen den Einzelsträngen des zu untersuchenden Rohrnetzes keine Drosselstellen (Rohrstücke engen Querschnitts, nur teilweise geöffnete Ventile usw.) vorhanden sein.

Zahlentafel 4. Mindestwerte von $t_{5,5 \dots 4,5}$; $t_{5,0 \dots 4,0}$; $t_{4,0 \dots 3,0}$ bei verschiedenen Durchmessern d_{max} .

d_{max} mm	50	70	100	125	150	200	250
Mindestwert							
$t_{5,5 \dots 4,5}$. . s	12	22	38	52	65	91	118
$t_{5,0 \dots 4,0}$. . s	13	25	43	58	73	102	132
$t_{4,0 \dots 3,0}$. . s	18	33	57	78	97	137	176

Die erforderlichen Meßeinrichtungen.

Die von mir bei den Ausblase- und Zusatzdüsenmessungen benutzten Meßeinrichtungen sind in Abb. 14 wiedergegeben; die Anordnung einer Meßstelle zeigt Abb. 15.



Abb. 14. Benutzte Meßeinrichtungen.

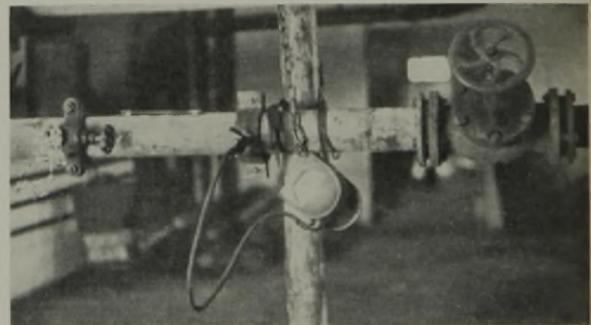


Abb. 15. Anordnung einer Meßstelle.

Erforderlich sind 1. ein Präzisionsmanometer, das die Ableseung des jeweiligen Druckes mit einer Genauigkeit von $\pm 0,02$ at gestattet, oder bei Zusatzdüsenmessungen ein sorgfältig geeichtes Präzisionsmanometer mit Messerschneidenzeiger und spiegelunterlegter Skala, das die Ableseung des jeweiligen Druckes mit einer Genauigkeit von $\pm 0,005$ at ermöglicht; 2. eine Stechuhr, und zwar am besten mit zwei Zeigern, welche die Zeitpunkte mehrerer aufeinander folgender Vorgänge auf Zehntel Sekunden genau festzulegen erlaubt; 3. ein in ganze Celsiusgrade eingeteiltes Thermometer; 4. eine Vorrichtung zum Anschluß des Manometers an das zu untersuchende Rohrnetz in der Nähe eines der Absperrventile, durch die das Rohrnetz mit Preßluft gefüllt werden kann; außerdem noch für Zusatzdüsenmessungen 5. mehrere Zusatzdüsen mit durch Eichung genau bestimmten Düsenkonstanten C' und 6. eine Vorrichtung zum Anschluß der Zusatzdüsen an den stärksten Rohrstrang des zu untersuchenden Rohrnetzes.

An dem in Abb. 14 wiedergegebenen Zusatzdüsenstück sind die einzelnen Zusatzdüsen durch Aufschraubdeckel verschließbar, so daß bei den Messungen jede Düse einzeln oder zusammen mit einer oder mehreren der drei andern zur Ausströmung benutzt werden kann. Dadurch ergeben sich für das dargestellte Zusatzdüsenstück folgende 8 Möglichkeiten mit verschiedenen Düsenkonstanten:

Geöffnete Düse Nr.	Mündungsquerschnitt mm ²	Düsenkonstante C' des ganzen Düsenstücks
1 oder 2	etwa 7,5	0,000046
3	15,0	0,000092
2 + 3	22,5	0,000139
4	30,0	0,000185
2 + 4	37,5	0,000232
3 + 4	45,0	0,000277
1 + 3 + 4	52,5	0,000323
1 + 2 + 3 + 4	60,0	0,000370

In Abb. 14 sind die Deckel von zwei Zusatzdüsen abgeschraubt, so daß man die Öffnungen der einzelnen Zusatzdüsen erkennen kann.

Genauigkeit der Ausblasesmessungen.

In den Zahlentafeln 5 und 6 sind unter a bis k und m bis s die bei der Ausblase- und Zusatzdüsenmessung in Betracht kommenden Fehlerquellen aufgeführt. Aus den Spalten 3 dieser Zusammenstellungen ist das sich auf Grund sorgfältiger Überlegungen ergebende Höchstmaß f % der allein durch die betreffende Fehlerquelle hervorgerufenen Ungenauigkeit des Meßergebnisses ersichtlich. Die Höchstwerte f können eingehalten werden, wenn man die Ablesungen mit der nötigen Sorgfalt vornimmt und die oben mitgeteilten Ausführungsregeln beachtet.

Zahlentafel 5. Fehlerquellen der Ausblasesmessung nach Formel 50.

1	2	3	4
		f %	f ²
a	Zeitmessung	± 0,7 ¹	0,5
b	Druckmessung	± 4,0	16,0
c	Bestimmung der Länge des Rohrnetzes	± 5,0 ²	25,0
d	Bestimmung des Rauminhaltes V des Rohrnetzes aus Länge und Durchmesser der Einzelrohrstränge	± 6,0 ²	36,0
e	Bestimmung der Lufttemperatur im Rohrnetz (T _{ug} - Δθ _m)	± 1,85 ± 1,10	3,4 1,2
f	Änderung der »mittlern Lufttemperatur« im Rohrnetz während der Messung	-3,8 + 1,9	14,4
g	Annahme der Parallelität von Sehne und Tangente bei der Näherungsgleichung 17	- 2,1	4,4
h	Umrechnung des gemessenen Leckverlustes für andere Preßluftdrücke durch Extrapolation	- ²	
i	Undichtigkeit der Absperrventile	- ²	
k	Messung des Luftverbrauches der während der Messung aus dem untersuchten Rohrnetz gespeisten Maschinen und fremden Rohrnetzteile	- ²	
	zus.	-24,35 bis +20,55	100,9

¹ Der Fehler ist »positiv«, wenn das Meßergebnis größer ist als der wahre Wert. — ² Fehlerquelle, die bei Nichtbeachtung der Regeln besonders ins Gewicht fällt.

Die Spalte 4 enthält die Quadrate der Werte f der Spalte 3, die zur Errechnung des sich aus den Grenzwerten der Einzelfehler ergebenden »mittlern Fehlers« der ganzen Messung dienen. Dieser be-

Zahlentafel 6. Fehlerquellen¹ der Inhaltsbestimmung durch Zusatzdüsenmessung nach Formel 45.

1	2	3	4
		f %	f ²
m	Zeitmessung	± 1,7 ²	2,9
n	Druckmessung	± 1,0 ² ± 1,5	1,0 2,2
o	Temperaturmessung	± 1,1 ± 0,6	1,2 0,4
p	Verschiedenheit der Temperaturen im Rohrnetz bei den Versuchen Null und Eins	+ 2,5	6,2
q	Änderung der Temperatur im Rohrnetz während der Messung	± 5,8	33,5
r	Annahme des linearen Zusammenhanges zwischen Preßluftdruck und Zeit	+ 2,1	4,4
s	Berechnung mit dem Rechenschieber	± 0,5	0,2
	zus.	-12,2 +16,8	52,0

¹ Der Fehler ist »positiv«, wenn das Meßergebnis größer ist als der wahre Wert. — ² Fehlerquelle, die bei Nichtbeachtung der Regeln besonders ins Gewicht fällt.

trägt bei der Bestimmung des »Hundert-Meter-Leckverlustes« eines Rohrnetzes mit Hilfe der Ausblasesmessung etwa ± 10 %. Der mittlere Fehler einer Bestimmung des Rohrnetzinhalt V durch Zusatzdüsenmessung errechnet sich zu ± 7,2 %. Eine solche Genauigkeit reicht für die Mehrzahl der Leckmessungen an Rohrnetzen völlig aus.

Ein besonderer Vorzug der Ausblasesmessung besteht darin, daß sich die Richtigkeit der Meßergebnisse nachprüfen läßt, wenn man den Rohrnetzinhalt sowohl durch Rechnung aus den Durchmessern und Längen der Rohrstränge als auch durch Zusatzdüsenmessung ermittelt. Stimmen die beiden so erhaltenen Werte für den Rohrnetzinhalt innerhalb der durch die Meßfehler gezogenen Grenzen überein, so ist die Richtigkeit der Messung und des größten Teils der Berechnung erwiesen.

Praktische Erfolge des Ausblaseverfahrens.

Das Ausblaseverfahren wird von mir seit einigen Jahren bei der Überwachung des Preßluftbetriebes einer Zeche des Ruhrbezirks mit gutem Erfolg benutzt. Auf Grund eingehender und umfangreicher Versuche ist dort der Sollwert des »Hundert-Meter-Leckverlustes«, bei dem die Summe der Kosten der entweichenden Preßluft sowie für Abdichtung und Überwachung des Rohrnetzes am geringsten ist, bei günstigen Revierverhältnissen zu J_{hr} = 1,5, bei ungünstigen zu J_{hr} = 3,0, im Mittel zu J_{hr} = 2,0 Nm³/h und 100 m Rohr gefunden worden. Demgegenüber beträgt der durch Messung festgestellte Leckverlust im Mittel aller Reviere etwa 3 Nm³/h und 100 m Rohr. Dank der durch die Anwendung des Ausblaseverfahrens ermöglichten scharfen Überwachung ist also das gesteckte Ziel, den Undichtigkeitsverlust der Rohrleitungen bis auf den Sollwert zu verringern, nahezu erreicht worden.

Dieser Erfolg wurde erzielt, obwohl die beschriebenen Messungen nur in verhältnismäßig großen Zwischenräumen von etwa 3 bis 6 Monaten stattfanden. Eine noch weitergehende Verminderung des Leckverlustes bis herab auf den mittlern Sollwert von

2,0 Nm³/h und 100 m Rohr wäre durchaus möglich gewesen; die Annäherung an seinen obern Grenzwert erschien aber als ausreichend.

Demgegenüber werden im Schrifttum für andere Schachtanlagen erheblich höhere Leckverlustziffern angegeben. Die neusten Werte, die sich sicherlich ebenfalls auf sorgfältig überwachte Rohrnetze beziehen¹, liegen innerhalb der Grenzen 3,9 und 10, im Mittel also bei etwa 7 Nm³/h und 100 m Rohr. Bei weniger sorgfältiger Überwachung sind die Verluste bekanntlich noch viel höher; aber auch schon gegenüber den veröffentlichten Zahlen von 3,9 bis 10 Nm³/h und 100 m Rohr bedeutet die durch das Ausblaseverfahren ermöglichte und bequem dauernd einzuhaltende Verminderung des »Hundert-Meter-Leckverlustes« auf nur 3 Nm³/h einen beträchtlichen Fortschritt.

Dieser Erfolg darf ausschließlich den Vorzügen des Ausblaseverfahrens zugeschrieben werden, und zwar in erster Linie der Tatsache, daß es im Gegensatz zu den bisher üblichen Prüfungen zuverlässige Ergebnisse liefert und ohne besondere Vorbereitungen — also erforderlichenfalls auch überraschend — an jedem Rohrnetz ausgeführt werden kann. Infolgedessen erkennen die mit der Pflege der Rohrnetze beauftragten Schlosser bald, daß der Werksleitung ein unparteilicher und untrüglicher Maßstab für die Beurteilung des tatsächlichen dauernden Zustandes der ihnen anvertrauten Rohranlagen und damit ihrer Sorg-

¹ Müller, Glückauf 63 (1927) S. 519; Dresner, Glückauf 67 (1931) S. 458; Fritzsche, Druckluft 1 (1934) S. 7; Bechtold, Dissertation, Aachen 1926, S. 45.

falt und Zuverlässigkeit zur Verfügung steht, und dies trägt am wirksamsten zur Einschränkung der Leckverlustkosten bei. Zudem ist dieses Verfahren in der Anwendung höchst einfach — so verwickelt seine Theorie auch zunächst erscheinen mag — und daher nicht teuer, da es von jedem zuverlässigen angelernten Betriebsbeamten rasch und sicher ausgeführt werden kann.

Zusammenfassung.

Für die Messung der Undichtigkeitsverluste von Preßluftrohrnetzen ist das Ausblaseverfahren wegen seiner Einfachheit besonders geeignet. Bisher haben jedoch die dabei im Rohrnetz auftretenden Änderungen der Preßlufttemperatur und die bei sinkendem Druck erfolgende, in ihrer Größe nicht bekannte Abnahme des aus den Lecköffnungen entweichenden Luftstromes Schwierigkeiten bereitet.

Es werden planmäßige Versuche mitgeteilt, durch welche die gesetzmäßigen Beziehungen zwischen Preßlufttemperatur, Rohrdurchmesser und Geschwindigkeit der Druckabnahme sowie zwischen Preßluftdruck und Leckstrom bei den verschiedenen Leckstellenformen (Düsen, Spalten, Flanschundichtigkeiten) aufgeklärt worden sind. Auf Grund der Versuchsergebnisse kann man praktische Ausführungsregeln aufstellen, bei deren Beachtung sich die erwähnten Schwierigkeiten vermeiden und somit die Ausblasemessungen schnell und genau ausführen lassen.

Zum Schluß werden die mit diesem Verfahren bei der Überwachung der Preßluftrohrnetze einer Ruhrzeche erzielten Erfolge geschildert.

U M S C H A U

Belgische Untersuchungen über das Adsorptionsvermögen verschiedener Steinkohlen.

In frühern analytischen Untersuchungen hat Coppens festgestellt, daß Schlagwettergemische im wesentlichen aus Grubengas, daneben aus Äthan, Kohlensäure und Sauerstoff bestehen; in der Mehrzahl enthalten sie außerdem noch seltene Gase und Spuren von Wasserstoff. Die nachstehende Zahlentafel gibt die Bestandteile von Schlagwettergemischen wieder, wobei es sich um die Mittelwerte der Analysen von 52 untertage entnommenen Proben handelt.

	CH ₄	N ₂ + Ar + Kr	CO ₂ (+ H ₂ S)	H ₂	He + Ne	C ₂ H ₆
Mindestgehalt	92,9	0,0	0,03	0,000	0,001	0,02
Höchstgehalt	99,6	6,1	3,38	0,235	0,330	2,79
Mittlerer Gehalt	97,3	1,5	0,74	0,015	0,044	0,47

In einer neuern Arbeit¹ hat sich Coppens die Aufgabe gestellt, die Art der Bindung des Gasgemisches an die Kohle als Beitrag zur Kenntnis der Vorgänge bei Gasausbrüchen zu erforschen.

