

# GLÜCKAUF

## Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 36

7. September 1940

76. Jahrg.

### Strebbruchbau mit Reihenstempeln beim Abbau von Flöz Finefrau.

Von Diplom-Bergingenieur O. Middeldorf, Oberhausen (Rhd.).

Die außerordentlich günstigen Ergebnisse, die man in jüngster Zeit mit Strebbruchbau in Verbindung mit Reihenstempeln bei flacher Lagerung erzielt hat, veranlaßten die Zeche Concordia im Oktober 1939, den Abbau von Flöz Finefrau auf ihrer Schachanlage 2/3 mit Bruchbau zu betreiben. Abb. 1 gibt den Baugrundriß des Flözes wieder. Es handelt sich um den 260 m hohen westlichen Sohlenstoß in der 1. westlichen Abteilung nach Süden, 8. Sohle. Das Flöz fällt mit etwa  $6-10^\circ$  ein und hat eine zwischen 0,70 bis 0,85 m schwankende Mächtigkeit. Die hangenden Schichten bestehen aus einem 25 m mächtigen Sandschiefer, das Liegende bildet ein 10 m mächtiger, fester Sandstein. Vor Einführung des Bruchbaues hatte man daher gewisse Bedenken, ob bei den geschilderten Verhältnissen ein planmäßiges Brechen der hangenden Schichten zu erzielen sei.

0,60 m sowie eine Länge von 1 m und wurden zur Erzeugung der Bruchkante in dem Fahrfeld unter jeden zweiten Bau gesetzt, so daß der Abstand von Mitte bis Mitte Pfeiler gemessen 2 m betrug. Die Pfeiler wurden, wie üblich, aus alten Eisenbahnschienen zusammengesetzt und waren mit der Auslösevorrichtung von Brieden ausgerüstet. Die Raubarbeit in der Versatzschicht war so organisiert, daß den einzelnen Gruppen der Raubmannschaft, die anfangs aus 3 Mann, später aus 2 Mann bestanden, ein Strebabschnitt von 16 m mit insgesamt 8 Pfeilern zugeteilt wurde. Daraus ergab sich eine Raubleistung je Mann von anfangs 5,3 m Streblänge, die später auf 7-8 m gesteigert werden konnte. Bei dieser geringen Raubleistung konnte von einer Wirtschaftlichkeit des Bruchbaues in Verbindung mit Wanderkästen keine Rede sein. Die folgende Rechnung über die Höhe der aufzuwendenden Lohnkosten zeigt, daß sich gegenüber dem Blindortversatz, der zu der gleichen Zeit in dem östlichen Sohlenstoß Flöz Finefrau betrieben wurde, keine Vorteile herauswirtschaften ließen. In der Annahme, daß der ganze Streb mit Wanderkästen ausgerüstet werden sollte, errechnet sich der gesamte Schichtenaufwand für die Versatzschicht wie folgt.

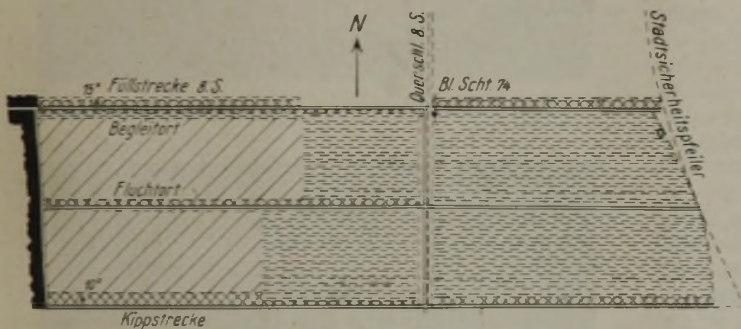


Abb. 1. Baugrundriß des Flözes Finefrau (Maßstab 1:10000).

Die Versuche zur Einführung des Bruchbaues begannen in der unteren Strebhälfte. Auf Grund der geschilderten Betriebsverhältnisse verlangte die Bergbehörde, daß zunächst Wanderkästen zur Sicherung des Strebraumes eingesetzt werden sollten, gab aber zugleich für einen Versuch mit Reihenstempeln einen Strebabschnitt von 50 m Länge frei. Voraussetzung für die Durchführung des Bruchbaues war der Ausbau des Strebs mit Stahlstempeln und Schaleneisen. Zum Einsatz gelangten die hinreichend bekannten Stempel der Firma Gerlach. Die Ausbaumweise veranschaulicht Abb. 2. Schaleneisen von 2,10 m Länge wurden mit 1 m Abstand streichend gelegt und mit 3 Stempeln so unterbaut, daß zwischen dem Endstempel an der Bruchkante und dem mittleren Stempel ein 0,70 m breites Fahrfeld blieb. Die Wanderkästen hatten entsprechend der Breite des Fahrfeldes eine Breite von

Bei einer Bauhöhe des Strebs von 260 m sind für die Streckensicherung der Kopf-, Flucht- und Füllstrecken rd. 30 m abzuziehen, so daß für den eigentlichen Bruchbau 230 m Streb verbleiben. Bei einer durchschnittlichen Raubleistung von 7 m Streblänge je Mann ergibt sich eine Raubmannschaft von  $230:7 = 33$  Mann. Hierzu treten noch 1 Stempelzähler und 2 Mann für die Auffahrung des Begleitortes oberhalb der Füllstrecke, das nicht nur zur Streckensicherung, sondern in erster Linie aus wettertechnischen Gründen aufgefahren wurde. (An dieser Stelle sei bemerkt, daß die Temperatur in dem Streb über  $28^\circ\text{C}$  betrug, so daß man auf eine geschlossene Zuführung des Wetterstromes besonderen Wert legen mußte.) Somit werden beim Einsatz von Wanderkästen in der Versatzschicht 36 Mann benötigt. Legt man einen Lohn von 13 RM einschließlich der sozialen Abgaben zugrunde, so würde die täglich aufzubringende Lohnsumme 468 RM betragen. Bei einer Förderung von 650 t/Tag würden sich allein die Lohnkosten für den Versatz auf 0,72 RM/t belaufen. Beim Blindortversatz, der, wie bereits erwähnt, unter gleichen Verhältnissen im östlichen Sohlenstoß betrieben wurde, errechnet sich bei Abzug der Streckensicherungen für die Kopf- und Fluchtstrecke der Schichtenaufwand für 240 m Streblänge zu 33 Schichten, und zwar werden benötigt:

24 Blindortversetzer (Abstand der Blindörter von Mitte bis Mitte gerechnet 10 m), 4 Bohrer, 2 Abstempler und 3 Schießmeister.

Bei einem Lohn von 13 RM beläuft sich die tägliche Lohnsumme für 30 Gedingearbeiter und 3 Schichtlöhner auf 421 RM, bei einer Förderung von 650 t auf 0,65 RM/t. Dazu treten noch die Sprengstoffkosten in Höhe von 0,08 RM/t, so daß sich die Blindortversatzkosten (Löhne und Sprengstoffe) auf 0,73 RM/t stellen.

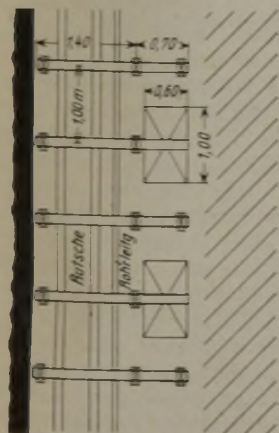


Abb. 2. Strebbruchbau mit Wanderkästen in Flöz Finefrau.

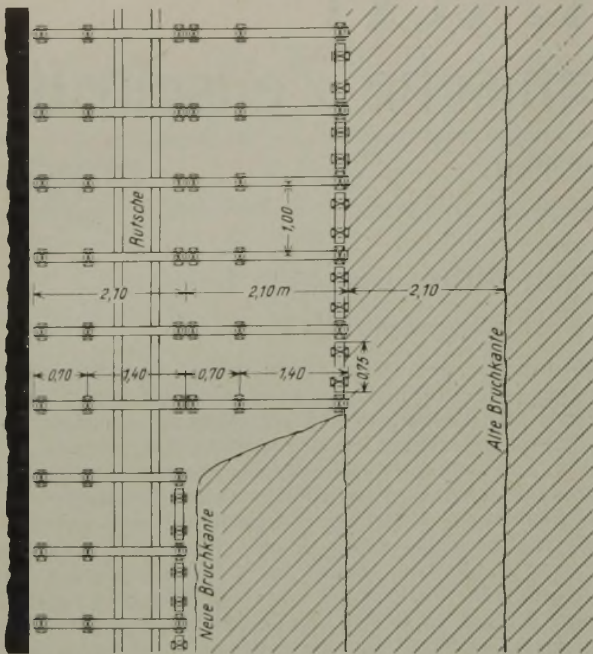


Abb. 3. Strebbruchbau mit Reihenstempeln in Flöz Finefrau.

Abgesehen davon, daß sich mit dem Strebbruchbau in Verbindung mit Wanderkästen gegenüber dem Blindortversatz kein wirtschaftlicher Vorteil erzielen ließ, ergab der praktische Versuch, daß die Mitnahme von Wanderkästen bei den vorliegenden Verhältnissen betriebliche Schwierigkeiten im Gefolge hatte. In erster Linie waren es die beschränkten Raumverhältnisse, die das Rauben der Kästen außerordentlich erschwerten. In den wenigsten Fällen gelang es den Männern, in der Schichtzeit von  $7\frac{3}{4}$  Stunden den ihnen zugewiesenen Strebabschnitt von 16 m ordnungsmäßig auszurauben. Bei der geringen Flözmächtigkeit von stellenweise 0,70 m war es nicht möglich, in der Kohlenstöße den Strebraum nach der Versatzseite hin während der Förderung vom Kohlenklein zu säubern, zumal ja die Wanderkästen in Abständen von 1 m im Fahrfeld standen und eine Befahrung des Strebs an der Versatzseite unmöglich machten. Durch die Anhäufung von Kohlenklein sowie durch die beengten Raumverhältnisse ereigneten sich Unfälle, weil sich die Rauber nicht schnell genug in Sicherheit zu bringen vermochten. Dabei ist noch besonders hervorzuheben, daß das 0,70 m breite Fahrfeld an der Versatzseite nicht nur zur Aufnahme der Wanderkästen, sondern auch zur Aufnahme des gesamten geraubten eisernen Ausbaues dienen mußte.



Abb. 4. Die Reihenstempel an der Bruchkante.

Immer wieder muß jedoch betont werden, daß nicht der eigentliche Raubvorgang als solcher Schwierigkeiten verursachte, sondern im besonderen die beengten Raumverhältnisse Veranlassung gaben, die Wanderkästen durch Reihenstempel zu ersetzen. Ein sehr wesentlicher Punkt,

der ebenfalls gegen die Wanderkästen sprach, war das unregelmäßige Brechen der hangenden Schichten. Während bei den Reihenstempeln, wie sich später herausstellte, unmittelbar nach dem Rauben ein 0,80 bis 1 m mächtiger Sandschieferpacken sofort hereinbrach, trat dies beim Rauben der Wanderkästen nicht ein. Das Brechen der hangenden Schichten erfolgte vielmehr sehr unregelmäßig, und zwar meistens erst nach 2 bis 3 Tagen. Wir führten diese Erscheinung darauf zurück, daß die Wanderkästen infolge ihrer im Gegensatz zu den Reihenstempeln breiteren Unterstüßungsfläche keine gerade verlaufende Bruchlinie im Hangenden erzeugten. Allerdings muß hier erwähnt werden, daß auch bei Verwendung von Reihenstempeln das Haupthangende nicht unmittelbar nach dem Rauben hereinbrach, sondern nur der 1 m mächtige Sandschieferpacken, der den ausgekohlten Strebraum nur zum Teil verfüllte. Das Haupthangende setzte sich regelmäßig am zweiten Tage.



Abb. 5. Das Fahrfeld an der Kohlenstoßseite.



Abb. 6. Blick in den Streb von der Versatzseite aus.

