

# GLÜCKAUF

## Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 16

17. April 1937

73. Jahrg.

### Fehlerquellen der Heizwertbestimmung von Brennstoffen.

Von Dr. H. H. Müller-Neuglück, Chemiker beim Verein zur Überwachung der Kraftwirtschaft der Ruhrzechen zu Essen.

Die Versuchsbedingungen für die Heizwertbestimmung von Brennstoffen im Kalorimeter und ihre rechnerische Auswertung sind im Fachschrifttum<sup>1</sup> und im Deutschen Normblatt DIN DVM 3716 eingehend beschrieben. Trotzdem haben vergleichende Untersuchungen<sup>2</sup> ergeben, daß die in verschiedenen Laboratorien bei der gleichen Kohle gefundenen Heizwerte unter Umständen starke Schwankungen aufweisen können. Die Ursachen für diese Unsicherheit sind in der Empfindlichkeit thermochemischer Umsetzungen zu suchen, die eine bis ins einzelne gehende Beschreibung und eine peinlich genaue Einhaltung der Versuchsvorschriften erforderlich machen. In Anbetracht der wirtschaftlichen Bedeutung technischer Heizwertbestimmungen von Brennstoffen erschien deshalb eine Nachprüfung der für die Genauigkeit maßgeblichen rechnerischen und versuchsmäßigen Fehlerquellen angebracht. Die Ergebnisse sind als Ergänzung der bestehenden Richtlinien anzusehen und haben wichtige Hinweise für die Neuaufstellung der Deutschen Brennstoff-Normen ergeben.

#### Berechnung der Temperaturberichtigung.

Eine wesentliche Fehlerquelle der Heizwertbestimmung liegt in der rechnerischen Erfassung der Strahlungseinflüsse. Bei der Berechnung des Heizwertes aus der Temperaturerhöhung des Kalorimeters muß dessen Wärmeaustausch mit der Umgebung berücksichtigt werden. Dieser Tatsache wird in der bekannten Formel zur Berechnung des obren Heizwertes  $H_o = \frac{Ww \cdot (t_m + c - t_o) - \Sigma b}{G}$  dadurch Rechnung getragen, daß neben dem Wasserwert  $Ww$  des Kalorimeters, der Anfangstemperatur ( $t_o$ ) und Endtemperatur ( $t_m$ ) des Hauptversuches, der Einwaage  $G$  sowie der Summe der Berichtigungen  $\Sigma b$  für Schwefelsäure- und Salpetersäurebildung der Berichtigungsfaktor  $c$  für den Temperaturausgleich eingesetzt worden ist. Für die Berechnung von  $c$  stehen verschiedene schaubildliche und rechnerische Verfahren zur Verfügung. Davon sind außer dem graphischen Verfahren von Gramberg<sup>3</sup>, dem rechnerisch-graphischen Verfahren des Materialprüfungsamtes in Berlin<sup>4</sup> und den Berechnungen nach Roth<sup>5</sup> besonders die Formel von Regnault und Pfaundler<sup>6</sup> oder die

daraus abgeleitete vereinfachte Formel von Langbein<sup>1</sup> zu erwähnen. Gerade die beiden letztgenannten haben bei der technischen Heizwertbestimmung eine weite Verbreitung gefunden und sind auch in das Normblatt DIN DVM 3716 über die Bestimmung des obren und untern Heizwertes fester und flüssiger Brennstoffe aufgenommen worden.

Auf Grund mathematischer Überlegungen haben Schultes und Nübel<sup>2</sup> nachgewiesen, daß die Formel von Regnault und Pfaundler ihrer ganzen Anlage nach hinreichend genaue Werte geben muß, die Formel von Langbein dagegen für wissenschaftliche und technische Brennstoffuntersuchungen abzulehnen ist, denn die ihr zugrunde liegenden Voraussetzungen und Vereinfachungen müssen je nach dem Temperaturverlauf der Heizwertbestimmung zu mehr oder weniger falschen Ergebnissen führen. Da aber die Formel von Regnault und Pfaundler in ihrer Handhabung für Reihenanalysen zu umständlich ist, haben Schultes und Nübel eine einfachere Gleichung mit derselben Genauigkeit für technische Brennstoffuntersuchungen entwickelt. Für wissenschaftliche Arbeiten empfehlen sie eine neue genauere Formel zur Berechnung der Temperaturberichtigung.

Diese Ergebnisse sind von Moser<sup>3</sup> in einer Arbeit bestätigt worden, in der er gleichzeitig eine weitere Berechnungsart zur Erfassung der Temperaturberichtigung empfiehlt. Sie entspricht in ihrer Einfachheit der Formel von Langbein und bietet bei größerer Genauigkeit insofern eine wesentliche Erleichterung für Reihenanalysen, als sie den Faktor  $F$  enthält, der unter gewissen Voraussetzungen in einem bestimmten Kalorimeter für jede Brennstoffart einen Festwert darstellt.

Dieser Faktor  $F$  hängt nämlich nur von der Geschwindigkeit der Verbrennung ab, die für jede Brennstoffsorte stets annähernd gleich ist, und zwar je nach ihrem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen. Man braucht nur zwischen »rasch« und »langsam« verlaufenden Verbrennungen zu unterscheiden. Bei der ersten Art erfolgt die größte Temperatursteigerung in der ersten Minute, und der Faktor kann mit dem Wert  $F = 1,0$  eingesetzt werden. Dabei nimmt die Berichtigungsformel von Moser die Form  $c = (m - 1) \cdot \Delta_n + \Delta_v$  an. Bei der andern Gruppe liegt der größte Temperaturanstieg in der zweiten Minute, und der Faktor nimmt den Wert  $F = 1,5$  an. Sind die Temperatursteigerungen in den ersten beiden Minuten annähernd gleich, so ist  $F = 1,25$ . Die Entscheidung über den Wert für den

<sup>1</sup> Berl und Lunge: Chemisch-technische Untersuchungsmethoden, 8. Aufl., 1932, Bd. 2, S. 16. Bunte: Zum Gaskursus, 1929, S. 159. Roth: Thermochemie, Sammlung Göschen, 1932. Strache und Lant: Kohlenchemie, 1924, S. 475. Simmersbach und Schneider: Grundlagen der Kokschemie, 1930, S. 337. Dolch: Brennstoffchemisches Praktikum, 1931, S. 37.

<sup>2</sup> Konejung, Arch. Wärmewirtsch. 13 (1932) S. 169.

<sup>3</sup> Gramberg: Technische Messungen, 4. Aufl., 1920, S. 446.

<sup>4</sup> Strache und Lant, a. a. O. S. 484.

<sup>5</sup> Roth, a. a. O. S. 26 und 30.

<sup>6</sup> Poggendorfs Ann. 129 (1866) S. 102.

<sup>1</sup> J. prakt. Chem. 39 (1889) S. 518.

<sup>2</sup> Wärme 58 (1935) S. 15; Brennstoff-Chem. 15 (1934) S. 466.

<sup>3</sup> Phys. Z. 37 (1936) S. 529.

Faktor F läßt sich also leicht treffen, und die Fehlermöglichkeiten sind mit  $\pm 0,05\%$  als gering zu bezeichnen.

In Anbetracht ihrer Bedeutung für die Genauigkeit der Brennstoffuntersuchung bedurften diese mathematischen Ableitungen einer versuchsmäßigen Bestätigung. Deshalb habe ich vergleichende Heizwertbestimmungen durchgeführt, bei deren rechnerischer Auswertung die Temperaturberichtigung gleichzeitig nach den Angaben von Roth, Regnault und Pfandler, Langbein, Schultes und Nübel und Moser ermittelt worden ist. Die den Berechnungen zugrunde liegende Fassung der Gleichungen ist in der nachstehenden Zusammenstellung enthalten. Diese wird ergänzt durch die Berechnungsbeispiele 1 bis 3, in denen die Anwendung der Formel von Regnault und Pfandler, der einfachen Formel von Schultes und Nübel und der ungekürzten Gleichung von Moser erläutert wird. Die beiden Berechnungsarten von Roth sind hierbei unberücksichtigt geblieben, da er sie in seinem Buch sehr ausführlich und leicht verständlich beschrieben hat. Ein Eingehen auf die Formel von Langbein erübrigt sich nach den Ergebnissen meiner Versuche.

Formeln für die Temperaturberichtigung.

Zeichenerklärung:

- m = Anzahl der Ablesungszwischenräume im Hauptversuch
- t<sub>o</sub> = erste Temperatur des Hauptversuches
- t<sub>m</sub> = letzte Temperatur des Hauptversuches

- t<sub>v</sub> = mittlere Temperatur des Vorversuches
- t<sub>n</sub> = mittlere Temperatur des Nachversuches
- Δ<sub>v</sub> = mittlerer Temperaturabfall zwischen zwei Ablesungen des Vorversuches
- Δ<sub>n</sub> = mittlerer Temperaturabfall zwischen zwei Ablesungen des Nachversuches
- δ<sub>v</sub> = mittlere Temperaturänderung des Vorversuches
- δ<sub>n</sub> = mittlere Temperaturänderung des Nachversuches
- ΔV = Gesamttemperaturänderung des Vorversuches
- ΔN = Gesamttemperaturänderung des Nachversuches
- Σ t<sup>m-1</sup> = Summe der Temperaturen im Hauptversuch außer t<sub>o</sub> und t<sub>m</sub>
- Σ t'<sup>m-1</sup> = Summe der Temperaturen im Vorversuch außer der letzten
- Σ t''<sup>m-1</sup> = Summe der Temperaturen im Nachversuch außer der letzten

Formel nach Regnault und Pfandler:

$$c = -m \cdot \delta_v - \frac{\delta_n - \delta_v}{t_n - t_v} \cdot \left( \sum_1^{m-1} t + \frac{t_o + t_m}{2} - m \cdot t_v \right)$$

Formel nach Langbein:

$$c = -m \cdot \delta_n + \frac{\delta_n - \delta_v}{2}$$

Einfache Formel nach Schultes und Nübel:

$$c = -m \cdot \delta_v - (\delta_n - \delta_v) \cdot \left( \frac{1}{2} + \frac{\sum_1^{m-1} (t - t_o)}{t_m - t_o} \right)$$

Berechnungsbeispiel 1.

Formel von Regnault und Pfandler:  $c = -m \delta_v - \frac{\delta_n - \delta_v}{t_n - t_v} \left( \sum_1^{m-1} t + \frac{t_o + t_m}{2} - m \cdot t_v \right)$

Brennstoff . Öl	Wasserwert . . . . .	3579 Ww
Herkunft . Düsseldorf	Thermometerberichtigung . .	1,001 t <sub>K</sub>
Datum . . . 29. 10. 36	Einwaage . . . . .	0,5 g
Analytiker . Kg.	Wasserstoff im Sauerstoff (25-30 at) . . . .	= 9,0 kcal/kg
	Wolffaden . . . . .	0,0217 g · 4000 = 87,0 „
		96,0 kcal/kg

$$H_o = \frac{Ww - [(t_m + c - t_o) \cdot t_K] - \Sigma b}{G}$$

Vorversuch	Hauptversuch	Nachversuch
0 1,340 = 1,348	5 1,351 = 1,359	10 2,892 = 2,895
1 1,342 = 1,350	6 2,400 = 2,410	11 2,891 = 2,894
2 1,344 = 1,352	7 2,800 = 2,805	12 2,888 = 2,891
3 1,346 = 1,354	8 2,870 = 2,874	13 2,885 = 2,889
4 1,349 = 1,357	9 2,890 = 2,893	14 2,882 = 2,886
5 1,351 = 1,359	10 2,892 = 2,895	15 2,879 = 2,883

$\frac{n}{10}$ Ba (OH) <sub>2</sub> . . . . .	= 4,3 cm <sup>3</sup>
	- 2,2 „
	2,1 cm <sup>3</sup> · 3,60 = 8,0 kcal/kg
$\frac{n}{10}$ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . . . . .	= 20,0 cm <sup>3</sup>
$\frac{n}{10}$ HCl cm <sup>3</sup> = 14,2 · 1,25 = 17,8 „	
	2,2 cm <sup>3</sup> · 1,48 = 3,0 „
Berichtigung für Wolffaden und Wasserstoff . . . . .	= 96,0 „
	Gesamtabzug 107,0 kcal/kg

$$c = -m \cdot \delta_v - \frac{\delta_n - \delta_v}{t_n - t_v} \left( \sum_1^{m-1} t + \frac{t_o + t_m}{2} - m \cdot t_v \right)$$

$$c = -5 \cdot 0,0022 + \frac{0,0024 + 0,0022}{2,890 - 1,353} \left( 10,982 + \frac{1,359 + 2,895}{2} - 5 \cdot 1,353 \right)$$

$$c = -0,0110 + 0,00299 \cdot 6,344 = + 0,00797$$

t <sub>m</sub>	2,895
- t <sub>o</sub>	1,359
	1,536
+ c	0,00797
	t <sub>K</sub>
	1,54397 · 1,001 = 1,54551
	Ww
	3579 = 5531
	- 107 Σb
	5424
	0,5

$$H_o = \frac{3579 \cdot [(2,895 + 0,00797 - 1,359) \cdot 1,001] - 107}{0,5000} = 10848 \text{ kcal/kg}$$



Genauere Formel nach Schultes und Nübel:

$$c = -\Delta V - \frac{\sum_0^{m-1} t - \sum_0^{m-1} t' + t_o + t_m - \Delta V}{2} \cdot \frac{1}{\frac{\sum_0^{m-1} t'' - \sum_0^{m-1} t'}{\Delta N - \Delta V} + 2}$$

Genauere Formel nach Moser:

$$c = m \cdot \Delta_n - (\Delta_n - \Delta_v) \cdot F$$

$$F = m - \frac{1}{t_n - t_v} \left( \sum_1^{m-1} t + \frac{t_o + t_m}{2} - m \cdot t_v \right)$$

Die Fassung der Formeln von Regnault und Pfandler und von Langbein weicht insofern von der bisher üblichen Schreibweise ab, als nicht der mittlere Temperaturabfall  $\Delta_v$  oder  $\Delta_n$  des Vor- und Nachversuches, wie bei der Formel von Moser, sondern deren mittlere Temperaturänderungen  $\delta_v$  oder  $\delta_n$  der Berechnung zugrunde gelegt worden sind. Dadurch erfahren diese beiden Gleichungen in ihren Vorzeichen zwar einige Veränderungen, gleichzeitig ist aber damit die Annehmlichkeit verknüpft, daß die Temperaturänderungen sinngemäß anzuwenden sind. Der Temperaturanstieg muß mit positivem und der Temperaturabfall mit negativem Vorzeichen in die Berechnung eingesetzt werden. Auch in der einfachen Formel von Schultes und Nübel wird mit der mittlern Temperaturänderung des Vor- und Nachversuches gearbeitet, in

der genauern Formel dagegen mit der gesamten Temperaturänderung. Da also die Summen aus den abgelesenen Temperaturen gebildet werden, muß man bei der Verwendung der genauern Formel von Schultes und Nübel auf Gleichzeitigkeit der Ablesungen im Vor-, Haupt- und Nachversuch achten. Bei den übrigen Gleichungen ist dies nicht unbedingt notwendig. Weitere Einzelheiten mathematischer Art können aus den Berechnungsbeispielen ersehen werden.

Die vergleichenden Heizwertbestimmungen habe ich in zwei voneinander getrennten Versuchsreihen durchgeführt. Zunächst wurden von derselben Mineralölprobe 7 Heizwerte bestimmt und diese unter Verwendung der verschiedenen Berechnungsarten für die Temperaturberichtigung ausgewertet. Das Ergebnis war deshalb bemerkenswert, weil auf diese Weise ein etwaiger Einfluß der Zusammensetzung des Brennstoffes sowie von Verschiedenheiten der Versuchseinrichtung auf den Heizwert ausgeschaltet wurde. Abgesehen von subjektiven Einflüssen blieb nur der durch die mathematischen Grundlagen bedingte Unterschied übrig. Eine Zusammenstellung der nach den verschiedenen Formeln errechneten Heizwerte der Mineralölprobe enthält die Zahlentafel 1. Zur Vereinfachung sind dabei die genauern Formeln von Schultes und Nübel, von Roth und von Moser mit I und die vereinfachten mit II bezeichnet. Die Ergebnisse lassen erkennen, daß die auf Grund der Gleichungen von Roth, Regnault und Pfandler, Schultes

Berechnungsbeispiel 2.

Einfache Formel von Schultes und Nübel:  $c = -m \delta_v - (\delta_n - \delta_v) \cdot \left( \frac{1}{2} + \frac{\sum_1^{m-1} (t - t_o)}{t_m - t_o} \right)$

Brennstoff . Kohle	Wasserwert . . . . .	3545 Ww
Herkunft . Ruhrort	Thermometerberichtigung . .	1,002 t <sub>K</sub>
Datum . . 27. 1. 37	Einwaage . . . . .	1,0000 g
Analytiker . Kg.	Wasserstoff im Sauerstoff (25-30 at) . . .	= 9,0 kcal/kg
	Wolffaden . . . . .	0,0063 g · 4000 = 25,2 „
		<u>34,2 kcal/kg</u>

$$H_o = \frac{Ww \cdot [(t_m + c - t_o) \cdot t_K] - \Sigma b}{G}$$

Vorversuch	Hauptversuch	Nachversuch
0 1,271 = 1,273	5 1,282 = 1,284 = t <sub>o</sub>	15 3,380 = 3,380 = t <sub>m</sub>
1 1,273 = 1,275	6 2,550 = 2,551	16 3,379 = 3,379
2 1,275 = 1,277	7 3,230 = 3,230	17 3,378 = 3,378
3 1,277 = 1,279	8 3,358 = 3,358	18 3,375 = 3,375
4 1,280 = 1,282	9 3,383 = 3,383	19 3,373 = 3,373
5 1,282 = 1,284 = t <sub>o</sub>	10 3,390 = 3,390	20 3,371 = 3,371
	11 3,390 = 3,390	
	12 3,389 = 3,389	
	13 3,387 = 3,387	
	14 3,383 = 3,383	
	15 3,380 = 3,380 = t <sub>m</sub>	

$\frac{n}{10} \text{Ba(OH)}_2 . . . . . = 16,8 \text{ cm}^3$ $- \frac{7,5}{9,3 \text{ cm}^3 \cdot 3,6} = 33,5 \text{ kcal/kg}$	$\sum_1^{m-1} (t - t_o) . . . . . = 29,461$ $- /m - 1 \cdot t_o = 9 \cdot t_o = \frac{11,556}{17,905}$	$t_m = 3,380$ $- t_o = \frac{1,284}{2,096} = 8,5425$ $+ 0,5$ $c = -0,0220 + 0,0040 \cdot 9,0425 = +0,01417$
$\frac{n}{10} \text{Na}_2\text{CO}_3 . . . . . = 20,0 \text{ cm}^3$ $\frac{n}{10} \text{HCl} 10,0 \text{ cm}^3 \cdot 1,25 . . . = \frac{12,5}{7,5 \text{ cm}^3 \cdot 1,48} = 11,1$	$- \Sigma b$ $t_m \quad 3,380$ $- t_o \quad 1,284$ $\quad \quad 2,096$ $+ c \quad \frac{0,01417}{2,11017} \quad t_K$	$Ww$ $2,11017 \cdot 1,002 = 2,11439 - 3545 = 7496$ $- 79 \Sigma b$
Berichtigung für Wolffaden und Wasserstoff . . . . . = 34,2 „ Gesamtabzug 78,8 kcal/kg		$H_o = \frac{3545 \cdot [(3,380 + 0,01417 - 1,284) \cdot 1,002] - 79}{1,0000} = 7417 \text{ kcal/kg}$

Zahlentafel 1. Heizwertberechnung eines Mineralöles nach den verschiedenen Gleichungen für die Temperaturberichtigung.