Bisher sind drei entgegengesetzte Ansichten über die Bindung der Gase vertreten worden. Am berechtigtesten erscheint die Annahme, daß die Gase durch Adsorption an die Kohle gebunden sind, wobei aber natürlich noch weitere Umstände die Aufnahme des Gases durch die Kohle begünstigen können. Nimmt man an, daß die Schlagwettergemische tatsächlich an der Oberfläche der Steinkohlenkolloide haften, so muß man folgern, daß eine adsorbierte Gasmenge (der größere Teil des Gasgemisches) im Gleichgewicht mit einer Gasmenge steht, die sich frei in den interkolloiden Hohlräumen der Kohle befindet und allein für den Druck maßgebend ist, unter dem das Grubengas

steht. Dieser Druck, auf den die Gasausbrüche zurückzuführen sind, hängt also von der Größe des Adsorptionsvermögens der Kohle ab; daher hat der Verfasser in erster Linie festzustellen versucht, wie sich das Adsorptionsvermögen verschiedener Steinkohlen unterscheidet.

Das Volumen der adsorbierten Gase hängt ab 1. von der Temperatur; 2. von der Zusammensetzung des Gasgemisches; bei gleichförmiger Zusammensetzung des Gemisches werden die adsorbierten Mengen sehr flüchtiger Gase gering und diejenigen träger Gase größer sein; 3. von dem Druck des Gasgemisches. Bei gegebenem Druck gilt mit genügender Genauigkeit die von Freundlich vorgeschlagene Gleichung $\frac{x}{m} = a \cdot P^n$. Hierin bedeuten: x das adsorbierte Gasvolumen, m die adsorbierende Masse, P den Druck des Gasgemisches, a und n Festwerte, die in erster Linie von der Natur der adsorbierenden Masse

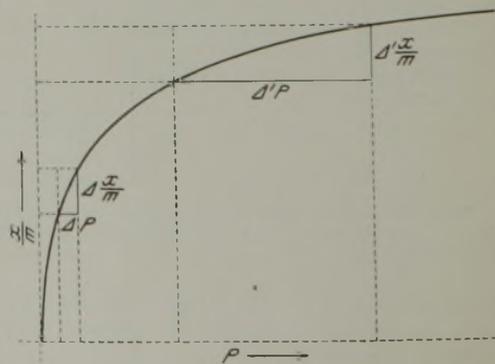


Abb. 1. Isothermen-Kurve von Freundlich.

¹ Ann. Mines Belg. 35 (1934) S. 107.

(Größe der aktiven Oberfläche) und in zweiter Linie von der Beschaffenheit des adsorbierten Gases abhängen.

Die Kurve Freundlichs zeigt Abb. 1. der Wert $\frac{\Delta x}{\Delta P}$ ist bei niedrigen Drücken groß. Eine beträchtliche Erhöhung des Druckes hat keine fühlbare Zunahme der adsorbierten Gasmenge zur Folge.

Verfahren zur Bestimmung des Adsorptionsvermögens.

Bei den vorliegenden Versuchen wurden nachstehende Bedingungen zugrunde gelegt. Die Temperatur des Gasgemisches betrug 0° und war leicht gleichbleibend zu halten. Der Druck des aus reinem Methan und Luft bestehenden Gemisches betrug 760 mm QS. Die Größe des Adsorptionsvermögens wird also ausgedrückt als die Methanmenge in cm^3 , die 1 g trockne Kohle bei 760 mm Druck und 0° aufnimmt. Die versuchsmäßige Bestimmung dieser Methanmenge erfolgt bei einem Druck des Gasgleichgewichtes von $(760 + \eta)$ mm, wobei η sehr gering ist; sodann wird auf den Normaldruck umgerechnet.

Das Versuchsgesetz (Abb. 2) besteht im wesentlichen aus dem Behälter *a* zur Aufnahme der zu untersuchenden Kohle in Pulverform, der durch das Ventil *b* von der übrigen Vorrichtung abgesperrt werden kann. Auf der einen Seite ist der Behälter *a* mit dem Druckmesser *c* verbunden, der eine Ablesung von $\frac{1}{20}$ mm zuläßt; auf der andern Seite besteht eine Verbindung mit verschiedenen Behältern, nämlich 1. dem Rohr *d*, das P_2O_5 zur völligen Trocknung des adsorbierten Gases und des Adsorptionsmittels enthält, 2. dem Behälter *e* für Methan, 3. dem Kondensator mit kolloider Kieselerde *f*, die mit flüssiger Luft getränkt ist und die Erzeugung einer Luftleere in der Vorrichtung sowie die völlige Herausziehung der adsorbierten Gasmenge ermöglicht.

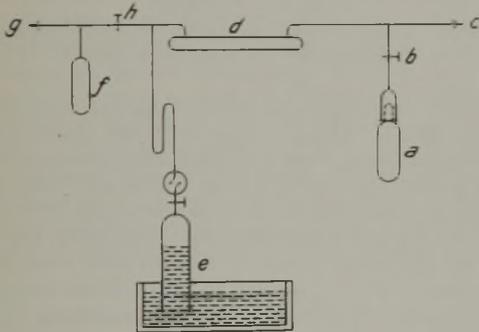


Abb. 2. Schema des Versuchsgesetzes zur Bestimmung des Adsorptionsvermögens.

In den Behälter *a* bringt man 20 g der zu untersuchenden Kohle, die so weit vermahlen ist, daß sie restlos durch ein Sieb mit 5184 Maschen je cm^2 geht. Die Kohle wird nicht vorher getrocknet, aber ihr Feuchtigkeitsgehalt ist bekannt. Darauf sperrt man den Behälter ab, öffnet alle Ventile und erzeugt mit Hilfe der flüssigen Luft in der ganzen Vorrichtung eine Luftleere, die 4 Tage lang erhalten bleibt. Dieser Zeitraum ist erforderlich, damit die Gasmenge und besonders die Feuchtigkeit vollständig entzogen werden. Die Menge des adsorbierten Gases ist erheblich geringer, wenn die Kohle einen Feuchtigkeitsgehalt aufweist, mag er auch sehr gering sein. Für Vergleichsversuche ist daher die Trocknung unbedingt geboten. Am Ende der 4 Tage erhitzt man die Kieselerde auf 100° und entleert mit Hilfe der Quecksilberpumpe *g* das Rohr links von *h*, das den Kondensator enthält, vollständig.

Nunmehr kann man dazu übergehen, die Adsorption des Methans durch die Kohle erfolgen zu lassen. Das durch fraktionierte Destillation des Methan-Luftgemisches gewonnene Methan wird in den Behälter *e* und von dort in die ganze Vorrichtung eingeleitet, mit Ausnahme der Röhren links von *h*, die abgeschlossen bleiben. Während der ganzen

Zeit der Ausbreitung des Adsorptionsgases wird der Behälter *a* mit Eis gekühlt; der Gasdruck bleibt bis zum Ende des dritten oder vierten Tages unverändert. Der Druck des Gasgemisches $760 + \eta$ mm wird dann genau am Manometer abgelesen und das Ventil *b* geschlossen.

Zunächst findet die Entziehung der in den Röhren und im Behälter *e* enthaltenen Gasmenge statt, wobei das Ventil *b* geschlossen bleibt. Sodann entzieht man 3 Tage lang das adsorbierte Methan und dasjenige, das unter dem Druck $P + \eta$ mm den freien Raum im Behälter *a* und die Hohlräume zwischen den Kohlenteilchen anfüllt.

Das Volumen der durch trockne Kohle adsorbierten CH_4 -Menge wird bestimmt durch die Gleichung

$$\text{CH}_4 = \frac{V_a - \frac{V_e \cdot (P + \eta)}{760}}{M_c}$$

Darin bedeutet: V_a das gesamte Volumen der aus *a* entzogenen Gasmenge, bezogen auf 0° und Normaldruck; V_e das Volumen des in dem Behälter *a* und zwischen den Poren der Kohle vorhandenen freien Raumes, d. h. der Unterschied zwischen dem Gesamtvolumen des Behälters *a* und dem Volumen der festen Kohlenmasse, abzüglich der Hohlräume und Poren; M_c die verwendete trockne Kohlenmenge.

Da die ganze Versuchsausführung sehr zeitraubend ist, hat der Verfasser eine Anordnung ausgearbeitet, bei der gleichzeitig vier Bestimmungen vorgenommen werden können.

Zur Umrechnung des Adsorptionsvermögens von dem Beobachtungsdruck $760 + \eta$ mm auf Normaldruck dienen einige weitere Gleichungen. Der Ausdruck $\left(\frac{x}{m}\right)_{760 + \eta}$ bezeichnet das CH_4 -Volumen in cm^3 , das durch 1 g trockne Kohle bei $760 + \eta$ mm Druck und 0° adsorbiert wird. Der Ausdruck $\left(\frac{x}{m}\right)_{760}$, der das Methanvolumen bei Normaldruck bedeutet, errechnet sich dann nach den beiden Gleichungen

$$\left(\frac{x}{m}\right)_{760 + \eta} = a \cdot (760 + \eta)^{\frac{1}{n}} \quad \text{und} \quad \left(\frac{x}{m}\right)_{760} = a \cdot 760^{\frac{1}{n}}$$

Daraus ergibt sich:

$$\log \left(\frac{x}{m}\right)_{760} = \log \left(\frac{x}{m}\right)_{760 + \eta} - \frac{1}{n} [\log (760 + \eta) - \log 760]$$

Als Festwert $\frac{1}{n}$ wird der Wert 0,565 eingesetzt. In Zahlentafeln hat der Verfasser die Ergebnisse der 63 Untersuchungen zusammengestellt.

Prüfung verschiedener Einwirkungen auf das Adsorptionsvermögen.

Man kennt die Reaktionseigenschaften bestimmter Steinkohlen gegenüber Sauerstoff; durch naszierenden Sauerstoff ist es sogar möglich, bestimmte Huminsäuren aus den Zwischenstufen der Inkohlung wiederherzustellen. Da diese Reaktionseigenschaften besonders bei frisch gewonnener Kohle ausgeprägt sind, kann man die Frage aufwerfen, ob sie auch das Adsorptionsvermögen in fühlbarem Maße zu verändern vermögen. Es handelt sich um eine wichtige Frage, weil die Versuchskohle während der Vermahlung und der Absiebung mehrere Stunden lang der Luft ausgesetzt ist.

Zur Klärung dieser möglichen Einwirkung hat Coppens Versuche durchgeführt, bei denen von derselben Kohlenprobe der eine Teil in der üblichen Weise vermahlen und der andere Teil in mehr oder weniger hohem Maße der Oxydation ausgesetzt wurde. Ein merklicher Unterschied hinsichtlich des Adsorptionsvermögens ließ sich jedoch nicht feststellen.

Da durch die Vermahlung die Oberfläche des Materials vergrößert wird, sollte man annehmen, daß dabei auch das Adsorptionsvermögen wächst. Diese Frage ist ebenfalls geprüft und zu diesem Zweck zunächst die adsorbierte

Gasmenge nach dem geschilderten Verfahren für verschiedene Korngrößen bestimmt worden. Dabei ergab sich:

Fraktion	1	2	3	4
Maschen/cm ² . . .	900–1600	1600–2500	2500–4900	über 4900
Versuchsmenge g	50,947	56,577	51,946	47,481
Druck des Gasgemisches mm QS	—	758,50	—	—
Adsorbierte Gasmenge . . cm ³	– 0,09	0,03	– 0,09	0,29

Die Werte der Fraktionen 1–3 liegen so niedrig, daß sie durch Meßfehler bei der größeren Anzahl von Einzelversuchen zu erklären sind, aber auch der etwas höhere Wert der 4. Fraktion kann vernachlässigt werden, wenn man berücksichtigt, daß die gleiche Kohlenmenge 400–500 cm³ Methan zu adsorbieren vermag. Demnach ergibt sich aus diesem Versuch, daß die Korngröße keinen nennenswerten Einfluß auf das Adsorptionsvermögen ausübt.

Da diese Folgerung eine gewisse Bedeutung im Hinblick auf Gasausbrüche hat, wurden bei zwei verschiedenen Ausbrüchen je zwei Kohlenproben genommen, von denen die eine durch ein 5184-Maschensieb ging und die andere eine mittlere Korngröße von 5–6 mm hatte. In einem Falle stimmten die entsprechenden Werte fast völlig überein, während im andern Fall eine etwas größere, aber praktisch ebenfalls belanglose Abweichung der beiden Werte voneinander beobachtet werden konnte. Auch diese Versuche zeigen also, daß die Größe des Adsorptionsvermögens von der Korngröße unabhängig ist.

Vielfach wird die Ansicht vertreten, daß infolge von Gebirgsbewegungen eine mehr oder weniger starke Zerklüftung der Kohle erfolgt, die eine Erhöhung des Adsorptionsvermögens für diese Flözteile bedingt und auf diese Weise für das Auftreten von Gasausbrüchen besonders geeignete Stellen schafft; es sollen sich also Gasnester bilden, deren Ausbruch dann sehr schnell vor sich gehen kann.

Nach den Versuchen des Verfassers ist diese Auffassung nicht berechtigt, sondern die Änderung des Adsorptionsvermögens lediglich auf chemische Eigenschaften und Vorgänge zurückzuführen. Danach haben also Flözabschnitte mit gleichen chemischen Bedingungen an allen Stellen das gleiche Adsorptionsvermögen, sofern in den betreffenden Flözabschnitten die Temperaturen, der Wassergehalt und der Gasdruck einigermaßen gleichbleibend sind.

Allerdings läßt sich nicht leugnen, daß in gewissen Fällen beim Vorhandensein von mehr oder weniger gestörten Flözteilen dort der Ursprung von Gasausbrüchen liegt. Es kann z. B. am Kohlenstoß feste, harte, gasundurchlässige Kohle anstehen, hinter der die Kohlenmassen stark zerklüftet sind. Mit fortschreitendem Verhieb wird die Mächtigkeit der festen Kohlenmauer verringert, bis die Schwächung so weitgehend ist, daß der Gasdruck dahinter genügt, einen plötzlichen Gasausbruch hervorzurufen. Als flözzerstörende Faktoren kommen nicht nur die gebirgsbildenden Kräfte, sondern vor allem die Gewinnungsarbeiten in Betracht. Beim Abbau kann eine starke Zerklüftung des Flözes erfolgen, die einen Gasausbruch begünstigt. Diese Gefahr besteht besonders im Zusammenhang mit Gebirgsschlägen.