Diese ungünstigen Ergebnisse beim Einsatz von Wanderkästen ließen erkennen, daß der Strebbruchbau in Flöz Finefrau nur in Verbindung mit Reihenstempeln mit Erfolg durchführbar sein würde. Daraufhin wurden in dem bei Einführung des Bruchbaues für den Versuch mit Reihenstempeln freigegebenen 50 m langen Strebabschnitt an Stelle von Wanderkästen 2 zusätzliche Stempel unter 0,60 m lange, im Einfallen gelegte Flacheisen als Hilfsbaue zwischen die Endstempel an der Versatzseite gesetzt (Abb. 3 und 4). Zugleich damit wurde der mittlere Stempel von der Versatzseite auf die Kohlenstoßseite genommen (Abb. 3, 5 und 6). Diese Verlegung des Fahrfeldes an die Kohlenstoßseite wirkt sich insofern günstig aus, als die Kohlenhauer zu Beginn der Schicht Platz vorfinden, um mit dem Kerben beginnen zu können. Ferner dient das Fahrfeld zur Aufnahme der geraubten Ausbauteile, die auf diese Weise stets zur Hand sind und nicht, wie vorher, über die Rutsche hinweg herangeholt zu werden brauchen, was bei den beengten Raumverhältnissen während der Förderung besondere Mühe macht.

Die auf diese Weise gebildete, äußerst widerstandsfähige Stempelreihe, bei der die Stempel einen Abstand von 0,30 bis 0,35 m voneinander hatten, erzeugte am Hangenden eine gerade verlaufende Bruchlinie, die in der bereits geschichteten Weise den Bruch der Dachsichten und anschließend des Haupthangenden herbeiführte. Die Raubarbeit in der Versatzschicht wurde so organisiert, daß jeweils 2 Rauber 20–22 m Streblänge zugewiesen erhielten. Somit erhöhte sich bei Einführung von Reihenstempeln die Raubleistung auf 10 m Streblänge je Mann, die bereits im zweiten Monat weiter auf 11 m gesteigert werden konnte. Unter Zugrundelegung dieser Leistungen ergaben sich folgende Versatzschichten.

Für die in Frage kommende Strebhöhe von 230 m wird bei einer Raubleistung von 11 m Streblänge je Mann eine Raubmannschaft von rd. 21 Mann benötigt. Hierzu kommen noch 2 Mann für die Auffahrung des erwähnten Begleitortes oberhalb der Füllstrecke und 1 Mann zum Stempelzählen, so daß die Versatzschicht insgesamt aus 24 Mann besteht. Unter Zugrundelegung eines Lohnes von 13 RM einschließlich der sozialen Abgaben betragen die täglichen Lohnkosten 312 RM bzw. bei einer Förderung von 650 t 0,48 RM/t, so daß sich gegenüber dem Blindortversatz an Lohnkosten rechnerisch eine Ersparnis von 0,73–0,48=0,25 RM/t ergibt. Erst am 15. Dezember 1939 konnte der Versuchsstreb vollständig auf Reihenstempel

Zahlentafel 1. Betriebsergebnisse im Monat Januar 1940 des Reviers 4 (östlicher Sohlenstoß) und des Reviers 5 (westlicher Versuchsstreb).

Lfd. Nr.		Revier		Unterschiede gegen Revier 4 %
		4	5	
1	Betriebsart . . . . .	Blindortversatz	Strebbruchbau	—
2	Flözmächtigkeit . . . . . m	0,80	0,80	—
3	Fläche Bauhöhe des Streb . . . m	260	260	—
4	Strebförderung . . . . . t	15371	15722	+ 2,2
5	Zahl der Versatzschichten . . . .	826	504	- 39,0
6	Versatzschichten je 100 t Förderung .	5,37	3,21	- 40,2
7	Versatzstreblänge . . . . . m	3972,5	5313	+ 33,7
8	Versatzschichten je 100 m versetzte Streblänge . . . . .	20,8	9,5	- 54,4
9	Gesamtschichten im Streb (Kohlenhauer, Umleger, Versetzer) . . . . .	2657	2622	- 1,2
10	Gesamtschichten im Streb je 100 t Förderung . . . . .	17,3	16,7	- 3,4
11	Gesamtschichten der Kohlenhauer und Umleger . . . . .	1832	2118	+ 15,6
12	Gesamtschichten der Kohlenhauer und Umleger je 100 t Förderung . . . .	11,9	13,5	+ 13,3
13	Hackenleistung der Kohlenhauer . . t	13,9	11,5	- 17,2
14	Anteil der Versatzschichten an den Gesamtschichten im Streb . . . . %	31,1	19,2	- 38,2
15	Lohnkosten der Versatarbeit je t Förderung . . . . . RM/t	0,56	0,37	- 33,9
16	Gesamtkosten für den Bergeversatz . RM/t	0,67	0,39	- 31,5
17	Gesamtkosten im Streb . . . . . RM/t	2,59	2,27	- 12,3
18	Davon Kosten für den Ausbau . . . RM/t	0,34	0,20	- 41,1

<sup>1</sup> In den Ausbaucosten für den Versuchsstreb Revier 5 sind die Maschinenmieten für die eisernen Stempel in Höhe von 0,80 RM/Monat und Stempel und für die Schaleisen in Höhe von 0,65 RM/Monat und Schaleisen enthalten.

umgestellt werden, weil im oberen Strebteil mehrere Störungen zu durchhörtern waren und den Einsatz des eisernen Ausbaues erschwerten.

Zahlentafel 2. Verluste und Beschädigungen an Stahlstempeln und Schaleisen in der Zeit von Oktober 1939 bis April 1940.

Lfd. Nr.		1939			1940				Monatsdurchschnitt
		Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	
1	Im Monatsdurchschnitt eingesetzte Stempel . . . . .	705	813	1436	1527	1527	1415	1196	1294
2	Verlust <sup>2</sup> an Stahlstempeln . . . . .	2	74	1	2	9	15	29	20,8
3	Verlust an Stahlstempeln im Verhältnis zu den eingesetzten Stempeln . . %	0,28	9,10	0,07	0,13	0,59	1,06	2,42	1,61
4	Beschädigte Stempel . . . . .	—	—	1	7	18	31	42	15,7
5	Beschädigte Stempel im Verhältnis zu den eingesetzten Stempeln . . . %	—	—	0,07	0,46	1,18	2,19	3,51	1,21
6	Im Monatsdurchschnitt eingesetzte Schaleisen . . . . .	227	280	434	456	455	426	386	400
7	Verlust <sup>2</sup> an Schaleisen . . . . .	—	25	6	31	64	46	10	28,9
8	Verlust an Schaleisen im Verhältnis zu den eingesetzten Schaleisen . . %	—	8,90	1,38	6,80	14,10	10,80	2,59	7,23
9	Beschädigte Schaleisen . . . . .	—	92	22	125	157	73	96	90
10	Beschädigte Schaleisen im Verhältnis zu den eingesetzten Schaleisen . . %	—	32,80	5,80	27,40	34,50	17,10	24,90	22,50

<sup>1</sup> Bei der Ermittlung des Monatsdurchschnittes ist der Monat Oktober 1939 nur mit einem Drittel berücksichtigt, weil mit den Versuchen erst am 21. dieses Monats begonnen wurde. — <sup>2</sup> Unter Verlust sind die verlorengegangenen sowie die verschrotteten Stempel und Schaleisen eingesetzt.

Es ist nun von Interesse, die Betriebsergebnisse eines Monats herauszugreifen, um Vergleiche zwischen dem Bruchbau mit Reihenstempeln und dem Blindortversatzbetrieb anzustellen. Für diese Gegenüberstellung kommt der Monat Januar 1940 in Frage, weil in diesem Monat der westliche Versuchsstreb wie auch der östliche Sohlenstoß zur gleichen Zeit störungsfrei gelaufen sind, die Flözmächtigkeiten in beiden Betrieben praktisch gleich und der Gang der Kohle sowie die Gebirgsverhältnisse in beiden Stößen gleichwertig waren.

Unter Ziffer 9 der vorstehenden Zahlentafel sind die Gesamtschichten im Streb gegenübergestellt, wobei sich zeigt, daß trotz der Einsparung von 322 Schichten beim Versatz (s. Ziffer 5) der Gesamtaufwand an Schichten in Revier 4 nur um 35 Schichten höher als im Versuchsstreb liegt. Aus diesem Grunde wurden unter Ziffer 11 die Schichten für die Kohlenhauer und Umleger und unter Ziffer 13 die Hackenleistung miteinander verglichen. Die Gegenüberstellung zeigt, daß in dem Versuchsstreb die Hackenleistung wesentlich geringer war, was auf folgende Umstände zurückzuführen ist:

1. Die Länge der Schaleisen in dem Versuchsstreb betrug 2,10 m, die Länge der Schalhälzer in Revier 4 dagegen 2,20 m. Das 0,10 m breitere Feld in Revier 4 bedingte eine Leistungssteigerung von 5%, weil für die Kohlenhauer die Mitnahme eines zusätzlichen 0,10 m breiten Streifens keine besondere Mehrleistung erfordert.

2. In dem Versuchsstreb Revier 5 stehen mit Rücksicht auf die Reihenstempel die Rutschenmotoren auf der Kohlenstoßseite. Die umständlichere Gewinnung der Kohlen an den Motoren erforderte zusätzlich 4 Kohlenhauer.

3. Das Einbringen des eisernen Ausbaues in den Versuchsstreb erfolgte wegen des größeren Gewichtes durch 2 Männer, während in Revier 4 bei dem Ausbau mit Holz jeder Hauer seinen ihm zugewiesenen Strebabschnitt selbst ausbaute, was die Hackenleistung ebenfalls nachteilig beeinflusste.

4. Die geraubten Ausbauteile werden in dem an der Kohlenstoßseite befindlichen Fahrweg aufgestapelt und behindern so zu Beginn der Kohlschicht wegen der beengten Raumverhältnisse die Einbrucharbeiten.

Die in den Punkten 1–4 angeführten Gründe fanden bei der Festsetzung des Gedinges in der Weise Berücksichtigung, daß die Kohlenhauer beim Einbringen von eisernem Ausbau 0,74 und beim Einbringen von Holzausbau 0,70 RM für den Wagen Kohlen erhielten, der Wageninhalt zu 0,9 t gerechnet.

Die unter Ziffer 13 der Zahlentafel 1 angeführte Hackenleistung von 13,9 bzw. 11,5 t ist als sehr gut zu bezeichnen, zumal wegen der erhöhten Temperatur mit verkürzter Arbeitszeit gearbeitet wurde.

Unter Ziffer 16 sind die Gesamtkosten für den Bergeversatz miteinander verglichen. Nach den Ergebnissen des Monats Januar ist mithin für den Strebbruchbau mit Reihenstempeln gegenüber dem Blindortversatz eine Ersparnis von 0,28 RM/t zu verzeichnen, so daß sich die Betriebsergebnisse mit der weiter oben errechneten Ersparnis von 0,25 RM/t ziemlich decken.

Von besonderem Interesse sind die während der Versuchszeit von Oktober 1939 bis April 1940 eingetretenen Verluste und Beschädigungen an eisernen Stempeln und Schaleisen, über die Zahlentafel 2 Aufschluß gibt. Die Übersicht zeigt, daß sich im großen und ganzen der Verlust an Stempeln und Schaleisen in erträglichen Grenzen gehalten hat. Auffällig sind die hohen Verluste im Monat November kurz nach Einführung des eisernen Ausbaues. Sie sind darauf zurückzuführen, daß in diesem Monat mehrere Störungen zu durchhörtern waren, wobei sich das Gebirge derart verschlechterte, daß man gezwungen war, vorübergehend den eisernen Ausbau aus dem Stoß zu entfernen und mit Holz auszubauen. Um die Belegschaft an einer möglichst vollständigen Wiedergewinnung des Eisens zu interessieren, wurde der Raubmannschaft neben dem Metergedinge eine besondere Stempel- und Schaleisenprämie gewährt. Diese Maßnahme hat sich als sehr zweck-

mäßig erwiesen. Durchweg kann gesagt werden, daß der Versuchsstreb von Dezember 1939 bis April 1940 zur vollsten Zufriedenheit gelaufen ist.

Bei dieser Gelegenheit sei kurz zu der Frage des mechanischen Raubens des eisernen Ausbaues Stellung genommen, das nach Maevert<sup>1</sup> mit großem Erfolg auf der Zeche Sachsen durchgeführt worden ist. Auch wir haben uns die Frage vorgelegt, ob nicht auch in dem Versuchsstreb das mechanische Rauben des Ausbaues zweckmäßiger sei. Nach reiflicher Überlegung haben wir aber von dieser Möglichkeit Abstand genommen. Maevert gibt selbst zu, daß beim mechanischen Rauben erhebliche Beschädigungen an den Stempeln auftreten, z. B. durch Abreißen der Kopfplatte, Verbiegen des Innenstempels usw. Bei den hier vorliegenden Verhältnissen war mit derartigen Beschädigungen ganz besonders zu rechnen, weil die Flözmächtigkeit stellenweise nur 0,70 m betrug. Der Nachteil

Zahlentafel 3. Anzahl der Unfälle beim Rauben des eisernen Ausbaues.