Heizwert	Regnault und Pfäundler	Langbein	Schultes und Nübel I	Schultes und Nübel II	Roth I	Roth II	Moser I	Moser II F=1,00
1. H <sub>o</sub>	10 854	10 868	10 848	10 854	10 852	10 856	10 856	10 850
H <sub>u</sub>	10 154	10 168	10 148	10 154	10 152	10 156	10 156	10 150
2. H <sub>o</sub>	10 853	10 866	10 858	10 852	10 856	10 860	10 852	10 850
H <sub>u</sub>	10 159	10 172	10 164	10 158	10 162	10 166	10 158	10 156
3. H <sub>o</sub>	10 834	10 848	10 832	10 833	.	10 840	10 834	10 828
H <sub>u</sub>	10 144	10 158	10 142	10 143	.	10 150	10 144	10 138
4. H <sub>o</sub>	10 844	10 861	10 831	10 843	.	10 848	10 844	10 840
H <sub>u</sub>	10 150	10 167	10 137	10 149	.	10 154	10 150	10 146
5. H <sub>o</sub>	10 850	10 863	10 850	10 850	.	10 854	10 850	10 844
H <sub>u</sub>	10 154	10 167	10 154	10 154	.	10 158	10 154	10 148
6. H <sub>o</sub>	10 852	10 865	10 862	10 849	.	10 856	10 852	10 846
H <sub>u</sub>	10 162	10 175	10 172	10 159	.	10 166	10 162	10 156
7. H <sub>o</sub>	10 840	10 854	10 837	10 840	.	10 842	10 840	10 838
H <sub>u</sub>	10 144	10 158	10 141	10 144	.	10 146	10 144	10 142

und Nübel sowie von Moser errechneten Heizwerte des Mineralöls, abgesehen von 2 Sonderfällen, auf die ich bei der Besprechung der in der Arbeitsweise begründeten Fehlerquellen eingehe, einen Unterschied von höchstens 8 kcal/kg aufweisen. Diese gute Übereinstimmung ist als ein Beweis dafür zu werten, daß die mathematischen Grundlagen dieser Formeln richtig sind. Die Abweichungen der nach der Formel von Langbein errechneten Heizwerte betragen dagegen

13 – 18 kcal/kg, und zwar liegen die Werte immer zu hoch. In dieser Gleichmäßigkeit des Unterschieds in Richtung und Größenordnung ist eine Bestätigung der Auffassung von Schultes und Nübel zu sehen, daß die Voraussetzungen von Langbein für seine Vereinfachungen im mathematischen Ansatz nicht allgemein gültig sind. Abweichungen in derartiger Höhe, die allein aus der Berechnung der Temperaturberichtigung herrühren, sind aber nicht nur für wissenschaftliche, sondern auch für technische Untersuchungen abzulehnen, denn nach den neusten Richtlinien für die technische Heizwertbestimmung in Brennstoffen bei Abnahmeversuchen an Dampfkesseln<sup>1</sup> darf die äußerste Streugrenze ± 20 kcal/kg nicht übersteigen. Allerdings ist bei diesen Heizwertbestimmungen zu berücksichtigen, daß sie im Hinblick auf den hohen Heizwert des Mineralöls nur mit 1/2 g Substanz durchgeführt worden sind, damit die vorgeschriebenen Grenzen für die Temperaturerhöhung im Kalorimeter eingehalten werden konnten, und daß sich die dadurch bedingte Verdoppelung des gefundenen Heizwertes am Schluß der Berechnung natürlich auch auf die Streuungen ausgewirkt hat. Aber selbst unter Berücksichtigung dieser Tatsache ist die Formel von Langbein abzulehnen, da weitere Umstände die Ungenauigkeit der Heizwertbestimmung vergrößern können.

<sup>1</sup> Anleitung für Probenahme und Untersuchung von festen Brennstoffen bei Abnahmeversuchen an Dampfkesseln, Chem. Fabrik 8 (1935) S. 339; Arch. Wärmewirtsch. 16 (1935) S. 253.

Berechnungsbeispiel 3.

Genauere Formel von Moser:  $c = m \cdot \Delta_n - (\Delta_n - \Delta_v) \cdot F$ , wobei  $F = m \cdot \frac{1}{t_n - t_v} \left( \sum_1^{m-1} t + \frac{t_o + t_m}{2} - m \cdot t_v \right)$

Brennstoff . Kohle	Wasserwert . . . . .	3545 Ww
Herkunft . Ruhrtort	Thermometerberichtigung . .	1,002 t <sub>K</sub>
Datum . . . 26. 1. 37	Einwaage . . . . .	1,0000 g
Analytiker . Kg.	Wasserstoff im Sauerstoff (25 – 30 at) . . . . .	= 9,0 kcal/kg
	Wolffaden . . . . .	0,0063 g · 4000 = 25,2 „
		34,2 kcal/kg

$$H_o = \frac{Ww \cdot [(t_m + c - t_o) \cdot t_K] - \Sigma b}{G}$$

Vorversuch	Hauptversuch	Nachversuch
0 1,101 = 1,103	5 1,110 = 1,112 = t <sub>o</sub>	15 3,210 = 3,210 = t <sub>m</sub>
1 1,102 = 1,104	6 2,400 = 2,402	16 3,208 = 3,208
2 1,104 = 1,106	7 3,050 = 3,050	17 3,206 = 3,206
3 1,106 = 1,108	8 3,177 = 3,177	18 3,204 = 3,204
4 1,108 = 1,110	9 3,210 = 3,210	19 3,202 = 3,202
5 1,110 = 1,112 = t <sub>o</sub>	10 3,219 = 3,219	20 3,200 = 3,200
	11 3,219 = 3,219	
	12 3,218 = 3,218	
	13 3,216 = 3,216	
	14 3,212 = 3,212	
	15 3,210 = 3,210 = t <sub>m</sub>	

$\frac{n}{10}$ Ba(OH) <sub>2</sub> . . . . . = 17,1 cm <sup>3</sup>	}	1,107 t <sub>v</sub>
– 7,2 „		
9,9 cm <sup>3</sup> · 3,60 = 35,6 kcal/kg		
$\frac{n}{10}$ Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> . . . . . = 20,0 cm <sup>3</sup>		
$\frac{n}{10}$ HCl 10,2 cm <sup>3</sup> · 1,25 = 12,8 „	}	– Σb
7,2 cm <sup>3</sup> · 1,48 = 10,7 „		
Berichtigung für Wolffaden und Wasserstoff . . . . . = 34,2 „		
Gesamtatzug 80,5 kcal/kg		

$$F = m \cdot \frac{1}{t_n - t_v} \left( \sum_1^{m-1} t + \frac{t_o + t_m}{2} - m \cdot t_v \right)$$

$$= 10 \cdot \frac{1}{3,205 - 1,107} \left( 27,923 + \frac{1,112 + 3,210}{2} - 10 \cdot 1,107 \right)$$

$$= 10 \cdot 0,4766 \cdot 19,014 = 0,93793$$

$$c = m \cdot \Delta_n - (\Delta_n - \Delta_v) \cdot F$$

$$= 10 \cdot 0,0020 - (0,0020 + 0,0018) \cdot 0,93793$$

$$= 0,02 - 0,0038 \cdot 0,93793 = + 0,01644$$

$$+ c \quad \frac{t_m}{-t_o} \quad \frac{3,210}{1,112} \quad \frac{2,098}{2,098}$$

$$+ c \quad \frac{0,01644}{2,11444} \quad t_K \quad Ww$$

$$2,11444 \cdot 1,002 = 2,11867 \cdot 3545 = 7511$$

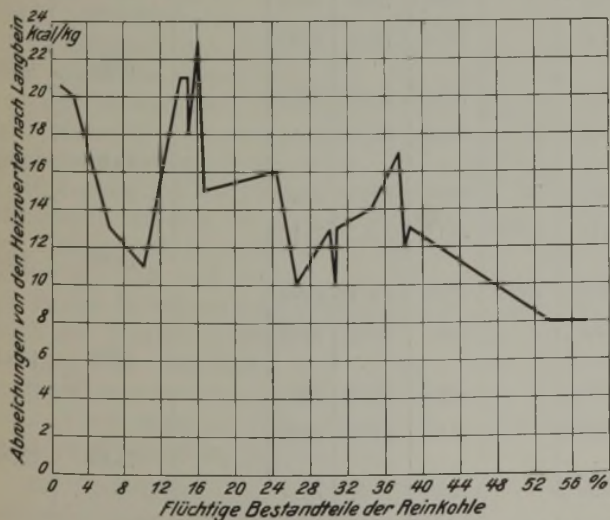
$$- 81 \Sigma b$$

$$H_o = \frac{3545 \cdot [(3,210 + 0,01644 - 1,112) \cdot 1,002] - 81}{1,0000} = 7430 \text{ kcal/kg}$$



Eine zweite Versuchsreihe habe ich mit einer größeren Anzahl von Kohlenproben durchgeführt, für deren Auswahl neben der Höhe des Heizwertes in der lufttrocknen Probe namentlich der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen in der wasser- und aschenfreien Substanz sowie der Aschengehalt maßgeblich waren. Wenn nämlich die Art des Verbrennungsverlaufes im Kalorimeter nicht bei allen Gleichungen zur Berechnung der Temperaturberichtigung allgemeingültig berücksichtigt ist, dann müssen je nach dem Gas- und Aschengehalt der Brennstoffe Unterschiede zwischen den Ergebnissen der einzelnen Gleichungen auftreten, weil beide Bestandteile beschleunigend oder hemmend auf die Geschwindigkeit der Durchzündung einwirken. Die Reihe beginnt bei rheinischer Braunkohle mit einem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen von 57–58% in der Reinkohle und verläuft über Lignin und Steinkohlen verschiedensten Alters, wie Gas-, Fett- und Magerkohlen, bis zum Koks. Innerhalb dieser Reihe finden sich Kohlen gleicher Altersstufe mit verschiedenen Aschengehalten.

Nach den Ergebnissen dieser planmäßigen Untersuchungen, die sich in der Zahlentafel 2 unter Angabe des Aschen- und Gasgehaltes des betreffenden Brennstoffes zusammengestellt finden, sind die Schwankungen im Heizwert bei der Anwendung der Gleichungen von Regnault und Pfaundler, Roth, Schultes und Nübel sowie von Moser nur geringfügig. Der Unterschied erreicht bei der vorliegenden Versuchsreihe höchstens 7 kcal/kg und bleibt somit im Rahmen der Fehlergrenzen. Die unter Benutzung der Formel von Langbein errechneten Heizwerte liegen dagegen wiederum alle zu hoch und überschreiten zum Teil die nach den neusten Richtlinien für die technische Heizwertbestimmung bei Abnahmeversuchen an Dampfkesseln zulässige Streugrenze von  $\pm 20$  kcal/kg. Diese abweichende Beeinflussung der Heizwerte durch die Formel von Langbein tritt besonders in Erscheinung, wenn man die Unterschiede zwischen den nach Langbein sowie nach Regnault und Pfaundler errechneten Heizwerten in Abhängigkeit vom Gehalt an flüchtigen Bestandteilen in der Reinkohle aufzeichnet (vgl. das nachstehende Schaubild). Mit steigendem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen verringern sich die Unterschiede. Dabei ergibt sich natur-



Streuungen zwischen den nach Regnault und Pfaundler sowie nach Langbein errechneten Heizwerten fester Brennstoffe.

gemäß keine gleichmäßig abfallende Gerade vom Koks zu den Braunkohlen. Vielmehr sind nicht unerhebliche Streuungen vorhanden, die aber auf der verwickelten Zusammensetzung der Kohlen und der gleichzeitigen Einwirkung mehrerer Ursachen auf die Berechnungswerte beruhen. Während also ein Einfluß des Aschengehaltes nicht festgestellt werden kann, ist ein Zusammenhang zwischen dem Gasgehalt des Brennstoffes und der Genauigkeit der Heizwertbestimmung bei Verwendung der Langbeinschen Formel für die Errechnung der Temperaturberichtigung unverkennbar. Die Vereinfachungen, die Langbein an der Formel von Regnault und Pfaundler vorgenommen hat, haben keine Allgemeingültigkeit, sondern treffen allenfalls bei jungen Brennstoffen zu. Diese starke Einschränkung läßt die Formel von Langbein für die Berechnung der Temperaturberichtigung bei der kalorimetrischen Heizwertbestimmung ungeeignet erscheinen. Die Gleichungen von Regnault und Pfaundler, Roth, Schultes und Nübel sowie von Moser genügen dagegen allen Anforderungen und liefern unabhängig von der Zusammensetzung der Brennstoffe gut übereinstimmende Heizwerte.

#### Abgrenzung des Vor-, Haupt- und Nachversuches.

Nach dem Deutschen Normblatt DIN DVM 3716 und andern Schrifttumstellen ist die Abgrenzung des Hauptversuches gegen den Nachversuch bei der Heizwertbestimmung im Kalorimeter dadurch gegeben, daß die Temperaturänderung wieder gleichmäßig verläuft. Im allgemeinen wird diese Vorschrift so ausgelegt, daß als Endtemperatur  $t_m$  die Ablesung gilt, bei der die Höchsttemperatur gerade erreicht oder eben überschritten worden ist. Die zweite Auffassung findet ihre Begründung darin, daß unter Umständen der Temperaturanstieg bei der abgelesenen Höchsttemperatur in Anbetracht der weiten Ablesespannen noch nicht beendet ist, sondern daß die Spitze zwischen zwei Ablesungen liegt. Von anderer Seite wird dagegen gefordert, für den Hauptversuch grundsätzlich ohne Rücksicht auf den Verlauf des Temperaturengleichs mindestens zehn Ablesungen von Minute zu Minute vorzunehmen. Schließlich findet sich in der Anleitung für Probenahme und Untersuchung von festen Brennstoffen bei Abnahmeversuchen an Dampfkesseln die Anweisung, nach Erreichung der Höchsttemperatur die Ablesungen für den Hauptversuch fortzusetzen, bis die Temperaturänderung wieder gleichmäßig wird.

Um die Auswirkungen, dieser verschiedenartigen Abgrenzungen des Haupt- und Nachversuches kennen zu lernen, habe ich zahlreiche Heizwertbestimmungen von Brennstoffen in wechselnder Zusammensetzung mit möglichst vielen Temperaturablesungen in Abständen von Minute zu Minute durchgeführt. Für die Auswahl der Brennstoffe war der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen maßgeblich, da nach den vorstehenden Ergebnissen hiervon der Verlauf der Verbrennung abhängt. Die Auswertung der Heizwertbestimmungen erfolgte unter Verwendung der einfachen Gleichung von Schultes und Nübel. Faßt man die Ergebnisse der zahlreichen Berechnungen zusammen, die hier im einzelnen nicht aufgeführt werden können, so ergibt sich das nachstehende Bild: Weist der Hauptversuch eine auf eine einzelne Ablesung begrenzte Höchsttemperatur auf, dann darf diese nicht, wie im Berechnungsbeispiel 1, als Endtemperatur  $t_m$  angesehen werden.

Zahlentafel 2. Heizwertberechnung fester Brennstoffe nach den verschiedenen Gleichungen für die Temperaturberichtigung.

Proben, lufttrocken		Regnault	Langbein	Schultes	Schultes	Roth I	Roth II	Moser I	Moser II	Flüchtige Bestandteile der Reinkohle	Asche	
		und Pfaundler		und Nübel I	und Nübel II							$\frac{0}{10}$
1. Rheinische Rohbraunkohle	H <sub>o</sub>	5105	5113	5105	5105	5105	5108	5106	5104	F = 1,00	56,56	5,05
	H <sub>2</sub> O	206										
	H <sub>u</sub>	4899	4907	4899	4899	4899	4902	4899	4898			
2. Rheinische Braunkohlenbrikette	H <sub>o</sub>	5144	5152	5145	5143		5148	5143	5142	F = 1,00	57,62	6,63
	H <sub>2</sub> O	204										
	H <sub>u</sub>	4940	4948	4941	4939		4944	4939	4938			
3. Lignin	H <sub>o</sub>	5356	5364	5360	5356		5358	5356	5353	F = 1,00	53,41	4,65
	H <sub>2</sub> O	215										
	H <sub>u</sub>	5141	5149	5145	5141		5143	5141	5138			
4. Russische Kohle	H <sub>o</sub>	6791	6804	6788	6790		6787	6791	6790	F = 1,25	38,54	12,35
	H <sub>2</sub> O	235										
	H <sub>u</sub>	6556	6569	6553	6555		6552	6556	6555			
5. Russische Kohle	H <sub>o</sub>	6760	6777	6765	6759		6765	6760	6765	F = 1,25	37,23	13,77
	H <sub>2</sub> O	231										
	H <sub>u</sub>	6529	6546	6534	6528		6534	6529	6534			
6. Ruhrkohle (Mittelprodukt)	H <sub>o</sub>	5997	6009	6001	5996		6001	5997	5998	F = 1,00	38,12	23,50
	H <sub>2</sub> O	208										
	H <sub>u</sub>	5789	5801	5793	5788		5793	5789	5790			
7. Ruhrnuß IV	H <sub>o</sub>	7962	7976	7963	7960		7965	7962	7958	F = 1,00	34,51	4,94
	H <sub>2</sub> O	257										
	H <sub>u</sub>	7705	7719	7706	7703		7708	7705	7701			
8. Russische Kohle	H <sub>o</sub>	7190	7203	7188	7189		7193	7190	7192	F = 1,00	29,88	12,35
	H <sub>2</sub> O	221										
	H <sub>u</sub>	6969	6982	6967	6968		6972	6969	6971			
9. Ruhrkohle (Kesselkohle)	H <sub>o</sub>	6596	6606	6592	6595	6593	6597	6596	6592	F = 1,00	30,30	20,22
	H <sub>2</sub> O	219										
	H <sub>u</sub>	6377	6387	6373	6376	6374	6378	6377	6373			
10. Ruhrkohle (Mischung von Filterschlamm, Staub und Mittelprodukt)	H <sub>o</sub>	6678	6691	6683	6677		6676	6678	6677	F = 1,00	30,30	19,53
	H <sub>2</sub> O	224										
	H <sub>u</sub>	6454	6467	6459	6453		6452	6454	6453			
11. Ruhrkohle (Rostdurchfall)	H <sub>o</sub>	4498	4508	4499	4497		4501	4498	4498	F = 1,00	26,49	46,01
	H <sub>2</sub> O	132										
	H <sub>u</sub>	4366	4376	4367	4365		4369	4366	4366			
12. Ruhrkohle	H <sub>o</sub>	8084	8100	8084	8083		8082	8084	8082	F = 1,00	24,27	5,90
	H <sub>2</sub> O	244										
	H <sub>u</sub>	7840	7856	7840	7839		7838	7840	7838			
13. Ruhrkohle (Mischung)	H <sub>o</sub>	7427	7442	7427	7427		7428	7427	7430	F = 1,00	16,61	12,69
	H <sub>2</sub> O	204										
	H <sub>u</sub>	7223	7238	7223	7223		7224	7223	7226			
14. Ruhrnußkohle	H <sub>o</sub>	8157	8180	8155	8156		8159	8157	8161	F = 1,00	15,95	5,02
	H <sub>2</sub> O	222										
	H <sub>u</sub>	7935	7958	7933	7934		7937	7935	7939			
15. Ruhrnußkohle	H <sub>o</sub>	8112	8133	8107	8111	8109	8111	8112	8110	F = 1,00	13,95	5,54
	H <sub>2</sub> O	211										
	H <sub>u</sub>	7901	7922	7896	7900	7898	7900	7901	7899			
16. Ruhrstaubkohle	H <sub>o</sub>	7604	7622	7604	7603		7604	7604	7603	F = 1,25	14,75	10,65
	H <sub>2</sub> O	201										
	H <sub>u</sub>	7403	7421	7403	7402		7403	7403	7402			
17. Ruhrstaubkohle	H <sub>o</sub>	7488	7509	7489	7487		7489	7488	7486	F = 1,00	14,63	10,85
	H <sub>2</sub> O	199										
	H <sub>u</sub>	7289	7310	7190	7288		7290	7289	7287			
18. Ruhrkohlenstaub	H <sub>o</sub>	7584	7595	7582	7583		7581	7584	7579	F = 1,00	9,88	10,11
	H <sub>2</sub> O	174										
	H <sub>u</sub>	7410	7421	7408	7409		7407	7410	7405			



Proben, lufttrocken		Regnault und Pfaundler	Langbein	Schultes und Nübel I	Schultes und Nübel II	Roth I	Roth II	Moser I	Moser II	Flüchtige Bestandteile der Reinkohle %	Asche %
19. Russische Kohle	H <sub>o</sub>	6111	6124	6111	6111		6116	6111	6110	6,29	20,33
	H <sub>2</sub> O	86									
	H <sub>u</sub>	6025	6038	6025	6025		6030	6025	6024		
20. Ruhrbrechkoks	H <sub>o</sub>	7138	7159	7139	7137		7143	7138	7139	1,02	9,46
	H <sub>2</sub> O	27									
	H <sub>u</sub>	7111	7132	7112	7110		7116	7111	7112		
21. Ruhrkoksgrus	H <sub>o</sub>	6931	6951	6930	6930		6933	6929	6930	2,42	11,59
	H <sub>2</sub> O	36									
	H <sub>u</sub>	6895	6915	6894	6894		6897	6893	6894		

Infolge unzureichenden Wärmeausgleichs findet man in diesem Fall einen zu hohen Heizwert. Zeichnet man den Temperaturverlauf kurvenmäßig auf, oder rechnet man den gleichen Versuch unter Einbeziehung weiterer fallender Temperaturen in den Hauptversuch durch, so ersieht man, daß tatsächlich erst nach etwa 10 Ablesungen von Minute zu Minute, wenn nämlich das Sinken der Temperatur gleichmäßig wird, die Einbeziehung weiterer Temperaturablesungen in den Hauptversuch ohne Einfluß auf den Endwert bleibt (Berechnungsbeispiele 2 und 3). Erst dann ist die entwickelte Wärme durch das Rührwerk im Kalorimeterwasser gleichmäßig verteilt. Eine weitere Ausdehnung des Hauptversuches über diesen Punkt hinaus ist überflüssig und auch nicht anzuraten, weil sonst die Berichtigung unsicher werden kann. Die Eichung des Kalorimeters muß natürlich unter den gleichen Bedingungen durchgeführt werden. Bei manchen Untersuchungen ist die Umkehr von der Höchsttemperatur nicht so ausgeprägt, sondern die Temperatur beharrt einige Minuten, also über einige Ablesungen, auf dem Höchstwert und beginnt erst dann zu sinken (Berechnungsbeispiele 2 und 3). Auch in diesem Fall ist der Hauptversuch erst zu beenden, wenn der Temperaturabfall nach Überschreitung der Höchsttemperatur gleichmäßig wird, also nach etwa 10 Ablesungen von Minute zu Minute. Daß sich die Beharrung auf der Höchsttemperatur über die 10. Ablesung erstreckt, ist unwahrscheinlich, weil das übliche Schraubenrührwerk bei der normalen Umdrehungszahl von etwa 500 U/min im allgemeinen einen frühern Temperatureausgleich bewirkt. Schließlich ist noch hervorzuheben, daß die Gleichmäßigkeit des Temperaturanstiegs im Vorversuch sowie die Gleichzeitigkeit der Ablesungen im Vor- und Nachversuch einen beachtlichen Einfluß auf den Heizwert ausüben. Ungleichmäßigkeiten im Temperaturanstieg können bereits Abweichungen von 5–10 kcal/kg zur Folge haben. Daher darf man die Ablesungen für den Vorversuch erst beginnen, wenn der Unterschied zwischen 2 Ablesungen so gleichmäßig ist, daß sich in etwa ein Temperaturverlauf wie in den Berechnungsbeispielen erwarten läßt. Der durch die Ungleichmäßigkeit in der Anzahl der Ablesungen für den Vor- und Nachversuch hervorgerufene Unterschied ist geringer, beträgt aber immerhin 2–5 kcal je kg, so daß auch er sich im Endergebnis störend bemerkbar machen kann.