Ergebnisse von Adsorptionsmessungen.

Die höchsten und niedrigsten Werte des Adsorptionsvermögens der untersuchten belgischen Kohlen sind nachstehend zusammengestellt.

Probe Nr.	Getrocknete Kohle		Ungetrocknete Kohle	
	Adsorptionsvermögen cm ³	Flüchtige Bestandteile %	Adsorptionsvermögen cm ³	Flüchtige Bestandteile %
51	8,747	6,98	9,403	8,39
60	3,731	24,89	4,274	28,51

Daraus geht hervor, daß das Adsorptionsvermögen im umgekehrten Verhältnis zum Gehalt an flüchtigen Bestandteilen steht. Abb. 3, in der die Ergebnisse der 60 Einzeluntersuchungen aufgetragen sind, läßt diese im Widerspruch zu der allgemein verbreiteten Auffassung stehende Regel sehr deutlich erkennen.

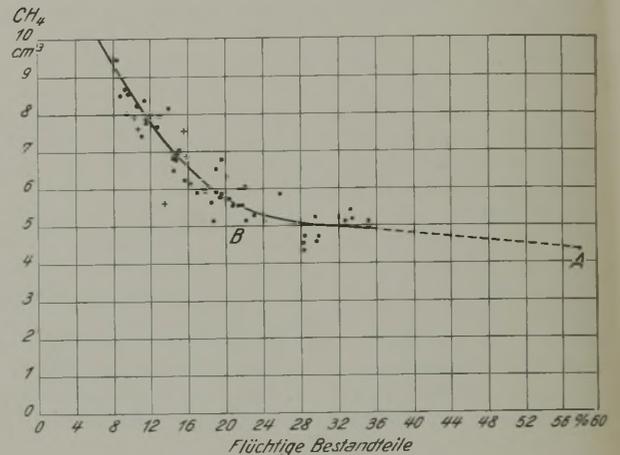


Abb. 3. Adsorptionsvermögen der von Coppens untersuchten 63 Kohlenproben.

Da die Untersuchungen ergeben haben, daß weder die Dauer der Sauerstoffeinwirkung noch die Korngröße der Kohle einen Einfluß auf die Größe des Adsorptionsvermögens ausüben, kommt der Verfasser zu dem Schluß, daß das abweichende Adsorptionsvermögen nur durch die Verschiedenartigkeit der organischen Bestandteile bedingt ist. Die Unterschiede der einzelnen Kohlenarten beruhen nach der Ansicht mancher Forscher auf der ursprünglichen Ablagerung; andere verweisen dagegen auf den Umwandlungsvorgang, dessen Wirkung in mehr oder weniger großer Tiefe die ursprüngliche Ablagerung schon vollständig verändert haben soll. Hier sind besonders die Faktoren Druck, Temperatur und Zeit zu nennen. Zahlreiche andere Forscher führen die tief greifenden Unterschiede auf die Verschiedenartigkeit der festen brennbaren Bestandteile zurück. Bemerkt sei, daß keine dieser Theorien alle beobachteten Tatsachen zu erklären vermag.

Man kann die festen Brennstoffe in Gruppen einteilen, von denen sich die eine aus der andern ableitet. In dieser Hinsicht ist das Schaubild von Ralston (Abb. 4) besonders

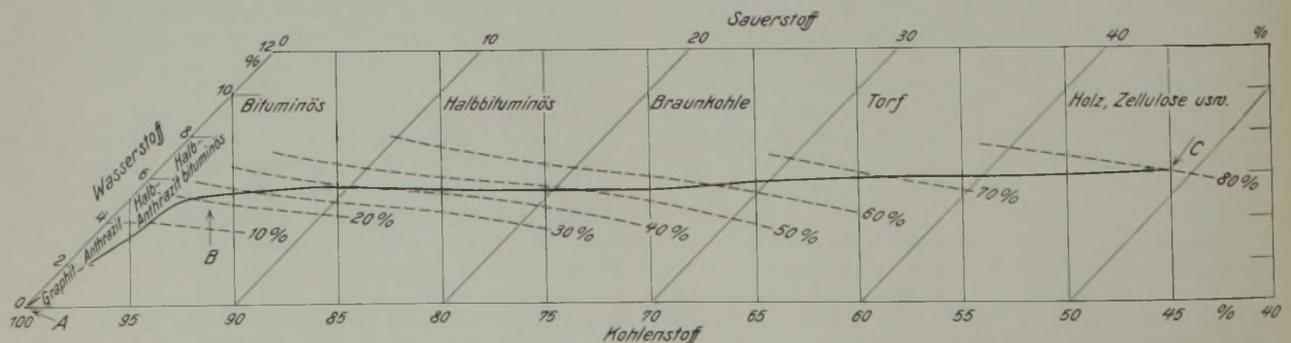


Abb. 4. Diagramm von Ralston.

lehrreich, in dem die Ergebnisse aus mehreren tausend Analysen von Brennstoffen verschiedenster Art aufgetragen sind. Die gefundenen Werte liegen stets so nahe beieinander, daß sie Kurven bilden, in deren Verlauf sich immer die jeweils jüngere Brennstoffart an die ältere anschließt.

Besonders bemerkenswert ist in der Ralstonschen Kurve der Punkt B, an dem sich die Kurve erheblich verflacht. Für diesen Wechsel kann man vielleicht folgende Erklärung geben. Die einzelnen Bestandteile des Ausgangsstoffes haben sich mit verschiedener Geschwindigkeit umgewandelt, wobei die harzhaltigen Bestandteile dem Inkohlungsvorgang mehr Widerstand entgegensetzten. Dieser verschiedene Widerstand hat schließlich zu einer Anreicherung an Harzbestandteilen geführt; der Abschnitt BC stellt demnach die erste Entwicklungsstufe dar. Der Punkt B würde dann das Auftreten und der Abschnitt AB das Fortschreiten der grundlegenden Änderung der harzhaltigen Brennstoffe kennzeichnen.

Betrachtet man nun die Kurve in Abb. 3, die das Adsorptionsvermögen in Abhängigkeit vom Gehalt an flüchtigen Bestandteilen veranschaulicht, so kann man feststellen, daß der Krümmungswechsel dieser Kurve bei B annähernd dem Krümmungswechsel der Ralstonschen Kurve entspricht. Läßt man die Ansicht von Ralston gelten, so müßte die plötzliche Erhöhung des Adsorptionsvermögens in der Nähe von etwa 20% flüchtigen Bestandteilen eintreten. Dann hindert nichts an der Annahme, daß das Bitumen, das dem kolloidalen Gebäude der jüngeren Kohlen ein mehr oder weniger gleichförmiges Gepräge gibt, die Adsorptionseigenschaften nicht zum Ausdruck kommen läßt.

Die Überlegungen, zu denen die Ralstonsche Kurve führt und die in den Anschauungen von Coppens über die Veränderung des Adsorptionsvermögens eine Stütze finden, lassen die Frage nach dem Ursprung der aktiven Gase auftauchen. Soll man annehmen, daß sie sich erst im Verlauf der Entwicklung gebildet haben, oder sind sie bereits bei der Ablagerung der Flöze entstanden? Vorherrschend, aber nicht beweisbar ist die Auffassung, daß die Gase bei der Ablagerung der fossilen Schichten mit eingeschlossen und am Entweichen verhindert worden sind. Obwohl nach den vorhandenen Unterlagen noch kein endgültiges Urteil möglich ist, läßt sich doch so viel sagen, daß in den belgischen Kohlenflözen nur so weit Gasanreicherungen vorhanden sind, wie der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen 22% nicht übersteigt. Diese Feststellung scheint in Widerspruch zu

der hergebrachten Theorie zu stehen und läßt sich nur so erklären, daß sich in den jüngeren Ablagerungen in verhältnismäßig geringer Teufe dem Gas die Möglichkeit zum Entweichen und zur Ausbreitung in den Flözabschnitten geboten hatte.

Der Verfasser entwickelt dann folgende Ansichten. Die jüngeren Kohlen, in der Kurve rechts vom Punkt B gelegen, sind der Sitz einer langsamen Umwandlung, wobei besonders der huminsäurehaltige Teil der Brennstoffe verändert wird (Fraktion α von Wheeler und Illingworth). Diese Entwicklungszeit würde eine fortschreitende Anreicherung an bituminösen Stoffen mit sich bringen (Fraktionen β und γ). Gleichzeitig entweichen gewisse Methanmengen. Vom Punkt B an würde eine grundlegende Änderung des bituminösen Teiles erfolgen und die Methanbildung in erhöhtem Maße einsetzen. Wenn alle andern Bedingungen übereinstimmen, würden die Brennstoffe im Abschnitt AB und in der Nachbarschaft des Kurvenknickpunktes die größten Methangehalte aufweisen. In dem Maße, wie man sich vom Punkt B entfernt, vervollständigt sich die Bitumenbildung, und die Gasentwicklung läßt nach. Im Anthrazit fehlt das Gas ganz.

Abb. 5 veranschaulicht noch das Ergebnis von Untersuchungen über das Adsorptionsvermögen einer holländischen Braunkohle in verschiedenen Verkokungsstufen. Bemerkenswert ist das plötzliche Anwachsen des Adsorptionsvermögens oberhalb von 300°.

Die wichtigste Folgerung, die aus der genaueren Untersuchung des Adsorptionsvermögens gezogen werden kann, ist die mittelbare Bestimmung des Gasdruckes im Gebirge; dieser ist für die Gasausbrüche maßgebend, läßt sich aber nicht unmittelbar feststellen. Die mittelbare, einfache Bestimmung setzt als bekannt voraus 1. die je t geförderter Kohle entwichene Gasmenge, die sich etwa rückwärts aus Wetteranalysen im Abbau berechnen läßt, 2. die Isotherme der Adsorption der fraglichen Kohle, die an einer Probe mit der Temperatur des umliegenden Gebirges und mit dem normalen Wassergehalt des betreffenden Flözabschnittes ermittelt wird.

Dr.-Ing. H. Wöhlbier, Spremberg.

Tagung technischer Ausschüsse des Vereins für die bergbaulichen Interessen in Essen.

Da sich die Tätigkeit des Bergbau-Vereins nach der Übertragung seiner früheren wirtschaftlichen Aufgaben an die Bezirksgruppe Ruhr der Fachgruppe Steinkohlenbergbau im wesentlichen auf das technisch-wissenschaftliche Gebiet beschränkt, soll die bisher im Herbst jedes Jahres veranstaltete Technische Tagung künftig mit der im Frühjahr stattfindenden Generalversammlung des Vereins verbunden werden. Um eine sonst entstehende Lücke auszufüllen und den Vereinszechen schon jetzt Gelegenheit zu geben, sich über eine Reihe von wichtigen technischen Fragen zu unterrichten, hat der Bergbau-Verein am 8. November eine gemeinsame Tagung einiger seiner Ausschüsse im engsten Fachkreise veranstaltet.

Der Vorsitzende, Bergwerksdirektor Dr.-Ing. eh. Brandt, eröffnete die Tagung mit einem Willkommensgruß an die Teilnehmer und einem Hinweis auf den Zweck der Veranstaltung, die erneut zum Ausdruck bringe, welchen Wert Vorstand und Geschäftsführung des Bergbau-Vereins der Gemeinschaftsarbeit auf technischem Gebiet beimessen. Die Zahl der technischen Hauptausschüsse ist in letzter Zeit um zwei weitere vermehrt worden, nämlich den Schachtbauausschuß für die deutschen Bergbaubezirke und den Hauptausschuß für Forschungswesen. Über den letztgenannten, der bisher nicht an die Öffentlichkeit getreten ist, bestehen zum Teil noch unrichtige Vorstellungen. Er ist nicht etwa zu dem Zweck ins Leben gerufen worden, selbst Forschung zu treiben, sondern er soll einen Gedankenaustausch über solche Fragen herbeiführen, welche die verschiedenen Forschungsstellen des Ruhrbergbaus angehen. Da es sich zunächst um die Erörterung hauptsächlich chemischer und kohlenpetrographi-

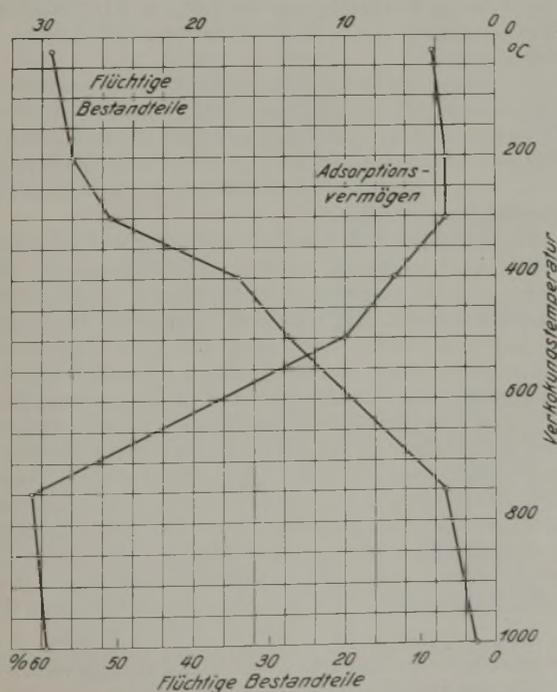


Abb. 5. Adsorptionsvermögen von Braunkohle.

scher Probleme handelt, sind vorläufig nur die hierfür in Betracht kommenden Forschungsstellen im Ausschuß vertreten, wie das Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung in Mülheim, die Gesellschaft für Kohlentechnik in Dortmund-Eving, die Berggewerkschaftskasse in Bochum, der Verein zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen und das Rheinisch-Westfälische Kohlen-Syndikat in Essen. Weitere Mitglieder sind die Vorsitzenden des Aufbereitungs-, des Brikettierungs- und des Kokereiausschusses des Bergbau-Vereins sowie dessen Vorsitzender, der Geschäftsführer und der technische Dezernent, dem die Federführung obliegt. Die Tätigkeit des Ausschusses erstreckte sich zuerst auf die Feststellung, ob bei den verschiedenen Instituten etwa Doppelarbeit geleistet werde, was nach der eingehenden Berichterstattung der zuständigen Geschäftsführer im großen und ganzen nicht zutrifft, obwohl sich die Aufgaben der einzelnen Forschungsstellen zum Teil überschneiden.