Revier	1939						1940							
	Oktober		November		Dezember		Januar		Februar		März		April	
	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5
Unfälle bei der Versatsarbeit . . . . .	—	1,0	2,0	2,0	—	1,0	—	1,0	1,0	1,0	—	—	—	—
Unfälle bei der Versatsarbeit je 10 000 t Förderung . . . . .	—	1,8	1,3	1,5	—	0,6	—	0,6	0,7	0,6	—	—	—	—

der Stahlstempel in geringmächtigen Flözen besteht aber darin, daß sie bei Flözschwankungen nur eine geringe Anpassungsfähigkeit besitzen. Die Stempel, die für eine Flözmächtigkeit von 0,80 m zugeschnitten waren, wiesen bei geringerer Mächtigkeit den Nachteil auf, daß bei einsetzendem Gebirgsdruck der Stempelkopf sehr bald auf dem Schloß des Unterstempels aufsaß. In diesen Fällen war es deshalb notwendig, vorher ein entsprechend tiefes Bühnloch herzustellen, damit eine gewisse Nachgiebigkeit des Stempels gewahrt blieb. Es liegt auf der Hand, daß sich derartig eingebühnte Stempel auf mechanischem Wege nicht ohne große Beschädigungen hätten rauben lassen.

Abschließend seien noch die Unfälle in dem östlichen und westlichen Sohlenstoß von Oktober 1939 bis April 1940 gegenübergestellt, um zu beweisen, daß in dem Versuchsstreb gerade bei der Versatsarbeit (Rauben des eisernen

Ausbaues) sich nicht mehr Unfälle ereignet haben als in dem mit Blindortversatz betriebenen östlichen Sohlenstoß (Zahlentafel 3).

Zusammenfassung.

Nach einer Schilderung der betrieblichen und wirtschaftlichen Nachteile, die beim Abbau von Flöz Finefrau mit der Anwendung von Wanderkästen und von Blindortversatz verbunden waren, wird die Umstellung eines Strebs auf Strebbbruchbau mit Reihenstempeln behandelt. Die in mehreren Monaten gesammelten Erfahrungen werden im einzelnen an Hand von Betriebsergebnissen erörtert, die zeigen, daß der mit Reihenstempeln ausgerüstete Streb in betrieblicher, sicherheitlicher und wirtschaftlicher Hinsicht zur vollsten Zufriedenheit gelaufen ist.

<sup>1</sup> Glückauf 76 (1940) S. 25.

## Der funkgeologische Nachweis von Gas- und Wassereinschlüssen.

Von Dipl.-Ing. Dr. V. Fritsch, Brünn.

Schon im älteren Schrifttum gibt es Hinweise auf die Möglichkeit, durch elektrische Meßverfahren Gas- und Wassereinschlüsse nachzuweisen und dadurch Gas- und Wassereinbrüche zu verhindern oder wenigstens rechtzeitig vorauszusagen. Durch die Verfahren der Funkmutung lassen sich nun solche Untersuchungen unter weit günstigeren Voraussetzungen durchführen, als dies früher der Fall war. In den folgenden Zeilen soll daher versucht werden, zunächst die Voraussetzungen für die Anwendung solcher Verfahren zu klären und dann die geeigneten Meßgeräte und Verfahren darzulegen. Wengleich dieses Forschungsgebiet noch in den Anfängen steht, so bietet es doch schon heute recht beachtenswerte Möglichkeiten, deren sich auch der praktisch tätige Bergmann bedienen sollte.

Aufgaben.

Die Aufgaben, die heute schon eine praktische Bedeutung haben, sind ungefähr folgende:

- a) Nachweis von Zonen besonders hohen Wassergehaltes im normalfeuchten Gebirge, was oft unmittelbar auch zur Feststellung wasserführender Störungszonen führt.
- b) Ermittlung von Zonen erhöhter Porosität in Kalilagerstätten. Das Porenvolumen ist in der Regel mit Kohlensäure erfüllt, die wegen des hohen Druckes verflüssigt ist.
- c) Nachweis von Kohlenlagern mit hohem Gasgehalt. Diese Untersuchungen gehen auf Arbeiten von Koenigsberger zurück, der schon vor Jahren auf die Tatsache hinweisen konnte, daß die elektrischen

Eigenschaften gashaltiger Kohle sich von denen normaler unterscheiden.

Elektrisch sind diese Teilaufgaben leicht auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen. Es handelt sich immer um die Feststellung von Zonen, deren elektrische Eigenschaften sich von jenen der Umgebung unterscheiden. Diese Voraussetzung ist im übrigen für die Anwendung elektrischer Verfahren notwendig. Wenn sie (z. B. in sehr feuchtem Gestein, in oberflächlich angefeuchteten Salzlagerstätten usw.) nicht erfüllt ist, so kann überhaupt ein elektrisches Verfahren nicht mehr in Frage kommen.

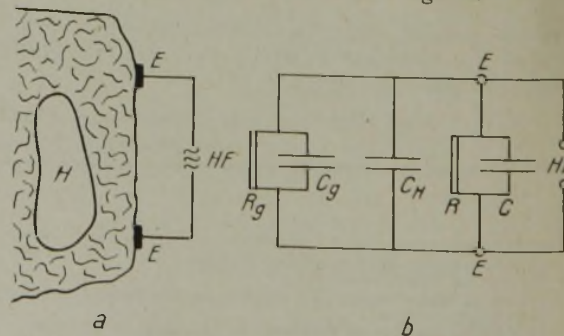


Abb. 1. Allgemeines Ersatzschema.

Abb. 1 gibt das allgemeine Ersatzschema wieder. Im festem Gebirge soll ein Einschluß H eingebettet sein. Zur Messung legen wir die beiden Elektroden E... E an, die mit dem Hochfrequenzmeßgeräten HF verbunden werden.

Rechts ist das zugehörige Ersatzschema dargestellt. Zunächst muß der Oberflächenfilm beachtet werden sowie die Kapazität in Luft der beiden Elektroden gegeneinander und der an sie angeschlossenen Leitungen. Diese beiden sind durch die Kapazität  $C$  und den Widerstand  $R$  angedeutet. Dem festen Gebirge sind die Bestimmungsstücke  $C_g$  und  $R_g$  zugeteilt. Dem Einschlusse, der in diesem Falle als Nichtleiter angenommen wurde, ist die Kapazität  $C_H$  zugeteilt. Handelt es sich um einen guten Leiter, also z. B. um Wasser, so tritt an die Stelle von  $C_H$  ein Ohmscher Widerstand  $R_H$  oder im allgemeinen Falle ein komplexer Widerstand. Die elektrische Aufgabe besteht nun darin, Veränderungen von  $C_H$  oder des an deren Stelle liegenden Ohmschen oder komplexen Widerstandes am Geräte HF nachzuweisen.

Um die Messung durchführen zu können, muß man bestimmte Voraussetzungen machen. Zunächst müssen  $C$  und  $R$  klein sein. Der Widerstand  $R$  ist von der Stärke und der Leitfähigkeit des feuchten Filmes abhängig, der fast jedes Gestein überzieht. Bei normaler Grubenfeuchtigkeit wird er besonders an alten Gesteinen nicht allzu störend ins Gewicht fallen. In Salzlagerstätten kann er aber unter Umständen jede Messung verhindern. Unter dem Einflusse recht geringer Feuchtigkeit überziehen sich nämlich solche Lager mit einer dünnen Schicht von Lösungen, die sehr gut leiten. In trockenen Gruben aber wurde ein störender Film dieser Art nicht beobachtet. In Kohlenlagern wird der Film im allgemeinen nur eine geringe Leitfähigkeit haben. Um seine Wirksamkeit herabzusetzen, kann man die Oberfläche in der nächsten Nähe der Elektroden durch Erhitzen austrocknen. Die Messung muß dann allerdings in kurzer Zeit durchgeführt werden, damit sich die so vorbereitete Oberfläche nicht elektrisch verändert.

Die Kapazität  $C$  wird durch verschiedene Faktoren bestimmt; sie ist nie sehr groß. Wichtig ist es aber, daß sie unbedingt konstant bleibt. Sie hängt zum Teil auch von der Stellung des Messenden ab. Aus diesem Grunde soll man nie dicht an die Elektroden herantreten und zumindest während der Messung gegenüber diesen sowie den Leitungen und Geräten immer den gleichen Abstand einhalten. Ein Teil der von den Elektroden und Leitungen ausgehenden Verschiebungslinien schließt sich auch in der gegenüberliegenden Ulme, wenn die Meßstrecke nur geringe Breite hat. In Abb. 2 ist dies schematisch dargestellt. Die Nebenkapazität  $C$  (s. Abb. 1) ist in diesem Falle also auch teilweise durch die Beschaffenheit der gegenüberliegenden Ulme bedingt. Abb. 3 zeigt das entsprechende Ersatzschema. Die Nebenkapazität  $C$  ist durch die beiden Kapazitäten in Luft  $C'$  und den zwischen diesen beiden eingeschalteten komplexen Widerstand wiedergegeben. Im allgemeinen wird wohl die Kapazität in Luft  $C'$  klein sein, und daher werden auch Veränderungen des komplexen Widerstandes nur geringe Wirkung auslösen können. Immerhin aber wird es gut sein, auch die elektrischen Verhältnisse in der Umgebung zu beachten. Wenn man nun die Elektroden an das Gestein anlegt, so werden die von diesem ausgehenden Strom- und Verschiebungslinien theoretisch das ganze Volumen durchsetzen. Praktisch wird aber nur in einem Teilgebiet die Dichte dieser Linien so groß sein, daß eingebrachte Inhomogenitäten noch meßtechnisch nachweisbare Veränderungen hervorrufen. Diesen Teilraum bezeichnet man als den Aufschlußraum.

Bekanntlich wird der Aufschlußraum zu einer Funktion des Abstandes der beiden Meßelektroden, mit dessen

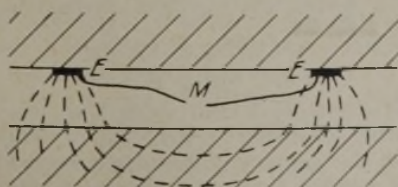


Abb. 2. Nebenkapazität.

Zunahme er anwachsen wird. Der einfachste Fall einer Messung ist gegeben, wenn die beiden Elektroden an ein völlig homogenes Vorkommen angelegt werden. Wenn man dann, wie dies Abb. 4 veranschaulicht, den Elektrodenabstand vergrößert, so wird sich auch der Raumwiderstand oder die Kapazität verändern. In Abb. 4 ist das Ersatzkapazitätsverfahren angewandt, das später noch besprochen wird. Parallel zu den Elektroden liegt die Kapazität  $C$ . Das Meßgerät  $M$  zeigt eine bestimmte Eigenfrequenz durch einen geeigneten Indikator an. Die Kapazität  $C$  wird nun immer so eingestellt, daß diese Eigenfrequenz erhalten bleibt. Wenn man also den Elektrodenabstand und dadurch die zwischen den beiden Elektroden liegende Raumkapazität verändert, so muß auch  $C$  verstellt werden. Abb. 4 stellt nun den Verlauf von  $\Delta C$  als Funktion des Abstandes  $d$  dar.  $\Delta C$  ist hierbei der Betrag, um den die Kapazität  $C$  jeweils verstellt werden muß, damit die Kreisfrequenz unverändert bleibt. Man sieht, daß die Ersatzkapazität  $\Delta C$  zunächst rasch abnimmt, um dann einen konstanten, von  $d$  unabhängigen Wert anzunehmen. Es liegen also ganz ähnliche Verhältnisse vor wie bei den elektrischen Widerstandsverfahren, wo auch der Widerstand zunächst rasch anwächst, um dann einen gewissen Grenzwert beizubehalten. Praktisch ist wichtig, daß innerhalb des Bereiches  $d'$  womöglich nicht gemessen werden soll. Oft läßt sich dies allerdings nicht vermeiden. Die Ergebnisse in diesem Teile sind aber oft ungenau. Die Tiefe des Aufschlußraumes ist eine Funktion des Abstandes  $d$ . Bei den niederfrequenten Widerstandsverfahren entspricht die Tiefe des Aufschlußraumes ungefähr dem Abstande  $d$ . Bei hohen Frequenzen sind die Verhältnisse sicher viel verwickelter, und es bedarf noch weiterer Untersuchungen, um die Zusammenhänge klarzustellen.