Zur Beseitigung der Unsicherheiten aus der Heizwertbestimmung von Brennstoffen wird es sich also empfehlen, bei der Neufassung des Deutschen Normblattes die Abgrenzung des Hauptversuches gegenüber dem Nachversuch klarer zu fassen, auf die Notwendig-

keit eines gleichmäßigen Temperaturanstieges im Vorversuch stärker hinzuweisen und die Gleichzahl der Ablesungen im Vor- und Nachversuch mehr zu betonen.

#### Thermometerberichtigungen und Temperaturablesungen.

Der obere Heizwert der Brennstoffe ergibt sich durch Vervielfältigung der Temperaturerhöhung mit dem Wasserwert des Kalorimeters. Das Verhältnis dieser beiden Größen zueinander bringt es mit sich, daß sich geringe Mängel der Thermometer oder Fehler der Temperaturablesung sehr stark auf die Genauigkeit der Heizwertbestimmung auswirken. Deshalb sollten auch für technische Untersuchungen nur Differential-Thermometer Verwendung finden, die von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geeicht sind. Kaliberberichtigung und Gradwert dieser Thermometer müssen bei der Auswertung der abgelesenen Temperaturen wie in den Berechnungsbeispielen berücksichtigt werden. Außerdem ist es empfehlenswert, bei der Wasserwert- und Heizwertbestimmung stets den gleichen Temperaturanstieg von  $2-2\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  einzuhalten.

Eine wesentliche Rolle kann ferner die Häufigkeit der Temperaturablesungen spielen. Im allgemeinen werden bei der Heizwertbestimmung von Brennstoffen die Temperaturen von Minute zu Minute abgelesen. Diese Anzahl der Einzelbestimmungen genügt nach den vorliegenden Versuchen bei der Untersuchung fester Brennstoffe, da durch häufigere Ablesungen, z. B. in Zwischenräumen von  $\frac{1}{2}$  min, entweder keine oder nur geringe Unterschiede im Heizwert von höchstens 1–2 kcal/kg erzielt werden. Bei der Heizwertbestimmung von leicht verbrennlichen Stoffen, wie Mineralölen, ist dagegen eine häufigere Temperaturablesung mit Zwischenräumen von nur  $\frac{1}{2}$  min zu empfehlen, denn bei der Verbrennung flüssiger Brennstoffe von hohem Reinheitsgrad ist der Temperaturanstieg so steil, daß man bei minutlicher Ablesung selbst unter Verwendung von Differential-Thermometern an die Grenze der Ablesegenauigkeit herankommt. Diese Unsicherheit in der Temperaturermittlung hat merkliche Streuungen im Heizwert zur Folge, auch wenn man zur Berechnung die Formeln mit Mittelwertbildung nach Regnault und Pfaundler sowie Moser oder die einfachen Gleichungen von Schultes und Nübel sowie von Roth benutzt. Bei Verwendung der genauen Formel von Schultes und Nübel überschreiten die Abweichungen infolge der Summenbildung aus sämtlichen Temperaturablesungen unter Umständen sogar die zulässige Streugrenze, wie bei den Proben 4 und 6 der vergleichenden Ölheizwertbestimmungen (Zahlentafel 1).



In diesem Zusammenhang sei kurz darauf hingewiesen, daß das Klopfen des Thermometers zur Überwindung des Hängens der Quecksilbersäule eine nicht geringe Bedeutung hat. Damit das Quecksilber Zeit hat, sich einzustellen, und einwandfreie Temperaturablesungen möglich sind, empfiehlt es sich, in der ersten Hälfte der Ableszeit einmal etwa 5 s und dann unmittelbar vor der Ablesung nochmals kurz zu klopfen. Das Klopfen selbst ist mit lockerer Hand und einem Holz von gleichmäßiger Härte vorzunehmen und soll sich möglichst über das Thermometer in seiner ganzen Länge erstrecken.

#### Der Wärmeschutz des Kalorimetergefäßes.

Bereits in der Einleitung habe ich bemerkt, daß thermochemische Umsetzungen gegenüber Temperaturschwankungen besonders empfindlich sind. Deshalb ist auch die Forderung berechtigt, die Kalorimeter in einem Raum mit möglichst gleichmäßiger Temperatur aufzustellen, etwa in einem Kellerraum mit Nordfenster und Doppeltür. Besondere Aufmerksamkeit ist aber dem Wärmeschutz des Kalorimeter-einsatzgefäßes zu widmen, weil es die in der Bombe erzeugte Wärme aufnimmt und die Wärmeverluste mit den Mängeln des Wärmeschutzes zunehmen. Eine Nachprüfung ist stets auf einfache Weise mit Hilfe der sogenannten »Kühlkonstante« möglich, die Moser in seiner eingangs erwähnten Arbeit ausführlich besprochen hat. Danach ist die Kühlkonstante durch die

Gleichung  $K = \frac{\Delta_n - \Delta_v}{t_n - t_v}$  gegeben, worin entsprechend

der Zeichenerklärung in der Zusammenstellung der Formeln  $\Delta_n$  und  $\Delta_v$  den mittlern Temperaturabfall zwischen zwei Ablesungen des Nach- und Vorversuches darstellen;  $t_n$  und  $t_v$  geben die mittlere Temperatur des Nach- und Vorversuches an. Die Kühlkonstante ist also gekennzeichnet als die minutliche Temperaturänderung des Kalorimeters für den Fall, daß die Temperatur des Kalorimetergefäßes von der Umgebungstemperatur um  $1^\circ$  abweicht und keine Verbrennung stattfindet. Bei gegebenem Wasserwert ist die Kühlkonstante dann ein Maß für den Wärmeverlust des Kalorimeters in jeder Minute und damit auch für den Wärmeschutz des Kalorimetergefäßes. Ein allseitig von Luft (mindestens 1 cm) umgebenes Kalorimetergefäß der üblichen Bauart hat eine in erster Linie vom Wasserwert abhängige Kühlkonstante, die bei den gebräuchlichen Wasserwerten von 2400–4000 cal/ $^\circ$ C zwischen 0,0025 und 0,0015  $^\circ$ C/min liegt. Eine größere Kühlkonstante als 0,0025  $^\circ$ C/min läßt im allgemeinen auf ungenügenden Schutz des Kalorimeters schließen.

Berechnet man an Hand der vorstehenden Gleichung die Kühlkonstante für die drei in den Berechnungsbeispielen wiedergegebenen Versuche, so ergibt sich das nachstehende Bild:

Berechnungsbeispiel	K $^\circ$ C/min
1	0,0030
2	0,0021
3	0,0014

Die Kühlkonstante des Kalorimeters liegt also in dem ersten Berechnungsbeispiel zu hoch. Daraus ist der Schluß zu ziehen, daß bei diesem Versuch der Wärmeschutz des Einsatzgefäßes ungenügend gewesen sein muß. Im Aufbau unterschieden sich die

Kalorimeter dadurch, daß das Einsatzgefäß bei dem ersten auf einer ebenen Glasplatte aufgestellt war, während es bei den andern auf drei isolierenden Hartgummispitzen stand, die durch Glasstäbe miteinander verbunden waren. Durch die Glasplatte wird aber die Gleichmäßigkeit des Wärmeübergangs am Boden des Einsatzgefäßes gestört und die rechnerische Erfassung der Abstrahlung unsicher. Man erhält im Vor-, Haupt- und Nachversuch häufig einen unregelmäßigen Temperaturverlauf, der sich ungünstig auf die Heizwertbestimmung auswirkt. Daher sind die Glasplatten als Unterlage aus dem Kalorimeter zu entfernen und durch einen Einsatz aus drei untereinander durch Glasstäbe verbundenen Hartgummiklötzen zu ersetzen.

#### Heizwertbestimmung schwer verbrennlicher und aschenreicher Brennstoffe.

Der Verbrennungsverlauf der Heizwertbestimmung im Kalorimeter wird weitgehend von der Zusammensetzung des Brennstoffes beeinflusst, denn die Geschwindigkeit der Durchzündung und die Vollständigkeit der Verbrennung hängen von dem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen sowie von der Menge und Art der Aschenbestandteile ab. Ohne Schwierigkeit und deshalb auch ohne erhebliche Streuung lassen sich die Heizwerte gasreicher und aschenarmer Brennstoffe bestimmen. Mit der Verringerung der flüchtigen Bestandteile verlangsamt sich aber die Durchzündung, und man erhält bei der Heizwertbestimmung von Koks bisweilen unvollständige Verbrennungen. Die Schwierigkeiten wachsen ferner mit steigendem Aschengehalt, weil dabei die Möglichkeit besteht, daß Kohlenbestandteile von schmelzender Asche eingeschlossen werden und unverbrannt bleiben. Zur Beseitigung dieser Störungsursachen sind verschiedene Vorschläge gemacht worden, die im folgenden kurz besprochen werden.

#### Verwendung chemischer Zusatzstoffe.

Ausgehend von der Tatsache, daß die Schwierigkeiten der Heizwertbestimmung von Koksproben auf der Verringerung der reaktionsfähigen Verbindungen im Brennstoff beruhen, versucht man durch Zusatz leicht verbrennlicher Chemikalien Abhilfe zu schaffen. So wird von Roth<sup>1</sup> für die Heizwertbestimmung von Stoffen, die, wie Diamant, Graphit, Anodenkohlen oder mancher Hüttenkoks, schlecht zünden oder sich schwer zu Preßlingen formen lassen, die Zugabe von einigen Tropfen Paraffinöl empfohlen. Dieser Vorschlag ist mit einer Reihe von Zechenkoxen nachgeprüft worden, deren Aschengehalt die üblichen Grenzen erheblich überschritt, wodurch Schwierigkeiten in der Heizwertbestimmung auftraten. Wie aus der Zahlentafel 3 hervorgeht, führte die Heizwertbestimmung ohne Zusatzstoffe zu erheblichen Streuungen. Außerdem lagen die so gefundenen Reinkohlenheizwerte viel zu niedrig. Durch den Zusatz von Paraffinöl wurden die Streuungen zwar nicht vollständig behoben, aber man erzielte eine weit vollkommenere Verbrennung und eine gleichmäßigere Wärmeverteilung. Diese Erfahrung haben zahlreiche andere Untersuchungen bestätigt. Demnach ist bei der Heizwertbestimmung von Koks eine Nachprüfung unter Zusatz von Paraffinöl am Platze, sobald abweichend hohe Streuwerte oder zu niedrige Reinkohlenheizwerte beobachtet werden. Dabei darf natür-

<sup>1</sup> Brennstoff-Chem. 11 (1930) S. 46.



lich nur ein für kalorimetrische Zwecke geprüftes Paraffinöl mit gewährleisteteter Verbrennungswärme Verwendung finden, und die Zusatzmenge ist auf die übliche Temperaturerhöhung von  $2-2\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  abzustimmen.

Zahlentafel 3. Heizwertbestimmungen aschenreicher Koksproben mit und ohne chemischen Zusatzstoff.

Probe	Aschengehalt %	Heizwertbestimmung	
		ohne Zusatzstoff kcal/kg	mit Paraffinöl kcal/kg
3	21,93	6051	6125
		6122	
		6068	
4	20,88	6076	6226
		6064	6229
6	21,56	6053	6188
		6085	6155
8	22,21	6161	6137
		6129	
16	21,57	6030	6164
		6032	6181

Weniger gute Erfahrungen sind mit der Anwendung fester Zusatzstoffe, wie Benzoë- und Salizylsäure, bei der Verbrennung höchst aschenreicher Brennstoffe, wie Mittelprodukte und Waschberge, mit einem Aschengehalt zwischen 25 und 50% gemacht worden. Diese Beimischung fester Verbindungen führt infolge unzureichender Durchmischung leicht zu Überhitzungserscheinungen, die den Einschluß unverbrannter Bestandteile in schmelzender Asche verursachen können. Darum läßt sich bei derartigen Brennstoffen die Genauigkeit der Heizwertbestimmung besser durch eine Änderung des Sauerstoffdruckes beeinflussen. Man erhält nach meinen Erfahrungen befriedigende Ergebnisse, wenn man den im Normblatt vorgesehenen Druck von  $25\text{ kg/cm}^2$  je nach dem Aschengehalt des Brennstoffes auf  $35-45\text{ kg/cm}^2$  erhöht und ohne weitem Zusatz die Heizwertbestimmung durchführt.

#### Änderungen im Aufbau des Kalorimeters.

Eine andere Möglichkeit zur Behebung der Schwierigkeiten bei der Heizwertbestimmung schwer verbrennlicher und aschenreicher Brennstoffe besteht darin, durch Änderungen im Aufbau des Kalorimeters den besondern Verhältnissen Rechnung zu tragen.

Im allgemeinen erfolgt die Verbrennung der Kohlen im Kalorimeter in einem Platinschälchen. Infolge der hohen Wärmeleitfähigkeit dieses Metalls wird die entwickelte Wärme schnell abgeleitet und dadurch eine gute Wärmeverteilung bei der Heizwertbestimmung normaler Brennstoffe erreicht. Diese schnelle Wärmeabführung kann sich aber bei gasarmen Brennstoffen infolge der verlangsamten Durchzündung nachteilig auswirken, denn unter Umständen reicht die vorhandene Wärme für die Verbrennung der letzten brennbaren Anteile nicht mehr aus, und nicht selten ergeben sich unvollständige Verbrennungen. Zur Ausschaltung dieser Fehlerquelle hat man für die Heizwertbestimmung von Koks die Verwendung von Schalen aus Werkstoffen mit geringerer Wärmeleitfähigkeit vorgeschlagen.

Auf Grund einer Anregung von Professor Roth sind zunächst vergleichende Heizwertbestimmungen mit Hochtemperaturkoks im Platin- und Sinterkorundschälchen durchgeführt worden. Diese Versuche haben ergeben (Zahlentafel 4), daß tatsächlich durch die

Behinderung des Wärmedurchganges ein um etwa  $20\text{ kcal/kg}$  höherer Koksheizwert erzielt werden kann. Trotzdem haben sich die Schälchen aus Sinterkorund im Verlauf der Versuche als ungeeignet erwiesen, weil die Temperaturwechselbeständigkeit dieses Werkstoffes zu gering ist. Infolge der plötzlichen und sehr hohen Erhitzung beim Zünden des Brennstoffes im Kalorimeter zerspringen die meisten Schälchen bereits bei der ersten Heizwertbestimmung.

Zahlentafel 4. Vergleichende Heizwertbestimmungen in Tiegeln aus verschiedenen Werkstoffen.

Heizwertbestimmung im Tiegel aus	Versuchs- reihe I	Versuchs- reihe II
	kcal/kg	kcal/kg
Platin ohne Asbesteinlage	7240	7478
	7250	7478
	7250	7506
Platin mit Asbesteinlage	7275	—
	7264	—
	7279	—
Sinterkorund	7269	—
	7279	—
	7279	—
Quarz ohne Asbesteinlage	7252	—
	7236	—
Quarz mit Asbesteinlage	7300	—
	7238	—
	7250	—
	7248	—
	7252	—
Sillimanit (Masse H 40)	7254	—
	7250	—
	7247	—
	7240	—
	7248	—
Sinterberyllerde	7236	—
	—	7409
	—	7508
	—	7500

Nach diesen Ergebnissen wurden die vergleichenden Untersuchungen mit derselben Koksprobe in Ton-, Porzellan- und Quarztiegeln fortgesetzt, die sich aber ebenfalls nicht bewährten. Auch die Verwendung von Quarztiegeln bietet gegenüber dem Platintiegel keine Vorteile, wie aus den Werten der Zahlentafel 4 ersichtlich ist, selbst wenn die Tiegel mit Asbest ausgelegt werden. Diese zusätzliche Maßnahme kann sich sogar schädlich auswirken und zu einem überhöhten Heizwert ( $7300\text{ kcal/kg}$ ) führen. Wenn nämlich der Tiegel mit dem Asbest vor der Bestimmung nicht hinreichend ausgeglüht wird, bleibt ein Teil der schwer zerstörbaren organischen Substanz des Asbestes erhalten und tritt bei der Heizwertbestimmung als zusätzliche Wärmetönung in Erscheinung.

Ähnlich wie Quarztiegel verhalten sich Schälchen aus Sinterberyllerde und aus Sillimanit. Die Streuungen im Heizwert liegen in den gleichen Grenzen wie bei Platinschalen, ohne daß man höhere Werte findet. Als Nachteil ergibt sich aber für den Sillimanit, daß die heiße Asche in den Werkstoff infolge seiner Porigkeit eindringen und nicht wieder entfernt werden kann. Außerdem ändert sich die Temperaturwechselbeständigkeit mit der Zusammensetzung. Man muß daher durch Vorversuche feststellen, ob der betreffende Sillimanit auch, wie z. B. die Masse H 40, den hohen Beanspruchungen im Temperaturwechsel gewachsen ist, sonst zerspringen die Schälchen bei der ersten Heizwertbestimmung.



Schließlich habe ich nach Angaben von Professor Bunte versucht, die Streuungen bei der Heizwertbestimmung von Hochtemperaturkoks durch Einlegen von Asbestpapier in die Platinschälchen zu überwinden. Für die Durchführung einwandfreier Bestimmungen müssen hierbei allerdings zwei Punkte beachtet werden. Man muß das Papier feucht einlegen, damit es sich an die Tiegelwandungen gut anschmiegt, und das Schälchen vor dem Versuch zur Zerstörung der organischen Substanz im Asbest 10 min in der Veraschungsmuffel glühen. In den so vorbehandelten Platinschälchen läßt sich die Heizwertbestimmung von Hochtemperaturkoks mit größerer Gleichmäßigkeit und Vollständigkeit vornehmen. Bei den vorliegenden Versuchen sind unter diesen Bedingungen die gleichen Heizwerte wie in den Sinterkorundschälchen (Zahlentafel 4) gefunden worden, die um etwa 20 kcal/kg höher liegen als bei den Bestimmungen im einfachen Platinschälchen. Dieser Befund steht in Übereinstimmung mit der Beobachtung, daß man in gebrauchten Heizwertschälchen aus Platin infolge der Ausbildung einer geringfügigen Schlackenschicht etwas höhere Heizwerte erhält als in ganz neuen Schälchen. Das Einlegen von Asbestpapier in die Platinschälchen kann also als Behelf für die Heizwertbestimmung schwer verbrennlicher Stoffe empfohlen werden.

Zahlentafel 5. Heizwertbestimmungen mit und ohne Rückstrahler nach Kohen.