In den verschiedenen Sitzungen des Hauptausschusses für Forschungswesen wurde bisher hauptsächlich die Erzeugung und Verwendung von gasförmigen, flüssigen und festen Treibstoffen aus deutscher Steinkohle als Ersatz für Benzin und Schweröl aus ausländischem Erdöl behandelt. Hierbei standen im Vordergrund der Erörterung Motorenmethan und Ruhrgasol, synthetisches Benzin nach dem Verfahren von Fischer und Tropsch einschließlich der Wassergasgewinnung für dieses Verfahren, das Schwelkoksproblem, die Verwendung von Anthrazit, Schwelkoks und Koks zur Vergasung in Fahrzeuggeneratoren, der dampfbetriebene Lastwagen, der Kohlenstaubmotor usw. Auch künftig wird der Forschungsausschuß gerade diesen nationalwirtschaftlich so bedeutungsvollen Fragen sein Hauptaugenmerk schenken und damit der Ruhrkohle als Ausgangsgut für deutsche Treibstoffe immer mehr Geltung verschaffen.

Zu den bekannten Aufgaben der Technischen Abteilung des Bergbau-Vereins sind neuerdings diejenigen hinzugetreten, die sich mit der von der Reichsregierung angeordneten Umstellung von ausländischen Rohstoffen auf deutsche befassen. Wenn auch der Bergbau zu den Wirtschaftsgruppen gehört, die vom Bezug ausländischer Rohstoffe und Fertigerzeugnisse weitgehend unabhängig sind, so mußten doch auch hier Maßnahmen eingeleitet und durchgeführt werden, die zu einer Entlastung der Devisenbilanz beitragen. Dadurch wird eine Reihe neuer technischer Einzelfragen aufgeworfen, die sich nicht in dem engern Kreis eines Ausschusses, sondern nur in Verbindung mit sämtlichen Betrieben lösen lassen, damit Rückschläge, die sich sonst aus der Umstellung ergeben könnten, vermieden werden.

Zum Schluß gedachte Dr. Brandt in ehrenden Worten der Opfer der Arbeit.

Die anschließende 5. Sitzung des Schachtbauausschusses, der bisher nur im engsten Kreise getagt hat, wurde von dem Vorsitzenden, Dr.-Ing. Marbach, Gelsenkirchen, mit einer Darlegung der Aufgaben und Ziele dieses Ausschusses eingeleitet. Seine Entstehung verdankt er einer Anregung aus dem Kaliberbergbau, bei dem sich infolge der schwierigen Schachtbauverhältnisse das Fehlen einer Stelle, die über die Grenzen der einzelnen Bergbaubezirke hinaus dieses umfangreiche technische Aufgabengebiet fortlaufend bearbeitet, besonders fühlbar gemacht hat. Wenn auch heute nur vereinzelt neue Schächte abgeteuft werden, so hat doch die Bedeutung des einzelnen Schachtes wegen der durchschnittlich höhern Abteufkosten, größern Leistungsfähigkeit und längern Lebensdauer erheblich zugenommen. Überdies hat sich der Ausschuß nicht nur mit dem Abteufen neuer Schächte zu befassen, sondern auch mit den ebenso wichtigen und vielseitigen Problemen, die deren Unterhaltung bietet. Sicherheit und Wirtschaftlichkeit müssen für alle Arbeiten richtunggebend sein, die sich neben der Klärung rein bergmännischer Fragen auch auf zahlreiche andere technische und wissenschaftliche Ge-

bierte erstrecken. Dr. Marbach gab noch einen Überblick über die bisherige Tätigkeit des Ausschusses und erteilte dann dem Bergwerksdirektor Bergassessor Schmid, Hüls, das Wort zu seinem hier bereits veröffentlichten Vortrag über den Neubau des eingestürzten Schachtes 3 der Zeche Auguste Victoria¹.

Zu Beginn der darauf folgenden 105. Sitzung des Ausschusses für Bergtechnik, Wärme- und Kraftwirtschaft führte dessen Vorsitzender, Bergwerksdirektor Dr.-Ing. Roelen, Duisburg, aus, daß die Technik dauernd bestrebt sei, mit ihren Verbesserungen an den Punkten anzusetzen, die für den Fluß des Fördergutes den engsten Querschnitt darstellen. Stets ließe sich aber nur ein Teilerfolg erzielen, weil der engste Querschnitt immer wandere. Bei fließender Förderung von der Kohlenfront zum Schacht liege er vielfach im Vortrieb. Die Technische Abteilung des Bergbau-Vereins habe, um hier fördernd zu wirken, in wissenschaftlicher Arbeit gemeinsam mit den Technischen Hochschulen die Unterlagen des Ruhrbezirks auf diesem Gebiete zusammentragen lassen, und zwar getrennt nach dem Vortrieb im Gestein und in der Kohle.

Zu der zweiten Frage äußerte sich eingehend Dr.-Ing. Hillenheinrichs, Duisburg, in seinem Vortrage: Beschleunigte Vortriebsverfahren in Flözstrecken und ihre Bedeutung für den Abbau².

Die 22. Sitzung des Ausschusses für Steinkohlenaufbereitung wurde von dem Vorsitzenden, Bergwerksdirektor Bergassessor Dr.-Ing. Winkhaus, Düsseldorf, mit einem Hinweis auf die »Richtlinien für die Vergabung und Abnahme von Steinkohlenaufbereitungsanlagen« eingeleitet, die sich nicht nur für die Abnahme neuer Anlagen, sondern ebenso für die laufende Betriebsüberwachung eignen. Die Richtlinien betrachten die Betriebsergebnisse der Wäsche unter wesentlich andern Gesichtspunkten als früher, indem sie den nach dem spezifischen Gewicht ermittelten Anteil von Bergen in der Kohle und von Kohle in den Bergen fast ausschließlich zum Prüfstein für die Beurteilung der Aufbereitungsarbeit machen. Sie bieten damit eine gute Grundlage sowohl für die Betriebsüberwachung als auch für den Vergleich der verschiedenen Steinkohlenwäschen untereinander. Die Aufbereitungs-Beratungsstelle bei der Berggewerkschaftskasse in Bochum hat inzwischen derartige Ermittlungen angestellt, über deren Ergebnisse von Dipl.-Ing. Meyer, Bochum, in seinem abschließenden Vortrage: Betriebszustand und Betriebsergebnisse in Steinkohlenaufbereitungen des Ruhrbezirks ausführlich berichtet wurde.

Der zweite im Steinkohlenaufbereitungsausschuß gehaltene Vortrag, in dem Bergassessor Dr.-Ing. Kühlwein die Ergebnisse von Schwelversuchen mit schwelwürdigen Mischungen und Aufbereitungserzeugnissen von Steinkohlen behandelte, ist hier bereits wiedergegeben worden³.

Der Nachmittag war der 17. Sitzung des Kokereiausschusses gewidmet, dessen stellvertretender Vorsitzender, Dr. Wollenweber, Dortmund, zunächst dem Bedauern Ausdruck gab, daß Generaldirektor Dr.-Ing. eh. Pott am Erscheinen verhindert sei. Die vorgesehenen Vorträge gäben einen Ausschnitt aus der fachlichen Arbeit. Die Vergasung habe in der letzten Zeit im Zusammenhang mit der deutschen Treibstoffversorgung eine hervorragende Bedeutung erlangt. So erfordere beispielsweise die Benzinsynthese nach dem Verfahren von Fischer und Tropsch billiges Wassergas, das möglichst aus schwer absetzbaren Sorten gewonnen werden müsse. Mit den dahin führenden Wegen beschäftigte sich der erste Bericht. Der zweite Vortrag unterrichtete über die technische Entwicklung der Sauerstoffgewinnung, ebenfalls einer bahnbrechenden deut-

¹ Glückauf 71 (1935) S. 1069.

² Sämtliche bisher noch nicht veröffentlichten Vorträge werden demnächst hier zum Abdruck gelangen.

³ Glückauf 71 (1935) S. 1078.

schen Arbeit, die geeignet sei, die Vergasung entscheidend zu fördern. Der letzte Vortrag schließlich befasse sich mit einer Möglichkeit, den festen Brennstoff an die Stelle des flüssigen zu setzen. In diesem Zusammenhange verdiene auch das günstige Ergebnis der kürzlich veranstalteten Versuchs-Kraftwagenfahrt mit heimischen Brennstoffen erwähnt zu werden.

Die sich anschließenden Vorträge lauteten: Oberingenieur Dr.-Ing. W. Schultes, Essen: Herstellung von Wassergas und Synthesegas aus Steinkohle; Dr. R. Linde, Höllriegelskreuth: Fortschritte in der Erzeugung von Sauerstoff im Großbetrieb; Oberingenieur Dipl.-Ing. J. Haack, Dortmund: Der Gas-schlepper Harpen I.

WIRTSCHAFTLICHES.

Deutschlands Außenhandel in Erzen im 1.—3. Vierteljahr 1935¹.

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Bleierz		Eisen- und Manganerz usw.		Schwefelkies usw.		Kupfererz, Kupferstein usw.		Zinkerz	
	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t
1929	6 628	1818	1 549 440	44 475	97 527	3891	36 507	701	14 906	15 040
1930	6 909	2156	1 312 641	58 431	79 966	3575	36 816	819	11 181	15 883
1931	4 108	1856	677 581	54 587	58 836	3560	35 526	1971	7 034	10 575
1932	5 599	403	356 793	32 351	54 232	2653	19 823	1817	4 958	7 929
1933	8 764	695	464 541	33 983	70 758	2753	20 075	913	6 589	8 455
1934	6 836	379	803 290	40 469	82 272	1566	27 077	419	10 609	6 766
1935: Jan.	6 138	601	1 012 541	25 502	84 559	903	40 590	1611	6 739	3 888
Febr.	515	602	1 061 200	15 626	49 257	482	31 205	492	1 711	3 332
März	8 293	652	1 255 007	27 405	84 909	2511	30 355	220	8 042	1 576
April	6 350	651	1 582 339	28 192	101 720	1836	12 454	105	12 911	1 261
Mai	6 356	611	1 505 077	33 003	92 526	2173	35 441	890	4 480	3 314
Juni	2 174	605	1 498 430	51 197	100 648	2123	40 696	99	3 237	1 741
Juli	11 544	609	1 328 037	45 524	87 043	2100	30 134	—	20 959	1 591
Aug.	9 969	1204	1 265 246	29 728	101 544	2041	30 973	45	13 215	2 319
Sept.	10 328	1608	1 378 283	18 176	79 959	1850	24 969	1652	13 086	1 896
Jan.-Sept.	6 852	794	1 320 689	30 514	86 907	1780	30 757	568	9 375	2 324

¹ Mon. Nachw. f. d. ausw. Handel Deutschlands.

Deutschlands Außenhandel in Erzeugnissen der Hüttenindustrie im 1.—3. Vierteljahr 1935¹.

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Eisen und Eisenlegierungen		Kupfer und Kupferlegierungen		Blei und Bleilegierungen		Nickel und Nickellegierungen		Zink und Zinklegierungen	
	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t	Einfuhr t	Ausfuhr t
1929	151 538	484 447	23 262	14 494	11 470	2689	406	230	12 076	3765
1930	108 491	399 497	18 680	14 941	7 196	3641	248	206	9 832	2794
1931	77 742	360 204	16 897	14 980	5 398	3573	235	241	10 515	1928
1932	65 819	206 900	15 249	13 814	4 239	2612	205	278	8 987	1654
1933	107 224	178 239	18 152	11 998	4 070	2871	391	248	8 964	2293
1934	158 323	213 797	20 215	10 290	4 058	1177	463	151	9 630	1311
1935: Jan.	122 733	213 665	19 572	8 099	1 234	544	543	76	5 349	656
Febr.	114 509	201 058	17 051	7 865	2 381	412	303	31	7 922	535
März	63 877	246 245	17 995	11 312	3 361	493	492	35	7 487	479
April	57 602	251 546	18 485	8 736	3 610	553	412	36	7 556	622
Mai	51 550	266 239	23 076	8 798	4 415	577	778	37	6 456	679
Juni	62 560	273 351	21 847	9 659	5 116	471	390	31	6 465	647
Juli	70 399	307 182	20 292	10 444	7 057	824	652	41	7 150	990
Aug.	64 395	283 166	19 261	9 888	4 167	800	531	70	5 304	856
Sept.	81 357	278 922	21 975	10 549	5 847	594	425	36	8 621	763
Jan.-Sept.	76 897	257 936	19 950	9 483	4 132	585	503	44	6 923	692

¹ Mon. Nachw. f. d. ausw. Handel Deutschlands.

Großhandelsindex für Deutschland im Oktober 1935¹.