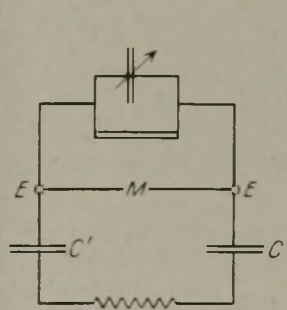


Abb. 3. Ersatzschema zu Abb. 2.

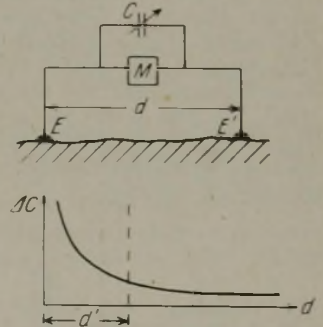


Abb. 4. Vermessung eines homogenen Vorkommens.

Wichtiger als die quantitativen Aufschlüsse sind vorerst die qualitativen. In Abb. 5 sieht man, in welcher Weise sich die in Abb. 4 dargestellte Kurve ändert, wenn in den Aufschlußraum entweder ein guter oder ein schlechter Leiter eintritt. Oben ist die Verformung durch einen sehr schlechtleitenden Einschluß, z. B. durch einen Hohlraum, eine poröse Stelle oder ähnliches, unten das Entgegengesetzte dargestellt. Die Verformung deutet also auf die

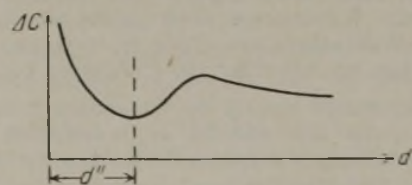
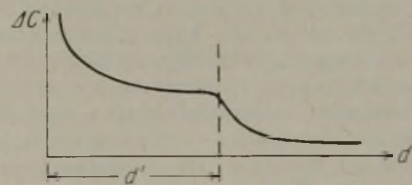


Abb. 5. Einfluß von Einlagerungen.

Gefahr eines Wassereintrages hin. Der Abstand der Verformungsstelle A ist mit  $d''$  bezeichnet. Es geht nun darum, die Verformung der Kurve durch die erwähnten Einflüsse zu prüfen und weiterhin aus dem Abstände  $d''$  auf die Entfernung der gestörten Volumteile zu schließen. Die erste Aufgabe scheint sehr leicht zu lösen zu sein, in Wirklichkeit aber ist dem nicht so. Man darf nicht übersehen, daß im natürlichen Gebirge viele und recht verschiedene Störungen zu berücksichtigen sind, die alle auch elektrisch zum Ausdruck kommen. Dazu treten Elektrodenfehler und vieles andere, so daß es oft einer gewissen Erfahrung bedarf, um diese verschiedenen Störungen voneinander richtig unterscheiden zu können. Außerdem ist der Raumanteil der gestörten Zonen oft nur gering, und es bedarf daher sehr empfindlicher Messungen, um die durch sie bedingten elektrischen Störungen nachzuweisen. Dadurch kommt man aber mit den Messungen nicht selten in die Nähe der Fehlergrenze. Eine rein schematische Durchführung ist also kaum geeignet, praktische Ergebnisse zu erzielen, man muß sich vielmehr den jeweils gegebenen Voraussetzungen weitgehend anpassen. Sobald die Verfahren endgültig ausgebaut sind, wird es sich empfehlen, in den Gruben ständige Vermessungen wozumöglich durch die gleichen Leute durchführen zu lassen, damit diese eine möglichst umfassende Erfahrung gewinnen. Die Ermittlung der Entfernungen ist ebenfalls vorwiegend eine Erfahrungssache. Neben der Frequenz spielt natürlich auch die Struktur eine bestimmende Rolle. Eine rein mathematische Behandlung wird da immer nur Anhaltspunkte geben können.

Bei geringen Abständen wird die Lage der Störungszone gegenüber den beiden Elektroden immer eine große Rolle spielen. Störungen in der Nähe der Elektroden werden stärker zu bemerken sein als solche in größerer Entfernung. Dies ist dadurch bedingt, daß in der nächsten Umgebung der Elektroden sowohl die Strom- als auch die Verschiebungslinien viel dichter sind als in größerem Abstände. In Abb. 6 ist dies an einem Beispiele schematisch dargestellt. Die der Elektrode E näher liegende Störung I wird von größerem Einflusse sein als die weiter entfernte gleichgroße Störung II.

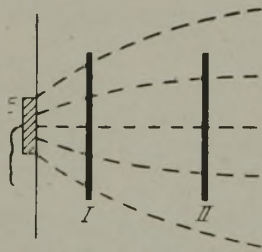


Abb. 6. Stromlinienverlauf.

Eine wichtige Frage ist die nach der maximalen Elektrodenentfernung. Je größer diese nämlich ist, desto größer wird auch der erzielbare Aufschlußraum sein. Die Entfernung ist vornehmlich durch zwei Faktoren bestimmt, nämlich 1. durch die zusätzliche Kapazität der Zuleitungen und noch mehr durch die Kapazitätsschwankungen, die sich auch bei sorgfältiger Verlegung langer Leitungen nie ganz vermeiden lassen, 2. durch die Forderung, daß annähernd stationäre Voraussetzungen erhalten bleiben. Durch diese Forderung wird — wenn man von verwickelten Kreisschaltungen absieht — die mögliche Länge der Zuleitung auf einen Wert begrenzt, der einem Viertel der verwendeten Wellenlänge noch nicht vergleichbar ist. Bei einer Wellenlänge von 1000 m wird man also eine Leitungslänge von ungefähr 100 m zulassen können.

Im allgemeinen werden die Elektroden in einer Ebene angeordnet, wie dies Abb. 7a zeigt. Indessen sind auch andere Anordnungen möglich. So können die Elektroden »über Eck« verlegt werden, wie es das mittlere Bild veranschaulicht. Schließlich lassen sich die Elektroden auch

in verschiedenen Horizonten verlegen (Abb. 7c). Man muß da alle Gesichtspunkte berücksichtigen, die schon in der allgemeinen Geoelektrik beachtet werden, wo ja auch oft die verschiedensten Elektrodenanordnungen erforderlich sind.

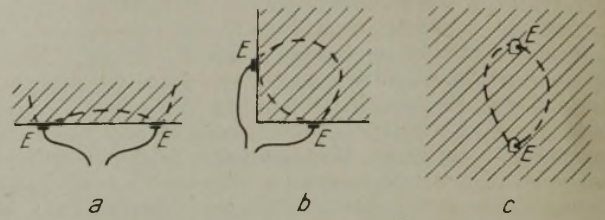


Abb. 7a–c. Anordnung der Elektroden.

Handelt es sich darum, Störungen dicht hinter der Ulme nachzuweisen, so kann eine einpolige Anordnung gute Dienste leisten, wie sie schematisch Abb. 8 zeigt. Die Arbeitselektrode ist mit E bezeichnet. Der andere Pol ist entweder an eine Hilfselektrode E' angelegt, die dauernd an der gleichen Stelle verbleibt, oder an ein Gegengewicht G, das in der Versuchsstrecke ausgespannt wird.

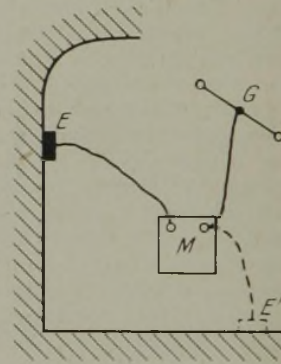


Abb. 8. Einpolige Anordnung.

Auch das Metallgehäuse des Gerätes kann als Gegengewicht dienen. Bei der Verwendung von Gegengewichten mit kleiner Eigenkapazität ist aber die Möglichkeit einer Störung durch Hand- und Körperkapazität sehr groß. Eine Schutzterdung oder der Anschluß des Gehäuses an Leiter von großer Kapazität ist vorteilhaft. Zweckmäßig legt man aber in die Zuleitung einen Sperrkreis, der auf die Betriebsfrequenz abgestimmt wird.

Die Elektroden sind immer so anzulegen, daß zwischen den Metallplatten und den geologischen Leitern ein sehr dichter Kontakt besteht. Es ist daher wohl vorteilhaft, den Zwischenraum mit Gesteinsmehl des gleichen geologischen Leiters auszufüllen, das leicht angefeuchtet werden kann, damit es besser anhaftet. Dagegen soll man das Gestein an den Stellen, an denen die Elektroden angelegt werden, nicht mit Wasser übergießen, da dieses rasch in das Gestein eindringt und dann in der Nähe der Elektroden die Kriechströme begünstigt.

**Elektrische Voraussetzungen.**

Der geologische Leiter besteht bekanntlich aus Anteilen aller drei Aggregatzustände, von denen die flüssigen Lösungen, die das Porenvolumen erfüllen, elektrisch am wichtigsten sind. Bezeichnet man mit  $f$  die Füllziffer und mit  $v_p$  das Porenvolumen, so gilt für die elektrische Leitfähigkeit der festen und flüssigen Bestandteile:

$$\sigma_1 = \sigma_{\text{fest}} \cdot \alpha \cdot (v - v_p)$$

und  $\sigma_2 = \sigma_{\text{flüssig}} \cdot \beta \cdot f.$

In diesen Gleichungen bedeutet  $\sigma_{\text{fest}}$  bzw.  $\sigma_{\text{flüssig}}$  die spezifische Leitfähigkeit der festen und flüssigen Anteile.  $v$  bezeichnet das ganze Volumen des untersuchten Körpers und  $\sigma_1$  und  $\sigma_2$  sind die Teilleitfähigkeiten für den ganzen Raum.

Die spezifische Leitfähigkeit der flüssigen Lösungen ist wieder von der Ionenkonzentration und allen Faktoren abhängig, die sie beeinflussen. Man kann sich nun die einzelnen Bestandteile verschieden geschaltet denken. Als besonders anschauliches Beispiel mag in diesem Falle der geschichtete Leiter dienen, wie ihn die Abb. 9a zeigt. Legt man die Elektroden bei E an, so sind die Schichten in Reihe geschaltet. Liegen sie dagegen bei E', so sind sie nebeneinander geschaltet. In Abb. 10b ist eine ganz regellose Anordnung dargestellt. Um nun diese beiden geologischen Leiter, denen die elektrischen Eigenschaften  $\sigma_1, \epsilon_1$  und  $\sigma_2, \epsilon_2$  zukommen, zueinander in Beziehung setzen zu können, führt man den Berechtigungsfaktor  $\vartheta$  ein. Dann ergibt sich ganz allgemein:

- a) für die Leitfähigkeit  
 bei Reihenschaltung:  $1/\sigma = \vartheta_1/\sigma_1 + \vartheta_2/\sigma_2$ ,  
 bei Nebenschaltung:  $\sigma = \vartheta_1\sigma_1 + \vartheta_2\sigma_2$ ;
- b) für die Dielektrizitätskonstante  
 bei Reihenschaltung:  $1/\epsilon = \frac{\vartheta_1}{\epsilon_1} + \frac{\vartheta_2}{\epsilon_2}$ ,  
 bei Nebenschaltung:  $\epsilon = \vartheta_1\epsilon_1 + \vartheta_2\epsilon_2$ .

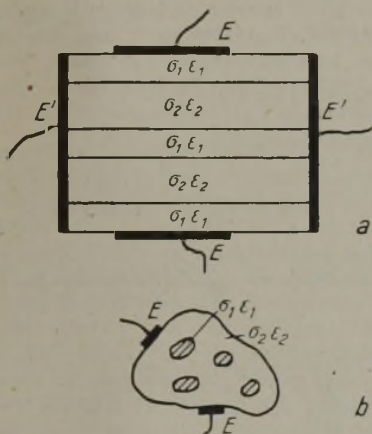


Abb. 9. Schichtung und regellose Anordnung.

Im Falle einer anderen Anordnung als der Schichtung kann die Leitfähigkeit rechnerisch erfaßt werden, wenn die Eigenschaften der Teilleiter und ihre gegenseitige Lage bekannt sind.