Art der Probe	Aschen- gehalt %	Heizwertbestimmung	
		mit Rückstrahler kcal/kg	ohne Rückstrahler kcal/kg
Benzoësäure . . .	aschenfrei	3541	3546
		3548	3539
		3545	3544
		3550	3547
		3540	3542
			3547 3540
Mischung orga- nischer Verbin- dungen . . . . .	aschenfrei	5391	5403
		5409	5384
		5390	5396
		5408	5404
Steinkohle . . . . .	17,39	7034	7055
Mittelprodukt . . .	36,04	5279	5276 5260
Brechkoks 3 . . . .	9,13	7062	7085
Brechkoks 3 . . . .	8,73	7136	7133
Brechkoks 4 . . . .	8,91	7201	7137
		7192	
Koksgrus . . . . .	10,28	6990	7056
		6957	
Koks . . . . .	8,00	7314	7277

Als weniger erfolgreich hat sich der Einbau eines sogenannten Wärmeverteilers oder Rückstrahlers nach Kohen<sup>1</sup> erwiesen. Er besteht aus einem runden Platinblech, das in kurzem Abstand über dem Heizwertschälchen befestigt ist und durch Rückstrahlung der Wärme eine Steigerung der Verbrennungsgeschwindigkeit und damit eine vollständigere Verbrennung bewirken soll. Da seine Anwendung für alle Arten von Brennstoffen empfohlen wird, habe ich zu den vergleichenden Heizwertbestimmungen mit und ohne Rückstrahler neben aschenfreien organischen

Verbindungen reine und aschenreiche Kohlen sowie Zechen- und Gaskoksproben herangezogen. Die Gegenüberstellung der Versuchsergebnisse (Zahlentafel 5) läßt erkennen, daß bei der Heizwertbestimmung aschenfreier organischer Verbindungen kein Einfluß des Rückstrahlers auf die Vollständigkeit der Verbrennung festzustellen ist. Die Höhe und die Streugrenze der ermittelten Heizwerte decken sich in den beiden Versuchsreihen. Aber auch bei den verschiedenen Brennstoffsorten läßt sich keine Verbesserung der Heizwertbestimmung durch den Einbau des Rückstrahlers erzielen, denn unvollständige Verbrennungen und damit Streuheizwerte sind in beiden Versuchsreihen in etwa den gleichen Grenzen anzutreffen. Somit bietet der Einbau des Rückstrahlers nach Kohen keine Vorteile für die Heizwertbestimmung im Kalorimeter.

#### Zusammenfassung.

In den bisher gültigen Arbeitsvorschriften für die Heizwertbestimmung von Brennstoffen sind verschiedene an und für sich wichtige Punkte ziemlich kurz behandelt worden oder sogar ganz unberücksichtigt geblieben. Diese Tatsache hat dazu geführt, daß bei vergleichenden Brennstoffuntersuchungen nicht selten erhebliche Streuungen im Heizwert festgestellt werden. Zur tunlichsten Einschränkung dieser Unsicherheit ist an Hand einer großen Anzahl vergleichender Heizwertbestimmungen der Einfluß verschiedener Berechnungsarten und Versuchsbedingungen auf das Endergebnis der Heizwertbestimmung untersucht worden. Hierbei hat man Erfahrungen gesammelt, deren Beachtung für die Genauigkeit der Heizwertbestimmung von maßgeblichem Einfluß ist und deren Berücksichtigung daher für die Neuaufstellung der Deutschen Brennstoffnormen empfohlen werden kann.

Zur Berechnung der Temperaturberichtigung lassen sich die Gleichungen von Regnault und Pfaundler, Roth, Schultes und Nübel sowie von Moser ohne Bedenken benutzen. Die Schwankungen im Heizwert der verschiedensten Brennstoffe sind bei der Anwendung dieser Formeln sehr geringfügig und liegen im Rahmen der Fehlergrenzen. Dagegen hat sich die Berechnungsart von Langbein auch für technische Untersuchungen als ungeeignet erwiesen, weil die hierbei auftretenden Abweichungen die zulässige Streugrenze in vielen Fällen überschreiten. Die Anwendung der übrigen Formeln richtet sich am besten nach dem Verwendungszweck der Heizwertbestimmungen. Für wissenschaftliche Untersuchungen können die genaueren Berechnungen nach Roth oder Schultes und Nübel empfohlen werden; für technische Reihenanalysen von Kohlen mit stark wechselnder Zusammensetzung haben sich die in ihrer Handhabung einfacheren Gleichungen von Regnault und Pfaundler, Roth, Schultes und Nübel sowie von Moser bewährt; für technische Reihenuntersuchungen gleichartiger Brennstoffe mit vorher in etwa bekanntem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen ist die Formel von Moser unter Berücksichtigung des Vereinfachungsfaktors F in Anbetracht ihrer bequemen Handhabung besonders günstig.

Die Genauigkeit der Heizwertbestimmung ist weitgehend von der Abgrenzung des Hauptversuches gegen den Nachversuch abhängig. Die Höchsttemperatur des Hauptversuches darf, auch wenn sie sich

<sup>1</sup> Berl und Lunge: Chemisch-technische Untersuchungsmethoden, 8. Aufl. 1932, Bd. 2, S. 19.



über mehrere Ablesungen erstreckt, nicht als Endtemperatur  $t_m$  angesehen werden, weil man in diesem Fall infolge unzureichenden Wärmeausgleiches einen zu hohen Heizwert findet. Erst nach mindestens 10 Ablesungen von Minute zu Minute ist der vollständige Wärmeausgleich und damit das wahre Ende des Hauptversuches erreicht. Im allgemeinen fällt die Endtemperatur des Hauptversuches mit dem Beginn der Gleichmäßigkeit im Abfall der Temperatur zusammen. Für die Eichung gelten natürlich die gleichen Gesetzmäßigkeiten.

Auch die Gleichmäßigkeit des Temperaturanstiegs im Vorversuch sowie die Gleichzähligkeit der Temperaturablesungen im Vor- und Nachversuch üben einen beachtlichen Einfluß auf die Genauigkeit der Heizwertbestimmung aus. Außerdem empfiehlt es sich, bei der Wasserwert- und Heizwertbestimmung stets den gleichen Temperaturanstieg von  $2-2\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  einzuhalten.

Die Temperaturmessung selbst sollte auch bei technischen Heizwertbestimmungen nur mit Hilfe von Differential-Thermometern unter Berücksichtigung der durch die Eichung ermittelten Kaliberberichtigung und des Gradwertes erfolgen. Dabei hat sich eine häufigere Temperaturablesung als von Minute zu Minute für feste Brennstoffe als unnötig erwiesen. Für leicht verbrennliche und chemisch reine Stoffe, wie Mineralöle, darf aber die Zeitspanne zwischen zwei Ablesungen

nicht größer als  $\frac{1}{2}$  min sein; auch in dieser Beziehung sind die Wasserwert- und die Heizwertbestimmung gleichartig zu gestalten.

Besondere Aufmerksamkeit ist dem Wärmeschutz des Kalorimeters zu schenken, der sich leicht durch Berechnung der sogenannten Kühlkonstante des Kalorimeters nachprüfen läßt. Bei den üblichen Wasserwerten von  $2400-4000\text{ cal}^{\circ}\text{C}$  soll die Kühlkonstante zwischen  $0,0025$  und  $0,0015^{\circ}\text{C min}$  liegen. Glasplatten eignen sich nicht als Unterlagen für die Kalorimeter-Einsatzgefäße, dagegen lassen durch Glasstäbe verbundene Hartgummispitzen einen einwandfreien Wärmeübergang zu.

Die Schwierigkeiten bei der Heizwertbestimmung von Koks können durch Zusatz von reinem Paraffinöl mit bekannter Verbrennungswärme überwunden werden. Die Benutzung fester Zusatzstoffe, wie Benzoë- oder Salizylsäure ist nicht zu empfehlen, und der Ersatz des Platinschälchens durch Tiegel aus Werkstoffen mit geringerem Wärmeleitvermögen bringt ebensowenig eine Verbesserung wie der Einbau eines Wärmeverteilers nach Kohen. Dagegen hat sich das Auslegen des Platinschälchens mit Asbest unter gewissen Vorsichtsmaßnahmen als vorteilhaft erwiesen. Bei aschenreichen Brennstoffen, wie Mittelprodukten und Waschbergen, hilft man sich am besten durch Erhöhung des Sauerstoffdruckes in der Bombe ohne Verwendung von Zusatzstoffen.

## Die Erfassung der Gesteigungskosten im Abbau.

Von Diplom-Bergingenieur H. Koeppen, Hermsdorf (Schles.).

Die Frage der Erfassung der Gesteigungskosten untertage hat vielfach Anlaß zu Erörterungen im Fachschrifttum gegeben<sup>1</sup>. Nach dem heutigen Stande kann — ganz allgemein betrachtet — die Aufspaltung der Gesteigungskosten untertage nach Aus- und Vorrichtung, Abbau, Förderung und allgemeiner Zimmerung<sup>2</sup> als gleichartig im deutschen Bergbau angesehen werden. Die Erfahrung lehrte jedoch, daß diese grobe Gliederung zwar einen Überblick über den technischen Stand einer Anlage ermöglichte, für die Erkennung technischer Fehlerquellen aber nicht ausreichte. Man schritt daher zu einer weiteren Unterteilung dieser 4 Hauptkonten, bei deren Ausgestaltung die einzelnen Bergbaubezirke ihre eigenen Wege gegangen sind, wie es für Niederschlesien aus den nachstehenden Ausführungen hervorgeht.

Welche Gründe auf der einen Seite eine weniger eingehende Gliederung der Hauptkonten als ausreichend erscheinen ließen und auf der andern Seite zu einer tief in die Einzelheiten der Betriebsvorgänge hineingreifenden Unterteilung führten, soll hier nicht untersucht werden. Es sei nur angedeutet, daß größere Schwierigkeiten in den allgemeinen Verhältnissen einer Bergwerksanlage ein gesteigertes Bedürfnis nach einer möglichst weitgehenden kostenmäßigen Erfassung der Betriebsvorgänge nach sich ziehen. Es erhellt ohne weiteres, daß ein Betrieb, der gegen zahlreiche ungünstige Umstände zu kämpfen

hat, danach strebt, jedes einzelne Glied dieser Vielzahl möglichst umfassend kennen zu lernen.

Insonderheit im Abbau kommen so viele sich gegenseitig beeinflussende Betriebsvorgänge in Betracht, daß der Erfassung der Gesteigungskosten jedes einzelnen eine große Bedeutung zukommt. Die Ermittlung der Gesteigungskosten im Abbau muß sich, wenn sie einen praktischen Wert haben soll, kostenmäßig einwandfrei und erschöpfend auf folgende Betriebsvorgänge erstrecken: vom Beginn des Aufhauens über den eigentlichen Abbau (Gewinnung, Versatz usw.), über die Abbaustrecken (Vortrieb und Unterhaltung) und über die Abbaustreckenförderung bis zum Ausrauben der letzten Strecke, und zwar ausgehend von einem ganzen Bauabschnitt zwischen zwei Sohlen und nicht nur von einem einzelnen Streb.

Die übliche Feststellung der Kosten je t Kohle nach Steigerrevieren kann keine genügenden Anhaltspunkte dafür ergeben, welchen Einfluß die verschiedenen Betriebsvorgänge des Abbaus auf die Kosten ausüben und bei welchem Vorgang etwa Maßnahmen zur Hebung des wirtschaftlichen Erfolges geboten sind. Da bei der Erfassung der Kosten eines Steigerreviers keine Rücksicht darauf genommen werden kann, wieviel verschiedene Betriebsvorgänge hierbei ineinandergreifen, fehlen einwandfreie und zahlenmäßig belegte Feststellungen darüber, ob und inwieweit z. B. der Abbau mit Blasversatz dem Abbau mit Handversatz wirtschaftlich überlegen ist, ferner Nachweise, wie sich z. B. die Förderkosten in der Abbaustrecke bei verschiedenen Fördermitteln verhalten, oder auch über die Abhängigkeit der Streckenkosten von der Art des

<sup>1</sup> U. a. Fritzsche, Glückauf 64 (1928) S. 1669; 65 (1929) S. 1; 68 (1932) S. 57; Kieckebusch, Glückauf 65 (1929) S. 101; Wesemann, Glückauf 64 (1928) S. 814.

<sup>2</sup> Darunter wird die Unterhaltung sämtlicher Grubenbaue außerhalb der Flöze verstanden, vgl. Brandts, Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 82 (1934) S. 366.



Fördermittels usw. Man ist hier jeweils mehr oder weniger auf die Erfahrung allein angewiesen.

Alle diese Fragen sind jedoch für einen Betrieb, der rechnen muß, von so einschneidender Bedeutung, daß erst ihre genaue Kenntnis im Zusammenhang mit den auf persönlichen Eindrücken beruhenden Erfahrungen der am Betriebe Beteiligten die volle Ausschöpfung aller Möglichkeiten gewährleistet. Der Bergbau ist auch heute noch, vielleicht mehr denn je, eine Kunst, d. h. eine freie schöpferische Betätigung, jedoch auf wissenschaftlicher Grundlage.

Zur Verbreiterung dieser Grundlage kann eine zweckmäßig ausgestaltete und sorgfältig geführte Betriebspunktkartei wertvolle Beiträge liefern; sie muß daher auch in weitgehendem Maße zur Erfassung der Gesteungskosten im Abbau herangezogen werden. Das Wesentliche hierbei ist aber, daß man die Ergebnisse aller Betriebsvorgänge im Abbau in eine Form bringt, aus welcher der unmittelbar am Betriebe Beteiligte sofort das zu entnehmen vermag, was eine Beeinflussung der Gesteungskosten im Abbau ermöglicht. Diese Form und die Art der Zusammenstellung sowie vor allem die Vollständigkeit der technischen Kostenstellen im Abbau sind ausschlaggebend für ihre praktische Verwendbarkeit.

In Fragen der Abbaustreckenförderung z. B. muß ein zahlenmäßig belegtes Urteil abgegeben werden können, ob in bestimmten Grenzfällen Wagenförderung, Rutschenförderung oder Bandförderung anzuwenden ist. Bekanntlich tauchen Schwierigkeiten in der Wahl des Streckenfördermittels immer dann auf, wenn die zu erwartenden Fördermengen und streichenden Baulängen scheinbar die Anwendung jedes dieser Fördermittel zulassen. Ohne genaue leistungs- und kostenmäßige Unterlagen sind in solchen Fällen falsche Entschlüsse nicht immer zu vermeiden. Aber auch dort, wo infolge besonderer Umstände die Art des Streckenfördermittels von vornherein gegeben ist, können durch technische Kostenrechnung in der richtigen Form Fehlanlagen verhütet werden, wie es Lowens<sup>1</sup> für die wirtschaftlichen streichenden Baulängen bei Bandförderung nachgewiesen hat.

Bei der Erfassung der Gesteungskosten im Abbau kommt es darauf an, den Einfluß der verschiedenen Gewinnungs- und Versatzarten, Fördermittel usw. in jedem einzelnen Flöz und Bauabschnitt zu klären und auszuweisen. Dieser Aufgabe können zeitlich beschränkte, von einer Anzahl von Beobachtern vorgenommene Betriebsuntersuchungen beliebig herausgegriffener Fälle mit der Stechuhr nicht gerecht werden, sondern es sind alle während der ganzen Betriebsdauer eines Baufeldes auflaufenden Kosten zu berücksichtigen.

Somit werden unter Benutzung der Zahlen des nach finanztechnischen Gesichtspunkten geführten Kontenplanes und der bekannten Betriebspunktkartei der Wirtschaftsstelle die Gesamtkosten eines Flözes oder eines Bauabschnittes aus ihren Einzelposten zusammengestellt, und zwar einerseits nach Löhnen, Maschinen, Material und andererseits nach Gewinnung, Versatz, Förderung, Strecken. Die Gliederung der Kosten nach diesen Betriebsvorgangskonten, die sich wiederum aus den erstgenannten Kostenarten zusammensetzen, ist das Wesentliche, da sich nur auf diesem Wege die Betriebsvorgänge bis in ihre letzten Einzelheiten verfolgen lassen.

Die Kohlenmengen, Schichten und Geldbeträge eines Baufeldes — zunächst ohne den Anteil der Querschläge und Stapel — werden in der aus dem Vordruck 1 ersichtlichen Weise für jedes Flöz besonders zusammengestellt.

Vordruck 1.

		Kosten	Kohlen	Schichten-
		₰	t	zahl
Gewinnung	Löhne . . .			
	Maschinen .			
	Sprengstoff			
	Ausbaustoffe			
Summe				
Versatz von Hand	Löhne . . .			
	Rutschen .			
	Material . .			
	Summe			
maschinenmäßig	Löhne . . .			
	Maschinen .			
	Material . .			
	Summe			
Versatz zus.				
Förderung Kohle	Löhne . . .			
	Maschinen .			
	Summe			
	Berge	Löhne . . .		
Maschinen .				
Summe				
Holz		Löhne . . .		
	Maschinen .			
	Summe			
	Aufhauen . . . . .			
Strecken . . . . .				
Hilfsbetriebe . . . . .				
insges.				

Die Lohnkosten werden dem vom Steiger geführten Schichtennachweis gemäß Kontenplan entnommen. Die Feststellung der Maschinenkosten erfordert eine sorgfältige und umfangreiche Vorarbeit. Zu ihrer Berechnung dienen die von der Wirtschaftsstelle zu bearbeitenden Streberichte und die bekannten Maschinenmieten. Diese werden durch Stichproben und Überwachung der Kosten für Instandsetzung und Kraftbedarf ständig auf ihre Gültigkeit geprüft und im Bedarfsfalle berichtigt. Die Maschinenkosten für den Blasversatz findet man in einer besonders geführten Kartei, in der die Kosten für Abschreibung, Instandhaltung und Kraftbedarf der Maschine, für Rohre, Verschläge und sonstige Aufwendungen genau vermerkt werden. Auch die Kosten für Rutschenbleche und Gurtbänder sind in den Maschinenmieten enthalten.

Besondere Sorgfalt erfordert in manchen Revieren die Ermittlung der Holzkosten. Dort, wo infolge günstiger Gebirgsverhältnisse geringe, stets gleichbleibende Holzmengen und Hölzer von gleicher Länge und Stärke verwendet werden können, ist die Aufgabe einfach. In Betrieben dagegen, die infolge schlechter Gebirgsverhältnisse und schwankender Mächtigkeiten in jeder Strebwand Stempel von verschiedener Länge und Stärke und wechselnde Holzmengen benötigen, muß man die Karteinummer des Betriebspunktes auf dem Anforderungszettel für Holz vermerken und die

<sup>1</sup> Glückauf 72 (1936) S. 441.







Um schon hier den Einfluß der Flözbeschaffenheit und der verschiedenen Versatzarten untersuchen zu können, zerlegt man den Flözbetrieb noch einmal nach andern Gesichtspunkten, und zwar in Kohlenbetrieb, Bergebetrieb und Streckenbetrieb. Der Kohlenbetrieb umfaßt den Gesamtaufwand für Gewinnung, für Förderung von Kohle und Holz und für Aufhauen; der Bergebetrieb berücksichtigt den Gesamtaufwand für Versatz und Bergeförderung, während der Streckenbetrieb über den Aufwand bei Auffahrung, Unterhaltung und Ausrauben der Abbaustrecken und Hilfsbetriebe unterrichtet.

Es folgt im Vordruck 4 eine Aufstellung über die Kosten je t Kohle im Strebetrieb, wobei die Zahlen des Vordrucks auf 1 t Förderung bezogen werden. Wie bereits ausgeführt, sind diese Kosten in die drei Gruppen Löhne, Maschinen, Material gegliedert und nach den Konten Gewinnung, Versatz, Förderung getrennt.

Die letzte Übersicht (Vordruck 5) gibt die Kosten je t nach Konten wieder und zeigt die Summe der Lohn-, Maschinen- und Materialkosten in derselben Unterteilung wie der Vordruck 3. Außerdem sind noch die Kosten je tkm für Kohlenförderung und je m<sup>3</sup>km für Bergeförderung angeführt. Diese Zahlen müssen mit herangezogen werden, weil in der Abbaustreckenförderung die Kosten je t nicht genügend Aufschluß über die mehr oder weniger gute Betriebsreglung oder Zweckmäßigkeit in der Wahl des Fördermittels geben. Hier ist die technische Kostenstelle ( $\mathcal{M}$  je tkm) für die Beurteilung des Betriebsvorganges »Abbaustreckenförderung« wichtiger als die kaufmännische ( $\mathcal{M}$  je t).

Auf diese Weise ist eine lückenlose Erfassung aller Abbaukosten gewährleistet und der Betrieb in der Lage, die Auswirkungen seiner Maßnahmen in jedem Streb und in jedem Flöz zu verfolgen sowie aus den jeweiligen Betriebsergebnissen Schlüsse für die Zukunft zu ziehen.

Die textliche Auswertung der Vordrucke geschieht in der Weise, daß der zuständige Wirtschaftsingenieur nach den Aufzeichnungen aus seinen eigenen Befahrungen und gegebenenfalls denen der verantwortlichen Betriebsbeamten sozusagen den Werdegang des Baufeldes mit seinen Hoch- und Tiefpunkten verfolgt. Die Aufzeichnungen der letztgenannten sind deshalb besonders wertvoll, weil darin meist Hinweise auf die engsten Querschnitte und Anordnungen für deren Beseitigung enthalten sein werden.