Monats-durchschnitt	Agrarstoffe					Kolonial-waren	Industrielle Rohstoffe und Halbwaren										Industrielle Fertigwaren			Gesamtindex		
	Pflanzl.Nahr-mittel	Vieh	Vieh-erzeugnisse	Futtermittel	zus.		Kohle	Eisen	sonstige Metalle	Textilien	Häute und Leder	Chemikalien	Künstl. Düngemittel	Techn. Öle und Fette	Kautschuk	Papierstoffe und Papier	Baustoffe	zus.	Produktionsmittel		Konsum-güter	zus.
1929	126,28	126,61	142,06	125,87	130,16	125,20	137,25	129,52	118,40	140,63	124,47	126,82	84,63	127,98	28,43	151,18	158,93	131,86	138,61	171,63	157,43	137,21
1930	115,28	112,37	121,74	93,17	113,08	112,60	136,05	126,16	90,42	105,47	110,30	125,49	82,62	126,08	17,38	142,23	148,78	120,13	137,92	159,29	150,09	124,63
1931	119,27	82,97	108,41	101,83	103,79	96,13	128,96	114,47	64,89	76,25	87,78	113,09	76,67	104,56	9,26	116,60	125,16	102,58	131,00	140,12	136,18	110,86
1932	111,98	65,48	93,86	91,56	91,34	85,62	115,47	102,75	50,23	62,55	60,98	105,01	70,35	98,93	5,86	94,52	108,33	88,68	118,44	117,47	117,89	96,53
1933	98,72	64,26	97,48	86,33	86,76	76,37	115,28	101,40	50,87	64,93	60,12	102,49	71,30	104,68	7,13	96,39	104,08	83,40	114,17	111,74	112,78	93,31
1934	108,65	70,93	104,97	102,03	95,88	76,08	114,53	102,34	47,72	77,31	60,87	101,08	68,74	102,79	12,88	101,19	110,51	91,31	113,91	117,28	115,83	98,39
1935: Jan.	113,20	76,20	108,80	105,20	100,30	81,00	115,20	102,70	43,70	79,80	61,10	100,90	67,80	87,70	12,60	101,20	112,00	91,80	113,80	123,50	119,30	101,10
Febr.	113,80	74,90	107,20	105,00	99,70	80,80	115,20	102,60	43,70	79,30	60,60	100,90	68,20	87,70	12,30	101,30	111,80	91,70	113,50	124,50	119,80	100,90
März	114,10	76,70	102,80	105,20	99,30	82,70	115,20	102,50	43,50	78,50	59,40	100,90	68,20	87,70	11,50	101,30	111,80	91,30	113,50	124,40	119,70	100,70
April	114,50	80,60	103,30	104,60	100,60	84,10	113,90	102,50	45,30	78,00	59,20	100,90	68,20	87,70	10,50	101,80	111,20	90,90	113,50	124,10	119,50	100,80
Mai	115,00	83,20	103,40	104,60	101,50	85,50	112,90	102,40	47,50	81,00	59,10	101,10	65,70	87,70	11,30	101,40	110,40	90,60	113,50	123,90	119,40	100,80
Juni	116,20	85,90	105,50	103,80	103,10	84,70	113,60	102,40	47,00	82,80	59,00	101,10	65,70	87,70	11,70	101,40	110,40	90,70	113,10	123,80	119,20	101,20
Juli	114,50	88,60	109,60	103,70	104,30	84,50	113,90	102,40	48,40	83,00	58,90	101,40	65,70	87,70	11,00	101,60	110,60	91,30	113,00	124,10	119,30	102,40
Aug.	117,70	90,40	110,00	103,40	103,70	84,10	114,50	102,40	49,70	84,40	59,50	101,40	66,70	87,40	10,70	101,70	110,40	91,80	113,00	123,60	119,20	102,30
Okt.	111,00	91,50	110,20	103,90	104,20	84,10	115,20	102,40	51,70	86,10	60,80	101,40	67,00	87,40	11,50	101,70	110,80	92,50	113,00	123,90	119,20	102,80

¹ Reichsanz. Nr. 262. — ² Seit Januar 1935 anstatt technische Öle und Fette: Kraft- und Schmierstoffe. Diese Indexziffern sind mit den früheren nicht vergleichbar.

Deutschlands Ausfuhr an Kali im 1.—3. Vierteljahr 1935¹.

Empfangsländer	1.—3. Vierteljahr	
	1934 t	1935 t
Kalisalz ²		
Belgien	48 449	63 650
Dänemark	43 346	27 109
Finnland	7 124	1 390
Großbritannien	22 899	26 891
Irischer Freistaat	4 476	8 464
Italien	10 232	11 868
Lettland	6 350	15 180
Niederlande	119 749	132 754
Norwegen	7 810	18 451
Österreich	18 649	5 879
Schweden	15 910	20 105
Schweiz	10 812	10 662
Tschechoslowakei	45 119	30 095
Ver. Staaten von Amerika	64 176	54 566
Neuseeland	1 795	3 937
Übrige Länder	13 413	63 233
zus.	440 309	440 016
Schwefelsaures Kali, schwefelsaure Kali- magnesia, Chlorkalium		
Belgien	1 085	2 041
Griechenland	3 500	2 501
Großbritannien	25 287	29 530
Irischer Freistaat	805	—
Italien	3 552	3 578
Niederlande	18 376	27 885
Schweden	1 785	3 614
Spanien	2 451	2 317
Tschechoslowakei	3 659	5 871
Britisch-Südafrika	2 673	3 198
Britisch-Indien	1 336	1 429
Kanarische Inseln	3 954	2 768
Ceylon	2 462	2 017
Japan	36 541	55 105
Cuba	—	2 417
Ver. Staaten von Amerika	56 976	118 565
Australien (einschl. Neuseeland)	1 802	5 809
Übrige Länder	14 698	16 660
zus.	180 942	285 305

¹ Mon. Nachw. f. d. ausw. Handel Deutschlands. — ² Einschl. Abraumsalz.Brennstoffeinfuhr Österreichs nach Herkunftsländern im August 1935¹.

Herkunftsland	August	
	1934 t	1935 t
Steinkohle		
Tschechoslowakei	97 866	75 130
Polen	84 373	75 057
davon Poln.-Oberschlesien	72 094	63 282
Deutschland	18 773	25 305
davon Ruhrbezirk	3 975	19 857
Saargebiet	9 610	1 028
Ungarn	1 542	1 686
Übrige Länder	6 456	2 560
zus.	209 010	179 738
Koks		
Tschechoslowakei	9 824	15 819
Deutschland	14 324	15 636
davon Ruhrbezirk	8 584	13 132
Saargebiet	753	—
Polnisch-Oberschlesien	4 534	4 828
Übrige Länder	132	559
zus.	28 814	36 842
Braunkohle		
Ungarn	8 370	9 565
Tschechoslowakei	3 054	3 645
Übrige Länder	378	573
zus.	11 802	13 783

¹ Montan. Rdsch. 1935, Nr. 19.Deutschlands Einfuhr an Mineralölen und sonstigen fossilen Rohstoffen im 1.—3. Vierteljahr 1935¹.

Mineralöle und Rückstände	1.—3. Vierteljahr	
	1934	1935
Menge in t		
Erdöl, roh	228 763	368 095
Benzin aller Art, einschl. der Terpentinölersatzmittel	875 098	897 766
Leuchtöl (Leuchtpetroleum)	63 979	53 217
Gasöl, Treiböl	446 612	615 685
Mineralschmieröl (auch Trans- formatorenöl, Weißöl usw.)	213 272	301 354
Heizöl und Heizstoffe	232 867	220 171
Wert in 1000 Mk		
Erdöl, roh	4 414	9 764
Benzin aller Art, einschl. der Terpentinölersatzmittel	48 770	50 617
Leuchtöl (Leuchtpetroleum)	2 559	2 144
Gasöl, Treiböl	15 882	20 966
Mineralschmieröl (auch Trans- formatorenöl, Weißöl usw.)	20 878	22 654
Heizöl und Heizstoffe	4 739	4 077

¹ Mon. Nachw. f. d. ausw. Handel Deutschlands.Brennstoffaußenhandel der Tschechoslowakei nach Ländern im Juli und August 1935¹.

	Juli 1935		August 1935	
	t		t	
Einfuhr				
Steinkohle:				
Polen	18 548		16 238	
Deutschland	88 788		92 913	
Andere Länder	320		—	
zus.	107 656		109 151	
Koks:				
Deutschland	12 702		15 551	
Andere Länder	69		—	
zus.	12 771		15 551	
Braunkohle:				
Ungarn	3 217		3 694	
Andere Länder	441		60	
zus.	3 658		3 754	
Preßkohle:				
Deutschland	885		2 359	
Andere Länder	—		—	
zus.	885		2 359	
Ausfuhr				
Steinkohle:				
Österreich	70 328		78 739	
Ungarn	1 170		965	
Deutschland	11 602		11 918	
Jugoslawien	1 100		1 903	
Polen	29		36	
Andere Länder	—		—	
zus.	84 229		93 561	
Braunkohle:				
Deutschland	138 571		151 677	
Österreich	3 475		3 685	
Andere Länder	60		15	
zus.	142 106		155 377	
Koks:				
Ungarn	7 995		7 452	
Österreich	12 897		16 260	
Polen	3 259		3 731	
Rumänien	541		541	
Jugoslawien	315		440	
Deutschland	1 739		5 173	
Andere Länder	—		180	
zus.	26 746		33 777	
Preßkohle:				
Deutschland	8 126		4 178	
Andere Länder	10		—	
zus.	8 136		4 178	

¹ Colliery Guard. 1935.

Brennstoffversorgung (Empfang¹) Groß-Berlins im September 1935.

Monats- durch- schnitt bzw. Monat	Steinkohle, Koks und Preßkohle aus								Rohbraunkohle u. Preßbraunkohle aus					Gesamt- empfang
	Eng- land	dem Ruhr- bezirk	Sach- sen	den Nieder- landen	Dtsch.- Ober- schles- ien	Nieder- schles- ien	an- dern Bez- irken	insges.	Preußen		Sachsen und Böhmen		insges.	
									Roh- braunkohle	Preß- braunkohle	Roh- braunkohle	Preß- braunkohle		
t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	
1931 . . .	34 294	137 819	524		165 049	28 170	28	365 883	1126	193 720	425	2208	197 479	563 362
1932 . . .	18 854	143 226	539	2057	127 215	25 131	10	317 031	549	178 645	351	1571	181 116	498 147
1933 . . .	17 819	156 591	690	5251	132 644	29 939	264	343 198	282	183 114	31	1227	184 654	527 852
1934 . . .	19 507	161 355	473	2182	161 900	37 087	407	382 911	283	165 810	—	1355	167 448	550 360
1935: Jan.	16 798	173 256	1501	313	106 791	27 741	221	326 621	215	240 868	—	271	241 354	567 975
Febr.	10 449	125 673	1700	—	122 426	37 001	—	297 249	160	177 956	10	322	178 448	475 697
März	24 340	181 654	1261	2403	150 242	35 854	—	395 754	160	157 284	520	201	158 165	553 919
April	23 275	152 912	438	2783	162 322	30 201	—	371 931	160	88 866	10	160	89 196	461 127
Mai	27 646	161 284	438	6362	126 309	44 453	—	366 492	482	144 308	—	161	144 951	511 443
Juni	29 896	175 343	1901	3324	159 169	30 181	—	399 814	580	126 751	—	1450	128 781	528 595
Juli	16 527	154 535	479	1999	100 447	29 141	—	303 128	5252	146 153	15	146	151 566	454 694
Aug.	16 843	171 958	606	863	155 750	35 823	—	381 843	373	235 076	—	235	235 684	617 527
Sept.	15 661	171 293	777	—	184 426	39 529	—	411 686	280	218 787	—	571	219 638	631 324
Jan.-Sept.	20 159	163 101	1011	2005	140 876	34 436	25	361 613	851	170 672	62	391	171 976	533 589
In % der Ge- samtmenge 1935:														
Jan.-Sept.	3,78	30,57	0,19	0,38	26,40	6,45	—	67,77	0,16	31,99	0,01	0,07	32,23	100
1934 . . .	3,54	29,32	0,08	0,40	29,42	6,74	0,07	69,57	0,05	30,13	—	0,25	30,43	100
1933 . . .	3,38	29,67	0,13	0,99	25,13	5,67	0,05	65,02	0,05	34,69	0,01	0,23	34,98	100
1932 . . .	3,78	28,75	0,11	0,41	25,54	5,04	—	63,64	0,11	35,86	0,07	0,32	36,36	100
1931 . . .	6,09	24,46	0,09	—	29,30	5,00	—	64,95	0,20	34,39	0,08	0,39	35,05	100
1930 . . .	10,45	22,79	0,09	—	30,08	5,46	0,01	68,89	0,16	30,44	0,10	0,42	31,11	100
1929 . . .	8,36	19,53	0,10	—	36,35	2,66	—	67,00	0,31	32,19	0,04	0,46	33,00	100
1913 . . .	24,63	7,90	0,34	—	29,50 ²	5,17	—	67,54	0,20	31,90	0,36	—	32,46	100

¹ Empfang abzüglich der abgesandten Mengen. — ² Einschl. Polnisch-Oberschlesien.

Die polnische Steinkohlenausfuhr im Juli 1935¹.

Bestimmungsländer	Juli	
	1934 t	1935 t
Europa		
Belgien	29 215	29 190
Danzig	31 587	27 795
Deutschland	12	62
Frankreich	72 270	92 904
Griechenland	—	3 520
Holland	24 220	8 200
Irland	42 625	—
Italien	126 816	156 023
Jugoslawien	1 540	20 675
Malta	—	3 530
Nordische Länder	277 254	293 429
<i>davon Dänemark</i>	66 475	34 270
<i>Estland</i>	2 100	—
<i>Finnland</i>	10 185	16 547
<i>Island</i>	1 150	—
<i>Lettland</i>	6 657	5 495
<i>Norwegen</i>	22 915	19 975
<i>Schweden</i>	167 772	217 142
Osterreich	68 028	71 703
Rumänien	312	—
Schweiz	11 433	10 920
Tschechoslowakei	29 892	18 300
Ungarn	3 125	1 015
<i>zus.</i>	718 329	737 266
Außereuropäische Länder		
Algerien	17 763	1 000
Argentinien	—	12 285
Agypten	—	8 290
Ferner Osten	1 700	—
Sonstige Länder	—	2 185
<i>zus.</i>	19 463	23 760
Bunkerkohle	37 368	46 682
Steinkohlenausfuhr insges.	775 160	807 708
<i>davon über Danzig</i>	233 000	184 000
" " <i>Gdingen</i>	422 000	486 000

Deutschlands Außenhandel in Nebenerzeugnissen der Steinkohle im 1.—3. Vierteljahr 1935¹.

	Einfuhr		Ausfuhr	
	1.—3. Vierteljahr		1.—3. Vierteljahr	
	1934	1935	1934	1935
	Menge in t			
Steinkohlenteer	32 977	7 813	4 277	10 513
Steinkohlenpech	36 420	8 043	47 951	27 010
Leichte Steinkohlenteeröle	58 497	43 911	1 440	1 869
Schwere " "	39 008	8 245	7 080	11 691
Steinkohlenteerstoffe	6 052	3 735	17 400	13 568
Anilin, Anilinsalze	63	48	848	875
	Wert in 1000 M			
Steinkohlenteer	1 522	343	303	623
Steinkohlenpech	1 850	365	2 781	1 069
Leichte Steinkohlenteeröle	15 085	9 836	363	657
Schwere " "	1 919	479	567	756
Steinkohlenteerstoffe	1 504	1 137	3 640	3 341
Anilin, Anilinsalze	34	28	716	629

¹ Mon. Nachw. f. d. ausw. Handel Deutschlands.

Englischer Kohlen- und Frachtenmarkt

in der am 15. November 1935 endigenden Woche¹.

1. Kohlenmarkt. (Börse zu Newcastle-on-Tyne). Mit Ausnahme von Kokskohle waren alle andern Kohlsorten in der Berichtswoche sehr fest und gut gefragt. Bis Ende des Jahres liegen bereits hinreichend Aufträge vor. In Verbraucherkreisen ist man weiter bestrebt, sich in Anbetracht etwaiger Arbeitsstockungen mit Brennstoffen einzudecken und die Lager aufzufüllen, um so mehr, als die unter den Bergarbeitern veranstaltete Abstimmung, soweit die Ergebnisse Ende der Berichtswoche vorlagen, die für den Ausstand erforderliche Zweidrittel-Mehrheit weit überschritten haben soll. Auf einzelnen Schachtanlagen Yorkshires und Südwales haben sich 98% der Belegschaft für den Streik entschieden. Die Zechen sind fieberhaft

¹ Nach Colliery Guardian und Iron and Coal Trades Review.