Die bisherigen Berechnungen beziehen sich auf niederfrequente Durchströmung. Bei Hochfrequenz treten natürlich auch da wesentliche Abweichungen auf, die rechnerisch schwer zu erfassen sind. Man ist da vornehmlich auf Versuche angewiesen. Die Dielektrizitätskonstante von regellosen Gemengen kann in erster Annäherung auch rechnerisch erfaßt werden. Nach der Mischungsformel von Lichtenecker erhält man

$$\epsilon = \epsilon_1 \vartheta_1 + \epsilon_2 \vartheta_2.$$

Weitere Berechnungen dieser Art stammen z. B. von Lord Rayleigh, Wiener u. a. Für den Fall, daß beide Bestandteile gleichberechtigt sind, daß also

$$\vartheta_1 = \vartheta_2 = 1/2,$$

gibt Lichtenecker für die resultierende Leitfähigkeit des Gemenges folgenden Wert an:

$$1/\sigma = \sqrt{1/\sigma_1 \cdot 1/\sigma_2}.$$

Zur Auswertung dieser mathematischen Erwägungen sollen die Zahlenwerte für zwei praktisch mögliche Fälle ausgerechnet werden:

- a)  $\epsilon_1 = 1$  und  $\epsilon_2 = 6$ . Diese Voraussetzungen werden bei der Untersuchung von porösem Steinsalz erfüllt sein, wenn die Poren mit Gas gefüllt sind. Nach der schon erwähnten Mischformel erhält man für:

$\vartheta_1 \hat{=} 5\%$	10%	20%	50%
$\epsilon = 5,484$	5,014	4,192	2,449.

- b)  $R_1 = 1/\sigma = 10^8$  Ohm · cm.  $R_2$  soll zwischen  $10^2$  und  $10^5$  schwanken.  $R_1$  bezieht sich auf die festen und  $R_2$  auf die flüssigen Anteile. Angenommen sei, daß die beiden

Anteile einander gleichberechtigt sind. Diese Voraussetzungen wären gegeben, wenn in naturfeuchtes Gestein Regenwasser einfließt, das z. B. unter dem Einflusse verschiedener Faktoren seine Leitfähigkeit von dem sogenannten Oberflächenwert auf den Humuswert erhöht. Nach der Mischformel ergeben sich folgende Werte für den Gesamtwiderstand R:

$R_2 : 10^5$	$10^4$	$10^3$	$10^2$	Ohm · cm
$R = 10^4$	$3,3 \cdot 10^3$	$10^3$	$3,3 \cdot 10^2$	Ohm · cm

Nimmt man nun an, daß die Leitfähigkeit des festen Anteiles so gering ist, daß man sie vernachlässigen kann und daß somit die Leitfähigkeit ausschließlich durch die flüssige Phase bestimmt ist, so läßt sich die schon besprochene Mischformel vereinfachen, und man erhält

$$\sigma = \frac{\sigma_1}{\vartheta_1}.$$

Der Berechtigungsfaktor ist nun vom Porenvolumen abhängig, das die Flüssigkeit erfüllt, und überdies noch von verschiedenen anderen Faktoren. Hluschek gibt da folgende Werte an:

Porenvolumen in % des Gesamtvolumens:	2	5	10	20	26	40	47,6
$\vartheta_1$ :	150	60	30	15	6	4	2,4.

Die Annahme, daß die Leitfähigkeit des festen Anteiles ganz gering ist, trifft, wenn man von einigen wenigen geologischen Leitern absieht, durchaus zu. Die Widerstände der festen Anteile gleichen jenen der guten technischen Isolatoren.

Praktisch kommen nun, wie schon eingangs erwähnt, in Betracht:

- a) Nachweis von gashaltiger Kohle. Die spezifischen Widerstände für Kohle betragen um  $10^9$  bis  $10^{10}$  Ohm · cm. Die feinen Risse sind oft mit Wasser erfüllt. Der spezifische Widerstand von gashaltiger Kohle liegt höher als der der festen.
- b) Nachweis von Wasservorkommen in Gebirgen. Das feste Gebirge hat in trockenem Zustande bis zu  $10^{13}$  und noch mehr Ohm · cm. Feuchtes Gestein hat Widerstände von  $10^3$  bis  $10^5$  Ohm · cm. Der Unterschied zwischen normalfeuchtem Gebirge und tiefem Wasser beträgt im allgemeinen ein bis zwei Zehnerpotenzen.
- c) Nachweis von porösem Salz. Die Ohmsche Leitfähigkeit des Salzes ist sehr gering. Wichtig ist allerdings, daß bereits geringe Feuchtigkeitsspuren oft gutleitende Lösungen erzeugen, die dann das Vorkommen als Film überziehen. Gaseinschlüsse lassen sich stets an einer Veränderung der Dielektrizitätskonstante erkennen. In feuchten Gruben sind solche Messungen ausgeschlossen.

### Meßgeräte.

Die älteren Verfahren schließen an die für niederfrequente Messungen üblichen Konstruktionen an. Später wurden aber für Hochfrequenz Geräte nach neuen Gesichtspunkten entwickelt, die heute vornehmlich in Gebrauch stehen. Sie sind heute schon ausreichend empfindlich und auch den sehr schweren Betriebsbedingungen gewachsen.

Die Messung kann entweder nur den Widerstand oder die Dielektrizitätskonstante oder diese beiden Bestimmungsstücke umfassen. In der Regel wird in Kalilagern nur die Dielektrizitätskonstante, sonst aber der komplexe Widerstand, der aus einer Ohmschen und einer kapazitiven Komponente besteht, zu messen sein.

Die einfachste Anordnung gibt Abb. 10 wieder. Die beiden Elektroden E werden an das zu untersuchende Volumen angelegt. Aus Strom (J) und Spannung (U) kann dann der Widerstand des geologischen Leiters berechnet werden. Dieses einfache Verfahren wird aber für diesen Zweck im allgemeinen unbrauchbar sein, weil als unbekannte Größen die beiden Elektrodenwiderstände  $R_E$

in das Ersatzschema eingehen. Da man überdies zumindest eine Elektrode ständig verschieben muß, so wird bei jeder solchen Verschiebung auch eine Änderung des Elektrodenwiderstandes auftreten. Dadurch wird es aber unmöglich, aufeinanderfolgende Messungen aneinander anzuschließen. Aus diesem Grunde geht man zu anderen Verfahren über. Eines der bekanntesten trennt Stromzuführungs- und Meßelektroden voneinander. An Stelle von zwei werden also nun vier Elektroden verwendet. Die Anordnung veranschaulicht Abb. 11. Die Stromzuführung erfolgt bei E, und das Meßgerät M ist an die Elektroden E' angeschlossen. Das entsprechende Ersatzschema ist darunter eingezeichnet. Der Widerstand wird nun zwischen den Punkten 1 und 2 aus einer Spannungsmessung ermittelt. Der Übergangswiderstand der Elektroden E' spielt eine geringe Rolle, weil er in Reihe zum ohnehin sehr hohen Widerstande (R<sub>M</sub>) des Meßgerätes liegt. Aus diesen beiden Anordnungen läßt sich eine neue entwickeln, wenn man bedenkt, daß bei diesen Messungen im allgemeinen eine Elektrode an der gleichen Stelle liegt, während die andere verschoben wird. Aus diesem Grunde und auch deshalb, weil im allgemeinen ohnehin relative Ergebnisse genügen, kann man die in Abb. 12 dargestellte Anordnung wählen. Diese erhält man aus der in Abb. 11 wiedergegebenen, wenn man die linken Elektroden E und E' zusammenlegt. Der Widerstand der Elektrode R<sub>E</sub> wird nun natürlich bemerkbar, da er aber während der ganzen Messung konstant bleibt, so spielt er keine Rolle. Es wird lediglich die mittlere Elektrode verschoben, die den Namen Sonde führt und deren Übergangswiderstand nur die Empfindlichkeit, keineswegs aber das Ergebnis des Verfahrens beeinflusst.

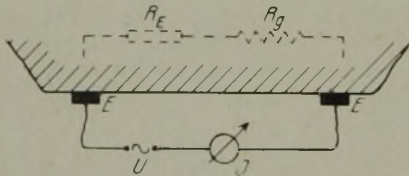


Abb. 10. Zweielektrodenverfahren.

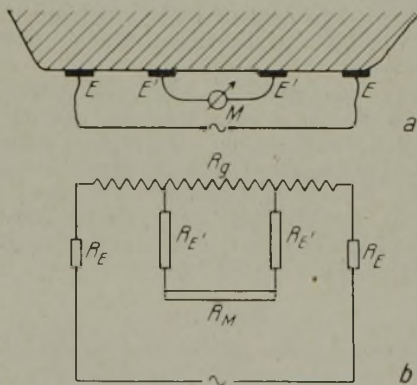


Abb. 11a und b. Meßanordnung mit getrennten Stromzuführungs- und Meßelektroden.

In Abb. 12 ist der Widerstand des geologischen Leiters mit R', der Sondenwiderstand mit R<sub>S</sub> und der Widerstand der (rechten) Hilfelektrode mit R<sub>H</sub> bezeichnet. Der Widerstand R<sub>E</sub> wird möglichst klein gemacht, was im allgemeinen durch Verwendung großflächiger Elektroden durchaus möglich ist. Er kann schließlich durch eine Messung bei dicht anliegender Sonde noch besonders ermittelt werden. Ein für diese Messungen geeignetes Gerät zeigt schematisch Abb. 13. E, S, H bedeuten Elektrode, Sonde und Hilfelektrode. Der Widerstand R' wird so eingestellt, daß die Ströme J<sub>1</sub> und J<sub>2</sub> einander gleichen. Dies erkennt man daran, daß das Meßgerät M, keinen Strom anzeigt, wenn die Widerstände R<sub>1</sub> und R<sub>2</sub> einander gleichen. Der Gleitkontakt am Widerstand R wird dann so eingestellt, daß

auch M<sub>2</sub> stromlos ist. Dann erhält man für den Widerstand zwischen E und S

$$R_g = \frac{a}{a+b} R.$$

Zur Speisung der Brückenweige wird ein Hochfrequenzgenerator verwendet, der mit Niederfrequenz moduliert wird.

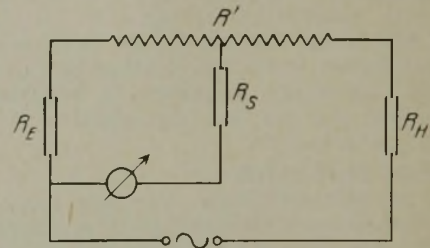


Abb. 12. Dreielektrodenanordnung.

Neben diesen Brückenverfahren, die den bei Gleichstrom verwendeten ähneln, gibt es auch eigentliche Hochfrequenzmethoden. Zunächst kann man, wie dies Abb. 14a zeigt, den zu untersuchenden Widerstand in einen Hochfrequenzkreis einschalten. Besteht dieser dann aus den Bestimmungsstücken L, C und R<sub>g</sub>, so ergibt sich als dessen Eigenfrequenz bekanntlich

$$\gamma = \frac{1}{2\pi \sqrt{C \cdot L \cdot \sqrt{1 + (R/2 \sqrt{C/L})^2}}}$$

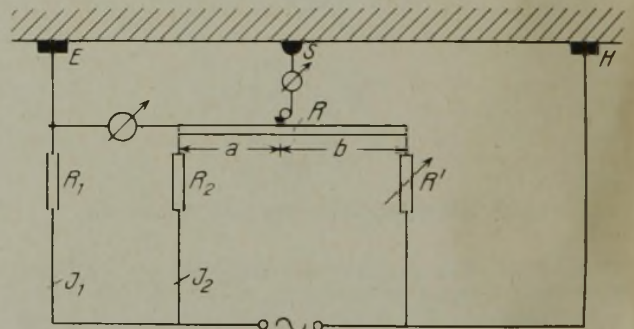


Abb. 13. Hochfrequenzmeßgerät.

Man kann den Widerstand R<sub>g</sub> natürlich auch parallel zu C anordnen. Im allgemeinen wird man zu R<sub>g</sub> einen zweiten Widerstand R<sub>n</sub> in Reihe legen. Man läßt dann eine bestimmte Eigenfrequenz eingestellt und verändert den Widerstand R<sub>n</sub> immer so, daß diese Eigenfrequenz erhalten bleibt. Der substituierte Betrag von R<sub>n</sub> entspricht dann R<sub>g</sub>. Damit aber kommt man bereits zum sogenannten Ersatzkapazitätsverfahren, das sich für diese Zwecke besonders brauchbar erwiesen hat. Da es schon an anderen Stellen ausführlich besprochen worden ist<sup>1</sup>, so genügt hier

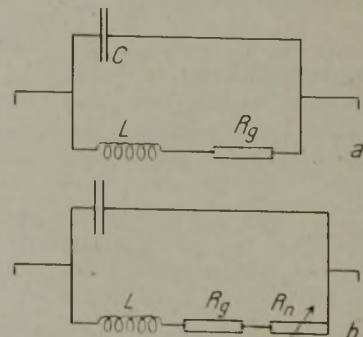


Abb. 14. Einschalten des Widerstandes in einen Hochfrequenzkreis.