Die engsten Querschnitte sowie ihre Ursachen und Auswirkungen werden an Hand der Zahlenunterlagen der Wirtschaftsstelle erläutert, die einzelnen Betriebsvorgänge — Gewinnung Versatz usw. — gegliedert und die Einwirkungen der verschiedenen Arbeitsvorgänge auf die Gesteungskosten aufgezeigt. Die Abhängigkeit der Kosten der Hackenarbeit von der Beschaffenheit der Kohle und des Nebengesteins kann ebenso einwandfrei erkannt werden, wie sich unzulängliche Betriebsmaßnahmen und verfehlter Einsatz maschinenmäßiger Hilfsmittel nachweisen lassen. Die tatsächlichen Kosten des Schrämbetriebes, nicht als getrennter Einzelvorgang, sondern im Zusammenhang mit den übrigen Arbeitsvorgängen, werden klar ersichtlich. Die Kosten der Förderung im Streb geben einwandfrei Auskunft darüber, ob mit dem angewandten Gewinnungsverfahren alle Möglichkeiten

ausgeschöpft worden sind oder nicht. Beim Versatz wird untersucht, ob für die vorliegenden Verhältnisse die Versatzart richtig gewählt und in welchen Fällen der Blasversatz dem Handversatz wirtschaftlich überlegen ist. Im Vergleich mit den Kosten des Teilversatzes spielen die Kosten der Verarbeitung überschüssiger Bergemengen, die untertage anfallen, eine wichtige Rolle.

Steht eine größere Anzahl untersuchter Baufelder zur Verfügung, so erweisen sich die Vergleiche mit ähnlichen Betrieben verschiedener Anlagen als äußerst aufschlußreich. Häufig werden erst dadurch schwache Punkte in der Betriebsführung eines Abbaus offenbar, die an sich infolge niedriger Gesteungskosten — weil abhängig von der Flözmächtigkeit — nie als schwache Stellen in Erscheinung getreten wären.

Aus dem Vergleich mit andern Betrieben lassen sich auf etwa noch vorhandene Möglichkeiten einer schärfern Betriebszusammenfassung Hinweise entnehmen, die der Werksleiter sofort zur Hand hat, wenn er die Ergebnisse der Auswertung für die künftige Planung heranzieht. Im nächsten Flöz des gleichen Bauabschnittes können diese Erfahrungen dann sofort praktisch verwertet werden. Die Auswertung der Betriebsergebnisse soll also nicht eine Kritik sein, d. h. nicht die erkannten Fehler betonen, sondern muß die Wege zu ergründen suchen, die künftig die Vermeidung einmal erkannter Fehler gewährleisten. Selbstverständlich muß der Bearbeiter über eingehende eigene Betriebserfahrung verfügen, damit die Auswertung den unmittelbaren Bedürfnissen des Betriebes angepaßt werden kann und nicht nur den Wert einer rein akademischen Abhandlung hat.

So werden nacheinander die Gesteungskosten im Abbau eines jeden Flözes in demselben Bauabschnitt erfaßt, wobei sich die Ergebnisse der Betriebsvorgänge im Abbau der zuerst gebauten Flöze beim Abbau des nächsten Flözes voll ausnutzen lassen. Die zahlenmäßig festgehaltenen Erkenntnisse bilden eine wichtige Unterstützung der persönlichen Erfahrung.

Sind alle Flöze eines Baufeldes berücksichtigt, so werden die Ergebnisse zusammengefaßt. Dazu treten noch die mit Hilfe der Betriebspunktkartei ermittelten tatsächlichen Kosten der Gesteinarbeiten, wie Abteilungsquerschlag, Stapel und Ortsquerschläge. Im niederschlesischen Bezirk spielen dabei infolge der ungünstigen Gebirgsverhältnisse die Unterhaltungskosten teilweise eine größere Rolle als die Aufwandskosten; sie müssen daher genau ermittelt und in Rechnung gestellt werden.

Mit der Endabrechnung bietet sich dann noch die Möglichkeit, nicht nur von der Leistungsseite her den Leistungsvorrat eines Flözes<sup>1</sup> und einer ganzen Flözgruppe einschließlich der Gesteinarbeiten, sondern darüber hinaus von der Kostenseite her den erforderlichen Kapitalaufwand für jedes Flöz mit ausreichender Genauigkeit zu bestimmen.

Das geschilderte Verfahren zur Erfassung der Gesteungskosten im Abbau hat sich als brauchbares Hilfsmittel für die Werksleitung erwiesen. Der Wert liegt darin, daß man dabei über Zahlen verfügt, die sich laufend im Dauerbetriebe ergeben haben und durch keinerlei theoretische Errechnung einzelner Betriebsvorgänge beeinträchtigt sind.

<sup>1</sup> Dohmen, Glückauf 72 (1936) S. 306.



Die Auswirkungen der Erfassung der Gesteungskosten im Abbau auf die Maßnahmen des Betriebes sollen in einer spätern Arbeit behandelt werden.

### Zusammenfassung.

Nach einem Hinweis auf die Notwendigkeit, die Betriebsvorgänge im Abbau zu gliedern und kosten-

mäßig vollständig zu erfassen, wird dargelegt, daß die Vollständigkeit gewährleistet ist, wenn die Ermittlungen nicht nur einzelne Streben, sondern ganze Baufelder einschließlich der Strecken und Aufhauen berücksichtigen. Anschließend wird ein Verfahren geschildert, das die Gesteungskosten im Abbau mit Hilfe der Begriffe Strebbetrieb, Vorrichtungsbetrieb und Flözbetrieb vollständig zu erfassen gestattet.

## U M S C H A U.

### Gesichtspunkte für die Herstellung von Elektroden aus Steinkohlenmischungen.

Von Dr. H. Mönnig, Bochum.

(Mitteilung aus dem chemischen Laboratorium der Westfälischen Berggewerkschaftskasse zu Bochum.)

Zur Herstellung von Elektroden werden bei hohen Temperaturen erzeugte stark graphitierte Kohlen von bestimmter Korngröße mit Bindemitteln versetzt, geformt, gepreßt und alsdann unter Luftabschluß gebrannt. Als Rohstoffe dienen Graphit, Steinkohlen jeder Art, Steinkohlenkoks, Petrol- und Pechkoks, Ruß, künstlicher Graphit sowie Bruch und Ausschub bereits gebrannter Stücke. Die natürlichen Erzeugnisse enthalten je nach der Herkunft viel Mineralstoffe und müssen mechanisch oder chemisch aufbereitet werden, während z. B. die künstlichen Kohlen (außer Steinkohlenkoks) nur geringe Mengen anorganischer Substanz aufweisen und als Reinkohlen anzusprechen sind. Am reinsten läßt sich der Ruß herstellen. Er ist nicht, wie häufig angenommen wird, reiner Kohlenstoff, sondern besteht aus Kohlenwasserstoffen mit einem Kohlenstoffgehalt von 87–98% und enthält außer Wasserstoff noch adsorbierten Sauerstoff. An Verunreinigungen soll er nicht mehr als 0,1% Asche (aus Eisen sowie Spuren von Silizium und Aluminium bestehend) sowie 2–3% Wasser und geringe Mengen Empyreuma (Öl) aufweisen. Je nachdem, ob der Ruß durch Verbrennung von Kohlenwasserstoffen mit ungenügender Sauerstoffzufuhr, durch Spaltung oder Zersetzung kohlenstoffreicher Verbindungen bei höhern Temperaturen oder durch andere chemische Umsetzungen entsteht, wechseln die Zusammensetzung und das Verwendungsgebiet. Vor seiner Verarbeitung zu Elektroden wird der Ruß karbonisiert, d. h. mit Teer gemischt, bei höhern Temperaturen entgast und alsdann gemahlen. Ebenso werden Petrolkoks, Pechkoks, Retortenkoks und Anthrazit vor ihrer Verwendung für Elektroden in Retorten bei bestimmten, für ihre Graphitierung notwendigen Temperaturen entgast und anschließend zerleinert. Die Steinkohle ist im allgemeinen ähnlich dem Graphit stark mit mineralischer Substanz verunreinigt, so daß ihrer Verwendung nur beschränkte Bedeutung zukommt.

Bekanntlich sind jedoch hier und da auch sehr aschenarme Steinkohlen anzutreffen, deren Verwendung für Elektroden mehr Aufmerksamkeit als seither verdient. Da ferner die Steinkohlenaufbereitung in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte gemacht hat, wonach es gelingt, eine aschenarme Kohle weitgehend von ihren anorganischen Bestandteilen zu befreien, so daß nicht mehr als 0,5% Asche in der Kohle verbleiben, außerdem besonders gasärmere Rohkohlen mit 1% anorganischer Substanz keine Seltenheit sind, gewinnt die Herstellung von Elektroden aus derartigen Rohstoffen erhöhte Bedeutung. Der bis jetzt benutzte Petrolkoks wird vom Ausland eingeführt, und der im Inland erzeugte Pechkoks ist verhältnismäßig teuer, weil durch die Entgasung des wertvollen Peches bei höherer Temperatur ein im Verhältnis zum Ausgangsgut geringer Anteil Koks übrigbleibt (Tiegelverkokung 30 bis 40% je nach Herkunft), während Ruß als zusätzlicher Elektrodenrohstoff eine untergeordnete Rolle spielt. Demgegenüber beträgt die Ausbeute an Koks bei gasreicheren Kohlen 60–80%, bei gasärmern noch erheblich mehr, so daß schon hierdurch die für die Kohle notwendigen Auf-

bereitungskosten in starkem Maße ausgeglichen werden können. Voraussetzung für die Verwendung von Steinkohlen zur Elektrodenbereitung ist selbstverständlich die Wirtschaftlichkeit der Aufbereitungsverfahren. Was die Güte des Pechkokes anbelangt, so ist er für Sonderzwecke auf Grund seines niedrigen Aschengehaltes unersetzlich, es müßte denn gelingen, mit billigen Mitteln den bei der Steinkohle verbleibenden, als Primärasche anzusprechenden geringen Anteil von ungefähr 0,5% noch weiter herabzudrücken.

Die anzuwendenden Aufbereitungsverfahren sind: Trennung mit Schwerflüssigkeiten, Setzarbeit und Flotation sowie Auflösung der Kohle mit organischen Lösungsmitteln oder Entaschung mit Hilfe von Säuren- und Basenaustausch. Eine wichtige Rolle, besonders bei der Feinstkornaufbereitung, spielt die hohe Wasserlöslichkeit der Vitritasche. Es erübrigt sich aber, hier näher auf die einzelnen Verfahren einzugehen, da hierüber ein umfangreiches Schrifttum vorliegt. Mit den gewöhnlichen Aufbereitungsverfahren können höchste Anforderungen an die Reinheit der Kohle nicht erfüllt werden, es sei denn, daß während des Setzens und Flotierens kleinere Mengen von Reinkohle anfallen, die man abschöpft. In den meisten Fällen wird der Wirtschaftlichkeit halber eine als aschenarm bekannte vitritische Kohle zur Aufbereitung gelangen, weil die andern Gefügebestandteile, Durit und Fusit, erheblich größere Mengen anorganischer Stoffe enthalten. Eine weitere Aufbereitung kann während der Mahlarbeit erfolgen, da das gröbere, feste Kokskorn im Gegensatz zu den im Betrieb gemachten Erfahrungen oft mehr Asche aufweist als das feine und durch Siebarbeit zu entfernen ist. Ob die Feinstmahlung der Kohle besser vor oder nach der Aufbereitung stattfindet, hängt ganz von der Verteilung und Zusammensetzung der anorganischen Bestandteile sowie von der Höhe des Aschengehaltes ab; häufig werden je nach der Korngröße bei derselben Kohle die verschiedensten Aufbereitungsverfahren angewendet werden müssen. Es ist natürlich klar, daß z. B. bei der Aluminiumerzeugung im Elektrodengut dann mehr Asche zulässig ist, wenn diese vorwiegend aus  $Al_2O_3$  besteht. So lassen sich bei vielen Kohlen durch die Aufbereitung Anreicherungen von Tonerde feststellen, die jedoch meist wegen ihres hohen  $SiO_2$ -Gehaltes entfernt werden müssen.

Die als Bindemittel für die Elektroden angewandten Stoffe sind vorwiegend organischer Natur und zum Teil patentamtlich geschützt, wie z. B. asphalt- und bitumenartige Verbindungen; meist werden jedoch Teere und Teerpeche als Bindestoffe zugesetzt. Die Menge des anzuwendenden Bindemittels hängt von dem Feinheitsgrad und der Art des Elektrodengutes sowie von dem Druck und der Temperatur während des Preßvorganges ab.

Da manche Steinkohlen genügend Bitumen für die Bindung von Elektrodenstaub aufweisen, liegt der Gedanke nahe, sie unmittelbar zur Bereitung von Elektroden zu verwenden. Ich habe bereits darauf hingewiesen<sup>1</sup>, daß sich Kohlen von bestimmter Gefügezusammensetzung und hohem Gehalt an flüchtigen Stoffen (30–40%) zur Herstellung von Elektroden ohne besondere Bindemittel eignen. Es erscheint nun wünschenswert, auch andere Kohlenarten, wie Anthrazit, Mager-, Eß- und Fettkohlen, deren Koke nicht viel mehr Asche enthalten, für die Elektroden-

<sup>1</sup> Glückauf 72 (1936) S. 752.



bereitung heranzuziehen, zumal da der Anteil an anorganischen Stoffen, wie bereits erwähnt, eine wichtige Rolle spielt. Die Ergebnisse der Kurzanalysen von 5 Kohlenproben verzeichnet die Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1. Kurzanalysen einiger Versuchskohlen.

Probe	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %
Hyg. Wasser . . . . .	3,30	0,70	0,70	0,6	1,5
Flüchtige Stoffe . . . . .	34,30	31,00	21,00	14,7	7,1
Asche . . . . .	0,55	0,75	0,45	0,9	1,0

Die Kohlen 1 und 2 sind nach dem Bertrand-Verfahren aufbereitet und anschließend zur Entfernung der Reste von Eisen und Kalzium mit verdünnter Salzsäure behandelt worden; sie haben ursprünglich 2,4 und 1,4% Asche enthalten. Die Proben 3 und 4 sind ebenfalls aufbereitete Kohlen, während es sich bei 5 um eine Rohkohle in unaufbereitetem Zustande handelt.

Da der Anthrazit und die Magerkohle nicht backende Brennstoffe darstellen, können sie als Magerungsmittel für gasreichere Kohlen bei der Herstellung von Elektroden dienen. Außerdem läßt sich Koksmehl zum Magern verwenden, ähnlich dem Verfahren zur Herstellung rißfreier feuerfester Steine, wobei bereits gebranntes pulverförmiges Gut aus demselben Stoff zugesetzt wird.

Zur Prüfung dieser Zusammenhänge wurden die verschiedensten Mischungen von Magerkohle, Anthrazit oder Koks einerseits mit Eß-, Fett-, Gas- oder Gasflammkohle andererseits hergestellt, gemahlen, gefornt, gepreßt und bei höherer Temperatur verkocht. Der zur Mischung benutzte Koks war bei Temperaturen von 550, 700 und 1350° gewonnen worden und wurde so weit zerkleinert, daß die Öffnung sämtlicher Poren gewährleistet war. Je nach der Art der Kohle, die zur Verarbeitung gelangte, mußten die Zusätze verschieden bemessen werden (Zahlentafel 2). So erwies sich bei einer Gasflammkohle eine Zumischung von 30% Koks als am geeignetsten für die Elektrodenbereitung. Wurde mit einer Anthrazit-, Mager- oder Eßkohle gemagert, so erhöhte sich der Zusatz auf 40–50%. Die untersuchten Fettkohlen erhielten Zusätze von 50–70% Mittel- oder Hochtemperaturkoks bzw. 50–60% Magerkohle oder Anthrazit und lieferten damit äußerst feste und widerstandsfähige Elektroden mit niedrigem Aschengehalt. Die Entfernung der anorganischen Bestandteile aus der Kohle durch die Aufbereitung beeinträchtigte in keiner Weise die Festigkeit der fertigen Elektroden. In allen Fällen dient die Fett-, Gas- oder Gasflammkohle selbst, d. h. das in ihr enthaltene Bitumen, als Bindemittel; es ist demnach zur Herstellung geeigneter Elektroden nur ein einziger Verkokungsgang notwendig, wenn man von dem die Rißbildung verhütenden Koksmehl absieht.

Die Schrumpfung einer so gemischten Kohle während der Entgasung ist erklärlicherweise nicht groß, was jedoch unwesentlich ist, weil die Mischung sehr stark zusammengepreßt werden darf, ohne nach der Entgasung Spannungsrisse aufzuweisen. Mit steigendem Zusatz an Magerungsmitteln sinkt das Schrumpfungsvermögen der Elektroden; in jedem Falle läßt sich aber der Schrumpfungsgrad für bestimmte Zusätze und Temperaturen im voraus berechnen, wenn man die zur Mischung verwendeten Einzelbestandteile näher kennt. Die Dichte der Elektroden muß demnach bei Mischungen mit hohem Gehalt an Magerungsmitteln vorwiegend durch erhöhten Druck während der Formgebung erreicht werden. Kohlen ohne Zusätze dagegen bedürfen nur eines ganz bestimmten, nicht zu hohen Druckes während des Formens, damit Spannungsrisse während der Entgasung vermieden werden; außerdem sind der Größe der herzustellenden Körper bestimmte Grenzen gesetzt.

Ist der Zusatz eines Magerungsmittels sehr hoch, z. B. über 90%, so hat man es in der Hand, die gesamte Mischung wie üblich durch Verkokung zu graphitieren, alsdann zu zerkleinern und mit einem der bekannten Binde-

mittel zu mischen, zu formen und zu brennen. Zu diesem Zwecke sind einige bei sehr hohen Temperaturen erzeugte Kokse von Fett- und Gaskohlen mit Steinkohlenschwelteepech gebunden, unter starkem Druck geformt und alsdann gebrannt worden. Das Pech wurde in der für die Brikett-herstellung üblichen Menge und darüber hinaus zugesetzt; in allen Fällen erhielt man steinharte, äußerst widerstandsfähige Elektroden, deren dichtes Gefüge in erster Linie auf dem hohen Formdruck beruhte. Mit Rücksicht auf die große Menge flüchtiger Stoffe im Bindemittel darf man den Pechzusatz nicht zu hoch wählen, weil sich sonst das Gefüge der Elektroden lockerer gestaltet.

Wird weiterhin durch den Zusatz eines zur Vermeidung von Blähungen dienenden Magerungsmittels die Festigkeit der Elektroden beeinträchtigt, so läßt sich auch hier das Schwelteepech zur Verbesserung der Abbildung heranziehen. Die dabei anzuwendenden Bindemittelmengen sind sehr gering und richten sich, abgesehen von der Körnung, einerseits nach der Menge des Magerungsmittels und andererseits nach der Backfähigkeit der benutzten Fett- oder Gaskohle. Gegebenenfalls kann man auch Anthrazit allein zur Elektrodenbereitung mit Schwelteepech verwenden, jedoch muß hier mit einem höhern Pechzusatz gearbeitet werden; die fertigen Elektroden zeigen außerdem leicht kleinere Risse, was zu Ablätterungen und damit zu Stoffverlusten führt.

Da geringer Abbrand zu den wichtigsten Eigenschaften für die Erzielung eines wenig gestörten Betriebsganges gehört, empfiehlt es sich, stets Gemische von Anthrazit, Magerkohle, Eßkohle oder Koks einerseits sowie von Fett-, Gas- oder Gasflammkohle andererseits, unter Umständen mit Pechzusatz oder Beigabe eines andern Bindemittels herzustellen. Die Mischung verschiedener Kohlen, namentlich mit bereits hoch graphitiertem Koks, wirkt sich insofern stets günstig aus, als sie die Widerstandsfähigkeit gegen thermische Einflüsse stark erhöht und Rißbildung bei höchster Beanspruchung verhütet. Wenn das Kristallgitter einseitig ausgerichtet ist, was stets dann zutrifft, wenn die Kohle ohne Zusätze gebrannt wird, ist die Gefahr größerer Rißbildung und Ablätterung sehr beträchtlich; diese einseitige Ausrichtung der Graphitkristalle wird durch magernde Zusätze gestört. Über die zweckmäßige Mischung verschiedener Kohlen unterrichtet die Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2. Zweckmäßige Mischungen einiger Kohlen.