¹ Oberschl. Wirtsch. 1935, S. 456.

tätig, um neben ihren laufenden Lieferungsverträgen den starken Anforderungen des Inlands gerecht zu werden, ohne daß es möglich ist, auch die ausländischen Verbraucher in gewünschtem Maße zu berücksichtigen. Die Preise für Kesselkohle zogen weiter an und erreichten zum Teil die höchste in diesem Jahre festgestellte Notierung. Der flotte Geschäftsgang in Northumberland teilte sich im allgemeinen auch den Durham-Zechen mit, die weit besser beschäftigt waren als bisher und sogar in einzelnen Sorten den erhöhten Bedarf nicht befriedigen konnten. Beste Kesselkohle Durham notierte wie auch Blyth 15/6 s gegen 15/2-15/6 s in der Woche zuvor. Auch die Nachfrage nach Gaskohle hat sich wesentlich gehoben, ohne daß jedoch dadurch der Verlust des italienischen Geschäfts völlig ausgeglichen werden konnte. Trotz guter heimischer Abrufe war das Geschäft in Koks kohle sehr schwach, da die ausländischen Verbraucher nur wenig Interesse zeigten. Als einziges ausländisches Geschäft wurde ein Abschluß schwedischer Käufer in 80000 t Durham-Kokskohle zu laufenden Preisen bekannt. Bunkerkohle ging zu unmittelbaren Bunkerzwecken wie auch als Ladung flott ab. Gewöhnliche Bunkerkohle erfuhr eine Preiserhöhung von 13/2-13/5 auf 13/8 s. Die günstige Marktlage für Koks hat sich auch in der Berichtswoche fortgesetzt. Selbst die wesentlich erhöhte Erzeugung konnte mühelos untergebracht werden und stand einer Steigerung der Preise für Gießereikoks von 18-21 auf 18-22 und für Gaskoks von 20-24 auf 21-24 s in keiner Weise hindernd im Wege.

2. Frachtenmarkt. Der Kohlenchartermarkt war im Laufe der Berichtswoche nicht einheitlich. Einer zeitweise äußerst lebhaften Abschlußtätigkeit folgte eine vorübergehende Flaute. Am Tyne lagen nur noch ganz wenig Schiffe auf, gefragt war vor allem größerer Schiffsraum. Recht lebhaft war das Küstengeschäft in den Nordosthäfen, viel Frachtraum wurde für Koks in Anspruch genommen. Auch in den Waliser Häfen haben sich die Frachtraten

behaupet, obwohl eine gewisse Unsicherheit unverkennbar war. Der Ausfall des italienischen Geschäfts machte sich trotz der lebhaften Nachfrage der britischen Kohlenstationen und des flotten Bunkerkohlenhandels dennoch fühlbar. Angelegt wurden für Cardiff-Le Havre 4 s, -Alexandrien 7 s 3³/₄ d und -Buenos Aires 9 s 4¹/₂ d. Mitte des Vormonats wurden nach Alexandrien 10 s und nach Le Havre 5 s 7¹/₂ d bezahlt.

Londoner Preisnotierungen für Nebenerzeugnisse¹.

Auf dem Markt für Teererzeugnisse konnte sich fast allgemein eine wesentliche Belebung durchsetzen, die für verschiedene Produkte eine Steigerung der Preise mit sich brachte. Pech zog von 35 auf 36/3-37/6 s an. Reintoluol notierte 2/6 gegen 2/3-2/4 s in der Woche zuvor. Weitere Preiserhöhungen erzielten rohe Karbolsäure von 2/2-2/3 auf 2/3-2/4 s, kristallisierte Karbolsäure von 6³/₄-7 auf 7-7¹/₄ d und Solventnaphtha von 1/5 bis 1/5¹/₂ auf 1/6 s.

Nebenerzeugnis	In der Woche endigend am	
	8. Nov.	15. Nov.
Benzol (Standardpreis) . . . 1 Gall.		s 1/3
Reinbenzol 1 "		1/7
Reintoluol 1 "	2/3-2/4	2/6
Karbolsäure, roh 60% . . . 1 "	2/2-2/3	2/3-2/4
" krist. 40% . . . 1 lb.	/6 ³ / ₄ -/7	/7-7 ¹ / ₄
Solventnaphtha I, ger. . . 1 Gall.	1/5-1/5 ¹ / ₂	1/6
Rohnaphtha 1 "	/11-1/-	
Kreosot 1 "	/5	
Pech 1 l.t	35/-	36/3-37/6
Rohteer 1 "	30/-	32/6
Schwefelsaures Ammoniak, 20,6% Stickstoff 1 "		6 £ 19 s

¹ Nach Colliery Guardian und Iron and Coal Trades Review.

Förderung und Verkehrslage im Ruhrbezirk¹.

Tag	Kohlenförderung t	Koks-erzeugung t	Preßkohlenherstellung t	Wagenstellung zu den Zechen, Kokereien und Preßkohlenwerken des Ruhrbezirks (Wagen auf 10 t Ladegewicht zurückgeführt)		Brennstoffversand auf dem Wasserwege				Wasserstand des Rheins bei Kaub (normal 2,30 m) m
				rechtzeitig gestellt	gefehlt	Duisburg-Ruhrorter ² t	Kanal-Zechen-Häfen t	private Rhein- t	insges. t	
Nov. 10. Sonntag		64 295	—	3 718	—	—	—	—	—	2,89
11.	354 749	64 295	12 544	23 033	—	48 126	49 222	16 081	113 429	2,75
12.	361 613	65 685	13 840	23 803	—	40 108	48 514	14 134	102 756	2,64
13.	364 882	64 445	13 966	23 611	—	44 367	49 648	16 828	110 843	2,53
14.	355 538	63 689	11 752	23 852	—	44 713	40 712	14 600	100 025	2,42
15.	363 683	66 104	13 651	24 302	—	41 646	44 203	13 744	99 593	2,29
16.	356 650	65 083	12 197	23 940	—	41 128	58 883	13 969	113 980	2,29
zus.	2 157 115	453 596	77 950	146 259	—	260 088	291 182	89 356	640 626	
arbeitstägl.	359 519	64 799	12 992	24 377	—	43 348	48 530	14 893	106 771	

¹ Vorläufige Zahlen. — ² Kipper- und Kranverladungen.

PATENTBERICHT.

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekanntgemacht im Patentblatt vom 7. November 1935.

5b. 1353547. Maschinenfabrik Buckau R. Wolf AG., Magdeburg. Gerät zum Aushalten von Mitteln. 10. 3. 33.

5b. 1353550. Fried. Krupp AG., Essen. Besonders für Preßluftschlagwerkzeuge mit Schaumpspüleinrichtung bestimmter Absperrhahn. 5. 10. 33.

5b. 1353554. Heinr. Korfmann jr., Maschinenfabrik, Witten (Ruhr). Einbruchkerbmaschine niedriger Bauart. 21. 4. 34.

5c. 1353552. Karl Gerlach, Moers. Grubenausbau mit Hilfe eiserner Verzugspitzen. 18. 12. 33.

10b. 1353775. Erich Schumm, Stuttgart. Brennstoff als stereometrischer Preßling in fester Form. 16. 9. 35.

81e. 1353263. Ernst Mattes, Ulm (Donau). Kippvorrichtung. 12. 9. 35.

81e. 1353331. J. Pohlig AG., Köln-Zollstock. Küber zur gasdichten Beförderung von pulvrigem oder staubigem Gut. 8. 10. 35.

Patent-Anmeldungen,

die vom 7. November 1935 an zwei Monate lang in der Auslegehalle des Reichspatentamtes ausliegen.

1a, 28/10. A.73699. François Allard, Mont-sur-Marchienne (Belgien). Luftsetzmaschine für Kohle oder andere Mineralien. 19. 7. 34. Frankreich 16. 1. 34.

1a, 35. I. 50557 und 50900. Ilseder Hütte, Peine. Brecher für Erze mit Messerwalzen. 12. 9. und 3. 11. 34.

1a, 37. H. 141736. Humboldt-Deutzmotoren AG., Köln-Deutz. Verfahren zur Aufbereitung sehr holzreicher ton- und sandhaltiger Braunkohle. 6. 11. 34.

5d, 11. M. 129129. Friedrich Müller-Murer, Essen, und Carl Koch, Köln-Junkersdorf. Fördervorrichtung für den

Grubenbetrieb, besonders als Brems- oder Mitnehmerförderer. 7. 11. 34.

10a, 18/01. O. 21467. Dr. C. Otto & Comp. G. m. b. H., Bochum. Verfahren zum Verkoken gasreicher Kohle. 19. 9. 34.

10a, 19/01. St. 94.30 und 101.30. Carl Still G. m. b. H., Recklinghausen. Anwendung der nach Patent 598182 herzustellenden Gasabzugsvorrichtung. Zus. z. Pat. 598182. 31. 3. und 3. 4. 30.

10a, 30. H. 141354. Otto Hellmann, Bochum. Ofen zum Schwelen oder Verkoken von Brennstoffen. Zus. z. Pat. 605743. 29. 9. 34.

10b, 6/02. C. 49215. Chemische Fabriken Cefka G. m. b. H., Wiesbaden-Biebrich. Verfahren zum Aufbringen einer Schutzschicht auf Braunkohlenbriketten. 11. 5. 34.

81e, 29. D. 68623. Demag AG., Duisburg. Aus einer Mulde mit darin laufendem endlosem Fördermittel bestehender Förderer. 21. 8. 34.

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 (2010). 620991, vom 20. 10. 33. Erteilung bekanntgemacht am 10. 10. 35. Fried. Krupp AG., Grusonwerk in Magdeburg-Buckau. *Klassier- und Förderrost.*

Der Rost hat eine Gruppe von ortsfesten, quer zur Förderrichtung des Gutes liegenden Roststäben und eine Gruppe von gleichartig liegenden Roststäben, deren Stäbe zwischen je zwei ortsfesten Stäben auf- und abwärts bewegt werden. Die Arbeitsfläche, d. h. die obere Fläche der bewegten Stäbe ist mit Durchlaßöffnungen versehen.

5b (4110). 620992, vom 20. 6. 33. Erteilung bekanntgemacht am 10. 10. 35. Lübecker Maschinenbau-Gesellschaft in Lübeck. *Fahrbares Baggergerät zur gesonderten Hereingewinnung eines in einem abzubauenen Stoß gelagerten Zwischenmittels.*

Das zur Hereingewinnung des Zwischenmittels dienende Werkzeug ist an einem in lotrechter Ebene schwenkbaren Ausleger des Gerätes längsverschiebbar gelagert. Dessen Führerhaus ist unabhängig von dem Werkzeug auf dem Ausleger längsverschiebbar angeordnet. Mit dem Grabwerkzeug ist das Führerhaus durch ein endloses Zugseil so verbunden, daß beide sich in derselben Richtung bewegen, wenn das Führerhaus mit Hilfe des Zugseiles verschoben wird. Zum Verschieben des Führerhauses und des Werkzeuges dient eine auf dem Ausleger angeordnete Winde, die vier Trommeln von gleichem Durchmesser für das Zugseil und das Führungsseil hat. An dem Führerhaus ist an der dem freien Auslegerende zugekehrten Seite ein zum Spannen des Führungsseiles dienendes Gewicht angebracht.

5c (910). 621249, vom 27. 7. 32. Erteilung bekanntgemacht am 17. 10. 35. Paul Alvermann in Dortmund. *Ausbauteil für den Streckenausbau.*

Der besonders für Vieleck-, Rund- und Bogenausbau dienende, aus Profileisen hergestellte Ausbauteil ist in der Ebene des Ausbaurahmens (in der Stegebene des Profileisens) schlangenförmig gewellt. Die Stoßenden des Teiles liegen in einer gegen das Gebirge gerichteten Ausbuchtung.

5c (910). 621250, vom 2. 4. 33. Erteilung bekanntgemacht am 17. 10. 35. Stahlwerke Brüninghaus AG. in Westhofen (Westf.). *Nachgiebiger, für eisernen Grubenausbau bestimmter Stelzschuh.*

Der Schuh besteht aus zwei den Ausbauteil hakenförmig umfassenden, nach der Streckenmitte zu liegenden Profileisen, die unterhalb des Ausbauteils keilförmig zusammenlaufen. Die beiden Profileisen sind durch Schraubenbolzen miteinander verbunden. Zwischen den Köpfen und Muttern der Schraubenbolzen, welche die keilförmig zusammenlaufenden Teile der Profileisen miteinander verbinden, und den Profileisen sind formveränderliche Körper, z. B. Quetschhölzer, angeordnet, und zwischen den den Ausbauteil umfassenden Teilen der Profileisen ist ein formveränderlicher Körper eingelegt.

5c (930). 620993, vom 12. 8. 31. Erteilung bekanntgemacht am 10. 10. 35. Alfred Thiemann in Dortmund. *Aus einem quer gelegten Profil bestehendes Verbindungsstück für die zusammenstoßenden Ausbauteile eines Grubenausbaus.*

Das den Kappschuh des Ausbaus bildende Querstück besteht aus einem Stück Eisenbahnschiene, dessen Kopf oder Fuß auf dem Steg des eisernen Grubenstempels mit einer Seitenfläche aufliegt und das mit einem Schlitz versehen ist, in den der Steg eingreift. Falls das Stück Schiene als Knieschuh bei Rund- oder Vieleckausbau Verwendung findet, greift es mit dem beiderseits mit Schlitz versehenen Kopf oder Fuß um die Stege der beiden mit ihren Stirnflächen gegeneinander gerichteten Teile des Ausbaus.

5c (11). 620994, vom 23. 4. 31. Erteilung bekanntgemacht am 10. 10. 35. Ida Hamel geb. Ortlieb in Jena. *Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens zur Verkleidung von Tiefbaustrecken.* Zus. z. Pat. 572262. Das Hauptpatent hat angefangen am 17. 12. 30.

Am vordern Teil der Streckenvortriebmaschine sind an einem Rahmen Befestigungsmittel für die zum Verkleiden der Strecken dienenden Schwarten angeordnet. Die Mittel liegen in einem Raum, der von einem mit der Streckenvortriebmaschine verfahrbaren Schutzschild überdeckt ist.