<sup>1</sup> Z. B. Gerlands Beitr. zur Geophysik 54 (1939) S. 245; Beitr. angew. Geophysik 7 (1937) S. 53.



eine kurze Erklärung. Das Grundschema ist in Abb. 15 dargestellt. Das Meßgerät M besteht aus einem kleinen Oszillator, der durch ein Quarznormale gesteuert wird. Der Indikator M gibt an, wann die Frequenz des Außenkreises mit der des Normals übereinstimmt. Der Außenkreis besteht aus einer Selbstinduktion L, einer veränderlichen Kapazität C und dem Elektrodenkreis, in dem der zu untersuchende geologische Leiter  $R_g$  liegt. Wie die Teilskizze (Abb. 15b) zeigt, besteht dieser aus einem kapazitiven ( $X_{Cg}$ ) und einem Ohmschen Anteil ( $R_g$ ).

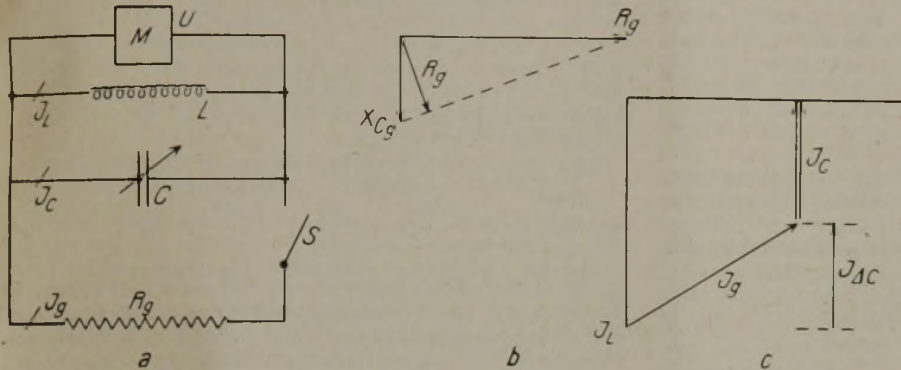


Abb. 15. Ersatzkapazitätsverfahren.

Mit dem Schalter S wird zunächst der Elektrodenkreis abgeschaltet und C auf Resonanz eingestellt. Dann legt man S ein und stellt bei angeschaltetem Elektrodenkreise wieder C auf Resonanz ein. Die Differenz der beiden Einstellungen  $\Delta C$  heißt die Ersatzkapazität und bildet ein Maß für die weiteren Untersuchungen. Der aus verschiedenen Anteilen bestehende Elektrodenkreis wird somit durch eine reine Kapazität ersetzt. Ein wesentlicher Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß Kapazitätsmessungen heute schon mit großer Genauigkeit und Wiederholbarkeit durchgeführt werden können. Mit den heute gebauten Geräten ist es durchaus noch möglich, Unterschiede der DK von 0,001 und dadurch poröse Volumen von ziemlich geringer Ausdehnung zu ermitteln. Den apparatetechnischen Teil möchte ich hier nicht näher behandeln. In der Regel werden Geräte verwendet, die nach dem Abreißverfahren arbeiten.

### Messung.

Für Messungen in der Grube müssen die Geräte verschiedenen Anforderungen entsprechen. Zunächst sind sie wasser- und wetterdicht auszuführen. Da in der Regel Anschluß an Leitungen nicht möglich oder umständlich ist, empfiehlt sich, nach Möglichkeit Batteriebetrieb vorzusehen. Dieser ist auch deshalb anzustreben, weil die Zuleitungen oft zu Störungen des Feldes Anlaß geben, die sich schwer erkennen und noch schwieriger berücksichtigen lassen. Wenn irgend möglich, sollen Apparate, Meßgeräte und Stromquellen zusammengebaut werden, so daß dazwischen keinerlei bewegliche Leitungen vorhanden sind, die Störungen hervorrufen können. Die Messung ist erst entsprechend zu berichtigen, u. a. muß man die Batterieschwankungen beachten. Bei Messungen in Gebieten mit hoher Temperatur sind die entsprechenden Ausdehnungserscheinungen in Rechnung zu stellen. Man darf nicht übersehen, daß es sich durchweg um Feinmessungen handelt, bei denen die gleichen Anforderungen zu stellen sind wie etwa bei optischen oder feinmagnetischen Verfahren. Unter Berücksichtigung dieser Korrekturen erhält man dann die Kompensationswiderstände oder die Ersatzkapazitäten, die nun die weitere Meßgrundlage bilden. Wie schon erwähnt, wird man im allgemeinen vorläufig auf absolute Messungen verzichten und sich mit relativen Ergebnissen begnügen, da es ja stets nur darauf ankommt, Störungsstellen zu finden und einzugrenzen. Desto mehr soll man aber auf eine übersichtliche Darstellung der Ergebnisse sehen.

Sind während einer Meßreihe alle Nebenumstände konstant, so können die einzelnen Ergebnisse unmittelbar aneinander angeschlossen werden. Wenn dies aber nicht sicher der Fall ist, wenn also z. B. die Bewitterung verschieden ist oder sonstige Störungen durch den Betrieb wahrscheinlich vorliegen, so empfiehlt sich die ständige Vergleichsmessung an dem gleichen Meßorte in bestimmten Zeitabständen. Die Ergebnisse werden dann auf diese Vergleichsmessung bezogen. Als Vergleichsort wird eine Stelle gewählt, für die möglichst normale Bedingungen gelten.

Die Darstellung kann entweder nach dem Standlinien- oder C-Gleichen-Verfahren erfolgen. Beim ersten wird die Schwankung der Ersatzkapazität oder des Widerstandes entlang einer in der Strecke gezogenen Standlinie aufgetragen. Erhält man auf diese Weise Diskontinuitätsstellen, so versucht man, diese näher einzugrenzen. Man wird bei nichthomogenem Gebirge eine Kurvenschar erhalten. Parameter ist die Aufschlußtiefe. In ähnlicher Weise lassen sich bei Anwendung des Ersatzkapazitätsverfahrens die sogenannten C-Gleichen konstruieren. Sie sind der Ort aller Punkte gleicher Ersatzkapazität.

Neben den eigentlichen Messungen empfiehlt sich unter Umständen noch Hilfsmessungen. In Betracht kommen besonders folgende:

- Bestimmung des Widerstandes des Oberflächenfilmes. Zu diesem Zwecke können einfache Brückenmessungen benutzt werden.
- Untersuchung der abgekehrten Ulme, der First und der Sohle. Diese Messungen sind wichtig, weil sich ein Teil der Strom- oder Verschiebungslinien darin schließt und daher elektrische Veränderungen für das Gesamtergebnis von Einfluß sein können.
- Bestimmung des Einflusses der Körperkapazität und deren Ausschaltung durch geeignete Maßnahmen.

Führt man diese Hilfsuntersuchungen durch und ist man im übrigen auf die Genauigkeit der Messung selbst bedacht, so wird man schon heute in vielen Fällen sehr wertvolle Angaben über das Auftreten von Gas- und Wassereinschlüssen erhalten, die durch andere Verfahren, im besonderen durch niederfrequente, oft nicht zu gewinnen sind. Hochfrequente Verfahren werden namentlich dann in Betracht kommen, wenn es sich um nichtleitende Einschlüsse in schlechten Leitern handelt, also z. B. um den Nachweis von Gaseinschlüssen in Kohle oder Salz oder von Wasser geringer Leitfähigkeit in trockenem Gestein. Da die Geräte einfach zu bedienen sind, so darf man annehmen, daß sie auch in die Praxis immer mehr Eingang finden werden.

### Zusammenfassung.

Durch hochfrequente Meßverfahren (Funkmuting) ist der Nachweis von Gas- und Wassereinschlüssen in Gesteinen und Salzlagerstätten möglich. Die Verfahren messen sowohl Veränderungen der Leitungs- als auch solche der Verschiebungsströme. Dadurch wird die Unterscheidung von Nichtleitern möglich, soweit sie nur abweichende Dielektrizitätskonstanten aufweisen. Die heute zur Verfügung stehenden Geräte haben schon eine so hohe Empfindlichkeit erreicht, daß sie praktische Anwendung finden können. Sie lassen sich auch schon in Ausführungen herstellen, die den besonderen Voraussetzungen des Grubenbetriebes gerecht werden.

# UMSCHAU

## Eine neue Klasseneinteilung der Steinkohlen nach ihrer Oxydierbarkeit zu Huminsäuren.

Die Einteilung der Steinkohlen kann entweder nach teleologischen oder genetischen Grundsätzen erfolgen. Einteilungen der ersten Art berücksichtigen naturgemäß vorwiegend die Eignung der Kohle für ihre Hauptverwendungsgebiete, betrachten also ihr Verhalten z. B. bei der Verbrennung, Vergasung, Entgasung oder Hydrierung. Die genetische Einteilung erfolgt nach den Gesichtspunkten der Geologie und Petrographie. Während die letztgenannte allgemeine Gültigkeit für alle Steinkohlenvorkommen besitzt, haben sich die Klassenbezeichnungen der ersten Art selbständig in den einzelnen großen Kohlenbezirken entwickelt und sind deshalb an die örtlichen Verhältnisse gebunden.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, allgemeingültige Einteilungen nach Klassen auf Grund solcher Eigenschaften der Kohle vorzunehmen, die zwar abhängig sind von der Entstehungsart der Kohle, daneben aber technische Bedeutung besitzen, wie z. B. der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, der Inkohlungsgrad, das Backvermögen oder der Bitumengehalt. Bekanntlich unterscheidet man in Deutschland

- Flammkohlen
- Gasflammkohlen
- Gaskohlen
- Fettkohlen<sup>1</sup>
- Eßkohlen
- Magerkohlen
- Anthrazit.

Ein Vorschlag für Amerika sieht vor

- Subbituminous coal  $\begin{cases} C \\ B \\ A \end{cases}$
- Bituminous  $\begin{cases} \text{High volatile bituminous coal} \\ \text{Medium volatile bituminous coal} \\ \text{Low volatile bituminous coal} \end{cases} \begin{cases} C \\ B \\ A \end{cases}$
- Anthracitic  $\begin{cases} \text{Semi-anthracite} \\ \text{Anthracite} \\ \text{Meta-anthracite} \end{cases}$

Man sieht, daß beide Einteilungen dem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen folgen, der in der Regel mit wachsendem geologischem Alter und Inkohlungsgrad innerhalb desselben Vorkommens abnimmt. Beim Vergleich von Kohlen verschiedener örtlicher Herkunft miteinander ergaben sich aber bisher mangels geeigneter, schnell bestimmbarer Bezugsgrößen gewisse Schwierigkeiten. D. J. Kreulen<sup>2</sup> hat nun ein Verfahren ausgearbeitet, das die Oxydierbarkeit der Steinkohlen zu messen gestattet und zur Festlegung einer »Huminsäurekurve« für jede Kohlenart führt. Da die Form dieser Kurven ein Ausdruck der »Aktivität« und damit des Inkohlungsgrades der betreffenden Kohle ist, kann mit ihrer Hilfe, unabhängig von der Herkunft der Kohle, die Einordnung in eine bestimmte Klasse erfolgen.

Der Vorschlag Kreulens beruht auf den in seinem Buche<sup>3</sup> wiedergegebenen Ansichten über die Steinkohlenbildung und die Zusammenhänge zwischen Inkohlungsgrad, Verkokungseigenschaften, Reaktionsfähigkeit und anderen Eigenschaften der Kohle. In Anlehnung an das Schema der Steinkohlenbildung nach Fischer und Schrader ist die fortschreitende Inkohlung bedingt durch die Kondensation von Huminsäure-Molekülen zu Huminen, die unter Abspaltung von Methan, Wasser und Kohlensäure verläuft, und durch die weitere Polymerisation der Humine zu immer reaktionsträgeren Stufen, an deren Ende der Graphit steht. Dieser Vorgang kann durch Oxydation gewissermaßen umgekehrt werden: aus den Huminen werden Huminsäuren gebildet, wobei die »Aktivität« der Kohle im Sinne dieser Reaktion als Maß für die Molekülgröße der Humine und damit für ihren Inkohlungsgrad gewertet wird.