Koks %	Anthrazit %	Mager- kohle %	Fett- kohle %	Gas- kohle %	Gas- flammkohle %	Schwel- teepech %
—	50	—	—	—	50	—
60	—	—	—	40	—	—
60	—	—	30	10	—	—
65	—	—	35	—	—	—
70	—	—	30	—	—	—
—	60	—	40	—	—	—
—	50	—	50	—	—	—
—	60	—	—	—	37	3
—	80	—	—	—	—	20
—	—	85	—	—	—	15
—	—	70	—	30	—	—
92	—	—	—	—	—	8
30	—	—	—	—	70	—

Erwähnt sei, daß das Zerkleinern und Mahlen von Koks, ganz abgesehen von der Abnutzung der Mühlen, sehr zeitraubend ist, während die weiche Kohle auch bis zu einem größeren Feinheitsgrad mühelos gepulvert werden kann. Bei Zusatz von größeren Mengen von Koks oder gasarmer Kohle richtet sich der Feinheitsgrad des Gemisches nach den für die Elektrodenherstellung üblichen Normen, wobei gleichzeitig grobes und feines Korn zur Verwendung gelangen können. Die leichtere Mahlbarekeit der weichen Kohle dürfte demnach gegenüber der des Kokses einen Vorteil bedeuten, wenn dieser auch nur bis zur Öffnung der Poren gepulvert zu werden braucht. Außerdem gelangt bei der Zerkleinerung des harten Kokses aus den Mahlmaschinen in das Mahlgut eine gewisse, sehr unerwünschte



Menge Eisenstaub, die man auf elektromagnetischem Wege entfernen muß.

Die zum Brennen der Elektroden notwendige Temperatur richtet sich ganz nach der Zusammensetzung der Mischung; enthält diese z. B. einen erheblichen Hundertsatz von einem bei höchsten Temperaturen entgasten Koks, so erfolgt das Brennen bei weniger als 1000°. Ist dagegen dieser Anteil nicht sehr hoch, oder verwendet man gasarme Kohlen als Magerungsmittel, so muß bei Temperaturen gearbeitet werden, die eine weitgehende Graphitierung der Mischung gewährleisten. Findet das Brennen der Elektroden bei hohen Wärmegraden statt, so wird die Porigkeit des Gutes größer, wenn nicht mit der Temperaturzunahme eine gleichzeitige Schrumpfung verbunden war. Demnach ist es wichtig, die Magerung nur so weit durchzuführen, daß gleichzeitig noch eine Verringerung der durch die Entgasung bedingten Hohlräume eintritt, oder aber man erhöht, wie bereits erwähnt, den Druck während der Formgebung. Einer besonders vorsichtigen Entgasung der Kohlen bedarf es, wenn ohne oder mit nur geringen Zusätzen gearbeitet wird, was jedoch nicht erforderlich ist, wenn die magernden Anteile mehr als die Hälfte ausmachen, wobei man unter Umständen die geformte Kohle unmittelbar der angestrebten Endtemperatur aussetzen kann. Sämtliche Kohlen müssen in lufttrocknem Zustande entgast werden, da schon ein geringer Gehalt an grober Feuchtigkeit störend wirkt und die geformten Körper während des Brennens auseinanderfallen läßt.

Bei der Elektrodenherstellung fallen als Nebenerzeugnisse Schwel-, Mittel- und Hochtemperaturteer sowie die entsprechenden Gase an. Das Gas kann unmittelbar zur

Eigenheizung dienen, nachdem daraus das Gasol oder Benzol entfernt worden ist, während Schwel- und Mitteltemperaturteer in Benzin-, Diesel- und Heizöl umgewandelt werden können. Aus den Nebenerzeugnissen lassen sich demnach wichtige, für die Treibstoffwirtschaft notwendige Stoffe gewinnen. Gleichzeitig kann man das als Bindemittel brauchbare Schwelteerpech erhalten, wenn man es vorzieht, den Teer abzutreiben und die einzelnen Fraktionen für sich zu verarbeiten. Das Schwelgas hat bekanntlich einen sehr hohen Heizwert und eignet sich daher vorzüglich für die Beheizung von Elektrodenöfen.

Die Nachfrage nach geeigneten Elektroden aus Kohle wird mit der steigenden Leichtmetallerzeugung immer dringender werden, zumal da Deutschland als metallarmes Land besonders auf die Aluminiumgewinnung angewiesen ist. Aluminium stellt den zehnten Teil der Erdrinde dar und wird an Menge nur noch von den beiden Elementen Sauerstoff und Silizium übertroffen; es gibt doppelt so viel Aluminium auf der Welt als Eisen. Wenn auch zur Zeit der Bauxit, der vorwiegend aus Ungarn eingeführt wird (in Deutschland kommt der Bauxit nur in geringen Mengen am Vogelsberg vor), als Rohstoff für die Aluminiumherstellung dient, so wird man doch in Zukunft auf die deutschen Mineralien, namentlich den Ton zurückgreifen müssen, von dem reichliche Lager zur Verfügung stehen. Zur Verdrängung des für die Elektrodenherstellung heute noch vorherrschend verwendeten ausländischen Petrolkokes muß man künftig den aschenärmsten Steinkohlen, deren Aufbereitung nicht allzu kostspielig ist, mehr Beachtung schenken und darf sie nicht wahllos dort verwenden, wo so gut wie keine veredelnde Wirkung damit erzielt wird.

**Beobachtungen der Wetterwarte der Westfälischen Berggewerkschaftskasse zu Bochum im März 1937.**

März 1937	Luftdruck, zurückgeführt auf 0° Celsius, Normalschwere u. Meereshöhe	Lufttemperatur ° Celsius (2 m über dem Erdboden)					Luftfeuchtigkeit		Wind, Richtung und Geschwindigkeit in m/s, beobachtet 36 m über dem Erdboden und in 116 m Meereshöhe			Niederschlag (gemessen 7 h 31 min)		Allgemeine Witterungserscheinungen	
		Tagesmittel mm	Tagesmittel	Höchstwert	Zeit	Mindestwert	Zeit	Absolute Tagesmittel g	Relative Tagesmittel %	Vorherrschende Richtung		Mittlere Geschwindigkeit des Tages	Regenhöhe mm		Schnee (Wassergehalt) mm
										vorm.	nachm.				
1.	745,3	+ 2,0	+ 3,9	11.00	+ 1,1	13.00	4,6	83	SO	SW	5,0	—	—	vorm. Schnee, nachm. u. ab. Reg. vorwiegend heiter	
2.	53,2	+ 3,5	+ 6,2	13.00	+ 1,1	3.00	4,0	65	SSO	SSO	4,0	1,4	0,8	" "	
3.	55,0	+ 2,9	+ 6,0	16.00	0,0	7.30	3,9	67	SO	NO	3,2	—	—	" "	
4.	50,3	+ 3,4	+ 6,8	14.30	— 0,5	8.00	4,4	75	O	ONO	3,4	—	—	" "	
5.	49,2	+ 3,6	+ 5,9	14.30	+ 1,1	8.00	5,2	85	NO	NO	4,0	—	—	bewölkt, abends Regen	
6.	54,4	+ 2,6	+ 5,0	7.00	+ 1,0	24.00	5,3	90	S	WSW	4,2	3,0	—	nachts u. vorm. Reg., ztw. Schnee	
7.	51,8	+ 1,4	+ 2,5	17.00	— 0,1	7.00	5,0	93	NO	NO	3,8	5,4 <sup>1</sup>	—	nachts u. vorm. Schnee, ab. Reg.	
8.	52,8	— 0,8	+ 1,0	0.00	— 1,5	10.00	4,2	92	NNO	NO	3,6	5,1 <sup>1</sup>	—	nachts u. früh Schnee, bewölkt	
9.	47,3	+ 3,6	+ 5,6	22.00	— 0,9	7.00	5,4	91	NO	O	3,9	—	0,0	vorm. Schnee, nachm. Regen	
10.	51,7	+ 1,9	+ 3,4	14.30	— 0,9	7.00	4,2	78	SW	SW	6,1	1,1	4,0	vorm. Graupel, nachts u. ab. Reg.	
11.	46,8	+ 6,6	+ 9,6	24.00	+ 2,3	0.00	4,9	68	SSO	SSO	5,4	—	0,9	bewölkt, nachm. u. abds. Regen	
12.	44,7	+ 7,6	+ 10,4	4.00	+ 6,6	24.00	6,1	75	WSW	S	4,4	0,9	—	bewölkt	
13.	43,7	+ 6,2	+ 7,9	14.30	+ 5,3	18.30	5,9	80	SW	SO	5,2	0,0	—	mittags und nachmittags Regen	
14.	40,4	+ 7,6	+ 10,2	16.00	+ 2,5	5.15	5,9	75	OSO	SSO	4,9	2,4	—	vormittags und abends Regen	
15.	53,5	+ 4,2	+ 7,5	0.00	+ 2,0	24.00	4,8	74	SW	WSW	8,9	4,4	—	nachts, nachm. u. abends Regen	
16.	64,5	+ 5,6	+ 8,3	14.30	+ 1,4	7.00	4,2	63	WSW	SSO	4,7	1,2	—	nachts Regen, tags vorw. heiter	
17.	52,3	+ 8,2	+ 10,0	12.30	+ 5,5	7.00	6,8	83	SSO	SW	6,4	2,0	—	vormittags u. nachmittags Regen	
18.	56,0	+ 9,8	+ 12,6	13.00	+ 6,8	7.00	6,4	69	SSW	SSW	4,3	2,8	—	wechselnde Bewölkung	
19.	55,2	+ 8,5	+ 12,2	14.00	+ 6,0	24.00	6,7	77	S	WSW	2,0	0,0	—	vorwiegend bewölkt	
20.	52,2	+ 6,5	+ 11,1	14.30	+ 1,9	5.30	5,8	76	SO	NO	1,4	—	—	vormittags starker Nebel	
21.	51,3	+ 6,2	+ 7,4	16.45	+ 3,5	0.45	6,1	84	NW	NW	1,2	—	—	bewölkt	
22.	47,0	+ 6,4	+ 8,6	13.30	+ 4,7	4.00	6,6	88	O	NW	2,0	0,0	—	regnerisch, nachmittags Gewitter	
23.	52,5	+ 3,7	+ 6,2	16.45	+ 1,8	24.00	4,9	78	W	WNW	3,5	8,5	—	nachts und abends Regen	
24.	59,3	+ 4,4	+ 7,3	15.30	+ 0,1	4.00	4,8	75	NW	NNW	2,5	0,1	—	ziemlich heiter	
25.	56,7	+ 4,3	+ 6,6	16.30	+ 2,3	8.45	5,1	78	SW	W	4,7	0,7	—	fr. Schnee, Reg., tags in Schauern	
26.	53,3	+ 0,2	+ 3,0	3.30	— 0,9	20.00	4,7	93	S	NW	3,8	10,0 <sup>2</sup>	—	nachts und tags Schnee	
27.	56,4	+ 2,0	+ 4,7	13.00	— 0,7	0.00	4,8	86	SW	SW	5,3	—	8,0	wechs. Bewölk., nachm. Schnee	
28.	62,3	+ 3,5	+ 6,4	16.15	+ 0,4	1.30	5,2	85	W	W	2,4	—	7,7	" " Schneeschauern	
29.	68,0	+ 3,8	+ 5,8	13.30	+ 0,7	4.00	4,0	64	NO	NO	2,1	—	0,0	" "	
30.	70,2	+ 3,5	+ 6,4	16.30	+ 2,0	7.30	4,5	72	NO	NO	4,0	—	—	ziemlich heiter	
31.	65,7	+ 5,4	+ 9,0	14.30	+ 0,3	7.30	4,8	70	NO	ONO	3,8	—	—	vorwiegend bewölkt	
Mts.-Mittel	753,6	+ 4,5	+ 7,0		+ 1,8		5,1	78			4,0	49,0	21,4		

<sup>1</sup> Teilweise Schnee. — <sup>2</sup> Teilweise Regen.

Summe: 70,4

Mittel aus 50 Jahren (seit 1888): 54,9



**Beobachtungen der Magnetischen Warten der Westfälischen Berggewerkschaftskasse im März 1937.**

März 1937	Deklination = westl. Abweichung der Magnetnadel vom Meridian von Bochum							
	Mittel aus den tägl. Augenblickswerten 8 Uhr und 14 Uhr = annäherndem Tagesmittel	Höchstwert	Mindestwert	Unterschied zwischen Höchst- und Mindestwert = Tagesschwankung	Zeit des		Störungscharakter	
					Höchstwertes	Mindestwertes	vorm.	nachm.
1.	25,4	29,9	9,5	20,4	21,0	23,7	1	1
2.	26,1	32,5	14,9	17,6	14,8	20,6	1	1
3.	25,2	29,6	19,0	10,6	13,9	9,3	1	0
4.	25,4	30,3	19,8	10,5	15,4	9,3	0	1
5.	28,6	42,0	8,9	33,1	14,9	23,3	1	1
6.	—	—	—	—	—	—	—	—
7.	24,5	—	—	—	—	—	1	1
8.	24,4	27,9	19,6	8,3	14,1	8,9	0	0
9.	24,6	27,5	18,3	9,2	14,1	9,3	0	0
10.	25,0	30,4	20,0	10,4	13,8	9,1	1	1
11.	25,3	30,1	18,7	11,4	14,0	9,5	0	0
12.	25,6	30,4	18,9	11,5	13,9	9,3	0	0
13.	—	29,1	11,2	17,9	13,5	23,9	0	1
14.	25,4	31,6	8,3	23,3	12,9	4,0	1	1
15.	30,5	36,3	19,2	17,1	13,9	0,7	1	1
16.	25,0	29,7	18,5	11,2	14,3	22,4	0	1
17.	24,2	30,4	16,0	14,4	14,7	22,9	1	1

März 1937	Deklination = westl. Abweichung der Magnetnadel vom Meridian von Bochum							
	Mittel aus den tägl. Augenblickswerten 8 Uhr und 14 Uhr = annäherndem Tagesmittel	Höchstwert	Mindestwert	Unterschied zwischen Höchst- und Mindestwert = Tagesschwankung	Zeit des		Störungscharakter	
					Höchstwertes	Mindestwertes	vorm.	nachm.
18.	25,4	30,3	16,7	13,6	15,1	9,3	1	1
19.	27,0	32,5	19,0	13,5	14,0	8,9	1	1
20.	25,0	30,3	17,6	12,7	14,4	9,3	1	1
21.	25,3	31,4	18,4	13,0	15,4	9,1	0	1
22.	26,2	36,2	15,3	20,9	14,1	21,9	1	1
23.	23,4	33,5	17,6	15,9	13,0	3,2	1	1
24.	23,4	30,4	17,5	12,9	13,5	8,1	1	1
25.	23,5	30,6	16,3	14,3	13,7	8,9	1	0
26.	26,2	34,4	15,9	18,5	14,0	8,9	0	1
27.	29,0	38,5	8,3	30,2	13,7	23,6	1	1
28.	26,8	32,4	15,7	16,7	14,4	9,5	1	1
29.	24,5	30,5	15,5	15,0	14,7	9,4	1	1
30.	25,3	33,6	14,8	18,8	15,3	9,8	1	1
31.	32,2	37,0	8,6	28,4	8,3	19,1	2	2
Mts.-mittel	7 25,8	32,0	15,8	16,2	Mts.-Summe	22	25	

**WIRTSCHAFTLICHES.**

**Polens Steinkohlenausfuhr im Jahre 1936<sup>1</sup>.**

Bestimmungsländer	1935	1936	± 1936 gegen 1935
	t	t	t
Europa:			
Belgien . . . . .	320 054	483 479	+ 163 425
Danzig . . . . .	295 751	293 470	- 2 281
Deutschland . . . . .	6 477	97	- 6 380
Frankreich . . . . .	1 066 975	1 268 078	+ 201 103
Griechenland . . . . .	76 682	97 189	+ 20 507
Holland . . . . .	114 253	173 363	+ 59 110
Irland . . . . .	46 190	—	- 46 190
Italien . . . . .	1 451 852	1 025 124	- 426 728
Jugoslawien . . . . .	74 060	13 790	- 60 270
Malta . . . . .	22 155	37 100	+ 14 945
Nordische Länder . . . . .	3 552 623	3 316 408	- 236 215
davon Dänemark . . . . .	467 674	300 372	- 167 302
Estland . . . . .	4 545	1 480	- 3 065
Finnland . . . . .	200 651	245 351	+ 44 700
Island . . . . .	24 790	14 517	- 10 273
Lettland . . . . .	46 115	50 488	+ 4 373
Norwegen . . . . .	464 785	401 536	- 63 249
Schweden . . . . .	2 344 063	2 302 664	- 41 399
Österreich . . . . .	949 720	790 754	- 158 966
Rumänien . . . . .	7 075	7 332	+ 257
Schweiz . . . . .	91 542	152 443	+ 60 901
Tschechoslowakei . . . . .	201 536	29 441	- 172 095
Ungarn . . . . .	5 726	11 655	+ 5 929
Portugal . . . . .	2 030	4 190	+ 2 160
Spanien . . . . .	4 200	4 750	+ 550
zus.	8 288 901	7 708 663	- 580 238
Außereuropäische Länder:			
Algerien . . . . .	69 281	34 630	- 34 651
Argentinien . . . . .	135 133	259 065	+ 123 932
Ägypten . . . . .	83 250	55 310	- 27 940
Sonstiges Afrika . . . . .	9 775	13 280	+ 3 505
Brasilien . . . . .	—	28 050	+ 28 050
Sonstige Länder . . . . .	10 900	41 053	+ 30 153
zus.	308 339	431 388	+123 049
Bunkerkohle . . . . .	577 606	686 112	+108 506
Steinkohlenausfuhr insges.	9 174 846	8 826 163	- 348 683

<sup>1</sup> Nach Oberschl. Wirtsch.

**Durchschnittslöhne<sup>1</sup> je Schicht im polnisch-ober-schlesischen Steinkohlenbergbau<sup>2</sup> (in Goldmark)<sup>3</sup>.**

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Kohlen- und Gesteinshauer			Gesamtbelegschaft		
	Leistungslohn	Barverdienst	Gesamteinkommen	Leistungslohn	Barverdienst	Gesamteinkommen
1933 . . . . .	4,96	5,30	5,66	3,80	4,08	4,37
1934 . . . . .	4,71	5,03	5,33	3,66	3,94	4,18
1935 <sup>4</sup> . . . . .	4,60	4,90	5,15	3,61	3,88	4,09
1936: Jan. . . . .	4,58	4,89	5,13	3,60	3,88	4,09
Febr. . . . .	4,56	4,86	5,08	3,61	3,87	4,06
März . . . . .	4,55	4,86	5,08	3,61	3,87	4,06
April . . . . .	4,53	4,84	5,05	3,60	3,87	4,05
Mai . . . . .	4,54	4,85	5,00	3,59	3,87	4,02
Juni . . . . .	4,53	4,84	5,00	3,59	3,87	4,02
Juli . . . . .	4,49	4,79	4,94	3,58	3,83	3,96
Aug. . . . .	4,54	4,85	5,02	3,61	3,87	4,03
Sept. . . . .	4,60	4,91	5,09	3,63	3,89	4,05
Okt. . . . .	4,60	4,90	5,11	3,62	3,88	4,06
Nov. <sup>5</sup> . . . . .	4,61	4,91	5,13	3,64	3,90	4,09
Dez. . . . .	4,61	4,94	5,17	3,65	3,95	4,15
Ganzes Jahr <sup>4</sup>	4,55	4,86	5,06	3,60	3,87	4,05
1937: Jan. . . . .	4,61	4,93	5,18	3,64	3,93	4,13

<sup>1</sup> Der Leistungslohn und der Barverdienst sind auf 1 verfahrenre Schicht bezogen, das Gesamteinkommen jedoch auf 1 vergütete Schicht. — <sup>2</sup> Nach Angaben des Bergbau-Vereins in Kattowitz. — <sup>3</sup> Umgerechnet nach den Devisennotierungen in Berlin. — <sup>4</sup> Errechnete Zahlen. — <sup>5</sup> Berichtigt.

**Reichsindexziffern<sup>1</sup> für die Lebenshaltungskosten (1913/14 = 100).**

Jahres- bzw. Monats-durchschnitt	Gesamt-lebenshaltung	Er-nährung	Woh-nung	Heizung und Be-leuchtung	Beklei-dung	Ver-schiedenes
1933 . . . . .	118,0	113,3	121,3	126,8	106,7	141,0
1934 . . . . .	121,1	118,3	121,3	125,8	111,2	140,0
1935 . . . . .	123,0	120,4	121,2	126,2	117,8	140,6
1936 . . . . .	124,5	122,4	121,3	126,0	120,3	141,4
1937: Jan. . . . .	124,5	121,4	121,3	126,6	124,2	141,8
Febr. . . . .	124,8	121,9	121,3	126,6	124,4	141,8
März . . . . .	125,0	122,3	121,3	126,6	124,5	141,9

<sup>1</sup> Reichsanzeiger Nr. 49.