10a (29). 621252, vom 13. 6. 33. Erteilung bekanntgemacht am 17. 10. 35. Alfred Jean André Hereng in Paris. *Verfahren zum Schwelen feinkörniger oder kleinstückiger Brennstoffe.* Priorität vom 4. 8. 32 ist in Anspruch genommen.

Die Brennstoffe werden, während sie durch eine Schwelkammer wandern, zuerst in einen teigigen oder halbteigigen Zustand überführt und alsdann vor ihrem Austritt aus der Kammer gekörnt. Die aus der Schwelkammer austretenden Körner werden zwecks Brikettierung in eine Presse befördert. Die Körner können zur Erhaltung ihrer Form aus der Schwelkammer in eine Drehtrommel überführt werden. Die Brennstoffe lassen sich bei der geschützten Vorrichtung mit Hilfe eines waagrecht liegenden Förderers in dünner Schicht durch die Schwelkammer befördern und durch eine die teigige oder halbteigige Brennstoffmasse zerkleinernde und körnende Vorrichtung aus der Schwelkammer austragen sowie durch eine geschlossene Leitung zu einer Brikettpresse oder einer Drehtrommel weiter befördern. Am Eintragende der Schwelkammer ist an diese ein Kanal angeschlossen, der dazu dient, die in der Kammer entstehenden Gase in eine Vorheizkammer für den Brennstoff zu leiten.

81e (9). 621183, vom 7. 10. 32. Erteilung bekanntgemacht am 10. 10. 35. Siemens-Schuckertwerke AG. in Berlin-Siemensstadt. *Zusammenbau einer Kupplung mit einer Elektrorolle.*

Die Rolle, die zu Förderzwecken Verwendung finden soll, ist hohl ausgebildet und an beiden Enden auf ortsfesten, hohlen Zapfen drehbar gelagert. Mit dem einen dieser Zapfen ist das Gehäuse des in der Rolle angeordneten Elektromotors verbunden. Die Welle des umlaufenden Teiles (Läufers) ist von einer Hohlwelle umgeben, die durch ein Zahnradervorgelege mit der einen Stirnwand der Rolle verbunden ist. Die beiden Wellen sind durch einen der die Rolle tragenden hohlen Zapfen hindurchgeführt und tragen außerhalb der Rolle je eine Hälfte einer von Hand mit Hilfe einer Feder aus- und einrückbaren Reibungskupplung. Diese ist mit einem ortsfesten, schlagwettersicheren Gehäuse umgeben. Der Kupplungshebel liegt außerhalb dieses Gehäuses.

81e (9). 621342, vom 12. 11. 32. Erteilung bekanntgemacht am 17. 10. 35. Siemens-Schuckertwerke AG. in Berlin-Siemensstadt. *Rollenmantel für Fördertrommeln.*

Der Mantel ist ballig und besteht aus einem auf die zylindrischen Trommeln gewickelten, mit Gummimasse belegten Stoffband, dessen Breite allmählich abnimmt. Die nach dem Aufwickeln des Bandes an dessen Rändern vorhandenen Stufen sind mit einer Gummimasse ausgefüllt. Die Lagen des Bandes können abwechselnd in verschiedenem Sinn gewickelt sein. Das Band läßt sich lagenweise abwechselnd in verschiedener Richtung auf die Trommel wickeln.

81e (29). 621105, vom 18. 8. 34. Erteilung bekanntgemacht am 10. 10. 35. Demag AG. in Duisburg. *Bremsförderer mit Preßluftantrieb und Regler.*

Auf den die Bremsbelastung ausübenden Hebel des Förderers wirken zwei Entlastungsmittel, z. B. Entlastungszylinder, ein. Das eine dieser Mittel ist an den Raum an-

geschlossen, der zwischen der Drosselstelle für den Antriebsmotor des Förderers und dem Antriebsmotor liegt und steht unter dem durch Drosselung verminderten Druck, während das andere Mittel mit der Druckluftzuführungsleitung des Antriebsmotors hinter deren Absperrmittel verbunden ist und daher unter Netzdruck steht.

81e (57). 621106, vom 3. 12. 33. Erteilung bekanntgemacht am 10. 10. 35. Ernst Wallis G. m. b. H. in Essen. *Schüttelrutschenverbindung.*

Z E I T S C H R I F T E N S C H A U¹.

(Eine Erklärung der Abkürzungen ist in Nr. 1 auf den Seiten 27—30 veröffentlicht. * bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

Mineralogie und Geologie.

The fossils and geological history of the South Wales coal measures. Von North. Colliery Guard. 151 (1935) S. 807. Wiedergabe einer Besprechung der Ausführungen von North.

Weitere Mitteilungen über die Früchte und Samen aus deutschen Braunkohlen. Von Kirchheimer. (Schluß.) Braunkohle 34 (1935) S. 735/39*. Darstellung bemerkenswerter Reste aus der Salzhäuser Braunkohle. Schrifttum.

Heutige Meereseablagerungen als Grundlagen der Beurteilung der Ölmuttergesteinsfrage. Von Krejci-Graf. (Schluß.) Kali 29 (1935) S. 218/19. Zusammenstellung des Schrifttums.

The Gold Hill mining district, Utah. Von Nolan. Prof. Pap. U.S. geol. Surv. 1935, H. 177, S. 1/172*. Beschreibung der auftretenden geologischen Formationen. Lagerungsverhältnisse. Metamorphe Gesteine und Erzbildung. Vorkommende Mineralien. Beschreibung von Grubenbetrieben.

O kopalnictwie glinek ceramicznych w wojew. Wotyńskim. Von Krajewski. Przegl. Gór.-Hutn. 27 (1935) S. 473/76*. Lage und Geologie der Vorkommen keramischer Tone in Wolhynien und deren Abbautechnik.

The electrical methods of geophysical prospecting. II. Von Kelly. Explosives Engr. 13 (1935) S. 303/12*. Das elektrische Schürfen. Künstlich angewandte Ströme. Die Verfahren von Sundberg und Lundberg. Messen der Bodenwiderstände. Gerät von Gish und Rooney. Der Megger-Bodenprüfer. Die Maschine von Zuschlag.

Bergwesen.

Der Neubau des eingestürzten Schachtes Auguste Victoria 3. Von Schmid. Glückauf 71 (1935) S. 1069/78*. Voruntersuchungen. Betonmischung. Herstellung der Gefrierbohrlöcher. Verlauf der Abteuf- und Ausbaurbeiten.

Recent developments in mining practice on the Witwatersrand. Von Stokes. Bull. Inst. Min. Met. 1935, H. 374, S. 1/74*. Überblick über die Entwicklung. Untersuchung der Lagerstätten. Schachtabteufen und Zementausbau. Schachtförderung aus großen Teufen. Abbauverfahren und Gebirgsschläge. Bohr- und Sprengarbeit. Staubbekämpfung. Kühlung der Grubenbaue. Hygienische Maßnahmen. Rettungswesen. Gewinnungskosten.

Die Bestimmung der wirtschaftlichsten Kammerlänge im Kalibergbau in Abhängigkeit von der Schrapperleistung. Von Vogeno. (Schluß.) Kali 29 (1935) S. 215/17*. Kostengestaltung bei gleichbleibender Vortriebsgeschwindigkeit. Die wirtschaftlichste Kammerlänge.

A time study of coal-face workers. Von Moss and Halls. Trans. Instn. Min. Engr. 90 (1935) S. 62/74. Mitteilung und Besprechung von Zeitaufnahmen.

Sprawozdanie z wycieczki do kopalń czechosłowackich. Von Skrzywań. Przegl. Gór.-Hutn. 27 (1935) S. 461/69*. Bericht einer polnischen Studienkommission über den Stand der elektrischen Anlagen und Maschinen auf tschechischen Gruben unter- und übertage.

An underground hoist room. Von Walker und Christensen. Explosives Engr. 13 (1935) S. 295/300*. Die Herstellung eines großen Fördermaschinenraumes untertage auf einer Erzgrube in Utah. Sprengverfahren. Ver-

Die Rutschenschüsse sind durch seitliche Schrauben miteinander verbunden, deren Muttern oder Köpfe durch ein mit einem entsprechenden Ausschnitt versehenes Blech in der Lage gehalten werden. Das Halte-(Sicherungs-)blech ist durch parallel zueinander liegende Schlitzlöcher o. dgl. geführt und so angeordnet, daß es nur radial zum Schraubenbolzen verschoben werden kann und durch sein Eigengewicht in die Halte-(Sicherungs-)lage bewegt und in ihr gehalten wird.

lagerung der Seilscheiben. Auskleidung in Beton. Die Maschineneinrichtungen.

Electric equipment for Homestake's new hoist. Von Sage. Min. Congr. J. 21 (1935) H. 10, S. 16/20*. Beschreibung der neuen elektrischen Fördermaschine mit konischen Trommeln für eine Fördererteufe von 5275 Fuß.

New method of overwind prevention. Min. electr. Engr. 16 (1935) S. 145/48*. Beschreibung eines Fahrtreglers für Fördermaschinen, der besonders das langsame Einfahren in die Hängebank gewährleisten soll.

Drainage in the Beckley coal seam. Von Los Calzo. Explosives Engr. 13 (1935) S. 315/18*. Lagerungsverhältnisse und Wasserführung. Verfahren bei der Entwässerung eines Steinkohlenflözes. Anordnung der Wasserlöcher.

The science and practice of borehole pumps for mining work. Min. electr. Engr. 16 (1935) S. 128/31. Wiedergabe einer Aussprache über den genannten Gegenstand.

Notes on recent methods of detecting fire-damp. Von McMillan. Min. electr. Engr. 16 (1935) S. 134/38*. Die neuen Beleuchtungsvorschriften. Neue Bauarten des elektrischen Schlagwetteranzeigers. Aussprache.

Die Anforderungen an eine gute Arbeitsbeleuchtung. Von Schaefer. Elektrotechn. Z. 56 (1935) S. 1166/67*. Grundsätze für die Schaffung einer zweckmäßigen Beleuchtungsanlage. Erörterung der einzelnen Anforderungen.

Untersuchungen der Filtrierbarkeit von Steinkohlenschlämmen und Flotationskonzentrat. Von Götte. Glückauf 71 (1935) S. 1097/100*. Bisher übliche Verfahren. Beschreibung und Anwendungsweise einer neuen Versuchseinrichtung.

The grading and classification of coal. Von Mitton und Davies. Trans. Instn. Min. Engr. 90 (1935) Teil 1, S. 3/8. Neuzeitliche Anforderungen an die Kohle hinsichtlich des Sortenanfalls. Behandlung untertage. Herstellung marktgängiger Handelsorten. Schonung der Kohle bei der Beförderung.

The response of coal-cleaning practice to the demands of modern mining. Von Raw und Ridley. Trans. Instn. Min. Engr. 90 (1935) Teil 1, S. 9/37*. Neuzeitliche Maßnahmen zur Hebung der Wirtschaftlichkeit des Kohlenbergbaus. Beispiele für den Aufbau von Flözen. Das Aufbereitungsproblem. Waschergebnisse. Betrachtung verschiedener Aufbereitungsverfahren. Feinkohlenaufbereitung. Behandlung der Schlämme.

The »Chance« sand flotation system of washing coal. Von Price. Iron Coal Trad. Rev. 131 (1935) S. 719/21*. Erörterung der Grundlagen des Chance-Verfahrens. Allgemeiner Aufbau einer Anlage. Beschreibung einer ausgeführten Anlage mit Chance-Wäschern. (Schlußf.)

The new preparation plant at the Rising Sun Colliery of the Wallsend & Herburn Coal Co., Ltd. Von Appleyard. Trans. Instn. Min. Engr. 90 (1935) Teil 1, S. 37/61*. Beschreibung der unter Berücksichtigung neuzeitlicher Erkenntnisse erbauten großzügigen Kohlenaufbereitungsanlage. Aussprache.

Zadanie miernictwa górniczego w dzisiejszym ruchu kopalnianym. Von Sukiennik. Przegl. Gór.-Hutn. 27 (1935) S. 469/73. Die Aufgaben des Markscheiders in einem neuzeitlichen Grubenbetrieb.

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Bericht des Vereins zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen in Essen über

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

das Geschäftsjahr 1934/35. Von Schulte. Glückauf 71 (1935) S. 1100/04. Besprechung der Entwicklung und der Arbeiten in der Dampf-Abteilung, der wirtschaftlichen Abteilung, im Laboratorium und in der elektrotechnischen Abteilung.

Untersuchungen über die Verbrennungsvorgänge bei der Verfeuerung oberbayerischer Pechkohlen in der Wanderrostfeuerung. Von Meier. (Forts.) Z. bayer. Revis.-Ver. 39 (1935) S. 181/84*. Die aus der Brennstoffschicht austretenden Gase. Verteilung der Wärmeentwicklung auf Rost und Feuerraum. (Forts. f.)

Najkorzystniejsza wysokość warstwy strefy spalania koksu. Von Czyżewski. Przegl. Gór.-Hutn. 27 (1935) S. 437/60*. Theoretische Erörterung und praktische Bestimmung der Schichthöhe der günstigsten Verbrennungszone bei Koks mit Beispielen.

Der Wasserrumlauf im Teilkammerkessel. Von Doeblner. Wärme 58 (1935) S. 725/29*. Dampf-Abführung aus dem Siederrohrbündel. Verminderung der Umlaufgeschwindigkeit. Beheizung der Fallrohre. Versuchsergebnisse. Schlußfolgerungen.

Anleitung für Probenahme und Untersuchung von festen Brennstoffen bei Abnahmeversuchen an Dampfkesseln. Arch. Wärmewirtsch. 17 (1935) S. 253/58. Wiedergabe der vom Verein Deutscher Ingenieure im Einvernehmen mit der Fachgruppe »Brennstoff- und Mineralölchemie« des Vereins Deutscher Chemiker und dem Deutschen Verband für Materialprüfung der Technik aufgestellten Richtlinien.

Gegenwartsfragen im Dampfturbinenbau. Von Rosenlöcher. Wärme 58 (1935) S. 721/24*. Einfluß von Dampfdruck und -temperatur. Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der Dampfmenge und von der Parsonschen Kennzahl. Getriebeturbinen. Grenzleistungen. Schaufelwaschungen.

Prüfstandsversuche mit den Devisen sparenden Lagerwerkstoffen und Maßnahmen, die bei deren Anwendung zu beachten sind. Von Graebing. Braunkohle 34 (1935) S. 729/35*. Beschreibung der Versuchseinrichtung. Übersicht über die Untersuchungsergebnisse mit verschiedenen Lagermetallen. Einfluß der Gleitgeschwindigkeit und der verwendeten Öle. (Schluß f.)