Um den Einfluß der in den einzelnen Siebfraktionen verschiedenen Verteilung der Gefügebestandteile auszuschalten, wird die Kohle fein gepulvert und zu Briquets gepreßt, die wieder zu einheitlicher Korngröße zerkleinert werden. Durch Oxydation dieser Körner mit Hilfe von Sauerstoff erhält man bei steigenden Temperaturen wachsende Ausbeuten an Huminsäuren, die, in mg cm<sup>3</sup> Kohle über der Temperatur aufgetragen, kennzeichnende Kurven ergeben. So erhält man aus stark inkohlter Steinkohle nach halbstündiger Oxydation bei 230° 0,2%, bei 250° 0,5%, bei 300° 3%, aus wenig inkohlter Steinkohle unter gleichen Oxydationsbedingungen bei 230° 9%, bei 250° 21% Huminsäuren. Um die Steigung der Huminsäurekurve mathematisch auszudrücken, bedient sich Kreulen des »Huminsäurefaktors«

$$H = H_{240} \cdot \frac{H(10^\circ \text{ unter } t \text{ max.}) - H(20^\circ \text{ unter } t \text{ max.})}{10}$$

der das Produkt aus der Reaktivität bei 240° C und dem Temperatur-Koeffizienten der Reaktivität bei 10° und 20° unter der Temperatur maximaler Huminsäurebildung darstellt; H wird ausgedrückt in mg je cm<sup>3</sup> Kohle erhaltener Huminsäure. Die Untersuchung zahlreicher Kohlenarten der verschiedensten Herkunft hat gezeigt, daß der Huminsäurefaktor in engem Zusammenhang mit vielen Eigenschaften der Kohle steht, z. B. dem Verbrennungsverhalten auf dem Rost, der Neigung zur Selbstentzündung oder zur Verwitterung. Selbst die Verkokungseigenschaften werden durch den Huminsäurefaktor gut umgrenzt:

Huminsäurefaktor:	Art des Koks:
360—200	sandig
200—120	sandig, geschmolzen
120—50	geschmolzen
50—5	gebläht
5—1	fast pulvrig
1—0	pulvrig.

Ein weiterer Beweis für die Brauchbarkeit des Verfahrens ist die Tatsache, daß z. B. eine bestimmte westfälische Kohle, die keinen festen Koks liefert, mit einer gut verkokbaren englischen Kohle zwar im Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, nicht aber im Huminsäurefaktor übereinstimmt. Andere Kohlen mit gleichen Verkokungseigenschaften und verschiedenem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen besitzen den gleichen Huminsäurefaktor.

Bemerkenswerte Schlüsse zieht Kreulen aus Versuchen zur Aufhellung des Reaktionsmechanismus. Aus der Kurvenform der Huminsäureausbeute, die aus oxydierter und dann von Huminsäure befreiter Kohle erhalten wird, folgt, daß die Bildung von Huminsäure über eine Zwischenstufe verlaufen kann.

Bezeichnen

- $n_1$  die Anzahl der oxydierten Kohleteilchen
- $n_2$  die Anzahl der gebildeten Teilchen einer Zwischenstufe
- $n_3$  die Anzahl der gebildeten Huminsäureteilchen ( $n_1 + n_2 + n_3 = n_0$ )
- $\alpha N$  die je cm<sup>2</sup> Kohlenoberfläche auftreffenden O<sub>2</sub>-Moleküle
- $K_1$  Konstante der Reaktion:  
Kohle + Sauerstoff → Zwischenstufe
- $K_2$  Konstante der Reaktion:  
Zwischenstufe + Sauerstoff → Huminsäure,

so berechnen sich aus den Differentialquotienten

$$\frac{dn_1}{dt} = -K_1 n_1 \alpha N,$$

$$\frac{dn_2}{dt} = +K_1 n_1 \alpha N - K_2 n_2 \alpha N \text{ und}$$

$$\frac{dn_3}{dt} = +K_2 n_2 \alpha N, \text{ für } t=0 \text{ folgende Werte:}$$

$$n_1 = n_0 e^{-\alpha N K_1 t},$$

$$n_2 = \frac{K_1 n_0}{K_2 - K_1} [e^{-\alpha N K_1 t} - e^{-\alpha N K_2 t}],$$

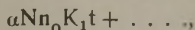
$$n_3 = \frac{n_0}{K_2 - K_1} [K_1 e^{-\alpha N K_1 t} - K_2 e^{-\alpha N K_2 t}] + n_0.$$

<sup>1</sup> D. J. Kreulen (Grundzüge der Chemie und Systematik der Kohlen. Amsterdam 1935.) unterscheidet noch Fettflammkohlen als Übergang zwischen Gaskohlen und Fettkohlen.

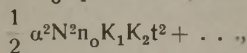
<sup>2</sup> Chem. Weekblad 36 (1939) S. 870/81.

<sup>3</sup> a. a. O.

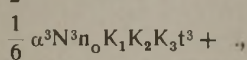
Die angenäherten Werte für die Menge der gebildeten Huminsäure sind schließlich für eine Reaktion ohne Zwischenstufe:



Reaktion mit einer Zwischenstufe:



Reaktion mit zwei Zwischenstufen:



das heißt, daß im logarithmischen Ordinatensystem die Tangenswerte der (für kleine t-Werte gradlinig verlaufenden) Huminsäureausbeuten über der Oxydationszeit aufgetragen für eine Reaktion ohne Zwischenstufe = 1, für eine Reaktion mit einer Zwischenstufe = 2 und für eine Reaktion mit zwei Zwischenstufen = 3 sein werden.

Tatsächlich erhielt Kreulen Tangenswerte von 1 (bei wenig inkohlten Steinkohlen) bis 2 (bei stark inkohlten Kohlen); er schließt daraus, daß Steinkohle nicht eine Inkohlungsstufe vergegenwärtigt, sondern eine Reihenfolge von mindestens zwei aufeinanderfolgenden Stufen.

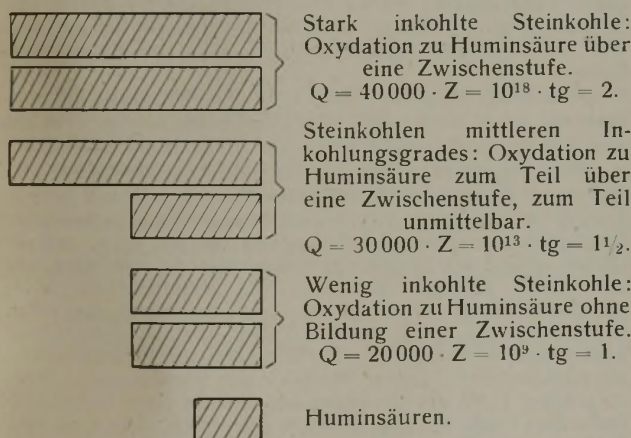
Mit Hilfe der Gleichung von Arrhenius

$$K = A e^{-\frac{Q}{RT}}$$

berechnet Kreulen für verschiedene Kohlen auf Grund von Versuchsdaten die Aktivierungsenergie Q sowohl für die Reaktion Kohle + O<sub>2</sub> → Zwischenstufe (Q<sub>1</sub>) als auch für die Reaktion Zwischenstufe + O<sub>2</sub> → Huminsäure (Q<sub>2</sub>) und stellt Schätzungen an für die entsprechenden Reaktionszeiten Z im Falle, daß T = ∞, d. h. alle Moleküle aktiviert sind. Bei fast 40 untersuchten Kohleproben lagen die Werte für Q zwischen 16500 und 40500 cal/gMol., für Z zwischen 10<sup>9</sup> und 10<sup>18</sup>.

Q als Funktion von Z ausgedrückt ergibt eine gradlinige Beziehung. Danach ist anzunehmen, daß die Molekülvergrößerung einen integrierenden Vorgang bei der Inkohlung darstellt. Wenig inkohlte Kohle ist wahrscheinlich als die »Zwischenstufe« selbst anzusehen.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich folgendes einfaches Inkohlungsschema:



Mit der Molekülvergrößerung ist eine Reduktion der Kohlesubstanz während der Inkohlung verbunden. Die jeweils erreichte Reduktionsstufe wird durch den umgekehrten Vorgang, die Oxydation, gemessen.

Bemerkenswert ist die Feststellung Kreulens, daß auch die Zeit unter Ausschaltung der anderen Faktoren: erhöhte Temperatur und Druck) allein weitere Inkohlung bewirkt: aus der nach achtjähriger Lagerung einer Wemyss-Kohle in indifferenten Atmosphäre zurückgegangenen Huminsäure-Bildung bei der Oxydation gegenüber der bei frischer Kohle konnte während dieser Zeit ein Anstieg von Q = 16500 cal/gMol. auf Q = 17300 cal/gMol. berechnet werden. Z blieb in der Größenordnung von 10<sup>9</sup>.

Zweifellos liefert das Kreulensche Verfahren ein brauchbares Kennzeichen für den Inkohlungsgrad einer Steinkohle, aber offenbar nur unter bestimmten Voraussetzungen. Kreulen bemüht sich selbst, den hierauf unterschiedlichen Einfluß der kohlenpetrographischen Gefügezusammensetzung auszuschalten, indem er durch zweckmäßige Vorbehandlung die Kohlengefügebestandteile auf die zu oxydierende Oberfläche gleichmäßig verteilt. Hieraus geht hervor, daß bei Proben aus einem Flöz verschiedene Huminsäurefaktoren gefunden werden müssen, sobald sie in ihrem Kohlengefüge stark voneinander ab-

weichen, was entsprechend den genetischen Vorstellungen über die Flözbildung häufig eintreten wird<sup>1</sup>. Bekanntlich wird von der verschiedenen Regenerierbarkeit der Gefügebestandteile durch Oxydation zu Huminsäuren bei einem Verfahren der selektiven Kohlenflotation, also zur Trennung der Gefügebestandteile, erfolgreich Gebrauch gemacht<sup>2</sup>. Wenn zwei Kohlenarten, z. B. eine Durham-Kohle und eine westfälische Kohle, bei gleich hohem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen einen Unterschied hinsichtlich ihrer Huminsäurekurven aufweisen, so kann dies kohlenpetrographisch begründet sein. Würde dieser Einfluß durch Untersuchung der reinen Vitrite dieser Kohlen ausgeschaltet, so ergäben sich bei unterschiedlichen Huminsäurefaktoren auch entsprechende Abweichungen im Gehalt an flüchtigen Bestandteilen.

Eine Bestätigung dieser Annahme durch Bestimmung der Huminsäurefaktoren reiner Vitrite würde beweisen, daß auch die bisher übliche Einteilung der Kohlen nach flüchtigen Bestandteilen zu Recht besteht, wenn sie sich ebenfalls auf reinen Vitrit erstreckt.

Scheer.

### Bergverwaltung in den Kreisen Eupen und Malmedy.

Der Reichswirtschaftsminister hat auf Grund des § 188 des Preussischen Berggesetzes vom 24. Juni 1865 durch Erlaß vom 17. August 1940 — II Bg. 9109/40 — bestimmt, daß der Kreis Eupen dem Bergrevier Aachen-Süd und der Kreis Malmedy dem Bergrevier Neuenahr mit Wirkung vom 1. September 1940 an zugeteilt werden.

### Wiederaufnahme der Lehrtätigkeit der Technischen Hochschule Aachen.

Die Technische Hochschule Aachen nimmt mit dem dritten Trimester 1940 ihre seit Anfang des Krieges unterbrochene Lehrtätigkeit wieder auf. Die Vorlesungen und Übungen beginnen Mitte September. Neueinschreibungen für die Fachrichtungen Bergbau und Markscheidewesen nimmt das Sekretariat der Hochschule entgegen. Auskünfte erteilen der Vorsteher der Fachabteilung Bergbau oder das Sekretariat.