**Durchschnittslöhne je verfahrenre Schicht im holländischen Steinkohlenbergbau<sup>1</sup>.**

Monats-durchschnitt	Durchschnittslohn <sup>2</sup> einschl. Kindergeld							
	Hauer		untertage insges.		übertage insges.		Gesamtbelegschaft	
	fl.	M <sup>3</sup>	fl.	M <sup>3</sup>	fl.	M <sup>3</sup>	fl.	M <sup>3</sup>
1933 . . . . .	5,59	9,48	5,14	8,72	3,93	6,67	4,73	8,02
1934 . . . . .	5,57	9,42	5,13	8,68	3,91	6,62	4,69	7,93
1935 . . . . .	5,54	9,33	5,07	8,53	3,87	6,51	4,62	7,78
1936: Jan.	5,55	9,37	5,06	8,54	3,84	6,48	4,60	7,77
April	5,55	9,38	5,05	8,53	3,86	6,52	4,61	7,79
Juli	5,52	9,33	5,03	8,51	3,82	6,46	4,57	7,73
Okt.	5,54	7,40	5,02	6,70	3,80	5,07	4,56	6,09
Nov.	5,51	7,41	5,00	6,72	3,81	5,12	4,56	6,13
Dez.	5,52	7,50	5,00	6,79	3,82	5,19	4,56	6,19
Ganzes Jahr	5,54	8,88	5,03	8,06	3,84	6,15	4,58	7,34
1937: Jan.	5,54	7,55	5,00	6,82	3,83	5,22	4,57	6,23

**Durchschnittslöhne (Leistungslöhne) je verfahrenre Schicht im mitteldeutschen Braunkohlenbergbau<sup>1</sup>.**

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Bei der Kohलगewinnung beschäftigte Arbeiter		Gesamtbelegschaft
	Tagebau	Tiefbau	
	M	M	
1933 . . . . .	6,41	7,18	5,80
1934 . . . . .	6,28	7,35	5,88
1935 . . . . .	6,40	7,51	5,95
1936 . . . . .	6,42	7,62	6,03
1936: Januar . . . . .	6,31	7,44	5,88
April . . . . .	6,43	7,57	5,94
Juli . . . . .	6,40	7,73	6,13
Oktober . . . . .	6,42	7,71	6,07
November . . . . .	6,37	7,69	6,01
Dezember . . . . .	6,37	7,63	6,03
1937: Januar . . . . .	6,36	7,61	6,01

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

<sup>1</sup> Angaben der Bezirksgruppe Mitteldeutschland der Fachgruppe Braunkohlenbergbau, Halle.

**Durchschnittslöhne je verfahrenre Schicht in den wichtigsten deutschen Steinkohlenbezirken<sup>1</sup>.**  
Wegen der Erklärung der einzelnen Begriffe siehe die ausführlichen Erläuterungen in Nr. 2/1937, S. 47 ff.  
Kohlen- und Gesteinshauer.

	Ruhr-bezirk	Aachen	Saar-land	Sachsen	Ober-schlesien	Nieder-schlesien
	M	M	M	M	M	M

**A. Leistungslohn**

1933 . . . . .	7,69	6,92		6,35	6,74	5,74	6,75	6,09		5,80	5,20	5,15
1934 . . . . .	7,76	7,02		6,45	6,96	5,94	6,78	6,19		5,85	5,30	5,29
1935 . . . . .	7,80	7,04	6,89 <sup>3</sup>	6,48	7,09	5,94	6,81	6,22	6,33 <sup>3</sup>	5,91	5,37	5,30
1936: Jan.	7,83	7,07	6,99	6,50	7,12	5,97	6,84	6,24	6,42	5,95	5,41	5,32
April . . . . .	7,84	7,06	6,99	6,48	7,13	5,98	6,80	6,24	6,43	5,93	5,42	5,30
Juli . . . . .	7,82	7,09	7,10	6,47	7,15	6,03	6,78	6,23	6,48	5,95	5,42	5,35
Okt. . . . .	7,84	7,07	7,09	6,57	7,17	6,04	6,81	6,22	6,49	6,00	5,45	5,35
Nov. . . . .	7,86	7,15	7,07	6,67	7,23	6,10	6,83	6,27	6,49	6,06	5,47	5,38
Dez. . . . .	7,82	7,05	7,04	6,56	7,15	6,01	6,82	6,21	6,46	6,01	5,45	5,33
Ganzes Jahr	7,83	7,07			7,16	6,02	6,81	6,23			5,44	5,34
1937: Jan. . . . .	7,84	7,07	7,06	6,59	7,21	6,04	6,83	6,23	6,48	6,03	5,48	5,32

**B. Barverdienst**

1933 . . . . .	8,01	7,17		6,52	7,07	5,95	7,07	6,32		5,99	5,44	5,39
1934 . . . . .	8,09	7,28		6,63	7,29	6,15	7,11	6,43		6,04	5,55	5,53
1935 . . . . .	8,14	7,30	7,52 <sup>3</sup>	6,65	7,42	6,15	7,15	6,47	6,94 <sup>3</sup>	6,09	5,63	5,56
1936: Jan.	8,18	7,32	7,64	6,66	7,46	6,18	7,18	6,49	7,02	6,12	5,68	5,58
April . . . . .	8,19	7,32	7,60	6,63	7,46	6,19	7,16	6,50	7,03	6,12	5,69	5,57
Juli . . . . .	8,18	7,36	7,73	6,63	7,47	6,24	7,12	6,49	7,07	6,12	5,68	5,59
Okt. . . . .	8,22	7,33	7,72	6,75	7,50	6,26	7,15	6,46	7,09	6,20	5,71	5,60
Nov. . . . .	8,30	7,42	7,71	6,89	7,58	6,39	7,25	6,55	7,11	6,30	5,77	5,71
Dez. . . . .	8,23	7,31	7,66	6,75	7,49	6,30	7,22	6,48	7,06	6,23	5,74	5,65
Ganzes Jahr	8,20	7,33	7,66	6,68	7,49	6,25	7,17	6,49	7,05	6,15	5,71	5,60
1937: Jan. . . . .	8,30	7,37	7,70	6,81	7,56	6,30	7,25	6,51	7,09	6,27	5,77	5,61

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

**Deutschlands Außenhandel<sup>1</sup> in Kohle im Februar 1937<sup>2</sup>.**

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Steinkohle		Koks		Preßsteinkohle		Braunkohle		Preßbraunkohle	
	Einfuhr	Ausfuhr	Einfuhr	Ausfuhr	Einfuhr	Ausfuhr	Einfuhr	Ausfuhr	Einfuhr	Ausfuhr
	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
1913 . . . . .	878 335	2 881 126	49 388	534 285	2 204	191 884	582 223	5029	10 080	71 761
1929 . . . . .	658 578	2 230 757	36 463	887 773	1 846	65 377	232 347	2424	12 148	161 661
1930 . . . . .	577 787	2 031 943	35 402	664 241	2 708	74 772	184 711	1661	7 624	142 120
1931 . . . . .	481 039	1 926 915	54 916	528 448	4 971	74 951	149 693	2414	7 030	162 710
1932 . . . . .	350 301	1 526 037	60 591	432 394	6 556	75 596	121 537	727	5 760	126 773
1933 . . . . .	346 298	1 536 962	59 827	448 468	6 589	67 985	131 805	230	6 486	108 302
1934 . . . . .	405 152	1 828 090	64 695	513 868	9 131	60 303	148 073	116	7 289	102 841
1935 . . . . .	355 864	2 231 131	62 592	550 952	7 794	68 272	138 369	174	6 136	100 624
1936 . . . . .	357 419	2 387 480	55 282	598 635	7 634	70 249	137 008	27	6 600	93 822
1937: Januar . . . . .	362 879	2 864 240	55 450	696 816	6 677	72 618	136 064	40	7 086	95 661
Februar . . . . .	304 037	3 010 366	31 755	663 086	14 862	65 053	144 182	82	8 472	67 781
Januar-Februar	333 458	2 937 303	43 603	679 951	10 770	68 836	140 123	61	7 779	81 721

<sup>1</sup> Solange das Saargebiet der deutschen Zollhoheit entzogen war (bis zum 17. Februar 1935), galt es für die deutsche Handelsstatistik als außerhalb des deutschen Wirtschaftsgebiets liegend. — <sup>2</sup> Mon. Nachw. f. d. ausw. Handel Deutschlands.







als verlangt wurde, zumal die Zechen in erster Linie für die Versorgung der mit ihnen verbundenen Kokereien Sorge trugen. Ähnlich knapp war Bunkerkohle, so daß die britischen Kohlenstationen nur unter großen Schwierigkeiten eine volle Belieferung erzielen konnten. Die Reeder nahmen erneut Anlaß, sich über die gänzlich unzureichenden Lieferungen sowie über die hohen Preise zu beklagen, auch scheint sich auf Grund der verschiedenen bisher nicht öffentlich bekannt gewordenen Streitigkeiten in Nottingham eine allgemeine Unruhe auszubreiten, die ihren Grund darin findet, daß die Löhne trotz der wesentlich gesteigerten Kohlenpreise bisher noch keine Änderung erfahren haben und deshalb zu Verstimmungen unter den Bergarbeitern Anlaß geben. Die Folge davon ist, daß sich trotz der hervorragenden Absatzlage hier und da bereits Anzeichen für ein vorsichtigeres Geschäftsgebahren bemerkbar machen. Während die Preise für gewöhnliche Bunkerkohle unverändert blieben, erfuhren beste Sorten eine Erhöhung von 21 auf 21–22 s. Eine wesentliche Steigerung der Notierung brachte die vergangene Woche für alle Kokssorten. Gießerei- und Hochofenkoks wie auch Gaskoks erzielten 32/6–40 s gegen 32/6–37/6 s in der Woche zuvor. Das bedeutet für Gießereikoks innerhalb von zwei Monaten eine Erhöhung um nahezu 40%.

2. Frachtenmarkt. Auf dem britischen Kohlenchartermarkt kamen in der Berichtswoche nur wenige neue Geschäfte zustande, wozu der fortbestehende starke Mangel an Verladeeinrichtungen mit beitrug. Dennoch konnten sich

die Frachtsätze voll und ganz behaupten, auch sind die weitem Aussichten so günstig, daß die Reeder keine Zugeständnisse zu machen brauchen. Das Sichtgeschäft mit dem Baltikum schloß sehr fest. Im Küstenhandel spielten die Verladungen von Northumberland nach den südlichen Bezirken eine besondere Rolle, aber auch in allen übrigen Häfen herrschte eine rege Verladetätigkeit. Besonders hervorzuheben ist die umfangreiche Nachfrage der britischen Kohlenstationen, die sich auf längere Dauer erstreckt. Der Handel mit dem Mittelmeer hat sich gleichfalls gefestigt. Angelegt wurden für Cardiff-Genua 8 s 8 d, -Alexandrien 8 s 9 d.

#### Londoner Preisnotierungen für Nebenerzeugnisse<sup>1</sup>.

Der Markt für Teererzeugnisse hat im allgemeinen gut angezogen, woraus auch preislich einige Vorteile erwachsen. So wurde Pech mit 37–37/6 s notiert gegen 36–37 s in der Woche zuvor, Reintoluol stieg in der gleichen Zeit von 2/4–2/5 auf 2/5–2/6 s, rohe Karbolsäure von 2/7–2/9 auf 2/11–3/1 s und gereinigtes Solventnaphtha von 1/6–1/7 auf 1/7 s. Kresosot war gleichfalls dank der lebhaften Festlandnachfrage für Verschiffungen während des zweiten Halbjahrs sehr fest, ebenso wie Motorenbenzol, das durch die in Kürze zu erwartenden Preiserhöhungen für Petroleum begünstigt wurde. Die Anforderungen an Straßenteer entsprachen ungefähr denjenigen des Vorjahrs.

<sup>1</sup> Nach Colliery Guardian und Iron and Coal Trades Review.

#### Förderung und Verkehrslage im Ruhrbezirk<sup>1</sup>.

Tag	Kohlenförderung t	Koks- er- zeugung t	Preß- kohlen- her- stellung t	Wagenstellung zu den Zechen, Kokereien und Preß- kohlenwerken des Ruhrbezirks (Wagen auf 10 t Ladegewicht zurückgeführt)		Brennstoffversand auf dem Wasserwege				Wasser- stand des Rheins bei Kaub (normal 2,30 m) m
				rechtzeitig gestellt	gefehlt	Duisburg- Rubrorter <sup>2</sup> t	Kanal- Zechen- H ä f e n t	private Rhein- t	insges. t	
April 4.	Sonntag	81 618	—	6 066	—	—	—	—	—	2,96
5.	443 317 <sup>3</sup>	81 618	14 559	26 565	—	56 630	41 798	18 577	117 005	2,90
6.	408 681	81 588	13 293	26 201	—	57 335	42 597	14 942	114 874	2,88
7.	406 025	81 759	13 575	25 749	—	59 823	43 757	14 960	118 540	2,87
8.	411 373	81 483	13 356	26 499	—	56 733	47 871	15 408	120 012	2,91
9.	408 572	82 903	14 077	25 992	—	58 606	47 593	16 595	122 794	2,93
10.	415 319	81 833	12 577	26 070	—	57 265	46 505	15 395	119 165	3,07
zus.	2 493 287	572 802	81 437	163 142	—	346 392	270 121	95 877	712 390	
arbeitstgl.	415 548 <sup>4</sup>	81 829	13 573	27 190	—	57 732	45 020	15 980	118 732	

<sup>1</sup> Vorläufige Zahlen. — <sup>2</sup> Kipper- und Kranverladungen. — <sup>3</sup> Einschl. der am Sonntag geförderten Mengen. — <sup>4</sup> Trotz der am Sonntag geförderten Menge durch 6 Arbeitstage geteilt.

## PATENTBERICHT.

### Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekanntgemacht im Patentblatt vom 1. April 1937.

5b. 1402706. Franz Stubert, Kom.-Ges., Köln. Gummischlauch, besonders für Grubenbetriebe. 15. 2. 37.

5b. 1403194. Maschinenfabrik Buckau R. Wolf AG., Magdeburg. Abbaugerät mit schwenkbarem Aufbau. 4. 3. 37.

5c. 1402674 und 1403165. Dinglerwerke AG., Zweibrücken (Rheinpfl.). Löseschuh für Wanderpfeiler. 15. 7. und 31. 12. 35.

5c. 1403163. Heinrich Toussaint, Berlin-Lankwitz, und Bochumer Eisenhütte Heintzmann & Co. G. m. b. H., Bochum. Zur Verankerung von eisernen einzelstehenden Grubenausbaurahmen bestimmte Flacheisen. 14. 3. 33.

5d. 1402697. Josef Brand, Stahlkonstruktion, Rohr- und Behälterbau, Duisburg-Hamborn. Verstärkungsrand an Blechrohren. 30. 1. 37.

5d. 1402698. Maschinenfabrik Halbach, Braun & Co., Wuppertal-Blombacherbach. Seilmuffe. 30. 1. 37.

5d. 1403198. Maschinenfabrik Mönninghoff G. m. b. H., Bochum. Transportband, besonders für den Bergeversatz. 5. 3. 37.

10a. 1402843. Fried. Krupp Grusonwerk AG., Magdeburg-Buckau. Füllkörper zur Verwendung in Trommeln zum Schwellen u. dgl. sowie für ähnliche Einrichtungen. 15. 1. 37.

10b. 1402812. Metallgesellschaft AG., Frankfurt (Main). Vorrichtung zur Behandlung von Schüttgut. 1. 11. 34.

35a. 1402921. Gutehoffnungshütte Oberhausen AG., Oberhausen (Rhld.). Kippicherung für Förderseilklemmkauschen. 8. 2. 37.

35a. 1402928. Gutehoffnungshütte Oberhausen AG., Oberhausen (Rhld.). Förderseilklemmkausche mit Kippicherung. 16. 2. 37.

81e. 1402607. Hauhinco Maschinenfabrik G. Hausherr, E. Hinselmann & Co. G. m. b. H., Essen. Schüttelrutsche. 23. 10. 34.

81e. 1403022. Demag AG., Duisburg. Klappkübel-Füllrichtung. 19. 10. 34.

81e. 1403105. Doris Gnadt, geb. Eilers, Braunschweig. Zum Befördern ausgedehnter loser Massengüter, wie Kohle o. dgl., dienender Behälter aus festem Stoff. 18. 12. 36.

81e. 1403106. Bleichert-Transportanlagen G. m. b. H., Leipzig. Förderbandleitvorrichtung. 2. 1. 37.

### Patent-Anmeldungen,

die vom 1. April 1937 an drei Monate lang in der Auslegehalle des Reichspatentamtes ausliegen.

1a, 24. H. 141951. Humboldt-Deutzmotoren AG., Köln-Deutz. Sieb- und Zerkleinerungsvorrichtung für Braunkohle. 23. 11. 34.

5c, 9/10. Sch. 107734. Georg Schwarzer, Beuthen (O.-S.). Nachgiebiger Grubenausbau. 16. 8. 35.

5c, 9/10. T. 46115. Heinrich Toussaint, Berlin-Lankwitz, und Bochumer Eisenhütte Heintzmann & Co., Bochum. Blechauskleidung für Streckenausbau in Stahl. 7. 12. 35.



10a, 26/02. H. 142273. Hastings John Helford, Southampton (England). Vorrichtung zum Schwelen von kohlehaltigem Gut. 28. 12. 34. Großbritannien 5. 1. und 17. 11. 34.

10a, 35. N. 38466. Julius Pintsch AG., Berlin. Einrichtung zum Schwelen von Brennstoffen. 8. 8. 35.

81e, 125. B. 166620. Mitteldeutsche Stahlwerke AG., Riesa. Vorrichtung zum Anschütten und Einebnen von Halden. 24. 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.)

5b (21<sub>01</sub>). 643066, vom 26. 10. 34. Erteilung bekanntgemacht am 11. 3. 37. Diplom-Bergingenieur Arnold Lämmert in Berlin-Charlottenburg. *Herstellen von Sprenglöchern.*

Um beim Sprengen den Stückerfall zu erhöhen, ebene und gerichtete Ablösungsflächen zu erzielen, die bei in der üblichen Weise hergestellten Bohrlöchern eintretende Zertrümmerung des Gesteins in unmittelbarer Umgebung der Bohrlöcher in feine und feinste Teilchen zu verhindern sowie die Bildung von Haarrissen im Gestein in der weitem

Umgebung der Bohrlöcher zu vermeiden, werden bei oder nach dem Bohren der Bohrlöcher mit dem Bohrwerkzeug auf die Bohrlochsohle durch Unterbrechung des Umsetzens in nur einer Ebene Schläge ausgeübt. Dadurch werden in dem Gestein in einer Richtung gerichtete Erschütterungszonen erzeugt, die auch dann bestehen bleiben und die Wirkung der gerichteten Ablösungsflächen hervorrufen, d. h. einen günstigen Stückerfall beim Schießen bewirken, wenn eine weitere Vertiefung des Bohrloches erfolgt.

5d (11). 643385, vom 29. 11. 33. Gewerkschaft Eisenhütte Westfalia in Lünen. *Bremsförderinne für den Strebau.* Erteilung bekanntgemacht am 18. 3. 37.

Die Wandung der mit einem Stau- und Kratzglieder tragenden endlosen umlaufenden Fördermittel versehenen Rinne, die von dem Kohlenstoß abgewendet ist, ist so bogenförmig nach oben verlängert, daß sie über die Rinne greift. Der über die Rinne greifende, d. h. der die Rinne überdachende Teil der Wandung kann abnehmbar sein. Die Rinne kann einen rohrförmigen Querschnitt haben und mit einem dem Kohlenstoß zugekehrten, sich über ihre ganze Länge erstreckenden Schlitz versehen sein, durch den das gewonnene Gut in die Rinne befördert wird.

## B Ü C H E R S C H A U.

(Die hier genannten Bücher können durch die Verlag Glückauf G. m. b. H., Abt. Sortiment, Essen, bezogen werden.)

**Congrès international des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie appliquée.** VII<sup>e</sup> Session, Paris, 20–26 octobre 1935. Sous le haut patronage de M. le Président de la République et le patronage du Gouvernement. Section de Géologie appliquée. Organisé par la Société de l'Industrie Minérale, le Comité Central des Houillères de France, le Comité des Forges de France, la Société Géologique de France et la Revue de Métallurgie. 1. Bd. 528 S. mit Abb. und Taf. 2. Bd. 560 S. mit Abb. Paris 1936, Section de Géologie appliquée, Preis geh. 120 Fr., Ausland 140 Fr.

Die auf dem internationalen Kongreß für Bergbau, Hüttenwesen und angewandte Geologie in Paris 1935 gehaltenen geologischen Vorträge sind ebenso wie die hier schon eingehend gewürdigten Abhandlungen bergbaulichen Inhaltes<sup>1</sup> in zwei stattlichen Bänden veröffentlicht worden. Dieses wertvolle Kongreßwerk enthält insgesamt 127 Beiträge, die zur Erleichterung des Überblicks nach sachlichen Gesichtspunkten in acht Gruppen eingeteilt sind. Davon bilden die Gruppen Magmatische Lagerstätten (24 Aufsätze), Sedimentlagerstätten (17) und Erdöl (19) den ersten Band und die Vorträge über die Anwendung der Geologie bei öffentlichen Arbeiten (5) sowie in der Landwirtschaft (5), über Hydrologie (26), Geophysik (10), Unterrichtswesen und Forschungsanstalten (15) den zweiten. Sechs dem Verhandlungsgegenstand nach verwandte und deshalb aus der allgemeinen Gruppeneinteilung herausgestellte Beiträge über die portugiesische Kolonie Mozambique beschließen die Vortragssammlung. Bei den Lesern der Zeitschrift Glückauf dürften vor allem die Aufsätze des ersten Bandes, der eine Art Lagerstättenkunde darstellt, Beachtung finden. Im Rahmen einer Besprechung läßt sich jedoch nur eine gedrängte Übersicht über den umfangreichen Stoff geben.