Elektrotechnik.

High frequency as applied to mining. Von Foggo. Min. electr. Engr. 16 (1935) S. 123/28*. Die verschiedenen Arten von Frequenzwechslern. Die Anwendung hoher Frequenz bei der Abbaubeleuchtung. Elektrische Kohlen- und Gesteinbohrmaschinen mit hoher Frequenz. Aussprache.

Hüttenwesen.

The Corby Iron and Steel Works of Messrs. Stewarts and Lloyds, Ltd. Engineering 140 (1935) S. 471/73 und 476*; Colliery Guard. 151 (1935) S. 799/803*; Iron Coal Trad. Rev. 131 (1935) S. 713/17 und 735/38*. Die Eisenerzvorkommen. Beschreibung des Hüttenwerks und seiner neuzeitlichen Anlagen, der Kokerei, der Kohlenwäsche und des Stahlwerkes.

Chemische Technologie.

Ergebnisse von Schwelversuchen mit schwelwürdigen Mischungen und Aufbereitungserzeugnissen von Steinkohlen. Von Kühlwein. Glückauf 71 (1935) S. 1078/89*. Stoffliche Gesichtspunkte für den Begriff der Schwelwürdigkeit. Durchführung laboratoriumsmäßiger Schwelversuche. Ergebnisse von Schwelversuchen mit Saarkohle, Ruhrkohle und ober-schlesischer Kohle. Sonderversuche mit Sapropelkohlen. Gegenüberstellung der Ergebnisse.

The National Coke and Oil Company, Ltd., Tipton Works. Iron Coal Trad. Rev. 131 (1935) S. 724/27*. Beschreibung der Betriebsanlagen und des angewandten N. C. O.-Kohlendestillationsverfahrens. Das Retortenhaus. Der Ölumlaufl. Nebenproduktenanlage.

Steinkohlenteeröl als Treibstoff des schnelllaufenden Dieselmotors. Von Zinner. Z. VDI 79 (1935) S. 1319/26. Einfluß des Brennstoffes auf den Verbrennungsvorgang. Anpassung der Einspritz-Gesetz-mäßigkeit. Verkürzung des Zündverzuges. Versuchsergebnisse.

Großschwelereien und Synthesegaserzeugung zur Treibstoffherstellung. Von Thau. Öl u. Kohle 11 (1935) S. 815/23*. Spülgasschwelung. Kohlentrocknung. Schwelung. Braunkohlenstückkoks. Ringwalzenpresse. Leichtölwascher. Synthesegaserzeugung.

Ergebnisse und Erfahrungen bei der Benzolgewinnung und -raffination in England. Teer 33 (1935) S. 393/94. Bericht über die Bemühungen der Gaswerke und Kokereien zur Verbesserung der Benzol-erzeugung nach Menge und Güte sowie über die erzielten Erfolge.

Erfahrungen mit der Gastrocknung in England. Von Anderson. Gas- u. Wasserfach 78 (1935) S. 828/33*. Bauart, Arbeitsweise und Kosten der Anlagen. Einfluß der Speicherung auf den Taupunkt und auf den Zustand des Gases sowie auf die Gasmesser und auf die Verstopfung der Rohrleitungen. Rostansammlungen. Störungen durch Harzbestandteile.

Testing metallurgical fuel oils. Von Hruska. Iron Age 136 (1935) H. 17, S. 20/23 und 92. Das Viskometer von Steiner. Viskositätsbestimmungen von Mineralölen. Viskositätskurven.

Energiewirtschaft und Kraftverkehr. Neue Wege durch Elektrofahrzeuge. Von Blume. Glasers Ann. 117 (1935) S. 149/54*. Erdölerzeugung und Steinkohlenförderung der wichtigsten Länder. Verbrauch an Treibstoffen. Energiewirtschaftlichkeit bei der Veredlung der Kohle auf verschiedenen Wegen. (Schluß f.)

Chemie und Physik.

Sampling and analysis of coal and coke. (Forts.) Colliery Guard. 151 (1935) S. 805/07. Analyse von Kohlenproben. Verfahren zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes sowie zur Bestimmung der flüchtigen Bestandteile. (Forts. f.)

Gesetzgebung und Verwaltung.

Die Wanderversicherung nach geltendem Knappschaftsrecht. Von Thielmann. Kali 29 (1935) S. 213/15. Wartezeit. Erhaltung und Wiederaufleben der Anwartschaft. Berechnung der Leistungen. (Schluß f.)

Wirtschaft und Statistik.

Die Weltkohlenwirtschaft im Jahre 1934. Von Meis. Glückauf 71 (1935) S. 1089/96. Kohlenförderung der Welt, Kokserzeugung, Preßkohlenherstellung, Kohlenverbrauch, Kohlenaußenhandel. Der europäische Kohlenmarkt.

Verkehrs- und Verladewesen.

Kohleverladebrücke am Industrie- und Handelshafen zu Bremen. Von Overbeck. Z. VDI 79 (1935) S. 1333/36*. Gesamtanlage und Wirkungsweise. Einzelheiten des Aufbaus: Drehkran, Kipperplattform, Trog- und Austragband. Sicherheitsvorrichtungen, elektrische Ausrüstung.

P E R S Ö N L I C H E S .

Beurlaubt worden sind:

der Bergassessor Schloßer vom 10. November an bis Ende März 1936 zur Fortsetzung seiner Tätigkeit bei der Hauptverwaltung der Anhaltische Kohlenwerke AG. in Halle (Saale),

der Bergassessor Kaup vom 1. November an auf ein weiteres Jahr zur Fortsetzung seiner Tätigkeit bei den Rohstoffbetrieben der Vereinigte Stahlwerke AG., Eisenerzgrube Fortuna, Groß Döhren,

der Bergassessor Spönemann vom 1. November an auf weitere sechs Monate zur Fortsetzung seiner Tätigkeit bei der Gelsenkirchener Bergwerks-AG., Gruppe Gelsenkirchen, Zeche Nordstern.

Dem Bergassessor Exter ist zwecks Beibehaltung seiner Tätigkeit bei der Aktiengesellschaft für Bergbau, Blei- und Zinkfabrikation zu Stolberg und in Westfalen in Aachen, Betriebsabteilung Wiesloch (Baden), die nach-gesuchte Entlassung aus dem Preußischen Landesdienst erteilt worden.

Robert Brenner †.

Mit Robert Brenner ist am 30. Oktober eine in Gestalt und Wesen ausgeprägte Persönlichkeit des rheinisch-westfälischen Bergbaus dahingegangen, ein Bergmann von echtem Schrot und Korn, der an den verschiedensten Stellen in hervorragendem Maße an der Entwicklung des Ruhrbezirks mitgewirkt hat.

Robert Brenner wurde als ältester Sohn des Betriebsführers und spätern Grubendirektors Ludger Brenner am 7. Februar 1862 in Kohlscheid bei Aachen geboren. Nach Ablegung der Reifeprüfung, an die sich die übliche praktische Ausbildung im Berg- und Hüttenfach und die Ableistung des Freiwilligenjahres beim Garde-Pionier-Bataillon anschlossen, bezog er im Herbst 1884 die Technische Hochschule in Aachen, war von 1887 an als Steiger und Betriebsführer bei der später in den Eschweiler Bergwerks-Verein aufgegangenen Vereinigungsgesellschaft für Steinkohlenbergbau im Wurmrevier tätig und wurde dann technischer Hilfsarbeiter der Generaldirektoren dieser Gesellschaft, Hilt und Oberbergrat Breuer.

Im Alter von 31 Jahren übernahm Brenner als technischer Direktor der Arenbergschen Aktiengesellschaft in Essen die Leitung der Schachtanlagen Prosper 1 und 2 in Essen-Dellwig und Bottrop. Seiner hervorragenden bergmännischen und technischen Sachkenntnis, verbunden mit einer unentwegten Schaffensfreudigkeit, gelang es, das Unternehmen nach jeder Richtung hin zu fördern und zu höchster Blüte zu führen. Im Zuge des wirtschaftlichen Aufschwungs wurden 1908 und 1912 die Doppelschächte Prosper 3 und Arenberg-Fortsetzung unter seiner Leitung abgeteuft und in Förderung gesetzt. Hand in Hand mit dem Ausbau der Gruben ging die Erweiterung der Kokereien, nachdem es gelungen war, die Koksbeilegung auf etwa das Fünffache zu steigern. Die Belegschaftsziffern erhöhten sich gleicherweise auf ungefähr das Vierfache des frühern Bestandes.

Die Heranziehung einer so großen Zahl von Bergleuten erforderte umfangreiche Maßnahmen für ihre Unterbringung, und es ist wohl nicht zuviel gesagt, wenn man das Wachsen des ehemaligen Dorfes Bottrop zur Stadt mit gegenwärtig 86 000 Einwohnern in der Hauptsache auf die gewaltige Ausdehnung der Prosper-Zechen zurückführt. Tausende von Häusern wurden unter Brenners Leitung gegen Ende des vorigen Jahrhunderts neu errichtet, so daß die Zahl der werkseigenen Angestellten- und Arbeiterwohnungen von 200 auf 4900 stieg. Der wirtschaftliche Erfolg der Zechen fand seinen Ausdruck auch in der Vermehrung des Grundbesitzes der Gesellschaft, der von ungefähr 400 ha im Jahre 1893 auf etwa 1000 ha im Jahre 1914 zunahm; dazu kam der Erwerb von Sandfeldern im Lippegebiet im Umfange von rd. 1200 ha. Für den geschäftlichen Weitblick des Leiters zeugt es ferner, daß an dem das Grubenfeld kreuzenden Rhein-Herne-Kanal rechtzeitig eine Hafenanlage errichtet wurde. Den Verkehr auf dem Kanal und im Hafen Prosper eröffnete am 20. Juli 1914 der mit 680 t Prosperkohle beladene Kahn »Johanna« der Reederei Josef Schürmann, die in sorglicher Vorausschau im April 1914 der Arenberg-Gesellschaft angegliedert worden war.

1918 feierten das Werk und seine Belegschaft die fünfundzwanzigste Wiederkehr des Tages, an dem ihr Direktor seinen Dienst begonnen hatte; bei dieser Gelegenheit wurde ihm neben zahlreichen andern Ehrungen und Glückwünschen aus weiten Kreisen des Bergbaus vom Aufsichtsrat der Titel »Generaldirektor« verliehen.

Da Brenner den durch das unglückliche Kriegsende so verhängnisvoll veränderten wirtschaftlichen Verhält-

nissen infolge seines vorgeschrittenen Alters nicht mehr gerecht werden zu können glaubte, trat er Ende 1919 von seinem Posten zurück. Seine reichen Erfahrungen widmete er aber als technischer Beirat nach wie vor der Arenbergschen Aktiengesellschaft und den Rheinischen Stahlwerken. Auch in den Aufsichtsräten verschiedener anderer Industriegesellschaften sicherte man sich seine rege Mitwirkung und seinen wertvollen Rat. Länger als 25 Jahre und bis in die letzte Zeit war er Mitglied des Rechnungsausschusses des Vereins für die bergbaulichen Interessen in Essen, der seiner in unermüdlicher Treue geleisteten Mitarbeit dankbar gedenkt. So wirkte der immer noch Schaffensfrohe, umgeben von den Erinnerungen an seine fruchtbare Tätigkeit im rheinisch-westfälischen Bergbau, auch weiterhin für dessen Belange.

Im Weltkrieg wurde Brenner als Hauptmann der Landwehr mit der Leitung der Hauptüberwachungsstelle von Kriegsgefangenen und deren Beschäftigung im Bergbau betraut, nachdem er vorher als Militärvorsitzender einer Ausbelegungskommission tätig gewesen war. In Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste in diesen Stellungen wurde ihm der Charakter als Major verliehen. Außerdem zeichneten ihn das Verdienstkreuz für Kriegshilfe, die Rote-Kreuz-Medaille und die Landwehr-Dienstauszeichnung 1. Klasse sowie neuerdings das Ehrenkreuz der Kriegsteilnehmer aus. Über sein persönliches Wirken im Kriegsdienste hinaus hat er dem Vaterlande das schwere Opfer bringen müssen, daß sein ältester Sohn kurz vor Kriegsende als Leutnant und Kompagnieführer an der Westfront den Tod fand.

Zu dem Tage, an dem sich zum fünfzigsten Male seine am 6. Januar 1881 auf der Zeche Vereinigte Bickfeld Tiefbau verfahrenere erste Schicht jährte, verlieh die Technische Hochschule Aachen ihrem frühern Schüler den Ehrenbürgerbrief und das damit verbundene Ehrenkreuz in Würdigung seiner Verdienste um den Bergbau sowie im besondern um die Hochschule, für die er sich stets, u. a. als Mitgründer der »Gesellschaft von Freunden der Aachener Hochschule«, eingesetzt hat.

Im Oktober veranlaßten rheumatische Altersbeschwerden den sich dem 74. Lebensjahr Nähernden Linderung in Wiesbaden zu suchen, wo ihn nach kurzem Aufenthalt der Tod überraschte.

In der Kapelle des Südfriedhofes in Essen fand die feierliche Aufbahrung statt; Tag und Nacht hielt eine Ehrenwache von Knappen der Prosper-Zechen die Totenwacht und geleitete am 2. November die sterbliche Hülle zur Familiengruft. Am Grabe sprach der Vorsitzende des Aufsichtsrates der Rheinischen Stahlwerke, Bergassessor Dr.-Ing. eh. Krawehl, tiefempfundene Worte des Gedenkens an den unvergeßlichen Leiter der Arenberg-Werke, der ein Menschenalter hindurch in Pflicht und Recht seinen Mann gestanden und, wie an sich selbst, so auch an seine Mitarbeiter einen scharfen Maßstab gelegt habe, dabei aber menschlich empfindend jedem ein wohlwollender Vorgesetzter und Berater gewesen sei. Der gegenwärtige Leiter der Prosper-Zechen, Bergassessor Reckmann, legte im Auftrage der »Gesellschaft Prosper«, deren Vorsitzender, später Ehrenvorsitzender der Verewigte mehr als 40 Jahre lang gewesen ist, mit Worten dankbarer Erinnerung einen Kranz als letzte Ehrung nieder, und dann schloß sich das Grab über einem aufrechten, in allen Lebenslagen bewährten Bergmann, dessen Andenken in vielen Herzen lebendig bleiben wird.

Reckmann.