### Beobachtungen der Magnetischen Warten der Westfälischen Berggewerkschaftskasse im Juli 1940.

Deklination = westl. Abweichung der Magnetnadel vom Meridian von Bochum									
Juli 1940	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.	6 49,6	6 57,5	6 43,7	13,8	16,1	8,5	1	0	
2.	51,9	58,5	45,1	13,4	14,6	7,8	0	0	
3.	52,5	7 1,0	44,8	16,2	15,7	7,8	0	1	
4.	51,8	0,5	41,1	19,4	14,9	1,4	1	1	
5.	53,0	1,7	40,0	21,7	15,1	1,3	1	1	
6.	52,4	1,0	43,1	17,9	16,4	8,8	1	1	
7.	50,8	6 59,5	45,0	14,5	15,5	7,7	0	0	
8.	51,4	59,3	44,0	15,3	16,5	8,6	0	0	
9.	51,7	7 1,5	44,9	16,6	16,7	7,7	1	1	
10.	55,0	6 59,2	46,1	13,1	16,2	9,6	1	1	
11.	51,5	7 0,2	42,6	17,6	15,2	9,3	1	0	
12.	52,0	6 57,6	47,0	10,6	16,4	8,9	0	0	
13.	55,0	7 9,0	43,8	25,2	15,3	20,6	1	2	
14.	51,8	6 59,9	43,0	16,9	5,8	9,7	1	1	
15.	51,4	59,5	44,0	15,5	15,7	8,7	1	1	
16.	51,3	59,0	44,1	14,9	14,7	8,6	1	0	
17.	49,6	55,4	44,9	10,5	16,0	9,6	0	0	
18.	52,4	59,7	45,9	13,8	15,2	9,0	0	0	
19.	50,8	59,5	42,4	17,1	15,5	9,5	0	0	
20.	52,1	7 0,3	44,9	15,4	15,3	8,6	0	0	
21.	50,6	6 59,9	43,8	16,1	16,5	7,4	1	0	
22.	51,4	7 0,5	43,8	16,7	15,7	7,7	1	1	
23.	51,5	6 59,5	44,1	15,4	15,0	9,0	0	0	
24.									
25.									
26.									
27.									
28.									
29.	50,0						0	1	
30.	51,9	7 3,3	42,7	20,6	16,3	8,4	1	1	
31.	51,6	0,7	44,4	16,3	15,1	7,0	1	1	
Mts.-Mittel	6 51,7	7 0,2	6 44,0	16,2		Monats-Summe	15	14	

<sup>1</sup> Vgl. die einschlägigen Arbeiten von Hoffmann, Kühlwein, Krüpe u. a. sowie Nötzold, Glückauf 76 (1940) S. 381 und 393.  
<sup>2</sup> Bierbrauer und Pöpperle, Glückauf 70 (1934) S. 933.

# PATENTBERICHT

## Patent-Anmeldungen<sup>1</sup>,

die vom 22. August 1940 an drei Monate lang in der Auslegehalle des Reichspatentamtes ausliegen.

5b, 17. D. 78102. Erfinder: Dr.-Ing. Herbert Jeschke, Duisburg. Anmelder: Demag AG., Duisburg. Bohrhammer mit beweglicher Stütze. 2. 6. 38.

10a, 17/01. K. 148553. Erfinder: Paul von Ackeren und Georg Henseleit, Essen. Vor der Ofenbatterie verfahrbare Koksloscheinrichtung. 18. 11. 37. Österreich.

10a, 23. W. 97562. Werschen-Weißfelder Braunkohlen-AG., Halle (Saale). Verfahren zum Schwelen stückiger bzw. brikkettierter Braunkohle. 16. 11. 35.

10a, 33/01. J. 60175. Erfinder: Dr. Siegfried Kieskalt, Frankfurt (Main)-Höchst. Dipl.-Ing. Karl Erb, Frankfurt (Main)-Griesheim, und Dr. Karl Winnacker, Frankfurt (Main)-Höchst. Anmelder: I. G. Farbenindustrie AG. Frankfurt (Main). Verfahren zum Betrieb von schwingenden Vorrichtungen. 31. 12. 37. Österreich.

## Deutsche Patente.

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

1a (6). 694597, vom 23. 3. 37. Erteilung bekanntgemacht am 11. 7. 40. Gesellschaft für Förderanlagen Ernst Heckel mbH. in Saarbrücken. *Rinnenwäsche*. Erfinder: Dipl.-Ing. Erich Trümpelmann in Saarbrücken. Der Schutz erstreckt sich auf das Land Österreich.

An der Gutaufgabestelle und den Gutaustragstellen der zum Aufbereiten von Kohle oder anderem Gut mit unterschiedlichem spezifischen Gewicht dienenden Wäsche sind verstellbare Wände angeordnet, die ein selbsttätiges Einstellen des Querschnitts der Rinnen bewirken. Durch die Wände wird die Schichthöhe des durch die Rinnen fließenden Gutes zur Erzielung einer scharfen Guttrennung den durch ungleichmäßige Beschickung der Rinnenwäsche entstehenden Mengenschwankungen angepaßt. Außerdem sind hinter den Wänden Staumittel angeordnet, durch die das fließende Wasser abgebremst wird. Damit sich die Staumittel den Veränderungen des Rinnenquerschnittes anpassen, sind sie elastisch gelagert oder aus einem nachgiebigen Werkstoff hergestellt. Das selbsttätige Einstellen der Wände kann durch ein mit ihnen verbundenes Steuermittel erfolgen, das von dem aufzubereitenden Gut z. B. mit Hilfe eines Tasters oder eines Waagebalkens mittelbar oder unmittelbar gesteuert wird. Zum Einstellen der Wände kann auch eine mit der Aufgabevorrichtung der Wäsche gekuppelte Bandwaage o. dgl. verwendet werden, die mit Hilfe eines Steuermittels und einer Stellspindel auf die Wände einwirkt.

5c (9<sub>10</sub>). 694540, vom 30. 4. 38. Erteilung bekanntgemacht am 4. 7. 40. F. W. Moll Söhne, Maschinenfabrik in Witten (Ruhr). *Eiserner Grubenausbau*. Der Schutz erstreckt sich auf das Land Österreich.

Bei dem Ausbau ist zwischen den Schenkeln eines Hohlprofils der Steg eines Vollprofils von T-förmiger Grundform schließend oder mit geringem Spiel gegen einen Widerstand verschiebbar angeordnet. An dem Steg des Vollprofils ist in der Nähe der Enden ein kurzes Flacheisenstück so angeschweißt, daß das Profil an den Stellen doppel-T-förmig ist. An den doppel-T-förmigen Stellen kann eine bekannte Bewehrung, z. B. eine Lager- schale, befestigt werden. Die das Vollprofil zu einem Doppel-T-Profil vervollständigenden Flacheisenstücke können in Ausschnitte des Steges des T-Profiles eingesetzt werden.

5c (9<sub>30</sub>). 694541, vom 5. 4. 39. Erteilung bekanntgemacht am 4. 7. 40. Wilhelm Bohnkamp in Essen-Katernberg. *Kappschuh*.

Der für nachgiebigen Türstockausbau bestimmte Schuh ist, wie bekannt, S-förmig gebogen, und zwischen dem mittleren Teil des Schuhs und dem Fuß der Kappe des Türstockes ist ein Quetschholz eingelegt. Die gebogenen Enden des Schuhs haben im Querschnitt ein U-förmiges Profil. Die Seitenflanschen dieses Profils sind nach außen gebogen und gehen in der Mitte des Schuhs ineinander über. Der mittlere Teil des Schuhs kann zum Fuß der Kappe hin gewölbt sein, um einen festen Sitz des Quetschholzes zu erzielen und das Anbringen von Bolzenhaltern zu erleichtern.

<sup>1</sup> Der Schutz von Gebrauchsmustern und Patentanmeldungen bzw. Patenten, die nach dem 14. Mai 1938 angemeldet sind, erstreckt sich ohne weiteres auf das Land Österreich, falls in diesem Land nicht ältere Rechte entgegenstehen. Für früher angemeldete Gebrauchsmuster und Patentanmeldungen erstreckt sich der Schutz nur dann auf das Land Österreich, wenn sie am Schluß mit dem Zusatz »Österreich« versehen sind.

5d (11). 694542, vom 28. 7. 38. Erteilung bekanntgemacht am 4. 7. 40. Liblar-Tiefbau GmbH. in Liblar. *Übergabegerät zwischen Gewinnungs- oder Lademaschine und Hauptfördermittel*. Erfinder: Dr.-Ing. Dr. rer. pol. Heinz Schmitz in Köln und Wilhelm Molzberger in Oberliblar.

Das Gerät, das beim unterirdischen Abbaubetrieb, besonders beim Langfrontbau oder Kammerbau, Verwendung finden soll, besteht, wie bekannt, aus einem Fahrgestell, einem schwenkbaren und verfahrbaren Zubringerförderer und einem auf dem Fahrgestell befestigten Übergabekasten. Unter diesem sind gemäß der Erfindung zwei unabhängig voneinander längsverfahrbare und schwenkbare Zwischenförderer angeordnet, von denen jedem durch eine Austragschurre Gut aus dem Übergabekasten zugeführt wird. Die Führung, durch die der Zubringerförderer beim Schwenken geführt wird, kann in der Längsrichtung des Fahrgestells verfahrbar sein. Ferner kann im Übergabekasten eine klappbare Zwischenwand angeordnet werden, durch die die Aufgaberräume für die beiden Austragschurren voneinander getrennt werden.

5d (15<sub>10</sub>). 694543, vom 9. 6. 37. Erteilung bekanntgemacht am 4. 7. 40. F. W. Moll Söhne, Maschinenfabrik in Witten (Ruhr). *Aus Platten zusammengesetzte Schutzwand für den Bergeversatz*. Der Schutz erstreckt sich auf das Land Österreich.

Die Platten werden durch am Ausbau der Grubenräume senkrecht aufgehängte oder aufgestellte Leisten mit Hilfe in großer Zahl an diesen übereinander angeordneter Halteklaue oder Haken getragen, in die die Platten eingelegt werden. Der Abstand der Klauen oder Haken voneinander ist so gering, daß die eingelegten Platten einander schuppenartig übergreifen. Die die Klauen oder Haken tragenden Leisten können am oberen Ende so umgebogen sein, daß sie sich an der Zimmerung aufhängen lassen. Die Leisten können ferner aus biegsamen oder zusammenlegbaren Gliedern (Rund- oder Flacheisen, Ketten o. dgl.) zusammengesetzt werden, so daß sie sich mit den Platten zusammenrollen oder zusammenfallen lassen.

81e (22). 694590, vom 15. 12. 35. Erteilung bekanntgemacht am 4. 7. 40. Gebr. Eickhoff, Maschinenfabrik und Eisengießerei in Bochum. *Fördervorrichtung*.

Die Vorrichtung hat, wie bekannt, an endlosen, umlaufenden Fördermitteln befestigte Kratzer, die auf in einer Förderrinne und in einer Rückführungsrinne angeordneten Gleitschienen laufen. Die Erfindung besteht darin, daß die Gleitschienen die Enden der Rinnenschüsse überragen und der lichte Abstand der über die Rinnenschüsse überstehenden Teile der Schienen an dem Ende des einen Rinnenschusses größer ist als der Abstand der Außenkanten der über das Ende des benachbarten Rinnenschusses überstehenden Schienen. Die über die Rinnenschüsse überstehenden Teile der Schienen können auf ihrer Gleitfläche nach dem Ende hin abgeschrägt sein. Außerdem kann eine Schiene jedes Rinnenschusses im mittleren Teil gegen die andere Schiene hin gebogen sein.

## PERSÖNLICHES

Dem Generaldirektor der Bergwerksgesellschaft Hibernia AG. in Herne, Landrat a. D. Bergassessor Wilhelm Tengelmann, ist in Anerkennung seiner besonderen Verdienste um die Kriegswirtschaft das Kriegsverdienstkreuz 2. Klasse verliehen worden.

Dem stellvertretenden Leiter der Hauptstelle für das Grubenrettungswesen, von Hoff, Kapitänleutnant und Flottillen-Chef einer Vorpostenflottille, ist nunmehr auch die Spange zum Eisernen Kreuz 1. Klasse verliehen worden.

Dem Bergrat Dr.-Ing. Kurt Nehring, Leutnant in einem Pionierbataillon, und dem Bergassessor Gustav Wilde, Feldwebel in einer Maschinengewehr-Kompanie, ist das Eiserner Kreuz 2. Klasse verliehen worden.

## Gestorben:

am 20. August der Oberbergrat Rudolph Siegemann, früherer Generaldirektor der Kulmischen Bergverwaltung zu Breslau, im Alter von 83 Jahren.