Die Drucklegung sämtlicher Beiträge ist in französischer Sprache, der alleinigen Verhandlungssprache auf dem Kongreß, erfolgt. Ein kleiner Teil der Aufsätze erörtert Fragen allgemeinen Inhalts, während sich die meisten mit den Ergebnissen der Untersuchung örtlicher Vorkommen befassen. Der Zahl nach stehen die Arbeiten französischer Forscher weitaus an der Spitze; Deutschland ist nur vereinzelt vertreten, so mit einem Bericht von Gothan über die Altersbeziehungen der schlesischen Steinkohlenbecken zum rheinisch-westfälischen Karbon und mit einem kurzen Beitrag von Potonié über die Bedeutung der Mikro-

paläontologie für die Bohrkernuntersuchung und für andere stratigraphische Arbeiten.

Unter den magmatischen Lagerstätten werden u. a. besprochen solche des Goldes in Europa, Afrika, Kanada und auf Madagaskar, von Schwefelkieles auf der Iberischen Halbinsel und Zypern, Kupfer in Finnland, Manganerz in Frankreich und an der Goldküste, schließlich von Eisenerzen in China. Den Abschluß bildet eine Abhandlung über die nutzbaren chinesischen Lagerstätten, die auch die Sedimentlagerstätten umfaßt und eine nach Provinzen aufgeteilte Berechnung der auf 250 Milliarden t geschätzten Kohlenvorräte enthält.

Aus dem Gebiet der Sedimentlagerstätten werden zunächst einige Beiträge über die Steinkohle gebracht, von denen der von Gothan bereits erwähnt worden ist. Delépine behandelt die marinen Faunen der Kohlenbecken und ihre Bedeutung für die Stratigraphie, Fortier und Duparque liefern einen längeren Bericht mit guten Mikrobildern über die im Becken von Namur vorkommenden Kohlen, und Czarnocki erörtert den Einfluß tektonischer Vorgänge auf die Entstehung der verschiedenen Kohlen im polnischen Steinkohlenbecken. Dann folgt als einziger Braunkohlenbeitrag die geologische Beschreibung eines marokkanischen Braunkohlenvorkommens jungtertiären Alters, das aber wegen seines hohen Aschengehaltes und der geringen Flözmächtigkeit von nur 20 cm lediglich wissenschaftlichen Wert hat. Von den weiteren Aufsätzen dieses Abschnitts befaßt sich einer mit dem Vorkommen oolithischer Eisenerze im Devon der Pyrenäen, zwei sind dem rumänischen Steinsalz und zwei weitere den Schwefellagerstätten Südfrankreichs gewidmet.

Die nächste Gruppe bringt die über das Erdöl und seine Verwandten gehaltenen Vorträge. Mehrere davon haben allgemeine Fragen der Erdölforschung zum Gegenstand, so der erwähnte Beitrag von Potonié. In andern wird über die Bedeutung der Foraminiferen für die Erdölstratigraphie sowie über die Entstehung des Erdöls und seiner Lagerstätten berichtet. Besonders hingewiesen sei auf die Ausführungen von van Waterschoot van der Gracht zu der Frage nach dem Vorkommen wirtschaftlich wertvoller Lagerstätten von Erdöl und Naturgas im paläozoischen Gebirge Europas. Die in Deutschland gemachten Erdölfunde sind ihrer Bedeutung entsprechend berücksichtigt worden. Die weiteren in dieser Gruppe aufgeführten Berichte behandeln einzelne Vorkommen von Erdöl, Erdgas, Asphalt und Ölschiefen.

<sup>1</sup> Spackeler: Die wissenschaftlichen Ergebnisse des internationalen Bergbaukongresses in Paris 1935, Glückauf 72 (1936) S. 773 und 803.



Aus dem zweiten Band seien die geophysikalischen Aufsätze erwähnt, in denen neuzeitliche Geräte und Verfahren besprochen sowie Beispiele für ihre praktische Anwendung gegeben werden. So verbreitet sich Schlumberger über das elektrische Schürfen auf Kalisalze im Elsaß, Graf beschreibt neue Vorrichtungen zur Schwere-messung und in einem zweiten Beitrag Einrichtungen und Verfahren zur Messung kleinster Gasmengen in den obersten Erdschichten. Diese Verfahren dürften bei der Aufsuchung von Erdöl wertvolle Dienste leisten.

So enthalten die beiden Bände viel Wissenswertes, das entsprechende Beachtung finden wird. Vorster.

**Der Verband technischer Grubenbeamten 1886–1936.** Eine Festschrift zu seinem fünfzigjährigen Bestehen, verfaßt im Auftrage des Vorstandes von Dr. Hans Spethmann in Essen. 311 S. mit 167 Abb. Gelsenkirchen 1936, Carl Bertenburg. Preis geh. 2,50 *M.*

Nach einem geschichtlichen Überblick über die wirtschaftliche Entwicklung des Ruhrbezirks bis zum Ausbruch des Weltkrieges schildert der Verfasser im ersten Teil seines Buches den Werdegang des Verbandes technischer Grubenbeamten in der Zeit von 1885–1914. Hierbei behandelt er zunächst ausführlich die Strömungen und Ereignisse, die zu seiner Gründung geführt haben, und anschließend die grundsätzlichen Aufgaben des Verbandes, seine Kämpfe um die Altersversorgung, seine Mitarbeit an der Lösung berggesetzlicher und bergpolizeilicher Aufgaben, seine Haltung bei den großen Ausständen und seine Einstellung zu den Steigerverbänden. Es folgt ein Unterabschnitt über die Geschäftsführung des Verbandes in jener Zeit und ein solcher über die Gründung einer eigenen Verbandszeitschrift, welche die Entwicklung der angeschlossenen Vereine und den Verkehr untereinander

fördern sollte. Den leitenden Persönlichkeiten des Verbandes ist der letzte Abschnitt des 1. Teiles gewidmet, worin besonders die Verdienste der ersten Verbandsvorsitzenden und der Ehrenmitglieder, wie Bergrat Hermann Schrader, Grubenverwalter Arndt, Grubenverwalter Braun, Grubeninspektor Zentgraf, Bergrat Kleine und Geh. Bergrat Dr. Schulz, gewürdigt werden.

In dem die Entwicklung des Verbandes in der Zeit von 1914–1925 behandelnden zweiten Teil des Buches wird geschildert, wie Krieg, Revolution und Ruhrbesetzung störend auf die Wirtschaft und die Tätigkeit des Verbandes eingewirkt, wie aber Treue und Zähigkeit der Grubenbeamten die auftretenden Schwierigkeiten zu beherrschen und zu meistern gewußt haben. Eine Ehrentafel gibt die Namen der im Weltkriege gefallenen Verbandsmitglieder wieder.

Der dritte Teil des Buches trägt die Überschrift: »Durch die große Krisis zum Wiederaufstieg 1925–1936«. Hier werden lebendig und ausführlich die wirtschaftlichen Kämpfe des Ruhrgebietes, die feste und unbeirrbar Haltung des Verbandes inmitten der Zeitereignisse und sein mutiger Kampf gegen die marxistischen Strömungen besprochen. Die Bemühungen des Verbandes um die Vorsorge für Unfall, Alter und Tod sowie sein Streben um die geistige Weiterbildung seiner Mitglieder durch bessere Ausgestaltung der Verbandszeitschrift »Der Bergbau« sind eingehend gewürdigt. Den Schluß des Buches bilden ein Rückblick auf die fünfzigjährige Tätigkeit des Verbandes und eine ausführliche Übersicht über die angeschlossenen Vereine und ihre Vorstände.

Die lebendig geschriebene und inhaltsreiche Festschrift, die ein Ehrenbuch der rheinisch-westfälischen Grubenbeamten darstellt, kann allen deutschen Bergleuten warm empfohlen werden. Vollmar.

## Z E I T S C H R I F T E N S C H A U<sup>1</sup>.

(Eine Erklärung der Abkürzungen ist in Nr. 1 auf den Seiten 23–27 veröffentlicht. \* bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

### Mineralogie und Geologie.

Die Asphaltinsel Trinidad. Von Graeve. Petroleum 33 (1937) H. 12, S. 9/12\*. Vorkommen und wirtschaftliche Bedeutung des Asphalts. Entwicklung der Förderung. Zukunftsaussichten.

Der Einfluß des Wassergehaltes auf den Widerstand geologischer Leiter. Von Fritsch. Elektrotechn. Z. 58 (1937) S. 319/20\*. Bedeutung des Wassergehaltes für die Funkgeologie und für Erdungsfragen.

Fortschritte auf dem Gebiete der Baugrundforschung. Von Loos. Z. VDI 81 (1937) S. 381/84\*. Entwicklung der Baugrundforschung in Deutschland und im Auslande. Schrifttum und Normung.

Jong-tertiaire ertstypen en ertsbrengers op Sumatra's westkust. Von de Haan. Ingenieur, Haag 52 (1937) Mijnbouw S. 11/16. Besprechung einiger jungtertiärer Erzvorkommen auf Sumatra und Erörterung ihrer Entstehungsweise.

### Bergwesen.

Calibrated yielding supports. Iron Coal Trad. Rev. 134 (1937) S. 577\*. Beschreibung eines neuartigen Stahlbogenausbaus, bei dem ein neuer Grundgedanke angewandt ist.

Berechnung von Förderseillängsschwingungen. Von Süß. (Schluß.) Glückauf 73 (1937) S. 306/13\*. Angenäherte Berechnung der Eigenschwingungszahlen. Ergebnisse für eine Förderanlage mit kegelförmiger Trommel zum Vergleich.

Double-drum winding engines for Canada. Iron Coal Trad. Rev. 134 (1937) S. 531\*. Beschreibung einer für ein kanadisches Kohlenbergwerk in England erbauten Dampffördermaschine.

Subsidence and the prevention of flooding. Von Glossop. Iron Coal Trad. Rev. 134 (1937) S. 570/72\*. Senkung der Oberfläche durch den Bergbau und Versumpfung des Geländes. Planmäßige Entwässerung. Beschreibung größerer in englischen Bergbaugebieten durchgeführter Arbeiten.

Routine mine ventilation tests, and the effects of natural ventilation. Von Wood. Colliery Guard. 154 (1937) S. 581/85\*. Erhöhte Anforderungen an die Wetterführung. Meßgeräte. Luftdruckmessungen. Natürlicher Ventilationsdruck. Wettermessungen, die in bestimmten Zeitabständen wiederholt werden sollten.

The suppression of dust during drilling underground. Colliery Guard. 154 (1937) S. 589/92\*. Besprechung, Anwendungsweise und Bewährung verschiedener Einrichtungen zur Unschädlichmachung des Bohrstaubes.

### Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Chain-grate stoker firing. Iron Coal Trad. Rev. 134 (1937) S. 529. Aufzeichnung der neuern Entwicklung. Verfeuerung von Anthrazit und Anthrazitstaub. Das Brennstoffbett und sein Widerstand. Schattenseiten sehr reiner Kohle.

Schmelverfahren in Verbindung mit Kesselfeuerungen. Von Thau. Feuerungstechn. 25 (1937) S. 65/72\*. Technische Möglichkeiten und wirtschaftliche Bedeutung der Schmelzung von Brennstoffen vor der Verfeuerung. Beschreibung verschiedener Verfahren. Technisch-wirtschaftliche Zusammenhänge.

Über die Brennzeit von Kohlenstaub. Von Gumz. Feuerungstechn. 25 (1937) S. 74/77. Untersuchung des Einflusses der Luftüberschubzahl und des Aschengehaltes auf die Brennzeit. Betrachtungen über das Zündverhalten und die Rolle der Wärmeleitfähigkeit des Brennstoffes.

Wahrscheinlichkeitsberechnungen in der Kraft- und Wärmetechnik. Von Kusinen. Arch. Wärmewirtsch. 18 (1937) S. 115/19\*. Wahrscheinlichkeitskennlinien. Berechnung der Mittelwerte und Streuungen.

<sup>1</sup> 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.



Grenzform der Summenkennlinie. Anwendungsbeispiele des Näherungsverfahrens.

Dampfkosten bei großen Rohbraunkohlen-Elektrizitätswerken von 1915–1930. Von Andritzky. Arch. Wärmewirtsch. 18 (1937) S. 97/101\*. Zahlenmäßiger Nachweis der durch die fortschreitende Entwicklung im Dampfkesselbau erzielten Ersparnisse an Brenn- und Werkstoff.

Les eaux d'alimentation des chaudières; leur vaporisation et leur épuration. Von Fassina. Chim. et Ind. 37 (1937) S. 440/44. Rationelle Untersuchung eines Kesselspeisewassers. Auflösungstheorie. (Forts. f.)

Colliery power plant. Water hammer in boiler feed systems. Von Ingham. Colliery Guard. 154 (1937) S. 615/17\*. Das Auftreten von Wasserschlägen in Wasserhaltungsmaschinen. Ursachen. Vorsichtsmaßnahmen und sorgfältige Wartung.

#### Elektrotechnik.

Jahresberichte über die Elektrizitätswirtschaft in Deutschland im Jahre 1936. Elektr.-Wirtsch. 36 (1937) S. 184/220\*. Technische, wirtschaftliche und wirtschaftspolitische Entwicklung. Elektrizittversorgung der deutschen Großstädte. Uberlandwerke. Bilanzen und Geschäftsergebnisse. Berichte der einzelnen Bezirksgruppen über ihre Tätigkeit.

Zusätzliche Verluste durch Streufelder bei Mehrwicklungs- und Regeltransformatoren. Von Knaack. Elektrotechn. Z. 58 (1937) S. 347/49\*. Aufstellung praktisch brauchbarer Formeln für die Berechnung der zusätzlichen Verluste.

#### Hüttenwesen.

Turning cast-iron borings to profitable account. Iron Coal Trad. Rev. 134 (1937) S. 574\*. Brikettiermaschine für Bohr- und Eisenfeilspäne. Eignung der Brikette für den Kuppelofen. Wirtschaftlichkeit.

#### Chemische Technologie.

Coal carbonisation and the coal industry. Von Dickie. Colliery Guard. 154 (1937) S. 593/94. Kohlenbedarf der Kokereien und Schwelereien in England. Mischen von Kohlen. Hydrierung der Kohle. Öl aus Kennelkohle.

Hydrogenation tests on Canadian coal. Von Warren and Gilmore. Ind. Engng. Chem. 29 (1937) S. 353/58\*. Aufbau der Prüfeinrichtung und Gang des Untersuchungsverfahrens. Ergebnisse.

Deutsche Kohlen als Ausgangsstoffe chemischer Veredlung. Von Thau. (Schluß.) Brennstoff- u. Wärmewirtsch. 19 (1937) S. 41/45\*. Vergasung und Wassergaserzeugung. Die Synthesegasverfahren von Bubiag-Didier und von Koppers. Verbrauch an festen Brennstoffen für die Benzinerzeugung.

Untersuchungen an einer Benzolgewinnungsanlage. Von Hecker. Gas- u. Wasserfach 80 (1937) S. 203/08\*. Beschaffenheit des Waschols. Frischholzatz. Benzolgehalt im Roh- und Endgas. Wirkungsgrad und Wärmebilanz. Benzolpreis und Ausbeute. Ergebnis und Zusammenfassung. Schrifttum.

The absorption of gases in packed towers. Von Chilton and andern. Ind. Engng. Chem. 29 (1937) S. 298/301\*. Anordnung der Versuchsanlage. Versuchsergebnisse.

Die Messung der Gaszusammensetzung. Von Schultes. Z. VDI 81 (1937) S. 373/79\*. Wärme 60 (1937) S. 199/205\*. Versuchsmige Feststellung der Gaszusammensetzung. Überblick über die physikalischen Meßverfahren. Anwendungsbeispiele.

Öl- und Pechausbeute bei der Teerverarbeitung. Von Moehrle. Glückauf 73 (1937) S. 302/06\*. Destillation des Teers: Einfluß des Destillationsdruckes, der Erhitzungsdauer, der Temperatur und der Destillationszeit. Versuche mit durchgehender Rohrendestillation. Extraktion des Teeres.

Recovery of sulfur dioxide from waste gases. Von Johnstone and Singh. Ind. Engng. Chem. 29 (1937) S. 286/97\*. Beschreibung der Absorptionstürme. Beziehungen zwischen Wärmeübergang und Absorption. Einfluß der Geschwindigkeit der Flüssigkeit. Druckverluste. Versuche bei Verwendung von Rosten. Günstigste Rostabmessungen.

Die Prüfung fester Brennstoffe und die Aufstellung von Einheitsprufverfahren. Von Richter. Feuerungstechn. 25 (1937) S. 72/74. Die bestehenden Normblätter und die in Vorbereitung befindlichen Arbeiten: Teer- und Gasergiebigkeit, Bindevermogen und Backfähigkeit, Blhgrad, Zündverhalten, Aschenschmelzverhalten, Reaktionsfähigkeit und Festigkeit von Koks.

Factory painting. Von Rhodes. Gas Wld. 106 (1937) S. 323/29\*. Wirtschaftlichkeit der Korrosionsverhutung durch Anstrich. Vorbehandlung der Oberflächen von Stahlplatten. Galvanisieren. Anstrich auf Holz. Anstrichmittel. Verwendung von Teer, Pech und Bitumenlsungen.

#### Gesetzgebung und Verwaltung.

Die Saargruben-Aktiengesellschaft in Saarbrücken. Von Schlüter. Glückauf 73 (1937) S. 316/17. Die wesentlichen Bestimmungen des Gesetzes zur Umwandlung der Saargruben in eine Aktiengesellschaft.

Die Jahresbilanz der knappschaftlichen Pensionsversicherung. Von Glenz. Braunkohle 36 (1937) S. 197/201. Erörterung des erst vor kurzem erschienenen Berichtes für das Jahr 1935. Blick auf das Jahr 1936.

#### Wirtschaft und Statistik.

Sozialpolitik und Währungsabwertung in ihrer Wirkung auf die Eisenpreise in Frankreich. Von Hartig. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 319/21. Entwicklung der Roheisen-, Rohstahl- und Walzzeugherstellung. Rückgang der Leistung. Preisgestaltung.

Die Bergwirtschaftslehre im 19. Jahrhundert. Von Pieper. (Schluß.) Braunkohle 36 (1937) S. 202/07. Besprechung der neuern Veröffentlichungen sowie der »Regulative« aus den dreißiger Jahren. Zusammenfassung.

Die Steinkohle im deutschen Außenhandel 1936. Glückauf 73 (1937) S. 313/16\*. Deutschlands Außenhandel nach Warengruppen und in Kohle. Ausfuhrwerte. Wasserfrachtstze. Wichtigste Einfuhrwaren.

## PERSÖNLICHES.

Der Führer und Reichskanzler hat dem Geheimrat Dr.-Ing. eh. Kirdorf zur Vollendung seines 90. Lebensjahres den Adlerschild des Deutschen Reiches mit der Widmung »Dem großen deutschen Wirtschaftsfuhrers« verliehen.

Infolge Erreichung der Altersgrenze sind in den Ruhestand versetzt worden:

der Erste Bergrat Rittershausen beim Bergrevier Weilburg,  
der Berg- und Vermessungsrat Scholz beim Oberbergamt in Halle.

Der bisher beurlaubte Bergassessor Starkmuth ist dem Bergrevier Werden überwiesen worden.

Der Bergassessor Schultze-Rhnhof ist vom 1. Oktober an auf weitere zwei Jahre zur Fortsetzung seiner Tätigkeit als Betriebsdirektor der Versuchsgrube Gelsenkirchen der Versuchsgrubengesellschaft m. b. H. beurlaubt worden.

Dem Bergassessor Oster beim Bergrevier Beuthen-Süd ist die nachgesuchte Entlassung aus dem preußischen Landesdienst erteilt worden.

Der Dr.-Ing. Heinrich Koch in Essen ist beauftragt worden, in der Fakultät für Bergbau, Chemie und Hüttenkunde der Technischen Hochschule Aachen das Fach »Bergwerksmaschinen« in Vorlesungen und Übungen zu vertreten.

Dem Diplom-Bergingenieur Markscheider Richter in Zwickau ist vom Oberbergamt Freiberg die Konzession als Markscheider für das Land Sachsen erteilt worden.

#### Gestorben:

am 5. April in Ohlau der Erste Bergrat a. D. Hans von Schweinitz im Alter von 61 Jahren.